

***PROJETO PEDAGÓGICO***  
***DO CURSO DE GRADUAÇÃO EM***  
***ENGENHARIA ELÉTRICA – TELECOMUNICAÇÕES DA***  
***UFJF***

**Reitor:** Prof. Marcus David, D.Sc.

**Vice-Reitor:** Prof. José Luiz Rezende Pereira, Ph.D.

**Pró-Reitor de Graduação:** Cassiano, D.Sc.

**Diretor da Faculdade de Engenharia:** Prof. Henrique Antônio Carvalho Braga, D.Sc.

**Vice-Diretor da Faculdade Engenharia:** Prof. Marcos Martins Borges, D.Sc.

**Chefe do Departamento de Circuitos Elétricos:** Prof. Augusto Santiago Cerqueira, D.Sc.

**Chefe do Departamento de Energia Elétrica:** Prof. Guilherme Márcio Soares, D.Sc.

**Coordenador do Curso de Engenharia Elétrica - Telecomunicações:**

Prof. Thiago Vieira Nogueira Coelho, D.Sc.

**Comissão:**

Prof. Thiago Vieira Nogueira Coelho, D.Sc. (Presidente)

Prof. Ulysses Roberto Chaves Vitor, D.Sc.

Prof. Diogo Vieira Nogueira Coelho, D.Sc.

Prof. Daniel Disicini Silveira, D.Sc.

Prof. Fernando José de Almeida Andrade, D.Sc.

## SUMÁRIO

|                                                                                |           |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Preâmbulo</b>                                                               | <b>5</b>  |
| <b>1. Introdução</b>                                                           | <b>8</b>  |
| 1.1. Histórico do curso                                                        | 8         |
| 1.2. Projeto Pedagógico Anterior                                               | 11        |
| 1.3. Justificativa da atualização do Projeto Pedagógico                        | 12        |
| 1.4. Justificativa da oferta do curso                                          | 14        |
| 1.5. Análise do mercado de trabalho                                            | 16        |
| 1.6. Perspectivas de Inserção Profissional do(a) Egresso(a)                    | 19        |
| <b>2. Organização Didático-Pedagógica</b>                                      | <b>24</b> |
| 2.1. Dados do curso                                                            | 25        |
| 2.2. Sistema de Ingresso                                                       | 27        |
| 2.3. Coordenação de curso                                                      | 32        |
| 2.4. Colegiado de curso                                                        | 32        |
| 2.5. Núcleo Docente Estruturante                                               | 34        |
| 2.6. CAEX - Comissão de Acompanhamento das Atividades Curriculares de Extensão | 36        |
| 2.7. Corpo Docente                                                             | 38        |
| 2.8. Recepção d(a)s calouro(a)s                                                | 41        |
| <b>3. Perfil do Profissional do(a) Egresso(a)</b>                              | <b>41</b> |
| 3.1. Eixos Formativos e Competências                                           | 44        |
| 3.2. Competências Gerais: Engenharia                                           | 47        |
| 3.3. Competências Profissionais: Engenharia Elétrica                           | 48        |
| 3.4. Competências Específicas: Engenharia Elétrica - Telecomunicações          | 49        |
| <b>4. Diretrizes Pedagógicas</b>                                               | <b>52</b> |
| 4.1. Perfil Médio do(a) Ingressante                                            | 52        |
| 4.2. Teorias do Desenvolvimento Cognitivo                                      | 56        |
| 4.2.1. Teoria de Piaget                                                        | 57        |

|                                                             |            |
|-------------------------------------------------------------|------------|
| 4.2.2. Teoria de Perry                                      | 58         |
| 4.3. Nivelamento                                            | 60         |
| 4.4. Estratégias Educacionais                               | 61         |
| 4.5. Formação continuada                                    | 65         |
| 4.6. Práticas avaliativas                                   | 67         |
| <b>5. Organização Curricular</b>                            | <b>69</b>  |
| 5.1. Estrutura do curso                                     | 69         |
| 5.2. Eixos específicos                                      | 73         |
| 5.3. Atividades de Extensão                                 | 78         |
| 5.4. Atividades de Laboratório                              | 78         |
| 5.5. Estágio Curricular                                     | 79         |
| 5.6. Atividades Complementares                              | 81         |
| 5.7. <b>Error! Bookmark not defined.</b>                    |            |
| 5.8. <b>Error! Bookmark not defined.</b>                    |            |
| 5.9. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)                   | 85         |
| 5.10. Relação entre as DCNs e as disciplinas                | 86         |
| <b>6. Recursos de Infraestrutura e Programas Acadêmicos</b> | <b>89</b>  |
| 6.1. Infraestrutura física atual                            | 89         |
| 6.2. Infraestrutura administrativa                          | 93         |
| 6.3. Infraestrutura de salas de laboratório                 | 96         |
| 6.4. Infraestrutura de salas de aula                        | 98         |
| 6.5. Apoio acadêmico aos docentes                           | 99         |
| 6.6. Programas de monitoria                                 | 100        |
| 6.7. Programas de Treinamento Profissional                  | 101        |
| <b>7. Curricularização da extensão</b>                      | <b>102</b> |
| <b>8. Avaliação do Projeto Pedagógico do Curso (PPC)</b>    | <b>106</b> |
| 8.1. Processo de Avaliação - Premissas básicas              | 106        |

8.2. Comissão Própria de Avaliação do Curso (CPAC) - Engenharia Elétrica - Telecomunicações

109

**Bibliografia**

**110**

**Apêndice A - Competências do Profissional segundo CREA/CONFEA e Diretrizes Curriculares**

**Nacionais**

**111**

**Apêndice B - Regimento CAEX**

**117**

**Apêndice C - Ementas e Referências Bibliográficas**

**120**

**Apêndice D - Regimento CPAC**

**216**

## Preâmbulo

Este documento descreve o Projeto Pedagógico do Curso (PPC) de Graduação em Engenharia Elétrica - Telecomunicações da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) em substituição aos projetos pedagógicos anteriores do curso sob número **23071.007112/2009-08** de 08 de junho de 2009 (REUNI) e de Engenharia Elétrica **23071.007112/2009-08** de 16 de janeiro de 2013.

O novo PPC foi proposto em adequação às novas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) aprovadas na resolução CNE/CES nº 2, de 24 de abril de 2019 e promovendo a curricularização das atividades de extensão em cumprimento a resolução CNE/CES nº 7 de 18 de dezembro de 2018. Adicionalmente, foi aproveitado o momento estratégico para implementar alterações no curso devido ao retorno proporcionado pelas ferramentas de avaliação e autoavaliação institucionais de docentes e de funcionários Técnicos Administrativos em Educação (TAEs), dos estudos realizados pelo grupo FOCO instituído em 2020 na Faculdade de Engenharia da UFJF, bem como pelas respostas às consultas realizadas com discentes e egressos do nosso curso.

Além disto, a nova versão do PPC do curso é uma oportunidade de promover alterações em nosso currículo com o objetivo de proporcionar uma melhoria constante da capacitação e formação de novos recursos humanos.

O novo PPC visa adequar o curso ao novo paradigma da sociedade moderna com a tecnologia desempenhando um papel primordial no dia a dia da população, no desempenho do setor produtivo e da indústria, sendo que as tecnologias de telecomunicações, informação, automação e computação demandam um alto grau de atualização das competências dos profissionais de Engenharia para sustentar a base da infraestrutura destes setores. Esta reformulação está em consonância com a necessidade de desenvolvimento do setor de produção e transformação de matéria prima em nosso país que se encontra atualmente em processo de diminuição do atrasado em relação às economias de mesmo porte ao redor do mundo.

Durante o processo de construção deste documento, a Coordenação do Curso de Engenharia Elétrica – Telecomunicações e os Departamentos de Circuitos Elétricos e de Energia Elétrica têm exercido atividades para garantir a pluralidade de ideias e visões sobre as necessidades do mercado de mão-de-obra.

# 1. Introdução

## 1.1. Histórico do Curso

Juiz de Fora se insere no processo de modernização da sociedade brasileira através de uma série de medidas que buscavam a industrialização da região na primeira década do século XX. Foram fundadas as primeiras Escolas Superiores de Farmácia, Odontologia e Direito, estas instaladas no Instituto Granbery. Na Academia de Comércio, foi criado, em 1909, um Curso Politécnico destinado à formação de Engenheiros o qual se desdobrou na Escola de Engenharia de Juiz de Fora por iniciativa pessoal e financeira de Asdrúbal Teixeira de Souza.

A Escola de Engenharia de Juiz de Fora, fundada em 17 de agosto de 1914, inicialmente formava Engenheiros Civis e Geógrafos. Mais tarde passou a formar Engenheiros Agrimensores, Civis e Eletrotécnicos. Seus primeiros tempos foram ligados à Academia de Comércio passando depois para um prédio situado na Avenida Barão do Rio Branco, número 2040. Em 1960, passou a funcionar na Rua Visconde de Mauá, onde hoje se situa o Colégio de Aplicação João XXIII da UFJF. Naquele mesmo ano, a partir da Lei 3858 de 23 de dezembro de 1960, a escola passou a integrar a recém-criada Universidade Federal de Juiz de Fora, sob a denominação de Faculdade de Engenharia da UFJF. Em 1963 se iniciou a divisão dos Cursos em Engenharia Civil e Engenharia Elétrica, sendo que a primeira turma de engenheiros eletricitas se formou em 1968.

Nos últimos 25 anos, a Faculdade de Engenharia ampliou a gama de formação com a criação dos Cursos de Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Engenharia Sanitária e Ambiental, Engenharia de Produção e Engenharia Computacional. Também foram criados os cursos de pós-graduação *stricto sensu* em Engenharia Elétrica e em Modelagem Computacional. Além disso, a Faculdade de Engenharia estimula a formação continuada através dos cursos de pós-graduação *lato sensu* em Análise Ambiental, em Engenharia de Segurança do Trabalho e em Gerenciamento de Obras. Tais

movimentos visam sustentar a atitude vanguardista que inspirou a criação desta instituição há mais de um século.

Desde a sua implantação, o Curso de Engenharia Elétrica da Faculdade de Engenharia da UFJF passou por algumas reformulações no seu currículo e projeto de curso. A primeira, delas, foi implantada no primeiro período letivo de 1978, em atendimento à Resolução de 27/04/1976 do Conselho Federal de Educação (CFE) que fixou os mínimos de conteúdo e duração dos Cursos de Graduação em Engenharia e, também, definiu as áreas e habilitações. Outra reestruturação profunda no currículo foi implementada em dezembro de 1984 após três anos e meio de estudos através da Resolução 44/1984 do Conselho de Ensino, Pesquisa e Extensão (CEPE) da UFJF. Uma terceira modificação importante foi implementada em 1996 após amplo debate com outras instituições de ensino e com empresas significativas do cenário nacional.

No ano de 2000, o Curso de Engenharia ampliou o número de vagas disponíveis com a criação do Curso de Engenharia Elétrica Noturno, passando de 60 vagas anuais (30 para o primeiro semestre e 30 para o segundo semestre) para 90 vagas anuais (30 para o primeiro semestre diurno, 30 para o segundo semestre diurno e 30 para o primeiro semestre noturno).

Em 2008, o Governo Federal iniciou a implantação do programa REUNI (Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais). A proposta da Engenharia Elétrica foi de ampliar o número de vagas disponíveis das 90 vagas anuais então oferecidas para 270 vagas anuais. Estas vagas seriam distribuídas através da criação de cinco (5) novas modalidades nas áreas de Sistemas de Potência, Sistemas Eletrônicos, Energia, Telecomunicações e Robótica & Automação Industrial.

No ano de 2010 o curso de Engenharia Elétrica foi dividido pelo MEC originando na criação de cinco novos cursos, tendo cada um a necessidade de um projeto pedagógico próprio.

Importante ressaltar que o REUNI propiciou, além do aumento do número de ingressantes aos cursos de graduação em Engenharia Elétrica, o aumento no número de docentes do curso, possibilitando a inclusão de recursos humanos qualificados em docência, pesquisa e extensão e um aporte de investimento em infraestrutura física e equipamentos impactando positivamente a qualidade da Faculdade de Engenharia como um todo.

Em 14 de junho de 2012 houve a instituição e normatização do Colegiado do Curso de Graduação em Engenharia Elétrica – Telecomunicações através da resolução 09 do Conselho de Unidade da Faculdade de Engenharia da UFJF. O Colegiado do Curso constitui órgão suplementar da estrutura da Coordenação do Curso de Graduação da UFJF em Engenharia Elétrica – Telecomunicações, tendo como atribuições: deliberar sobre as propostas encaminhadas pela Coordenação do curso, observando a legislação pertinente; convocar, promover e organizar o processo de escolha do Coordenador e do Vice Coordenador do Curso; e convocar, promover e organizar o processo de escolha dos membros do Núcleo Docente Estruturante (NDE). Na mesma data, houve a instituição e normatização do Núcleo Docente Estruturante do Curso de Graduação da UFJF em Engenharia Elétrica – Telecomunicações através da resolução 10 de 14 de junho de 2012 do Conselho de Unidade da Faculdade de Engenharia da UFJF. O NDE, conforme instituído pela Resolução CONAES 01/2012, constitui órgão suplementar da estrutura do Curso de Graduação em Engenharia Elétrica da UFJF – Telecomunicações, com atribuições consultivas e propositivas sobre matéria acadêmica, subsidiando as deliberações no processo de concepção, consolidação e atualização do Projeto Pedagógico do Curso, observando o previsto na legislação pertinente.

Em primeiro de outubro de 2012 foram empossados os cinco coordenadores e vice-coordenadores de cada curso, após um processo eleitoral ordinário, onde foram definidos também os cinco representantes dos Núcleos Docentes Estruturantes (NDEs) de cada curso, sendo então empossado o Coordenador e o Vice-Coordenador do curso de Engenharia Elétrica – Telecomunicações, a época os professores Daniel Discini Silveira e Álvaro Augusto Machado de Medeiros, respectivamente.

O curso obteve Conceito 4 nos ENADEs 2017 e 2019, demonstrando o excelente desempenho de nossos estudantes e confirmando que a UFJF preza pela qualidade do ensino, pesquisa e extensão.

Atualmente, na vigência da elaboração deste PPC estão encarregados da Coordenação e Vice-Coordenação de curso, os professores Thiago Vieira Nogueira Coelho e Ulysses Roberto Chaves Vitor respectivamente.

## **1.2. Projeto Pedagógico anterior**

O PPC do curso vigente até esta proposta de reformulação, foi elaborado em dezembro de 2012. A carga horária total curricular é de 3610 horas que englobam as disciplinas obrigatórias, divididas em núcleo básico, profissionalizante e específico. Além das disciplinas obrigatórias, fazem parte deste currículo o Trabalho Final de Curso, as disciplinas eletivas e/ou atividades complementares e o estágio curricular obrigatório com carga horária mínima de 160 horas.

O Trabalho Final de Curso é realizado numa disciplina de 90 horas-aula (6 créditos). A soma do número de horas referentes às atividades complementares (60 horas) e ao trabalho final de curso é de 150 horas, o que atende a legislação vigente que limita o percentual de horas em 20% de horas do total do curso. A tabela 1.1 mostra como estão distribuídas as atividades curriculares do PPC de 2012.

O currículo vigente antes da implementação do novo PPC, considera as atividades de extensão como atividades complementares ou extracurriculares, sem um percentual obrigatório para integralização dos créditos dos discentes, o que foi alterado pela resolução CNE/CES nº 7 de 2018. Este currículo foi estruturado na abordagem em conteúdos que devem ser fornecidos aos discentes para integrar um rol de conhecimentos profissionais na área de Engenharia. Apesar da importância dos conteúdos não deixar de ser levada em conta na nova abordagem pedagógica do curso, o novo PPC foi estruturado no desenvolvimento de habilidades e competências profissionais do discente ao longo do seu processo formativo.

| Núcleo de Conteúdos /Atividades Curriculares              | Carga Horária | Créditos   | Porcentagem total (%) |
|-----------------------------------------------------------|---------------|------------|-----------------------|
| Básico                                                    | 1230          | 82         | 34                    |
| Profissionalizante                                        | 1050          | 70         | 29                    |
| Específico                                                | 780           | 52         | 22                    |
| <b>Total da Carga horária em disciplinas obrigatórias</b> | <b>3060</b>   | <b>204</b> | <b>85</b>             |
| Trabalho Final de Curso                                   | 90            | 6          | 2,5                   |
| Estágio Curricular obrigatório                            | 160           | -          | 4,5                   |
| Disciplinas eletivas/Atividades Complementares            | 300           | 20         | 8                     |
| <b>Total geral</b>                                        | <b>3610</b>   | <b>230</b> |                       |

Tabela 1.1 - Distribuição dos conteúdos do PPC de dezembro de 2012 de Engenharia Elétrica – Telecomunicações.

### 1.3. Justificativa da Atualização do Projeto Pedagógico

Conforme relatado na seção Histórico do Curso, em 2010, devido à reestruturação do curso de Engenharia Elétrica através do desmembramento pela criação de cinco novas modalidades (Engenharia Elétrica - Energia, Engenharia Elétrica - Sistemas de Potência, Engenharia Elétrica - Sistemas Eletrônicos, Engenharia Elétrica - Robótica & Automação Industrial e Engenharia Elétrica – Telecomunicações), cada uma teve necessidade de um projeto pedagógico próprio.

Devido ao ambiente de rápida evolução tecnológica no qual os cursos de Engenharia estão imersos, é de fundamental importância que o Projeto Pedagógico do Curso seja constantemente reavaliado e discutido. Por esta razão uma atualização do Projeto Pedagógico do curso já seria necessária.

Concomitantemente a este fator, o novo PPC foi proposto em adequação do curso às novas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) aprovadas na resolução CNE/CES nº 2, de 24 de abril de 2019 e para promover a curricularização das atividades de extensão, em cumprimento a resolução CNE/CES nº 7 de 18 de dezembro de 2018, que estabelece que os cursos ofereçam ao menos dez por cento da carga horária total de formação em atividades curriculares de caráter extensionista.

As novas DCNs preconizam uma alteração na construção do projeto pedagógico dos cursos de Engenharia no território nacional, alterando o enfoque de construção baseada em conteúdos para uma abordagem baseada na construção de competências profissionais suportada pelo desenvolvimento de um conjunto de habilidades importantes para uma formação técnica, holística e multidisciplinar dos egressos, recomendando metodologias pedagógicas que reforcem a participação ativa dos e das discentes do curso em seu processo formativo. Além disso, é reforçada a necessidade de formação de engenheiros e engenheiras e não apenas de alta capacidade técnica, mas com a opção de empreender e atuar em inovação tecnológica.

Portanto, este novo PPC reflete estas mudanças de paradigma no processo formativo de engenheiros e engenheiras nos cursos em território nacional, preconizando a aprendizagem ativa e autônoma, engajada na sociedade moderna e plural e com o objetivo de diminuir o alto grau de evasão dos cursos de Engenharia.

Adicionalmente, foi incorporado ao currículo do curso uma carga horária mínima de dez por cento em atividades de caráter extensionista, conforme estabelecido pelo Art. 4º da Resolução nº 7, de 18 de dezembro de 2018, da Câmara de Educação Superior do Conselho Nacional de Educação. Tais atividades serão integradas em disciplinas, projetos, cursos e eventos com o objetivo que os e as discentes utilizem seus conhecimentos para impactar e serem impactados pelas demandas da comunidade externa à universidade. Importante salientar que estas atividades também representam uma oportunidade ímpar de aproximação do mundo acadêmico com o restante da sociedade, ressaltando a importância da educação superior no avanço civilizatório e tecnológico de qualquer país.

#### **1.4. Justificativa da oferta do curso**

Os avanços na área de telecomunicações a partir da década de 50 do século XX e o aumento das taxas de comunicação a partir da década de 80 do mesmo século vêm facilitando o acesso à informação e tornando factível, viável e eficiente a comunicação entre indivíduos, instituições e equipamentos. A necessidade crescente por maiores taxas de transmissão de dados em qualquer lugar, para qualquer pessoa e em qualquer instante de tempo fomenta o desenvolvimento de novas gerações de tecnologias. Tais tecnologias oferecem novas oportunidades para aplicações em todas as áreas do conhecimento humano. Na área de telecomunicações, existem dois ambientes distintos para a transmissão de dados: i) os ambientes desenvolvidos pelos seres humanos (cabos telefônicos, de distribuição de energia elétrica, ópticos, etc); e ii) aqueles fornecidos gratuitamente pela natureza (ar, espaço e água). Os primeiros oferecem grande capacidade de transmissão de dados, enquanto os últimos ainda não são aproveitados em sua totalidade. A partir do século XXI, a grande questão que permeia o avanço nas telecomunicações é a introdução de sistemas de telecomunicações que forneçam o acesso rápido, confiável e seguro a todas as redes de dados independentemente da sua classe social, localização geográfica e instante de tempo.

Devido à necessidade premente por amplos e confiáveis sistemas de telecomunicações, os maciços investimentos nesta área têm resultado na introdução de novos paradigmas, equipamentos e sistemas que demandam profissionais com uma base teórica sólida. Desta forma, eles se tornam capazes de participar na concepção dos novos paradigmas, desenvolverem novos equipamentos, sistemas e processos, adaptar aos novos conceitos e práticas e, ao mesmo tempo, saber lidar com as outras avançadas tecnologias. Além disso, é esperado que o profissional da área de telecomunicações seja capaz de não apenas desenvolver tais tecnologias, mas também ser agente para a concepção e introdução de novas aplicações para as mesmas em diferentes ramos da sociedade que demandam produção em grande escala (residencial, comercial, industrial, petrolífero, energia, marítimo, aeroespacial, veicular, etc.). Este profissional detém maior e mais aprofundado conhecimento, em

relação ao profissional habilitado na modalidade Eletrônica, sobre eletromagnetismo e sistemas e protocolos de comunicações de dados.

Especificamente nos últimos anos, fatores como a automação de plantas industriais no que hoje é conhecido como o padrão de indústria 4.0, a perspectiva da implantação do padrão de redes móveis 5G e em um futuro breve do padrão 6G como bases da infraestrutura de aplicações de internet das coisas e do metaverso impactarão a vida em sociedade e o setor produtivo, necessitando de mão de obra qualificada e dinâmica no setor de telecomunicações apta a constante modernização dos padrões tecnológicos.

Importante salientar que mesmo em um cenário atual de taxa de desemprego elevado, à área de telecomunicações apresenta escassez de profissionais com qualidade técnica em sua formação e uma grande demanda para ocupação de vagas do setor existentes no mercado. (<https://www.agazeta.com.br/es/economia/saiba-as-profissoes-que-tem-empregos-sobrando-por-falta-de-mao-de-obra-0222>)

Como demonstrado acima, a importância do Engenheiro e da Engenheira de Telecomunicações no mundo globalizado, a crescente demanda no mercado de trabalho por profissionais desta área e os amplos laços que podem ser estabelecidos com atividades de ensino, pesquisa e extensão são justificativas para a existência do curso.

Nas próximas duas seções são apresentados dois complementos a essas justificativas com relação à empregabilidade: uma análise do mercado de trabalho e possibilidade de inserção profissional do(a) Egresso(a).

## **1.5. Análise do mercado de trabalho**

O objetivo desta avaliação é situar os espaços atualmente ocupados por engenheiro(a)s, a fim de obter subsídios para auxiliar o molde do perfil do(a)s egresso(a)s dos cursos de Engenharia para a estrutura do mercado de trabalho contemporâneo e vindouro.

Um fato importante é que a Engenharia pode ser considerada o motor propulsor da economia de um país, principalmente se este tem por objetivo se situar com relevância entre as economias de destaque em um cenário global. Neste panorama, a necessidade constante de formar mão-de-obra dinâmica e qualificada para atender as necessidades atuais e futuras do mercado de trabalho é uma característica fundamental.

Analisando um recorte entre 2003 e 2013, um estudo publicado pelo DIEESE (Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos) mostra uma expansão do número de empregos formais no Brasil, especialmente se comparada à década imediatamente anterior quando a elevada taxa de desemprego e o reduzido número de postos de trabalho gerados deram a tônica da dinâmica do mercado de trabalho. Os dados positivos de geração de emprego na Engenharia são frutos de uma política de desenvolvimento nacional que apostou em áreas como petróleo, indústria naval, agricultura familiar, além de fortalecer uma política de conteúdo local fomentando as empresas nacionais.

Segundo a Pnad Contínua, estima-se que, no biênio 2016-2017, 472 mil pessoas estavam ocupadas como engenheiro(a)s e agrônomo(a)s no país (Tabela 1.2), montante que corresponde a 0,5% do total de pessoas ocupadas e a 2,8% do total com ensino superior completo. Destaca-se que, apesar de variar na mesma direção que o total de pessoas ocupadas (crescimento no biênio 2014-2015 e queda no biênio 2016-2017), a movimentação de engenheiro(a)s foi mais intensa: enquanto o contingente total de pessoas ocupadas cresceu 2,3% no biênio 2014-2015 e depois reduziu -se em 1,3% no biênio 2016- 2017, o número de engenheiro(a)s teve uma forte elevação de 16,9% seguida

de uma queda de 4,1% em comparação com os mesmos períodos. Já as pessoas ocupadas com ensino superior completo mantiveram crescimento constante entre os biênios analisados: de 14,7% e 11,1% respectivamente [1].

| Ocupação                              | Em mil pessoas |           |           | Variação (em %)         |                         |
|---------------------------------------|----------------|-----------|-----------|-------------------------|-------------------------|
|                                       | 2012 - 2013    | 2014-2015 | 2016-2017 | 2014-2015/<br>2012-2013 | 2016-2017/<br>2014-2015 |
| Total de ocupados                     | 90.432         | 92.534    | 91.320    | 2,3                     | -1,3                    |
| Ocupados com ensino superior completo | 13.228         | 15.174    | 16.853    | 14,7                    | 11,1                    |
| Engenheiros                           | 421            | 492       | 472       | 16,9                    | -4,1                    |

Tabela 1.2 – Estimativa e variação dos ocupados em engenharia com ensino superior completo (IBGE – Pnad Continua)

Segundo a Pnad Contínua, no biênio 2016-2017, mais de um terço (36,6%) do(a)s engenheiros(as) eram da Engenharia Civil, 15,4% eram da Engenharia Mecânica, 11,9% eram da Engenharia Elétrica, 9,5% eram agrônomos(as) e afins e 5,5% eram da Engenharia Industrial e de Produção (Tabela 1.3). Esse quadro reflete uma alteração entre os biênios analisados, destacando-se uma ampliação da participação do(a)s(as) agrônomo(a)s (de 7,8%, em 2012-2013, para 9,5%, em 2016-2017), engenheiro(a)s mecânico(a)s (de 11,5% para 15,4%) e eletricitistas (de 9,9% para 11,9%).

| Ocupação                                 | 2012-2013 | 2014-2015 | 2015-2017 |
|------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| Total                                    | 100       | 100       | 100       |
| Agrônomo(a)s e afins                     | 7,8       | 8,9       | 9,5       |
| Engenheiro(a)s industriais e de produção | 8,4       | 9,1       | 5,5       |
| Engenheiro(a)s civis                     | 38,7      | 36,1      | 36,6      |
| Engenheiro(a)s de meio ambiente          | (1)       | (1)       | (1)       |
| Engenheiro(a)s mecânicos                 | 11,5      | 15        | 15,4      |
| Engenheiro(a)s químicos                  | 8,4       | 5,5       | (1)       |
| Engenheiro(a)s eletrotécnicos            | 14,3      | 14,6      | 16,2      |
| Engenheiro(a)s eletricitistas            | 9,9       | 10        | 11,9      |
| Engenheiro(a)s eletrônicos               | (1)       | (1)       | (1)       |
| Engenheiro(a)s em Telecomunicações       | (1)       | (1)       | (1)       |

Tabela 1.3 – Distribuição percentual dos engenheiros por ocupação (IBGE – Pnad Continua)

Nota: (1) A amostra não comporta a desagregação

Além disso, importante ressaltar que na análise foram considerados que engenheiro(a)s das áreas de telecomunicações, eletrônica e eletrotécnica foram representado(a)s em outra classe de

profissionais o que seria uma distorção da análise total, pois estas áreas compõem o grande grupo de Engenharia Elétrica, aumentando ainda mais a relevância do setor em relação a distribuição de vagas no setor de Engenharia.

O egresso e a egressa do curso em Engenharia Elétrica – Telecomunicações recebe a titulação de engenheiro(a) eletricista com formação adicional no setor de Telecomunicações, refletindo uma ampla capacidade empregatícia no setor de Engenharia Elétrica.

Focando a atuação no setor de telecomunicações, segundo o Sindicato Nacional das Empresas de Telefonia e de Serviço Móvel, Celular e Pessoal (Conexis), a oferta de empregos no setor de telecomunicações com a chegada do padrão 5 G deve aumentar em torno de 10%. Em setembro de 2021, o setor empregava diretamente 542,6 mil trabalhadores(a)s, aumento de 8% em relação a março de 2020, com destaque para indústria com aumento de 9,9% e setor de serviços com aumento de 15,3%.

As empresas de tecnologia devem demandar 797 mil profissionais até 2025. A remuneração média do setor de serviços de Tecnologia da Informação e Comunicação é de R\$ 5.028, valor 2,5 vezes superior à média nacional de salários, de R\$ 2.000.

Em serviços de alto valor agregado e de software, os salários chegam a quase três vezes maior que a média nacional, R\$ 5.805 e R\$5.699, respectivamente. Os dados são de um relatório divulgado pela Associação das Empresas de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) e de Tecnologias Digitais (Brasscom), no final de 2021.

Segundo a Brasscom, são apenas 53 mil pessoas formadas por ano em cursos de perfil tecnológico para uma demanda média anual de 159 mil profissionais de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC). “O Brasil tem um grande desafio pela frente”, diz a Associação, em nota.

Importante ressaltar que todas as atividades que hoje permeiam o setor produtivo, de serviços e até as atividades corriqueiras do dia a dia, possuem uma forte presença de serviços de telecomunicações. Adicionalmente, a pandemia de COVID ocorrida a partir de 2019 demonstrou a relevância para a vida moderna de serviços de telecomunicações e que, portanto, demandam um investimento em mão-de-obra qualificada no setor.

### **1.6. Perspectivas de Inserção Profissional do(a) Egresso(a)**

Profissionais egresso(a)s do Curso poderão atuar como empregado(a)s, gestor(a)s ou autônomo(a)s nas áreas relacionadas com o curso. Poderão também se inserir em empresas prestadoras de serviços e empresas de consultoria atuando no estudo de viabilidades, manutenção, consultoria, assessoria, fiscalização, perícias, laudos técnicos e projetos de supervisão de sistemas de Engenharia Elétrica – Telecomunicações. Adicionalmente, devido às formações transversais oferecidas no curso, o(a)s egresso(a)s poderão estar aptos a empreender na criação de empresas prestadoras de serviços na área de telecomunicações.

A cidade de Juiz de Fora está situada na região Sudeste, que é a região que detém a liderança econômica, comercial e industrial do País. O município situa-se a 184 km da cidade do Rio de Janeiro, a 500km da cidade de São Paulo e a 272 km da cidade de Belo Horizonte. As estradas que interligam estes municípios estão em condições favoráveis e processos de privatização de quase todos os trechos têm buscado promover condições ainda melhores de interconexão rodoviária. Adicionalmente, a cidade possui o Aeroporto Francisco Álvares de Assis, situado a 4km da Universidade, com voos comerciais diários para Belo Horizonte, São Paulo e Rio de Janeiro. Há também um Aeroporto Regional situado a 64 km do centro da cidade, no município de Goianá. Este aeroporto possui capacidade de pouso para aeronaves de maior porte.

Sua posição estratégica próximo a diversos grandes centros e devido a localização na região sudeste permite afirmar que na região a possibilidade de empregabilidade do(a)s egresso(a)s é bastante

elevada. A figura 1.1, mostra a distribuição de postos de trabalho em Telecomunicações e TIC por região no país em 2021.

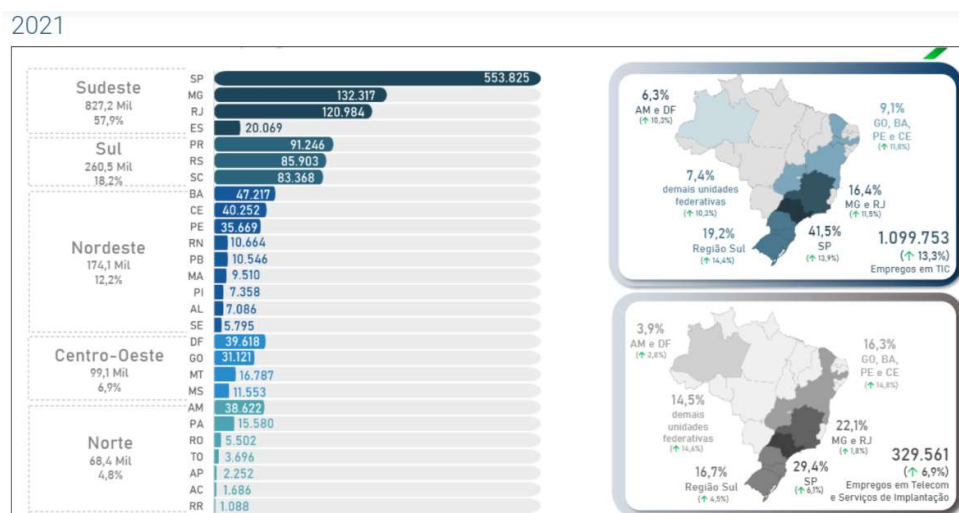


Figura 1.1 – Distribuição de empregos de TIC e Telecomunicações no Brasil em 2021 – (Fonte: Brasscom)

O setor industrial de Juiz de Fora e região apresenta diversas empresas com potencial de absorver o egresso do Curso de Engenharia Elétrica – Telecomunicações da UFJF, dentre elas podem ser destacadas:

- ✓ ArcelorMittal Juiz de Fora Aços Longos;
- ✓ Energisa Minas Gerais – Distribuidora de Energia S/A;
- ✓ Companhia Paraibuna de Metais (Grupo Votorantim);
- ✓ Itatiaia Móveis;
- ✓ Mercedes Benz do Brasil S.A.;
- ✓ CEMIG;
- ✓ CESAMA (Companhia de Abastecimento de Água de Juiz de Fora);
- ✓ MRS Logística S.A.;
- ✓ U&M Mineração e Construção;
- ✓ Becton Dickinson Ind Cirúrgicas Ltda;

- ✓ Paraibuna Embalagens;
- ✓ White Martins Gases Industriais Ltda;
- ✓ Onduline Industrial do Brasil;
- ✓ Hiper Roll Embalagens.

Não obstante, tradicionalmente, a Faculdade de Engenharia de Juiz de Fora tem potencial de formação com abrangência nacional e internacional.

O setor de telecomunicações tem importância destacada na área de conhecimento de Engenharia Elétrica. O domínio da tecnologia ligada ao setor de telecomunicações (telefonia, televisão, internet) é fundamental para o país, fato que justifica o investimento na formação do engenheiro da engenharia eletricista com foco nesta área de atuação.

Por exemplo, podem ser citadas algumas grandes empresas que podem absorver o(a) egresso(a) do curso de Engenharia Elétrica no setor telecomunicações:

- ✓ Nokia
- ✓ Claro
- ✓ Samsung
- ✓ LGE
- ✓ Siemens
- ✓ Gradiente
- ✓ Philips
- ✓ Pioneer
- ✓ Semp-Toshiba
- ✓ Flextronics International
- ✓ Foxconn
- ✓ Hi-Mix Eletrônicos
- ✓ Sony do Brasil

- ✓ Panasonic
- ✓ Intelbras

No setor de telecomunicações, a agência reguladora no Brasil é a ANATEL que também pode absorver a mão de obra oriunda do curso de graduação em Engenharia Elétrica – Telecomunicações da UFJF. Adicionalmente, a Telebras (Telecomunicações Brasileiras S.A.) é uma empresa de economia mista de capital aberto, vinculado ao Ministério das Comunicações, que promoveu um último concurso público em 2021 para a área de Engenharia de Telecomunicações.

Em especial cumpre notar que o Brasil é um grande importador de tecnologia. Estas tecnologias chegam ao país a preços exorbitantes, uma vez que os impostos são somados os *royalties*, pagos às empresas multinacionais. Assim uma das linhas a atuar é a da inovação e substituição de tecnologia importada, que além de representar um salto tecnológico qualitativo e quantitativo para o país, representa um terreno excelente para a formação e possível mercado de trabalho para o(a) egresso(a).

Finalmente, deve ser destacada a possibilidade de inserção profissional nas instituições de ensino e pesquisa da região que nos últimos anos vem recebendo cada vez mais investimentos para expansão nas esferas públicas e privadas (e.g. Centro de Ensino Superior de Juiz de Fora, CES-JF, CEFET-MG, Universo, IF Sudeste, etc).

Com a necessidade do fortalecimento do avanço tecnológico no país diversos cursos de graduação, de tecnologia e de formação técnica de nível médio têm sido e serão criados no país na área de Engenharia Elétrica.

Em relação às instituições de pesquisa, três centros de pesquisas que absorvem atualmente engenheiro(a)s formado(a)s na área de telecomunicações podem ser citados:

- ✓ LACTEC (Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento) – Paraná
- ✓ EMBRAER (Empresa Brasileira de Aeronáutica) – São Paulo – Setor de Aeronáutica

✓ CPqD - São Paulo

Além das áreas supracitadas, os egressos no curso ainda podem optar pela continuação dos estudos em cursos de pós-graduação na própria UFJF ou em outras universidades. Especificamente na UFJF, o programa de pós-graduação em Engenharia Elétrica possui um mestrado e um doutorado *Stricto Sensu* com conceito 4 na última avaliação da CAPES e com vários professores com bolsa de produtividade em pesquisa do CNPq.

Adicionalmente, no início de 2009 através do Edital 15/2008 do CNPq, a UFJF associada com outras importantes universidades da região (Universidade Federal de Itajubá, Universidade Federal de São João Del Rei, Universidade Federal do Rio de Janeiro e Universidade Federal Fluminense) foi contemplada com o Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Energia Elétrica (INERGE) que é sediado no Campus da UFJF. Dentre os 123 institutos aprovados no país, o INERGE é o único na área de energia elétrica, o que dá ao curso de graduação em Engenharia Elétrica posição de destaque no país.

Também na área de Processamento de Sinais, Dispositivos Fotônicos e Sistemas de Comunicações os pesquisadores têm recebido aportes financeiros de grande monta para o desenvolvimento de equipamentos eletrônicos e de telecomunicações, o que tem conferido ao curso de graduação também uma posição de destaque no cenário nacional.

## 2. Organização Didático-Pedagógica

A estrutura curricular do curso de Engenharia Elétrica – Telecomunicações da UFJF foi preparada levando-se em consideração a necessidade de se atender às diversas obrigações impostas pelo Conselho Nacional de Educação CNE, Câmara de Educação Superior (CES) e pelas resoluções da UFJF, em termos de formação acadêmica e carga horária.

Através de normas, o CNE/CES impõe condições a serem seguidas pelos cursos de bacharelado em Engenharia no país, a saber:

- **RESOLUÇÃO CES/CNE Nº 2 de 18 de junho de 2007:** dispõe sobre a carga horária mínima e procedimentos relativos à integralização e duração dos cursos de graduação, bacharelados, na modalidade presencial. Esta resolução em seu Art. 6º estabelece, para as Engenharias a carga horária mínima de 3600 horas, envolvendo aulas, exercícios, laboratórios, tutorias, estágio, pesquisa, etc. As horas de estudo fora de sala não são computadas.
- **RESOLUÇÃO CES/CNE Nº 7 de 18 de dezembro de 2018:** Estabelece as Diretrizes para a Extensão na Educação Superior Brasileira e regulamenta o disposto na Meta 12.7 da Lei nº 13.005/2014, que aprova o Plano Nacional de Educação - PNE 2014-2024.
- **RESOLUÇÃO CES/CNE Nº 2 de 24 de abril de 2019:** institui as Diretrizes Curriculares Nacionais de cursos de graduação em Engenharia. Esta resolução estabelece em seu Art. 9º, §1º, que todo curso de Engenharia, independentemente de sua modalidade, deve contemplar os seguintes conteúdos básicos, dentre outros: Administração e Economia; Algoritmos e Programação; Ciência dos Materiais; Ciências do Ambiente; Eletricidade; Estatística; Expressão Gráfica; Fenômenos de Transporte; Física; Informática; Matemática; Mecânica dos Sólidos; Metodologia Científica e Tecnológica; Química e Desenho Universal. O §2º estabelece que além desses conteúdos básicos, cada curso deve explicitar no PPC os conteúdos específicos e profissionalizantes, assim como os objetos de conhecimento e as atividades necessárias para o desenvolvimento das competências estabelecidas. Além dos núcleos de conteúdos descritos anteriormente, a resolução

define a necessidade de um mínimo de 160 horas de estágios curriculares, participação em atividades complementares e a realização de um trabalho de conclusão de curso como atividade de síntese e integração de conhecimentos.

Adicionalmente, CNE/CES estabeleceu normas a serem seguidas pelos cursos de bacharelado em todas as áreas do conhecimento no país, a saber:

- **Resolução CNE/CES 01/2004:** Institui Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação das Relações Étnico-Raciais e para o Ensino de História e Cultura Afro-Brasileira e Africana;
- **Resolução CNE/CES 01/2012:** Estabelece Diretrizes Nacionais para a Educação em Direitos Humanos -que dispõe sobre a inserção da temática de Direitos Humanos, de modo transversal, considerada na construção dos Programas Pedagógicos de Curso (PPC) das Instituições de Educação Superior;
- **Resolução CNE/CES 02/2012:** Estabelece as Diretrizes Curriculares Nacionais para Educação Ambiental que estabelece as diretrizes básicas para educação ambiental a serem observadas pelos sistemas de Educação Básica e de Educação Superior, orientando a implementação do determinado pela Constituição Federal e pela Lei n. 9.795, de 1999, a qual dispõe sobre a Educação Ambiental (EA) e institui a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA);

Além disso, é importante citar o Decreto N° 5.626/2005 da Presidência da República, que trata da inclusão da disciplina de libras como componente curricular optativa dos cursos de Engenharia.

## 2.1. Dados do curso

### Denominação

Graduação em Engenharia Elétrica – Telecomunicações.

### Grau

Bacharelado.

### **Ato de Criação**

Resolução Nº 32 de 26 de junho de 2009 do Conselho Setorial de Graduação CONGRAD/UFJF “Reestruturação do Curso de Engenharia Elétrica, com a criação de habilitações em: Energia, Sistemas Eletrônicos, Robótica & Automação Industrial, Sistemas de Potência e Telecomunicações”.

### **Modalidade de Oferta**

**Presencial:** modalidade de oferta que pressupõe, prioritariamente, a presença física do discente nas atividades didáticas e avaliações, respeitando a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional.

### **Carga Horária Total**

3650 horas.

### **Regime de Ensino**

Os cursos de graduação da UFJF são organizados em sistema de horas-aula (Ha) aproveitadas pelo discente, computada para cada atividade acadêmica. A hora-aula corresponde a 60 (sessenta) minutos de atividades acadêmicas realizadas pelo discente, sob orientação docente. As disciplinas são quadrimestrais e o estudante fará a matrícula nos períodos estabelecidos pelo calendário acadêmico conforme a matriz curricular sugerida para o curso.

Cada semestre letivo compreende 100 (cem) dias de trabalho acadêmico efetivo estabelecidos conforme Calendário Acadêmico estabelecido pelo Conselho Setorial de Graduação da UFJF.

### **Turno de oferta do curso**

**Integral:** em que o curso é ofertado inteira ou parcialmente em mais de um turno (manhã, tarde e noite), exigindo a disponibilidade do discente por mais de seis horas diárias, durante a maior parte de semana, conforme definido no Regulamento Acadêmico da Graduação (RAG) da UFJF.

### **Oferecimento das disciplinas**

O curso é organizado semestralmente, correspondendo a periodicidade da entrada de alunos. A exceção da periodicidade de oferta ocorre com as disciplinas ofertadas no oitavo e nono período que são colocadas em carga normalmente com periodicidade anual. A oferta semestral destas disciplinas pode ocorrer se houver disponibilidade docente no plano departamental e ocorrer demanda de vagas por parte dos discentes.

### ***Integralização***

O curso é presencial, de turno integral e tempo recomendado de integralização de 10 (dez) períodos ou semestres letivos (5 anos). O prazo mínimo de integralização é de 4,5 anos ou 9 períodos letivos, e o tempo máximo de integralização é de 18 (dezoito) períodos ou 9 anos, podendo ser concedida dilatação do prazo máximo conforme Art. 71, Capítulo XIV, Título IV do Regimento Acadêmico da Graduação da UFJF.

## **2.2. Sistema de Ingresso**

As principais formas de ingresso no curso de Engenharia Elétrica – Telecomunicações da UFJF são:

- SISU: Sistema de Seleção Unificada (substituiu o antigo Vestibular);
- PISM: Programa de Ingresso Seletivo Misto (para alunos cursando o ensino médio);
- Edital de Vagas ociosas

O SISU é o sistema informatizado, gerenciado pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), no qual instituições públicas de ensino superior oferecem vagas para candidato(a)s participantes do Exame Nacional de Ensino Médio (ENEM). Para o curso de Engenharia Elétrica - Telecomunicações a seleção ocorre uma vez ao ano, geralmente, em janeiro – com início no primeiro semestre letivo.

O processo seletivo do SISU possui uma única etapa de inscrição – que está restrita àqueles que não tenham tirado nota zero na redação. A inscrição é feita exclusivamente pela internet na página do SISU ([www.sisu.mec.gov.br](http://www.sisu.mec.gov.br)). O(a) candidato(a) pode escolher dois cursos (como primeira e segunda opção) e definir se deseja concorrer às vagas de ampla concorrência ou às destinadas aos grupos de acesso.

Ao fim da etapa de inscrição, o sistema seleciona automaticamente o(a)s candidato(a)s mais bem classificado(a)s em cada curso. Serão considerados selecionado(a)s somente o(a)s candidato(a)s classificado(a)s dentro do número de vagas ofertadas para o SISU para o curso de Engenharia Elétrica – Telecomunicações.

Após a chamada única regular do processo seletivo, se o(a) candidato(a) não for aprovado(a), poderá participar da lista de espera. No site da Coordenadoria de Assuntos e Registros Acadêmicos ([www.ufjf.br/cdara](http://www.ufjf.br/cdara)) é possível acompanhar a lista de reclassificações e orientações para matrícula.

No Programa de Ingresso Seletivo Misto (PISM), exclusivo da UFJF, o(a) candidato(a) faz uma prova preparada pela universidade no fim de cada ano do ensino médio. Com isso, o(a) estudante vai acumulando pontos e experiência sendo avaliado(a) pelo conteúdo de cada módulo. Com a soma das notas de cada ano, o(a) candidato(a) pode concorrer a uma vaga na UFJF. O(a) aluno(a) do ensino médio precisa fazer a prova nos três anos seguintes, sem interrupção. Caso perca um dos anos, a prova não será reaplicada.

A cada módulo é preciso se inscrever no PISM, sendo que somente no terceiro é preciso escolher o curso. No primeiro e no segundo anos, a prova vale 120 pontos, com peso 2 e 3 respectivamente, ou seja, somando 240 e 360 pontos possíveis. No terceiro, o exame tem 140 pontos e peso 5, chegando a 700 pontos. As provas possuem questões objetivas e discursivas, e não há redação. No último módulo, as questões discursivas são correspondentes à área de conhecimento do curso escolhido.

Uma das vantagens em pleitear vaga no curso por meio das provas do PISM é o conteúdo separado em módulos. A divisão faz com que a carga de estudos do(a) candidato(a) fique mais leve. O seriado também aparece como uma forma a mais de ingressar na UFJF, já que o(a) estudante pode concorrer à vaga pelo PISM e, ao mesmo tempo, tentar o ingresso também pelo Sistema de Seleção Unificada (SISU), inclusive com opções diferentes de curso.

Além do SISU e do PISM, a UFJF disponibiliza, ainda, editais de vagas ociosas para vagas não ocupadas em processos seletivos anteriores. O(a) aluno(a) de qualquer instituição de ensino superior, seja pública ou privada, pode solicitar transferência para a UFJF. Também é publicada uma lista de cursos com vagas disponíveis para transferência e outras opções.

### **Número de Vagas**

O curso de Engenharia Elétrica – Telecomunicações oferece 46 (quarenta e seis) vagas declaradas e 12 (doze) vagas não declaradas, totalizando 58 (cinquenta e oito) vagas anuais.

Para se inscrever para as vagas declaradas, o(a) candidato(a) deve declarar a sua opção pela habilidade pretendida no ato da inscrição na Universidade.

O(a) aluno(a) que optar pelas vagas não declaradas deverá ingressar na Universidade através do Curso de Ciências Exatas e Tecnológicas. Este curso oferece 60 (sessenta) vagas referentes aos cursos de Engenharia Elétrica, sendo deste total, 12 (doze) vagas destinadas ao curso de Telecomunicações.

Ao ingressar no Curso de Ciências Exatas e Tecnológicas, o(a) aluno(a) deverá cursar três semestres letivos e, ao finalizar e tendo aprovado um conjunto pré-determinado de disciplinas, será classificado(a) de acordo com o seu índice de rendimento acadêmico (IRA) que é a média das notas obtidas ponderadas pelo número de créditos. Este conjunto pré-determinado é composto pelas

seguintes disciplinas que totalizam 42 créditos: Cálculo I (4 créditos), Geometria Analítica e Sistemas Lineares (4 créditos), Algoritmos (4 créditos), Laboratório de Programação (2 créditos), Laboratório de Ciências (4 créditos), Química Fundamental (4 créditos), Cálculo II (4 créditos), Física I (4 créditos), Laboratório de Física I (2 créditos), Laboratório de Química (2 créditos), Cálculo III (4 créditos), Física II (4 créditos).

Com o Índice de Rendimento Acadêmico obtido considerando-se estes 42 créditos, o(a) aluno(a) poderá escolher entre os seguintes cursos que terão suas vagas preenchidas prioritariamente pelos alunos com maior IRA:

- Bacharelado em Ciência da Computação
- Bacharelado em Estatística
- Bacharelado em Física
- Bacharelado em Física Aplicada
- Bacharelado em Matemática
- Bacharelado em Matemática Aplicada
- Bacharelado em Química
- Licenciatura em Física
- Licenciatura em Química
- Licenciatura em Matemática
- Engenharia Computacional
- Engenharia Elétrica –Sistemas Eletrônicos (12 vagas)
- Engenharia Elétrica –Energia (12 vagas)
- Engenharia Elétrica – Robótica e Automação Industrial (12 vagas)
- Engenharia Elétrica – Sistemas de Potência (12 vagas)
- Engenharia Elétrica – Telecomunicações (12 vagas)

Cada disciplina terá sua nota contabilizada no IRA do(a) aluno(a) o(a) permitirá escolher o curso que deseja ingressar para o qual terá um(a) coordenador(a) pedagógico próprio. Com isto todos o(a)s

aluno(a)s do Bacharelado em Ciências Exatas e Tecnológicas serão avaliados por provas idênticas e suas provas serão corrigidas pela mesma banca examinadora. Isto garantirá condições justas para a avaliação do(a)s aluno(a)s.

O ingresso via vagas não declaradas tem a vantagem de oferecer ao acadêmico um tempo maior para conhecer as nuances de cada opção de formação e fazer a escolha de forma mais consciente. Ao longo dos três primeiros períodos, o(a) acadêmico(a) recebe informações sobre os cursos disponíveis e recebe acompanhamento psicológico para auxiliar na escolha da sua carreira profissional.

O(a) estudante ainda poderá cursar mais de uma opção do segundo ciclo de formação sem necessidade de novo processo seletivo de ingresso, desde que complete o currículo exigido e respeite o que preconiza o Regulamento Acadêmico da Graduação da UFJF e demais resoluções.

Desde 2010, quando foi criado o curso de Engenharia Elétrica – Habilitação em Telecomunicações já foram formado(a)s 99 engenheiro(a)s. A Tabela 2.1 sumariza as principais informações acerca da caracterização do curso.

|                                              |                                                                                                 |
|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Nome do curso</b>                         | Engenharia Elétrica - Habilitação em Telecomunicações                                           |
| <b>Grau</b>                                  | Bacharelado                                                                                     |
| <b>Número de Vagas</b>                       | 58 vagas anuais                                                                                 |
| <b>Turno</b>                                 | Integral                                                                                        |
| <b>Carga horária do curso</b>                | 3650 horas                                                                                      |
| <b>Tempo de integralização (recomendado)</b> | 5 anos                                                                                          |
| <b>Tempo de integralização (máximo)</b>      | 9 anos (80% a mais do recomendado)                                                              |
| <b>Reconhecimento</b>                        | 2014                                                                                            |
| <b>website</b>                               | <a href="https://www2.ufjf.br/engenharia_telecom/">https://www2.ufjf.br/engenharia_telecom/</a> |

Tabela 2.1: Caracterização do curso

### **2.3. Coordenação de curso**

O cargo de coordenador de curso é preenchido mediante um processo eleitoral, sendo consultada a comunidade acadêmica que compõe o curso de Engenharia Elétrica. O mandato é de 3 anos para o coordenador e vice-coordenador, permitindo a recondução.

### **2.4. Colegiado de curso**

A resolução nº 03 de 14 de junho de 2012 dispõe sobre a instituição e normatização do Colegiado do Curso de Graduação da UFJF em Engenharia Elétrica - Telecomunicações.

O Colegiado do Curso constitui órgão suplementar da estrutura da Coordenação do Curso de Graduação da UFJF em Engenharia Elétrica - Telecomunicações.

São atribuições do colegiado de curso:

- Deliberar sobre as propostas encaminhadas pela Coordenação do curso, observando a legislação pertinente;
- Convocar, promover e organizar o processo de escolha do Coordenador e do Vice-Coordenador do Curso, escolhidos preferencialmente entre os professores da área de Engenharia Elétrica - Telecomunicações, através de votação dos membros do colegiado;
- Convocar, promover e organizar o processo de escolha dos membros do Núcleo Docente Estruturante (NDE) do curso, escolhidos preferencialmente entre os professores da área Engenharia Elétrica – Telecomunicações, através de votação secreta entre os membros do Colegiado.

O Colegiado do Curso é presidido pelo Coordenador do Curso e será constituído por dez (10) membros: Coordenador e Vice-Coordenador do curso, três professore(a)s indicado(a)s do Departamento de Energia Elétrica, dois/duas (2) indicados do Departamento Circuitos Elétricos, e três (3) representantes discentes do curso de Engenharia Elétrica – Telecomunicações, indicados pelo Diretório Acadêmico da Engenharia. A composição atual do colegiado é:

- Professor Thiago Vieira Nogueira Coelho (Doutor/Dedicação Exclusiva) – Coordenador de curso;
- Professor Ulysses Roberto Chaves Vitor (Doutor/Dedicação Exclusiva) – Coordenador de curso;
- Professor Fernando José de Almeida Andrade (Doutor/Dedicação Exclusiva) – Departamento de Circuitos Elétricos;
- Professor Fabricio Pablo Virginio de Campos (Doutor/Dedicação Exclusiva) – Departamento de Circuitos Elétricos;
- Professor Daniel Discini Silveira (Doutor/Dedicação Exclusiva) – Departamento de Circuitos Elétricos;
- Professor Exuperry Barros Costa (Doutor/Dedicação Exclusiva) – Departamento de Energia Elétrica;
- Professor Alexandre Haruiti Anzai (Doutor/Dedicação Exclusiva) – Departamento de Energia Elétrica;
- Três representantes discentes indicados pelo DA.

Conforme artigo 28 do Regimento Geral da UFJF, **competem ao Coordenador do Curso:**

- Propor ao Conselho Setorial de Graduação a sua duração mínima e máxima e a forma de sua integralização em número total de créditos, ouvidos o Colegiado do Curso e o Conselho da Unidade;
- Orientar, fiscalizar e coordenar o seu funcionamento;
- Coordenar o processo regular de sua avaliação;
- Propor ao Conselho Setorial de Graduação, ouvidos o Colegiado do Curso e o Conselho de Unidade, a sua organização;
- Representar o Curso nas diversas instâncias universitárias.

Quanto ao currículo:

- Propor ao Conselho Setorial de Graduação, ouvidos o Colegiado do Curso e o Conselho de Unidade, as disciplinas que o integrarão e suas modificações;

- Propor ao Conselho Setorial de Graduação, ouvidos os Departamentos interessados, os pré-requisitos das disciplinas;
- Propor ao Conselho Setorial de Graduação, ouvidos os Departamentos interessados, a fixação dos créditos das disciplinas que o integrarão.

Quanto aos programas e planos de curso:

- Aprovar, compatibilizar e zelar pela sua observância;
- Propor alterações aos Departamentos envolvidos.

**Compete ao Vice-Coordenador do Curso:**

- Substituir o Coordenador nos seus eventuais impedimentos temporários;
- Auxiliar a presidência nas suas tarefas, quando requisitado;
- Redigir e ler as atas das reuniões do Colegiado do Curso;
- Publicar as atas aprovadas.

As reuniões do Colegiado do Curso deverão ser convocadas formalmente pelo seu/sua presidente ou pela maioria dos seus membros, por escrito, com antecedência mínima de dois dias úteis e definição da data, hora, local e pauta, e serão realizadas com a presença de pelo menos metade dos seus membros.

## **2.5. Núcleo Docente Estruturante**

A resolução nº 04 de 14 de junho de 2012 dispõe sobre a instituição e normatização do Núcleo Docente Estruturante (NDE) do curso de graduação em Engenharia Elétrica - Telecomunicações da UFJF. O NDE constitui órgão suplementar da estrutura do curso com atribuições consultivas e propositivas sobre matéria acadêmica, subsidiando as deliberações no processo de concepção, consolidação e atualização do Projeto Pedagógico do Curso, observando o previsto na legislação pertinente.

São atribuições do Núcleo Docente Estruturante:

- I - Contribuir para a consolidação do perfil profissional do(a) egresso(a) do curso;
- II - Zelar pela integração curricular interdisciplinar entre as diferentes atividades de ensino constantes no currículo;
- III - Indicar formas de incentivo ao desenvolvimento de linhas de pesquisa e extensão, oriundas de necessidades da graduação, de exigências do mercado de trabalho e afinadas com as políticas públicas relativas à área de conhecimento do curso;
- IV - Zelar pelo cumprimento das Diretrizes Curriculares Nacionais no âmbito do Curso de Graduação em Engenharia Elétrica da UFJF – Telecomunicações;
- V - Realizar avaliação continuada do Projeto Pedagógico do Curso, encaminhando suas sugestões e conclusões às instâncias competentes.

O Núcleo Docente Estruturante é constituído por cinco (5) professore(a)s lotados em departamentos que atendem ao curso, sendo que o(a) Coordenador(a) e o Vice-Coordenador(a) do curso são membros do NDE enquanto durarem seus respectivos mandatos. Todos os membros do NDE devem ter regime de trabalho em tempo integral e dedicação exclusiva. A renovação do NDE deve assegurar a continuidade no processo de acompanhamento do curso, não sendo permitida a substituição total ou de mais da metade de seus membros por um único ato ou dentro de um período mínimo de dois anos. A composição do atual do NDE é:

- Professor Thiago Vieira Nogueira Coelho (Doutor/Dedicação Exclusiva) – Coordenador de curso;
- Professor Ulysses Roberto Chaves Vitor (Doutor/Dedicação Exclusiva) – Vice-Coordenador de curso
- Professor Fernando José de Almeida Andrade (Doutor/Dedicação Exclusiva)
- Professor Diogo Vieira Nogueira Coelho (Doutor/Dedicação Exclusiva)
- Professor Daniel Discini Silveira (Doutor/Dedicação Exclusiva)

As reuniões do Núcleo Docente Estruturante são realizadas pelo menos seis vezes a cada ano, convocadas formalmente pelo seu/sua presidente ou pela maioria dos seus membros, por escrito, com antecedência mínima de dois dias úteis e definição da data, hora, local e pauta, com a presença de pelo menos três membros.

## **2.6. CAEX – Comissão de Acompanhamento das Atividades Curriculares de Extensão**

O Colegiado do Curso de Engenharia Elétrica – Telecomunicações da Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Juiz de Fora, no uso de suas atribuições legais e regimentais, considerando a Resolução N° 75/2022 de 12 de julho de 2022 do Conselho Setorial de Graduação, disposto no artigo 5°, instituiu e normatizou a Comissão de Acompanhamento das Atividades Curriculares de Extensão (CAEX) do Curso de Graduação em Engenharia Elétrica – Telecomunicações através da Resolução N° 2 de 17 de novembro de 2022 (em anexo).

A CAEX constitui órgão suplementar da estrutura da Coordenação do Curso de Graduação da UFJF em Engenharia Elétrica – Telecomunicações com as seguintes atribuições:

- I. Analisar a oferta das atividades de extensão e o percurso do(a)s discentes na integralização das Atividades Curriculares de Extensão (ACE) previstas no PPC.
- II. Atendimento ao Art. 6º da Resolução N° 75/2022 CONGRAD – no qual as ACE serão registradas no Sistema Integrado de Gestão Acadêmica (SIGA), para fins de registro no Histórico Escolar do(a)s discentes de graduação, após a validação da CAEX, quando necessário.
- III. Atuar como elemento articulador entre a Pró-Reitoria de Extensão e o curso;
- IV. Atendimento ao Art. 9º, §4º, da Resolução N° 75/2022 CONGRAD – no qual diz que as ACE desenvolvidas como disciplinas devem estar vinculadas a um programa ou projeto

previamente aprovado pela Pró-Reitoria de Extensão PROEX, ser avaliadas previamente pela CAEX, registradas em Plano Departamental e encaminhadas para registro junto à PROEX a cada novo oferecimento.

- V. A CAEX definirá, fundamentada no PPC e na política institucional de extensão da UFJF, os critérios para aceitação de atividades extensionistas desenvolvidas em outras Unidades Acadêmicas e Instituições de Ensino no Brasil e no exterior, bem como o percentual mínimo e máximo de carga horária passível de ser computada para fim de integralização de cada ACE nos respectivos PPCs.
- VI. Assessorar docentes, técnicos-administrativos em educação e discentes na elaboração e encaminhamento dos programas, projetos, cursos, eventos e prestações de serviços de extensão;
- VII. Definir, fundamentada no PPC e na política institucional de extensão da UFJF, os critérios para aceitação de atividades extensionistas desenvolvidas em outras Unidades Acadêmicas e Instituições de Ensino no Brasil e no exterior, bem como o percentual mínimo e máximo de carga horária passível de ser computada para fim de integralização de cada ACE nos respectivos PPC;
- VIII. Propor ao NDE e ao Colegiado de Curso de Graduação, eventuais alterações no projeto pedagógico que possam aprimorar o processo de integralização curricular das ACE oferecidas de forma presencial ou à distância.
- IX. Fornecer à PROEX e à Pró-Reitoria de Graduação (PROGRAD), quando solicitado, informações acerca das ACE desenvolvidas pelo curso.

A CAEX será composta por 5 (cinco) membros, com mandato de 3 anos:

- 1 representante do curso de Engenharia Elétrica – Telecomunicações;
- 1 representante do curso de Engenharia Elétrica – Sistemas de Potência;
- 1 representante do curso de Engenharia Elétrica – Sistemas Eletrônicos;
- 1 representante do curso de Engenharia Elétrica – Robótica e Automação Industrial;
- 1 representante do curso de Engenharia Elétrica – Energia.

## 2.7. Corpo Docente

O corpo docente do núcleo de disciplinas profissionalizantes e específicas do curso de Engenharia Elétrica – Telecomunicações é constituído dos professores alocados nos seguintes departamentos:

- Departamento de Circuitos Elétricos: 21 professores efetivos.
- Departamento de Energia Elétrica: 32 professores efetivos.

O corpo docente das disciplinas do ciclo básico e complementares do curso de Engenharia Elétrica - Telecomunicações é constituído dos professores alocados nos seguintes departamentos:

- Departamento de Ciência da Computação (DCC);
- Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental (ESA);
- Departamento de Engenharia de Produção e Mecânica (EPD);
- Departamento de Estatística (EST);
- Departamento de Física (QUI);
- Departamento de Matemática (MAT);
- Departamento de Química QUI.

O corpo docente é constituído 100% por professores efetivos, regime integral de trabalho, com dedicação exclusiva e doutores. A experiência profissional do corpo docente é a necessária para atender aos requisitos do curso e compatível com o exercício profissional, conforme objeto dos concursos públicos realizados para contratação dos docentes seguindo edital específico para cada departamento e conjunto de disciplinas. Conforme pode ser observado a distribuição dos encargos docentes entre diferentes departamentos de diferentes unidades e cursos estimula um ambiente de trabalho multidisciplinar.

A Tabela abaixo apresenta a lista completa de professores dos departamentos que atendem ao curso de Engenharia Elétrica – Telecomunicações.

| NOME                                   | DEPTO                                          | TITULAÇÃO | REGIME |
|----------------------------------------|------------------------------------------------|-----------|--------|
| ABILIO MANUEL VARIZ                    | Departamento de Energia                        | Doutorado | DE     |
| ALBERT CARLO RODRIGUES MENDES          | Departamento de Física                         | Doutorado | DE     |
| ALEXANDRE BESSA DOS SANTOS             | Departamento de Circuitos                      | Doutorado | DE     |
| ALEXANDRE HARUITI ANZAI                | Departamento de Energia                        | Doutorado | DE     |
| ALEXEI DERIGLAZOV                      | Departamento de Matemática                     | Doutorado | DE     |
| ALINE SARMENTO PROCOPIO                | Departamento de Engenharia Sanitária Ambiental | Doutorado | DE     |
| ALVARO AUGUSTO MACHADO DE MEDEIROS     | Departamento de Circuitos                      | Doutorado | DE     |
| ANA SOPHIA CAVALCANTI ALVES VILAS BOAS | Departamento de Energia                        | Doutorado | DE     |
| ANA TÉRCIA MONTEIRO OLIVEIRA           | Departamento de Matemática                     | Doutorado | DE     |
| ANDRÉ ARBEX HALLACK                    | Departamento de Matemática                     | Doutorado | DE     |
| ANDRE AUGUSTO FERREIRA                 | Departamento de Energia                        | Doutorado | DE     |
| ANDRE LUIS MARQUES MARCATO             | Departamento de Energia                        | Doutorado | DE     |
| ANDREY PUPASOV-MAKSIMOV                | Departamento de Matemática                     | Doutorado | DE     |
| ANGELA MELLO COELHO                    | Departamento de Estatística                    | Doutorado | DE     |
| AUGUSTO CARVALHO SOUZA                 | Departamento de Estatística                    | Doutorado | DE     |
| AUGUSTO SANTIAGO CERQUEIRA             | Departamento de Circuitos                      | Doutorado | DE     |
| BARBARA LUCIA DE ALMEIDA               | Departamento de Química                        | Doutorado | DE     |
| BERNARDO MARTINS ROCHA                 | Departamento de Ciência da Computação          | Doutorado | DE     |
| BRUNO FERREIRA RIZZUTI                 | Departamento de Física                         | Doutorado | DE     |
| BRUNO HENRIQUE VILSINSKI               | Departamento de Química                        | Doutorado | DE     |
| BRUNO HENRIQUES DIAS                   | Departamento de Energia                        | Doutorado | DE     |
| CARLOS AUGUSTO DUQUE                   | Departamento de Circuitos                      | Doutorado | DE     |
| CARLOS CRISTIANO HASENCLEVER BORGES    | Departamento de Ciência da Computação          | Doutorado | DE     |
| CARLOS RAIMUNDO ANDRADE LIMA           | Departamento de Física                         | Doutorado | DE     |
| CRISTIANE DE ANDRADE MENDES            | Departamento de Matemática                     | Doutorado | DE     |
| CRISTIANO GOMES CASAGRANDE             | Departamento de Energia                        | Doutorado | DE     |
| CRISTIANO LEGNANI                      | Departamento de Física                         | Doutorado | DE     |
| DANIEL DE ALMEIDA FERNANDES            | Departamento de Energia                        | Doutorado | DE     |
| DANIEL DISCINI SILVEIRA                | Departamento de Circuitos                      | Doutorado | DE     |
| DANILO PEREIRA PINTO                   | Departamento de Energia                        | Doutorado | DE     |
| DAVID SERGIO ADAES DE GOUVEA           | Departamento de Circuitos                      | Doutorado | DE     |
| DEBORA ROSANA RIBEIRO PENIDO ARAUJO    | Departamento de Energia                        | Doutorado | DE     |
| DIOGO VIEIRA NOGUEIRA COELHO           | Departamento de Circuitos                      | Doutorado | DE     |
| EDER BARBOZA KAPISCH                   | Departamento de Circuitos                      | Doutorado | DE     |
| EDMAR WELINGTON OLIVEIRA               | Departamento de Ciência da Computação          | Doutorado | DE     |
| EDIMAR JOSE DE OLIVEIRA                | Departamento de Energia                        | Doutorado | DE     |
| ESTEVAO COELHO TEIXEIRA                | Departamento de Circuitos                      | Doutorado | DE     |
| EXUPERRY BARROS COSTA                  | Departamento de Energia                        | Doutorado | DE     |
| FABRICIO PABLO VIRGINIO DE CAMPOS      | Departamento de Circuitos                      | Doutorado | DE     |
| FÁBIO RODRIGUES PEREIRA                | Departamento de Matemática                     | Doutorado | DE     |
| FERNANDO JOSE DE ALMEIDA ANDRADE       | Departamento de Circuitos                      | Doutorado | DE     |
| FERNANDO SATO                          | Departamento de Física                         | Doutorado | DE     |
| FLAVIANA ANDRÉA RIBEIRO                | Departamento de Matemática                     | Doutorado | DE     |
| FLAVIO IASSUO TAKAKURA                 | Departamento de Física                         | Doutorado | DE     |

|                                      |                                                   |           |    |
|--------------------------------------|---------------------------------------------------|-----------|----|
| FLAVIO VANDERSON GOMES               | Departamento de Energia                           | Doutorado | DE |
| FREDERICO SERCIO FEITOSA             | Departamento de Matemática                        | Doutorado | DE |
| GRIGORI CHAPIRO                      | Departamento de Matemática                        | Doutorado | DE |
| GUILHERME MARCIO SOARES              | Departamento de Energia                           | Doutorado | DE |
| GUILHERME DE BERREDO PEIXOTO         | Departamento de Física                            | Doutorado | DE |
| HEDER SOARES BERNARDINO              | Departamento de Ciência da Computação             | Doutorado | DE |
| HELIO ANTONIO DA SILVA               | Departamento de Energia                           | Doutorado | DE |
| HELIO FRANCISCO DA SILVA             | Departamento de Circuitos                         | Doutorado | DE |
| HUGO DANILO FERNANDEZ SARE           | Departamento de Matemática                        | Doutorado | DE |
| HENRIQUE ANTONIO CARVALHO BRAGA      | Departamento de Circuitos                         | Doutorado | DE |
| IGOR DELGADO DE MELO                 | Departamento de Energia                           | Doutorado | DE |
| INDHIRA OLIVEIRA MACIEL              | Departamento de Física                            | Doutorado | DE |
| ISRAEL FILIPE LOPES                  | Departamento de Energia                           | Doutorado | DE |
| IURY HIGOR AGUIAR DA IGREJA          | Departamento de Ciência da Computação             | Doutorado | DE |
| IVO CHAVES DA SILVA JUNIOR           | Departamento de Energia                           | Doutorado | DE |
| JANAINA GONCALVES DE OLIVEIRA        | Departamento de Energia                           | Doutorado | DE |
| JOAO ALBERTO PASSOS FILHO            | Departamento de Energia                           | Doutorado | DE |
| JOANA DARC ANTONIA SANTOS DA CRUZ    | Departamento de Matemática                        | Doutorado | DE |
| JOSE EUGENIO DE JESUS CARDOSO GRAUDO | Departamento de Ciência da Computação             | Doutorado | DE |
| JOSE JERONIMO CAMATA                 | Departamento de Ciência da Computação             | Doutorado | DE |
| JOVENTINO DE OLIVEIRA CAMPOS         | Departamento de Ciência da Computação             | Doutorado | DE |
| JULIO AKASHI HERNANDES               | Departamento de Física                            | Doutorado | DE |
| LAURA SENOS LACERDA FERNANDEZ        | Departamento de Matemática                        | Doutorado | DE |
| LEANDRO RAMOS DE ARAUJO              | Departamento de Energia                           | Doutorado | DE |
| LEANDRO RODRIGUES MANSO SILVA        | Departamento de Circuitos                         | Doutorado | DE |
| LEONARDO DE MELLO HONORIO            | Departamento de Energia                           | Doutorado | DE |
| LONARDO RABELO                       | Departamento de Matemática                        | Doutorado | DE |
| LEONARDO ROCHA OLIVI                 | Departamento de Energia                           | Doutorado | DE |
| LEONARDO WILLER DE OLIVEIRA          | Departamento de Energia                           | Doutorado | DE |
| LUCIANA BRUGIOLO GONÇALVES           | Departamento de Ciência da Computação             | Doutorado | DE |
| LUCIANO MANHAES DE ANDRADE FILHO     | Departamento de Circuitos                         | Doutorado | DE |
| LUCY TIEMI TAKAHASHI                 | Departamento de Matemática                        | Doutorado | DE |
| LUIS HENRIQUE LOPES LIMA             | Departamento de Energia                           | Doutorado | DE |
| LUIZ FERNANDO DE OLIVEIRA FARIA      | Departamento de Matemática                        | Doutorado | DE |
| LUIZ MAURILIO DA SILVA MACIEL        | Departamento de Ciência da Computação             | Doutorado | DE |
| MANUEL ARTURO RENDON MALDONADO       | Departamento de Energia                           | Doutorado | DE |
| MARCELO ANTONIO ALVES LIMA           | Departamento de Circuitos                         | Doutorado | DE |
| MARCELO AROCA TOMIM                  | Departamento de Energia                           | Doutorado | DE |
| MARCO AURELIO DE ALMEIDA CASTRO      | Departamento de Energia                           | Doutorado | DE |
| MARCOS VINICIUS RODRIGUES            | Departamento de Engenharia de Produção e Mecânica | Doutorado | DE |
| MARIA JOSE VALENZUELA BELL           | Departamento de Física                            | Doutorado | DE |
| MARIBEL COROMOTO NAVARRO ACOSTA      | Departamento de Química                           | Doutorado | DE |
| MAURICIO ANTONIO PEREIRA DA SILVA    | Departamento de Química                           | Doutorado | DE |
| MONICA DE LOURDES DE ARAUJO SILVA    | Departamento de Química                           | Doutorado | DE |
| MICHEL BORTOLINI HELL                | Departamento de Circuitos                         | Doutorado | DE |

|                                          |                                                |           |       |
|------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------|-------|
| MOISES VIDAL RIBEIRO                     | Departamento de Energia                        | Doutorado | DE    |
| NATHALIA ROLAND DE SOUZA RIBEIRO         | Departamento de Engenharia Sanitária Ambiental | Doutorado | DE    |
| NELSON LOUZA DANTAS JUNIOR               | Departamento de Matemática                     | Doutorado | DE    |
| PAULO AUGUSTO NEPOMUCENO GARCIA          | Departamento de Circuitos                      | Doutorado | DE    |
| PEDRO GOMES BARBOSA                      | Departamento de Energia                        | Doutorado | DE    |
| PEDRO MACHADO DE ALMEIDA                 | Departamento de Energia                        | Doutorado | DE    |
| PEDRO SANTOS ALMEIDA                     | Departamento de Circuitos                      | Doutorado | DE    |
| PRISCILA VANESSA ZABALA CAPRILES GOLIATT | Departamento de Ciência da Computação          | Doutorado | DE    |
| RAFAEL ANTUNES NOBREGA                   | Departamento de Circuitos                      | Doutorado | DE    |
| RICARDO MOTA HENRIQUES                   | Departamento de Energia                        | Doutorado | DE    |
| ROBERTO ROSAS PINHO                      | Departamento de Física                         | Doutorado | DE    |
| RODRIGO ALVES DIAS                       | Departamento de Física                         | Doutorado | DE    |
| RUY FREITAS REIS                         | Departamento de Ciência da Computação          | Doutorado | DE    |
| SARA CRISTINA CAMPOS BORGES              | Departamento de Matemática                     | Doutorado | DE    |
| SOCRATES DE OLIVEIRA DANTAS              | Departamento de Física                         | Doutorado | DE    |
| SOFIA CAROLINA DA COSTA MELO             | Departamento de Matemática                     | Doutorado | DE    |
| THIAGO VIEIRA NOGUEIRA COELHO            | Departamento de Circuitos                      | Doutorado | DE    |
| ULYSSES ROBERTO CHAVES VITOR             | Departamento de Circuitos                      | Doutorado | DE    |
| VALDEMIR ENEIAS LUDWIG                   | Departamento de Física                         | Doutorado | DE    |
| VANDER MENENGOY DA COSTA                 | Departamento de Circuitos                      | Doutorado | DE    |
| VALÉRIA MATTOS DA ROSA                   | Departamento de Matemática                     | Doutorado | DE    |
| WAGNER ANTONIO ARBEX                     | Departamento de Ciência da Computação          | Doutorado | 20 hs |
| WAGNER DE ASSIS ALVES                    | Departamento de Química                        | Doutorado | DE    |
| WALLON ANDERSON TADAIESKY NOGUEIRA       | Departamento de Física                         | Doutorado | DE    |
| WELBER GIANINI QUIRINO                   | Departamento de Física                         | Doutorado | DE    |
| WILSON DE SOUZA MELO                     | Departamento de Física                         | Doutorado | DE    |

Tabela 2.2: Professores que atuam em disciplinas do curso Engenharia Elétrica - Telecomunicações

## 2.8. Recepção do(a)s Calouro(a)s

Os mecanismos de recepção dos(as) alunos(as) novatos(as) são de fundamental importância para o sucesso de implantação do presente Projeto Pedagógico de Curso (PPC).

A Coordenação de Curso promove atividades na primeira semana do semestre, principalmente associada à disciplina de Introdução à Engenharia, para que os(as) alunos(as) recém-chegados tomem conhecimento das normas acadêmicas da UFJF (Regulamento Acadêmico da Graduação – RAG), do PPC, do Estatuto da UFJF e do Regimento Geral da UFJF. Com isto, o aluno será despertado desde o seu ingresso das suas responsabilidades para com a sua própria formação.

O corpo docente, os discentes mais veteranos e os funcionários técnicos administrativos do curso de Engenharia Elétrica deverão ser envolvidos neste processo para que os “calouros” possam conhecer os colegas com quem irão conviver, além de ter um primeiro contato com os professores e funcionários que serão os responsáveis pela sua formação. Estas atividades pretendem facilitar o processo de chegada ao ensino superior que em muitos casos apresentam dificuldades de adaptação devido às mudanças de práticas pedagógicas e de autonomia no processo formativo.

### **Apoio à Permanência**

O(a)s estudantes que conseguiram uma vaga na UFJF, mas enfrentam dificuldades para se manterem na Universidade podem participar do Programa de Bolsas e Assistência Estudantil, que inclui as seguintes modalidades:

**Bolsa PNAES:** incentivo financeiro mensal, no valor de R\$ 400, com vistas a ampliar o acesso às condições de permanência na Educação Superior.

**Auxílio-moradia:** vaga na Moradia Estudantil da UFJF ou incentivo financeiro mensal no valor de R\$ 340 destinado a estudantes que, devido ao ingresso no Ensino Superior, residam ou venham a residir na cidade sede do campus no qual está matriculado (a) e o grupo familiar seja residente em cidade distinta.

**Auxílio-transporte:** incentivo financeiro mensal, destinado aos/às aluno(a)s que utilizam transporte coletivo municipal no deslocamento da residência ao respectivo campus universitário, durante os períodos letivos. O valor do auxílio varia de acordo com o preço da passagem de transporte urbano municipal. O benefício só é oferecido para estudantes residentes em Juiz de Fora.

**Auxílio-creche:** destinado ao custeio parcial das despesas com os (as) dependentes legais do(a) beneficiário(a), até o limite de idade de 5 anos, 11 meses e 29 dias, inclusive, no valor de R\$ 321

mensais. Caso ambos os pais e/ou responsáveis legais sejam discentes da UFJF, apenas um fará jus ao auxílio, o qual também não poderá ser acumulado com benefício da mesma espécie.

**Auxílio-alimentação:** acesso gratuito às refeições oferecidas pelo Restaurante Universitário (RU).

### **Restaurante Universitário**

A UFJF possui Restaurante Universitário (RU) em seus dois campi, destinados aos/às aluno(a)s e servidore(a)s. Em Juiz de Fora, são duas unidades, uma no centro da cidade e outra no campus, servindo uma média de 5 mil refeições por dia. É oferecido café da manhã (R\$ 0,50), almoço (R\$ 1,40) e jantar (R\$ 1,40). Para comprar os tickets, basta apresentar o cartão de acesso ou carteira funcional da UFJF.

### **Edifício para Moradia Estudantil**

A Moradia Estudantil da UFJF possui dois prédios mistos, com alas masculinas e femininas e 103 alojamentos, no total. Além dos dormitórios, as unidades possuem salas de estudo, refeitórios, banheiros, lavanderia e guarita, e estão localizadas a 500 metros do portão da UFJF, no bairro São Pedro.

### **Apoio Psicológico e Pedagógico**

A Pró-reitoria de Assistência Estudantil oferece atendimento psicológico, com profissionais dispostos a ouvir e orientar o(a)s aluno(a)s durante sua experiência universitária. Também conta com apoio pedagógico, para ajudá-lo(a)s em suas necessidades didáticas e acadêmicas.

Contatos:

Apoio psicológico: (32) 2102-3777 / psicologia.proae@ufjf.edu.br

Apoio pedagógico: (32) 2102-3886 / pedagogico.proae@ufjf.edu.br

Informações adicionais podem ser obtidas na página da Proae através do endereço eletrônico <https://www2.ufjf.br/proae>.

### **3. Perfil Profissional do Egresso**

Este Capítulo apresenta a construção do perfil do profissional egresso(a) do curso de Engenharia Elétrica – Telecomunicações. Este processo foi fundamentado nas demandas da sociedade, no retorno de pesquisas com egresso(a)s anteriores do curso, nas mais recentes Diretrizes Curriculares Nacionais dos cursos de Engenharia (Resolução CNE - 24 de abril de 2019) e na norma referentes às atividades extensionistas nos cursos de ensino superior (Resolução CNE - 18 de dezembro de 2018), além das Resoluções CREA/CONFEA relativas às competências profissionais do Engenheiro(a) Eletricista. Estas informações são disponibilizadas no Apêndice A deste documento.

#### **3.1. Eixos Formativos e Competências**

A construção do perfil profissional abrange todas as atividades acadêmicas, bem como em sua vivência pessoal. Por este motivo, é complexo descrever o processo de construção de competências e saberes dos discentes. Como simplificação conceitual, pode-se dividir as atividades em três etapas de desenvolvimento: atividades básicas, profissionalizantes e específicas, conforme ilustrado na Figura 3.1.

As atividades básicas são definidas como o conjunto de atividades formativas que visam (i) construir competências generalistas e (ii) nutrir as bases matemáticas, físicas e químicas das demais atividades. Seu papel é servir de fundação para os pilares da grande área de Engenharia. Contudo, sistematicamente, são indissociáveis dos demais saberes – não é possível determinar quando um conhecimento deixa de ser básico e se torna específico, por exemplo. Por este motivo, a prática de Engenharia deve ser abordada de forma transversal também nas atividades básicas.

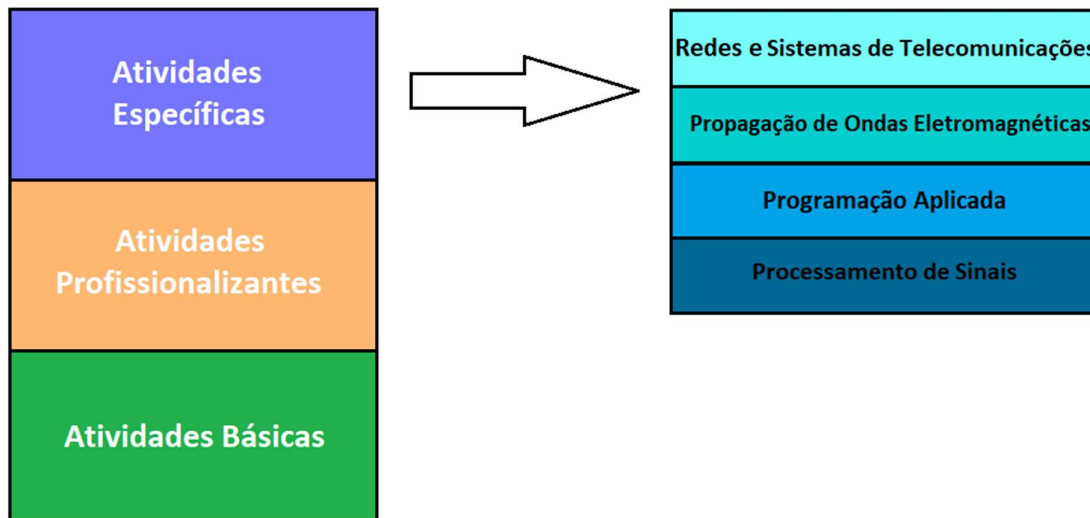


**Figura 3.1:** Atividades Acadêmicas do Curso de Engenharia Elétrica – Habilitação em Telecomunicações

As atividades ditas profissionalizantes são definidas aqui como atividades diretamente ligadas às competências e saberes de um(a) Engenheiro(a) Eletricista. Novamente, são conhecimentos inseparáveis das suas bases matemáticas, físicas e químicas, portanto são abordados sempre com atenção aos princípios científicos de causa e efeito e modelos matemáticos, bem como normas técnicas e legislação relacionada.

As atividades definidas como específicas trabalham as competências ligadas às técnicas mais avançadas relativas à área de Telecomunicações. Estas atividades são divididas em 4 eixos temáticos: **Redes e Sistemas de Telecomunicações**, **Propagação de Ondas Eletromagnéticas**, **Programação Aplicada** e **Processamento de Sinais**. O perfil e as competências do(a) egresso(a) serão detalhados nas seções 3.2, 3.3 e 3.4.

Em suporte às competências profissionais desenvolvidas pelo(a) egresso(a), é esperado que o(a) discente desenvolva as diversas habilidades técnicas, interpessoais e transversais que permitam atuar de forma impactante, com competência técnica e com valores éticos no mercado de trabalho, em

programas de pós-graduação em Engenharia ou empreendendo no setor tecnológico. Em resumo, as habilidades que serão desenvolvidas ao longo do processo formativo são:

- Aplicação de modelos e conhecimentos matemáticos, científicos, tecnológicos e instrumentais em soluções de Engenharia;
- Participar do desenvolvimento de novas tecnologias, utilizando diferentes fontes de informação e variados recursos tecnológicos;
- Aprender a ser autodidata e buscar aperfeiçoamento constante em ritmo pertinente a atualização tecnológica do setor de Telecomunicações;
- Ser capaz de projetar e implementar sistemas complexos de Engenharia usando conhecimentos adquiridos no curso e conhecimentos obtidos através da contínua e necessária atualização profissional;
- Comunicar-se eficientemente nas formas escrita, oral e gráfica;
- Ter capacidade de expressão oral e escrita na língua nacional e compreensão em língua estrangeira;
- Aplicar conhecimentos de forma independente, adaptativa e inovadora, acompanhando a evolução da área;
- Ter a consciência e a preparação para lidar com as dimensões humanas e éticas dos conhecimentos e das relações sociais;
- Ter capacidade de comunicação e liderança para trabalho em equipes diversificadas em sua formação profissional;
- Capacidade de interagir com as diferentes culturas, mediante o trabalho em equipes presenciais ou a distância, de modo que facilite a construção coletiva;
- Trabalhar, supervisionar e coordenar equipes multidisciplinares;
- Ter a consciência e a preparação para lidar com as dimensões humanas e éticas dos conhecimentos e das relações sociais;
- Ser um(a) empreendedor(a), possibilitando a geração de novas iniciativas propulsoras do desenvolvimento individual e coletivo, na comunidade em que vive;
- Ter visão crítica da viabilidade técnica e econômica de soluções e projetos.

### **3.2. Competências Gerais: Engenharia**

O perfil do(a) profissional de Engenharia proposto visa não apenas uma formação técnica de excelência, como também o desenvolvimento de visão holística, valores sociais e éticos, com perspectivas multidisciplinares e transdisciplinares em suas atividades práticas, atuando de forma a preconizar questões de segurança e saúde no trabalho, utilizando soluções inovadoras e oferecendo uma formação de caráter empreendedor. Este profissional deverá estar apto a analisar, vistoriar, formular e conceber soluções técnicas, reconhecendo as necessidades dos usuários, utilizando seu conhecimento técnico e científico com suporte de novas tecnologias para resolver problemas de Engenharia minimizando o impacto social e ambiental e promovendo o desenvolvimento humano e econômico.

A formação do(a) Engenheiro(a) deve ser baseada na compreensão e descrição científica de seu entorno, através do estudo sistêmico abrangente da Física e da Química, amparado por um adequado arcabouço matemático, estatístico e computacional, permitindo modelar os fenômenos de interesse técnico, para validação, estimação, verificação e experimentação. A partir destes, o profissional deverá extrair conclusões e resultados aplicáveis para a sociedade, respeitando seus contextos sociais, culturais, econômicos, ambientais e de legislação.

Além disso, a formação de um(a) Engenheiro(a) no curso da Universidade Federal de Juiz de Fora será fundamentada no desenvolvimento de competências que permitam sua constante atualização profissional, baseado em sua auto avaliação, auto aprendizado e com a dinâmica necessária para se manter sincronizado com as demandas tecnológicas e científicas da sociedade.

### **3.3. Competências Profissionais: Engenharia Elétrica**

As competências técnicas trabalhadas no curso permitem que o(a) profissional egresso(a) possa atuar em todo o ciclo de vida e contexto de empreendimentos e projeto de produtos, bens e serviços, atuando como autônomo(a) ou membro de equipe de Engenharia.

Devido ao perfil inovador e criativo proposto, o(a) profissional egresso(a) pode atuar na atualização e formação de futuro(a)s engenheiro(a)s, profissionais envolvidos e colaboradore(a)s.

O(a) profissional egresso(a) estará apto a desenvolver projetos residenciais e industriais de Engenharia Elétrica, bem como as atribuições de competências profissionais do(a) Engenheiro(a) Eletricista discriminadas na Resolução no 218 de 29 de junho de 1973, em seus artigos 1o, 8o e 9o (apresentados no Apêndice A).

Em resumo, podemos elencar as seguintes competências profissionalizantes do curso de Engenharia Elétrica:

- Planejar, supervisionar, elaborar e coordenar projetos e serviços de Engenharia Elétrica;
- Elaborar análise de viabilidade técnica e econômica de soluções em projetos de Engenharia Elétrica;
- Analisar, projetar e especificar dispositivos e circuitos eletrônicos;
- Atuar em projetos de instalações elétricas residenciais e industriais;
- Atuar na otimização de processos em Engenharia Elétrica baseado na concepção e análise de modelos matemáticos na estimação de resultados para melhoria de desempenho e eficiência com minimização de possíveis impactos ambientais e econômicos;
- Possibilitar constante aperfeiçoamento e atualização profissional, atuando com responsabilidade social e ética.

Estes conjuntos de competências apresentam, além de um perfil técnico e de gestão, características associadas ao desenvolvimento de liderança e comunicação, trabalho em equipe que se beneficia de um ensino centrado no aluno como agente ativo do processo de aprendizagem. Portanto, as habilidades em conjunto a estas competências serão desenvolvidas em disciplinas que priorizam metodologias ativas e com a participação dos discentes nos projetos e em equipes de competição como a Microraptor, Baja, Supernova, Capivara, Rinobot, além da empresa Jr. Porte e do programa PET (Programa de Educação Tutorial).

### **3.4. Competências Específicas: Engenharia Elétrica - Telecomunicações**

As competências e habilidades desenvolvidas ao longo do processo formativo, formam o suporte e caminham transversalmente às competências específicas da formação na área de Telecomunicações separadas em quatro eixos formativos conforme apresentado na seção 3.1: **Redes e Sistemas de Telecomunicações, Propagação de ondas eletromagnéticas, Programação Aplicada e Processamento de sinais.**

Uma das principais alterações no novo PPC do curso, foi o fortalecimento do eixo de programação aplicada baseado no retorno das necessidades do mercado de trabalho e na avaliação da atuação e empregabilidade dos nossos egressos.

Nos últimos anos, devido ao avanço da sociedade da informação, à modernização dos postos de trabalho com o aumento de atividade em *home office* e o advento da indústria 4.0, a computação em nuvem e a inteligência artificial, além do novo paradigma da internet das coisas, são responsáveis por todos os setores da vida pessoal e produtiva utilizarem infraestrutura de Telecomunicações e aplicações computacionais. Sendo assim, a atividade de desenvolvimento na área de Telecomunicações necessita de uma forte sinergia com a área de TI (Tecnologia da Informação).

No eixo de Propagação de Ondas Eletromagnéticas (OEM), o(a) discente será capaz de ao interpretar fisicamente o conceito de campos eletromagnéticos variantes no tempo, modelar matematicamente os campos eletromagnéticos e por consequência as OEMs, entender suas interações com o canal de propagação, analisar a eficiência e projetar diferentes antenas para irradiação de OEMs e entender o comportamento de OEMs em diferentes faixas de frequências com o objetivo de analisar, projetar, gerir, manter e otimizar os diferentes enlaces de telecomunicações em canais com e sem fio.

No eixo de processamento de sinais, o(a) discente será capaz de, utilizando a base construída no currículo básico em algoritmos, álgebra, cálculos e estatística, compreender os conceitos sobre sinais de telecomunicações, tipos de modulação e equalização de sinais analógicos e digitais que formam a base para o entendimento dos conceitos em comunicação digital. O(a) discente será capaz de projetar, modelar, simular, analisar e manter sistemas de comunicação digital e apresentar soluções de aumento de eficiência, custo-benefício e melhoria de eficiência espectral baseados em modulações de alto nível e processamento digital de sinais para a transmissão e recepção dos diferentes tipos de dados utilizados por Sistemas de Telecomunicações.

No eixo de Redes e Sistemas de Telecomunicações, o(a) discente será capaz de compreender os conceitos fundamentais relacionados com o funcionamento das redes e dos sistemas de telecomunicações que dão suporte ao funcionamento da Internet e que são baseados em enlaces de comunicações sem fio terrestres e via satélite e protocolos de comunicações para tráfego de dados e de conteúdo multimídia, através de estudos teóricos, simulações e atividades práticas com o objetivo de analisar, projetar, manter e depurar problemas durante a operação.

Em resumo, o(a) profissional formado pelo curso de Engenharia Elétrica – Telecomunicações deve desenvolver as seguintes competências específicas:

- Analisar, projetar e especificar antenas, componentes, materiais e dispositivos ou equipamentos eletroeletrônicos, magnéticos, fotônicos na área de Telecomunicações;

- Projetar, instalar, manter, supervisionar, vistoriar, auditar e operar redes, sistemas e instalações de Telecomunicações dos mais diferentes tipos de dados, em diferentes escopos geográficos e canais de comunicação, em especial em sistemas de microondas, radiofrequência, comunicações por satélite e sistemas ópticos;
- Elaborar análise de viabilidade técnica e econômica de soluções em projetos de engenharia em especial na área de Telecomunicações;
- Possibilitar constante aperfeiçoamento e atualização profissional com a alta dinâmica demandada pelo setor de Telecomunicações, atuando com responsabilidade social e ética;

Adicionalmente, será possibilitado ao(a) egresso(a) em seu processo formativo desenvolver competências voltadas às áreas de ensino e pesquisa, preparando-o para ingressar em programas de pós-graduação stricto sensu.

Este novo panorama citado apresentado novas DCNs em conjunto com as necessidades do mercado de trabalho motivou a atualização no perfil do(a) egresso(a) do curso de Engenharia Elétrica – Telecomunicações da Universidade Federal de Juiz de Fora.

Em resumo a todas as discussões das habilidades e competências desenvolvidas no curso de Engenharia Elétrica – Telecomunicações da Universidade Federal de Juiz de Fora o perfil do(a) egresso(a) é um(a) Engenheiro(a) eletricista capaz de analisar, projetar, dimensionar e gerenciar sistemas, redes, equipamentos e softwares nas áreas de Telecomunicações em diferentes escopos, com sólidos conhecimentos em tecnologia da informação capaz de atuar e se atualizar de forma dinâmica aos futuros sistemas de Telecomunicações. Este profissional será apto a atuar em equipes multidisciplinares em respeito às diversidades sociais, humanas, econômicas e em respeito aos valores éticos para o progresso e desenvolvimento sustentável.

## **4. Diretrizes Pedagógicas**

Nesta seção serão abordadas diretrizes pedagógicas gerais que irão nortear a prática docente do(a)s professore(a)s que atuam no curso de Engenharia Elétrica – Telecomunicações. A proposta é que as práticas pedagógicas estejam em consonância com as práticas mais modernas e eficientes na área de educação, mais especificamente em cursos do setor de tecnologia, com objetivo de refletir as aspirações profissionais e compatibilizar com o perfil geracional.

Para formulação das estratégias e métodos de ensino, muitos fatores devem ser levados em consideração, tais como o perfil do(a) ingressante, características inerentes aos sistema de ensino nacional, a realidade sócio-econômica, dentre outras.

Posteriormente, serão discutidos conceitos sobre o processo de aprendizagem e características que apontem para o uso eficiente e eficaz dos recursos acadêmicos para a construção de aprendizagem inclusiva, duradoura, com perfil técnico e considerando questões comportamentais. Para a construção das diretrizes pedagógicas, a premissa fundamental é a aprendizagem ativa: o(a) aluno(a) deixa de ser audiência e passa a ser protagonista em seu processo de aprendizagem [2, 3].

### **4.1. Perfil Médio do(a) Ingressante**

O (a) ingressante do curso de Engenharia Elétrica – Telecomunicações tem idade média de 22,5 anos, enquanto para a Universidade essa média é de 21,1 anos. Quanto ao percentual de cotas sociais, o curso possui 43,5% de estudantes cotistas, um pouco acima da média da UFJF, de 42,2%. Estatisticamente, é possível observar que o(a) ingressante médio é jovem, finalizando o ensino médio dentro do esperado, e pertencente aos recortes sociais beneficiados pelas políticas compensatórias.

Em termos de recorte de gênero o curso possui em torno de 77% de estudantes do gênero masculino, isso reflete uma situação muito presente em cursos da área de Ciências Exatas em que é baixa a adesão de estudantes do gênero feminino e que vem sendo alvo de políticas de incentivo da participação feminina no curso. Nesse contexto, é possível citar a existência do ramo estudantil IEEE ( Institute of Electrical and Electronic Engineers – Instituto de Engenheiros Eletro-Eletrônicos) que é denominado WIEE (Women in Engineering – Mulheres na Engenharia).

O WIEE possui a missão de promover e manter as mulheres nas áreas da Ciências e Engenharias, além de inspirar futuras profissionais para seguir seus interesses acadêmicos. O grupo tem como objetivo incentivar e ajudar todas as mulheres que possuem o sonho de se tornarem engenheiras a prosseguir na áreas tecnológicas e criar uma comunidade de mulheres e homens que trabalhem coletivamente usando seus diversos talentos e aptidões para inovar em benefício da humanidade. O ramo desenvolve projetos de cunho humanitário, educativo e de incentivo, que beneficiam a comunidade de Juiz de Fora e região.

Em cortes étnicos, estudantes preenchem uma auto declaração de raça. Com base nestes dados hoje o curso possui uma distribuição de etnia com as seguintes características:

- parda 29,6%;
- preta 10,3%;
- indígena 0,44%;
- branca 58,3%.

A UFJF foi a primeira universidade federal mineira a adotar uma política de ação afirmativa (PAA). Em 2004, a instituição aprovou a medida e sua aplicação foi iniciada no primeiro vestibular de 2006. As Resoluções 16/2004 e 05/2005 fixaram percentuais crescentes, entre 2006 e 2008, para aluno(a)s oriundo(a)s de escolas públicas (de 30% a 50%) e autodeclarado(a)s negro(a)s. A aplicação desta políticas públicas foi notoriamente benéfica para a mudança de perfil do(a)s ingressantes, aumentando a inclusão à universidade de grupos étnicos e raciais historicamente privados de acesso

e promovendo uma maior equalização de oportunidades. A continuidade destas políticas ainda é uma necessidade para que esta mudança seja ainda mais significativa.

Além das políticas de cotas, é importante citar que na UFJF são abertos editais do Programa Institucional de Iniciação Científica - PIBIC nas Ações Afirmativas (PIBIC – Af) que são dirigidos às universidades públicas beneficiárias de cotas PIBIC e que possuem programas de ações afirmativas.

Historicamente, o perfil médio do(a)s ingressantes em Engenharia Elétrica – Telecomunicações é de estudantes com bom desempenho em disciplinas de matemática, física e química no ensino médio com facilidade em raciocínio lógico e bastante interessado(a)s em tecnologia. Este(a)s aluno(a)s, não raro, tiveram poucas dificuldades pedagógicas nas escolas, tendo sido necessária pouca dedicação em horas de estudos semanais no ensino médio.

Analisando o perfil do(a)s estudantes da geração Z (nascidos após 2000), existe uma mudança considerável do modo de pensar, agir e aprender:

Os estudantes de hoje - do jardim da infância à universidade - representam as primeiras gerações, que cresceram com esta nova tecnologia. Eles passaram a vida inteira cercados e usando computadores, videogames, tocadores de música, telefones celulares, e todos os outros brinquedos e ferramentas da era digital. Atualmente, o egresso universitário médio passou menos de 5000 horas de sua vida lendo, mas acima de 10000 horas jogando videogames (sem contar as 20000 horas assistindo televisão). Os jogos de computador, e-mail, a Internet, os telefones celulares e as mensagens instantâneas são o parte integrantes de suas vidas [4].

Outra designação para esta geração nativa digital é apresentada por [2], [4], o *Homo Zappiens*, cuja principal característica é a preferência por imagens e símbolos, como enriquecimento de textos curtos e simples. O termo foi cunhado devido ao fato do(a) jovem ‘zapear’ os canais enquanto fazem

outras atividades (tendo um perfil multi-tarefa, porém com baixa concentração). O *Homo Zappiens* demonstra comportamento hiperativo e atenção limitada a pequenos intervalos de tempo, quer estar no controle daquilo em que se envolve, e não tem paciência para explicações do(a)s professore(a)s sobre sua ótica: o *Homo Zappiens* é digital e a Escola é analógica [4].

Existem promissoras esperanças nas novas capacidades desta geração, pela forma diferente de abordar problemas e sua facilidade de absorção tecnológica. Contudo, pesquisas tem mostrado uma crescente falta de concentração destes indivíduos. Segundo [5], depois de 15 minutos, a maioria dos(a) estudantes fará uma pausa de atenção (com anuência do(a) professor(a) ou não). A rara exceção ocorre quando o(a) palestrante consegue alto nível de envolvimento, através do seu entusiasmo.

Sobre a atenção do(a)s aluno(a)s, existem estudos dedicados ao efeitos da televisão, videogames, e redes sociais sobre o(a)s estudantes [2]. Evitar a exposição precoce das crianças a televisão, durante os anos de formação do cérebro, pode reduzir as chances de transtornos de deficit de atenção e hiperatividade [6]. As mídias sociais apresentam efeitos positivos na socialização e bem-estar do(a)s aluno(a)s, porém com efeitos significativamente negativos no desempenho acadêmico [2].

Um dispositivo não invasivo para medição de atividade eletrodermal foi desenvolvido em [7]. Este dispositivo permitiu avaliar a atividade cerebral de um(a) estudante durante atividades corriqueiras (dormir, assistir televisão, estudar, lição de casa, aulas, etc). A atividade cerebral do(a) estudante permaneceu alta frequentemente quando o(a) estudante estava estudando, fazendo lição de casa ou sendo avaliado. Nos períodos de aula, a atividade eletrodérmica era praticamente inexistente, o que leva a crer que o(a) estudante está cognitivamente passivo(a) [2].

Este estudo apresenta um forte incentivo a técnicas de aprendizado ativas. A ênfase da formação conteudista deverá diminuir, visto a facilidade de se obter conteúdo, com a Internet. O desafio é de

apresentar resultados de aprendizado duradouros, que permitam ao/à estudante não apenas reter a informação, mas também ser capaz de utilizar e analisar com criticidade.

#### 4.2. Teorias do Desenvolvimento Cognitivo (participação do discente Daniel Vitor Clemente)

A análise do perfil de um(a) estudante pode ser tomada a partir de diversos parâmetros que podem ser observados a partir de diversas esferas como as sociais, culturais e cognitivas. Para abranger com o máximo de detalhes o perfil do(a) aluno(a) será descrito utilizando duas Teorias do Desenvolvimento Cognitivo, uma desenvolvida por Jean W. F. Piaget e a outra por William G. Perry Jr., acerca da qualidade da formação escolar na educação básica e a sua geração.

Para introduzir as teorias do desenvolvimento cognitivo, primeiro leva-se em consideração o ambiente e como se interage com ele, tudo está relacionado aos sentidos (visão, audição, olfato, tato e paladar), que captam as informações e resultam em respostas através de ações de linguagem (fala, gestos, sinais, ...) e proprioceptivas (correr, pegar, soltar, parar, etc).

A inteligência por sua vez faz a ponte da informação recebida com a ação executada, e para isto são utilizados três processos. O primeiro é a **Assimilação** que é a utilização de uma resposta conhecida para um estímulo semelhante, ou seja, utilizar uma experiência do passado para uma resposta no presente. A segunda é a **Acomodação** que quando a primeira não é possível, irá gerar uma resposta nova, ou seja, não identificando a semelhança com nenhuma experiência ou, se a identificação não gera uma resposta adequada, uma nova resposta é obtida para aquele estímulo. E por último a **Equilibração** que é responsável pela validação da assimilação e acomodação, além da comparação entre as informações, uma vez que em todo o momento existe a complementação do que é conhecido e do aprofundamento das informações. Aumentando o nível de complexidade, a equilibração faz a substituição por informações mais completas.

### 4.2.1. Teoria de Piaget

A teoria de Piaget está relacionada ao desenvolvimento cognitivo por partes que vão se aprimorando com o passar do tempo, compreendendo o período do ensino básico da educação brasileira. Os estágios são apresentados a seguir:

- **Sensório-Motor (entre 0 a 2 anos):** compreende principalmente o uso dos sentidos para realizar pequenas interações com o que está ao seu redor como mamar, e realizar algumas ações de pré-lógica como ordenar objetos por tamanho;
- **Pré-Operatório (de 2 a 6 - 7 anos):** compreende o final período pré-escolar e o início da educação básica com 5 anos, a criança aprende a imaginar e com isso a aferir significados às palavras, começando a falar e a brincar usando as abstrações, faz de conta, mas tem dificuldade de observar a similaridade, como uma quantia em notas e moedas, preferirá as moedas por ser mais volumosa. Outra característica é o egocentrismo que a coloca no centro do universo e que todas as pessoas devem ter o mesmo pensamento que elas.
- **Operacional Completo (de 6, 7 a 12 anos):** nesta etapa compreende dentro de todo o ensino fundamental, onde a criança aprende a ler e a realizar operações, além de conhecimento das outras áreas do saber. Deixa o egocentrismo e passa a ter opiniões, consegue realizar pensamentos abstratos a partir de um ponto conhecido, como compreender que o valor de um montante de dinheiro não altera se for em notas ou moedas.
- **Operações Formais (de 12 a 16 anos):** este é o último estágio e segue para o resto da vida, compreende o final do ensino fundamental e ensino médio, diferente do anterior a lógica passa a ser muito mais aguçada e a abstração se torna mais presente, também marcado pelas maiores mudanças corporais, os sentimentos, projeção de futuro, linhas de raciocínio que expande para além do conhecido são possíveis. Nesta etapa o(a) aluno(a) consegue partir de casos gerais para os específicos, os conceitos passam a admitir níveis de complexidade mais elevado.

É comum que ingressantes de curso superior ocupem os dois últimos estágios da teoria de Piaget, uma vez que o Operacional Completo, costuma ser o suficiente para a soluções de problemas da vida adulta, mas é insuficiente para a aprendizagem de conteúdo de alguns cursos de graduação, como os de exatas, que exigem os mais elevados níveis de abstração.

#### 4.2.2. Teoria de Perry

A Teoria de Perry está focada na passagem de uma visão dualista (certo e errado) para uma visão relativista e do posicionamento do(a)s aluno(a)s neste mundo (os compromissos). A estrutura da teoria está conectada à relação de quem ensina com quem aprende dividido em nove posições, as quatro primeiras são marcadas pela presença forte do dualismo e uma transição gradual para o pensamento relativista, a quinta e sexta estão vinculadas ao relativismo e as últimas aos níveis de compromisso, sendo detalhadas da seguinte forma:

- **Dualismo:** é admitido um dono do saber, onde é capaz de distinguir o certo e o errado, não sendo questionado e nem admitidos erros da parte dele, nesta etapa o(a) aluno(a) é passivo das informações.
- **Dualismo e Multiplicidade:** ainda com a ideia dualista forte, mas admitindo a possibilidade de uma posição intermediária que não é nem certo ou errado, e que o(a) dono(a) do saber é passível de erros e não possui a verdade absoluta.
- **Multiplicidade Subordinada:** a posição intermediária anterior é mais enraizada e dentro dela possui diversos níveis que possibilitam uma multiplicidade, começando a concluir concretamente que não há um dono do saber pois não tem a necessidade de saber tudo.
- **Dualismo Complexo e Multiplicidade Avançada:** nesta posição o(a) aluno(a) ainda se ancora no dualismo, com uma autoridade que serve como bússola guiando para qual caminho deve seguir, mas admite a existência de múltiplas soluções. Mesmo não tendo desenvolvido um pensamento intelectual independente confia muito nas intuições podendo se equivocar por causa disto.

- **Relativismo:** é abandonada por completo a ideia do dono do saber e substituída pela fonte de conhecimento, passando a questionar a si e a própria fonte bem como as ações do passado e as que virão, a visão passa a ser mais generalizada e casos mais absolutos são tratados como exceção.
- **Relativismo Compromisso:** a visão relativista abre as portas para infinitas possibilidades de soluções e com isso as incertezas de qual é a melhor escolha. É nesta parte que entra o compromisso que age como um filtro eliminando as incertezas retendo as possibilidades concordantes sem o tornar ignorante quanto ao todo.

As demais posições de compromissos se iniciam com um compromisso inicial de sua própria vontade, passando pelo questionamento e, por fim, a maturidade.

O(a)s aluno(a)s ingressantes passam por sua maioria nas quatro primeiras posições durante o ensino básico, uma vez que a estrutura escolar é formada pelo(a) professor(a) que leva o conteúdo pronto, bem como as atividades, sendo até então a mais confiável referência. Na graduação por sua vez, o(a) professor(a) induz o(a) aluno(a) a trilhar a própria solução fornecendo apenas as ferramentas, esta diferença brusca pode provocar dificuldades até a transição para a quinta posição em diante.

Outro fator que influencia no perfil do(a) aluno(a) é a qualidade do ensino recebido. O(a)s aluno(a)s ingressantes não raramente possuem bons rendimentos nas disciplinas de Matemática, Química e Física no Ensino Médio, com poucas dificuldades e baixa dedicação nos estudos. Esta facilidade com tais conteúdos não reflete uma realidade global, considerando os dois grupos de ingressantes, de ampla concorrência e de vagas reservadas. A lei 12.711 de 2012 reserva 50% das vagas para os sistemas de cotas, que levam em conta a etnia, situação socioeconômica, deficiências e se a escola é pública ou não. O restante das vagas é determinado para o público em geral.

Ao realizarem inúmeros estudos em relação ao ingresso do(a)s aluno(a)s cotistas com o(a)s não cotistas, foram constatados que existem lacunas que podem ser um entrave na vida acadêmica

tanto na qualidade do conhecimento quanto na porcentagem de conteúdo ministrado, sendo evidente que muito(a)s aluno(a)s não viram todo o conteúdo necessário, provocando uma fragilidade nas bases de conhecimento que são exigidas para cursar algumas disciplinas, tornando os primeiros períodos mais difíceis, mas com uma recuperação e até superação do desempenho dos alunos cotistas com os não cotistas ao longo do curso. Para ajudar neste processo e diminuir a alta evasão que os cursos da área de exatas a universidade promove opções de nivelamento de conteúdos.

### **4.3. Nivelamento**

Devido a características sociais, individuais e formativas, o(a)s ingressantes tendem a ter níveis de conhecimento distintos. Frequentemente, o(a)s aluno(a)s que tiveram uma qualidade inferior do ensino de Matemática, Física e Português sofrem grande retenção nos primeiros períodos dos cursos de Engenharia. Isso acontece em sua maioria devido à dificuldade de interpretação de texto e falta de bases teóricas. Existe também uma importante mudança de paradigma dos métodos acadêmicos do ensino médio e superior. Por vezes, o(a) aluno(a) apresenta uma demora de adaptação e uma necessidade de amadurecimento, algo que causa, não raro, reprovações no ciclo básico do curso.

Devido ao alto índice de reprovações das disciplinas do ciclo básico, principalmente nas disciplinas iniciais do curso e ministradas no Instituto de Ciências Exatas (ICE), especialmente Cálculo I, Geometria Analítica e Sistemas Lineares e Física I, a Direção do ICE, buscando soluções para este problema, oferece um Curso de Nivelamento em Matemática e Física para estudantes que percebam ter muitas dificuldades causadas por falta de base oriunda do ensino médio. Este curso funcionou com turmas experimentais no segundo semestre de 2014 e no primeiro de 2015 e sua oferta ocorre conforme demanda.

Os objetivos principais do curso são revisar os temas do ensino médio e ajudar o(a)s participantes a mudarem suas formas de estudo, tanto em quantidade quanto em qualidade, para que possam retomar a confiança muitas vezes perdida com as reprovações.

O curso é organizado em dois semestres letivos, com oito horas de aulas semanais em cada semestre. No primeiro semestre letivo, ocorre a oferta de uma turma com 40 vagas, nos horários de terça a sexta-feira, das 10:00 às 12:00.

Para participar do curso, o(a) aluno(a) deverá assumir os seguintes compromissos:

- matricular-se no máximo em mais 12 créditos de outras disciplinas, além da disciplina de nivelamento;
- nesses 12 créditos, matricular-se no máximo em UMA entre as seguintes disciplinas: Cálculo I, Geometria Analítica e Sistemas Lineares ou Física I.

O período de inscrição é divulgado no site do ICE e as inscrições poderão ser feitas através de formulário Google com endereço eletrônico divulgado no site.

#### **4.4. Estratégias Educacionais**

As novas metodologias de ensino e aprendizagem visam contribuir na formação acadêmica do(a)s discentes, ou seja, em aprender a aprender. Elas não ameaçam o protagonismo do(a) professor(a) na classe de aula, pelo contrário, auxilia a transcender o papel tradicional de expositor(a) de conteúdos no processo de aprendizagem de saberes próprios da profissão. A concepção e organização do plano de ensino é própria de cada docente, pois se refere à sua prática pedagógica cotidiana em conformidade com as diretrizes curriculares e legislação vigente, mas permite uma atualização dessa dinâmica docente através dos processos de qualificação e autoavaliação adaptando os processos mais modernos de práticas educacionais em uma solução que melhor se

adapte as características do(a) docente e aos anseios geracionais do(a)s discentes. Se por um lado a ementa das disciplinas oferece uma lista de conteúdos a serem trabalhados, é na metodologia que se estabelece experiências de aprendizagem individualizadas com significado e aplicabilidade na prática.

As novas DCNs dos cursos de Engenharia estimulam a adoção de metodologias ativas nas práticas pedagógicas dos cursos em consonância com as características geracionais do perfil do(a)s ingressantes nas IES, e em acordo com os anseios de formação de recursos humanos dos mais diversos setores produtivos e de serviços que necessitam de profissionais mais pró-ativos e dinâmicos.

Nas metodologias ativas os saberes do(a)s discentes são gradativamente e equilibradamente adquiridos de forma individual ou em grupo, orientadas pelo(a) docente. Espera-se, neste contexto, que o(a) estudante não se limite a assistir atentamente as aulas, consultar o livro e responder corretamente a um determinado conjunto de questões. O(a) docente pode selecionar e aplicar uma ou mais metodologias de ensino e aprendizagem para aprimorar as capacidades de autonomia, resolução de problemas, autoconfiança, trabalho em equipe, liderança, senso crítico, responsabilidade, empatia e colaboração entre os estudantes. Como metodologias ativas mais importantes podem ser citadas:

- Aprendizagem baseada em problemas;
- Aprendizagem baseada em projetos;
- Ensino híbrido;
- Sala de aula invertida;
- Instrução pelos pares;
- Gamificação;

A **aprendizagem baseada em problemas** incentiva a colaboração e comunicação argumentativa entre os pares na resolução de um ou mais problemas desafiadores e práticos do cotidiano

profissional. Prioriza o pensamento crítico e reflexivo do(a) estudante na solução de problemas motivadores e integradores do conhecimento. As atividades podem ser individuais ou em grupo, a fim de orientar a execução do trabalho. Possibilita o desenvolvimento de múltiplas habilidades, valorizando a aprendizagem autônoma e cooperativa.

Como evolução do trabalho desenvolvido na metodologia anterior, na **aprendizagem baseada em projetos** busca-se a cooperação em grupos de estudantes para desenvolver, com autonomia em relação ao/à professor(a), projetos complexos que preferencialmente envolvam diferentes áreas de conhecimento. As avaliações por pares e autoavaliação permitem identificar as atitudes que necessitam ser aprimoradas pelo(a) estudante. O(a) docente assume o papel de tutor(a) e os membros dos grupos são organizados de acordo com as funções que devem desempenhar de maneira análoga a uma equipe de competição.

No **ensino híbrido** as aulas presenciais são realizadas preferencialmente para construções coletivas, enquanto as aulas online podem ser as expositivas. Nesta prática é considerado que o(a)s aluno(a)s aprendem de maneira diferente, em diferentes ritmos de aprendizagem. As avaliações fornecem informações individualizadas sobre o desempenho acadêmico do(a) discente e da turma. Desta maneira, a aprendizagem pode ser personalizada para o desenvolvimento de competências. Podem ser adotadas técnicas como rotação de laboratórios (execução de atividades práticas, associada a aulas em classe), rotação individual (atribuídas atividades específicas ao/à estudante, de acordo com seu nível), rotação por estações (organização em grupos que executam simultaneamente atividades distintas e, em seguida, migram para a atividade do outro grupo, percorrendo todas as atividades).

Na **sala de aula invertida**, que é uma das técnicas de ensino híbrido, o(a) discente assume um papel ativo de se preparar previamente para a aula, antes de ser exposto ao conteúdo pelo(a) docente em classe de aula. Em geral, são utilizados recursos didáticos (video-aulas, áudios, textos, jogos) para que o(a) estudante se oriente para avaliações online frequentes e prévias ao encontro presencial.

Isso possibilita ao/à docente identificar as lacunas no aprendizado autônomo do(a)s estudantes, individualizado e do coletivo, e readequar o seu planejamento para resolução de atividades, esclarecimento de dúvidas e discussões. Esse tipo de estratégia possibilita aperfeiçoar características como autonomia, autodisciplina, gestão do tempo e responsabilidade.

Na **instrução pelos pares**, da mesma maneira que na sala de aula invertida, o(a)s estudantes estudam os materiais didáticos indicados pelo(a) docente. No encontro com o(a)s aluno(a)s, há uma explanação pelo(a) docente, seguido de uma avaliação individualizada, com análise do resultado da classe em tempo real. A depender desse resultado, os pares apresentam argumentos para justificar suas soluções e uma nova avaliação é realizada. Esse processo pode ocorrer de maneira cíclica até que o resultado seja satisfatório e/ou o(a) professor(a) explique a resolução correta.

Na **gamificação**, se faz a utilização de recursos *online*, opcionalmente em tempo real, para aproveitar a interatividade existente em ambiente virtual. A elaboração dos elementos dos jogos deve seguir o tripé desafio, conquista e prazer. Podem ser utilizadas estratégias de evolução em fases ou níveis, resolução de problemas com recursos e regras específicas, produção e compartilhamento de informações, repetição da partida e premiação de bons resultados. Alguns resultados esperados são comuns aos jogos em geral, como aumentar o estado de concentração, identificar os objetivos e grau de dificuldade, verificar imediatamente o resultado, aprender com os erros e promover a sensação de recompensa na aquisição de habilidades. Além destas estratégias citadas, também sugere-se alternativas como **seminários e discussões, aprender fazendo e pesquisa de campo**.

No momento, o(a)s docentes do curso estão se dedicando em transformar as metodologias de ensino mais aderentes ao ensino por competências. A principal abordagem adotada foi a total reformulação da Matriz Curricular, visando reagrupar conteúdos em seu contexto de aplicação, evitando a tradicional abordagem conteudista. Diversas disciplinas foram fundidas para permitir

que a prática e a teoria caminhem juntas, e o(a) aluno(a) seja desafiado e encorajado a utilizar as habilidades no momento apropriado.

Fundamental ressaltar que a maioria do(a)s docentes do curso têm experiência, mesmo quando estes ainda eram discentes, em cursos baseados em abordagem conteudistas. Posto isso, para aprimoramento e modernização das práticas docentes, um investimento em qualificação e o compartilhamento de experiências entre as IES e os cursos na área de Educação são abordagens que podem ser importantes no sucesso destes objetivos.

Ainda sobre este tópico é importante citar que a ABENGE (Associação Brasileira de Educação em Engenharia) promove anualmente desde 1973 o COBENGE (Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia), reconhecido como um importante fórum de discussão sobre a formação e o exercício profissional em Engenharia no Brasil e vem, nos últimos anos, debatendo filosofias e paradigmas do processo de ensino e aprendizagem de Engenharia. Vário(a)s professore(a)s do curso de Engenharia Elétrica participam com regularidade deste evento, com destaque especial para o ano de 2014 onde a cidade de Juiz de Fora foi sede do mesmo.

Adicionalmente, com o objetivo de promover o debate institucional sobre a prática docente e estratégias para o compartilhamento de experiências e um contínuo aprimoramento profissional foi criado na Faculdade de Engenharia o núcleo FOCO (Núcleo de Formação Continuada dos Docentes da Faculdade de Engenharia) que será abordado na próxima seção.

#### **4.5. Formação Continuada**

Atualmente, se faz necessário a existência de oportunidades de capacitação para docentes, considerando o novo paradigma de ensino por competências e habilidades e o incentivo ao uso de metodologias ativas. Ainda há certa resistência de alguns/algumas professore(a)s em função da

dificuldade de compreender a efetividade e aplicabilidade das novas técnicas e de confiar nas práticas docentes em que estão familiarizados, mas que deve ser superada com cooperação e formação continuada. Importante ressaltar que a modernização das atividades pedagógicas não visa esquecer a metodologia tradicional, mas servir como um instrumento adicional para aumentar o leque de práticas disponíveis aos/às docentes do curso.

O Núcleo FOCO foi criado com o objetivo de construir um Programa de Capacitação Continuada Docente para os cursos de Engenharia da UFJF, capaz de atender à legislação vigente.

O Núcleo FOCO pretende estabelecer um programa de capacitação de docentes desenvolvendo os “saberes docentes”, além de propor e debater como esses saberes são construídos e mobilizados dentro da sala de aula. Além disso, visa promover a qualificação permanente do(a)s docentes, tornando a atividade docente um processo efetivo de ensino e aprendizagem.

Em junho de 2020, um grupo de docentes da Faculdade de Engenharia da UFJF formado por Danilo Pereira Pinto, Cristiano Casagrande e Roberta Cavalcante, preocupados com a necessidade de atender às novas Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de Engenharia, começaram a conversar sobre a ideia de propor um programa de capacitação docente em consonância com a nova legislação. Naquela ocasião, foi elaborada uma proposta de projeto, que foi apresentada à Direção da Faculdade de Engenharia. O grupo passou então a discutir a proposta de capacitação, revendo os objetivos, a metodologia e as ações iniciais.

Uma das primeiras ações do Núcleo FOCO foi realizar uma pesquisa de diagnóstico da prática docente com seus pares, o que serviria de insumo para nortear as ações de capacitação que seriam propostas.

Finalmente, em 26 de janeiro de 2021, o Núcleo FOCO foi institucionalizado através de portaria da Faculdade de Engenharia da UFJF. Sua primeira reunião oficial com a comunidade acadêmica, apresentando seus objetivos e programa de ações foi realizada em 3 de fevereiro de 2021.

Desde então, os participantes vêm se empenhando em realizar parcerias, o que consideram muito importante para o sucesso da atuação do Núcleo. Entre essas parceiras, o(a)s participantes consideram essenciais: a Pró-Reitoria de Graduação, **PROGRAD**, visando o apoio institucional às atividades de capacitação docente a fim de atender às DCN; o **Instituto de Ciências Exatas** e todos os departamentos que oferecem disciplinas aos cursos de Engenharia, visando a integração de todos os atores neste projeto de capacitação docente; **Secretaria de Avaliação Institucional**, visando a capacitação do(a)s docentes nos instrumentos de avaliação de curso (conhecer os indicadores, critérios, etc.), além da atuação dos docentes durante as avaliações realizadas pelo INEP, dentre outros; **Diretoria de Comunicação**, a fim de obter apoio na divulgação de ações de capacitação; e a **Pró-Reitoria de Extensão, PROEX**, devido à legislação vigente que exige carga horária de extensão nas atividades da graduação.

#### 4.6. Práticas Avaliativas

O processo avaliativo do desenvolvimento do(a)s estudantes é de crucial importância para mensuração da construção das competências e deve ser organizado como um reforço ao aprendizado. Se propõe, respeitando a liberdade docente, que o processo de avaliação seja contínuo em relação as atividades acadêmicas e também diversificado, através de atividades teóricas, práticas, laboratoriais, de pesquisa e extensão.

O processo avaliativo pode dar-se sob a forma de monografias, exercícios ou provas dissertativas, apresentação de seminários e trabalhos orais, relatórios, projetos e atividades práticas, entre

outros, que demonstrem o aprendizado e estimulem a produção intelectual do(a)s estudantes, de forma individual ou em equipe.

O(a) docente deve utilizar dos resultados dos procedimentos avaliativos como bússola, para reforçar conteúdos, técnicas e competências que se demonstrem insuficientes.

## **5. Organização Curricular**

### **5.1. Estrutura do Curso**

A carga horária total do curso é de 3650 horas-aula. Este total está englobando as disciplinas obrigatórias, o trabalho final de curso, as atividades extensionistas e complementares, além do estágio curricular obrigatório de no mínimo 160 horas.

O(a) discente irá cursar 2070 horas-aula entre o primeiro e o sexto período, inclusive, com disciplinas comuns oferecidas para todos os outros quatro cursos: Engenharia Elétrica – Sistemas de Potência, Engenharia Elétrica – Robótica e Automação Industrial, Engenharia Elétrica – Sistemas Eletrônicos e Engenharia Elétrica – Energia. Desta forma, haverá uma forte interação acadêmica entre discentes dos diferentes cursos oferecidos, privilegiando a formação interdisciplinar, a cooperação, o amadurecimento acadêmico e facilitando seu envolvimento nos módulos específicos consecutivos.

A partir do sétimo período, como já terá cursado as principais disciplinas básicas e profissionalizantes, o(a) discente terá cumprido os pré-requisitos e poderá se matricular em algumas disciplinas específicas da área de Telecomunicações ou poderá, ainda, cursar disciplinas eletivas (mínimo de 12 créditos – 180 horas) de outras áreas que tenham despertado seu interesse. Além disso, esta fase do curso é a etapa indicada para o(a) aluno(a) completar sua carga horária com disciplinas específicas, atividades complementares, finalizar as atividades de extensão, além de realizar o estágio obrigatório. O último período é destinado para o(a) aluno(a) se dedicar ao projeto de final de curso que sintetizará os conhecimentos e saberes adquiridos ao longo do curso.

O total de carga horária em atividades extensionistas é de 370 horas. Deste total, 120 horas serão cursadas em disciplinas obrigatórias extensionistas e as 250 horas restantes serão cumpridas de forma flexível pelo(a)s discentes podendo ser totalizadas em disciplinas eletivas, projetos, cursos ou eventos. Além disso, a parte flexível da componente curricular em extensão pode ser cumprida em

atividades extensionistas em outras unidades acadêmicas da Universidade Federal de Juiz de Fora ou em outras instituições de ensino superior em território nacional.

A Tabela 5.1 mostra a distribuição das componentes curriculares do curso de Engenharia Elétrica - Telecomunicações.

| Núcleo de Conteúdos /Atividades Curriculares              | Carga Horária | Créditos   | Porcentagem total (%) |
|-----------------------------------------------------------|---------------|------------|-----------------------|
| Básico                                                    | 1140          | 76         | 31                    |
| Profissionalizante                                        | 930           | 62         | 25                    |
| Extensionistas Obrigatórias                               | 120           | 8          | 3,3                   |
| Específico                                                | 780           | 52         | 21                    |
| <b>Total da Carga horária em disciplinas obrigatórias</b> | <b>2970</b>   | <b>198</b> | <b>81</b>             |
| Trabalho Final de Curso                                   | 90            | 6          | 2,5                   |
| Estágio Curricular obrigatório                            | 160           | -          | 4,5                   |
| Disciplinas eletivas/Atividades Complementares            | 180           | 12         | 5                     |
| Atividades extensionistas eletivas                        | 250           |            | 6,8                   |
| <b>Total geral</b>                                        | <b>3650</b>   | <b>216</b> |                       |

Tabela 5.1: Estrutura do curso Engenharia Elétrica – Telecomunicações

A Matriz Curricular do curso de Engenharia Elétrica - Telecomunicações, está ilustrada na Figura 5.1, e compreende 3680 horas totais de atividades curriculares.

A divisão da matriz curricular pode ser sumarizada da seguinte forma:

- Disciplina Obrigatórias (3000 hs)
  - **1140 horas-aula em disciplinas do núcleo básico:** destinadas ao atendimento do Art. 9º, §1º da Resolução Nº 2 de 24/04/2019: Administração e Economia, Algoritmos e Programação;

Ciência dos Materiais, Eletricidade Básica, estatística, Fenômenos de Transporte; Física, Informática, Matemática, Mecânica dos Sólidos; Metodologia Científica e Tecnológica; Química, Expressão Gráfica e Desenho Universal. São representadas pelos blocos na cor amarela, na Figura 5.1.

- **930 horas-aula do núcleo profissionalizante:** destinadas ao atendimento dos conteúdos mínimos necessários para a regulamentação do exercício da profissão de Engenheiro(a) Eletricista, dada pelas atribuições estabelecidas pelo Art. 8º e 9º da Resolução 218/73 do CONFEA. São representadas pelos blocos na cor azul claro, na Figura 5.1.
- **780 horas-aula do núcleo específico:** destinadas à aquisição de conhecimentos para atendimento das competências específicas na área de Telecomunicações definidas no perfil do(a) egresso(a) e complementando o atendimento ao Art. 9º da Resolução 218/73 do CONFEA. São representadas pelos blocos na cor verde, na Figura 5.1.
- **Disciplinas Eletivas (120 horas-aula):** destinadas à formação acadêmica complementar do(a) discente, de sua livre escolha dentre um elenco de opções pré-estabelecidas divididas em cinco subáreas: Formação Geral, Potência e Energia, Robótica e Automação Industrial, Sistemas Eletrônicos e Telecomunicações. São representadas pelos blocos na cor azul claro, na Figura 5.1.
- **Extensão (370 horas-aula):** destinadas às atividades acadêmicas de extensão, com conteúdo programático composto por objetivos e resultados esperados, metodologia e avaliação próprias à atividade extensionista. As atividades extensionistas somam um total de 370 hs, sendo 120 hs em disciplinas obrigatórias de extensão, indicadas na cor vermelha na figura 5.1. As outras atividades extensionistas (250 hs) serão cumpridas de forma flexível pelo discente podendo ser integradas em disciplinas eletivas de extensão, bolsas de monitoia extensionista, eventos, cursos, projetos, equipes e outras atividades previamente aprovadas pela Comissão de Acompanhamento das Atividades Curriculares de Extensão (CAEX) e integralizadas na componente de flexibilização extensionista. A posição da mesma no décimo período indica apenas que o aluno deve finalizar o total desta componente até o fim do curso.



## 5.2. Eixos específicos

Os eixos específicos do curso constituem o caminho para a construção das competências profissionais na área de Telecomunicações do(a)s egresso(a)s do curso. Entretanto, os conteúdos de eletrônica possuem bastante relevância na formação do(a) egresso(a), apesar de não ser um eixo temático específico da área de Telecomunicações. Os sistemas de Telecomunicações existentes utilizam em profusão circuitos e dispositivos eletrônicos nos mais diversos serviços de transmissão e recepção. Portanto, as disciplinas de circuitos lógicos, eletrônica analógica, eletrônica digital, laboratórios de prototipagem eletrônica e projetos extensionistas eletrônicos fornecem uma formação sólida para o egresso analisar, projetar e manter estas funcionalidades em soluções de serviços de Telecomunicações.

O(a) egresso(a) ao cursar as disciplinas de conteúdo profissionalizante e específico percorrem as trilhas acadêmicas que constituem os principais eixos formativos do curso. Importante ressaltar que as disciplinas de cada eixo não atuam de forma isolada, pois os conhecimentos atuam de forma transversal e integrada na construção das competências e do perfil profissional do(a) egresso(a). Essa separação apenas identifica o perfil temático principal de cada disciplina específica, sendo que algumas delas poderiam ser encaixadas em mais de um eixo.

Os cursos de Engenharia Elétrica da UFJF atuam de forma integrada no desenvolvimento de competências em comum. A formação em programação aplicada é relevante para a Engenharia Elétrica como um todo, mas nas áreas de Robótica e Automação e Telecomunicações se torna cada vez mais fundamental. Sendo assim, o eixo formativo em programação aplicada é cursado pelo(a)s discentes de Robótica e Automação, Sistemas Eletrônicos e Telecomunicações. As disciplinas que formam este eixo são **Algoritmos, Programação para Engenharia e Programação Avançada**, essas disciplinas em fase de criação junto à PROGRAD, **Microprocessadores (CEL069)** e **Software Embarcado (CEL080)**. Ao fim deste eixo formativo o(a) discente será capaz de utilizar os conceitos de programação, infraestrutura de TI, segurança de informação e engenharia de software aliado às

soluções tecnológicas modernas como aplicações em computação em nuvem, sistemas *web*, dispositivos de internet das coisas, aplicações em microprocessadores, sensores e sistemas remotos. A formação deste eixo formativo irá permitir ao/à aluno(a) empregar técnicas de programação para o desenvolvimento de aplicações computacionais no setor de Telecomunicações.

O eixo formativo da área de propagação de ondas eletromagnéticas é formado pelas disciplinas de **Eletromagnetismo (CEL065)**, onde o(a) aluno(a) irá entrar em contato com os conceitos físicos de campo elétrico e campo magnéticos estacionários, suas aplicações em engenharia e seu comportamento no espaço, a disciplina de **Eletromagnetismo Aplicado (CEL101)**, onde o comportamento de campos elétrico e magnético variando no tempo que origina o conceito de onda eletromagnética será abordado e suas diversas aplicações para propagação no espaço livre e em linhas de transmissão. A disciplina de **Antenas e Propagação (CEL086)** irá permitir ao/à discente a analisar e projetar antenas para a transmissão e recepção de forma eficiente de ondas eletromagnéticas, além de entender os diferentes mecanismos de propagação de onda eletromagnética. Na disciplina **Microondas e RF (CEL102)** o discente irá analisar, projetar, medir e estimar parâmetros em guias de onda e dispositivos em alta frequência que são primordiais para aplicações em sistemas banda larga. E na disciplina de **Comunicações Ópticas (CEL106)** o(a) discente será capaz de utilizar os conceitos de onda eletromagnética aplicada ao espectro óptico, utilizando as vantagens da propagação da luz infravermelho para a comunicação em banda larga utilizando sistemas de fibras ópticas e dispositivos fotônicos.

O eixo formativo em processamento digital de sinais começa com a disciplina de **Sinais e Sistemas (CEL066)** onde o(a) aluno(a) estará apto(a) a utilizar as bases matemáticas e as ferramentas computacionais para realizar manipulações, modelar, analisar e representar a entrada e saída de sinais no domínio do tempo e da frequência, em diferentes tipos de sistemas lineares invariantes no tempo. Na disciplina de **Princípios de Comunicações (CEL068)** o(a) aluno(a) irá ser apresentado(a) ao embasamento teórico básico na área de telecomunicações, aos conceitos fundamentais e será capaz de entender o conceito de modulação de sinais e analisar resposta em

frequência e conceitos fundamentais de sinais analógicos e digitais. Como continuação desse eixo o(a) aluno(a) irá cursar a disciplina de **Comunicação Digital (CEL088)**, nesta disciplina será introduzido mais profundamente conceitos sobre transmissão digital de dados. Serão abordadas as principais técnicas de modulação e demodulação digital e análise do desempenho de moduladores digitais. Serão aplicados conceitos de equalização de canais e sincronização, além de serem apresentadas técnicas de modulação multiportadora e banda-larga. Nesta disciplina o(a) aluno(a) irá realizar experimentos e simulações computacionais para geração de sinais digitais banda-larga. Finalizando o eixo, a disciplina de **Processamento de Sinais I (CEL100)** propicia ao/à discente os conhecimentos da teoria fundamental de processamento digital de sinais, princípios e aplicações, utilizando técnicas de projetos de filtros digitais aplicando ferramentas computacionais fornecendo as condições para realização de projetos na área.

O eixo formativo em redes e sistemas é formado pelas disciplinas: **Redes de Comunicações 1 (CEL073)** e **Redes de Comunicações 2 (CEL093)**, **Laboratório Integrador de Comunicações 1 (CEL089)** e **Laboratório Integrador de Comunicações 2 (CEL095)**, **Telefonia Digital (CEL085)**, **Sistemas de Comunicações Móveis (CEL091)** e **Sistemas de Telecomunicações (CEL108)**.

Nas disciplinas **Redes de Comunicações 1 (CEL073)** e **Redes de Comunicações 2 (CEL093)** o(a) discente irá adquirir o conhecimento sobre o funcionamento das redes de comunicações através da Internet e seus protocolos de comunicação. A partir da execução de atividades práticas e de simulação, o(a) discente estará apto(a) a configurar equipamentos, projetar redes locais com e sem fio e atuar na operação de manutenção das redes.

Na disciplina de **Telefonia Digital (CEL085)**, tem por objetivo formar o(a) aluno(a) para projetar sistemas de telefonia, com foco em telefonia digital e VoIP. O(a) aluno(a) dominará os conceitos de rede de telefonia pública comutada PSTN, atuará no planejamento do sistema, utilizando a teoria de tráfego telefônico e conceitos de redes IP realizando interlocução com o conteúdo ministrado nas disciplinas de Redes de Comunicações 1 e 2. Essa interlocução é fundamental para a absorção

de conceitos de métricas de qualidade de serviço QoS e segurança em serviços VoIP. Nesta disciplina o(a) aluno(a) irá realizar atividades práticas e extensionistas, realizando análise de demanda por comunicação e telefonia, proposta de melhoria ou adequação em plano de telefonia e a entrega de relatório para o(a) interessado(a) seja uma pessoa física, uma instituição comunitária ou pessoa jurídica.

Em **Sistemas de Comunicações Móveis (CEL091)** o(a)s discentes serão apresentados às tecnologias e sistemas básicos de operação para a implantação de soluções de comunicação móvel. No decorrer da disciplina serão analisados o funcionamento de sistemas de comunicação pessoal baseado na telefonia celular, os efeitos do canal rádio-móvel na transmissão de informação e na arquitetura do sistema. Serão apresentadas técnicas de mitigação dos efeitos do canal rádio-móvel e será abordada a evolução dos sistemas celulares até os sistemas mais modernos empregados nos dias atuais. O(a) discente será capaz de realizar plano de distribuição de frequências, estimar atendimento de demanda de tráfego e de área de cobertura e será capaz de empregar soluções computacionais para estimar e otimizar sistemas de comunicações móveis celulares.

Na disciplina **Sistemas de Telecomunicações (CEL108)** o(a) discente irá aplicar os conceitos apresentados em disciplinas cursadas antes para analisar e projetar enlaces de comunicações ponto a ponto terrestres e por satélite, tendo condições de avaliar todos os fatores relevantes que impactam no desempenho dos enlaces de Telecomunicações.

As disciplinas de **Laboratório Integrador de Comunicações 1 (CEL089)**, **Laboratório Integrador de Comunicações 2 (CEL095)** são um conjunto de disciplinas de laboratório integradoras dos conhecimentos de vários eixos temáticos de Telecomunicações e é situado no eixo de sistemas por conta de um sistema de Telecomunicações integrarem vários eixos do conhecimento da área. Na disciplina **CEL089** o(a)s discentes irão realizar experimentos relacionados às comunicações analógicas e digitais, práticas relacionadas à disciplina de Princípios de Comunicação e medidas em Telecomunicações. Na disciplina **CEL095** o(a)s discentes irão realizar experimentos na área de

antenas e sistemas de microondas. Estas práticas consolidarão os conhecimentos vistos nas disciplinas teóricas para que o(a) discente possa analisar, medir, vistoriar e projetar enlaces de Telecomunicações nos quais os conhecimentos de propagação de ondas eletromagnéticas é fundamental.

A tabela 5.2 apresenta um resumo das disciplinas profissionalizantes e específicas separados pelos eixos temáticos do curso de Engenharia Elétrica – Telecomunicações.

| <b>Programação Aplicada</b> | <b>Propagação de Ondas Eletromagnéticas</b> | <b>Processamento de Sinais</b> | <b>Redes e Sistemas de Telecomunicações</b> |
|-----------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------------|
| Algoritmos                  | Eletromagnetismo                            | Sinais e Sistemas              | Redes de Comunicações 1                     |
| Laboratório de Programação  | Eletromagnetismo Aplicado                   | Princípios de Comunicação      | Redes de Comunicações 2                     |
| Programação para Engenharia | Antenas e Propagação                        | Comunicação Digital            | Laboratório Integrador de Comunicações 1    |
| Programação Avançada        | Microondas e RF                             | Processamento de Sinais I      | Laboratório Integrador de Comunicações 2    |
| Microprocessadores          | Comunicações Ópticas                        |                                | Telefonia Digital                           |
| Software Embarcado          |                                             |                                | Sistemas de Comunicações Móveis             |
|                             |                                             |                                | Sistemas de Telecomunicações                |

Tabela 5.2: resumo das disciplinas profissionalizantes e específicas separados pelos eixos temáticos.

### **5.3. Atividades de extensão**

Esta parte do currículo do curso representa uma alteração significativa não somente do curso de Engenharia Elétrica – Telecomunicações, mas como de todos os cursos de ensino superior em território nacional em atendimento a resolução CES/CNE Nº 7 de 18 de dezembro de 2018.

Em cumprimento a resolução que especifica o mínimo de dez por cento da carga horária em atividades extensionistas, foi proposta uma quantidade 370 horas de atividades, sendo 120 em disciplinas obrigatórias extensionista e as 250 hs restantes em atividades flexíveis de diferentes modalidades. Devido a importância dessa alteração no PPC do curso, o capítulo 7 foi dedicado à descrever as estratégias de cumprimento dessa meta.

### **5.4. Atividades de Laboratório**

O(a) Engenheiro(a) Eletricista - Telecomunicações adquire conhecimentos básicos de laboratório que contribuem tanto para a sua formação bem como para o desenvolvimento de sua criatividade. São abordadas normas de segurança (vestimenta, EPIs) e de funcionamento de laboratórios, apresentação de mapa de riscos (físico, químico, biológico, ergonômetro e de acidente) e técnicas de medição de grandezas elétricas, além de abordagem sobre cuidados e questões de manutenção e calibração de instrumentos.

As atividades de laboratório são desenvolvidas tanto em disciplinas totalmente práticas, quanto inseridas em disciplinas teóricas onde o(a) professor(a) passa parte do curso no laboratório.

- Laboratório de Programação (DCC120) – 30 horas
- Laboratório de Ciências Físicas (FIS122) - 30 horas
- Laboratório de Física I (FIS077) - 30 horas
- Laboratório de Química: (QUI126) - 30 horas

- Laboratório de Eletrotécnica: (ENE045) - 30 horas
- Laboratório de Eletrônica: (CEL035 e CEL032) – 30 horas.
- Laboratório de Computação em Engenharia Elétrica (LACEE): utilizado por diversas disciplinas.

Adicionalmente, no currículo profissional serão ministradas as disciplinas de Laboratório de Prototipagem Eletrônica (CEL071 - 30 horas), Laboratórios Integradores de Comunicação 1 (CEL089 – 30 horas) e 2 (CEL095 – 30 horas) que servirão para consolidar e integrar os conhecimentos teóricos profissionalizantes e específicos adquiridos ao longo do curso. Totalizando 300 horas em práticas de laboratório sem contar as práticas que são realizadas nas disciplinas de Antenas, Micro-ondas e RF, Redes de Comunicações 1 e 2, Microprocessadores, Programação para Engenharia e Programação Avançada, além da possibilidade do discente cursar disciplinas práticas eletivas.

## **5.5. Estágio Curricular**

É um ato educativo supervisionado, desenvolvido no ambiente de trabalho, que visa à preparação para o trabalho produtivo de educando(a)s que estejam frequentando o ensino regular, em instituições de educação superior, Art. 1º da Lei 11.788 de 25/09/2008.

O estágio curricular tem caráter obrigatório e deve estar em conformidade com o disposto na lei supracitada devendo contemplar um período mínimo de duração de 160 horas.

Entende-se por estágio curricular qualquer atividade que propicie ao/à aluno(a) adquirir experiência profissional específica e que contribua, de forma eficaz, para a sua absorção pelo mercado de trabalho. Enquadram-se nesse tipo de atividade as experiências de convivência em ambiente de trabalho, o cumprimento de tarefas com prazos estabelecidos, o trabalho em ambiente hierarquizado e com componentes cooperativistas ou corporativistas, entre outras. O objetivo é

proporcionar ao/à aluno(a) a oportunidade de aplicar seus conhecimentos acadêmicos em situações da prática profissional clássica, possibilitando-lhe o exercício de atitudes em situações vivenciadas e a aquisição de uma visão crítica de sua área de atuação profissional, com organização fundamentada nos termos expressos no Regulamento Acadêmico de Graduação da UFJF.

A avaliação é feita a partir de conceitos e observações estabelecidos pelas fontes geradoras do estágio, em consonância com os parâmetros estabelecidos em conjunto com docentes da UFJF. O estágio curricular, quando envolver entidade externa à UFJF, deve se realizar num sistema de parceria institucional mediante credenciamentos periódicos.

Um dos objetivos do estágio curricular é proporcionar ao/à futuro(a) Engenheiro(a) Eletricista – Telecomunicações uma oportunidade, antes de deixar a Faculdade, de estar em contato com empresas da iniciativa privada, ou de economia mista, ou mesmo órgãos públicos, desenvolvendo um trabalho similar àquele que poderá vir a desenvolver, futuramente, na sua vida profissional.

O estágio curricular visa também facilitar o ingresso do(a) futuro(a) Engenheiro(a) Eletricista no mercado de trabalho, seja através das redes de contatos construídas, seja através da superação de receio de se assumir no primeiro emprego inerente a qualquer recém-formado(a).

Os assuntos específicos a serem tratados no estágio curricular obrigatório dependem das propostas de atividades apresentadas pelas empresas, devendo contemplar atividades necessariamente relacionadas com a área de Engenharia Elétrica. As atividades a serem desenvolvidas deverão ser aprovadas pela Comissão de Estágios do Curso de Engenharia Elétrica – Telecomunicações da UFJF.

Atividades tais como a participação em projetos de extensão e de iniciação científica, monitorias e outras assemelhadas, desenvolvidas pelo(a) estudante na educação superior, no âmbito da Universidade Federal de Juiz de Fora, poderão ser equiparadas ao estágio depois de avaliadas e aprovadas pela Comissão de Estágios do Curso de Engenharia Elétrica da UFJF.

O estágio curricular obrigatório somente poderá ser feito pelo(a) estudante que já houver concluído pelo menos 164 (cento e setenta) créditos ou 24600 horas em disciplinas obrigatórias do curso. Também é necessário estar matriculado na disciplina Estágio em Engenharia Elétrica (EEE002) com o(a) Professor(a) Orientador(a) de Estágio indicado pela COE, apresentar o plano de estágio assinado pela organização concedente com parecer favorável do(a) Professor(a) Orientador(a) de Estágio, e ter autorização da Coordenação de Estágios da UFJF.

Toda a normatização para Estágios (obrigatório e não-obrigatório) no âmbito do Curso de Engenharia Elétrica – Telecomunicações está estabelecida através da Resolução 01/2022 de 17 de novembro de 2022, do Colegiado de Curso de Engenharia Elétrica – Telecomunicações, anexa a este PPC.

## **5.6. Atividades Complementares**

A Resolução 18/2002 do Conselho de Graduação da UFJF (CONGRAD) aprovou a flexibilização curricular dos cursos de graduação da UFJF. O presente Projeto Pedagógico de Curso prevê que o(a) aluno(a) pode integralizar em disciplinas eletivas pelo menos 60 horas (4 créditos) em Atividades Complementares.

Esta resolução estabelece as atividades acadêmicas que podem ser contabilizadas para a integralização curricular. Estabelece também que o Colegiado do Curso de Engenharia Elétrica em suas diferentes habilitações ou Conselho de Unidade da Faculdade de Engenharia podem acrescentar atividades que podem passar a ser contabilizadas para a integralização curricular.

A partir deste Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia Elétrica - Telecomunicações, as seguintes atividades passam a ser contabilizadas como atividades complementares:

- Participação na diretoria de empresas juniores;
- Participação em congressos nacionais e internacionais;
- Participação em eventos técnicos científicos ligados à Engenharia Elétrica;
- Publicação de artigos em congressos ou periódicos científicos;
- Atividades de iniciação científica (CAPES, CNPq, FAPEMIG, PET, PROVOQUE, P&Ds);
- Atividades de iniciação à docência, à pesquisa ou à extensão (se já cumpridos os requisitos mínimos de carga horária extensionista), como, por exemplo, monitoria;
- Visitas técnicas;
- Participação na diretoria do Ramo Estudantil do IEEE (The Institute of Electrical and Electronic Engineers), Capítulos do Ramo Estudantil e ou entidades internacionais com objetivos análogos;
- Participação em Sociedades Técnicas e Científicas e entidades classes (ex. IEEE, Sociedade Brasileira de Automação – SBA, CIGRÈ, Sociedade Brasileira de Eletrônica de Potência – SOBRAEP, CREA-Jr, etc);
- Organização de congressos e conferências (ex. Olimpíadas de Robôs);
- Atividades no Núcleo de Empreendedorismo da Faculdade (NEMPE);
- Atividades no Núcleo de Assistência Social da Faculdade de Engenharia (NASFE);
- Atividades à distância;
- Vivência profissional complementar;
- Disciplinas cursadas em cursos diferentes do curso declarado do(a) aluno(a);
- Disciplinas cursadas no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica (PPEE)
- Disciplinas cursadas no departamento línguas estrangeiras;
- Participação em Órgãos Colegiados da Universidade (Departamento, Coordenação de Curso, Conselho de Unidade, Conselho de Graduação – CONGRAD e Conselho Superior da UFJF – CONSU).

A Tabela 5.3 mostra a contabilização de horas-aula para as atividades complementares definida na resolução 18/2002 do CONGRAD, a contabilização da participação em equipes de competição

(Rinobot, Microraptor, Escuderia, Supernova) foi decidido pelo colegiado de curso. Esta tabela deve ser complementada pelo Colegiado do Curso de Engenharia Elétrica – Telecomunicações para contemplar as atividades complementares adicionais criadas a partir deste Projeto Pedagógico de Curso (PPC).

Periodicamente, o(a)s aluno(a)s devem ter a oportunidade de participar de atividades integralizadoras do conhecimento que serão contabilizadas como atividades complementares. O(a)s aluno(a)s deverão, nestas atividades, reunir os conhecimentos adquiridos ao longo do curso para a construção de protótipos, projetos técnicos, trabalhos técnicos, etc. Um exemplo de atividade integralizadora que já vem sendo realizada ao longo dos anos no âmbito do Curso de Engenharia Elétrica são as Olimpíadas de Robôs que ocorre nos segundos semestres letivos. Deverá haver um(a) professor(a) (ou grupo de professore(a)s) responsável pelas atividades complementares.

## **5.7. Disciplinas Eletivas**

As disciplinas eletivas são destinadas à formação acadêmica complementar do(a) discente e integrante de um elenco de opções pré-estabelecidas no PPC. O(a) discente do curso é obrigado(a) a cursar no mínimo 12 créditos em disciplinas eletivas. São consideradas disciplinas eletivas aquelas que atendam todas as condições abaixo:

- (i) Sejam disciplinas obrigatórias pertencentes à grade de um dos outros cursos de Engenharia Elétrica (Sistemas Eletrônicos, Robótica e Automação Industrial, Energia ou Sistemas de Potência);
- (ii) Não sejam disciplinas obrigatórias para o curso de Engenharia Elétrica - Telecomunicações.

Adicionalmente, as disciplinas cursadas no Departamento de Línguas Estrangeiras serão contabilizadas como eletivas até um limite de 4 créditos.

| Atividades Acadêmicas Curriculares                                                           |                                                                                                | Créditos ou Carga Horária por Atividade no Período Letivo                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| Atividades de iniciação à docência, à pesquisa ou à extensão                                 |                                                                                                | 60 horas-aula (04 créditos)                                                  |
| Atividades a distância                                                                       | • Disciplina                                                                                   | Pré-fixado                                                                   |
|                                                                                              | • Teleconferência ou similar                                                                   | Proporcional à carga horária limitando-se a 15 horas-aula (01 crédito)       |
| Disciplina                                                                                   |                                                                                                | Pré-fixado                                                                   |
| Elaboração de Monografia                                                                     |                                                                                                | 30 horas-aula (02 créditos) + carga horária específica do currículo do Curso |
| Estágio curricular                                                                           |                                                                                                | Pré-fixado                                                                   |
| Grupos de Estudo                                                                             |                                                                                                | 30 horas-aula (02 créditos)                                                  |
| Participação em eventos                                                                      | • Apresentação de trabalhos                                                                    | 15 horas-aula (01 crédito) por título de trabalho                            |
|                                                                                              | • Organização                                                                                  | 15 horas-aula (01 crédito)                                                   |
|                                                                                              | • participação                                                                                 | Proporcional à carga horária limitando-se a 15 horas-aula (01 crédito)       |
|                                                                                              | • seminários                                                                                   |                                                                              |
|                                                                                              | • colóquios                                                                                    |                                                                              |
|                                                                                              | • Simpósios                                                                                    |                                                                              |
|                                                                                              | • encontros                                                                                    |                                                                              |
|                                                                                              | • festivais                                                                                    |                                                                              |
|                                                                                              | • palestras                                                                                    |                                                                              |
|                                                                                              | • exposições                                                                                   |                                                                              |
|                                                                                              | • oficinas                                                                                     |                                                                              |
|                                                                                              | • cursos de curta duração                                                                      |                                                                              |
|                                                                                              | • Outros (a serem definidos pelo colegiado, ou conselho de unidade e homologados pela PROGRAD) |                                                                              |
| Seminário                                                                                    |                                                                                                | Pré-fixado                                                                   |
| Participação em equipes de competição                                                        |                                                                                                | 60 horas-aula (04 créditos)                                                  |
| Vivência Profissional Complementar                                                           |                                                                                                | 15 horas-aula (01 crédito)                                                   |
| Outros (a serem definidos pelo colegiado, ou conselho de unidade e homologados pela PROGRAD) |                                                                                                |                                                                              |

Tabela 5.3: Contabilização de Créditos para as Atividades Complementares (Resolução 18/2002 – CONGRAD e decisão colegiado de curso).

## **5.8. Disciplinas optativas**

As disciplinas optativas são destinadas à formação da cultura geral em qualquer área do conhecimento, de livre escolha do(a) discente ofertada pela UFJF ou por outra IES após aprovação por um processo de equivalência de conteúdos. O(a) aluno(a) pode integralizar um máximo de 60 horas-aula (4 créditos) de créditos em disciplinas optativas em atividades complementares.

## **5.9. Trabalho de Conclusão de Curso - TCC**

O Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) é uma disciplina com 90 horas-aula (6 créditos) e segue todas as orientações do RAG (Regimento Acadêmico da Graduação) da UFJF. Portanto o(a) aluno(a) deve receber uma nota de 0 a 100 pontos e deve obter uma nota superior a 60 pontos para ser aprovado.

A partir do período em faltarem apenas 930 horas-aula (62 créditos) em disciplinas para serem cursadas para integralizar o seu currículo, o(a) aluno(a) poderá se matricular na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso.

A Resolução 01/2009 do Colegiado do Curso de Engenharia Elétrica regulamenta o TCC, sendo que o colegiado do curso de Telecomunicações deverá, se necessário, promover adaptações ou julgar qualquer situação imprevista.

O TCC deverá ser orientado por um(a) professor(a) do Curso de Engenharia Elétrica. Se o(a) aluno(a) desejar ser orientado por um(a) profissional que não seja professor(a) do Departamento de Energia ou de Circuitos Elétricos, a orientação deverá ser acompanhada por um(a) professor(a) de um dos cursos de Engenharia Elétrica.

O TCC deverá ser avaliado em sessão pública por uma comissão de avaliação através de uma apresentação oral de no mínimo 30 minutos. A comissão de avaliação será presidida pelo(a) professor(a) orientador(a) e deve conter pelo menos outro(a) professor(a) de um dos cursos de Engenharia Elétrica.

O objetivo do TCC é fazer com que o(a) discente realize uma atividade integralizadora do conhecimento adquirido ao longo do curso e possa colocar em prática as habilidades e competências adquiridas. Adicionalmente, a apresentação oral do TCC é fundamental para que o(a) aluno(a) desenvolva a habilidade de realizar apresentações e defender argumentos técnicos.

### 5.10. Relação entre as DCNs e as disciplinas

O núcleo de conteúdos básicos definido pelo Art. 9º, §1º, da Resolução Nº 2, de 24 de abril de 2019 da CES/CNE contempla os seguintes tópicos:

**Metodologia Científica e Tecnológica:** Contemplado principalmente nas disciplinas de Introdução à Engenharia e na disciplina de TCC. Além disso, existem diversas oportunidades para participação do(a)s discentes em Projetos de Iniciação Científica (ICs), divulgados semestralmente em editais pela PROPP (Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa) e pelo(a)s docentes.

**Comunicação e Expressão:** Contemplado inicialmente na disciplina de Introdução à Engenharia, desenvolvido transversalmente ao longo de todas as disciplinas no processo formativo e principalmente através de instrução direta do(a) professor(a) orientador(a) do TCC. Como forma de suprir conteúdos de comunicação e expressão, o(a)s professore(a)s devem estimular o(a)s aluno(a)s para participarem em seminários, trabalhos e eventos em que tenham que desenvolver a expressão oral/escrita e capacidade de leitura, compreensão de textos técnicos e esquemas gráficos em português e outras línguas. Além do estímulo ao aprimoramento da comunicação, esforço especial deve ser dado visando à formação de um(a) Engenheiro(a) empreendedor(a), que tenha capacidade

para resolver problemas, tomar decisões, trabalhar em equipe, ser criativo, adaptar-se às situações diversificadas e que tenha a consciência ética presente em suas atitudes.

**Informática:** Este tópico é bastante abordado no curso, com um conteúdo inicial nas disciplinas de Algoritmos e Laboratório de Programação. Adicionalmente, as disciplinas dos cursos de Engenharia Elétrica utilizarão como princípio básico a exigência de implementação computacional dos conteúdos ministrados. Com o objetivo de aprofundar este conteúdo, devido a relevância da área para o setor de Telecomunicações, foram adicionadas no novo PPC as disciplinas de Programação para Engenharia e Programação Avançada que irão compor um eixo de informática aplicada junto com as disciplinas de Microprocessadores e Software Embarcado.

**Expressão Gráfica:** Principalmente através das disciplinas de Representação Gráfica para Engenharia Elétrica e Instalações Elétricas.

**Desenho Universal:** inserido através da Resolução Nº 1 de 26 de março de 2021, CNE/CES. Inserido em diversas disciplinas do curso para que o(a) Engenheiro(a) possa projetar soluções e serviços que sejam acessíveis a todos os públicos. Como exemplo, na disciplina de Instalações Elétricas é explicado aos/às discentes que as tomadas elétricas deverão estar em uma altura adequada para que as pessoas com mobilidade reduzida possam também ter acesso, e não somente a 20 cm do piso ou a 1,2 m de altura ou sobre bancadas.

**Matemática:** São apresentadas diversas disciplinas do Departamento de Matemática na Matriz Curricular.

**Física:** São apresentadas diversas disciplinas do Departamento de Física listadas na Matriz Curricular.

**Fenômenos de Transporte:** Disciplina obrigatória (FIS081) criada especificamente para este fim.

**Mecânica dos Sólidos:** Disciplina obrigatória denominada Fundamentos de Resistência dos Materiais (ENE083) e disciplinas do Departamento de Física.

**Elettricidade Aplicada:** Por ser tratar de um curso de Engenharia Elétrica, este tópico é amplamente contemplado através de diversas disciplinas como Física 3, Circuitos Elétricos Lineares 1 e 2, Eletromagnetismo e Laboratório de Circuitos.

**Química:** Este tópico é contemplado principalmente através das disciplinas de Química Fundamental e Laboratório de Química.

**Ciência e Tecnologia dos Materiais:** Este tópico é contemplado principalmente através da disciplina de Eletromagnetismo, Eletrônica Analógica e Fundamento de Conversão Eletromecânica de Energia.

**Administração:** A disciplina de Análise de Investimentos e Gestão de Obras, que é obrigatória, englobará este tópico, bem como os seminários.

**Economia:** A disciplina de Análise de Investimentos e Gestão de Obras, que é obrigatória, englobará este tópico, bem como os seminários.

**Ciências do Ambiente:** Abordado principalmente na disciplina de Ecologia, além de aplicado nas disciplinas de projetos e nas oportunidades em extensão ao longo do curso.

**Humanidades, Ciências Sociais e Cidadania:** Este tópico é contemplado principalmente através de Engenharia e Sociedade e ao longo de diversas disciplinas.

## 6. Recursos de Infraestrutura e Programas Acadêmicos

### 6.1. Infraestrutura física atual

A Figura 6.1 ilustra a localização da Faculdade de Engenharia no Campus da UFJF na quarta plataforma denominada Setor de Tecnologia.

Os quatro primeiros períodos do curso são realizados, predominantemente, no Instituto de Ciências Exatas (3ª Plataforma do Campus) onde os alunos cursam as disciplinas teóricas e práticas dos Departamentos de Matemática, Física, Química, Estatística e Ciências da Computação. Estão disponíveis laboratórios de Física, Química e Computação.



Figura 6.1: Localização da Faculdade de Engenharia

A partir do terceiro período do curso de Engenharia Elétrica - Telecomunicações, os alunos passam gradativamente a cursar disciplinas ministradas na Faculdade de Engenharia, nos laboratórios e no prédio denominado Engenheiro Itamar Franco, cujas salas de aula têm capacidade para 70 alunos.

A Faculdade de Engenharia possui uma biblioteca setorial onde as principais referências bibliográficas utilizadas nas disciplinas de graduação e pós-graduação são disponibilizadas.

Adicionalmente, a universidade possui uma Biblioteca Central onde são encontradas obras ligadas à Engenharia e todas as demais áreas do conhecimento. Toda a bibliografia básica e complementar está disponível aos discentes com horário de funcionamento:

- Biblioteca Central: 07:00 as 22:00h de segunda a sexta feira;
- Biblioteca Instituto de Ciências Exatas: 08:00 as 21:45 de segunda a sexta feira.

No espaço da Faculdade de Engenharia, existem sete (7) auditórios com recursos multimídia de uso compartilhado com os outros cursos da faculdade. Estes auditórios são listados a seguir:

- Auditório Principal da Faculdade, capacidade de 262 lugares.
- Auditório da Sala da Escadinha, capacidade de 82 lugares.
- Auditório A3E 2 (Associação dos Antigos Alunos da Escola de Engenharia), capacidade 50 lugares.
- Auditório da Pós-Graduação em Engenharia Elétrica (PPEE) com 50 lugares equipado com recursos multimídia e ar-condicionado.
- Auditório do Galpão 1 – Engenharia Civil com 100 lugares.
- Três (3) outros auditórios no prédio Engenheiro Itamar Franco.

O curso conta com um espaço de trabalho para coordenação de 30 m<sup>2</sup> e um funcionário TAE que atende na secretaria aos cinco cursos de Engenharia Elétrica. Este espaço apresenta boas condições de arejamento e atendimento ao público e dispõe de computador, impressora multifuncional, mesa de atendimento, mesa de reunião, cadeiras para escritório, internet e telefonia. Na secretaria da coordenação de curso, são realizados os atendimentos aos/às discentes, sendo que este atendimento é organizado de forma a contemplar no máximo dois alunos simultaneamente com o auxílio de um(a) funcionário(a) terceirizado(a). Os horários de atendimento ao público é das 08:00 às 12:00 e das 13:00 às 21:00, de segunda a sexta.

Há também o projeto de construção de um novo prédio para a Faculdade de Engenharia, na quarta plataforma do Campus da UFJF com toda a planilha de custos concluída e em fase de captação de

recursos para a licitação. Para este prédio, existe um planejamento e a previsão de novos espaços de trabalho para as coordenações dos cursos de Engenharia Elétrica, inclusive para o curso de Telecomunicações.

Há, ainda, local específico para atender à coordenação do curso de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, localizado no prédio da pós-graduação, na quarta plataforma do Campus da UFJF. Esta coordenação conta com um(a) secretário(a) TAE.

O Curso de Engenharia Elétrica - Telecomunicações conta com diversos laboratórios conforme descrito no item 5.3 deste Projeto Pedagógico. Cada laboratório possui um(a) professor(a) coordenador(a). Dentro do espaço físico da Faculdade de Engenharia, existem as seguintes estruturas, núcleos e grupos que participam de forma complementar na formação do(a)s aluno(a)s e possuem capacidade de ofertar oportunidades em projetos, cursos e eventos de caráter extensionista, contribuindo na integralização formação flexível de ao menos 250 horas em atividades extensionistas não obrigatórias:

- Núcleo de Empreendedorismo (NEMPE).
- Empresa Júnior Porte.
- Empresa Júnior Mais.
- PET (Programa de Educação Tutorial) – CAPES.
- Ramo Estudantil do IEEE (The Institute of Electrical and Electronic Engineers)
- Equipes de competição: Rinobot, Microraptor, Supernova, Capivara, Baja.

O Diretório Acadêmico da Faculdade de Engenharia possui sede própria em uma sala localizada na própria Faculdade de Engenharia e é órgão representativo do(a) discente na unidade da Faculdade de Engenharia, possuindo assento em órgãos colegiados de curso, inclusive no colegiado de curso de Engenharia Elétrica – Telecomunicações. Em seu espaço físico ocorrem diversas atividades de cunho social e recreativo permitindo que o(a)s discentes dos mais diversos cursos de engenharia interajam.

Na plataforma da faculdade de Engenharia existe uma ampla cantina que funciona nos turnos diurno e noturno. Dentro do espaço da Faculdade de Engenharia, está o PPEE (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica) que possui um prédio próprio de 2.000 m<sup>2</sup> e abriga laboratórios da graduação e pós-graduação, gabinetes de professore(a)s, auditório, secretaria e possui sistema de controle de acesso baseado em biometria.

Fora do espaço da Faculdade de Engenharia, mas ainda na quarta plataforma (Setor Tecnológico), encontra-se o CRITT (Centro Regional de Inovação e Transferência de Tecnologia). Este centro possui forte interação com a Faculdade de Engenharia oferecendo bolsas para o(a)s aluno(a)s que desejarem atuar junto às empresas incubadas, junto à administração do centro e, após a formatura, para aquele(a)s que desejarem empreender no próprio negócio, em sincronia com o que preconiza as novas DCNs dos cursos de Engenharia. O CRITT tem as seguintes estruturas:

- Incubadora de Empresas de Base Tecnológica (IBT).
- Incubadora Tecnológica de Cooperativas Populares (INTECOOP).
- Setor de Transferência de Tecnologia.
- Pré-Incubadora.
- Condomínio de Empresas.
- Núcleo de Eletroeletrônica (NEE).
- Núcleo de Inovação Tecnológica (NIT).

O NEE do CRITT tem o objetivo de assessorar as empresas incubadas e futuro(a)s empreendedore(a)s no desenvolvimento de novos produtos e também disponibilizar equipamentos de última geração. O NEE oferece bolsas e oportunidades de iniciação científica e treinamento profissional a aluno(a)s dos cursos de Engenharia Elétrica.

## 6.2. Infraestrutura administrativa

A Faculdade de Engenharia é uma Unidade Acadêmica, que possui um(a) diretor(a) e um vice diretor(a). A unidade é composta, conforme visto na figura 6.2, pela secretaria com funcionário(a)s TAEs que prestam apoio administrativo, com diversos departamentos onde os professores dos cursos de Engenharia são lotado(a)s. Fazem parte da Faculdade de Engenharia atualmente 10 (dez) cursos de graduação e 4 (quatro) programas de pós-graduação com suas respectivas coordenações, listados a seguir:

- Engenharia Ambiental e Sanitária
- Engenharia Civil
- Engenharia Computacional
- Engenharia Elétrica - Energia
- Engenharia Elétrica - Robótica e Automação Industrial
- Engenharia Elétrica - Sistemas de Potência
- Engenharia Elétrica - Sistemas Eletrônicos
- Engenharia Elétrica - Telecomunicações
- Engenharia de Produção
- Engenharia Mecânica
- Mestrado em Ambiente Construído
- Mestrado em Engenharia Civil
- Mestrado e Doutorado em Engenharia Elétrica
- Mestrado e Doutorado em Modelagem Computacional



Figura 6.2: Organograma administrativo da Faculdade de Engenharia

Cada Departamento possui um(a) Chefe, substituído(a) pelo(a) Sub-Chefe quando necessário, que é responsável principalmente pela atribuição dos encargos didáticos do(a)s docentes nele alocado(a)s, acompanhamento do conteúdo das disciplinas ministradas pelo(a)s professore(a)s do Departamento, realização de concursos para novo(a)s docentes, acompanhamento das atividades e funcionamento dos laboratórios alocados no Departamento.

O(a)s docentes dos cursos de Engenharia estão lotados em 8 (oito) departamentos:

- Departamento de Construção Civil (CCI)
- Departamento de Estruturas (ETU)
- Departamento de Transportes e Geotecnia (TRN)
- Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental (ESA)
- Departamento de Mecânica Aplicada e Computacional (MAC)
- Departamento de Circuitos Elétricos (CEL)
- Departamento de Energia Elétrica (ENE)
- Departamento de Engenharia de Produção e Mecânica (EPD)

Adicionalmente, existe a figura do(a) Coordenador(a) de Curso que preside o Colegiado do Curso de Engenharia Elétrica - Telecomunicações. Este colegiado é composto por professore(a)s representantes das principais áreas de formação do curso e representantes discentes.

O regime de trabalho do(a) coordenador(a) do curso é de 40h semanais, dedicação exclusiva. O tempo dedicado às atividades de coordenação é de aproximadamente 22h semanais, os quais são distribuídos entre diversas atividades, desde atendimento aos/às aluno(a)s presencialmente ou por e-mails, participação em reuniões de colegiados, conselhos, NDEs e demais atividades tais como, por exemplo, solicitação de turmas aos departamentos, confecção de horários, tramitação de processos pelo SEI (Sistema Eletrônico de Informação) entre outras.

Ocorrem variações no tempo dedicado às atividades de coordenação de acordo com a demanda e época do período letivo. Por exemplo, na fase de ajuste de matrículas, a demanda de serviços da coordenação é elevada.

A atuação do(a) coordenador(a) do curso de Engenharia Elétrica - Telecomunicações inclui as seguintes atividades:

- Orientação aos/às aluno(a)s ministrando a disciplina 'Introdução à Engenharia Elétrica' CEL064 – turma D;
- Orientação aos/às aluno(a)s através de e-mails e de informativos através do boletim Choque Elétrico – 69D;
- Orientação/atendimento aos/às aluno(a)s através de conversa na sala da Coordenação de Engenharia Elétrica;
- Atuação e orientação pedagógica durante todo o processo de matrícula e posteriormente nas etapas de ajuste de matrícula;
- Atuação como elo de ligação e solução de conflitos entre discentes e docentes;
- Atuação como presidente do Núcleo Docente Estruturante do curso de Engenharia Elétrica - Telecomunicações propondo discussões e melhorias a serem propostas aos órgãos deliberativos;
- Atuação como presidente do Colegiado do Curso de Engenharia Elétrica - Telecomunicações, órgão de deliberação acadêmica e de gerenciamento do curso;
- Atuação como representante do curso junto ao Conselho de Unidade da Faculdade de Engenharia;
- Atuação no Sistema Eletrônico de Informações (SEI) em diversas tarefas como, por exemplo, avaliação de equivalências de disciplinas, assinaturas em processos administrativos etc.;
- Atuação como representante do curso junto ao Conselho de Graduação da Universidade Federal de Juiz de Fora (CONGRAD), onde são deliberadas as principais decisões referentes aos cursos de graduação.

O/A Vice Coordenador(a) do Curso de Engenharia Elétrica - Telecomunicações tem a função de auxiliar nas atividades de coordenação e é o(a) secretário(a) do Núcleo Docente Estruturante do curso. As atribuições do vice coordenador são listadas a seguir:

- Substituir o(a) Coordenador(a) nos seus eventuais impedimentos temporários;
- Auxiliar o(a) Coordenador(a) nas suas tarefas, quando requisitado;
- Redigir e ler as atas das reuniões do Colegiado do Curso e do NDE - Telecomunicações; e
- Publicar as atas aprovadas.

### **6.3. Infraestrutura de salas de laboratórios**

Os laboratórios didáticos especializados utilizados pelo(a)s alunos do curso de Engenharia Elétrica - Telecomunicações situam-se no Instituto de Ciências Exatas, localizado na terceira Plataforma do Campus da UFJF, Faculdade de Engenharia.

No Instituto de Ciências Exatas (ICE), o(a)s aluno(a)s utilizam os seguintes laboratórios:

- Programação;
- Ciências;
- Química;
- Física.

Para a disciplina Laboratório de Programação, há a disponibilidade de dois laboratórios com cinquenta computadores e 120 m<sup>2</sup> cada. Cada aluno(a) tem acesso individual a um computador. Além destes laboratórios, existem dois laboratórios menores, com trinta computadores cada, no prédio antigo do ICE. As disciplinas práticas de Física são ministradas em quatro laboratórios que têm, no total, capacidade para atender a 100 aluno(a)s simultaneamente. O Laboratório I, para as disciplinas Laboratório de Ciências e Laboratório de Física I, cursadas pelo(a)s aluno(a)s do curso de

Telecomunicações, tem uma área de 138 m<sup>2</sup> e capacidade prevista para 50 aluno(a)s. As disciplinas práticas de Química são ministradas em quatro Laboratórios que têm, no total, capacidade para atender a 100 alunos simultaneamente. O Laboratório II, usado para as disciplinas Laboratório de Ciências e Laboratório de Química, tem uma área de 130 m<sup>2</sup> e uma capacidade prevista para 50 aluno(a)s.

Na Faculdade de Engenharia, os laboratórios utilizados pelos cursos de Engenharia Elétrica – Telecomunicações, sejam em disciplinas obrigatórias ou eletivas estão listados na tabela 6.1. Os custos declarados foram utilizados no âmbito do Projeto Reuni (2009).

| Nome do Laboratório                    | Área (m <sup>2</sup> ) | Custo (R\$)      |
|----------------------------------------|------------------------|------------------|
| Automação Industrial                   | 200                    | 1.200.000,00     |
| Controle                               | 120                    | 800.000,00       |
| Eficiência Energética                  | 60                     | 611.700,00       |
| Conversão Eletromecânica de Energia    | 120                    | 865.500,00       |
| Eletrônica Básica                      | 100                    | 233.720,00       |
| Sistemas Digitais e Microprocessadores | 70                     | 193.700,00       |
| Projetos Eletrônicos                   | 70                     | 138.500,00       |
| Circuitos Elétricos                    | 100                    | 78.740,00        |
| Máquinas Elétricas                     | 120                    | 97.180,00        |
| Telecomunicações                       | 100                    | 320.000,00       |
| Computação                             | 100                    | 100.000,00       |
| <b>CUSTO TOTAL</b>                     |                        | <b>4.639.040</b> |

**Tabela 6.1:** Laboratórios da Engenharia Elétrica.

Foram adquiridos vários equipamentos de medidas e kits educacionais para os laboratórios. Além dos laboratórios listados na Tabela 6.1, a Faculdade de Engenharia dispõe dos seguintes laboratórios:

- Controle de Processos.
- Solar Fotovoltaico (LABSOLAR) (1000 m<sup>2</sup>).
- Ambiente de Sistemas Motrizes/LEENER.

Os laboratórios a seguir atendem aos cursos de graduação e pós-graduação em Engenharia Elétrica:

- Laboratório de Eletrônica (LABEL).
- Núcleo de Automação e Eletrônica de Potência (NAEP).
- Núcleo de Iluminação Moderna (NIMO).
- Processamento de Sinais e Telecomunicações (LAPTEL).
- Sistemas de Potência (LABSPOT).

O LEENER conta atualmente com quatro ambientes incluindo sala de aula, estudo e pesquisa, desenvolvimento e almoxarifado, somando aproximadamente 165 m<sup>2</sup>, com 18 estações de trabalho ativas. O LABSPOT possui duas unidades. A primeira está localizada no prédio do PPEE e é composta por três salas e 40 estações de trabalho. A segunda unidade situa-se na sala 4176 do antigo prédio da unidade.

Falando especificamente do LTA (Laboratório de Telecomunicações Aplicada), laboratório utilizado nas disciplinas de graduação, foram adquiridos no ano de 2012 vários equipamentos cujos valores totalizaram aproximadamente um milhão de reais (Edital 255/2012, UASG:153061). São equipamentos de medidas e kits educacionais que são utilizados nas atividades práticas em sala de aula e principalmente no laboratório do curso de Telecomunicações. Importante ressaltar que o(a)s professore(a)s do curso constantemente são contemplados em editais de fomento FAPEMIG que ajudam a injetar recurso para compra de equipamentos e materiais de consumo para manter o laboratório funcionando tanto em práticas de ensino como para o desenvolvimento de pesquisas.

#### **6.4. Infraestrutura de salas de aula**

Nos quatro primeiros períodos do curso de Engenharia Elétrica - Energia, o(a)s aluno(a)s utilizam, predominantemente, as salas de aula do Instituto de Ciências Exatas (terceira Plataforma do Campus da UFJF), onde cursam as disciplinas teóricas e práticas dos Departamentos de Matemática,

Física, Química, Estatística e Ciências da Computação. A partir do quinto período do curso de Telecomunicações, o(a)s aluno(a)s passam a cursar disciplinas ministradas na Faculdade de Engenharia, no prédio denominado Engenheiro Itamar Franco, inaugurado no ano de 2011 e localizado na quarta plataforma do Campus Universitário. As aulas são ministradas nos períodos diurno e noturno. As salas de aula têm aproximadamente 90 m<sup>2</sup> e capacidade para 70 aluno(a)s. As 70 cadeiras universitárias de cada sala estão distribuídas em 7 fileiras em nível de 10 cadeiras cada.

Mais especificamente, o(a)s professore(a)s dos cursos de Engenharia Elétrica utilizam as salas de números: 5101, 5102, 5109, 5110, 5133, 5134, 5201, 5202, 5205, 5214, 5218, todas situadas no prédio Engenheiro Itamar Franco.

Todas as salas do prédio Engenheiro Itamar Franco listadas anteriormente são equipadas com computador e projetor multimídia para utilização pelo(a)s professore(a)s durante as aulas. Além dos equipamentos anteriores, as salas de aula contam com quadro, ventiladores, cadeiras universitárias e mesa para o(a) professor(a), numa estrutura arejada adequada para as atividades de ensino. A maioria das salas possui tablado. As portas de acesso às salas têm abertura para fora, em conformidade com os requisitos de segurança para ambientes de acesso público.

Os oito auditórios da Faculdade de Engenharia, listados no Item 4.1 deste Projeto Pedagógico, contam com recursos multimídia de uso compartilhado entre os cursos da faculdade e comportam aulas regulares ou eventuais de acordo com a demanda e necessidades especiais.

## **6.5. Apoio Acadêmico aos Docentes**

Alguns projetos preveem a disponibilização de bolsas de mestrado e doutorado para aluno(a)s da pós-graduação que irão atuar como tutor(a)s em disciplinas estratégicas dos cursos de graduação em Engenharia Elétrica.

Todo(a)s o(a)s bolsistas de pós-graduação da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) participam do programa de estágio em docência, atuando em disciplinas da graduação com supervisão de professore(a)s efetivo(a)s. Este programa, além de propiciar aos/às discentes da graduação um primeiro contato com a docência no ensino superior, aumenta ainda mais a cooperação entre os programas de pós-graduação e as graduações.

Adicionalmente, o(a)s docentes que se afastarem para oportunidades de capacitação poderão ser substituído(a)s por professore(a)s substituto(a)s, que serão selecionados mediante a concurso público simplificado, com editais próprios publicados pela UFJF.

## **6.6. Programas de monitoria**

O Programa de Monitoria tem por objetivo despertar no(a) aluno(a) a vocação pela carreira do magistério e assegurar a cooperação entre corpos discente e docente, através da participação em projetos de ensino apresentados pelos Departamentos e aprovados pela Coordenação de Programas de Graduação – PROGRAD.

Podem participar do Programa o(a)s aluno(a)s que atendam aos seguintes requisitos:

- Aprovação na(s) disciplina(s) objeto da Monitoria;
- Aprovação em processo seletivo;
- Disponibilidade horária de 6 ou 12 horas semanais, conforme o regime de trabalho que for aprovado pela Unidade Acadêmica.

Maiores informações como editais, regulamentos e normas, além dos projetos e resultados dos programas podem ser obtidos na página da Coordenação de Políticas de Currículo e Ensino de Graduação, setor Gerência de Bolsas, através do endereço eletrônico <http://www2.ufjf.br/coordprograd/monitoria/monitoria>.

## **6.7. Programas de Treinamento Profissional (TP)**

O/A bolsista de treinamento profissional auxilia professores e técnico-administrativos da UFJF em atividades ligadas a algum setor ou projeto específico da Universidade. Por exemplo, na confecção de sites e atendimento aos/às estudantes e comunidade através da Central de Atendimento. São 12 horas semanais de dedicação, com a remuneração conforme cada edital. A orientação do(a) aluno(a) é feita por um(a) professor(a) ou profissional da área. A bolsa tem duração de dois semestres letivos, podendo ser prorrogada por mais dois. Os editais são abertos no início de cada semestre. Maiores informações podem ser obtidas através do endereço eletrônico:

<https://www.ufjf.br/prograd/bolsas/treinamentoprofissional>.

## 7. Curricularização da Extensão

Este Capítulo apresenta as definições, normas e estratégias do curso para a **Curricularização da Extensão**.

A Extensão Universitária possibilita a integração do ensino e pesquisa com a sociedade, articulando a universidade com os diversos segmentos sociais, quer sejam públicos ou privados, e é indissociável das atividades de Ensino e Pesquisa, conforme o artigo 207 da Constituição da República Federativa do Brasil, bem como a Lei no 9.394/1996 (Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional).

De acordo com I Fórum de Pró-Reitores de Extensão das Universidades Públicas Brasileiras, realizado em 1987, entende-se como Extensão Universitária o *“Processo educativo, cultural e científico, articulado de forma indissociável ao ensino e à pesquisa e que viabiliza uma relação transformadora entre Universidade e Sociedade”*.

Neste processo, a comunidade acadêmica leva conhecimentos e/ou assistência à sociedade, e recebe dela influxos positivos, aprendendo com a prestação de serviços e com o ganho de conhecimentos relativos às reais necessidades e anseios da população. Dessa forma há uma troca de saberes, possibilitando assim a participação efetiva do público externo nas questões da Universidade e no resultado de sua produção.

Outro fator importante é que a extensão, ao aproximar a universidade da comunidade externa, ajuda a desmistificar e a divulgar a atividade das instituições de ensino superior promovendo seu papel na formação de recursos humanos, na produção científica fomentando o interesse de toda a sociedade em fazer parte do mundo acadêmico.

Seguindo as diretrizes do Plano Nacional de Extensão, formuladas em conjunto pelas universidades públicas, a Extensão UFJF trabalha com a articulação e coordenação das atividades de extensão

universitária dos diversos setores da Universidade, em suas mais variadas formas de ação: programas, projetos, eventos, cursos e prestação de serviços. Mais informações sobre as ações de extensões já implementadas pela universidade antes da curricularização da extensão podem ser encontradas em: <https://www2.ufjf.br/proex/institucional/extensao-universitaria/>

A Resolução do CNE/CES estabelece que *“as atividades de extensão devem compor, no mínimo, 10% (dez por cento) do total da carga horária curricular estudantil dos cursos de graduação, as quais deverão fazer parte da matriz curricular dos cursos”*, e instrui o INEP a considerar, para efeitos de autorização e reconhecimento de cursos, (i) o cumprimento dos 10% de carga horária mínima dedicada à extensão, (ii) a articulação entre atividades de extensão, ensino e pesquisa, (iii) o(a)s docentes responsáveis pela orientação das atividades de extensão nos cursos de graduação.

Na Universidade Federal de Juiz de Fora, a Resolução no 75/2022 do Conselho Setorial de Graduação (CONGRAD) aprova as diretrizes de inserção da extensão nos currículos de Graduação, além de regulamentar as Atividades Curriculares de Extensão (ACE) e suas modalidades nos Projetos Pedagógicos dos Cursos de graduação (PPC).

Em seu artigo 3º é definida a **Atividade Curricular de Extensão (ACE)**, o componente curricular que é parte integrante dos Projetos Pedagógicos dos Cursos (PPC), tendo como objetivos:

- I - propiciar a participação ativa e o protagonismo do(a)s discentes na realização das ações previstas;
- II - estimular a ampliação da inserção de docentes e técnico(a)-administrativo(a)s com formação de nível superior em educação na coordenação de ações que visem à formação humanista e cidadã d(a)s discentes e à produção do conhecimento de forma interprofissional e interdisciplinar;
- III - desenvolver atividades de caráter técnico-operativo que atendam às questões provenientes da comunidade externa ou àquelas consideradas importantes a serem levadas à comunidade, de forma a ampliar as possibilidades de relação entre a UFJF e os segmentos sociais envolvidos.

As ACE podem ser desenvolvidas sob a forma de Programas, Projetos, Cursos e Oficinas, Eventos, e Prestação de Serviços. Além destes, as seguintes estratégias podem ser utilizadas para fins de equivalência as disciplinas extensionistas e programas especiais com interface extensionista.

As **Disciplinas Extensionistas** são atividades acadêmicas de extensão, com conteúdo programático composto por objetivos e resultados esperados, metodologia e avaliação próprias à atividade extensionista, colocados em plano específico, a ser desenvolvida em um período letivo, de acordo com a quantidade de horas propostas.

O curso de Engenharia Elétrica – Telecomunicações possui duas disciplinas extensionistas com caráter obrigatório (120 hs – 8 créditos), são elas:

- **Telefonia Digital** – Disciplina de 4 créditos extensionista, onde o(a) discente irá atuar na análise de viabilidade técnica e financeira de implantação de redes de comunicação e telefonia, realizando a prospecção de interessados (pessoas físicas, comércio, empresas, entidades governamentais ou não), análise prévia de demanda por comunicação, análise de demanda por telefonia, análise de possível plano de telefonia atual com proposta de melhoria ou adequação em plano de telefonia apresentando como produto final a entrega de relatório para os interessados.
- **Projetos Extensionistas em Sistemas Eletrônicos** – Disciplina de 4 créditos extensionista, onde o(a) discente irá desenvolver competências específicas na área de Sistemas Eletrônicos e apresentará à comunidade soluções desenvolvidas no âmbito do curso de graduação, que possam gerar impactos positivos, tanto para o público especializado como para a população em geral.

Importante ressaltar que os outros cursos de Engenharia Elétrica em seus PPCs implementaram disciplinas extensionistas em seus eixos formativos que podem ser cursadas em caráter não obrigatório para integralizar o mínimo de 250 hs restantes em atividades extensionsitas. Estas disciplinas são listadas abaixo e suas ementas são disponibilizadas no anexo C.3 deste PPC.

Os **Programas Especiais com Interface Extensionista** são o conjunto de atividades acadêmicas de caráter teórico-prática, com intervenção junto à comunidade externa, desenvolvido por meio dos programas de graduação que envolvem um processo de formação integral (Monitoria, desde que relacionada à disciplina com caráter extensionista, Programa ou Grupo de Educação Tutorial, Programa de Iniciação à Docência, Programas de Iniciação Artística, Programas de Iniciação Científica, Programas de Inovação, desde que em atividades especificamente extensionistas), propiciando uma compreensão abrangente e aprofundada de sua área de estudos.

O/A discente do curso de Engenharia Elétrica - Telecomunicações **ao cumprir as 250 Hs flexíveis em atividades de extensão** terá a liberdade de definir quais e quantas atividades de extensão participar, sendo responsável ativo(a) pelo seu desenvolvimento e pela construção do seu perfil profissional tal qual preconiza as novas DCNs publicadas na resolução CNE nº 2 de 2019.

A Comissão de Acompanhamento das Atividades Curriculares de Extensão - CAEX definirá, fundamentada no PPC e na política institucional de extensão da UFJF, os critérios para aceitação de atividades extensionistas desenvolvidas em outras Unidades Acadêmicas e Instituições de Ensino no Brasil e no exterior, bem como o percentual mínimo e máximo de carga horária passível de ser computada para fim de integralização de cada ACE nos respectivos PPC.

As atividades de extensão realizadas em outras instituições no Brasil ou no Exterior podem ser solicitadas pelo(a) discente para fins de aproveitamento, até o máximo de 250 horas.

## 8. Avaliação do Projeto Pedagógico do Curso (PPC)

### 8.1. Processo de Avaliação - Premissas Básicas

A avaliação de uma instituição educativa tem como função a produção de conhecimento que subsidie o aperfeiçoamento de práticas e favoreça a construção e consolidação de um sentido comum de universidade. Possibilita também que a comunidade universitária tome consciência do projeto pedagógico desenvolvido em seu cotidiano e tome decisões que venham reafirmar sua identidade social. Dentro deste contexto, as diretrizes para curricularização da extensão nos cursos de ensino superior em território nacional é uma nova regulação que tende a aproximar a universidade da comunidade externa visando além de difundir mais o trabalho da universidade para a comunidade, impactar e ser impactada pela mesma.

Para tanto, o Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior (SINAES - Lei 10861/04) propõe, integrada à Autoavaliação Institucional, o desenvolvimento da Avaliação de Curso, com o propósito de mensurar *“a qualidade do curso no contexto da realidade institucional no sentido de formar cidadãos conscientes e profissionais responsáveis e capazes de realizar transformações sociais”* [8].

A Avaliação de Curso deverá ter como objetivos o aperfeiçoamento contínuo da qualidade acadêmica, a melhoria do planejamento e da gestão universitária e a prestação de contas à sociedade. Estará voltada para a melhoria e a transformação do curso, preocupando-se com a qualidade de seus processos internos. Caracteriza-se como um processo contínuo e aberto, mediante o qual todos os setores do curso, e as pessoas que os compõem participam de um repensar que inclui os objetivos, os modos de atuação e os resultados de suas atividades, constituindo-se em ferramenta para o planejamento da gestão e do desenvolvimento do curso.

Um processo de avaliação deve estar baseado em algumas premissas, dentre as quais podem ser destacadas:

- A identidade ético-política do curso que se expressa, particularmente, na formação de seus/suas aluno(a)s e no que ele prioriza. Nesta perspectiva, será assumido um compromisso de desenvolver um processo de produção de conhecimento que possibilite atuar na sociedade, compreendendo e levando a efeito seu papel social transformador. A avaliação implica, portanto, antes de tudo, pensar o curso como uma unidade que se constrói no inter-relacionamento de suas ações;
- O papel que o curso desempenha, na qualidade de promotor do desenvolvimento socioeconômico e tecnológico;
- Os esforços institucionais para tornar acessível à sociedade os conhecimentos que produz e para elevar as habilidades e competências dos que nele ingressam;
- Os valores éticos-políticos e educacionais que o Curso promove ou estimula (por exemplo, convivência na diversidade de pensamento, solidariedade, justiça social, preservação do meio-ambiente), tanto na sua estrutura e dinâmica organizacional, quanto no cotidiano do seu fazer acadêmico e de implementação do projeto pedagógico;
- A formação de profissionais que atendam às necessidades da sociedade.

O compromisso do curso pode ser visto como o de desenvolver um processo de produção de conhecimento que possibilite ao sujeito atuar na sociedade, compreendendo e levando a efeito seu papel social transformador. Neste sentido, é necessário destacar que por produção do conhecimento entende-se o significado da sua produção intelectual e científica, de modo a fazer avançar a construção do conhecimento e a transformação da sociedade, ressaltando-se:

- os valores incorporados, onde se pode destacar a busca da inovação e da construção de novos conhecimentos científico-tecnológicos, atitude crítica e reflexiva, constância na qualificação pessoal e institucional, de modo a responder às diferentes demandas sociais;
- a formação, qualificação, reconhecimento acadêmico de seu corpo docente e os recursos disponibilizados para as respectivas atividades;
- a formação técnico-científica que promove e faz referências ao conhecimento universal mais recente da área do curso;

- a habilitação do formado para o exercício pleno da profissão

No processamento da avaliação, esses eixos serão considerados, sempre que possível, do ponto de vista do mérito, de marcadores e/ou de indicadores que expressem sua grandeza quantitativa em séries históricas, passíveis de comparação e acompanhamento, além de considerações sobre a sua relevância e/ou pertinência para o contexto social em que se inserem e para a produção do conhecimento.

Também é importante avaliar as questões relativas à estrutura e funcionamento da instituição que facilitam, dificultam e/ou impedem o desenvolvimento harmonioso de melhores relações entre o curso e a sociedade, e com a produção do conhecimento. Para a análise dessas categorias, o CONAES/INEP (Comissão Nacional de Avaliação do Ensino Superior) define um conjunto de indicadores e critérios que podem ser integrados em uma proposta metodológica de Avaliação de Curso que atenda as especificidades de cada curso e os princípios gerais da UFJF, definidos em seu Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI) e Projeto Pedagógico Institucional (PPI).

Por fim, o Núcleo Docente Estruturante (NDE) do Curso de Engenharia Elétrica – Telecomunicações se reúne de forma periódica para discutir melhorias e propor alterações curriculares que são compartilhadas entre os membros do corpo docente e entre a comunidade acadêmica do curso. Muitas das alterações implementadas neste PPC são reflexo destas discussões, levando em conta aspectos da modernização do setor de Telecomunicações, das competências e necessidades que empresas que atuam na área reportam, nas demandas que o(a)s egresso(a)s do curso apresentaram em pesquisas realizadas pela coordenação de curso e das habilidades e conhecimentos que os programas de pós-graduação demandam para formação de futuro(a)s pesquisadore(a)s do setor de Telecomunicações.

## **8.2. Comissão Própria de Avaliação de Curso (CPAC) - Engenharia Elétrica – Telecomunicações.**

Amparado pela resolução nº 8 de 31 de maio de 2012 do Conselho Superior da UFJF e atendendo ao artigo 6º inciso VIII da resolução CNE/CES de abril de 2019 que estabeleceu as novas DCNs dos cursos de Engenharia em território nacional, foi publicada em 8 de dezembro de 2022 as normas que estabelecem a composição da Comissão Própria de Avaliação do Curso (CPAC) do curso de Engenharia Elétrica – Telecomunicações. Esta norma segue no anexo D do PPC do curso.

A CPAC é autônoma, possui participação discente e tem a tarefa de avaliar periodicamente o PPC e os aspectos de sua execução utilizando informações disponíveis, coletadas ativamente pela comissão ou resultantes de procedimentos externos à instituição, como os mecanismos de avaliação que integram as ações do CONAES/INEP. Estes procedimentos devem funcionar como subsídio ao Núcleo Docente Estruturante e ao Colegiado do Curso visando a correta implantação e/ou ao aprimoramento do PPC do Curso, em face as mudanças radicais propostas nas novas DCNs e na curricularização das atividades extensionistas que alteram de forma significativa o programa tradicional do curso que normalmente seria acompanhado pelo NDE.

Os pareceres e relatórios elaborados pela CPAC deverão ser amplamente divulgados e discutidos com toda a comunidade envolvida, propiciando um espaço de discussão e reflexão que permita ao curso aperfeiçoar seu PPC incluindo as práticas e procedimentos pedagógicos e de gestão associadas.

## Bibliografia

- [1] “O mercado de trabalho e a formação dos engenheiros no Brasil” [recurso eletrônico] / Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos e Sindicato dos Engenheiros no Estado do Paraná. 1. ed. Rio de Janeiro : FISENGE, 2019.
- [2] G. ELMÔR FILHO, L. Sauer, N. Almeida, and V. VILLAS-BOAS, Uma nova sala de aula é possível: aprendizagem ativa na educação em engenharia. Rio de Janeiro: LTC, 2019.
- [3] R. GUDWIN. (2018) P´agina pessoal do professor ricardo gudwin. online. [Online]. Disponível: <https://faculty.dca.fee.unicamp.br/gudwin/activelearning>.
- [4] W. VEEN and B. VRAKKING, Homo Zappiens: educando na era digital. Artmed Editora, 2009.
- [5] P. C. WANKAT, The effective, efficient professor: Teaching, scholarship, and service. Allyn and Bacon Boston, 2002.
- [6] D. A. CHRISTAKIS, F. J. ZIMMERMAN, D. L. Di GIUSEPPE, and C. A. MACCARTY, “Early television exposure and subsequent attentional problems in children”, Pediatrics, vol. 113, no. 4, pp. 708–713, 2004.
- [7] M.-Z. POH, N. C. SWENSON, and R. W. PICARD, “A wearable sensor for unobtrusive, long-term assessment of electrodermal activity”, IEEE Transactions on Biomedical Engineering, vol. 57, no. 5, pp. 1243–1252, 2010.
- [8] “Instrumento de avaliação de cursos de graduação” Comissão Nacional de Avaliação da Educação Superior. (CONAES)/ Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais AnísioTeixeira (INEP), 2019, p.10.

## **Apêndice A – Competências do Profissional segundo CREA/CONFEA e Diretrizes Curriculares Nacionais**

### **A.1 – Competências gerais do Engenheiro segundo as DCN's**

A Resolução nº 2 de 24 de abril de 2019 institui as mais recentes Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de graduação em Engenharia. Em seu Capítulo II, são apresentados as principais competências gerais e perfil do(a) egresso(a). A citar:

Art. 3º O perfil do egresso do curso de graduação em Engenharia deve compreender, entre outras, as seguintes características:

- I - ter visão holística e humanista, ser crítico, reflexivo, criativo, cooperativo e ético e com forte formação técnica;
- II - estar apto a pesquisar, desenvolver, adaptar e utilizar novas tecnologias, com atuação inovadora e empreendedora;
- III - ser capaz de reconhecer as necessidades dos usuários, formular, analisar e resolver, de forma criativa, os problemas de Engenharia;
- IV - adotar perspectivas multidisciplinares e transdisciplinares em sua prática;
- V - considerar os aspectos globais, políticos, econômicos, sociais, ambientais, culturais e de segurança e saúde no trabalho;
- VI - atuar com isenção e comprometimento com a responsabilidade social e com o desenvolvimento sustentável.

Art. 4º O curso de graduação em Engenharia deve proporcionar aos seus egressos, ao longo da formação, as seguintes competências gerais:

- I - formular e conceber soluções desejáveis de engenharia, analisando e compreendendo os usuários dessas soluções e seu contexto:
  - a) ser capaz de utilizar técnicas adequadas de observação, compreensão, registro e análise das necessidades dos usuários e de seus contextos sociais, culturais, legais, ambientais e econômicos;

b) formular, de maneira ampla e sistêmica, questões de engenharia, considerando o usuário e seu contexto, concebendo soluções criativas, bem como o uso de técnicas adequadas;

II - analisar e compreender os fenômenos físicos e químicos por meio de modelos simbólicos, físicos e outros, verificados e validados por experimentação:

a) ser capaz de modelar os fenômenos, os sistemas físicos e químicos, utilizando as ferramentas matemáticas, estatísticas, computacionais e de simulação, entre outras.

b) prever os resultados dos sistemas por meio dos modelos;

c) conceber experimentos que gerem resultados reais para o comportamento dos fenômenos e sistemas em estudo.

d) verificar e validar os modelos por meio de técnicas adequadas;

III - conceber, projetar e analisar sistemas, produtos (bens e serviços), componentes ou processos:

a) ser capaz de conceber e projetar soluções criativas, desejáveis e viáveis, técnica e economicamente, nos contextos em que serão aplicadas;

b) projetar e determinar os parâmetros construtivos e operacionais para as soluções de Engenharia;

c) aplicar conceitos de gestão para planejar, supervisionar, elaborar e coordenar projetos e serviços de Engenharia;

IV - implantar, supervisionar e controlar as soluções de Engenharia:

a) ser capaz de aplicar os conceitos de gestão para planejar, supervisionar, elaborar e coordenar a implantação das soluções de Engenharia.

b) estar apto a gerir, tanto a força de trabalho quanto os recursos físicos, no que diz respeito aos materiais e à informação;

c) desenvolver sensibilidade global nas organizações;

d) projetar e desenvolver novas estruturas empreendedoras e soluções inovadoras para os problemas;

e) realizar a avaliação crítico-reflexiva dos impactos das soluções de Engenharia nos contextos social, legal, econômico e ambiental;

V - comunicar-se eficazmente nas formas escrita, oral e gráfica:

a) ser capaz de expressar-se adequadamente, seja na língua pátria ou em idioma diferente do Português, inclusive por meio do uso consistente das tecnologias digitais de informação e comunicação (TDICs), mantendo-se sempre atualizado em termos de métodos e tecnologias disponíveis;

VI - trabalhar e liderar equipes multidisciplinares: a) ser capaz de interagir com as diferentes culturas, mediante o trabalho em equipes presenciais ou a distância, de modo que facilite a construção coletiva;

b) atuar, de forma colaborativa, ética e profissional em equipes multidisciplinares, tanto localmente quanto em rede;

c) gerenciar projetos e liderar, de forma proativa e colaborativa, definindo as estratégias e construindo o consenso nos grupos;

d) reconhecer e conviver com as diferenças socioculturais nos mais diversos níveis em todos os contextos em que atua (globais/locais);

e) preparar-se para liderar empreendimentos em todos os seus aspectos de produção, de finanças, de pessoal e de mercado;

VII - conhecer e aplicar com ética a legislação e os atos normativos no âmbito do exercício da profissão:

a) ser capaz de compreender a legislação, a ética e a responsabilidade profissional e avaliar os impactos das atividades de Engenharia na sociedade e no meio ambiente.

b) atuar sempre respeitando a legislação, e com ética em todas as atividades, zelando para que isto ocorra também no contexto em que estiver atuando; e

VIII - aprender de forma autônoma e lidar com situações e contextos complexos, atualizando-se em relação aos avanços da ciência, da tecnologia e aos desafios da inovação: a) ser capaz de assumir atitude investigativa e autônoma, com vistas à aprendizagem contínua, à produção de novos conhecimentos e ao desenvolvimento de novas tecnologias.

b) aprender a aprender.

Parágrafo único. Além das competências gerais, devem ser agregadas as competências específicas de acordo com a habilitação ou com a ênfase do curso.

## **A.2 – Competências Específicas do(a) Egresso(a)**

As mais recentes Diretrizes Curriculares Nacionais ponderam sobre as competências específicas:

Parágrafo único. Além das competências gerais, devem ser agregadas as competências específicas de acordo com a habilitação ou com a ênfase do curso.

Art. 5º O desenvolvimento do perfil e das competências, estabelecidas para o egresso do curso de graduação em Engenharia, visam à atuação em campos da área e correlatos, em conformidade com o estabelecido no Projeto Pedagógico do Curso (PPC), podendo compreender uma ou mais das seguintes áreas de atuação:

- I - atuação em todo o ciclo de vida e contexto do projeto de produtos (bens e serviços) e de seus componentes, sistemas e processos produtivos, inclusive inovando-os;
- II - atuação em todo o ciclo de vida e contexto de empreendimentos, inclusive na sua gestão e manutenção; e
- III - atuação na formação e atualização de futuros engenheiros e profissionais envolvidos em projetos de produtos (bens e serviços) e empreendimentos.

## **A.3 – Competências do(a) Engenheiro(a) Eletricista – CREA/CONFEA**

Atualmente, a profissão de engenheiro(a) eletricista é regida pelas seguintes resoluções e decretos: Resoluções Confea n.º 1.073/2016, concedendo-se parcialmente atribuições dos artigos 8º e 9º da Resolução do Confea n.º 218/1973, acrescidas das atribuições do art. sétimo da Lei n.º 5.194/1966, e do artigo 33 do Decreto nº 23.569/1933 de forma integral.

A resolução nº 218, de 29 de junho de 1973, em seus artigos 1º, 8º e 9º, visa discriminar as atividades e competências profissionais do engenheiro eletricista como segue:

Art. 1º - Para efeito de fiscalização do exercício profissional correspondente às diferentes modalidades da Engenharia, Arquitetura e Agronomia em nível superior e em nível médio, ficam designadas as seguintes atividades:

Atividade 01 - Supervisão, coordenação e orientação técnica;

Atividade 02 - Estudo, planejamento, projeto e especificação;

Atividade 03 - Estudo de viabilidade técnico-econômica;

Atividade 04 - Assistência, assessoria e consultoria;

Atividade 05 - Direção de obra e serviço técnico;

Atividade 06 - Vistoria, perícia, avaliação, arbitramento, laudo e parecer técnico;

Atividade 07 - Desempenho de cargo e função técnica;

Atividade 08 - Ensino, pesquisa, análise, experimentação, ensaio e divulgação técnica; extensão;

Atividade 09 - Elaboração de orçamento;

Atividade 10 - Padronização, mensuração e controle de qualidade;

Atividade 11 - Execução de obra e serviço técnico;

Atividade 12 - Fiscalização de obra e serviço técnico;

Atividade 13 - Produção técnica e especializada;

Atividade 14 - Condução de trabalho técnico;

Atividade 15 - Condução de equipe de instalação, montagem, operação, reparo ou manutenção;

Atividade 16 - Execução de instalação, montagem e reparo;

Atividade 17 - Operação e manutenção de equipamento e instalação;

Atividade 18 - Execução de desenho técnico.

Art. 8º - Compete ao ENGENHEIRO ELETRICISTA ou ao ENGENHEIRO ELETRICISTA, MODALIDADE ELETROTÉCNICA:

I - o desempenho das atividades 01 a 18 do artigo 1º desta Resolução, referentes à geração, transmissão, distribuição e utilização da energia elétrica; equipamentos, materiais e máquinas elétricas; sistemas de medição e controle elétricos; seus serviços afins e correlatos.

Art. 9º - Compete ao ENGENHEIRO ELETRÔNICO ou ao ENGENHEIRO ELETRICISTA, MODALIDADE ELETRÔNICA ou ao ENGENHEIRO DE COMUNICAÇÃO:

I - o desempenho das atividades 01 a 18 do artigo 1º desta Resolução, referentes a materiais elétricos e eletrônicos; equipamentos eletrônicos em geral; sistemas de comunicação e telecomunicações; sistemas de medição e controle elétrico e eletrônico; seus serviços afins e correlatos.

## Apêndice B – REGIMENTO CAEX

### UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA FACULDADE DE ENGENHARIA

#### **Regimento da Comissão de Acompanhamento das Atividades Curriculares de Extensão (CAEX) do Curso de Graduação da UFJF em Engenharia Elétrica – Telecomunicações.**

O Colegiado do Curso de Engenharia Elétrica – Telecomunicações da Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Juiz de Fora, no uso de suas atribuições legais e regimentais, considerando a Resolução N° 75/2022 de 12 de julho de 2022 do Conselho Setorial de Graduação, disposto no artigo 5º,

#### **R E S O L V E:**

**Art. 1º.** Instituir e normatizar a **Comissão de Acompanhamento das Atividades Curriculares de Extensão (CAEX)** do Curso de Graduação em Engenharia Elétrica - Telecomunicações.

**Art. 2º.** A CAEX constitui órgão suplementar da estrutura da Coordenação do Curso de Graduação da UFJF em Engenharia Elétrica - Telecomunicações.

**Art. 3º.** São atribuições da CAEX:

- I. Analisar a oferta das atividades de extensão e o percurso dos(as) discentes na integralização das Atividades Curriculares de Extensão (ACE) previstas no PPC.
- II. Atendimento ao Art. 6º da Resolução N° 75/2022 CONGRAD – no qual as ACE serão registradas no Sistema Integrado de Gestão Acadêmica (SIGA), para fins de registro no Histórico Escolar dos(as) discentes de graduação, após a validação da CAEX, quando necessário.
- III. Atuar como elemento articulador entre a Pró-Reitoria de Extensão e o curso;
- IV. Atendimento ao Art. 9º, §4º, da Resolução N° 75/2022 CONGRAD – no qual diz que as ACE desenvolvidas como disciplinas devem estar vinculadas a um programa ou projeto previamente aprovado pela Pró-Reitoria de Extensão PROEX, ser avaliadas previamente pela CAEX, registradas em Plano Departamental e encaminhadas para registro junto à PROEX a cada novo oferecimento.

- V. A CAEX definirá, fundamentada no PPC e na política institucional de extensão da UFJF, os critérios para aceitação de atividades extensionistas desenvolvidas em outras Unidades Acadêmicas e Instituições de Ensino no Brasil e no exterior, bem como o percentual mínimo e máximo de carga horária passível de ser computada para fim de integralização de cada ACE nos respectivos PPC.
- VI. Assessorar docentes, técnicos-administrativos em educação e discentes na elaboração e encaminhamento dos programas, projetos, cursos, eventos e prestações de serviços de extensão;
- VII. Definir, fundamentada no PPC e na política institucional de extensão da UFJF, os critérios para aceitação de atividades extensionistas desenvolvidas em outras Unidades Acadêmicas e Instituições de Ensino no Brasil e no exterior, bem como o percentual mínimo e máximo de carga horária passível de ser computada para fim de integralização de cada ACE nos respectivos PPC;
- VIII. Propor ao NDE e ao Colegiado de Curso de Graduação, eventuais alterações no projeto pedagógico que possam aprimorar o processo de integralização curricular das ACE oferecidas de forma presencial ou à distância.
- IX. Fornecer à PROEX e à Pró-Reitoria de Graduação (PROGRAD), quando solicitado, informações acerca das ACE desenvolvidas pelo curso.

**Art. 4º.** A CAEX será composta por 5 (cinco) membros, com mandato de 3 anos:

- I. 1 representante do curso de Engenharia Elétrica – Telecomunicações;
- II. 1 representante do curso de Engenharia Elétrica – Sistemas de Potência;
- III. 1 representante do curso de Engenharia Elétrica – Sistemas Eletrônicos;
- IV. 1 representante do curso de Engenharia Elétrica – Robótica e Automação Industrial;
- V. 1 representante do curso de Engenharia Elétrica – Energia.

§1º Os membros a que se refere este artigo serão substituídos por membros suplentes, escolhidos pelo mesmo processo dos titulares.

§2º A estrita função de membro da CAEX não será remunerada, considerando-se relevante serviço público.

**Art. 5º.** A CAEX elegerá, entre seus membros, seu presidente, ao qual compete:

- I. convocar e organizar as reuniões;
- II. orientar, fiscalizar e coordenar o seu funcionamento;
- III. representar a CAEX no Fórum das CAEX, coordenado pela PROEX, bem como nas diversas instâncias universitárias.

**Art. 6º.** As reuniões da CAEX deverão ser convocadas formalmente pelo seu presidente ou pela maioria dos seus membros, por escrito, com antecedência mínima de dois dias úteis e definição da data, hora, local e pauta, e serão realizadas com a presença de pelo menos metade dos seus membros.

§ 1º. As decisões da CAEX serão tomadas por maioria simples dos presentes.

**§ 2º.** As atas das reuniões deverão ser redigidas, lidas e submetidas à aprovação ao final das próprias reuniões a que se referem.

**§ 3º.** As atas das reuniões deverão ser publicadas em meio eletrônico até 24 horas após o término da reunião.

**Art. 7º.** Os casos omissos serão resolvidos pelo Conselho de Unidade da Faculdade de Engenharia da UFJF e em grau de recurso, conforme previsto no artigo 10 do Regimento Geral da UFJF.

**Art. 8º.** Esta Resolução entra em vigor na data de sua aprovação pelo Colegiado do Curso de Engenharia Elétrica – Telecomunicações da Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Juiz de Fora, 17 de novembro de 2022.

**Prof. Thiago Vieira Nogueira Coelho**

Presidente do Colegiado de Curso de Engenharia Elétrica -  
Telecomunicações da  
Faculdade de Engenharia da UFJF

## Apêndice C – Ementas e Referências Bibliográficas

Neste Apêndice são apresentadas as ementas de referências bibliográficas de todas as disciplinas obrigatórias, eletivas e extensionistas componentes da Matriz Curricular do curso de Engenharia Elétrica - Telecomunicações.

### C.1 – Disciplinas Obrigatórias

#### C.1.1 – Primeiro Período

##### CEL064 - INTRODUÇÃO À ENGENHARIA ELÉTRICA

###### Ementa:

Fornecer informações básicas preliminares relacionadas ao funcionamento da Universidade Federal de Juiz de Fora, direitos e deveres dos alunos e resoluções internas concernentes à vida estudantil. Informar a respeito das formas de participação acadêmica, iniciação científica, monitoria e treinamento profissional.

Fornecer informações sobre as Relações Étnico-raciais e para o Ensino de História e Cultura Afro-brasileira e Indígena.

Fornecer um panorama geral em relação à profissão do Engenheiro Eletricista, suas áreas de atuação e as ferramentas utilizadas no desenvolvimento da atividade profissional.

###### Conteúdo

O Funcionamento da Universidade Federal de Juiz de Fora.  
Direitos e Deveres do Aluno - Resolução do CEPE.  
Participação Acadêmica - Diretório Acadêmico, Diretório Central dos Estudantes, representação Discente, Monitoria, Iniciação Científica, etc.  
Estrutura Curricular do Curso de Engenharia Elétrica.  
O Profissional da Engenharia Elétrica.  
Projeto de Engenharia e Relatórios Técnicos.  
Ferramentas: Experimentação, Laboratórios, Modelos, Simulação e Otimização. 8. Áreas de Atuação do Engenheiro Eletricista.  
História da Engenharia e da Eletricidade.  
Assuntos atuais: este item poderá ser ministrado através de palestras sobre os mais variados temas. OBS.:  
Por ter caráter interdisciplinar, esta disciplina poderá aproveitar eventos, como a semana da Engenharia, congressos, seminário e visitas técnicas à empresas, como componentes de seu conteúdo programático, e ter seus créditos aproveitados como créditos de Estudo dos Problemas Brasileiros, conforme resolução CEPE.  
Esta disciplina poderá ser apresentada por profissionais de diversas áreas de formação e conhecimento, professores e funcionários da UFJF, professores de outras Instituições de Ensino, etc, na forma de palestras. Se possível, esta disciplina deverá ficar sob a responsabilidade do Coordenador ou do Vice-Coordenador do curso de Engenharia Elétrica, abordando, semanalmente, os temas relacionados na ementa acima.

###### Bibliografia:

MOAVENI, Saeed. Fundamentos de engenharia - uma introdução. São Paulo, Cengage Learning, 2018. MANUAL DO ALUNO DA UFJF.  
NORMATIZAÇÕES DA PROEP E DA

PROAC. RESOLUÇÕES DO CEPE E DA  
PROGRAD.  
UFJF. RAG - REGIMENTO ACADÊMICO DA GRADUAÇÃO DA UFJF. Disponível em  
<https://www.ufjf.br/si/normas-e-regulamentos/rag-2/>  
REVISTAS DE INFORMAÇÃO TÉCNICA.

## **FIS122 - LABORATÓRIO DE INTRODUÇÃO ÀS CIÊNCIAS FÍSICAS**

### **Ementa:**

1. Medidas Físicas
2. Representações de dados experimentais
3. Laboratório e Instrumentos laboratoriais
4. Experimentos e problemas experimentais e teóricos

### **Conteúdo**

1. MEDIDAS FÍSICAS: O que é uma medida física, unidades e sistemas de unidades, conceitos de flutuação de medidas, erros aleatórios e erros sistemáticos.
2. REPRESENTAÇÕES DE DADOS EXPERIMENTAIS: Organização de dados em tabelas e gráficos e procedimentos de linearização de gráficos por substituição de variáveis.
3. LABORATÓRIO E INSTRUMENTOS LABORATORIAIS: Objetivos do laboratório, comportamento e compromissos no laboratório, relatórios, fontes de tensão e corrente, multímetros, dinamômetros, termômetros e outros instrumentos de medida.
4. EXPERIMENTOS E PROBLEMAS EXPERIMENTAIS E TEÓRICOS: Experimentos físicos diversos envolvendo temas da mecânica, eletricidade e magnetismo, Óptica, calor e temperatura.

### **Bibliografia:**

BONAGAMBA, T. J. Laboratório de Ensino: Apostila. São Carlos: [s.n.], v. 1.  
HENNIES, C. E.; GUIMARÃES, W. O. N.; ROVERSI, J. A. Problemas Experimentais em Física. 3ª ed.  
Campinas: Editora da UNICAMP, v. I, 1989.  
LOYD, D. H. Physics Laboratory Manual. 2ª ed. Orlando: Saunders College Publishing, 1997.

### **Bibliografia complementar**

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; KRANE, K. Fundamentos de Física. 8ª ed. [S.I.]: LTC, 1991.  
TIPPLER, P.; MOSKA, G. Física. 6ª ed. [S.I.]: Guanabara Dois, 1995.

## **MAT154 – CÁLCULO I**

### **Ementa:**

1. Números Reais; 2. Funções; 3. Limite de uma Função e Continuidade; 4. Derivada; 5. Aplicações da Derivada.

### **Conteúdo**

1. Números Reais - Conjuntos Numéricos. Desigualdades. Valor Absoluto. Intervalos.
2. Funções - Definição. Gráfico de uma Função. Operações. Funções Especiais (constante, identidade, do 1º grau, módulo, quadrática, polinomial e racional). Funções Pares e Funções Ímpares. Funções Periódicas. Funções Injetoras, Sobrejetoras e Bijetoras. Função Inversa de uma Função Bijetora. Funções Elementares (exponencial, logarítmica, trigonométricas, trigonométricas inversas, hiperbólicas, hiperbólicas inversas).
3. Limite de uma Função e Continuidade - Noção de Limite de uma Função. Definição. Unicidade do Limite. Propriedades dos Limites. Limites Laterais. Cálculo de Limites - Formas Indeterminadas. Limites no Infinito. Limites Infinitos. Propriedades dos Limites no Infinito e Limites Infinitos. Assíntotas. Limites Fundamentais. Continuidade. Propriedades das Funções Contínuas - Teorema do Valor Intermediário.
4. Derivada - A Reta Tangente. Velocidade e Aceleração. A Derivada de uma Função em um Ponto. A Derivada de uma Função. Continuidade de Funções Deriváveis. Regras de Derivação. Derivação de Função Composta (Regra da Cadeia). Derivada da Função Inversa. Derivadas das Funções Elementares (exponencial, logarítmica, exponencial composta, trigonométricas, trigonométricas inversas, hiperbólicas, hiperbólicas inversas). Derivadas Sucessivas. Derivação Implícita.

5. Aplicações da Derivada - Acréscimos e Diferenciais. Taxa de Variação - Taxas Relacionadas. Máximos e Mínimos. Teoremas sobre Derivadas (Teorema de Rolle e Teorema do Valor Médio). Funções Crescentes e Decrescentes. Critérios para determinar os Extremos de uma Função. Concavidade e Pontos de Inflexão. Análise Geral do Comportamento de uma Função. Construção de Gráficos. Problemas de Maximização e Minimização. Regras de L'Hospital. Fórmula de Taylor.

**Bibliografia:**

ANTON, H. Cálculo, um novo horizonte. vol. 1. Porto Alegre: Bookman, 2000.  
FLEMMING, D. M. & GONÇALVES, M. B. Cálculo A. São Paulo: Prentice Hall Brasil, 2006.

## **MAT155 – GEOMETRIA ANALÍTICA E SISTEMAS LINEARES**

**Ementa:**

1. Matrizes e Sistemas Lineares; 2. Inversão de Matrizes e Determinantes; 3. Vetores no Plano e no Espaço; 4. Retas e Planos; 5. Seções Cônicas; 6. Mudança de Coordenadas no Plano.

**Conteúdo**

1. Matrizes e Sistemas Lineares - Matrizes: Operações com Matrizes; Propriedades da Álgebra Matricial. Sistemas de Equações Lineares: Método de GaussJordan; Matrizes Equivalentes por Linhas; Sistemas Lineares Homogêneos.
2. Inversão de Matrizes e Determinantes - Matriz Inversa: Propriedades da Inversa; Método para Inversão de Matrizes. Determinantes: Propriedades do Determinante; Matriz Adjunta e Inversão.
3. Vetores no Plano e no Espaço - Soma de Vetores e Multiplicação por Escalar. Produtos de Vetores: Norma, Produto Escalar e Ângulos; Projeção Ortogonal; Produto Vetorial; Produto Misto.
4. Retas e Planos - Equações do Plano. Equações da Reta. Ângulos. Distâncias. Posições Relativas de Retas e Planos.
5. Seções Cônicas - Cônicas Não Degeneradas: Elipse; Hipérbole; Parábola; Caracterização das Cônicas. Coordenadas Polares e Equações Paramétricas: Cônicas em Coordenadas Polares; Circunferência em Coordenadas Polares; Equações Paramétricas.
6. Mudança de Coordenadas no Plano Rotação e Translação de Eixos.

**Bibliografia:**

ANTON, H. & RORRES, C. Álgebra Linear com Aplicações. Porto Alegre: Bookman, 2001. BOLDRINI, J. L. Álgebra Linear. São Paulo: Harbra, 1986.  
BOULOS, P. & CAMARGO, I. Geometria Analítica Um Tratamento Vetorial. São Paulo: Prentice Hall Brasil, 2005. BOULOS, P. & CAMARGO, I. Introdução à Geometria Analítica no Espaço. São Paulo: Makron Books, 1997.  
CALLIOLI, C.; DOMINGUES, H. H. & COSTA, R. C. F. Álgebra Linear e Aplicações. São Paulo: Atual Editora, 1990. LEHMANN, C. H. Geometria Analítica. São Paulo: Globo, 1995.  
LIPSCHUTZ, S. Álgebra Linear. Porto Alegre: Bookman, 2004.  
REIS, G. L. & SILVA, V. V. Geometria Analítica. Rio de Janeiro: LTC, 1996.  
SANTOS, R. J. Matrizes Vetores e Geometria Analítica. Belo Horizonte: Imprensa Universitária da UFMG, 2004. STEINBRUCH, A. & WINTERLE, P. Álgebra Linear. São Paulo: Makron Books, 1987.  
STEINBRUCH, A. & WINTERLE, P. Geometria Analítica. São Paulo: Makron Books, 1987. WINTERLE, P. Vetores e Geometria Analítica. São Paulo: Makron Books, 2000.

## **QUI125 – QUÍMICA FUNDAMENTAL**

**Ementa:**

Estequiometria. Estrutura atômica. Classificação periódica dos elementos. Ligações químicas. Interações intermoleculares. Equilíbrio químico. Ácidos e bases.

**Conteúdo**

1. Estequiometria: fórmulas químicas; equações químicas e balanceamento; massas atômicas e

moleculares; o mol; análise elementar a partir de fórmulas; fórmulas a partir de análise elementar; estequiometria de reações; reagentes limitantes; rendimentos teóricos.

2. Estrutura atômica: natureza elétrica da matéria; estrutura do átomo: teoria de Thomson e Rutherford; origem da teoria dos quanta: efeito fotoelétrico; mecânica quântica do átomo de hidrogênio: dualidade partícula-onda, princípio da incerteza, funções de onda para o átomo de hidrogênio, probabilidade; átomos polieletrônicos.

3. Classificação periódica dos elementos químicos: a tabela periódica; propriedades periódicas: raios atômico, covalente e iônico, energia de ionização, afinidade eletrônica, carga nuclear efetiva.

4. Ligações químicas: eletronegatividade e polaridade de ligações; ligação iônica: ocorrência, energia reticular, ciclo de Born-Haber, geometria do retículo cristalino; ligação covalente: ocorrência, estrutura de Lewis, carga formal, hibridação e geometria dos compostos moleculares, ligações múltiplas e ressonância, polaridade de moléculas, orbitais moleculares.

5. Interações intermoleculares: origem das interações intermoleculares, relação entre propriedades físicas e interações intermoleculares.

6. Equilíbrio químico: conceito de equilíbrio; a constante de equilíbrio: cálculos e aplicações; equilíbrio heterogêneo; princípio de Le Châtelier.

7. Ácidos e Bases: conceitos de Arrhenius, Bronsted-Lowry e Lewis; força relativa de ácidos e bases, constantes de acidez e basicidade, escala de pH.

#### **Bibliografia:**

- 1- BROWN, T. L.; LEMAY, H. E.; BURSTEN, B. E. Química - A Ciência Central. 9ª Edição. São Paulo: Editora Pearson Prentice Hall, 2005. 992 págs. (ISBN: 8587918427);
- 2- HOUSECROFT, C. E.; SHARPE, A. G. Química Inorgânica. 4a Edição. Rio de Janeiro: LTC Editora, 2013. Volume 1. 624 págs. (ISBN 8521623274).

## **QUI126 – LABORATÓRIO DE QUÍMICA**

#### **Ementa:**

Segurança química; vidrarias, equipamentos e técnicas básicas; representação e interpretação de resultados experimentais; estequiometria; soluções: preparo e diluição; estrutura eletrônica de átomos e moléculas; propriedades físicas das substâncias; equilíbrio químico; ácidos e bases: pH e indicadores; condutividade elétrica.

#### **Conteúdo**

1. Segurança química: regras básicas para o trabalho no laboratório de química, classificação dos produtos químicos, diagrama de Hommel, rótulo de um produto químico, incêndio: classe de incêndios e tipos de extintores, resíduos químicos e primeiros socorros.
2. Vidrarias, equipamentos e técnicas básicas: identificação das principais vidrarias, utensílios e equipamentos usados no laboratório, o bico de Bunsen, algumas técnicas básicas como: transferência de líquidos, filtração, decantação e aquecimento no bico de Bunsen.
3. Representação e interpretação de resultados experimentais: analisar a medida de uma grandeza e sua representação, elaborar e interpretar resultados experimentais por gráficos e tabelas, representar, por gráficos, a densidade de soluções de sacarose a diversas concentrações.
4. Estequiometria: compreender a relação quantitativa entre fórmulas químicas e equações químicas, lei da conservação da massa e conceito de reagente limitante.
5. Soluções - preparo e diluição: preparo de soluções a partir de reagentes sólidos e líquidos, diluição de soluções, cálculos matemáticos prévios para o preparo de soluções de diversos solutos.
6. Estrutura eletrônica de átomos e moléculas: conceito de energia quantizada, relacionar o fenômeno da excitação eletrônica com o modelo atômico de Bohr, teste de chamas, fenômeno de fluorescência.
7. Propriedades físicas das substâncias: experimentos envolvendo densidade e sólidos e líquidos, determinação da massa molar e determinação de ponto de fusão.
8. Equilíbrio químico: conceito de estado de equilíbrio químico e a constante de equilíbrio, fatores que atuam sobre o estado de equilíbrio, aplicação do princípio de Le Châtelier no deslocamento do equilíbrio, aplicações no dia a dia.
9. Ácidos e bases - pH e indicadores: conceito de pH, indicadores de pH, verificar o pH de diversas substâncias químicas a partir do uso de diversos indicadores ácido-base.
10. Condutividade: compreender as condições para que haja condutividade elétrica, verificar a

condutividade de algumas substâncias, em soluções aquosas ou no estado líquido e fundidas, verificar, por condutividade, a força de ácidos e a relação com a concentração das soluções.

**Bibliografia:**

1. Apostila do Laboratório de Química – QUI126, ICE – Departamento de Química – Setor de Química Inorgânica.
2. Theodore L. Brown, H. Eugene LeMay, Jr., Bruce E. Bursten, Química – A Ciência Central, Volume único, 13ª Edição, Editora Pearson, 2016. (ISBN 9788543005652).

**C.1.2 – Segundo Período**

**FIS073 – FÍSICA I**

**Ementa:**

1. Cinemática vetorial.
2. Leis de Newton.
3. Trabalho e energia mecânica.
4. Sistemas de partículas.
5. Colisões.
6. Cinemática e dinâmica dos corpos rígidos.

**Conteúdo**

1. Cinemática vetorial - Deslocamento, velocidade e aceleração. Aceleração constante. Queda livre. Movimento de projéteis. Movimento circular.
2. Leis de Newton - Força e massa. Força gravitacional. 1ª, 2ª e 3ª leis de Newton. Forças de atrito e de arraste. Movimento circular. Aplicações.
3. Trabalho e energia mecânica - Trabalho. Energia cinética. Teorema da energia cinética. Potência. Energia potencial. Equilíbrio e estabilidade. Força gravitacional e força elástica. Forças conservativas e dissipativas. Lei da conservação da energia mecânica.
4. Sistemas de partículas - Centro de massa. 2ª lei de Newton para sistemas de partículas. Momento linear e sua conservação.
5. Colisões - Impulso. Teorema do impulso. Colisões elásticas em 1 e 2 dimensões. Colisões inelásticas.
6. Cinemática e dinâmica dos corpos rígidos - Corpos rígidos. Cinemática da rotação. Grandezas lineares e grandezas angulares. Energia cinética. Torque. Momento de inércia. Momento angular e 2ª lei de Newton. Conservação do momento angular. Translação e rotação simultâneas.

**Bibliografia:**

HALLIDAY, D. e RESNICK, R.; KRANE, K. Fundamentos de Física. 8ª ed. vol. 1. Mecânica. Rio de Janeiro: LTC, 1991. ISBN 9788521616054.  
NUSSENZVEIG, H. M. Curso de Física Básica. 2ª ed. vol. 1. Mecânica. São Paulo: Edgard Blücher, 1990. SEARS & ZEMANSKY. Física I. vol 1. 12ª ed. São Paulo: Pearson, s/d. ISBN 9788588639300.

**FIS077 – LABORATÓRIO DE FÍSICA**

**Ementa:**

1. Teoria das Medidas e dos Erros.
2. Gráficos.
3. Experimentos em Mecânica.

**Conteúdo**

1. Teoria da Medida e dos Erros  
1.1 A medida e os erros. Medidas de comprimento, massa e tempo.

- 1.2 Algarismos significativos.
- 1.3 Propagação de erros.
- 2. Gráficos
- 2.1 Escalas lineares e logarítmicas.
- 2.2 Linearização.
- 3. Experimentos em Mecânica
- 3.1. Medidas Físicas
- 3.2. Movimento Unidimensional - Trilhos de Ar
- 3.3. Lei de Hooke
  
- 3.4. Queda Livre
- 3.5. Lançamento de Projéteis
- 3.6. Deformações Inelásticas
- 3.7. Plano Inclinado

**Bibliografia:**

LIMA, C. R. A. Análise de Dados para o Laboratório de Física. UFJF, 2014. Guia para a Expressão da Incerteza de Medição. Inmetro, 2008.

**Bibliografia complementar**

DAMO, H. S. Física Experimental. vol 1. Caxias do Sul: Ed. UCS, 1985.

## **DCC119 – ALGORITMOS**

**Ementa:**

- 1. Introdução;
- 2. Noções de uma linguagem de programação;
- 3. Algoritmos básicos;
- 4. Procedimentos e Funções;
- 5. Algoritmos para estruturas de dados homogêneas;
- 6. Algoritmos para estruturas de dados heterogêneas.

**Conteúdo**

- 1- Introdução (arquitetura básica de computadores; processadores; periféricos; ambiente de programação; compiladores; conceito de algoritmos);
- 2- Noções de uma linguagem de programação (estrutura léxica, sintática e semântica; construção de expressões aritméticas, lógicas e relacionais, precedência de operadores; tipos básicos; declaração de variáveis; inicialização de variáveis; entrada e saída básica; regras básicas para a construção de algoritmos legíveis: indentação, nomes de variáveis, etc);
- 3- Procedimentos e funções (escopo de variáveis, estrutura de procedimentos e funções, argumentos formais e reais);
- 4- Estrutura de Controle Condicional (decisão com expressões lógicas e alternativas);
- 5- Estruturas de Controle de Repetição (repetições incluindo acumuladores, contadores, sinalizadores (flags), entrada e saída; exemplos de algoritmos: média, séries matemáticas, maior e menor valores, etc);
- 6- Algoritmos para estruturas de dados homogêneas unidimensionais: vetores numéricos;
- 7- Algoritmos para estruturas de dados homogêneas unidimensionais: strings;
- 8- Algoritmos para estruturas de dados homogêneas multidimensionais (declaração e manipulação de matrizes);

9- Algoritmos para estrutura de dados heterogêneas (declaração de registros; manipulação de arranjos de registros).

**Bibliografia:**

SILVA, Rodrigo L., OLIVEIRA, Alessandra M.. Algoritmos em C . Clube de Autores. Juiz de Fora, 2014. (Edição digital e impressa)  
KERNIGHAN, Brian W., RITCHIE, Dennis M. C: A linguagem de programação padrão . Rio de Janeiro: Campus, 1989.  
GUIMARÃES, A. M. Algoritmos e estruturas de dados . Rio de Janeiro: LTC, 1994. SZWARCFITER, J. L., MARKENZON, L. Estruturas de dados e seus algoritmos . Editora LCT. 2a. Edição, 1994.

**Bibliografia complementar**

FEOFILOFF, Paulo. Algoritmos em linguagem C . Campus, 2009.  
EVARISTO, Jaime. Aprendendo a Programar Programando na Linguagem C . Edição Digital.  
DAMAS, Luís. Linguagem C . Editora LTC. 2007.

## **DCC120 – LABORATORIO DE PROGRAMAÇÃO**

**Ementa:**

1. Introdução;
2. Noções de uma linguagem de programação;
3. Algoritmos básicos;
4. Procedimentos e Funções;
5. Algoritmos para estruturas de dados homogêneas;
6. Algoritmos para estruturas de dados heterogêneas.

**Conteúdo**

- 1- Introdução (processo de desenvolvimento de programas; ambiente de programação);
- 2- Introdução à linguagem de programação C (estrutura léxica, sintática e semântica; construção de expressões aritméticas, lógicas e relacionais; tipos básicos; declaração e inicialização de variáveis; entrada e saída básica; identificação, nomes de variáveis, etc); Depuração e testes;
- 3- Procedimentos e funções (escopo de variáveis, estrutura de procedimentos e funções, argumentos formais e reais);
- 4- Estrutura de Controle Condicional (decisão com expressões lógicas e alternativas);
- 5- Estruturas de Controle de Repetição (repetições incluindo acumuladores, contadores, sinalizadores (flags), entrada e saída; algoritmos de média, séries matemáticas, maior valor, etc);
- 6- Algoritmos para estruturas de dados homogêneas unidimensionais: vetores numéricos;
- 7- Algoritmos para estruturas de dados homogêneas unidimensionais: strings;
- 8 - Algoritmos para estruturas de dados homogêneas multidimensionais (declaração e manipulação de matrizes);
- 9- Algoritmos para estrutura de dados heterogêneas (declaração de registros; manipulação de arranjos de registros).

**Bibliografia:**

SILVA, Rodrigo L., OLIVEIRA, Alessandra M.. Algoritmos em C . Clube de Autores. Juiz de Fora, 2014. Recurso online

PIVA, D. J., et al. Algoritmos de Programação de Computadores . Elsevier.  
Rio de Janeiro, 2012. Recurso online  
MANZANO, José Augusto N. G. Programação de computadores com  
C/C++ . Érica - Saraiva. São Paulo, 2014. Recurso online.

#### **Bibliografia complementar**

KERNIGHAN, Brian W., RITCHIE, Dennis M. C: A linguagem de programação padrão . Rio de Janeiro: Campus, 1989.  
GUIMARÃES, A. M. Algoritmos e estruturas de dados . Rio de Janeiro: LTC, 1994. SZWARCFTER , J. L., MARKENZON, L. Estruturas de dados e seus algoritmos . Editora LTC. 2a. Edição, 1994.  
FEOFILOFF, Paulo. Algoritmos em linguagem C . Campus, 2009.  
EVARISTO, Jaime. Aprendendo a Programar Programando na Linguagem C . Edição Digital.  
DAMAS, Luís. Linguagem C . Editora LTC. 2007.

### **EST028 – INTRODUÇÃO À ESTATÍSTICA**

#### **Ementa:**

Definições de Estatística. Origens, desenvolvimento e situação atual da Estatística. Papel da Estatística na pesquisa científica. Estatística descritiva: níveis de mensuração, gráficos básicos, medidas descritivas, tabelas de distribuição de frequências. Conceitos básicos de probabilidades. Variáveis aleatórias discretas e o modelo binomial. Variáveis aleatórias contínuas e o modelo gaussiano. Noções de inferência estatística: noções de amostragem; distribuições amostrais; estimação.

#### **Conteúdo**

1. Introdução: Principais áreas de aplicação da Estatística; Definições iniciais; Ética.
2. Origens da Estatística e da Probabilidade: Idade Antiga; Idade Média; Idades Moderna e Contemporânea; História da Estatística no Brasil.
3. Papel da Estatística na Pesquisa Científica: Método científico; Definições adicionais; Tipos de variáveis; Níveis de mensuração.
4. Estatística Descritiva: Dados brutos; Organização e apresentação dos dados. Tabelas; Gráficos. Medidas descritivas; Medidas de tendência central; Medidas de dispersão; Medidas de assimetria; Medidas de curtose.
5. Probabilidade Básica: Espaços amostrais e eventos; Revisão sobre operações entre eventos (teoria dos conjuntos); Definições e interpretações de probabilidades. Definição clássica; Definição experimental; Definição subjetiva; Propriedades da probabilidade. Probabilidade condicional; Regra do produto; Eventos independentes; Teorema da probabilidade total; Teorema de Bayes.
6. Variáveis Aleatórias: Variáveis aleatórias discretas; Distribuição de probabilidades; Função de distribuição acumulada; Valor esperado e variância, e suas propriedades. Variáveis aleatórias contínuas; Função densidade de probabilidade; Função de distribuição acumulada; Valor esperado e variância.
7. Principais Distribuições para Variáveis Aleatórias Discretas: Distribuição Bernoulli; Distribuição Binomial.
8. Principal Distribuição para Variáveis Aleatórias Contínuas: Distribuição Normal.
9. Noções de Amostragem: Amostragem aleatória simples; Amostragem sistemática; Amostragem estratificada; Amostragem por conglomerados.
10. Distribuições Amostrais: Conceitos introdutórios; Distribuição de uma estatística; Estatísticas e variáveis aleatórias; Distribuição amostral da média.
11. Estimação: Noções de estimação pontual; Noções de estimação intervalar; Noções de testes de significância.

#### **Bibliografia:**

MAGALHÃES, M. M. e LIMA, A. C. P. de. Noções de Probabilidade e Estatística. 7ª ed. São Paulo: EDUSP, 2010. SOARES, J. F.; FARIAS, A. A. e CÉSAR, C. C. Introdução à Estatística. 3ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2002.  
BUSSAB, W. O. e MORETIN, P. A. Estatística Básica. 6ª ed. São Paulo: Saraiva, 2009.

### **Bibliografia complementar**

- TRIOLA, M. F. Introdução à Estatística. 10ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008.
- PINHEIRO, J. I. D.; CUNHA, S. B.; CARVAJAL, S. R.; GOMES, G. C. Estatística Básica: A Arte de Trabalhar com Dados. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.
- MORETTIN, L. G. Estatística Básica: Probabilidade e Inferência. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

## **MAT156 – CALCULO II**

### **Ementa:**

1. Integração de Funções de uma Variável; 2. Aplicações da Integral Definida; 3. Superfícies no Espaço; 4. Funções de Várias Variáveis.

### **Conteúdo**

1. Integração de Funções de uma Variável - Integral Indefinida. Método da Substituição ou Mudança de Variável para Integração. Método de Integração por Partes. Integral Definida. Teorema Fundamental do Cálculo. Integração de Funções Trigonométricas. Integração de Funções envolvendo Funções Trigonométricas. Integração por Substituição Trigonométrica. Integração de Funções Racionais por Frações Parciais. Integrais Impróprias: Integrais com Limites de Integração Infinitos; Integrais com Integrandos Infinitos.
2. Aplicações da Integral Definida - Área de uma Região Plana. Volume de um Sólido de Revolução: Método dos Discos Circulares; Método das Camadas Cilíndricas. Outras Aplicações.
3. Superfícies no Espaço - Superfícies Quádricas, Esféricas, Cilíndricas, Cônicas e de Revolução.
4. Funções de Várias Variáveis - Funções de Várias Variáveis. Gráficos. Limite e Continuidade: Conceitos Básicos; Limite de uma Função de Duas Variáveis; Propriedades; Cálculo de Limites; Continuidade. Derivadas Parciais e Funções Diferenciáveis: Derivadas Parciais; Diferenciabilidade; Plano Tangente e Vetor Gradiente; Diferencial; Regra da Cadeia; Derivação Implícita; Derivadas Parciais Sucessivas. Máximos e Mínimos de Funções de Várias Variáveis: Máximos e Mínimos de Funções de Duas Variáveis; Ponto Crítico de uma Função de Duas Variáveis; Condição Necessária para a Existência de Pontos Extremantes; Condição Suficiente para um Ponto Crítico ser Extremante Local; Teorema de Weierstrass; Aplicações; Máximos e Mínimos Condicionados.

### **Bibliografia:**

- ANTON, H. Cálculo, um novo horizonte. Vol. 1 e 2. Porto Alegre: Bookman, 2000. FLEMMING, D. M. & GONÇALVES, M. B. Cálculo A. São Paulo: Prentice Hall Brasil, 2006. FLEMMING, D. M. & GONÇALVES, M. B. Cálculo B. São Paulo: Prentice Hall Brasil, 2007. GUIDORIZZI, H. L. Um Curso de Cálculo. Vol. 1 e 2. Rio de Janeiro: LTC, 2001.
- LEITHOLD, L. O Cálculo com Geometria Analítica. Vol. 1 e 2. São Paulo: Harbra, 1994. MUNEM, M. & FOULIS, D. J. Cálculo. Vol. 1 e 2. Rio de Janeiro: LTC, 1982.
- PINTO, D. & MORGADO, M. C. F. Cálculo Diferencial e Integral de Funções de Várias Variáveis. Rio de Janeiro: Editora UFRJ, 2000.
- SANTOS, R. J. Matrizes Vetores e Geometria Analítica. Belo Horizonte: Imprensa Universitária da UFMG, 2004.
- SIMMONS, G. F. Cálculo com Geometria Analítica. Vol. 1 e 2. São Paulo: Makron Books, 1987.
- STEWART, J. Cálculo. Vol 1 e 2. São Paulo: Thomson Learning, 2006.
- SWOKOWSKI, E. W. Cálculo com Geometria Analítica. Vol. 1 e 2. São Paulo: Makron Books, 1994.

## **MAT158 – ÁLGEBRA LINEAR**

### **Ementa:**

- 1- Espaços Vetoriais  
2- Espaços com Produto Interno  
3- Transformações Lineares

#### 4- Diagonalização

##### Conteúdo

- 1- Espaços Vetoriais  
Definição e Exemplos: Os Espaços  $R^n$ ; Espaços Vetoriais Abstratos. Subespaços: Soma e Interseção de Subespaços; Conjunto de Geradores. Dependência e Independência Linear. Base e Dimensão.
- 2- Espaços com Produto Interno  
Produto Escalar e Norma: Produto Interno; Norma; Ortogonalidade; Projeção Ortogonal. Bases Ortonormais e Subespaços Ortogonais.
- 3- Transformações Lineares  
Definição e Exemplos. Propriedades. A Imagem e o Núcleo: Espaço Linha e Espaço Coluna de uma Matriz; Injetividade e Sobrejetividade. Matriz de uma Transformação Linear e Matriz Mudança de Base. Composição de Transformações Lineares. Invertibilidade. Semelhança.
- 4- Diagonalização  
Diagonalização de Operadores: Operadores e Matrizes Diagonalizáveis; Autovalores e Autovetores; Subespaços Invariantes e o Teorema de Cayley-Hamilton. Operadores Auto-adjuntos e Normais. Forma Canônica de Jordan.

##### Bibliografia:

- BOLDRINI, J. L. Álgebra Linear. São Paulo: Harbra, 1986.  
STRANG, G. Álgebra Linear e Suas Aplicações. Gengage Learning, 2010. STEINBRUCH, A. & WINTERLE, P. Álgebra Linear. São Paulo: Makron Books, 1987.

##### Bibliografia complementar

- ANTON, H. & RORRES, C. Álgebra Linear com Aplicações. Porto Alegre: Bookman, 2001.  
CALLIOLI, C.; DOMINGUES, H. H. & COSTA, R. C. F. Álgebra Linear e Aplicações. São Paulo: Atual Editora, 1990. LIPSCHUTZ, S. Álgebra Linear. Porto Alegre: Bookman, 2004.  
LIMA, E. L. Álgebra Linear. Rio de Janeiro: IMPA, 2009.  
SANTOS, R. J. Álgebra Linear e Aplicações. Belo Horizonte: Imprensa Universitária da UFMG, 2006.

#### C.1.3 – Terceiro Período

#### FIS074 – FÍSICA II

##### Ementa:

- 1. Oscilações;
- 2. Gravitação;
- 3. Mecânica dos fluidos;
- 4. Movimento ondulatório;
- 5. Temperatura;
- 6. Calor e 1ª lei da termodinâmica;
- 7. Teoria cinética dos gases;
- 8. 2ª lei da termodinâmica.

##### Conteúdo

- 1. OSCILAÇÕES - Movimento Harmônico Simples. Pêndulos. Oscilações amortecidas. Oscilações forçadas e ressonância.
- 2. GRAVITAÇÃO - Lei de Newton da gravitação. Gravidade nas proximidades da terra. Energia potencial gravitacional. Movimento de planetas e satélites. Leis de Kepler.
- 3. MECÂNICA DOS FLUIDOS - Fluidos. Densidade e pressão. Estática dos fluidos. Fluxo. Equação da continuidade. Equação de Bernoulli. Aplicações.
- 4. MOVIMENTO ONDULATÓRIO - Ondas. Ondas em cordas. Princípio da superposição. Interferência. Ondas estacionárias. Ressonância. Ondas sonoras. Intensidade e nível sonoro. Batimento. Efeito Doppler.
- 5. TEMPERATURA - Conceitos básicos. Escalas de temperatura. Dilatação.
- 6. CALOR E 1ª LEI DA TERMODINÂMICA - Conceitos básicos. Transferência de calor. 1ª lei da termodinâmica. Aplicações.

7. TEORIA CINÉTICA DOS GASES - Movimento molecular. Gases ideais. Calores específicos dos gases.  
8. 2ª LEI DA TERMODINÂMICA - Processos reversíveis e irreversíveis. Entropia. 2ª lei da termodinâmica. Máquinas térmicas. Aplicações.

**Bibliografia:**

TIPLER, P. Física. 2ª ed. vol 2. Rio de Janeiro: Guanabara Dois.  
HALLIDAY, D. e RESNICK, R. Fundamentos de Física. 3ª ed. vol. 2. Mecânica. Rio de Janeiro: LTC, 1991.  
SEARS & ZEMANSKY. Física II. vol 2. 12ª ed. São Paulo: Pearson.

### **MAT157 – CÁLCULO III**

**Ementa:**

Discutir e resolver sistemas lineares sobre  $\mathbb{R}$ , pelo método de escalonamento (método de Gauss), sem haver preocupação com o formalismo ou rigor excessivos. (Sugestão: cf. [2] da bibliografia, pp. 02- 11); apresentar a associação entre um sistema linear  $S$  e sua equação matricial  $AX = B$  (Sugestão: cf. [1], pp. 32-36); Apresentar os conceitos básicos sobre matrizes: noção de matriz; principais matrizes estudadas e utilizadas em Álgebra Linear; operações com matrizes (adição, multiplicação e multiplicação por escalar) (Sugestão: cf. [1], pp. 02

**Conteúdo**

1. Sistemas de Equações Lineares, Matrizes e Determinantes
2. O Espaço Vetorial  $\mathbb{R}^n$
3. Transformações Lineares
4. Formas Canônicas

**Bibliografia:**

BOLDRINI, José Luiz. Álgebra Linear. Editora Harbra.  
CALLIOLI, Carlos A., DOMÍNGUEZ, Hygino H., COSTA, Roberto. Álgebra Linear e Aplicações. Atual Editora.  
LIPSCHUTZ, Seymour. Álgebra Linear. Makron Books.  
STEINBRUCH, Alfredo. Álgebra Linear. Mc-Graw Hill.

### **MAT029 – EQUAÇÕES DIFERENCIAIS I**

**Ementa:**

1. Sequências e Séries de Números Reais
2. Introdução às Equações Diferenciais
3. Equações Diferenciais Ordinárias de 1ª Ordem
4. Equações Diferenciais Ordinárias Lineares de 2ª Ordem
5. Soluções em Série para Equações Diferenciais Ordinárias Lineares de 2ª Ordem

**Conteúdo**

1. Sequências e Séries de Números Reais - Sequências de Números Reais. Séries de Números Reais. Séries de Termos Positivos. Séries Alternadas. Convergência Absoluta. Testes de Convergência. Séries de Potências. Representações de Funções como Séries de Potências. Séries de Taylor e de Maclaurin. Série Binomial.  
2. Introdução às Equações Diferenciais - Equações Diferenciais: Definição; Exemplos de Problemas que envolvem Equações Diferenciais; Classificação das Equações Diferenciais. Equações Diferenciais Ordinárias: Soluções.  
3. Equações Diferenciais Ordinárias de 1ª Ordem - Equações Lineares. Equações Separáveis. Equações Exatas e Fatores Integrantes. Equações Homogêneas. Aplicações. Existência e Unicidade de Soluções.  
4. Equações Diferenciais Ordinárias Lineares de 2ª Ordem - Equações Homogêneas com Coeficientes Constantes. Soluções Fundamentais de Equações Lineares Homogêneas. Independência Linear e o Wronskiano. Raízes Complexas da Equação Característica. Raízes Repetidas e Redução da Ordem. Equações Não-homogêneas: Método dos Coeficientes Indeterminados. Método da Variação de Parâmetros.

Aplicações.

5. Soluções em Série para Equações Diferenciais Ordinárias Lineares de 2ª Ordem - Soluções em Série na Vizinhança de um Ponto Ordinário. Pontos Singulares Regulares. Equações de Euler. Soluções em Série na Vizinhança de um Ponto Singular Regular. Equação de Bessel.

**Bibliografia:**

BOYCE, W. E. & DI PRIMA, R. C. Equações Diferenciais Elementares e Problemas de Valores de Contorno. Rio de Janeiro: LTC, 2006.  
FIGUEIREDO, D.G. & NEVES, A.F. Equações Diferenciais Aplicadas. Rio de Janeiro: IMPA, CNPq, 1997. GUIDORIZZI, H.L. Um Curso de Cálculo. Vol. 4. Rio de Janeiro: LTC, 2002.  
KAPLAN, W. Cálculo Avançado. Vol. 2. São Paulo: Blucher, 2008. KREYSZIG, E. Matemática Superior. Vol 1. Rio de Janeiro: LTC, 1976.  
LEITHOLD, L. O Cálculo com Geometria Analítica. Vol 2. São Paulo: Harbra, 1994.  
SANTOS, R.J. Introdução às Equações Diferenciais Ordinárias. Belo Horizonte: Imprensa Universitária da UFMG, 2006. STEWART, J. Cálculo. Vol 2. São Paulo: Thomson Learning, 2006.

## **CEL032 – CIRCUITOS LÓGICOS**

**Ementa:**

Sistemas de Numeração.  
Álgebra Booleana.  
Blocos Lógicos.  
Operações com Números Binários.  
Flip-Flops.  
Registradores.  
Contadores.

**Conteúdo**

Aprender a trabalhar com sistemas de numeração, álgebra de Boole, blocos lógicos e fazer operações com números binários.  
Conhecer os diversos tipos de flip-flops, registradores e contadores.

**Bibliografia:**

IDOETA, I. V.; CAPUANO, F. G. Elementos de Eletrônica Digital. Ed. Érica, 2000. SEDRA, Adel S.; SMITH, Kenneth C. Microeletrônica. Ed. Makron Books, 1994.  
TOCCI, Ronald J.; WIDMER, Neal S.; MOSS, Gregory L. Sistemas Digitais: princípios e aplicações. 10ª ed. Prentice Hall, 2007.

**Bibliografia complementar**

BIGNELL, J. W.; DONOVAN R. L. Eletrônica Digital: Lógica Combinacional. vol 1. Ed. Makron Books, 1995. FLOYD, Thomas L. Sistemas Digitais - Fundamentos e Aplicações. 9ª ed. Bookman, 2007.  
GARCIA, P. A. Eletrônica Digital - Teoria e Laboratório. Ed. Érica, 2006. ISBN: 853650109X. PEDRONI, A. V. Eletrônica Digital Moderna e VHDL. Ed. Campus.  
STEPHEN BROWN, Zvonko Vranesic. Fundamentals of Digital Logic with VHDL Design. 3ª ed. McGraw-Hill, 2008.

## **ENE045 – LABORATÓRIO DE ELETROTÉCNICA**

**Ementa:**

Realização de práticas simples em circuitos de corrente alternada residencial.  
1. Lei de Ohm.  
2. O Trabalho Elétrico.  
3. Potência da Corrente Alternada no caso de Carga Indutiva.

4. Carga Capacitiva de um Circuito de Corrente Alternada.
5. Fundamentos do Circuito R, L e C.
6. Dispositivo de Controle dos Circuitos.

**Conteúdo**

1. Lei de Ohm.
2. O Trabalho Elétrico.
3. Potência da Corrente Alternada no caso de Carga Indutiva.
4. Carga Capacitiva de um Circuito de Corrente Alternada.
5. Fundamentos do Circuito R, L e C.
6. Dispositivo de Controle dos Circuitos.

**Bibliografia:**

ARNOLD, R. Fundamentos da Eletrotécnica. Ed. EPU-SP, 1976.  
JOHNSON, D. E. et al, Fundamentos de Análise de Circuitos Elétricos. 4ª Edição. Prentice Hall do Brasil, 1990. NHAVI, M.; EDMINISTER, J. A. Teoria e Problemas de Circuitos Elétricos. 3ª Ed. Bookman, 2005.

**Bibliografia complementar**

CLOSE, C. M., Circuitos Lineares. Ed. LTC.  
SOER, et alli. Teoria Básica de Circuitos. Ed. Guanabara Dois.

**ESA002 – ECOLOGIA E PRESERVAÇÃO DO AMBIENTE**

**Ementa:**

Conscientizar o estudante de Engenharia da necessidade da preservação ambiental. Debater a compatibilização do desenvolvimento econômico-social com a preservação do meio ambiente. Incutir no futuro Engenheiro uma visão crítica dos problemas ecológicos que o desenvolvimento tecnológico possa produzir e também lançar as bases de um planejamento racional do uso dos recursos do meio ambiente.

**Conteúdo**

1. Crise Ambiental
2. Desenvolvimento Sustentável
3. Avaliação de Impactos Ambientais
4. Licenciamento Ambiental
5. Poluição da Água
6. Poluição do Ar
7. Poluição do Solo

**Bibliografia:**

BRAGA, B. et al. Introdução à Engenharia Ambiental - O desafio do desenvolvimento sustentável. 2ª Edição. São Paulo: Prentice Hall, 2005.  
MOTA, S. Introdução à Engenharia Ambiental. 4ª Edição. São Paulo: ABES, 2006. MILLER JR., G. T. Ciência Ambiental. São Paulo: Cengage Learning, 2007.

**EPD097 – ENGENHARIA E SOCIEDADE**

**Ementa:**

Conhecimento sobre a importância das engenharias nos diversos setores da Sociedade, abordando assuntos legais e profissionais e éticos da engenharia e como a engenharia se conecta e influencia a cidadania, os direitos humanos o desenvolvimento social. Trata também dos conceitos de legislação trabalhista, propriedade intelectual e sistema de patentes, os contratos de engenharia e o mercado de trabalho dos engenheiros, além das questões da sociedade sobre os serviços e produtos de engenharia, tais como avaliações e perícias.

### **Conteúdo**

Regulamentação profissional e atribuições do Engenheiro, Responsabilidades civil/criminal na Engenharia, Ética profissional em Engenharia, Cidadania e direitos humanos: influências na Engenharia, Cidadania Propriedade intelectual e sistema de patentes, Engenharia legal: avaliações e perícia em Engenharia, Noções da Legislação trabalhista em Engenharia, Contratos de Engenharia, Engenharia e desenvolvimento social, Engenharias e o mercado de trabalho.

### **Bibliografia:**

BITENCOURT, Cezar Roberto. Tratado de Direito Penal: Parte Geral 1. 17ª edição, Editora Saraiva, 2012. Código de Ética Profissional do Engenheiro. Constituição Federal Brasileira.  
MENDONÇA, Marcelo Correa. Engenharia Legal: Teoria e Prática Profissional. Editora PINI.  
Núcleo de Solidariedade Técnica – SOLTEC. Tecnologia e Desenvolvimento Social e Solidário. Rio de Janeiro: UFRJ.

## **C.1.4 – Quarto Período**

### **FIS075 – FÍSICA III**

#### **Ementa:**

1. Eletrostática;
2. Capacitância. Dielétricos;
3. Corrente elétrica e resistência elétrica. Circuitos;
4. Campo magnético;
5. Lei de Faraday. Indutância;
6. Propriedades magnéticas da matéria;
7. Oscilações eletromagnéticas;
8. Equações de Maxwell.

#### **Conteúdo**

1. ELETROSTÁTICA - Carga elétrica. Lei de Coulomb. Condutores e isolantes. Campo elétrico. Lei de Gauss. Potencial elétrico. Energia potencial elétrica.
2. CAPACITÂNCIA. DIELÉTRICOS - Capacitância e capacitores. Dielétricos.
3. CORRENTE ELÉTRICA E RESISTÊNCIA ELÉTRICA. CIRCUITOS - Corrente e densidade de corrente. Resistência e lei de Ohm. Energia e potência nos circuitos elétricos. Leis de Kirchhoff. Instrumentos de medidas elétricas. Circuitos RC.
4. CAMPO MAGNÉTICO - Campo magnético. Forças e torques. Efeito Hall. Lei de Biot-Savart. Lei de Ampère. Aplicações.
5. LEI DE FARADAY. INDUTÂNCIA - Fluxo magnético. Lei de Faraday. Lei de Lenz. Correntes de Foucault. Indutância. Energia magnética. Aplicações.
6. PROPRIEDADES MAGNÉTICAS DA MATÉRIA - Ímãs. Momento magnético. Paramagnetismo, diamagnetismo e ferromagnetismo. Susceptibilidade e permeabilidade magnéticas.
7. OSCILAÇÕES ELETROMAGNÉTICAS. CORRENTES ALTERNADAS - Circuitos RL e analogias mecânicas. Oscilações amortecidas. Oscilações forçadas e ressonância. Correntes alternadas. Potência. Transformadores. Aplicações.
8. EQUAÇÕES DE MAXWELL - Campos magnéticos induzidos. Corrente de deslocamento. Equações de Maxwell.

#### **Bibliografia:**

HALLIDAY, D.; RESNICK R.; WALTER J. Fundamentos de Física III. 8ª ed. LTC., 2009.  
TIPLER, P. Física. 2ª Ed. Guanabara Dois, 1984.  
YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. A. Física III. 12ª ed. Pearson, 2010.

### **Bibliografia complementar**

CHAVES, Alaor S. Física Básica. vol. 2. LTC., 2007.

FEYNMAN, R. The Feynman lectures on physics. vol. 2. Addison Wesley Longman. NUSSENZVEIG, H. M. Curso de Física Básica. vol. 3. Edgard Blücher, 2009.

PURCELL, E. M. Curso de Física de Berkeley. vol. 2. Eletricidade e Magnetismo. São Paulo: Edgard Blücher, 1973

## **FIS081 – FENÔMENOS DE TRANSPORTE**

### **Ementa:**

Modos básicos de transferência de calor: Condução, Convecção e Radiação. Condução de Calor. Convecção Forçada sobre Superfícies Planas. Trocadores de Calor.

### **Conteúdo**

1. Modos básicos de transferência de calor: Condução, Convecção e Radiação - O que é Fenômenos de Transporte; Unidades; Fórmulas básicas; Condução; Convecção; Radiação; Circuitos térmicos; Isolantes térmicos.
2. Condução de calor - Equação de condução; Formas cilíndricas e esféricas; Aletas; Condução Multidimensional; Fator de Forma; Equações em diferenças finitas e suas soluções; Capacidade concentrada; Soluções aproximadas; Gráficos.
3. Convecção Forçada sobre superfícies planas - Escoamento laminar; Escoamento turbulento.
4. Trocadores de calor - Tipos de trocadores de calor; Método LMTD; Método da efetividade - NUT.

### **Bibliografia:**

KREITH , Frank; BOHN, Mark S. Princípios de Transferência de Calor. 6ª ed. Pioneira Thomson Learning, 2003. ISBN13: 9788522102846.

INCROPERA, Frank P.; DEWITT, David P.; BERGMAN, Theodore L.; LAVINE, Adrienne S. Fundamentos de Transferência de Calor e de Massa. 6ª ed. LTC, 2008. ISBN: 9788521615842.

LIVI, Celso Pohlmann. Fundamentos de Fenômeno de Transporte. LTC, 2004. ISBN 8521614152.

## **DCC008 – CÁLCULO NUMÉRICO**

### **Ementa:**

Introdução a Noções de Erro  
Polinômio de Taylor e Aproximações Zeros Reais de Funções Reais Resolução de Sistemas Lineares  
Interpolação Polinomial  
Ajuste de Curva Por Mínimo Quadrado  
Integração Numérica

### **Conteúdo**

1. Introdução
- 2- Noções de Erro: representação de número, conversão de números nos sistemas decimais e binários, aritmética inteira e de ponto flutuante, erros de arredondamento e truncamentos, erro absoluto e relativo, causas de erros nos computadores, propagação de erros.
- 3- Polinômio de Taylor e Aproximações.
- 4- Zeros Reais de Funções Reais: Introdução. Solução por Iteração. Critério de Parada. Critério de Convergência. Ordem de Convergência. Valores Iniciais: Isolamento de raízes. Método de Falsa Posição. Método de Newton-Raphson. Método da Secante. Método da Bissecção. Método da falsa posição.

- 5- Resolução de Sistemas Lineares: eliminação de Gauss; estratégia de pivoteamento; fatorações; métodos iterativos: introdução, teste de parada, critérios de convergência - linha e sassenfeld, método iterativo de Gauss Jacobi, método iterativo de Gauss-Seidel.
- 6- Interpolação Polinomial: introdução, resolução de sistema linear, forma de Lagrange, diferença dividida e ordinária, forma de Newton, forma de Newton Gregory, escolha do grau do polinômio interpolador.
- 7- Ajuste de Curva Por Mínimo Quadrado: caso discreto, caso contínuo, caso não-linear
- 8- Integração Numérica: fórmulas de Newton-Cotes: regra do trapézio, regra de Simpson, erros; Quadratura de Gauss.

**Bibliografia:**

FRANCO, Neide M. B. Cálculo Numérico. Prentice Hall Brasil.  
RUGGIERO, M. A. G.; LOPES, V. L. da R. Cálculo Numérico, aspectos teóricos e práticos. McGraw-Hill, 1988.

**Bibliografia complementar**

CAMPOS, Frederico Ferreira. Algoritmos Numéricos. 2ª Edição. Editora LTC, 2007.  
SPERANDIO, Décio; MENDES, João Teixeira; SILVA, Luiz; MONKEN, Henry. Cálculo Numérico. Editora Pearson, 2003.

## **MAT030 – CÁLCULO NUMÉRICO**

**Ementa:**

- 1 - Transformada de Laplace
- 2 - Séries e Integrais de Fourier
- 3 - Equações Diferenciais Parciais

**Conteúdo**

- 1- TRANSFORMADA DE LAPLACE:  
Definição. Teorema da Existência. Transformada Inversa. Linearidade. Primeiro Teorema do Deslocamento. Transformada da Derivada. Transformada da Integral. Resolução de Problemas de Valor Inicial. Funções Degrau. Segundo Teorema do Deslocamento. Derivação e Integração de Transformadas. Equações Diferenciais com Funções de Entrada Descontínuas. Função Impulso. A Integral de Convolução.
- 2- SÉRIES E INTEGRAIS DE FOURIER:  
Séries Trigonômicas. Fórmulas de Euler. Série de Fourier. Funções Pares e Ímpares. Desenvolvimento de Funções Periódicas de Períodos Arbitrários. Prolongamentos. Condições de Convergência. Integração e Derivação de Séries de Fourier. Identidade de Parseval. Métodos Numéricos para determinar os Coeficientes de Fourier. Forma Complexa da Série de Fourier. Integral de Fourier. Transformada de Fourier. Funções Ortogonais. Problema de Sturm -Liouville.
- 3- EQUAÇÕES DIFERENCIAIS PARCIAIS:  
Conceitos Fundamentais: Definição e Exemplos; Soluções; Condições Adicionais (Condições Iniciais e Condições de Fronteira). Equação do Calor: Separação de Variáveis. Equação da Onda: Corda Vibrante; Fórmula de D'Alembert. Equação de Laplace: Problema de Dirichlet; Problema de Dirichlet no Retângulo; Problema de Dirichlet no Disco.

**Bibliografia:**

BOYCE, W. E. & DI PRIMA, R. C. Equações Diferenciais Elementares e Problemas de Valores de Contorno. Rio de Janeiro: LTC, 2006.  
FIGUEIREDO, D.G. Análise de Fourier e Equações Diferenciais Parciais. Rio de Janeiro: IMPA, CNPq, 1977. KREYSZIG, E. Matemática Superior. Vol 1 e 3. Rio de Janeiro: LTC, 1976.

**Bibliografia complementar**

FIGUEIREDO, D.G. & NEVES, A.F. Equações Diferenciais Aplicadas. Rio de Janeiro: IMPA,

CNPq, 1997. ÍÓRIO, Valéria EDP: Um Curso de Graduação, Rio de Janeiro: IMPA, CNPq, 2010.  
KAPLAN, W. Cálculo Avançado. Vol. 2. São Paulo: Blucher, 2008.  
SANTOS, R.J. Introdução às Equações Diferenciais Ordinárias. Belo Horizonte: Imprensa Universitária da UFMG, 2006.

## **CEL033 – CIRCUITOS LINEARES I**

### **Ementa:**

Componentes Básicos de Circuitos Elétricos.  
Técnicas de Análise de Circuitos Elétricos no Estado Permanente (CC e CA).  
Potência em Circuitos Monofásicos.  
Quadripolos.

### **OBJETIVOS**

Conhecer os componentes básicos dos circuitos elétricos.  
Analisar o comportamento dos circuitos lineares excitados por ondas não senoidais e ondas senoidais, em estado permanente.  
Trabalhar com a potência em circuitos monofásicos. Conhecer e analisar o comportamentos de quadripolos.

### **Conteúdo**

#### **TÉCNICAS GERAIS DE ANÁLISE DE CIRCUITOS ELÉTRICOS**

- Introdução.
- Definições, leis e conceitos básicos: componentes de circuitos elétricos, leis de Kirchhoff e Ohm, circuitos série e paralelo, exemplos de aplicação, conversão de modelos de fontes, transformação estrela-triângulo e vice-versa, exemplos de aplicação, efeitos da linearidade na solução de circuitos elétricos.
- Análise nodal e análise de laços: introdução da análise nodal, análise nodal em circuitos com fontes de corrente, exemplos de aplicação, análise nodal em circuitos com fontes de tensão, exemplos de aplicação, análise de laços em circuitos com fontes de tensão, exemplos de aplicação, análise de laços em circuitos com fontes de corrente, exemplos de aplicação.
- Teoremas de Thevenin e de Norton: modelagem e exemplos de aplicação.
- Teorema da máxima transferência de potência: modelagem e exemplos de aplicação.
- Teorema da superposição: modelagem e exemplos de aplicação.

#### **ANÁLISE DE CIRCUITOS ELÉTRICOS EM REGIME PERMANENTE SENOIDAL**

- Introdução.
- Desenvolvimento matemático da solução fasorial.
- Grandezas complexas na representação fasorial: impedância e admitância, exemplos de aplicação.
- Solução de circuitos elétricos em estado permanente senoidal: exemplos de aplicação, circuitos com múltiplas fontes senoidais.
- Diagramas fasoriais.

#### **POTÊNCIA EM ESTADO PERMANENTE SENOIDAL**

- Introdução.
- Conceito de potência instantânea.
- Potência média: conceito e medição.
- Potência reativa: conceito.
- Potência aparente: conceito.
- Potência complexa: conceito e exemplos de aplicação.
- Correção do fator de potência: conceito e exemplos de aplicação.
- Potência e superposição.
- Teorema da máxima transferência de potência.
- Exemplos gerais.

#### **ESTUDO DOS QUADRIPOLOS**

- Introdução.
- Modelagem matemática dos parâmetros.
- Cálculo ou medição dos parâmetros.
- Exemplos de aplicação.
- Associação de quadripolos e exemplos de aplicação.

**Bibliografia:**

DORF, Richard C. e SVOBODA, James A. Introdução aos Circuitos Elétricos. 5ª Edição. LTC Editora. ROBBINS, H. Allan; Miller, C. Wilhelm. Análise de Circuitos: Teoria e Prática. JOHNSON, D.E. et al. Fundamentos de Análise de Circuitos Elétricos. 4ª Edição. Prentice Hall do Brasil, 1990.

**Bibliografia complementar**

BOYLESTAD, R. L. Introdução à análise de circuitos. 10ª ed. São Paulo: ed. Pearson/Prentice Hall, 2004. 828 p. 3. reimpressão, fev. 2008.  
CLOSE, C. M. Circuitos Lineares. Ed. LTC.  
DESOER, et alli. Teoria Básica de Circuitos. Ed. Guanabara Dois.

## **ENE131 – EXPRESSÃO GRÁFICA PARA ENGENHARIA ELÉTRICA (DESENHO AUXILIADO POR COMPUTADOR)**

**Ementa:**

Representação gráfica de sólidos em termos de suas projeções bidimensionais. Normas de Desenho Técnico. Utilização de ferramental computacional para representação gráfica e interpretação de objetos de engenharia. Esboço de desenhos técnicos.

**Conteúdo**

Fundamentos de Desenho Técnico. Normas Técnicas segundo a ABNT.  
Fundamentos de Desenho Auxiliado por Computador. Projeções e diagramas.  
Representação de primitivas gráficas.  
Representação gráfica computacional de objetos técnicos.

**Bibliografia:**

FRENCH, T. E. Desenho Técnico e Tecnologia Gráfica. 8ª ed. São Paulo: Ed. Globo, 2005. GIESECKE, F. E. et al. Comunicação Gráfica Moderna. Porto Alegre: Bookman, 2002.  
Material pedagógico do curso.

## **ENEXXX – PROGRAMAÇÃO PARA ENGENHARIA (DISCIPLINA NOVA)**

**Ementa:**

Conceitos básicos de programação. Vetores e Ponteiros. Conceitos de programação orientada a objetos. Alocação dinâmica de memória. Introdução à engenharia de software.

**Conteúdo**

1. Conceitos básicos de programação: Linguagens de programação, variáveis, estruturas de repetição, estruturas condicionais, funções, separação da interface e implementação.
2. Vetores, ponteiros e estruturas.
3. Programação Orientada a Objetos: classes, objetos, atributos, métodos, construtores e destrutores, visibilidade e encapsulamento, herança, classes abstratas, polimorfismo.

4. Introdução à engenharia de software: linguagem UML, padrões de projeto e ferramentas de desenvolvimento colaborativo e controle de versões.

Esta disciplina é oferecida em laboratório e deve utilizar linguagens de programação com suporte a diferentes plataformas e sistemas operacionais.

### **Bibliografia**

DEITEL, H. M.; DEITEL, P. J. C++: como programar. 5. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, c2006. 1163 p. ISBN 9788576050568.

LEE, Richard C.; Tevfendhart, William M. UML e C++: guia prático de desenvolvimento orientado a objeto. Editora Pearson 2001 586 p ISBN 9788534613644

GAMMA, Erich; GAMMA, Erich. Padrões de projeto: soluções reutilizáveis de software orientado a objetos. Porto Alegre: Bookman, 2006. 364 p. ISBN 8573076100.

### **Bibliografia complementar**

VOTRE, Vilmar Pedro. C++ explicado e aplicado. Rio de Janeiro, Alta Books, 2016, 1 ed., ISBN 9786555206807.

GUEDES, Gilleanes T A. UML 2: uma abordagem prática. 3. ed. rev. atual. São Paulo: Novatec, 2018. 494 p. ISBN 9788575226469.

LARMAN, Craig. Utilizando UML e Padrões: Uma introdução a análise e ao projeto orientado a objetos e ao desenvolvimento iterativo.

FERREIRA, Arthur Gonçalves. Design patterns e gerência de configuração do projeto ao controle de versões. São Paulo, Platos Soluções Educacionais, 2021, 1 ed., ISBN 9786589965312.

## **C.1.5 – Quinto Período**

### **CEL065 – ELETROMAGNETISMO**

#### **Ementa:**

Lei de Coulomb e Intensidade de Campo Elétrico. Densidade de fluxo elétrico. Energia e potencial. Condutores, semicondutores e Dielétricos. Capacitância e Equação de Laplace. Campo magnético estacionário. Forças, Indutâncias e Materiais Magnéticos.

#### **Conteúdo**

Consolidar os conhecimentos adquiridos nas disciplinas Física III e Física IV, e conhecer o comportamento dos campos eletrostáticos no vácuo e na presença de dielétricos, das correntes estacionárias e dos campos magnetostáticos de convecção. Conhecer o comportamento dos campos magnetostáticos na presença de materiais e dos campos variáveis no tempo. Rever e consolidar o conhecimento das equações de Maxwell. Conhecer e analisar o comportamento das ondas planas uniformes. Trabalhar com experimentos relacionados a esses assuntos.

#### **Bibliografia:**

1. HAYT JR., W., BUCK, J. A.: Eletromagnetismo, Ed. McGraw-Hill, 8ª edição, 2008.
2. SADIKU, Matthew N. O. Elementos de eletromagnetismo. Bookman, 2008.
3. WENTWORTH, STUART M., Eletromagnetismo Aplicado: Abordagem Antecipada das Linhas de Transmissão, Bookman, 1ª edição, 2008.

#### **Bibliografia complementar:**

1. BALANIS, C. A., Advanced Engineering Electromagnetics, Wiley, 2012.
2. CLAYTON, R. P., Eletromagnetismo para Engenheiros, Ed. LTC, 1ª Edição, 2006.

3. KRAUS, J. D., Fleisch, D. A., Electromagnetics with Applications, McGraw-Hill, 8a. edição, 2008.
4. NOTAROS, BRANISLAV M, Eletromagnetismo, Pearson Brasil, 1ª Edição, 2012.
5. KAISER, KENNETH L., Transmission Lines, Matching, and Crosstalk, CRC, 2005.

## **CEL034 – CIRCUITOS LINEARES II**

### **Ementa:**

Bobinas acopladas magneticamente;  
Solução geral dos circuitos -equações diferenciais;  
Solução completa dos circuitos lineares -transformada de Laplace; Resposta em frequência

### **Conteúdo**

Bobinas acopladas magneticamente: Indução mútua; Notação do ponto; Indutância equivalente de circuitos com mútua; Modelos de transformador; Transformador ordinário; Análise de circuitos com acoplamento magnético no estado permanente senoidal; Energia num circuito acoplado; Fator de acoplamento; Transformador Real; Transformador Ideal; Reflexão de impedância.

Solução geral dos circuitos -equações diferenciais: Resposta livre de circuitos de primeira ordem (Circuito RC, Circuito RL, Cálculo de condições iniciais); Funções singulares; Resposta às funções singulares; Resposta Completa dos Circuitos de primeira ordem; Circuitos de segunda ordem: RLC série, paralelo, Solução sub-amortecida, Solução Superamortecida, Solução criticamente amortecida; Cálculo das condições iniciais; Resposta Completa dos Circuitos de segunda ordem.

Solução completa dos circuitos lineares -transformada de Laplace: A transformada de Laplace; A transformada inversa de Laplace (expansão em frações parciais); Representação de circuitos no domínio de Laplace; Solução das equações dos nós e dos laços por transformada de Laplace; Análise dos circuitos nos domínios da frequência e do tempo; Função de transferência; Análise de estabilidade.

Resposta em frequência: Curvas de resposta em frequência; Filtros elementares (passa-baixas, passa-altas, passa-faixa, rejeita-faixa), largura de faixa; Diagramas de Bode;

### **Bibliografia:**

V. M. da Costa, Circuitos Elétricos Lineares: Enfoques Teórico e Prático, Interciência, 2013.  
Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br/Leitor/Publicacao/41949/pdf/0>, Acesso em 06 dez 2020.

J. W. Nilsson, S. A. Riedel, Circuitos Elétricos, 10a. Edição, Pearson, 2015.  
Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br/Leitor/Publicacao/36875/pdf/0>.  
Acesso em 06 dez 2020

C. K. Alexander, M. N. O. Sadiku, Fundamentos de Circuitos Elétricos, 5e Edição, McGraw-Hill, 2013.  
Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/books/9788580551730>. Acesso em 06 dez 2020

### **Bibliografia complementar**

R. L. Boylestad, Introdução à análise de circuitos. 13ª Edição, Pearson, 2018.  
Disponível em:  
<https://plataforma.bvirtual.com.br/Leitor/Publicacao/168449/pdf/0>. Acesso em:  
06 dez 2020.

C. M. Close, CLOSE, Charles M. Circuitos Lineares. 2ª Edição. Livros Técnicos e Científicos Editora SA, São Paulo, SP, Brasil, 1990.

## **CELXXX – ELETRÔNICA ANALÓGICA I (DISCIPLINA NOVA)**

### **Ementa:**

1. Introdução à Eletrônica; 2. Amplificadores Operacionais; 3. Semicondutores e Diodos; 4. Transistores TBJ e

MOSFET; 5. Práticas de laboratório.

### Conteúdo

#### 1. Introdução à Eletrônica

Revisão de conceitos de circuitos lineares e sinais. Notações e definições (ganho, etc.). Amplificador de tensão ideal. Limitações de amplificadores reais (saturação, polarização). Modelos lineares de amplificadores (tensão, corrente, transcondutância, transresistência). Introdução à resposta em frequência. Redes de constante de tempo simples. Introdução à simulação de circuitos eletrônicos em SPICE.

#### 2. Amplificadores Operacionais

Amplificador operacional ideal. Realimentação negativa em amplificadores operacionais. Técnicas de análise idealizada. Configurações e aplicações lineares básicas (não inversora, inversora, buffer, somador, diferencial, etc.). Configurações e aplicações lineares avançadas (instrumentação, inversor mod., integrador/diferenciador, filtros, etc.). Amplificador operacional real. Análise considerando não idealidades (ganho finito, resp. frequência, slew rate, imperfeições CC.). Simulação de amplificadores operacionais em SPICE. Aplicações não lineares como comparador (com e sem histerese). Práticas laboratoriais de aplicações lineares e não-lineares de amplificadores operacionais.

#### 3. Semicondutores e Diodos

Introdução à física de estado sólido. Conceitos básicos de semicondutores. Junção PN. Diodos de junção PN. Construção de diodos. Polarização da junção PN. Diodo ideal e análise de circuitos idealizados. Diodo real. Modelos matemáticos de diodos (exponencial, linear por partes, tensão constante). Simulação de diodos em SPICE. Aplicação de diodos em retificadores e fontes de alimentação. Tipos de retificadores (meia-onda, tap central, ponte, c/ e s/ filtro capacitivo). Diodo zener. Reguladores de tensão tipo shunt. Outros tipos de diodos. Outros circuitos empregando diodos. Práticas laboratoriais de aplicações de diodos.

#### 4. Transistores TBJ e MOSFET

Construção e funcionamento de transistores bipolares de junção (TBJs). Modelos matemáticos de grandes sinais de TBJs. Gráficos típicos de TBJs. Construção e funcionamento de transistores de efeito campo de metal óxido-semicondutor

(MOSFETs). Modelos matemáticos de grandes sinais de MOSFETs. Gráficos típicos de MOSFETs.

Análise de circuitos com TBJs e MOSFETs em regime c.c. (grandes sinais). Não idealidades, efeitos Early (TBJs) e de modulação do canal (MOSFETs). Simulação de TBJs e MOSFETs em SPICE. Análise gráfica de ponto de operação de TBJs e MOSFETs. Esquemas de polarização de transistores. TBJs e MOSFETs operando como interruptores estáticos. TBJs e MOSFETs operando como amplificadores de grandes sinais. Transcondutância. Circuitos lógicos transistorizados. Práticas laboratoriais de aplicações de transistores.

### Bibliografia

- [1] SEDRA, A.; SMITH, K. "Microeletrônica", 5ª ed., 2007.
- [2] BOYLESTAD, R.; NASHELSKY, L. "Dispositivos Eletrônicos e Teoria de Circuitos", 11ª ed., 2013.
- [3] RAZAVI, Behzad "Fundamentos de Microeletrônica", 2ª ed., LTC, 2017.

### Bibliografia complementar

- [1] MALVINO, Albert; BATES, David "Eletrônica", Vols. 1 & 2, 8ª ed., AMGH Editora, 2016.
- [2] MALVINO, A.; BATES, D. "Eletrônica: Diodos, Transistores e Amplificadores", 7ª ed., 2011.
- [3] HOROWITZ, P.; WINFIELD, H. "A Arte da Eletrônica", 3ª ed., 2017.

## CEL066 – SINAIS E SISTEMAS

### Ementa:

Sinais Contínuos e Discretos;  
Sistemas Contínuos e Discretos no Tempo;  
Série de Fourier para sinais periódicos contínuos;  
Transformada de Fourier;  
Resposta em frequência e filtragem;  
Amostragem de Sinais;  
Transformada Z;

### Conteúdo

Sinais Contínuos e Discretos: Introdução aos Sinais Contínuos e Discretos; Energia e Potência de um sinal; Transformação da variável independente; Sinais pares e Sinais Ímpares; Sinais e sequências exponenciais; Função Degrau e impulso;

Sistemas Contínuos e Discretos no Tempo: Propriedades Básicas; Sistema linear e invariante no Tempo (LIT); Propriedades dos Sistemas LIT, discretos e contínuos.

Série de Fourier para sinais periódicos contínuos: Resposta de Sistemas LIT para Exponenciais Complexas; Expansão de um sinal em uma base de funções ortogonais; Série exponencial de Fourier; Série Trigonométrica de Fourier; Teorema de Parseval; Convergência da Série de Fourier; Decomposição em Série de Fourier;

Transformada de Fourier: Desenvolvimento da transformada de Fourier de um Sinal não periódico; Convergência da Transformada de Fourier; Propriedades da Transformada; Transformada de Sinais periódicos.

Resposta em frequência e filtragem: Magnitude e Fase da Transformada de Fourier; Atraso de Grupo; Filtros Ideais;

Amostragem de Sinais: Teorema da amostragem; Sequências; Transformada de Fourier dos Sinais Discretos; Cálculo da Transformada de Algumas Sequências; Filtros Discretos no Tempo; Processamento Discreto de Sinais;

Transformada Z: Regiões de Convergência da Transformada Z; Propriedades da região de convergência; Transformada Z inversa; Propriedades da Transformada Z;

### Bibliografia:

LOPES, A. Apostila de Sinais e Sistemas. Disciplina de Análise de Sinais. 2007. Notas de aula. Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação (FEEC) – UNICAMP. Disponível em: <http://www.decom.fee.unicamp.br/~ropes/EA614/masterea614.pdf>. Acesso em: 11 set. 2020.

Graduação em Engenharia Elétrica – UFJF - Plano de Ensino 1

ROBERTS, M. J. Fundamentos de sinais e Sistemas. AMGH Editora, 2009.

Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788563308573/>. Acesso em: 14 set 2020

### Bibliografia complementar

OPPENHEIM, A. V.; WILLSKY, A. S. Sinais e Sistemas. 2. ed. Pearson. 2010. [4] LATHI, B. P. Sinais e Sistemas Lineares. 2. ed. Bookman, 2006. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788577803910/>.

## ENE084 – ANÁLISE DE INVESTIMENTOS E GESTÃO DE OBRAS

### Ementa:

Princípios básicos de organização e administração. As Teorias Administrativas. Qualidade e Produtividade. Concepção e Planejamento de Projetos. As Ferramentas de Planejamento e Controle. Elementos de matemática financeira aplicados à engenharia. Análise de investimentos do setor de engenharia com base no valor atual. Alternativas de investimentos específicos à engenharia. Análise de investimentos aplicáveis à engenharia.

### Conteúdo

1. Princípios básicos de organização e administração
2. As Teorias Administrativas
  - a. Administração Científica
  - b. Teoria Clássica
  - c. Organização Burocrática
  - d. Teoria das Relações Humanas
  - e. Teoria Estruturalista
  - f. Teoria Comportamental
  - g. Teoria de Sistemas

- h. Teoria da Contingência
- 3. Qualidade e Produtividade
  - a. Qualidade Total
  - b. Benchmarking
  - c. Terceirização
  - d. TQM
  - e. ISO
  - f. Just In Time
  - g. CCQ
  - h. Os 5S
- 4. Elementos de matemática financeira aplicados à engenharia
  - a. Juros simples e compostos
  - b. Capitalização, taxas nominal e efetiva
  - c. Série de pagamentos
  - d. Cálculo do valor atual
  - e. Prestações, resgate
  - f. Uso de tabelas de computador
- 5. Análise de investimentos do setor de engenharia com base no valor atual
  - a. Valor atual de um fluxo de caixa
  - b. O fator tempo
  - c. Ganho real e nominal
  - d. Tomada de decisões com base matemática
- 6. Alternativas de investimentos específicos à engenharia
  - a. Principais alternativas de mercado (características e riscos)
  - b. Bibliografia do investidor
- 7. Análise de investimentos aplicáveis à engenharia
  - a. Critérios de análise
  - b. Aspectos objetivos
  - c. Aspectos subjetivos
  - d. Psicologia do investidor e do especulador
  - e. Avaliação de perspectivas

**Bibliografia:**

CHIAVENATO, Idalberto. Introdução à teoria Geral da administração. 3ª ed. São Paulo: Editora MacGraw-Hill, 2004. CUKIERMAN, Z. S. O Modelo PERT/CPM Aplicado ao Gerenciamento de Projetos. Editora LTC, 2009. MARIM, W. Análise de alternativas de investimentos. Editora Atlas. PACINNI, A. Matemática financeira aplicada. Livro Técnico. PRADO, D. Planejamento e Controle de Projetos. Série Gerência de Projetos. vol. 2. Editora de Desenv. Gerencial, 2001.

**Bibliografia complementar**

BERNARDES, Silva; MOREIRA, Maurício. Microsoft Project, 2010. CASAROTTO FILHO, N., KOPITKE, B. Análise de Investimentos: Mat. Financeira, Engenharia. Econômica, Tomada de Decisão, Estratégia Empresarial. 9ª ed. Editora Atlas, 2000. HAZZAN, S., POMPEO, J. N. Matemática Financeira. 6ª ed. Editora Saraiva, 2007. LAURENCEL, L.C., e REZENDE FILHO, M. Engenharia Financeira. LTC, 2013. MAXIMIANO, Antonio C.A. Teoria Geral da Administração. São Paulo: Atlas, 2005. SAMANEZ, C. P. Engenharia Econômica. Pearson, 2009.

## **ENEXXX– PROGRAMAÇÃO AVANÇADA E INTEGRAÇÃO DE SISTEMAS (DISCIPLINA NOVA)**

### **Ementa:**

Linguagens de programação de alto nível. Programação concorrente e assíncrona. Integração de sistemas. Infraestrutura de TI. Fundamento de segurança da informação. Internet das coisas.

### **Conteúdo**

1. Introdução às linguagens de programação de alto nível: ambiente de programação, estruturas básicas, coleções, tratamento de exceções, revisão de programação orientada a objetos.
2. Programação concorrente e assíncrona.
3. Infraestrutura de TI: introdução ao sistema operacional Linux, introdução às redes de computadores, criação e orquestração de contêineres, introdução à computação em nuvem.
4. Integração de Sistemas: formatos de dados, modelos cliente/servidor e publicador/assinante, API socket, protocolos de comunicação industriais, desenvolvimento de interfaces de programação de aplicações (API).
5. Internet das Coisas: Introdução, protocolos, aplicação em ambiente industrial.
6. Fundamentos de segurança da informação: requisitos de segurança, problemas usuais e ataques, mecanismos de segurança.

### **Bibliografia:**

TAVARES NETO, Roberto Fernandes. Introdução à programação para engenharia usando a linguagem Python. Rio de Janeiro LTC 2022 1 recurso online ISBN 9788521638346.

ANTÔNIO MUNIZ; TATIANA ESCOVEDO; CLÁUDIO GOMES; ANDRÉ GUILHON; JULIANA GUAMÁ; KARINE CORDEIRO; RODRIGO ISENSEE. Livro Jornada Phyton. Editora Brasport 2022 552 p ISBN 9786588431511.

MORAES, Alexandre de. Segurança em IoT entendendo os riscos e ameaças em internet das coisas. Rio de Janeiro Alta Books 2021 1 recurso online ISBN 9788550816548.

JEFERSON FERNANDO NORONHA VITALINO; MARCUS ANDRÉ NUNES CASTRO. Descomplicando o Docker - 2ª Edição. Editora Brasport 2018 152 p ISBN 9788574529028.

ARQUITETURA e infraestrutura de IoT. Porto Alegre SAGAH 2021 1 recurso online (Internet das coisas). ISBN 9786556901947.

### **Bibliografia complementar:**

DEITEL, Paul J.; Deitel, Harvey M. Ajax, Rich Internet Applications e Desenvolvimento Web para Programadores. Editora Pearson 2008 776 p ISBN 9788576051619.

FERREIRA, Arthur Gonçalves. Interface de programação de aplicações (API) e web services. São Paulo Platos Soluções Educacionais 2021 1 recurso online ISBN 9786553560338.

MORAES, Alexandre Fernandes de. Cibersegurança e a nova geração de firewalls. São Paulo Expressa 2021 1 recurso online ISBN 9786558110347.

ARMANDO KOLBE JÚNIOR. Computação em Nuvem. Contentus 2020 98 p ISBN 9786557453636.

## **CELXXX– FUNDAMENTOS DE SISTEMAS TRIFÁSICOS (DISCIPLINA NOVA)**

### **Ementa:**

Conceitos básicos de circuitos trifásicos. Geradores e cargas trifásicas. Circuitos trifásicos equilibrados. Circuitos trifásicos desequilibrados. Potência trifásica. Medição de Potência trifásica.

### Conteúdo

- Conceitos básicos de sistemas trifásicos (Variáveis de fase e de linha, Sequências de fase, cargas de tensão constante, corrente constante, potência constante e impedância constante)
- Tipos de conexões de fontes trifásicas ligação Y e Delta
- Tipos de conexões de cargas trifásicas ligação Y e Delta
- Análise de circuitos trifásicos equilibrados e desequilibrados (com condutor de neutro e sem condutor de neutro, deslocamento de neutro e corrente de neutro)
- Potência trifásica instantânea e em regime permanente (Potências complexas, potências ativas, reativas, fator de potência)
- Medição de potência trifásica (teorema de Blondel, Wattímetros)

### Bibliografia:

- [1] ALEXANDER, C. M.; SADIKU, N. O. Fundamentos de Circuitos Elétricos. 5ª ed. McGrawHill, 2013.
- [2] DA COSTA, V. M. Circuitos Elétricos Lineares, Enfoques Teórico e Prático. Interciência, 2013.
- [3] DORF, Richard C. e SVOBODA, James. A. Introdução aos Circuitos Elétricos. 8ª ed. Ed. LTC.

### Bibliografia complementar:

- [1] ALBUQUERQUE, R. O. Análise de Circuitos em Corrente Alternada. 2ª ed. Erica, 2006.
- [2] ROBBA, J. E. Introdução aos Sistemas Elétricos de Potência. Ed. Edgard Blücher, 2001.
- [3] CLOSE, C. M. Circuitos Lineares. Ed. LTC.
- [4] BARRETO, G.; DE CASTRO JUNIOR, C. A. ; MURARI, C. A. DE F. F. SATO. Circuitos de Corrente Alternada. Ed. Oficina de textos
- [5] ROBBINS, H. Allan; MILLER C. Wilhelm. Análise de Circuitos. Teoria e Prática. vol. 1 e 2

### C.1.6 – Sexto Período

## ENE082– INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

### Ementa:

1. Conceitos básicos necessários aos projetos e à execução das instalações elétricas prediais em baixa tensão
2. Introdução às instalações elétricas prediais de luz e força em baixa tensão
3. Projetos das instalações elétricas
4. Proteção, seccionamento e comando dos circuitos da NBR-5410
5. Normas técnicas
6. Luminotécnica
7. Projeto de instalações telefônicas, TV e dados

### Conteúdo

1. Conceitos básicos necessários aos projetos e à execução das instalações elétricas prediais em baixa tensão
  - a. Tipos de cargas elétricas, fator de potência, ligação série e paralelo
  - b. Circuitos monofásicos e trifásicos de corrente alternada em regime permanente
  - c. Medidores de energia elétrica e cálculo da energia
  - d. Ligação em triângulo e em estrela
2. Introdução às instalações elétricas prediais de luz e força em baixa tensão
  - a. Generalidades do sistema elétrico: geração, transmissão e distribuição
  - b. Conceito de projeto elétrico
  - c. Dispositivos de comando de iluminação e sinalização: interruptor simples, interruptor de múltiplas

seções, tomadas de três pinos, interruptores paralelos (three-way), interruptor paralelo bipolar, interruptor intermediário (four-way), interruptor de minuteria, interruptor horário, relé de impulso, interruptor automático de presença

3. Projetos das instalações elétricas

- a. Partes componentes de um projeto elétrico
  - b. Informações preliminares, planta de situação e projetos complementares
  - c. Simbologia
  - d. Quantificação do sistema: dimensionamento dos pontos de utilização: iluminação e tomadas, previsão de cargas especiais
  - e. Divisão da instalação em circuitos
  - f. Dimensionamento dos condutores
  - g. Dimensionamento dos eletrodutos, caixas e quadros
  - h. Dimensionamento dos dispositivos de proteção
  - i. Determinação do padrão de atendimento da edificação (carga instalada, demanda)
  - j. Quadros de distribuição, diagramas unifilares
  - k. Desenho das plantas, memorial descritivo, memorial de cálculo, lista de materiais
4. Proteção, seccionamento e comando dos circuitos da NBR-5410
- a. Prescrições gerais dos dispositivos de proteção
  - b. Dispositivos de proteção, seccionamento e comando
  - c. Dispositivos de proteção à corrente diferencial-residual (DR)
  - d. Dispositivos de proteção contra sobrecorrentes
  - e. Dispositivos de proteção contra sobretensões
  - f. Aterramento e condutores de proteção
5. Normas técnicas
- a. ABNT NBR5410: Instalações elétricas de baixa tensão
  - b. Normas técnicas das concessionárias para instalações elétricas residenciais e prediais em baixa tensão
6. Luminotécnica
- a. Conceitos básicos, grandezas e fundamentos de luminotécnica
  - b. Fontes de luz artificial: tipos e aplicações
  - c. Luminárias: tipos e aplicações
  - d. Projeto integrado: iluminação natural e artificial
  - e. Métodos de cálculo de sistema de iluminação
  - f. Análise econômica
7. Projeto de instalações telefônicas, TV e dados

**Bibliografia:**

CREDER, H. Instalações Elétricas. 15ª ed. Editora LTC, 2007. ISBN: 9788521615675.  
COTRIM, A. M. B. Instalações Elétricas. 5ª ed. Editora Pearson Prentice Hall, 2009. ISBN: 9788576052081. MAMEDE FILHO, João. Instalações Elétricas Industriais. 7ª ed. LTC. 2007.  
NISKIER/MACINTYRE. Instalações Elétricas. 5ª ed. LTC. ISBN: 9788521618560. NISKIER. Manual de Instalações Elétricas. LTC, 2005. ISBN: 9788521618577.

**Bibliografia complementar:**

CAVALIN/CERVELIN. Instalações Elétricas Prediais. 13ª edi. Editora Erica, 2005. ISBN: 9788571945418.  
Normas ABNT: NBR-5410 e NR-10.

## ENE125 - FUNDAMENTOS DE CONVERSÃO ELETROMECÂNICA DE ENERGIA

**Ementa:**

Revisão dos conceitos básicos de circuitos magnéticos e princípios de conversão eletromecânica de energia; Teoria e circuitos equivalentes de transformadores monofásicos e trifásicos reais. Configurações básicas das máquinas elétricas rotativas; Regime permanente das máquinas síncronas, máquinas de

corrente contínua e máquinas de indução.

#### Conteúdo

1. Fundamentos de Conversão Eletromecânica: Campo magnético produzido por corrente; Lei de Ampère; Relação  $B \times H$  em materiais ferromagnéticos; Fluxo magnético e fluxo magnético enlaçado; Lei de Lenz-Faraday; Indutância; Energia e força eletromagnética; Efeitos da distribuição de fluxo.
2. Transformadores monofásico e trifásico real: Considerações gerais sobre o acoplamento magnético e fluxo de dispersão; Modelos matemáticos e circuitos equivalentes; Operação em regime permanente senoidal; Regulação de tensão, rendimento e corrente de magnetização; Determinação de parâmetros através de ensaios; Tipos de conexão, agrupamento e defasamentos; Transformadores de três enrolamentos; Ensaios de polaridade e paralelismo de transformadores.
3. Máquinas Assíncronas: Princípio de funcionamento; Circuito equivalente monofásico; Característica de torque versus escorregamento; Conjugado máximo e de partida; Efeito de resistência adicional no rotor; Variação de velocidade.
4. Máquinas Síncrona: Princípio de funcionamento; Aspectos construtivos e circuito elétrico equivalente monofásico; Característica de conjugado versus ângulo de carga; Máquinas síncronas de polos salientes; Operação como motor síncrono; Partida de motores síncronos; O motor cc sem escovas (Brushless DC motor).
5. Máquinas de Corrente Contínua: A máquina cc linear; Princípio de funcionamento; Comutação em máquinas cc; Aspectos construtivos e a comutação em máquinas reais; Interpolos e enrolamentos compensadores; Relações matemáticas dos motores e geradores cc de excitação independente, derivação, série, composto.

#### Bibliografia:

CHAPMAN, S. J. Electric Machinery Fundamentals. 4th Edition. Ed. Mc Graw-Hill. FITZGERALD, A. E. Máquinas Elétricas. 5ª ed. Ed. Bookman.  
FALCONE, A. G. Eletromecânica: Transformadores, Transdutores, Conversão Eletromecânica de Energia e Máquinas Elétricas. vol 1 e 2. Editora Edgar Blucher Ltda.

#### Bibliografia complementar:

KOSOW, I. Máquinas Elétricas e Transformadores. Ed. Globo.  
KRAUSE, P.; WASYNCZUK, O.; and SUDHOFF, S.D. Analysis of Electric Machinery. IEEE Press, 1994.

### CELXXX – CONTROLE DE SISTEMAS DINÂMICOS I (DISCIPLINA NOVA)

#### Ementa:

Fundamentos de sistemas de Controle. Modelagem de sistemas dinâmicos. Resposta dinâmica transitória. Análise em espaço de estados. Lugar das raízes.

#### Conteúdo:

1. Fundamento de sistemas de controle:
  - a. Exemplos;
  - b. Malha aberta versus malha fechada;
2. Modelo dinâmico de sistemas:
  - a. No domínio da frequência;
  - b. Em espaço de estados;
3. Resposta dinâmica transitória:
  - a. Sistemas de primeira ordem;
  - b. Sistemas de segunda ordem;
  - c. Identificação da função de transferência;

4. Análise em espaço de estados:
  - a. Autovalores e autovetores;
  - b. Transformação de similaridade;
  - c. Formas canônicas;
  - d. Matriz de transição de estados;
  - e. Resposta transitória em espaço de estados;
  - f. Conversão de espaço de estados para função de transferência;
5. Diagramas de blocos;
6. Análise de erros de regime estacionário;
7. Análise de estabilidade (critério de estabilidade de Routh);
8. Lugar das Raízes:
  - a. Regras para construção;
  - b. Projeto de controladores (Proporcional e Integral);
  - c. Projeto de controlador PI;
  - d. Compensação por avanço de fase;
  - e. Compensação por atraso de fase;
9. Controladores PID.

**Bibliografia**

1. OGATA, Katsuhiko. Engenharia de controle moderno. Pearson Universidades. 5ª edição (2010). ISBN: 9788576058106.
2. CASTRUCCI, Plínio de Lauro. Controle automático. LTC, 2ª edição (2018). ISBN: 9788521635628.
3. NISE, Norman S. Engenharia de sistemas de controle. LTC, 7ª edição (2017). ISBN: 9788521634379.

**Bibliografia complementar:**

1. DORF, Richard C. Sistemas de controle modernos. LTC, 13ª edição (2018). ISBN: 9788521635147.
2. GOLNARAGHI, Farid; KUO, Benjamin C. Sistemas de controle automático. LTC, 9ª edição (2012). ISBN: 9788521620853.
3. CARVALHO, J. L. Martins de. Sistemas de controle automático. LTC (2000). ISBN 9788521623540.
4. MAYA, Paulo; LEONARDI, Fabrizio. Controle essencial. Editora Pearson, 2ª edição (2014). ISBN: 9788543002415.
5. GEROMEL, Jose C; KOROGUI, Rubens H. Controle linear de sistemas dinâmicos: teoria, ensaios práticos e exercícios. Blucher (2011). ISBN: 9788521205906.

## **CEL035 – ELETRÔNICA DIGITAL**

**Ementa:**

Contadores e Registradores  
Famílias Lógicas de Circuitos Integrados  
Circuitos Lógicos de Média Escala de Integração  
Interface com o mundo analógico – ADC e DAC  
Dispositivos de Memória

**Conteúdo**

Contadores Assíncronos e Síncronos  
Projeto de Contadores Síncronos

Famílias Lógicas de Circuitos Integrados Tecnologia TTL e CMOS  
Circuitos MSI – Codificadores/Decodificadores  
Circuitos MSE – Multiplexadores/Demultiplexadores  
Conversores Digital Analógicos  
Conversores Analógico Digitais do tipo rampa e aproximações sucessivas 8. Memórias ROM, RAM e Flash

**Bibliografia:**

FLOYD, Thomas. Sistemas digitais fundamentos e aplicações. 9. Porto Alegre Bookman 2011 1  
recurso online ISBN 9788577801077.

**Bibliografia complementar:**

Ronald J. Tocci, Neal S. Widmer, Gregory L. Moss, Sistemas Digitais: princípios e aplicações, 10ed. PrenticeHall (2007);  
V. Pedroni, Eletronica Digital Moderna e VHDL, 1a Edição, Campus, 2010

## **CEL068– PRINCÍPIOS DE COMUNICAÇÕES**

**Ementa:**

Fornecer ao aluno o embasamento teórico básico na área de telecomunicações, apresentando os conceitos fundamentais, os principais problemas, e a análise de desempenho de vários sistemas de transmissão de sinais analógicos e digitais.  
Introdução a sistemas de comunicação;  
Modulação em Amplitude;  
Modulação em ngulo;  
Conversão Analógico/Digital;

**Conteúdo**

Introdução a Comunicação de Dados  
Sistemas de comunicação  
Mensagens analógica e digitais  
Relação sinal ruído, largura de banda do canal, modulação Densidade espectral de energia  
Densidade espectral de potência  
Modulação em amplitude  
Modulação em amplitude: dobre sideband (DSB) Modulação em amplitude (AM)  
Modulação em amplitude: Single sideband (SSB) Modulação em amplitude:  
Vestigial sideband (VSB)  
Sistemas FDM  
Modulação em ângulo  
Conceito de frequência instantânea  
Largura de banda de sinais  
modulados em ângulo Geração de sinais FM  
Geração de sinais PM Demodulação de sinais FM Demodulação de sinais PM  
Receptor FM superheteródino Interpolação Sinais PAM, PPM, PWM  
Multiplexação no domínio do tempo Modulação PCM  
Codificação de linha Modulação Delta Filtro casado  
Interferência Intersimbólica  
Formatação de pulso e Critério de Nyquist para ISI nula Diagrama de olho  
Taxa de erro de bit

**Bibliografia:**

LATHI, B. P. e DING, Z. Modern digital and analog communication system. 4ª edição. Oxford University Press, 2009.

**Bibliografia complementar:**

HAYKIN, Simon; MOHER, Michael. Sistemas de Comunicação. 5ª Edição. Bookman, 2011.

**CEL0101 – ELETROMAGNETISMO APLICADO**

**Ementa:**

Revisão Ondas Planas e Polarização. Teoria de linhas de transmissão aplicada à rádio-frequência. Medidas e casamento de impedância. Carta de Smith. Quadripolos (Parâmetros ABCD, Z, Y, H, S).

**Conteúdo**

1. Revisão de Campos variáveis no tempo e equações de Maxwell.
2. Onda plana uniforme. Propagação de ondas no espaço livre e em dielétricos perfeitos. Ondas planas em dielétricos dissipativos. Vetor de Poynting e considerações de potência. Propagação em bons condutores.: efeito peculiar. Polarização da onda. Reflexão de ondas planas uniformes em incidência normal e oblíqua. Taxa de onda estacionária. Reflexão de ondas planas de múltiplas interfaces.
3. Análise de campo para linhas de transmissão. Constantes das linhas de dois fios, coaxiais. Efeito pelicular. Parâmetros primários e secundários. Linhas sem perdas e com pequenas perdas. Constantes das linhas de fita e de microfita.
4. Linhas de transmissão. Análise por parâmetros distribuídos. Equações da linha de transmissão. Parâmetros das linhas de transmissão. Constantes distribuídas e ondas progressivas. Impedância característica. Regime estacionário e linhas sem reflexões. Linhas sem distorção. Carregamento indutivo. Linhas com reflexões. Padrões de ondas estacionárias. Múltiplas reflexões.
5. Cartas de linhas de transmissão. Coeficientes de reflexão e impedância de uma linha. Carta de Smith e equações. Medidas e casamento de impedância. Transformações de impedância na carta de Smith. Stubs, linhas de meio e um quarto de comprimento de onda. Determinação das características da linha de transmissão a partir de medidas de impedância. Impedância característica complexa. Projeto de casamento de impedância a partir da carta de Smith.

**Bibliografia:**

1. William H. Hayt Jr., John A. Buck, Eletromagnetismo, 8ª Edição, McGraw Hill, 2012.
2. Stuart M. Wentworth, Eletromagnetismo Aplicado: Abordagem Antecipada das Linhas de Transmissão. 1ª edição. Bookman, 2008.
3. Joseph A. Edminister, Mahmood Nahvi, Eletromagnetismo, 3a Edição, Bookman, 2011.

**C.1.7 – Sétimo Período**

**CEL100 – PROCESSAMENTO DIGITAL DE SINAIS I**

**Ementa:**

Processamento Digital de Sinais de Analógicos; Processamento Sinais e Sistemas no tempo discreto; Transformada de Fourier no tempo discreto, Transformada Discreta de Fourier; Transformada Z; Sistemas discretos; projeto e síntese de filtros digitais

**Conteúdo**

**OBJETIVOS:**

Propiciar ao aluno os conhecimentos da teoria fundamental do processamento digital de sinais, permitindo-lhe as condições básicas para a realização de projetos na área. A disciplina visa transmitir aos alunos os fundamentos de processamento digital de sinais, seus princípios e aplicações, técnicas de projetos de filtros digitais com o uso do MATLAB.

**PROGRAMA DA DISCIPLINA:**

Processamento digital de sinais analógicos: Amostragem de sinais analógicos; projeto de filtros analógicos; projeto de filtros de guarda; técnicas de sobre-amostragem e conversores A/D; projeto de

filtros de reconstrução.

A transformada discreta de Fourier e introdução a análise espectral: comparação entre a DTFT e DFT; As propriedades da DFT; a transformada rápida de Fourier (FFT) e suas aplicações; método das janelas para análise espectral.

Transformada Z: Definição, propriedades e aplicação.

Sistemas lineares e invariantes no tempo no domínio das transformadas discretas: A função de transferência no domínio z; resposta em frequência de funções de transferências racionais; conceitos iniciais de filtros FIR e IIR; estruturas básicas de filtros FIR e IIR.

Projetos básicos de filtros FIR e IIR usando o MATLAB.

Simulações de sistemas discretos utilizando o MATLAB ou software compatível;

#### **Bibliografia:**

S. K. Mitra; Digital Signal Processing: A Computer-Based Approach; 3a. Edição, McGraw-Hill, 2005.

R. G. Lyons, Understanding Digital Signal Processing, 3ª edição, Prentice Hall, 2011.

M. Weeks, Processamento Digital de Sinais, LTC, 2a Edição, 2012.

#### **Bibliografia complementar:**

E. Ifeachor, B. Jervis, Digital Signal Processing: A Practical Approach, 2a Edição, Prentice Hall, 2002.

E. A. B. da Silva, P. S. R. Diniz, S. L. Netto, Processamento Digital de Sinais, Bookman, 1a edição, 2004.

A. V. Oppenheim e A. S. Willsky, Sinais e Sistemas, Pearson, 2ª Edição 2010.

A. V. Oppenheim e R. Schaffer, Discrete-Time Signal Processing, Prentice Hall, 3ª Edição 2009.

## **CEL069 – MICROPROCESSADORES**

#### **Ementa:**

Arquitetura de sistemas digitais.

Memórias: estrutura, organização e acesso.

Arquitetura de microcontroladores.

Interfaces de comunicação.

Periféricos e circuitos externos.

Projetos de Sistemas Práticos (simulação) com Microcontroladores.

#### **Conteúdo**

Obter conhecimentos teóricos e práticos de processadores usando hardware e desenvolvimento de software de sistemas baseados em microprocessadores e microcontroladores.

Analisar estruturas de memórias e arquiteturas de microprocessadores.

Apresentar diversas formas de interfaceamento com periféricos.

Implementar projetos baseados em microcontroladores (simulação).

#### **Bibliografia:**

Campos, Fabrício, Microprocessadores, arquitetura e programação. 2020 [Apostila disponibilizada pelo autor]

ALMEIDA, Rodrigo Maximiano A. de. Programação de sistemas embarcados desenvolvendo software

para microcontroladores em linguagem C. Rio de Janeiro GEN LTC 2016 1 recurso online ISBN

9788595156371. [3] LENZ, Maikon Lucian. Microprocessadores. Porto Alegre SAGAH 2019 1 recurso

online ISBN 9788595029736 [Repositório da UFJF].

NICOLOSI, Denys E. C. Microcontrolador 8051 com linguagem C prático e didático: família AT89S8252

Atmel. 2. São Paulo Erica 2009 1 recurso online ISBN 9788536519883 [Repositório da UFJF].

[5]ATmega8(L) - Complete Datasheet [acessível em:

<https://www.microchip.com/wwwproducts/en/ATMEGA8>] [6] Richard H. Barnett, Sarah Cox, Larry O'Cull.

Embedded C Programming and the Atmel AVR, Segunda edição, Cengage Learning, 2006

#### **Bibliografia complementar:**

KAZIMIERCZUK, M. "Pulse-Width Modulated DC-DC Converters", 1ª ed., John Wiley & Sons, 2008.

PRESSMAN, A. I.; BILLINGS, K.; MOREY, T. "Switching Power Supply Design", 3ª ed., McGraw Hill,

2009. MCLYMAN, W. "Transformer & Inductor Design Handbook", 4ª ed., 2011.

CRISP, J. Introduction to microprocessors and microcontrollers. 2ª ed. Ed. Newnes, 2004. KUMAR, N. S.; SARAVANAN, M.; JEEVANANTHAN, S. Microprocessors and Microcontrollers. Oxford, 2011. ZELENOVSKY, R. A. Mendonça, Hardware e Interfaceamento. 4ª ed. MZ editora, 2009. MARTINS, N. A. Sistemas Microcontrolados. Ed. Novatec, 2005. NICOLOSI, D. E. C.; BRONZERI, R. B. Microcontrolador 8051 com linguagem C - Prático e Didático. Érica, 2005. ORDONEZ, C. E. D. M.; PENTEADO, G.; SILVA, A. C. R. Microcontroladores e FPGAs: aplicações em automação. Novatec, 2005. TAUB, H. Circuitos Digitais e Microprocessadores. McGraw-Hill, 1984. TOCCI, R. J.; AMBROSIO, F. J. Microprocessors and Microcomputers. 6ª ed. Prentice Hall, 2002. TOCCI, R. J.; WIDMER, N. S.; MOSS, G. L. Sistemas Digitais: princípios e aplicações. 10ª ed. Prentice Hall, 2007.

## **CEL086– ANTENAS E PROPAGAÇÃO**

### **Ementa:**

Teoria e Parâmetros de Antenas;  
Antenas Lineares;  
Teoria dos Conjuntos/aplicações;  
Teoria e Projeto dos Principais Tipos de Antenas;

### **Conteúdo**

Apresentar ao aluno os principais tipos de antenas, suas características e algumas metodologias de projeto.

### **Bibliografia:**

BALANIS, C. Teoria de antenas: análise e síntese. Vol. 1. Rio de Janeiro: LTC, 2009;

### **Bibliografia complementar:**

BALANIS, C. Teoria de antenas: análise e síntese. Vol. 2. Rio de Janeiro: LTC, 2009;  
FUSCO, V. F. Teoria e técnicas de antenas, princípios e prática. Porto Alegre: Bookman, 2008;  
MIYOSHI, Edson M. e C SANCHES, Carlos A. Projeto de Sistemas Radio. Érica, 2002  
PAUL, C. R. Introduction to electromagnetic compatibility. 2. ed. São Paulo: John Wiley & Sons, 2006; RIBEIRO, J. A J. Propagação das ondas eletromagnéticas - princípios e aplicações. 1. ed. São Paulo: Editora Érica, 2004;  
RIOS, L. G. Engenharia de antenas. 2. ed. São Paulo: Edgar Blucher, 2008

## **CEL073– REDES DE COMUNICAÇÕES I**

### **Ementa:**

Redes de computadores e a Internet; modelo de referência TCP/IP; camada de aplicação; camada de transporte; camada de rede; camada de enlace e redes locais com fio.

### **Conteúdo**

#### **REDES DE COMPUTADORES E A INTERNET**

Descrição dos componentes da rede, arquitetura da Internet, protocolos, periferia da Internet; redes de acesso e meios físicos de transmissão; núcleo da rede, ISPs e backbones da Internet; comutação de circuitos e comutação de pacotes; atrasos, perdas e vazão em redes de comutação de pacotes; arquitetura de camadas, modelo de referência TCP/IP; visão geral sobre a camada física; ferramenta para captura e análise de pacotes.

#### **CAMADA DE APLICAÇÃO**

Princípios e arquiteturas de aplicações de rede e comunicação entre processos; serviços de transporte disponíveis para aplicações; servidor *proxy*; DNS.

#### **CAMADA DE TRANSPORTE**

Serviços de camada de transporte, multiplexação e demultiplexação; protocolo UDP; princípios da transferência confiável de dados; transporte orientado para conexão (TCP); controle de fluxo e de congestionamento no TCP.

#### CAMADA DE REDE

Funções da camada de rede; arquitetura dos roteadores; protocolo da Internet (IP); endereçamento IPv4 ; DHCP; NAT; ICMP; Traceroute e Ping; IPv6; transição IPv4-IPv6; algoritmos de roteamento ; roteamento hierárquico; protocolos de roteamento na Internet; noções de configuração de roteadores.

#### CAMADA DE ENLACE E REDES LOCAIS COM FIO

Os serviços fornecidos pela camada de enlace; técnicas de detecção e correção de erros; métodos de múltiplo acesso; endereçamento na camada de enlace; ARP; segmentação de redes locais, *switches*; tecnologias *Ethernet* e padrão IEEE 802.3; estrutura do quadro *Ethernet*; redes locais virtuais e padrão IEEE 802.1q.

#### Bibliografia:

1. James F. Kurose; Keith W. Ross, Redes de Computadores e a Internet - Uma Abordagem Top-Down. 6ª ed., São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2013. (ou 5ª edição, 2010)
2. Andrew S. Tanenbaum, David Wetherall, Redes de Computadores, 5ª ed., São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2011.
3. Behrouz A. Forouzan, Firouz Mosharraf, Redes de Computadores, Uma Abordagem Top-Down, Porto Alegre: AMGH, 2013.

#### Bibliografia complementar:

1. Gabriel Torres, Redes de Computadores, 2ª ed., Editora Novaterra, 2014.
2. Marcelo Massayuki Hayama, Montagem de Redes Locais - Prático e Didático, 11ª ed., São Paulo: Editora Érica, 2011.
3. Alexandre Fernandes de Moraes, Redes de Computadores – Fundamentos, 7ª ed., São Paulo: Editora Érica, 2010.
4. Larry L. Peterson, Bruce S. Peterson. Redes de Computadores, 5ª ed., Editora Campus, 2013.
5. Samuel Henrique Bucke Britto. IPv6 - O Novo Protocolo da Internet, São Paulo: Editora Novatec, 2013.

### CEL088– COMUNICAÇÃO DIGITAL

#### Ementa:

Introduzir os conceitos básicos sobre processos aleatórios, comunicação digital, técnicas de modulação e demodulação digital nas bandas base e banda passante, análise de desempenho de receptores, equalização de canais, modulações multiportadoras e espalhamento espectral.

#### Conteúdo

1. **Processos Aleatórios**  
Definições básicas  
Processos aleatórios gaussianos  
Ruído térmico  
Processos aleatórios na banda base  
Sistemas lineares e processos aleatórios  
Processos aleatórios na banda passante  
Densidade espectral de potência
2. **Conceituação sobre Comunicação Digital**  
Conceituação  
Modulador digital  
Demodulador digital
3. **Modulação Digital Banda Base (mono-portadora)**

- Modelo de transmissão e recepção
- Modulações binárias
- Modulação M-PAM
- 4. Modulação Digital Banda Passante (mono-portadora)**
  - Modelo de transmissão e recepção
  - Modulações binárias coerente e não-coerente
  - Modulações M-árias (M-FSK, M-PSK e M-QAM)
- 5. Análise de Desempenho**
  - Detector linear ótimo para sinalizações binárias
  - Detetores coerente e não-coerente para modulações digitais
  - Detector linear ótimo para modulações M-árias
- 6. Comunicação Digital em Canais com Distorção**
  - Distorções lineares em canais de comunicação
  - Interferência intersimbólica
  - Pulso do cosseno levantado
  - Estimação de sequência de máxima verossimilhança
  - Equalização linear de canais
- 7. Comunicação Digital por Multiportadoras**
  - Transmissor OFDM
  - Receptor OFDM
  - Sistema OFDM
  - Diferenças entre DMT e OFDM
- 8. Comunicação Digital por Espalhamento Espectral**
  - Espalhamento espectral por saltos na frequência (FHSS)
  - Múltiplo acesso baseado em FHSS
  - Espalhamento espectral por sequência direta (DSSS)
  - Múltiplo acesso por divisão de código (CDMA) de DSSS
  - Características de resiliência
  - Deteção multiusuários

#### **Bibliografia:**

- 1- B. P. Lathi, Z. Ding, Sistemas de Comunicação Analógicos e Digitais, LTC, 4a Edição, 2012.
- 2- M. P. Fitz, Fundamentals of communications systems, McGraw Hill, 2007.
- 3- Simon Haykin, Sistemas de Comunicação Analógicos e digitais, 4ª Edição, Bookman, 2004.
- 4- Cecílio José Lins Pimentel, Comunicação Digital, 1ª Edição, Brasport, 2007.
- 5- Notas de aula do professor.

#### **Bibliografia complementar:**

- 1- J. Proakis, Digital Communications, McGraw Hill Higher Education; 5th edition, 2008.
- 2- Simon Haykin; Michael Moher, Sistemas de Comunicação, 5ª Edição, Bookman, 2011.
- 3- Bernard Sklar, Digital Communications: Fundamentals and Applications, 2nd Edition, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.

## **ENE083– FUNDAMENTOS DE RESISTÊNCIA DOS MATERIAIS**

#### **Ementa:**

1. Equilíbrio do Ponto Material e de um Corpo Rígido
2. Sistemas Estruturais Simples
3. Treliças Isostáticas
4. Fios
5. Equilíbrio dos Corpos Elásticos
6. Esforços Simples

#### **Conteúdo**

1. Equilíbrio do Ponto Material e de um Corpo Rígido

2. Sistemas Estruturais Simples
3. Treliças Isostáticas
4. Fios
5. Equilíbrio dos Corpos Elásticos
6. Esforços Simple

**Bibliografia:**

FONSECA, A. C. Curso de Mecânica. vol I. Ed. LTC, 1976. FONSECA, A. C. Curso de Mecânica. vol II. Ed. LTC, 1976.

HIPPERT, E. Apostila do Curso de Resistência dos Materiais. Faculdade de Engenharia, UFJF.

**Bibliografia complementar:**

BEER, F. P.; JOHNSTON, E. R. Resistência dos Materiais. Ed. McGraw-Hill, 1982. TIMOSHENKO, S. P. Resistência dos Materiais. vol I. Ed. LTC, 1973.

## **CEL071– LABORATORIO DE PROTOTIPAGEM ELETRONICA**

**Ementa:**

Projetos de Sistemas Eletrônicos assistido por computadores; software para roteamento de placa de circuito impresso; software de simulação de circuitos eletrônicos mistos (digital e analógico); desenvolvimento de protótipos eletrônicos. Equipamentos avançados para suporte ao desenvolvimento de sistemas eletrônicos.

**Conteúdo**

- Software de simulações de circuitos,
- Técnicas de prototipagem de circuitos eletrônicos utilizando placas de circuito impresso
- Abordagem prática das disciplinas de eletrônica.

**Bibliografia**

BOYLESTAD, R.; NASHELSKY, L. Dispositivos Eletrônicos e teoria de circuitos. Pearson/Prentice Hall, 2004.  
RAZAVI, B. Fundamentos de Microeletrônica. LTC, 2010.  
SEDRA, A.; SMITH, K. Microeletrônica. 5ª Edição. Pearson/Prentice Hall, 2007.

**Bibliografia complementar:**

CATHEY, J. J. Dispositivos Eletrônicos e Circuitos Eletrônicos. 2ª Edição. Bookman, 2003.  
LURCH, E. N. Fundamentos de Eletrônica. LTC, 1984.  
MALVINO, A. P. Eletrônica. 2ª Edição. McGraw-Hill, 1987.  
TURNER, L. W. Dispositivos e Circuitos Eletrônicos. Hemus, 2005.  
VALKENBURGH, N. V. e NEVILLE, I. Eletrônica Básica. 7ª Edição. Freitas Bastos, 1976.

### **C.1.8 – Oitavo Período**

## **CEL102– MICRO–ONDAS E CIRCUITOS DE RÁDIO FREQUÊNCIA**

**Ementa:**

1. Quadripolos e Redes de Micro - Ondas 2. Guia de Onda Retangular e Circular, Iris, diodo Gun; 3. Linhas de Microfita e Stripline 4. Componentes e Teoria de Circuitos: diferença entre circuitos de baixa e alta frequência, condutor, resistor, capacitor, indutor, toróide; 5. Projeto de Filtros de RF; 6. Projeto de Amplificadores de RF.

**Bibliografia**

BOWICK, Christopher R. F. Circuit Design. 2nd Edition. Newnes, 2007.

LUDWIG, Reinhold; BRETCHK, Poavel; R.F. Circuit Design: Theory and Applications. Prentice Hall; 2008.  
D. M. Pozar, Microwave Engineering, Wiley;  
Engenharia de Micro-ondas Fundamentos de Aplicações, Primeira Edição, José Antônio Justino Ribeiro.

**Bibliografia complementar:**

COLLIN, R. Foundations for Microwave Engineering. 2nd Ed., Wiley, 2015.

## **CELXXX– PROJETOS EXTENSIONISTAS EM SISTEMAS ELETRÔNICOS (NOVA DISCIPLINA EXTENSIONISTA)**

**Ementa:**

Programação de Microprocessadores/microcontroladores; Desenvolvimento de interface microprocessador/microcontrolador com o mundo real; Desenvolvimento e implementação de sistemas eletrônicos contendo hardware e software; Projetos de Sistemas Eletrônicos; Desenvolvimento de um protótipo de equipamento ou instrumento; Levantamento de custos; Estudo de viabilidade técnica e econômica; Inovação, desenvolvimento e interação com a comunidade externa, através da organização de eventos, como mostras e seminários, nos quais soluções para a comunidade podem ser apresentadas e discutidas.

**Conteúdo**

1. Utilização de plataformas de programação de microcontroladores,
2. Programação de microcontroladores usando linguagem de alto nível;
3. Utilização de interfaces de comunicação (SPI, I2C, serial, etc.);
4. Concepção de um sistema eletrônico (hardware e software);
5. Desenvolvimento de um projeto de sistema eletrônico (do esboço ao protótipo);
6. Identificação dos níveis de inovação e desenvolvimento do projeto;
7. Análise de mercado e estudo de viabilidade técnica e econômica;
8. Preparação para apresentação do projeto em eventos (mostras e seminários);

A disciplina tem caráter extensionista, visando desenvolver competências específicas na área de Sistemas Eletrônicos e apresentar à comunidade soluções desenvolvidas no âmbito do curso de graduação, que possam gerar impactos positivos, tanto para o público especializado como para a população em geral.

**Bibliografia**

- [1] KUMAR, N. S.; SARAVANAN, M.; JEEVANANTHAN, S. Microprocessors and Microcontrollers. Oxford, 2011.
- [2] MARTINS, N. A. Sistemas Microcontrolados. Ed. Novatec, 2005
- [3] SEDRA, A.; SMITH, K.; Microeletrônica; 5a Edição, Pearson/Prentice Hall, 2007.
- [4] TOCCI, R. J., WIDMER, N. S. MOSS, G. L. Sistemas Digitais: Princípios e Aplicações. Pearson - Prentice Hall, 8ª edição em diante.
- [5] Manuais dos softwares utilizados, roteiros de laboratório.

**Bibliografia complementar:**

- [1] MITRA, S. K. Digital Signal Processing: A Computer-Based Approach. Third Edition. McGraw-Hill, 2006. SILVA, Eduardo Antônio Barros da;

- [2] NICOLOSI, D. E. C.; BRONZERI, R. B. Microcontrolador 8051 com linguagem C - Prático e Didático. Érica, 2005.
- [3] ORDONEZ, E. D. M.; PENTEADO, C. G.; SILVA, A. C. R. Microcontroladores e FPGAs: aplicações em automação. Novatec, 2005.
- [4] TAUB, H. Circuitos Digitais e Microprocessadores. McGraw-Hill, 1984.
- [5] BOGART, T. Dispositivos e Circuitos Eletrônicos. Volume 1. Makron Books Ltda, 2001.
- [6] BOGART, T. Dispositivos e Circuitos Eletrônicos. Volume 2. Makron Books Ltda, 2001

## **CEL089 – LABORATÓRIO INTEGRADOR DE COMUNICAÇÕES 1**

### **Ementa:**

Aulas laboratoriais relacionadas às comunicações analógica e digital e Medidas em Telecomunicações. Experimentos sobre tópicos da ementa da disciplina Princípios de Comunicações.

### **Conteúdo**

Estudar experimentalmente tópicos de comunicações utilizando sinais contínuos e discretos. Apresentar os fundamentos para o projeto de circuitos de comunicação analógicos e digitais. Aprender e testar técnicas de medição em sistemas de comunicação analógicos e digitais.

### **Bibliografia:**

LATHI, B. P. e DING, Z. Modern digital and analog communication system. 4ª edição. Oxford University Press, 2009. PIMENTEL, Cecilio José Lins Comunicação Digital. 1ª Edição. Brasport, 2007. YONG, Paul H. Técnicas de Comunicação Eletrônica. Prentice-Hall, 2005

### **Bibliografia complementar:**

HAYKIN, Simom. Sistemas de Comunicação Analógicos e digitais. 4ª Edição. Bookman, 2004. HAYKIN, Simon; MOHER, Michael. Sistemas de Comunicação. 5ª Edição. Bookman, 2011.  
Manuais dos kits utilizados em laboratórios e notas de aplicações.  
PROAKIS, J. Digital Communications. 5th edition. Mcgraw Hill Higher Education. 2008.

## **CEL093 – REDES DE COMUNICAÇÕES II**

### **Ementa:**

Redes locais sem fio. Redes multimídia e qualidade de Serviço. Segurança em redes de computadores. Endereçamento de redes IPv6. Simulação de redes. Internet das Coisas. Tópicos complementares em redes sem fio.

### **Conteúdo**

#### **REDES LOCAIS SEM FIO**

Redes locais sem fio (WLANs) e o padrão Wi-Fi (IEEE802.11) e suas versões.

#### **REDES MULTIMÍDIA E QUALIDADE DE SERVIÇO**

Aplicações de rede multimídia. Classes de serviço múltiplos. Garantia de qualidade de serviços (QoS).

#### **IPv6**

Endereçamento de redes IPv6, ICMPv6.

#### **SIMULAÇÃO DE REDES**

Montagem de cenários básicos. Configuração básica de roteadores. Roteamento estático e dinâmico. VLANs.

#### **INTERNET DAS COISAS**

Seminário de tópicos complementares em redes.

#### **Bibliografia:**

1. James F. Kurose, Keith W. Ross, *Redes de Computadores e a Internet - Uma Abordagem Top-Down*. 5ª ed., São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2010. (ou 6ª edição, 2013)
2. Samuel Henrique Bucke Brito, *Laboratórios de Tecnologias Cisco em Infraestrutura de Redes*, Novatec, 2ª Ed., 2014.
3. Samuel Henrique Bucke Brito, *IPv6 - O Novo Protocolo da Internet*, Novatec, 2013.

#### **Bibliografia complementar:**

1. Equipe IPv6.br, *Laboratório de IPv6 - Aprenda na prática usando um emulador de redes*, Editora Novatec, 2015
2. Jim Geier, *Designing and Deploying 802.11n Wireless Networks*, Cisco Press, 2010.
3. Gabriel Torres, *Redes de Computadores*, 2ª ed., Editora Novaterra, 2014.
4. Marcelo Massayuki Hayama, *Montagem de Redes Locais - Prático e Didático*, 11ª ed., São Paulo: Editora Érica, 2011.
5. Lindeberg Barros de Sousa, *Projetos e Implementação de Redes – Fundamentos, Arquiteturas, Soluções e Planejamento*, 3ª ed., São Paulo: Editora Érica, 2013.

### **CEL080– SOFTWARE EMBARCADO**

#### **Ementa:**

Sistema Operacional em tempo Real; Serviços; Tarefas, Semáforos, Projeto básico; Ferramentas para desenvolvimento de software embarcado; Sistema operacional embarcado.

#### **Conteúdo**

Introdução aos sistemas embarcados; inicialização de sistemas embarcados; 3. Sistema Operacional em tempo Real (RTOS): Introdução; tarefas; serviços; objetos; 4. Tarefas; semáforos; compartilhamento de dados; Serviços do Sistema Operacional: Filas de mensagens, funções de temporização, eventos, gerenciamento de memória, interrupções; Exceções e interrupções; Sincronização e comunicação; Projeto básico de sistemas usando RTOS;

**Bibliografia:**

The FreeRTOS Reference Manual V10.0.0. Disponível online em <https://www.freertos.org> 2.  
SILBERSCHATZ, Abraham. Fundamentos de Sistemas Operacionais Princípios Básicos. Rio de Janeiro  
LTC 2013 1 recurso online ISBN 978-85-216- 2321-2.

**Bibliografia complementar:**

Qing Li; Real-Time Concepts for Embedded Systems; CMP Books; 1st Edition, 2003; 2. Andrew S.  
Tanenbaum; Sistemas Operacionais Modernos; PEARSON EDUCATION DO BRASIL; 3a Edição, 2010

C.1.9 – Nono Período

**CEL106– COMUNICAÇÕES ÓPTICAS**

**Ementa:**

Introdução a fenômenos ópticos. Introdução a sistemas de comunicações ópticas. Fibras ópticas: tipos, modos de propagação, características geométricas e propriedades físicas. Fenômenos de atenuação e dispersão e o impacto na capacidade de sistemas de comunicações. Efeitos não lineares. Fontes e detectores ópticos: tipos, características físicas e de performance. Conceitos de Multiplexação por Comprimento de onda (WDM) e sua utilização em roteamento em redes ópticas. Conceitos de redes ópticas passivas de acesso. Tipos e aplicações de sensores à fibra óptica.

**Conteúdo**

- Introdução as comunicações ópticas
- Introdução aos fenômenos ópticos
- Fibras ópticas
- Atenuação e Dispersão
- Fontes e detectores ópticos
- Conceitos em WDM e redes ópticas
- Redes ópticas passivas
- Sensores à Fibra óptica

**Bibliografia:**

1. **Comunicações por Fibras Ópticas** - Autor: Gerd Keiser. Quarta Edição, Editora Porto Alegre
2. **Comunicações Ópticas** – Autor: José Antônio Justino Ribeiro. Quarta Edição, Editora Érica
3. **Sistemas de comunicação por fibra óptica.** Autor: P. Grovind Agrawal. Rio de Janeiro GEN LTC 2014

**Bibliografia complementar::**

1. **Redes Ópticas de Acesso em Telecomunicações.** Autor: José Maurício dos Santos Pinheiro
2. **Propagação Guiada de Ondas Eletromagnéticas.** Autor: Pedro Renato Tavares Pinho, Editora LTC
3. **DWDM: networks, science, and Technology.** Autor: Stamatios KARTALOPOULOS. Editora John Wiley and Sons
4. **Introduction to DWDM Technology: data in a rainbow.** Autor: Stamatios KARTALOPOULOS. Editora John Wiley and Sons

## **CEL095 – LABORATÓRIO INTEGRADOR DE COMUNICAÇÕES II**

### **Ementa:**

Aulas laboratoriais nas áreas de microondas, antenas e propagação.

### **Conteúdo**

Estudar experimentalmente tópicos de eletromagnetismo aplicado à telecomunicações. . Apresentar os fundamentos para o projeto de antenas. Aprender e testar técnicas de medição em antenas e sistemas de microondas. Realizar experimentos de medição de paraâmetros importantes para caracterização de sistemas de propagação de ondas eletromagnéticas com e sem guias.

### **Bibliografia:**

COLLIN, R. Foundations for Microwave Engineering. McGraw-Hill.  
POZAR, D. M. Microwave Engineering. Wiley.  
YONG, Paul H. Técnicas de Comunicação Eletrônica. Prentice-Hall, 2005.

### **Bibliografia complementar:**

BALANIS, C. Teoria de antenas: análise e síntese. vol. 1. Rio de Janeiro: LTC, 2009. BALANIS, C. Teoria de antenas: análise e síntese. vol. 2. Rio de Janeiro: LTC, 2009.  
Diversas notas de aplicação da Agilent Technologies sobre equipamentos e práticas de medida (AN1390, AN1303, AN1286 dentre outras) e manuais dos equipamentos.  
FUSCO, V. F. Teoria e técnicas de antenas, princípios e prática. Porto Alegre: Bookman, 2008.  
LEE, T. H. Planar Microwave Engineering: A Practical Guide to Theory, Measurement, and Circuits, Cambridge Press, 2004.  
RIOS, L. G. Engenharia de antenas. 2ª ed. São Paulo: Edgar Blucher, 2008.

## **CEL091 – SISTEMAS DE COMUNICAÇÕES MÓVEIS**

### **Ementa:**

Introdução aos sistemas de comunicação sem fio, o conceito de celular, o modelo de propagação em um ambiente rádio- móvel, os efeitos da propagação por multipercurso. Sistemas rádio móvel. Arquitetura de múltiplo acesso. Sistema celular. Propagação em sistemas móveis. Efeitos de multipercurso. Diversidade/Combinação. Exemplos de sistemas: AMPS, IS- 136, IS-95, GSM, WCDMA, LTE.

### **Conteúdo**

Apresentar as tecnologias e sistemas básicos de operação para a implantação de soluções de comunicação sem fio. Analisar o funcionamento de sistemas de comunicação pessoal baseado na telefonia celular. Estudar os efeitos do canal rádio-movel na transmissão de informação e na arquitetura do sistema. Analisar técnicas de mitigação dos efeitos do canal rádio-móvel. Mostrar a evolução dos sistemas celulares.

### **Bibliografia:**

HAYKIN, Simon; MOHER, Michael. Sistemas Modernos de Comunicação Wireless. Bookman, 2008.  
MOLISCH, Andreas F. Wireless Communications. John Wiley, 2011.  
RAPAPORT, Theodore S. Comunicações sem Fio - Princípios e Práticas. 2ª edição. Prentice Hall, 2009.

### **Bibliografia complementar:**

GOLDSMITH, Andrea. Wireless Communications, Cambridge, 2005.  
MIYOSHI, Edson M. e SANCHEs, Carlos A. Projeto de Sistemas Radio. Érica, 2002.  
PERAHIA, Elhad; STACEY, Robert . Next Generation Wireless Lans: 80211n and 80211ac. John Wiley, 2013.  
SAUTER, Martin. From Gsm To Lte-Advanced - An Introduction To Mobile Networks And Mobile

Broadband, John Wiley, 2014.

YACOB, Michel D. Foundations of Mobile Radio Engineering, CRC Press, 1993.

## **CEL108 – SISTEMAS DE TELECOMUNICAÇÕES**

### **Ementa:**

Mecanismos de radiopropagação. Sistemas de radioenlace digital (terrestres e satélite). Sistemas digitais de radiodifusão.

### **Conteúdo**

Mecanismos de radiopropagação

A estrutura da atmosfera terrestre. Tipos de propagação. Faixas de frequências para radiocomunicações. Principais fenômenos associados à propagação. Propagação na troposfera.

Sistemas de radioenlace digital - Sistemas fixos terrestres: componentes, planejamento de sistemas de radiocomunicações, dimensionamento e análise de desempenho de enlaces, métodos para planejamento de sistemas de radiocomunicação terrestres. Sistemas fixos de comunicação por satélite: tipos de satélites, cobertura de satélites geoestacionários. Configuração de uma estação terrena. Análise de desempenho e dimensionamento de enlaces, métodos para planejamento de sistemas de comunicação via satélite. GPS. VSAT. Aspectos práticos para a implantação de uma estação terrena de comunicação via satélite.

Noções gerais sobre sistemas de radiodifusão digital- Evolução dos sistemas de Televisão. O padrão brasileiro de TV digital.

### **Bibliografia:**

GOMES, Geraldo G. R. Sistemas de Radioenlaces Digitais: Terrestre e por Satélites. São Paulo: Ed. Érica, 2013.

ALENCAR, Marcelo. Ondas Eletromagnéticas e Teoria de Antenas. Erica, 2010.

PINHO, Pedro. Propagação Guiada de Ondas Eletromagnéticas, LTC, 2014.

### **Bibliografia complementar:**

JIAN Song, Digital Terrestrial Television Broadcasting Technology and System, e-book IEEE, 2015.

COLLINS. Fundamentals of Digital Television Transmission, 2015.

## **CEL085 – TELEFONIA DIGITAL (DISCIPLINA EXTENSIONISTA)**

### **Ementa:**

Noções de acústica e telefonia. Digitalização de sinais analógicos (Teorema da amostragem, erros de quantização). Multiplexação e Transmissão de sinais. Redes telefônicas (Estrutura da rede telefônica: central, concentradores etc.). Plano de sinalização (sinalização por canal associado; sinalização por canal comum). Sincronismo nas redes telefônicas digitais. Central telefônica e Comutação digital: introdução a centrais telefônicas. Redes de comutação digital (comutação temporal, comutação espacial). Hierarquias digitais (PDH, SDH, SONET). Tráfego telefônico, Saturação (congestionamento). Planejamento do sistema e a teoria de tráfego telefônico. Análise de viabilidade técnica e financeira de implantação de redes de comunicação e telefonia.

### **Conteúdo**

- 1) Apresentar uma visão sistêmica das principais características da Telefonia fixa e sobre IP.
- 2) Introduzir o conceito de tráfego e seu dimensionamento.
- 3) Analisar a estrutura e o funcionamento de sistemas de telefonia, de multiplexação e comutação.
- 4) Mostrar a composição de um sistema de Telefonia fixa e sobre IP.

**Bibliografia:**

HERSENT, Oliver – GUIDE, David – PETIT, Jean-pierre Telefonía IP: comunicação multimídia baseada em pacotes, Editora: Addison Wesley, 2002  
ALENCAR, Marcelo Sampaio de. Telefonía Digital. 5ª Edição. Editora Érica, 2011.  
FREEMAN, R. L. Fundamentals of Telecommunications. 3a Ed. Wiley-Interscience, 2007.  
FREEMAN, R. L. Telecommunication System Engineering. 4a Ed. Wiley-Interscience, 2004.  
HAYKIN, S; Moher, M. Sistemas Modernos de Comunicação Wireless. Bookman, 2008.

**Bibliografia complementar:**

FREEMAN, R. L. Radio System Design for Telecommunications. Wiley-Interscience, 2005.  
HARTWIG, Robert L. Basic TV Technology. Focal Press, 2005.  
MEGRICH, Arnaldo. Televisão Digital. 1a Edição. Ed. Érica, 2009.  
MIYOSHI, Edson M. e SANCHES, Carlos A. Projeto de Sistemas Radio. Érica, 2002.  
RODDY, D. Satellite Communications. 4a Edição. McGraw Hill, 2006.  
SCHILLER, J. H. Mobile Communications. 2ª. Ed. Addison-Wesley, 2003.  
YOUNG, Paul H. Técnicas de Comunicação Eletrônica. 5ª. Ed. Pearson, 2006.

**C.1.10 – Décimo Período**

**CEL046– TRABALHO DE FINAL DE CURSO/DEP. CIRCUITOS ELÉTRICOS**

**Ementa:**

Trabalho de conclusão de curso.

**Conteúdo**

O trabalho de conclusão de curso (TFC) tem os seguintes objetivos:  
Promover a participação dos alunos (no campo da pesquisa e desenvolvimento), de modo a fomentar sua capacidade de pesquisa, projeto e desenvolvimento;  
Intensificar a produção científica e tecnológica dos docentes orientadores dos trabalhos finais de curso. Caracterização:  
O TFC consiste de trabalhos desenvolvidos por alunos, orientados por um ou mais professores, com caráter individual, que deverão propor temas de trabalhos para os alunos orientados. O produto final do TFC deverá contemplar uma monografia, descrevendo todo o trabalho desenvolvido, além dos resultados obtidos.  
A proposta do TFC:  
A proposta do TFC deverá conter a descrição resumida do trabalho, devendo ser apresentado na seguinte forma:  
Título do trabalho;  
Nome do aluno e do Professor Orientador;  
Descrição do tema;  
Cronograma de Desenvolvimento.  
Esta proposta deverá ser encaminhada ao Departamento de Energia Elétrica, para homologação. Prazos:  
O prazo para a realização do TFC é de seis meses, podendo ser concedida prorrogação de até seis meses. Findo este prazo, o aluno será reprovado nesta disciplina, caso não tenha terminado e defendido o trabalho perante a Banca Examinadora. Se a prorrogação for concedida, o Departamento de Energia Elétrica deverá comunicar ao Coordenador do Curso, para as providências necessárias.  
Avaliação:  
Uma vez concluído o TFC, o Professor Orientador indicará uma Banca Examinadora, presidida por ele, e composta por mais dois profissionais de nível superior, sendo que um deles deverá ser membro do Departamento de Energia Elétrica, ou do Departamento de Circuitos Elétricos. O Professor Orientador, marcará a data da defesa do TFC, encarregando-se da sua divulgação desta. Ao aluno poderão ser auferidos fará os seguintes conceitos e notas:  
Excelente..... 90 a 100

Bom..... 70 a 89

Suficiente..... 50 a 69

Insuficiente..... < 50

Caso o aluno obtenha nota menor que 50, ele será considerado reprovado na disciplina.

O professor orientador encaminhará então ao departamento uma cópia do TFC e o parecer da banca examinadora. O departamento por sua vez encaminhará ao CDARA a nota obtida pelo aluno.

#### **Bibliografia:**

A bibliografia é indicada pelo orientador de acordo com o tema do trabalho final de curso.

### **EEE002– ESTÁGIO EM ENGENHARIA ELÉTRICA**

#### **Ementa:**

Disciplina de Estágio Obrigatório

#### **Conteúdo**

Atividades propostas no plano de trabalho do estagiário programadas e acompanhadas pelo professor orientador e pelo supervisor na empresa.

#### **Bibliografia:**

A bibliografia é indicada pelo responsável da atividade específica executada pelo discente, caso haja necessidade

### **C.2 – Disciplinas Eletivas**

### **ENE111– ACIONAMENTO ELETRONICO DE MAQUINAS ELETRICAS**

#### **Ementa:**

Apresentar os conceitos associados ao acionamento eletrônico de máquinas elétricas. Revisão das técnicas eletromecânicas de partida e controle de velocidade de motores elétricos. Estudo das técnicas de acionamento de motores de corrente contínua (controle de velocidade, controle de torque e controle de posição). Estudo das técnicas de acionamento de motores de indução a partir de inversores estáticos (controle de velocidade pela variação da tensão e frequência; controle de escorregamento e controle orientado pelo campo). Estudo das técnicas de acionamento de motores de motores síncronos. Introdução ao controle de servomotores CA e CC. Atividades de Laboratório.

#### **Conteúdo**

1. Revisão das técnicas eletromecânicas de partida e controle de velocidade de motores elétricos;
2. Introdução ao acionamento eletrônico de máquinas elétricas;
3. Acionamentos de motores CC: controle de velocidade, controle de torque e controle de posição de motores CC;
4. Acionamentos de motores de indução a partir de inversores estáticos: controle de velocidade pela variação da tensão e frequência; controle de escorregamento e controle orientado pelo campo;
5. Acionamentos de motores de motores síncronos;
6. Controle de servomotores CA e CC

Obs. Estão previstas atividades práticas em laboratório.

#### **Bibliografia:**

MOHAN, N. Electric Machines and Drives: A First Course. Wiley, 2012. (ISBN 978-1-1180-7481-7)  
PALMA, J. C. P. Accionamentos eletromecânicos de velocidade variável. Fundação Calouste Gulbenkian, 1999. ISBN-13: 9789723108392.  
STEPHAN, R.M. Acionamento, Comando e Controle de Máquinas Elétricas. Editora Ciência Moderna, 2013, (ISBN: 978853990354-2).  
SEN, P.C. Principles of electric machinery and power electronics. 2nd edition, 1996. ISBN-13: 978-0471022954.

#### **Bibliografia complementar:**

BIM, E. Máquinas elétricas e acionamento. 2ª edição. Editora Campus, 2012. ISBN-13: 9788535259230.  
BOSE, B.K. Modern power electronics and ac drives. 1st edition. Prentice Hall PTR, 2001. ISBN-13: 978-0130167439. MOHAN, N; UNDELAND, T.; ROBBINS, W. P. Power electronics: converters, applications and design. 3rd Edition. John Wiley & Sons, 2002. ISBN-13: 978 0471226932.

### **CAD014 – ADMINISTRAÇÃO E ORGANIZAÇÃO DE EMPRESAS**

#### **Ementa**

Administração, Organização e Ambiente.  
As funções do Administrador: Planejamento, Organização, Direção e Controle.  
As funções da Administração: Recursos Humanos, Marketing,  
Finanças e Produção. Empreendedorismo.  
Tópicos Avançados em Administração.

#### **Conteúdo**

ADMINISTRAÇÃO, ORGANIZAÇÃO E AMBIENTE.  
Conceitos introdutórios de Administração e Organização  
A organização e suas relações com o Ambiente  
A Abordagem Sistêmica da Administração  
PLANEJAMENTO  
Conceitos de planejamento, planejamento estratégico e Estratégia.  
Os modelos clássicos de Estratégia  
As Escolas de Estratégia  
ORGANIZAÇÃO  
Princípios de Administração: Divisão do Trabalho, Especialização e Hierarquia.  
Estruturação das Organizações: Critérios de Departamentalização  
Centralização e Descentralização  
O Processo de Delegação e Tomada de Decisão  
DIREÇÃO  
Liderança Tradicional e Situacional  
Relações Interpessoais  
Motivação no Trabalho  
Participação no Trabalho  
CONTROLE  
Princípios do Controle Organizacional  
Controle e Gestão  
RECURSOS HUMANOS  
Políticas de Recursos Humanos  
Noções de Recrutamento e Seleção  
Noções de Plano de Cargos e Salários  
MARKETING  
Conceitos iniciais de Marketing  
Noções de Marketing Estratégico: Mercado e Consumidor  
Noções de Marketing Tático: Preço, Produto/Serviço, Ponto/Canal de Distribuição e Composto Promocional.  
FINANÇAS  
Noções de Contabilidade Gerencial  
Noções de custo e Precificação  
Finanças de curto Prazo  
PRODUÇÃO

Empreendedorismo  
Tópicos Avançados em Administração

**Bibliografia:**

GILBERTO HEILBORN, FRANCISCO LACOMBE. ADMINISTRAÇÃO: PRINCÍPIOS E TENDÊNCIAS. 2a Edição. Editora Saraiva, 2009.  
STEPHEN P. ROBBINS. ADMINISTRAÇÃO: MUDANÇAS E PERSPECTIVAS. 1a Edição. Editora Saraiva, 2000.  
Maximiano, Antonio César Amaru. Teoria geral da administração: da revolução urbana à revolução digital. Editora Atlas, 2006, 4. ed.

**Bibliografia complementar:**

CHIAVENATTO, Idalberto. Administração: Teoria, Processo e Prática. Editora Elsevier

## **CEL109– AMPLIFICADORES E REALIMENTAÇÃO**

**Ementa:**

Amplificadores discretos em pequenos sinais. Amplificadores diferenciais e de múltiplos estágios. Realimentação. Estrutura interna de amplificadores operacionais. Geradores de sinais e circuitos conformadores de onda com AmpOp. Introdução aos amplificadores de potência e estágios de saída.

**Conteúdo**

1. Amplificadores discretos em pequenos sinais com TBJ e MOSFET:
  - a. Figuras de mérito na análise de amplificadores: ganho interno, ganho global, impedância de entrada, impedância de saída, etc.
  - b. Amplificador dreno-comum (DC), fonte-comum (FC) e porta-comum (PC).
  - c. Amplificador emissor-comum (EC), coletor-comum (CC) e base-comum (BC).
  - d. Resposta em frequência de amplificadores discretos
2. Amplificadores diferenciais e de múltiplos estágios:
  - a. O par diferencial MOS e sua operação em pequenos sinais.
  - b. O par diferencial a TBJ e sua operação em pequenos sinais.
  - c. O amplificador diferencial não-ideal.
  - d. O amplificador diferencial com carga ativa.
  - e. Resposta em frequência do amplificador diferencial.
- f. Amplificadores de múltiplos estágios.
3. Estrutura interna de amplificadores operacionais:
  - a. O amplificador operacional CMOS de dois estágios.
  - b. Amplificador operacional cascode invertido.
  - c. Análise do circuito do amplificador 741: análise c.c., pequenos sinais, ganho, resposta em frequência e slew rate.
4. Realimentação:
  - a. Estrutura geral. Propriedades da realimentação negativa.
  - b. Quatro topologias básicas. Realimentação série-paralelo, série-série, paralelo-paralelo e paralelo-série.
  - c. Determinação do ganho de malha.
  - d. O problema da estabilidade. Efeito da realimentação nos polos de amplificadores. Estabilidade via gráficos de Bode.
  - e. Compensação de frequência.
5. Geradores de sinais e circuitos conformadores de onda com Amp. Op.:

Curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Juiz de Fora / Plano de Ensino 1

  - a. Introdução aos osciladores senoidais.
  - b. Osciladores RC com AmpOp.
  - c. Osciladores com cristal.
  - d. Circuitos conformadores não-lineares.
  - e. Retificadores de precisão.
6. Introdução aos amplificadores de potência e estágios de saída:
  - a. Classificação dos estágios de saída de amplificadores.
  - b. Análise do estágio de saída classe A. O estágio de saída classe B. Estágio de saída classe AB.

Polarização do circuito classe AB. Variações do estágio classe AB. a. Transistores bipolares de potência. Transistores MOS de potência. Amplificadores de potência em circuitos integrados.

**Bibliografia:**

RAZAVI, Behzad "Fundamentos de Microeletrônica", 2ª ed., LTC, 2017. [2] MALVINO, Albert; BATES, David "Eletrônica", Vols. 1 & 2, 8ª ed., AMGH Editora, 2016.

**Bibliografia complementar:**

[1] SEDRA, A.; SMITH, K. "Microeletrônica", 5ª ed., 2007.  
[2] BOYLESTAD, R.; NASHELSKY, L. "Dispositivos Eletrônicos e Teoria de Circuitos", 11ª ed., 2013.  
[3] MALVINO, A.; BATES, D. "Eletrônica: Diodos, Transistores e Amplificadores", 7ª ed., 2011. [4] HOROWITZ, P.; WINFIELD, H. "A Arte da Eletrônica", 3ª ed., 2017.

## DCC001 - ANALISE E PROJETO DE ALGORITMOS

**Ementa:**

Fundamentos Matemáticos para Análise de Algoritmos; Análise Assintótica de Algoritmos; Paradigmas de Projeto de Algoritmos; Algoritmos Eficientes para Ordenação, Comparação de Sequências, Problemas em Grafos; Fundamentos de Complexidade Computacional, Redução entre Problemas, Classes P e NP, Problemas NP-Completo.

**Conteúdo**

1. FUNDAMENTOS MATEMÁTICOS PARA ANÁLISE DE ALGORITMOS: Indução Finita; Crescimento de funções; Notações Assintóticas; Relações de Recorrência; resolução por substituição (indução) e por iteração;  
2. ANÁLISE ASSINTÓTICA DE ALGORITMOS: Modelos de computação; Cotas superiores e inferiores; Algoritmos ótimos;  
3. PARADIGMAS DE PROJETO DE ALGORITMOS: Projeto por indução; Divisão-e-conquista; Algoritmos gulosos; Programação Dinâmica;  
4. ALGORITMOS EFICIENTES: Algoritmos para ordenação: bubble-sort, insertion-sort, merge-sort, heap-sort, quick-sort; Cota inferior para ordenação por comparações; Seleção do k-ésimo e da mediana em tempo linear; Busca binária; Árvore de busca ótima e fatoração ótima para multiplicação de matrizes; Comparação de sequências: maior subsequência comum, algoritmo Knuth-Morris-Pratt para busca de substring; distância de edição; algoritmo Smith-Waterman; Conceito de Análise Amortizada (por exemplo, algoritmo KMP); Algoritmos em Grafos: busca em largura e profundidade; caminho mínimo e algoritmos de Dijkstra e Bellman-Ford; árvore espalhada mínima e algoritmos de Prim e Kruskal; todos os caminhos mínimos e algoritmo de Floyd-Warshall; fluxo máximo e algoritmo de Ford-Fulkerson; Algoritmos geométricos: envoltória convexa: algoritmo da Marcha de Jarvis; ordenação angular e o algoritmo Graham Scan; Cota inferior para envoltória convexa por redução;  
5. FUNDAMENTOS DE COMPLEXIDADE COMPUTACIONAL: Redução entre problemas e transferência de cotas; Classe P; Algoritmos não-determinísticos; Verificação polinomial de solução; Classe NP; NP-Completo; Exemplos: SAT, Clique em grafos, Problema da mochila, Soma de subconjuntos, 3-coloração, Caminho e circuito hamiltonianos, Caixeiro viajante, e outros.

**Bibliografia:**

AHO, A.V.; HOPCROFT, J.E.; ULLMAN, J.D. "The Design and Analysis of Computer Algorithms". Addison Wesley Pub. Co., 1974.  
TERADA, Ruto. "Desenvolvimento de Algoritmos e Estrutura de Dados". Makron Books, 1991. CORMEN, LEISERSON, RIVEST, STEIN. Algoritmos. Elsevier, 2002.  
CAMPELLO, Rui e MACULAN FILHO, Nelson. "Algoritmos e Heurísticas". Editora da UFF, 1994.

## DCC113 - ANALISE NUMERICA

**Ementa:**

1. Introdução
2. Solução de Sistemas de Equações Lineares
3. Solução de Sistemas de Equações Não-Lineares
4. Interpolação e Integração Numérica
5. Equações Diferenciais Ordinárias

#### **Conteúdo**

1. Introdução
  - Conceitos fundamentais de Álgebra Linear
  - Conceitos fundamentais de Cálculo
  - Representação de Números e Sistemas de Ponto Flutuante
  - Série de Taylor
2. Solução de Sistemas de Equações Lineares
  - Revisão de Métodos Diretos (Eliminação de Gauss, LU, Cholesky) e Iterativos (Jacobi, Gauss-Seidel, SOR)
  - Método do Gradiente
  - Método dos Gradientes Conjugados
  - Pré-Condicionamento
  - Refinamento iterativo da solução
  - Condicionamento e análise do erro na solução
  - Implementação computacional e comparação dos métodos com estudo de casos
3. Solução de Sistemas de Equações Não-Lineares
  - Equações não-lineares em uma dimensão (métodos de Newton e Ponto-Fixo)
  - Método do ponto fixo para sistemas de equações não-lineares
  - Método de Newton para sistemas de equações não-lineares
  - Métodos Quasi-Newton
  - Implementação computacional e estudo de casos
4. Interpolação e Integração Numérica
  - Métodos para interpolação polinomial (formas de Lagrange, Newton)
  - Interpolação de Hermite
  - Interpolação por partes
  - Interpolação com Splines
  - Integração numérica com métodos Newton-Cotes e Gauss
  - Outros métodos para integração numérica
  - Extensão para casos bi- e tridimensionais
  - Implementação computacional e estudo de casos
5. Equações Diferenciais Ordinárias (EDOs)
  - Problemas de Valor Inicial para EDOs
  - Método de Euler Explícito e Implícito
  - Consistência, Estabilidade e Convergência
  - Métodos Runge-Kutta
  - Outros métodos
  - Implementação computacional e comparação com estudo de casos

#### **Bibliografia:**

Franco, Neide M. B., Cálculo Numérico, Prentice Hall Brasil.  
Atkinson, Kendall. Elementary numerical analysis. John Wiley & Sons.

#### **Bibliografia complementar:**

Atkinson, Kendall, An introduction to numerical analysis. Wiley.  
Burden, Richard L.; Faires, J. Douglas, Análise Numérica. Cengage.  
Chapra, Steven C.; Canale, Raymon, P., Métodos Numéricos para Engenharia. Mcgraw hill.

## **ENE006 - ANÁLISE SISTEMAS ELÉTRICOS POTÊNCIA II**

#### **Ementa:**

1. Fluxo de Carga. 2. Fluxo de Carga Linearizado. 3. Fluxo de Carga não Linear. 4. Controles e Limites. 5.

Fluxo de Carga Ótimo. 6. Fluxo de Carga Continuado.

#### **Conteúdo**

1. Fluxo de Carga : Aspectos Gerais
  - 1.1 Formulação Básica do Problema
  - 1.2 Modelagem de Linhas e Transformadores
  - 1.3 Fluxos de Potência Ativa e Reativa
  - 1.4 Formulação Matricial
2. Fluxo de Carga Linearizado
  - 2.1 Linearização
  - 2.2 Formulação Matricial
  - 2.3 Modelo CC
  - 2.4 Representação das Perdas no Modelo CC
3. Fluxo de Carga Não Linear
  - 3.1 Formulação Básica do Problema
  - 3.2 Resolução de Sistemas Algébricos pelo Método de Newton
  - 3.3 Fluxo de Carga pelo Método de Newton
  - 3.4 Métodos Desacoplados
4. Controles e Limites
  - 4.1 Modelo de Representação e Ajustes Alternados
  - 4.2 Controle de Tensão em Barras PV
  - 4.3 Limites de Tensão em Barras PQ
  - 4.4 Transformadores em fase com controle automático de tap
  - 4.5 Transformadores defasadores com controle automático de fase
  - 4.6 Controle de Tensão em Barras Remotas 4.8 Controle de Intercâmbio entre Áreas
5. Fluxo de Carga Ótimo
  - 5.1 Formulação Básica do Problema
  - 5.2 Aplicações em Sistema Elétricos de Potência
  - 5.3 Métodos de Resolução
  - 5.4 Modelagem de Fluxo de Carga Ótimo via Software Lingo/MATLAB
6. Fluxo de Carga Continuado
  - 6.1 Definições e conceitos básicos.
  - 6.2 Curvas PV e VQ.
  - 6.3 Margem de carregamento.
  - 6.4 Método da continuação: parametrização, passo preditor, controle de passo, e passo corretor.
  - 6.5 Reformulação das equações do fluxo de carga.
  - 6.6 Algoritmos de solução do fluxo de carga continuado: Método de Newton.
  - 6.7 Efeitos dos controles e limites no problema do fluxo de carga continuado.

#### **Bibliografia:**

ELGERD. Introdução a teoria de sistemas de energia elétrica, 1978.  
KUNDUR, P. Obra: Power System Stability and Control Local: USA Editor: McGraw Hill, Inc. No Edição: 1ST  
Ano: 1994. MONTICELLI, A. Fluxo de Carga em Redes de Energia Elétrica. Editora Edgard Bluncher, 1983.

#### **Bibliografia complementar:**

GRAINGER, John J.; STEVENSON JR, William D. Power System Analysis. McGraw-Hill. MONTICELLI, A e GARCIA, A. Introdução a Sistemas Elétricos de Energia. Editora Unicamp, 2004.  
TAYLOR, C. W. Obra: Power System Voltage Stability Local: USA Editor: McGraw Hill, Inc. No Edição: 1ST Ano: 1994.

### **ENE005 - ANÁLISE SISTEMAS ELÉTRICOS POTÊNCIA I**

#### **Ementa:**

- 1- Aspectos gerais dos sistemas elétricos de potência;
- 2- Revisão de circuitos trifásicos, representação de componentes de rede, representação por unidade (p.u.) e componentes simétricos com abordagem sistêmicos aplicados a sistemas elétricos de potência;;

- 3- Cálculo de curto-circuito simétrico e assimétrico;
- 4- Representação matricial da topologia de rede (matriz admitância nodal, Ybarra);
- 5- Cálculo matricial e computacional de curto circuito;

#### Conteúdo

- 1. Aspectos gerais dos sistemas elétricos de potência
  - 1.1 Geração;
  - 1.2 Transmissão
  - 1.3 Distribuição;
  - 1.4 Redes inteligentes (Smartgrids)
- 2. Revisão de circuitos trifásicos, representação de componentes de rede, representação por unidade (p.u.) e componentes simétricos com abordagem sistêmicos aplicados a sistemas elétricos de potência;
  - 2.1 Revisão de circuitos trifásicos equilibrados e desequilibrados com condutor neutro e aterramento;
  - 2.2 Revisão de representação matemática de componentes de redes (gerador, linha de transmissão, transformador, e cargas estáticas e rotativas)
  - 2.3 Revisão de representação por unidade (p.u) de sistemas e componentes de rede trifásicos;
  - 2.4 Revisão de representação de sistemas e componentes trifásicos (gerador, linha, transformador e carga) em componentes simétricos (redes de sequência positiva, negativa e zero);
- 3. Cálculo de curto-circuito simétrico e assimétrico;
  - 3.1 Origem e tipos de curto-circuito (faltas simétricas e assimétricas);
  - 3.2 Correntes de curto-circuito subtransitória, transitória e em regime, correntes assimétricas, componentes C.C. e relação R/X;
  - 3.3 Metodologia matemática para cálculo de curto-circuito através de componentes simétricos com a obtenção das condições de rede pré-falta e o estado da rede em defeito (pós-falta) em componentes de fase;
  - 3.4 Cálculo da corrente de curto-circuito trifásico (simétrico);
  - 3.5 Cálculo da corrente de curto-circuito monofásico (assimétrico);
  - 3.6 Cálculo da corrente de curto-circuito monofásico envolvendo terra (assimétrico);
  - 3.7 Cálculo da corrente de curto-circuito bifásico (assimétrico);
  - 3.8 Cálculo da corrente de curto-circuito bifásico envolvendo terra (assimétrico);
- 4. Representação matricial da topologia de rede (matriz admitância nodal, Ybarra);
  - 4.1 Matriz primitiva, matriz incidência, matriz admitância e matriz impedância (representação nodal);
  - 4.2 Representação matricial de redes por matriz admitância nodal (Ybarra);
  - 4.3 Algoritmo computacional para montagem de matriz admitância nodal;
- 5. Cálculo matricial e computacional de curto circuito;
  - 5.1 Cálculo matricial de corrente de curto-circuito;
  - 5.2 Algoritmo computacional para cálculo de corrente de curto-circuito.

#### Bibliografia:

- ELGERD. Introdução a teoria de sistemas de energia elétrica, 1978.  
GRAINGER, John J.; STEVENSON JR, William D. Power System Analysis. McGraw Hill, s/d.  
ROBBA, João Ernesto; KAGAN, Nelson; SCHMIDT, Hernan Prieto; OLIVEIRA, Carlos César Barioni de. Introdução aos Sistemas Elétricos de Potência: Componentes Simétricas. 2a Edição. Edgard Blücher, s/d.

#### Bibliografia complementar:

- EL ABIAD. Stagg na. Computer Methods in Power System Analysis. McGraw Hill, s/d.  
ZANETTA JR, Luiz Cera Fundamentos de Sistemas Elétricos de Potência. Editora livraria da física, s/d.

## ENE090 - AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

#### Ementa:

Introdução à automação aplicada na indústria de processos contínuos e discretos; Controladores lógicos programáveis (CLPs): arquitetura e programação; Modelagem de sistemas a eventos discretos: Grafcet; Programação de CLPs em Sistemas Contínuos e Discretos, Sistemas Supervisórios: Interface homem máquina; Sistemas Scada; Configuração de Aplicativos Comerciais; Introdução aos Sistemas de Supervisão e Controle. Tags, Telas, Objetos de Telas e Scripts; Drivers de Comunicação DLL e OPC.

Configuração de Aplicativos. Atividades Práticas de Laboratório.

#### **Conteúdo**

1. Introdução à automação aplicada na indústria de processos contínuos e discretos;
2. Controladores lógicos programáveis (CLPs): arquitetura e programação;
3. Programação de CLPs em sistemas contínuos e discretos,
4. Sistemas supervisórios;
5. Introdução aos sistemas de supervisão e controle: tags, telas, objetos de telas e scripts;
6. Drivers de comunicação.
7. Atividades de laboratório

#### **Bibliografia:**

BOGDAN, S.; LEWIS, F. L.; KOVACIC, Z.; and MIRELES, J. Manufacturing systems control design: a matrix-based approach. Springer, 2006.  
CASSANDRAS, C. G. and LAFORTUNE, S. Introduction to discrete event systems. Springer, 2008. FIALHO, A. B. Instrumentação industrial: conceitos, aplicações e análises. Editora Érica, 2002.  
HRUZ, B. and ZHOU, M. Modeling and control of discrete-event dynamic systems: With petri nets and other tools. vol. 59. Springer, 2007.  
MOARES, C. C. e CATRUCCI, P. de L.: Engenharia de automação industrial. 2ª ed. Editora LTC, 2007.

### **DCC060 – BANCO DE DADOS**

#### **Ementa:**

Introdução. Modelo de Entidades e Relacionamentos. Modelo Relacional. Linguagens Relacionais. Projeto de Banco de Dados. Modelos de dados semi-estruturados. Arquitetura de Banco de Dados. Armazenamento e Indexação.

#### **Conteúdo**

1. Introdução.  
Sistemas de Informação. Dado X Informação. Banco de Dados. Sistema de Banco de Dados e Sistema de Gerência de Banco de Dados. Aplicações com Arquivos e suas Desvantagens. Por que SGBD's? Objetivos de um SGBD. Independência de Dados. Arquitetura ANSI/SPARC. Modelo de Dados: Conceituação, Componentes Básicos, Mecanismos de Abstração. Revisão Histórica.
2. Modelo de Entidades e Relacionamentos.  
Conceitos Básicos (Entidades, Relacionamento e Atributos), Restrições de Integridade, Identificadores, Especialização e Generalização.
3. Modelo Relacional  
Conceitos Básicos (Relações, Domínios e Atributos), Restrições de Integridade.
4. Linguagens Relacionais  
Álgebra e Cálculo Relacional. Linguagem SQL, Visões: Definição e Manipulação de Dados. Modelo Definição e Manipulação de Dados.
5. Projeto de Banco de Dados  
Abordagens para Projeto de Banco de Dados. Fases do Projeto de Banco de Dados. Normalização.
6. Modelos de dados semi-estruturados  
Conceitos e principais linguagens para especificação de BDs semi-estruturados.
7. Arquitetura de Banco de Dados Principais modelos, detalhamento.
8. Armazenamento e Indexação  
Gerência de Buffer, armazenamento em SGBDs convencionais, armazenamento em SGBDs avançados, introdução à indexação, árvores B+, estruturas de hashing.

#### **Bibliografia:**

DATE, C. J. Introdução a Sistemas de Bancos de Dados. Ed. Campus. KORTH, H.; SILBERCHATZ, A. Sistema de Banco de Dados. Makron Books.  
NAVATHE, S.; ELMASRI, R. Fundamentals of Database Systems. 3rd. edition. Addison-Wesley, 2000.

**Bibliografia complementar:**

ELMASRI, R. Fundamentals of Database System. 2th. edition. Menlo Park: Addison-Wesley, 1994.

**DCC122 – CIRCUITOS DIGITAIS**

**Ementa:**

1. Bases Numéricas
2. Álgebra de Boole
3. Circuitos combinacionais
4. Minimização de funções
5. Circuitos sequenciais síncronos e assíncronos
6. Flip-flops, registradores, contadores, memória
7. Linguagem de descrição de hardware

**Conteúdo**

- 0) CONCEITOS INTRODUTÓRIOS: introdução aos sistemas de telecomunicação; representações analógicos e digitais; conversão analógico/digital; computadores digitais.
- 1) SISTEMAS DE NUMERAÇÃO E CÓDIGOS: Sistemas de numeração binário, decimal, hexadecimal; conversão entre bases numéricas; códigos numéricos BCD e Gray; código de 7 seguimentos; códigos alfanuméricos ASCII e Unicode; paridade e detecção de erros.
- 2) ÁLGEBRA BOOLEANA: constantes e variáveis booleanas; tabela verdade; operações lógicas fundamentais; teoremas booleanos; simplificação algébrica; teoremas de DeMorgan; soma de produtos; produto de somas.
- 3) FUNDAMENTOS DE CIRCUITOS LÓGICOS: portas lógicas fundamentais, descrevendo circuitos algebricamente; avaliando a saída dos circuitos; desenhando diagramas de circuitos; operações e portas lógicas complementares; universalidade das portas NAND e NOR; simbologia alternativa de portas lógicas; níveis de acionamento.
- 4) MAPAS DE KARNAUGH: soma de mintermos; produto de maxtermos; construção de mapas de Karnaugh; simplificação por agrupamento; condições de irrelevância.
- 5) CIRCUITOS INTEGRADOS, PLDS E HDLS: circuitos integrados digitais; encapsulamento de CIs; famílias lógicas; estruturas de dois níveis; dispositivos lógicos programáveis (PLDs); linguagens de descrição de hardware (HDLs).
- 6) CIRCUITOS LÓGICOS MSI: comparador de igualdade; circuitos de paridade; circuito somador completo; (de)codificadores; (de)multiplexadores; comparador de magnitude; driver BCD para 7 segmentos.
- 7) LATCHES E FLIP-FLOPS: latches NAND, NOR e D; pulsos digitais; sinais de clock; flip-flop SR, JK e D; entradas assíncronas; temporização e sincronização; multivibrador monoestável; circuito gerador de clock.
- 8) CONTADORES: divisão de frequência e contagem; contadores assíncronos e síncronos; contadores de módulo  $< 2n$ ; contadores crescentes e decrescentes; contadores com carga paralela; CIs de contadores síncronos; decodificando um contador; análise e projeto de contadores síncronos; máquinas de estado.
- 9) REGISTRADORES: registradores de armazenamento; transferência de dados; registradores de deslocamento; CIs de registradores.
- 10) DISPOSITIVOS DE MEMÓRIA: terminologia de memórias; barramentos; princípios de operação; conexões CPU- Memória; memórias ROM; memórias flash; memórias RAM; outras tecnologias de memória.

**Bibliografia:**

TOCCI, Ronald J; WIDMER, Neals S; MOSS, Gregory L. Sistemas digitais: princípios e aplicações. 10 ed. Pearson Education, 2010.  
PEDRONI, V. Eletrônica Digital Moderna e VHDL. 1 ed. Campus Elsevier, 2010. TAUB, H. Circuitos digitais e microprocessadores. 1 ed. McGraw-Hill, 1984.

**Bibliografia complementar:**

MANO, M. M.. Digital design. Prentice-Hall International. 2ª edição. 1991. BIGNELL, J; DONOVAN, R. Eletrônica digital. 1 ed. Makron, 1995.  
IDOETA, I. V; CAPUANO, F. G. Elementos de eletrônica digital. 37 ed. Érica, 2006. WAKERLY, J. F. Digital Design Principles and Practices. 4 ed. Prentice Hall, 2005. YALAMANCHILI, S. VHDL Starter's Guide. 1 ed. Prentice Hall, 1998.  
PELLERIN, D; TAYLOT, D. VHDL Made Easy. 1 ed. Prentice Hall, 1997.

## **DCC065 – COMPUTAÇÃO GRÁFICA**

**Ementa:**

- Definição de objetos gráficos planares
- Modelos de Geometria
- Estudo da Cor
- Modelagem de objetos e construção de cenas 3D
- Visualização da cena
- Cenário Virtual
- Câmera Virtual
- Recorte, rasterização, cálculo das superfícies visíveis
- Iluminação
- Técnicas de Mapeamento de Texturas
- Animação

**Conteúdo**

1. Definição de objetos gráficos planares
2. Modelos de Geometria
3. Estudo da Cor
4. Modelagem de objetos e construção de cenas 3D
5. Visualização da cena
6. Cenário Virtual
7. Câmera Virtual
8. Recorte, rasterização, cálculo das superfícies visíveis
9. Iluminação
10. Técnicas de Mapeamento de Texturas
11. Animação

**Bibliografia:**

FOLEY, J et al.. Computer graphics - principles and practice. 2ª Edição, Editora Addison-Wesley, 2010. HEARN, D., Baker, M. P. e Carithers, W. Computer Graphics with OpenGL. 4ª Edição, Prentice Hall, 2010. SHIRLEY, P. et al. Fundamentals of Computer Graphics. 3ª Edição, Editora AK Peters, 2009.

**Bibliografia complementar:**

AZEVEDO, E. e CONCI, A. Computação Gráfica - Teoria e Prática. Editora Elsevier, 2003. BURDEA, G., COIFFET, P. Virtual Reality Technology, Wiley, (2nd Edition). New York, 2003. GONZALEZ, R, WOODS, R. Processamento Digital de Imagens, 3ª Edição, Pearson, 2010.  
SHREINER, Dave. OpenGL Programming Guide: The Official Guide to Learning OpenGL. 5ª edição. Addison-Wesley. 2006. VINCE, J. Mathematics for Computer Graphics. Springer, 2005.

## **ENE112 – CONTROLE DIGITAL**

**Ementa:**

Fundamentos de sistemas discretos e amostrados. Sistemas discretos no tempo. Transformada Z. Amostragem e reconstrução de sinais. Sistemas discretos no tempo de malha aberta e de malha fechada. Características de reposta no tempo e técnicas de análise de estabilidade. Projeto de controladores digitais. Estrutura de filtros digitais. Implementação em microcontroladores e/ou microprocessadores.

**Conteúdo**

1. Fundamentos de sistemas discretos e amostrados;
2. Sistemas discretos no tempo e transformada Z;
3. Amostragem e reconstrução de sinais;
4. Sistemas discretos no tempo de malha aberta e de malha fechada;
5. Características de reposta no tempo e técnicas de análise de estabilidade;
6. Projeto de controladores digitais;
7. Estrutura de filtros digitais;
8. Implementação em microcontroladores e/ou microprocessadores.

Obs. Estão previstas atividades práticas (simulações computacionais) em laboratório.

**Bibliografia:**

FRANKLIN, G. F.; POWELL, J. D.; WORKMAN, M. L. Digital Control of Dynamic Systems. 3rd Edition. Addison-Wesley, 1997. ISBN-13: 978-0201820546.  
HEMERLY, E. M. Controle por Computador de Sistemas Dinâmicos. 2ª ed. Edgard Blücher, 2000. ISBN: 9788521202660. OGATA, K. Discrete time control system. 2nd edition. Prentice Hall, 1994. ISBN-13: 978-0130342812.  
PHILLIPS, C. L. and NAGLE, H. T. Digital Control System Analysis and Design. 3rd edition. Prentice Hall, 1994. ISBN-13: 978-0133098327.

**Bibliografia complementar:**

ASTRÖM, K. J. and WITTENMARK, B. Computer-Controlled Systems; Theory and Design. 3rd edition. Prentice Hall, 1996. ISBN-13: 978-0133148992.  
CASTRUCCI, P. e SALES, R. M. Controle Digital. volume 3. Edgard Blücher, 1990. ISBN: 8521202547.  
FREDERICK, D. K.; CHBAT, N. W. and CHOW, J. H. Discrete-Time Control Problems Using MATLAB. CL Engineering, 2002. ISBN-13: 978-0534384777.

## **ENE093 – CONVERSÃO ELETROMECAÂNICA DE ENERGIA II**

**Ementa:**

Revisão dos conceitos básicos de circuitos magnéticos e princípios de conversão eletromecânica de energia; Fundamentos das máquinas rotativas em corrente alternada. Configurações básicas e tipos de máquinas síncronas; Teoria, relações básicas e circuitos equivalentes dos geradores síncronos de rotor de polos lisos e polos salientes em regime permanente; Ensaio e determinação de parâmetros; Teoria, relações básicas e circuitos equivalentes dos motores síncronos em regime permanente; Configurações básicas e tipos de máquinas assíncronas; Teoria, relações básicas e circuitos equivalentes das máquinas assíncronas em regime permanente; Ensaio e determinação de parâmetros; Métodos de variação de velocidade de motores assíncronos.

**Conteúdo**

1. Revisão dos conceitos básicos de circuitos magnéticos e de conversão eletromecânica de energia: Intensidade e densidade de campo magnético, Lei de Ampère; Fluxo magnético; Fluxo concatenado, Lei de Faraday e indutâncias próprias e mútuas; Materiais ferromagnéticos e curvas de magnetização e histerese magnética; Circuitos magnéticos com e sem entreferro; Perdas nos núcleos ferromagnéticos; Energia e força em sistemas magnéticos com excitação simples; Energia e força em sistemas magnéticos com excitações múltiplas;

2. Princípios básicos de máquinas elétricas rotativas em corrente alternada: Tensão e conjugado induzido em uma bobina elementar; O campo magnético girante em enrolamentos polifásicos; Relação entre velocidade e frequência elétrica; Força magnetomotriz e fluxo em enrolamentos distribuídos; Tensão e conjugado induzido em uma máquina elementar; Técnicas de enrolamento de máquinas (enrolamentos de passo inteiro, fracionário e distribuídos).
3. Características construtivas dos geradores síncronos: Geradores de rotor com polos lisos; Geradores de rotor com polos salientes; Sistemas de excitação.
4. Geradores de rotor com polos lisos em regime permanente: Princípio de funcionamento; Modelo matemático e circuito equivalente; Diagramas fasoriais; Relações de potência e conjugado; Ângulo de carga.
5. Geradores de rotor com polos salientes em regime permanente: Princípio de funcionamento; Modelo matemático da dupla reatância e circuito equivalente; Diagramas fasoriais; Relações de potência e conjugado; Ângulo de carga.
6. Operação isolada de geradores síncronos: Efeito de variação de carga ativa e reativa; Efeito de variação de excitação; Curvas de capacidade.
7. Operação de geradores interligados: Condições de paralelismo; Procedimento de sincronização de geradores; Operação em paralelo com uma barra infinita.
8. Correntes de curto circuito em geradores síncronos
9. Motores síncronos: Princípio de funcionamento; Modelo matemático e circuito equivalente; Diagramas fasoriais; Relações de potência e conjugado; Características conjugado x velocidade; Curvas V dos motores síncronos; Condensador síncrono.
10. Técnicas de partida dos motores síncronos: Utilização de máquinas auxiliares; Variação da frequência de alimentação; Enrolamentos amortecedores.
11. Máquinas assíncronas trifásicas em regime permanente: Aspectos construtivos básicos; Princípio de funcionamento e escorregamento; Circuito equivalente em regime permanente; Fluxo de potência e perdas; Características conjugado x velocidade; Classificação das máquinas assíncronas com relação a característica de conjugado x velocidade;
12. Ensaio de máquinas assíncronas trifásicas: Ensaio de corrente contínua; Ensaio a vazio; Ensaio de rotor bloqueado; Determinação das resistências e reatâncias de estator e rotor.
13. Variação de velocidade em máquinas assíncronas trifásicas: Variação do número de polos; Variação da tensão de alimentação; Variação da resistência rotórica; Variação da frequência de alimentação.
14. Motores assíncronos monofásicos em regime permanente: Teoria do duplo campo girante; Circuito equivalente; Partida de motores monofásicos; Motores de fase dividida, com capacitor de partida e capacitor permanente.

#### **Bibliografia:**

CHAPMAN, S.J. Electric Machinery Fundamentals. Ed. Mc Graw-Hill. 4th Edition.  
FALCONE, A.G. Eletromecânica: Transformadores, Transdutores, Conversão Eletromecânica de Energia e Máquinas Elétricas. Vol 1 e 2. Editora Edgar Blucher Ltda.  
FITZGERALD, A. E. Máquinas Elétricas. Ed. Bookman. Quinta Edição

#### **Bibliografia complementar:**

KOSOW, I. I. Máquinas Elétricas e Transformadores. Ed. Globo.  
KRAUSE, P., WASYNCZUK, O. and SUDHOFF, S.D., Analysis of Electric Machinery. IEEE Press, 1994.

## **CEL110 – DISPOSITIVOS LÓGICOS PROGRAMÁVEIS**

#### **Ementa:**

Arquitetura de Dispositivos Lógicos Programáveis (FPGA e PLD); Linguagem VHDL; Utilização de Ferramentas de Software para desenvolvimento de projetos com FPG e PLD; Desenvolvimento de um projeto.

#### **Conteúdo**

- 1- Arquiteturas de dispositivos lógicos programáveis (FPGA e PLD);

- 2- Exemplos de componentes;
- 3- Ambientes de projeto e programação;
- 4- Linguagem descritiva de hardware (VHDL);
- 5- Programação de dispositivos FPGA;
- 6- Projeto de um sistema contendo dispositivos FPGA-PLD.

**Bibliografia:**

TOCCI, Ronald J; WIDMER, Neal S. Sistemas Digitais: Princípios e Aplicações. 10ª Edição. Prentice Hall, 2007.

## **ENE050 – DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA**

**Ementa:**

- 1. Sistemas de distribuição de energia elétrica;
- 2. Características das cargas;
- 3. Subestações de distribuição;
- 4. Redes de distribuição;
- 5. Estudos e planejamento de sistemas de distribuição

**Conteúdo**

- 1 Sistemas de distribuição de energia elétrica
  - 1.1 Introdução
  - 1.2 História dos sistemas de distribuição
  - 1.3 Contextualização (interface com a transmissão, geração e cargas)
  - 1.4 Tensões usuais em sistemas de distribuição
  - 1.5 Sistemas de distribuição primária e secundária
  - 1.6 Principais topologias das redes de distribuição
  - 1.7 Equipamentos de um sistema de distribuição
- 2 Características das cargas
  - 2.1 Introdução
  - 2.2 Carga instalada e demandas (instantânea, média, máxima, diversificada e não coincidente)
  - 2.3 Fatores típicos (fatores de carga, demanda, diversidade e coincidência) 2.4 DEC, FEC e outros índices relacionados a carga
- 3 Subestações de distribuição
  - 3.1 Introdução
  - 3.2 Principais equipamentos
  - 3.3 Principais tipos de subestação
- 4 Redes de distribuição
  - 4.1 Redes aéreas
  - 4.2 Redes subterrâneas
  - 4.3 Principais tipos de condutores e estruturas
  - 4.4 Redes convencionais, protegidas e isoladas
  - 4.5 Dimensionamento de redes de distribuição
- 5 Estudos e planejamento de sistemas de distribuição
  - 5.1 Introdução
  - 5.2 Principais estudos (queda de tensão e curto circuito)
  - 5.3 Normas técnicas

**Bibliografia:**

KAGAN, Nelson, DE OLIVEIRA, Carlos César Barioni ;ROBBA, Ernesto João.Introdução aos Sistemas de Distribuição de Energia Elétrica. 2ª Ed. Editora Edgar Blucher, 2010. ISBN: 9788521205395.  
Eletrobrás, Coleção Distribuição de Energia Elétrica. 1ª Ed. Editora Campus, 1982. ISBN: 8570010958  
GONEN,Turan. Electric Power Distribution System Engineering. 1ª Ed. Editora Mcgraw-Hill College, 1985. ISBN-13: 978- 0070237070

**Bibliografia complementar:**

CEMIG e LIGHT. Manuais de Distribuição

Westinghouse Electrical Corporation, Electrical Transmission and Distribution Reference Book. 4a Ed. Editora Westinghouse, 1962.

## **ENE085 – EFICIÊNCIA E GESTÃO ENERGÉTICA**

**Ementa:**

Adquirir conhecimentos relacionados aos processos e metodologias de conservação de energia, e sua aplicação nas instalações de consumo de energia. Ter uma visão geral do panorama elétrico brasileiro e mundial e suas tendências Conhecer o programa PROCEL, e suas campanhas educativas. Aprender as metodologias de auditoria, diagnóstico e otimização energéticas. Saber como analisar contas de energia elétrica, fazer análises tarifárias, analisar questões relacionadas ao fator de potência e, dentro destas questões, desenvolver avaliações econômicas. Saber avaliar a eficiência econômica e a qualidade da energia de sistemas de iluminação, refrigeração e ar condicionado e potencial de conservação de energia em usos finais, como motores, transformadores, micro computadores, etc. Adquirir conhecimentos básicos sobre geração na ponta, cogeração e arquitetura eficiente.

**Conteúdo**

1. Panorama do Setor Elétrico - Tendências.
2. Roteiro para Diagnóstico Energético.
3. Análise Tarifária.
4. Fator de Potência e Qualidade de Energia.
5. Eficiência em Sistemas de Iluminação e Ar Condicionado
6. Sistemas de Refrigeração.
7. Potencial de Conservação de Energia em Micro Computadores, Transformadores, Motores etc.
8. Geração na Ponta e Cogeração. 9. Arquitetura Eficiente.

**Bibliografia:**

PANESI, André R. Quinteros .Fundamentos de Eficiência Energética, 2006.

REIS, Lineu Bérico dos; ANDRADE, Marcelo de. Eficiência Energética em Edifícios - Serie Sustentabilidade, Reis. Editora Manole.

VÁRIOS AUTORES. Conservação de Energia: Eficiência Energética de Instalações e Equipamentos, Itajubá, 3ª ed. FUPAI, 2006.

**Bibliografia complementar:**

EL HAGE, Fabio S; FERRAZ Lucas; CARVALHO, Marco A. P. A Estrutura Tarifaria de Energia Elétrica; Teoria e Aplicação. MARTINHO, Edson. Distúrbios da Energia Eletrica,

MATERIAL DIDÁTICO DA DISCIPLINA EM ARQUIVOS MSWORD, PDF E POWERPOINT.

PROCEL, Programa Nacional de Conservação de Energia; <http://www.eletrobras.gov.br>, ANEEL. RIBEIRO, André Fernando. Guia de Aplicações de Gestão de Energia e Eficiência Energética, 2ª. Ed. Sá.

## **CEL040 – ELETRÔNICA DE POTÊNCIA**

**Ementa:**

Introdução à Eletrônica de Potência;  
Dispositivos Semicondutores de Potência;  
Cálculos de Potência e Harmônicas;  
Conversores CA-CC ou Retificadores;  
Conversores CC-CC;

Conversores CC-CA ou Inversores.

### Conteúdo

Definição. Classificação de conversores. Conceitos básicos. Interruptores estáticos. Aplicações. 2. O interruptor estático ideal. Diodo de junção de potência. Transistor bipolar de potência. MOSFET de potência. Transistor bipolar de porta isolada (IGBT). O tiristor (SCR - silicon controlled rectifier). O tiristor desligável pela porta (GTO - gate turn-off thyristor). Outros dispositivos. Potência e energia. Indutores e capacitores. Recuperação de energia. Valor eficaz. Potência aparente e fator de potência. Potência em circuitos senoidais em corrente alternada. Potência em circuitos com corrente alternada não senoidal. Retificadores monofásicos não-controlado e controlado com carga resistiva. Retificador monofásico de meia-onda com carga indutiva. O diodo de roda-livre. O retificador monofásico em ponte com carga indutiva. Introdução à transmissão cc em alta tensão. O retificador monofásico em ponte com carga capacitiva. Retificador trifásico de meia-onda não-controlado e controlado. Retificador hexafásico ou trifásico em ponte não-controlado e controlado. A célula PWM em regime permanente pulsado. Operação em modo contínuo (CCM) e modo descontinuo de corrente (DCM). Conversor buck em modo CCM. Conversor boost em CCM. Conversor buck-boost em modo CCM. Conversores buck, boost e buck-boost em modo DCM. Inversor monofásico de tensão em meia-ponte. Inversor monofásico de tensão em ponte completa. Introdução às técnicas de modulação de inversores. O comando phase-shift. A modulação PWM senoidal. O inversor trifásico de tensão. Outros circuitos inversores.

### Bibliografia:

HART, D. W.: Eletrônica de Potência: Análise e Projeto de Circuitos, Editora McGraw-Hill Bookman (Grupo A), 2015. [Minha Biblioteca - SIGA] (Livreiro-texto).  
MOHAN, N.: Eletrônica de Potência – Curso Introdutório, 2014. [Minha Biblioteca - SIGA] [3] Oliveira, Baldner, Felipe D. Eletrônica de Potência. Grupo A, 2018. [Minha Biblioteca - SIGA]. [4] Pinillos, ARRABAÇA, Devair Aparecido; GIMENEZ, S. Conversores de Energia Elétrica CC/CC para Aplicações em Eletrônica de Potência - Conceitos, Metodologia de Análise e Simulação. Editora Saraiva, 2013. [Minha Biblioteca - SIGA].  
[5] Pinillos, ARRABAÇA, Devair Aparecido; GIMENEZ, S. Eletrônica de Potência: Conversores de Energia CA/CC - Teoria, Prática e Simulação. Editora Saraiva, 2016. [Minha Biblioteca- SIGA].

### Bibliografia complementar:

RASHID, M. H.: Eletrônica de Potência- Dispositivos, Circuitos e Aplicações, 4ª edição, Pearson, 2014. BARBI, I. Eletrônica de Potência. 6ª ed. Edição do Autor. Florianópolis: 2009.  
BARBI, I. e MARTINS, D. Conversores CC-CC Básicos Não-Isolados. Edição do Autor. Florianópolis: 2008.  
BARBI, I. e MARTINS, D. Introdução ao Estudo de Conversores CC-CA. Edição do Autor. Florianópolis: 2008.  
HART, D. W. Eletrônica de Potência: Análise e Projeto de Circuitos. Editora McGraw-Hill, 2011. (ISBN 978-8580550450)  
MOHAN, N; UNDELAND, T; ROBBINS, W. P. Power Electronics: Converter, Applications and Design. 3rd Edition. John Wiley and Sons, 2002. (ISBN 978-0471226932).

## ENE096 – ELETROTÉCNICA INDUSTRIAL

### Ementa:

- 1 - Planejamento de Sistemas Elétricos Industriais
- 2 - Subestações Industriais
- 3 - Sistemas de Aterramento
- 4 - Sistemas de Proteção contra Descargas Atmosféricas
- 5 - Geração industrial

### Conteúdo

- 1 - Planejamento de sistemas elétricos industriais
- 1.1 - Considerações gerais
- 1.2 - Elementos de projeto

- 1.3 -Sistemas de suprimento
- 1.4 - Conexões com os sistemas de distribuição ou transmissão - fundamentos técnicos e regulatórios
- 1.5 - Tarificação de energia

## 2 - Subestações Industriais

- 2.1 - Tipos de subestações
- 2.2 - Componentes de uma subestação de consumidor
- 2.3 - Centros de Carga
- 2.4 - Principais equipamentos

## 3 - Sistemas de Aterramento

- 3.1 - Introdução
- 3.2 - Proteção contra contatos indiretos
- 3.3 - Aterramento de equipamentos
- 3.4 - Elementos de uma malha de terra
- 3.5 - Resistividade do solo
- 3.6 - Dimensionamento de malha de terra

## 4 - Sistemas de Proteção contra Descargas atmosféricas

- 4.1 - Introdução e definições
- 4.2 - Normatização
- 4.3 - Classificação das estruturas quanto ao nível de proteção
- 4.4 - Os métodos de proteção contra descargas atmosféricas
- 4.5 - Componentes do SPDA

## 5 - Geração industrial

- 5.1 - Definição das fontes de energia
- 5.2 - Continuidade, condições de suprimento externo e disponibilidade de energia
- 5.3 - Viabilidade econômica: geração x compra de energia
- 5.4 - Tipos de sistemas de geração própria
- 5.5 - Esquemas de transferência de carga ou geração
- 5.6 - Cogeração

### **Bibliografia:**

BEEMAN, Donald. "Industrial Power System Handbook". 1ª Edição. Editora McGraw Hill, 1955.  
LORA, Electo Eduardo Silva e Marco Antônio Rosa do Nascimento, "Geração Termelétrica - Planejamento, Projeto e Operação Volume 1 e 2". 1ª Edição. Editora Interciência, 2004, ISBN: 85-7193-105-4, ISBN13: 9788571931053.  
MAMEDE FILHO, João. "Instalações Elétricas Industriais". 7a Edição. Editora LTC, 2007, ISBN: 9788521615200. MAMEDE FILHO, João. "Manual de Equipamentos Elétricos". 3a Edição. Editora LTC, 2005, ISBN: 978-85-216-1436-4.

### **Bibliografia complementar:**

IEEE Std 141-1993, IEEE Recommended Practice for Electric Power Distribution for Industrial Plants, IEEE Red Book. The Institute of Electrical and Electronics Engineers. Norma técnica IEEE.  
IEEE Std 399-1997, IEEE Recommended Practice for Industrial and Commercial Power Systems Analysis. The Institute of Electrical and Electronics Engineers. Norma técnica IEEE.  
IEEE Std 1184-1994, IEEE Guide for the Selection and Sizing of Batteries for Uninterruptible Power Systems. The Institute of Electrical and Electronics Engineers. Norma técnica IEEE.

## **ENE130 – ENERGIA E MEIO AMBIENTE**

### **Ementa:**

Aspectos sociais, econômicos, políticos e ambientais de grandes projetos de energia. Integração da energia com temas ligados aos recursos naturais e ao desenvolvimento sustentável; Crédito de Carbono, Efeito Estufa, Mudanças climáticas, Licenciamento Ambiental.

### **Conteúdo**

1. Aspectos sociais, econômicos, políticos e ambientais de grandes projetos de energia. Evolução da política e da gestão ambiental a nível internacional e nacional.
2. Desenvolvimento sustentável, infraestrutura e integração energia e recursos naturais.
3. Aspectos gerais do mercado mundial de créditos de carbono: evolução histórica, status, oportunidades e desenvolvimento de projetos.
4. Poluição ambiental, gases de efeito estufa e mudanças climáticas.
5. Avaliação de impacto ambiental de projetos energéticos, EIAs/RIMAs e licenciamento.
6. Estudos de casos: exemplos de projetos de energia

**Bibliografia:**

DE SOUZA, Rafael Pereira. Aquecimento global e créditos de carbono: aspectos jurídicos e técnicos. Coleção Lexnet. São Paulo: ed. Quartier Latin, 2007.  
REIS, Lineu Belico dos; HINRICHS, Roger A.; KLEINBACH, Merlin. Energia e Meio Ambiente - Tradução da 4ª Ed. Norte- americana. São Paulo: Cengage Learning, 2011. ISBN 9788522107148,  
REIS, Lineu Belico dos; FADIGAS, Eliane A. Amaral; CARVALHO, Cláudio Elias. Energia, Recursos Naturais e a Prática do Desenvolvimento Sustentável. 2ª edição. Editora Manole, 2012. SBN 9788520432204

**Bibliografia complementar:**

ARAÚJO, Antonio Carlos Porto de. Como comercializar créditos de carbono. , São Paulo: ed Trevisan, 2006.  
ANEEL. Medidas mitigadoras para a redução de emissões de gases de efeito estufa na geração termelétrica. ANEEL, Brasília, 2000.  
CORTES, Elena Correa. Impactos socioeconômicos de grandes proyectos, evaluacion y manejo. 1ª ed. COAMA: Fondo FEN Colombia, 1999.

## **ENE057 – ESTABILIDADE DE SISTEMAS ELÉTRICOS DE POTÊNCIA**

**Ementa:**

1. Conceitos físicos em estabilidade;
2. Dinâmica em sistemas elétricos de potência;
3. Sistemas multimáquinas;
4. Sincronismos e estabilidade;
5. Cargas dependentes da tensão e frequência;
6. Estabilidade a pequenas perturbações;
7. Métodos de integração numérica;

**Conteúdo**

1. Conceitos físicos em estabilidade
  - 1.1 Introdução
  - 1.2 Modelos dinâmicos e representação matemática
  - 1.3 Espaço de estados e sistemas de equações diferenciais de primeira ordem
  - 1.4 Existência, unicidade e continuidade das soluções de equações diferenciais
  - 1.5 Sistemas autônomos
  - 1.6 Definição de estabilidade
2. Dinâmica em sistemas elétricos de potência
  - 2.1 Introdução
  - 2.2 Estabelecimento do problema
  - 2.3 Estudos de estabilidade transitória
  - 2.4 Modelagem matemática do problema
  - 2.5 Determinação da estabilidade
  - 2.6 Análise de estabilidade para um sistema de máquina x barra infinita
  - 2.7 Critério das áreas iguais
3. Sistemas multimáquinas
  - 3.1 Exemplo de um sistema com três geradores
4. Sincronismos e estabilidade

- 4.1 Estabilidade versus sincronismo
- 4.2 Sistema de um gerador e uma carga
- 4.3 Sincronismo onde existe o barramento infinito
- 4.4 Sincronismo em sistemas multi-máquinas
- 4.5 Uma máquina como referência

- 5. Cargas dependentes da tensão e frequência
- 5.1 Cargas dependentes da tensão
- 5.2 Cargas dependentes da frequência

- 6. Estabilidade a pequenas perturbações
- 6.1 Amortecimento de oscilações eletromecânicas
- 6.2 Modelo dinâmico do sistema
- 6.3 Ponto de equilíbrio
- 6.4 Linearização
- 6.5 Equações de estado de um sistema de potência
- 6.6 Modelo clássico de gerador

- 7. Métodos de integração numérica
- 7.1 Método de Euler simples
- 7.2 Método de Range-Kutta

**Bibliografia:**

ELGERD, OLLE. Introdução a Teoria dos Sistemas de Energia Elétrica. MC Graw. STEVENSON JR, W. D. Elementos de análise de sistemas de potencia, 1974.  
ZANETTA JR. Fundamentos de Sistemas Elétricos de Potência. Editora Livraria de Física.

**Bibliografia complementar:**

BRETAS, N. G; COSTA ALBERTO, L. F. Estabilidade Transitória em Sistemas Eletroenergéticos. 1 ed. São Carlos: EESC- USP, 2000.  
KUNDUR, P. Power System Stability and Control. 1 ed. New York: McGraw- Hill Inc, 1994.

## **DCC013 – ESTRUTURA DE DADOS**

**Ementa:**

- 1. Introdução: Introdução ao C++; Recursividade; Introdução à Análise de complexidade.
- 2. Ponteiros e Alocação Dinâmica de Memória;
- 3. Tipos Abstratos de Dados
- 4. Matrizes;
- 5. Listas;
- 6. Pilhas e Filas;
- 7. Árvores;
- 8. Heap (fila de prioridades);
- 9. Grafos.

**Conteúdo**

- 1) Introdução: Introdução ao estudo de complexidade assintótica, recursividade.
- 2) Ponteiros e alocação dinâmica de memória
- 3) Tipos Abstratos de Dados Domínio de dados. Características de TADs. Programação com tipos abstratos de dados.
- 4) Representação linear de matrizes.Cálculo de endereçamento de elementos: representação linear de

matrizes, matrizes esparsas, matrizes triangulares, matrizes diagonais e matrizes tridiagonais.

5) Listas Lineares. Definição. Operações mais comuns. Representações de Listas. Listas contíguas; encadeadas; duplamente encadeadas; circulares. Listas Ordenadas. Aplicações.

6) Pilhas e Filas. Definição. Operações básicas, implementação. Aplicações de pilhas e filas.

7) Árvores. Definição. Representações Gráficas. Representações em Árvores. Árvores Binárias. Árvores Gerais como Árvores Binárias. Caminhamentos em profundidade e em largura. Árvore Binária de Busca. Aplicações (exemplo: avaliação de expressões, árvores de busca).

8) Fila de prioridades. Fundamentos. Heaps: inserção, remoção e seleção de valores com maior prioridade. Heaps binárias. Representação vetorial de heaps.

9) Grafos. Definição. Representações e Algoritmos. Aplicações.

#### **Bibliografia:**

PREISS, B. R. Estrutura de Dados e Algoritmos . Campus, Rio de Janeiro, 2001. ZIVIANI, N. Projeto de Algoritmos com Implementações em Java e C++. Thomson, 2003.

DROZDEK, A. Estrutura de Dados e Algoritmos em C++. São Paulo: Cengage Learning. 2002. 597 p. CELES, W.; CERQUEIRA, R. F. D. G.; RANGEL, J. L. M. Introdução a Estruturas de Dados: com Técnicas de Programação em C. Rio de Janeiro: Campus/Elsevier. 2004. 250 p.

#### **Bibliografia complementar:**

KNUTH, D. E. The art of computer programming v. 1 - Fundamental Algorithms. Addison-Wesley, 1972.  
SZWARCFITER, J. L. Estrutura de Dados e Seus Algoritmos. Segunda Edição. LTC, 1994.

## **DCC012 – ESTRUTURA DE DADOS II**

#### **Ementa:**

Introdução;  
Ordenação;  
Filas de prioridade;  
Estruturas de Dicionário: Acesso Direto;  
Estruturas balanceadas e Estruturas auto-organizáveis;  
Estruturas multidimensionais e espaciais;  
Estruturas de dados para a web;  
Processamento de Cadeias de Caracteres.

#### **Conteúdo**

1. Introdução: Análise de complexidade assintótica, análise e adaptação de estrutura de dados, apresentação da problemática que será discutida na disciplina.
2. Ordenação: MergeSort, Quicksort e Heapsort.
3. Filas de prioridade: Intercalação de arquivos: algoritmo básico, busca direta, árvore binária de vencedores e perdedores. União de filas de prioridades. Heaps esquerdistas e heaps binomiais.
4. Estruturas de Dicionário - Acesso Direto: Transformação de chave: funções "hash". Colisões e Transbordamento. Hashing para Arquivos Extensíveis.
5. Estruturas de dicionário - estruturas balanceadas e auto ajustáveis: Arquivos Sequenciais Indexados. Árvores Balanceadas: Árvore AVL, Árvore Vermelho-Preto, Árvores B, Árvores B+.
6. Árvores de splay: Árvore de espalhamento.
7. Estruturas multidimensionais e espaciais: Estruturas de dados aplicadas em banco de dados espaciais. Árvore Point- Quad. Árvore R.
8. Estruturas de dados para web: Tries. Trie R-Way. Trie Ternária. Árvore PATRICIA. Arquivos Invertidos.
9. Processamento de cadeias de caracteres: Casamento Exato de Cadeias: algoritmo KMP, BMH, BMHS e Robin-Karp. Compressão: Compressão de Textos em Linguagem Natural, Codificação RLE, Codificação de Huffman Usando Bytes, Huffman Adaptativo, Codificação de Lempel-Ziv. Criptografia.

**Bibliografia:**

DROZDEK, Adam. Estrutura de Dados e Algoritmos em C++. Cengage Learning. 2002.  
LEISERSON, C. E.; STEIN, C.; RIVEST, R. L., CORMEN, T.H. Algoritmos: Teoria e Prática. Tradução da 2a. edição americana. Editora Campus, 2002.  
PREISS, Bruno. Estrutura de Dados e Algoritmos. Elsevier. 2001.

**Bibliografia complementar:**

DINESH P. Mehta e SARTAJ Sahní. Handbook of Data Structures and Application. Chapman & Hall/CRC. 2005.  
GUIMARÃES, A. P. Algoritmos e estruturas de dados. LTC, 1994.  
SZWARCFITER, J. L. Estrutura de Dados e Seus Algoritmos. Segunda Edição. LTC, 1994.  
VELOSO, P.; SANTOS, C.; AZEREDO, P.; FURTADO, A. Estruturas de Dados. Campus, Rio de Janeiro, 1983  
ZIVIANI, NIVIO. Projeto de Algoritmos com Implementação em Java e C++. Cengage Learning. 2007.

**FIS076 – FÍSICA IV**

**Ementa:**

1. Ondas eletromagnéticas
2. Ótica geométrica
3. Interferência
4. Difração
5. Física quântica
6. Modelos atômicos
7. Condução de eletricidade em sólidos
8. Relatividade

**Conteúdo**

1. Ondas eletromagnéticas  
Produção de ondas eletromagnéticas. Propagação de ondas eletromagnéticas. Vetor de Poynting. Pressão de radiação. Polarização.

2. Ótica geométrica  
Reflexão e refração. Reflexão total. Espelhos planos e esféricos. Refração em superfícies esféricas. Lentes delgadas. Instrumentos óticos.

3. Interferência  
Comportamento ondulatório da luz. Difração. Experiência de Young. Interferência em películas. Interferômetros.

4. Difração  
Difração numa fenda. Fendas múltiplas. Redes de difração. Dispersão. Resolução. Difração de Raios X. Aplicações.

5. Física quântica  
Quantização da radiação eletromagnética. Radiação de corpo negro. Efeito fotoelétrico. Efeito Compton. Quantização da energia no átomo. Modelo de Bohr. Estrutura atômica. A equação de Schroedinger. Dualidade partícula-onda. Princípio da incerteza. Efeito túnel.

6. Modelos atômicos  
Solução da equação de Schroedinger para o átomo de hidrogênio. Números quânticos. Energia. Momentos magnéticos orbital e de spin. Átomos multieletrônicos. Raios X. Lasers.

7. Condução de eletricidade em sólidos  
Propriedades dos sólidos. Bandas de energia. Condutividade elétrica. Metais, isolantes e semicondutores. Dopagem. Junções pn. Diodos. Transistores.

8. Relatividade  
Postulados da relatividade. Eventos e simultaneidade. Transformações de Lorentz e suas consequências. Relatividade do tempo, do comprimento e da massa. Transformação de velocidades. Energia e momento linear relativísticos. Aplicações.

**Bibliografia:**

EISBERG & RESNICK. Física Quântica. Editora Campus. Ed. 9, 1994. ISBN 9788570013095.  
HALLIDAY & RESNICK. Fundamentos de Física. Vol 4. 8ª edição. J. Walker. Ed gen LTC, 2010. ISBN 978-85-216-1608-05. SEARS & ZEMANSKY; H. D. YOUNG e R. A. FREEDMAN. Física IV - Ótica e Física

Moderna. 12ª edição Ed. Pearson, 2009. ISBN-13: 9788588639355, ISBN-10: 8588639351.

**Bibliografia complementar:**

ALONSO, M. e FINN, E. J. Física. Um curso Universitário. Vol II Campos e Ondas. Ed Edgard Blucher Lda, 12 reimpressão 2009. ISBN 978-85-212-0039-0.

## **FLX001 – FLEXIBILIZAÇÃO I**

**Ementa:**

Acompanhamento de atividades acadêmicas previstas no projeto pedagógico do curso, que permitem ao discente participar da construção de seu próprio currículo e que incentivem a produção de formas diversificadas e interdisciplinares do conhecimento.

**Conteúdo**

As atividades previstas para flexibilização curricular podem ser:

- I – iniciação à docência;
- II – iniciação científica;
- III – extensão;
- IV – monitoria;
- V – disciplina;
- VI – monografia;
- VII – estágio não obrigatório;
- VIII – estágio obrigatório, em suas horas excedentes, até o limite previsto no PPC;
- IX – grupo de estudo;
- X – participação em evento;
- XI – apresentação em seminário; – participação em programa ou grupo de educação tutorial;
- XII – participação em empresa júnior;
- XIII – vivência profissional complementar, na área de formação do curso;
- XIV – treinamento profissional ou administrativo;
- XV – atividade cultural;
- XVI – representação estudantil;
- XVII – certificação de língua estrangeira; e
- XVIII – demais certificações.

Outras atividades acadêmicas podem ser consideradas relevantes para a formação da discente ou do discente, desde que aprovadas pelo Colegiado de Curso ou Conselho de Unidade.

**Bibliografia:**

A bibliografia é indicada pelo responsável da atividade específica executada pelo discente, caso haja necessidade

## **FLX002 – FLEXIBILIZAÇÃO II**

**Ementa:**

Acompanhamento de atividades acadêmicas previstas no projeto pedagógico do curso, que permitem ao discente participar da construção de seu próprio currículo e que incentivem a produção de formas diversificadas e interdisciplinares do conhecimento.

**Conteúdo**

As atividades previstas para flexibilização curricular podem ser:

- I – iniciação à docência;
- II – iniciação científica;
- III – extensão;
- IV – monitoria;
- V – disciplina;
- VI – monografia;

- VII – estágio não obrigatório;
- VIII – estágio obrigatório, em suas horas excedentes, até o limite previsto no PPC;
- IX – grupo de estudo;
- X – participação em evento;
- XI – apresentação em seminário;
- XII – participação em programa ou grupo de educação tutorial;
- XIII – participação em empresa júnior;
- XIV – vivência profissional complementar, na área de formação do curso;
- XV – treinamento profissional ou administrativo;
- XVI – atividade cultural;
- XVII – representação estudantil;
- XVIII – certificação de língua estrangeira; e
- XIX – demais certificações.

Outras atividades acadêmicas podem ser consideradas relevantes para a formação da discente ou do discente, desde que aprovadas pelo Colegiado de Curso ou Conselho de Unidade.

**Bibliografia:**

A bibliografia é indicada pelo responsável da atividade específica executada pelo discente, caso haja necessidade

### **FLX003 – FLEXIBILIZAÇÃO III**

**Ementa:**

Acompanhamento de atividades acadêmicas previstas no projeto pedagógico do curso, que permitem ao discente participar da construção de seu próprio currículo e que incentivem a produção de formas diversificadas e interdisciplinares do conhecimento.

**Conteúdo**

As atividades previstas para flexibilização curricular podem ser:

- I – iniciação à docência;
- II – iniciação científica;
- III – extensão;
- IV – monitoria;
- V – disciplina;
- VI – monografia;
- VII – estágio não obrigatório;
- VIII – estágio obrigatório, em suas horas excedentes, até o limite previsto no PPC;
- IX – grupo de estudo;
- X – participação em evento;
- XI – apresentação em seminário;
- XII – participação em programa ou grupo de educação tutorial;
- XIII – participação em empresa júnior;
- XIV – vivência profissional complementar, na área de formação do curso;
- XV – treinamento profissional ou administrativo;
- XVI – atividade cultural;
- XVII – representação estudantil;
- XVIII – certificação de língua estrangeira; e
- XIX – demais certificações.

Outras atividades acadêmicas podem ser consideradas relevantes para a formação da discente ou do discente, desde que aprovadas pelo Colegiado de Curso ou Conselho de Unidade.

**Bibliografia:**

A bibliografia é indicada pelo responsável da atividade específica executada pelo discente, caso haja necessidade

## FLX004 – FLEXIBILIZAÇÃO IV

### Ementa:

Acompanhamento de atividades acadêmicas previstas no projeto pedagógico do curso, que permitem ao discente participar da construção de seu próprio currículo e que incentivem a produção de formas diversificadas e interdisciplinares do conhecimento.

### Conteúdo

As atividades previstas para flexibilização curricular podem ser:

- I – iniciação à docência;
- II – iniciação científica;
- III – extensão;
- IV – monitoria;
- V – disciplina;
- VI – monografia;
- VII – estágio não obrigatório;
- VIII – estágio obrigatório, em suas horas excedentes, até o limite previsto no PPC;
- IX – grupo de estudo;
- X – participação em evento;
- XI – apresentação em seminário;
- XII – participação em programa ou grupo de educação tutorial;
- XIII – participação em empresa júnior;
- XIV – vivência profissional complementar, na área de formação do curso;
- XV – treinamento profissional ou administrativo;
- XVI – atividade cultural;
- XVII – representação estudantil;
- XVIII – certificação de língua estrangeira; e
- XIX – demais certificações.

Outras atividades acadêmicas podem ser consideradas relevantes para a formação da discente ou do discente, desde que aprovadas pelo Colegiado de Curso ou Conselho de Unidade.

### Bibliografia:

A bibliografia é indicada pelo responsável da atividade específica executada pelo discente, caso haja necessidade

## CEL084 – FONTES CHAVEADAS

### Ementa:

Introdução às Fontes Chaveadas e Reguladores de Tensão;  
Conversores Comutados e Topologias Isoladas;  
Projeto de Magnéticos e Placas de Circuito;  
Modelagem e Controle de Fontes Chaveadas;

### Conteúdo

Reguladores lineares. Reguladores comutados. Aplicações de reguladores de tensão e corrente. Definições de potência, energia e eficiência. Princípios de conservação de carga (A.s) e de energia (V.s). Conceitos de compatibilidade eletromagnética (EMC). Estrutura geral de fontes de alimentação. Topologias de conversores CC-CC básicos não-isolados (buck, boost, buck-boost, Cuk, SEPIC, Zeta). Modos de operação em condução contínua e descontínua (CCM & DCM). Topologias de conversores isolados com comutação dissipativa (flyback, forward, half-bridge, push-pull, full-bridge). Snubers. Isolamento galvânico em alta frequência com transformadores e indutores acoplados. Análise de circuitos e etapas de funcionamento de conversores comutados.

Transformadores de alta frequência. Indutores acoplados de alta frequência. Indutores CC e CA de alta frequência. Projeto de transformadores e indutores de alta frequência. Introdução ao projeto de PCBs para circuitos de potência operando em alta frequência.

Princípios de modelagem em espaço de estados e modelo médio de conversores comutados. Linearização e modelagem em pequenos sinais de conversores. Controle em modo de tensão (VMC) e em modo de corrente (CMC). Implementação de controle em malhas galvanicamente isoladas. Projeto de compensadores lineares (proporcional, integral, PI, PID, tipos I,

II & II). Circuitos integrados para conversores e fontes chaveadas. Drivers para comando de transistores. Sensoriamento de tensão e corrente em fontes chaveadas.

**Bibliografia:**

MELLO, Luiz Fernando Pereira de “Projetos de Fontes Chaveadas - Teoria e Prática”, 1ª ed., Editora Érica, 2011 [Repositório da UFJF].  
HART, Daniel W. “Eletrônica de Potência”, 1ª ed., McGraw Hill Bookman, 2015 [Repositório da UFJF].  
BARBI, Ivo “Modelagem de Conversores CC-CC Empregando Modelo Médio em Espaço de Estados”, 1ª ed., 2014 [acessível em: <https://ivobarbi.com.br/downloads/livros/Livro%20-%20Modelagem-de-Conversores.pdf>].  
POMILIO, José Antenor “Fontes Chaveadas”, FEEC 13/95, v. Set./2020 [acessível em: <http://www.dsce.fee.unicamp.br/~antenor/fontchav.html>].

**Bibliografia complementar:**

KAZIMIERCZUK, M. “Pulse-Width Modulated DC-DC Converters”, 1ª ed., John Wiley & Sons, 2008.  
PRESSMAN, A. I.;  
BILLINGS, K.; MOREY, T. “Switching Power Supply Design”, 3ª ed., McGraw Hill, 2009. MCLYMAN, W. “Transformer & Inductor Design Handbook”, 4ª ed., 2011.

## ENE099 – FONTES PRIMÁRIAS E ALTERNATIVAS

**Ementa:**

- 1 - Introdução;
- 2 - Combustíveis fósseis;
- 3 - Energia nuclear
- 4 - Fontes renováveis e alternativas de energia;
- 5 - Geração distribuída e Cogeração;
- 6 - Panorama no Mundo e no Brasil;
- 7 - Incentivos e regulamentação;
- 8 - Desafios para Expansão

**Conteúdo**

- 1 - Introdução
  - 1.1 - Fontes primárias de energia
  - 1.2 - Divisões dos tipos de fontes
  - 1.3 - Consumo de energia
  - 1.4 - Conflito água x energia
  - 1.5 - Desenvolvimento sustentável
- 2 - Combustíveis fósseis
  - 2.1 - Carvão
  - 2.2 - Gás Natural
  - 2.3 - Petróleo
- 3 - Energia nuclear
  - 3.1 - Fissão
  - 3.2 - Fusão
- 4 - Fontes renováveis e alternativas de energia
  - 4.1 - Hidráulica
  - 4.2 - Biomassa
  - 4.3 - Biocombustíveis
  - 4.4 - Oceânica e das marés
  - 4.5 - Geotérmica
  - 4.6 - Solar
  - 4.7 - Eólica
  - 4.8 - Células a combustível
- 5 - Geração distribuída e Cogeração

- 6 - Panorama no mundo e no Brasil
- 7 - Incentivos e regulamentação
- 8 - Desafios para Expansão

**Bibliografia:**

HINRICHS, Roger A. Energia e Meio Ambiente. 4ª Edição. Cengage Learning, 2011.  
KHALIGHT, A. Energy Harvesting: Solar, Wind and Ocean Energy Conversion Systems. 1ª Edição. CRC Press, 2009. PATEL, Mukund R. Wind and Solar Power Systems. 2ª Edição. CRC Press, 2006.

**Bibliografia complementar:**

ACIOLI, J. de L. Fontes de Energia. , 1ª Edição. Editora Unb, 1993.  
REIS, L. B. e SILVEIRA, S. Energia Elétrica para o Desenvolvimento Sustentável. Editora da Universidade de São Paulo, EDUSP.  
SIMON, D.N.; CARVALHO, J.F. de; GOLDEMBERG, J.; MENEZES, L.C.; ROSA, L.P.; OLIVEIRA, R.G. Energia Nuclear em Questão. 1ª Edição. Instituto Euvaldo Lodi, 2001.  
TWIDELL, Renewable Energy Resources. 2nd. Edition. T&F, ISBN;10: 0419253300  
ZILLES, R; MACEDO, W. N; GALHARDO, M. A. B; FERREIRA, S. H. Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede Elétrica. 1ª Edição. Oficina dos Textos, 2012.

## **ENE107 – FUNDAMENTOS DA INDÚSTRIA DO PETRÓLEO E GÁS**

**Ementa:**

- 1 - Indústria do Petróleo
- 2 - Geologia e Geofísica
- 3 - Exploração e Produção de Petróleo
- 4 - Refino e Transporte de Petróleo e Derivados
- 5 - Geopolítica do Petróleo
- 6 - Introdução ao Gás Natural
- 7 - Panorama do Gás Natural no Mundo e no Brasil

**Conteúdo**

- 1 - Indústria do Petróleo
  - 1.1 - Introdução
  - 1.2 - História do Petróleo
  - 1.3 - Principais companhias petrolíferas
  - 1.4 - Constituintes, composição e classificação do petróleo
- 2 - Geologia e Geofísica
  - 2.1 - Noções de geologia de petróleo.
  - 2.2 - Origem, migração, rocha reservatório, rocha selante
  - 2.3 - Principais métodos para a prospecção de petróleo
- 3 - Exploração e Produção de Petróleo
  - 3.1 - Perfuração
  - 3.2 - Avaliação de formações
  - 3.3 - Complementação
  - 3.4 - Reservatórios
  - 3.5 - Elevação
- 4 - Refino de Petróleo e Transporte de Petróleo e Derivadas
  - 4.1 - Refinaria de Petróleo
  - 4.2 - Esquemas típicos de refino e complexidade de refinarias
  - 4.3 - Principais derivados (Gás, Gasolina, Querosene, diesel, óleos, coque)
  - 4.4 - Transporte de petróleo e derivados
- 5 - Geopolítica do Petróleo
  - 5.1 - Surgimento e desenvolvimento da indústria petrolífera no mundo e no Brasil

5.2 - Principais conflitos e crises de petróleo

6 - Introdução ao Gás Natural

6.1 - Introdução, características, propriedades

6.2 - Geopolítica do gás natural

6.3 - Uso, oferta, demanda, transporte e comercialização do gás natural

7 - Panorama do Gás Natural no Mundo e no Brasil

7.1 - Relevância do uso como fonte energética

7.2 - Descobertas recentes e Mercados

**Bibliografia:**

BARRETO, Carlos Eduardo. "A Saga do Petróleo Brasileiro". 1a Ed. Editora Nobel, 2001. ISBN: 9788521311492  
SZKLO, Alexandre Salem. "Fundamentos do Refino de Petróleo". 1ª Ed. Editora Interciência, 2005, ISBN: 9788571931299  
THOMAS, José Eduardo. "Fundamentos de Engenharia de Petróleo". 2a Ed. Editora Interciência, 2004. ISBN: 9788571930995.

**Bibliografia**

JUNIOR, Helder Queiroz Pinto. "Economia de Energia". Editora Elsevier, ISBN: 9788535224085  
MAIA, João Luiz Ponce. "Tecnologia da Indústria do Gás Natural". 1ª Ed. Editora Blucher, 2008. ISBN: 9788521204213.  
MATHIAS, Melissa Cristina Pinto Pires. A Formação da Indústria Global de Gás Natural - Definição, Condicionantes e Desafios. 1ª Ed. Interciência, 2010.  
MELO, Pedro ; PULIDO, João Garcia. "Estudos sobre Energia, Petróleo e Gás Natural". 1ª ed. Editora Almedina, 2004, ISBN: 9789724021348.  
SHAH, Sonia. "A História do Petróleo". 1a Ed. Editora L&PM, 2007. ISBN: 9788525416544.

## **ESA011 – FUNDAMENTOS DE SEGURANÇA NO TRABALHO**

**Ementa:**

Introdução à segurança e saúde no trabalho. Direito do trabalho e de previdência social. Segurança no trabalho. Higiene no trabalho. Segurança no trabalho nas empresas. Aspectos técnicos e práticos. Segurança na construção civil. Segurança em serviços com eletricidade. Segurança em máquinas e equipamentos. Sistema de gestão de segurança e saúde no trabalho - OHSAS 18.000.

**Conteúdo**

1. Introdução à segurança e saúde no trabalho.
2. Direito do trabalho e de previdência social.
3. Segurança no trabalho.
4. Higiene no trabalho (NR-9).
5. Segurança no trabalho nas empresas: SESMT (NR-4) e CIPA (NR-5).
6. Aspectos técnicos e práticos: EPI (NR-6), PCMSO (NR-7), Insalubridade (NR-15) e Periculosidade (NR-16).
7. Segurança na construção civil (NR-18).
8. Segurança em serviços com eletricidade (NR-10).
9. Segurança em máquinas e equipamentos (NR-12).
10. Sistema de gestão de segurança e saúde no trabalho (OHSAS 18.000).

**Bibliografia:**

BARBOSA, R.P.; BARSANO, P.R. "Segurança do Trabalho - Guia Prático e Didático". São Paulo: Editora Érica Ltda., 2012. EQUIPE ATLAS. "Segurança e Medicina do Trabalho - Manual de Legislação Atlas". 72ª ed. São Paulo: Editora Atlas, 2013. SALIBA, T.M. "Curso Básico de Segurança e Higiene Ocupacional". 5ª ed. São Paulo: Editora LTr, 2013.

## **ENE129 – GERAÇÃO TERMELÉTRICA E COGERAÇÃO**

### **Ementa:**

- 1 - Fundamentos da Geração Termelétrica; 2 - Calor e vapor; 3 - Compressores; 4 - Turbinas a vapor; 5 - Turbinas à gás; 6
- Motores de combustão interna; 7 - Usinas Termelétricas e Cogeração

### **Conteúdo**

- 1 - Fundamentos da Geração Termelétrica
  - 1.1 - Introdução
  - 1.2 - Caracterização do setor elétrico brasileiro
  - 1.3 - Suprimento energético para termelétricas
- 2 - Calor e vapor
  - 2.1 - Definições, propriedades e conceitos básicos.
  - 2.2 - Leis da termodinâmicas
  - 2.3 - Ciclos de potência a vapor e a gás
- 3 - Compressores
  - 3.1 - Introdução
  - 3.2 - Tipos e características dos compressores
- 4 - Turbinas a vapor
  - 4.1 - Introdução
  - 4.2 - Caldeiras de vapor
  - 4.3 - Principais componentes de uma turbina a vapor
  - 4.4 - Classificação das turbinas à vapor
  - 4.5 - Rendimento do ciclo das turbinas
  - 4.6 - Estágios de uma turbina a vapor
- 5 - Turbinas a gás
  - 5.1 - Introdução
  - 5.2 - Principais componentes de uma turbina a gás
  - 5.3 - Classificação das turbinas à gás
  - 5.4 - Rendimento do ciclo das turbinas
- 6 - Motores de combustão interna (MCI)
  - 6.1 - Introdução
  - 6.2 - Principais componentes de um MCI
  - 6.3 - Ciclos de operação dos MCI
  - 6.4 - MCI na geração termelétrica
- 7 - Usinas Termelétricas e Cogeração
  - 7.1 - Definição e tipos de cogeração
  - 7.2 - Equipamentos elétricos e auxiliares das centrais termelétricas
  - 7.3 - Centrais termelétricas a vapor
  - 7.4 - Centrais termelétricas de ciclo simples com turbinas a gás e de ciclo combinado
  - 7.5 - Centrais nucleares
  - 7.6 - Aspectos ambientais
  - 7.7 - Exemplos de geração termelétrica no Brasil

### **Bibliografia:**

- El WAKIL, M.M.. "Powerplant Technology", McGraw Hill, 1st Edition, 1984, ISBN: 978 0 0728 7102 9.  
LORA, Electo Eduardo Silva. "Geração Termelétrica", Editora Interciência, 1a Edição, 2004, ISBN: 978 8 5719 3105 3. SANTOS, Nelson Oliveira. "Termodinâmica Aplicada as Termelétricas", Editora Interciência, 2a Edição, 2006, ISBN: 978 8 5719 3149 6.

**Bibliografia complementar:**

CHAPMAN, S.J.. "Electric Machinery Fundamentals", Mc Graw Hill, 4th Edition, 2005, ISBN: 978 0 0724 6523 5.  
FANCHI, John R. "Energy Technology and Directions for the Future", Elsevier, 1st Edition, 2004, ISBN: 978 0 1224 8291 5.  
HEYWOOD, J.B.. "Internal Combustion Engine Fundamentals", McGraw Hill, 1st Edition, 1998, ISBN: 978 0 0702 8637 5. SCHMIDT, Frank W.; Henderson, Robert E.. "Introdução às Ciências Térmicas", Edgard Blucher, 2ª Edição, 1996, ISBN: 978 8 5212 0082 6.  
Notas de Aula: MSWord e Apresentação Powerpoint.

## **ENE118 – INFORMÁTICA INDUSTRIAL**

**Ementa:**

A disciplina foca no aperfeiçoamento das técnicas e metodologias de programação, necessárias para sistemas embarcados e aplicações em robótica. O conteúdo de sistemas orientados a objetos, tanto modelagem e implementação serão focados em sistemas centralizados ou distribuídos.

**Conteúdo**

- 1 - Programação orientada a objetos (POO-C++);
  - 1.1- Classes, componentes, propriedades, relacionamentos, hierarquia, abstração
  - 1.2- Definindo classes, criando objetos, diferentes tipos de dados (constante, estático, por referência). Sobrecarga
- 1. Modelagem de softwares
  - 1.1 - Análises de atributos e requisitos
  - 1.2 - Modelagem e reutilização de softwares
  - 1.3 - UML -Unified Modeling Language
- 2. Sistemas distribuídos
  - 3.1- Arquitetura Cliente/Servidor
  - 3.2- Comunicação e Sincronismo distribuídos
  - 3.3- Objeto virtual compartilhado (DCOM)
  - 3.4- Canais de comunicação em redes TCP/IP. 3.5- Sistemas de múltiplos agentes

**Bibliografia:**

ANDREW, S. Tanenbaum e Maarten VAN STEEN. Sistemas Distribuídos: Princípios e Paradigmas. 2ª ed. Prentice Hall, 2007.  
DEITEL, H. e DEITEL, P. C++: Como Programar. 5ª ed. Pearson Prentice Hall, 2006. GILLEANES, T. A. Guedes. UML 2: Uma Abordagem Prática. 2ª ed. Novatec, 2011.

**Bibliografia complementar:**

DOLLIMORE, J.; KINDBERG, T. e BLAIR, G. Sistemas distribuídos: conceitos e projeto. 5ª ed. BookMan, 2013.  
GREGOIRE, Marc. Professional C++. 2ª ed. Wiley, 2011.  
LARMAN, Craig. Utilizando UML e padrões. 3ª ed. Artmed, 2005.  
FILHO, A. M. S. Introdução à programação orientada a objetos com C++. Elsevier, 2010. RUSS, Miles e HAMILTON, Kim. Learning UML 2.0. O Reely, 2006.

## **ENE094 – INSTALAÇÕES ELÉTRICAS INDUSTRIAIS**

**Ementa:**

1. Sistemas elétricos industriais; 2. Tipos de redes; 3. Painéis de média e baixa tensão; 4. Considerações sobre tensões nas indústrias; 5. Considerações sobre cargas; 6. Iluminação industrial; 7. Dimensionamento de condutores.

**Conteúdo**

- 1 Sistemas elétricos industriais
  - 1.1 Introdução
  - 1.2 Tipos de sistemas elétricos industriais (Pequena, Média e Grande Indústria)
  - 1.3 Interface com os sistemas de transmissão e distribuição
  - 1.4 Principais equipamentos
- 2 Tipos de redes
  - 2.1 Tipo de redes usadas em sistemas de distribuição de energia industrial
  - 2.2 Arranjo dos alimentadores de média tensão
  - 2.3 Arranjo dos alimentadores de baixa tensão
  - 2.4 Diagramas unifilares.
- 3 Painéis de média e baixa tensão
  - 3.1 Definição de painéis elétricos
  - 3.2 Centro de distribuição de cargas (CDC)
  - 3.3 Centro de controle de motores (CCM)
- 4 Considerações sobre tensões nas indústrias
  - 4.1 Tensões usuais e normatizadas
  - 4.2 Tensão x Potência
  - 4.3 Problemas relacionados a queda de tensão, desequilíbrio e flicker
- 5 Considerações sobre cargas
  - 5.1 Principais cargas industriais
  - 5.2 Fator de potência
  - 5.3 Correção do fator de potência
  - 5.4 Impactos de cargas não-lineares
- 6 Iluminação industrial
  - 6.1 Conceitos básicos
  - 6.2 Lâmpadas elétricas e luminárias
  - 6.3 Instalações em interiores, exteriores e de emergência
- 7 Dimensionamento de condutores
  - 7.1 Fios e condutores
  - 7.2 Critérios para divisão de circuitos
  - 7.3 Dimensionamento de condutores de média e baixa tensão
  - 7.4 Dimensionamento de dutos

**Bibliografia:**

BEEMAN, Donald Industrial Power System Handbook. Editora McGraw Hill, 1955.  
MAMEDE FILHO, J. Instalações Elétricas Industriais. 7ª ed. Editora LTC, 2007. ISBN: 9788521615200. MAMEDE FILHO, J. Manual de Equipamentos Elétricos. 2ª ed. Editora LTC, 2009. ISBN: 8521614365.

**Bibliografia complementar:**

IEEE Std. Recommended Practice for Electric Power Distribution for Industrial Plants, IEEE Red Book. The Institute of Electrical and Electronics Engineers. Norma técnica IEEE, 1993.  
IEEE Std. Recommended Practice for Industrial and Commercial Power Systems Analysis. The Institute of Electrical and Electronics Engineers. Norma técnica IEEE, 1997.

## **CEL078 – INSTRUMENTAÇÃO ELETRÔNICA**

**Ementa:**

Incerteza de medidas, Sensores e Transdutores, Condicionamento de sinal, Ruído e Interferência em medidas, Aquisição e processamento digital dos dados, Instrumentação virtual.

**Conteúdo**

Incerteza de medidas.  
Sensores e transdutores: sensores de temperatura, strain gauges, termistores, células fotovoltaica, transdutores e sensores: pizeletricos, sensíveis a campo eletromagnético, ópticos e de fibra-ótica, de radiação ionizante.  
Condicionamento de sinal analógico: amplificadores diferenciais; amplificadores operacionais; filtros ativos - aplicações; amplificadores de instrumentação; amplificadores de carga; retificadores sensíveis a fase.

Ruído e Interferência em medidas: ruído aleatório em circuitos; propagação de ruído gaussiano por filtros lineares.  
Medidas de resistência: ponte de Wheatstone; ponte de Kelvin; loop de corrente constante de Anderson.  
Medidas de Reatância: ponte de Shering; ponte de DeSauty; ponte de Wien; ponte de Maxwell, ponte de Hay, ponte de Owen, ponte de Anderson.  
Instrumentação Virtual: conceito de Instrumento Virtual; softwares para instrumentação virtual; exemplos.

**Bibliografia:**

ALBERTAZZI, Armando. Fundamentos de metrologia científica industrial. Editora Manole, 2008. SEDRA, Adel S. Microeletrônica. Pearson Prentice Hall, 2007.  
THOMAZINI, Daniel; ALBUQUERQUE, Pedro Urbano Braga de. Sensores Industriais: Fundamentos e Aplicações. Editora Érica, 2008.

**Bibliografia complementar:**

ALVES, Jose Luiz Loureiro. Instrumentação, controle e automação de processos. Livros Técnicos e Científicos, 2005. ARENY, Pallas Ramon; Sensors and signal conditioning. 2ª edição. John Wiley & Sons, 2001.  
CARR, Joseph J. Elements of Electronic Instrumentation and Measurement. 3ª edição. Prentice Hall, 1996. INMETRO. Guia para a Expressão da Incerteza de Medição. ISO GUM, ABNT.  
KAY, Steven M. Fundamentals of statistical signal processing. Prentice-Hall PTR, 2008. NORTHROP, Robert B. Instrumentation and Measurements. 2ª edição. CRC Press; 2005. YIP, Peter C. L. High-frequency circuit design and measurements. Chapman & Hall, 1990.

## DCC014 – INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

**Ementa:**

1. Conceitos Básicos
2. Métodos não informados de busca
3. Métodos informados de busca
4. Grafos de jogos e hipergrafos
5. Prova Automática de Teoremas
6. Introdução ao PROLOG

**Conteúdo**

1. Conceitos Básicos
  - 1.1. Definição, classificação dos problemas e aplicações
  - 1.2. Hipóteses de sistemas inteligentes
  - 1.3. Sistema de símbolos físicos
  - 1.4. Espaço e grafo de estados
  - 1.5. Estratégias de controle e heurísticas
  - 1.6. Base de conhecimento e Sistema de produções
2. Métodos não informados de busca
  - 2.1. Método irrevogável
  - 2.2. Backtracking
  - 2.3. Busca em largura e busca em profundidade
  - 2.4. Busca ordenada
3. Métodos informados de busca
  - 3.1. Algoritmo de busca pela melhor escolha, Best-First
  - 3.2. Busca Gulosa
  - 3.3. Algoritmo A\* e suas variantes
  - 3.4. Propriedades de heurísticas
  - 3.5. Critérios de poda
4. Grafos de jogos e hipergrafos

- 4.1. Grafos de jogos
- 4.2. Algoritmo Min-Max
- 4.3. Algoritmo Alfa-Beta
- 4.5. Grafo And/Or
- 4.6. Sistemas Baseados em Regras
- 4.7. Algoritmo AO\*
- 5. Prova de Teoremas
- 5.1. Linguagens de Cálculo de Predicados
- 5.2. Forma Clausal
- 5.3. Representação do Conhecimento
- 5.4. Método de Resolução
- 5.4.1. Algoritmo de Unificação
- 5.4.2. Refutação
- 6. Introdução ao PROLOG
- 6.1. Cláusulas de Horn. PROLOG. Estratégia de resolução em PROLOG.

**Bibliografia:**

LUGER, G. F. Inteligência Artificial: estruturas e estratégias para a solução de problemas complexos. Rio Grande do Sul: Bookman, 2004.  
RICH, Elaine e KNIGHT, Kevin. Inteligência Artificial. Makron Books, 1994  
RUSSEL, S., NORVIG. P. Inteligência Artificial. Rio de Janeiro: Campus, 2004.

**Bibliografia complementar:**

BITTENCOURT, Guilherme. Inteligência artificial: ferramentas e teorias. 3. ed. Florianópolis: UFSC, 2006.  
CASANOVA, M. A., GIORNO, F.A.C., FURTADO, A.L. Programação em Lógica e a Linguagem Prolog. E. Blucher, 1a ed., 1987.  
CLOCKSIN, W. F., MELLISH, C. S. Programming in Prolog. 5a Ed. Springer-Verlag, 2003. LUGER, G. F. Inteligência Artificial. 6a edição. Pearson, 2013  
NILSSON, Nils. Principles of Artificial Intelligence. Tioga CO., 1980  
RUSSEL, S., NORVIG. P. Inteligência Artificial. 3 ed. Rio de Janeiro: Campus, 2013.

## **DCC136– INTELIGÊNCIA COMPUTACIONAL**

**Ementa:**

Conceitos básicos em Inteligência Computacional  
Heurísticas construtivas para problemas específicos  
Heurísticas clássicas de refinamento  
Metaheurísticas

**Conteúdo**

- 1) Conceitos básicos em Inteligência Computacional: Problema e espaço de busca do problema. Algoritmo heurístico. Heurísticas randomizadas.
- 2) Heurísticas construtivas para problemas específicos: Representação da solução de problemas. Heurísticas construtivas gulosas. Heurísticas construtivas para problemas de escalonamento de tarefas. Heurísticas construtivas para o problema de Steiner em Grafos. Implementação.
- 3) Heurísticas clássicas de refinamento: Heurísticas k-Optimal. Heurísticas Add-Drop. Implementação.
- 4) Metaheurísticas: GRASP - Greedy Randomized Adaptive Search Procedure: funcionamento e implementação. Simulated Annealing: funcionamento e implementação. Colônia de Formigas: funcionamento e implementação. ILS: funcionamento e implementação. VNS e VND: funcionamento e implementações. Busca Tabu: funcionamento e implementação.

**Bibliografia:**

- TALBI, E-G. Metaheuristics: From Design to Implementation. Wiley. 2009

- GENDREAU, M., POTVIN, J-Y.. Handbook of Metaheuristics, Springer, 2010
- MICHALEWICZ, Zbigniew; FOGEL, David B. How to Solve It: Modern Heuristics. Springer, 2004.

**Bibliografia complementar:**

- PHAM, D.T.; KARABOGA, D. Intelligent Optimisation Techniques: Genetic Algorithms, Tabu Search, Simulated Annealing and Neural Networks. Springer, 2000.
- MICHALEWICZ, Zbigniew. Genetic Algorithms + Data Structures = Evolution Programs. Springer, 3rd ed, 1999.
- Artigos diversos de conferências e periódicos das áreas de Otimização
- Artigos diversos de conferências e periódicos das áreas de Pesquisa Operacional
- Artigos diversos de conferências e periódicos das áreas de Metaheurísticas

## **DCC133– INTRODUÇÃO A SISTEMAS DE INFORMAÇÃO**

**Ementa:**

Conceitos. Histórico. Importância dos sistemas de informação nas empresas. Casos de sucesso em Sistemas de Informação. Desafios e tecnologias.

**Conteúdo**

Programa (Discriminado em unidades e sub-unidades)

1. Conceitos

O enfoque sistêmico. Bases conceituais e filosóficas da área de Sistemas de Informação. Conceitos, objetivos, funções e componentes dos sistemas de informação. Dimensões tecnológica, organizacional e humana dos sistemas de informação.

2. Histórico

O desenvolvimento da área de Sistemas de Informação. Tipos de sistemas de informação empresariais.

Sistemas que abrangem toda a

empresa. A função de sistemas de informação na empresa. A evolução dos sistemas de informação.

3. Importância dos sistemas de informação nas empresas

O papel dos sistemas de informação no ambiente de negócios contemporâneo. O papel das pessoas e das organizações.

4. Casos de sucesso em Sistemas de Informação

5. Desafios e tecnologias

**Bibliografia:**

Bibliografia Básica

LAUDON, Kenneth, LAUDON, Jane. Sistemas de Informação Gerenciais. São Paulo: Editora Pearson Prentice Hall. 9a Edição, 2011.

RAINER JR., R. Kelly; CEGIELSKI, Casey. Introdução a Sistemas de Informação. Apoiando e transformando negócios na era da mobilidade. São Paulo. Editora Campus. 3a Edição. 2012.

BALTZAN, Paige; PHILLIPS, Amy. Sistemas de Informação. São Paulo. Editora McGraw-Hill. 1a Edição. 2012.

**Bibliografia**

Bibliografia Complementar

CORTES, Pedro Luiz. Administração de Sistemas de Informação. São Paulo: Editora Saraiva, 1a Edição, 2008. MARAKAS, George M., O'BRIEN, James A. Administração de Sistemas de Informação: Uma Introdução. Paulo: MacGraw-Hill Brasil, Tradução da 15a Edição, 2012.

REZENDE, Denis A. Engenharia de Software e Sistemas de Informação. Rio de Janeiro: Brasport, 3a Edição, 2005. SILVA, Nelson P. Análise e Estruturas de Sistemas de Informação. São Paulo: Editora Érica, 1a Edição, 2007.

WAZLAWICK, Raul S. Análise e Projetos de Sistemas de Informação. Rio de Janeiro: Editora Elsevier, 2a Edição, 2011.

## **CEL070 – INTRODUÇÃO AOS PROCESSOS ESTOCÁSTICOS**

**Ementa:**

Revisão de probabilidade / variáveis aleatórias  
Variáveis aleatórias múltiplas  
Processos estocásticos  
Análise espectral de processos estocásticos  
Resposta de sistemas lineares a sinais aleatórios

**Conteúdo**

Apresentar os fundamentos da Teoria da Probabilidade e dos Processos Estocástico. • Descrever os principais modelos de distribuições discretas e contínuas e usá-los adequadamente (Binomial, Poisson, Uniforme, Exponencial, Gaussiana, entre outros) • Variáveis aleatórias Múltiplas  
Introduzir os processos estocásticos e sua utilização na modelagem de fenômenos aleatórios, tais como o ruído.  
Características espectrais de processos estocásticos  
O curso tem principalmente uma carga teórica mas teremos também, dentro do possível, trabalhos práticos

**Bibliografia:**

Probabilidade e Processos Estocásticos - Uma Introdução amigável para engenheiros eletricitistas da computação, YATES, Roy D.; GOODMAN, David J.  
¿ <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/books/9788521633327>  
Carlos Alberto Ynoguti. Professor do Inatel - Instituto Nacional de Telecomunicações. ¿  
<http://people.ufpr.br/~lucambio/CE222/1S2013/Apostila%20TP501%20-%20Ynoguti,%202011.pdf>  
Probabilidade, Estatística e Processos Estocásticos, Carlos Alberto Ynoguti. Professor do Inatel - Instituto Nacional de Telecomunicações  
¿ <https://docs.ufpr.br/~lucambio/CE222/1S2013/Apostila%20TP501%20-%20Ynoguti,%202011.pdf>

**Bibliografia complementar:**

Introducción a los Procesos Estocásticos, Luis Rincón UNAM, México, 2011  
<https://docs.ufpr.br/~lucambio/CE222/1S2013/procesos.pdf>  
An Exploration of Random Processes for Engineers, Bruce Hajek, 2006  
<http://hajek.ece.illinois.edu/Papers/randomproc.July14.pdf> FERRAMENTAS ADICIONAIS  
Aplicativo interativo: <http://www.randomservices.org/random/apps/>  
Programação em Python  
Google colab

## CEL030 – LABORATÓRIO DE CIRCUITOS ELÉTRICOS

**Ementa:**

Apresentação dos instrumentos e dos componentes básicos Atividades práticas propostas

**Conteúdo**

Prática I: Teoremas Básicos de Circuitos Elétricos Prática II: Quadripolos  
Prática III: Estado Permanente de Corrente Alternada Prática IV: Potência em Circuitos de Corrente Alternada  
Prática V: Circuitos Trifásicos Equilibrados ou não em Regime Permanente Prática VI: Filtros – Parte I  
Prática VII: Filtros – Parte II  
Prática VIII: Circuitos de Primeira Ordem Prática  
IX: Circuitos de Segunda Ordem Prática  
X: Coletânea de experimentos Finais

**Bibliografia:**

CLOSE, C. M. Circuitos Lineares. Ed. LTC.

DESOER, C.; KUH, Ernest S. Teoria Básica de Circuitos. Ed. Guanabara Dois.

## **ENE086 – LABORATÓRIO DE CONTROLE**

### **Ementa:**

Experimentos práticos abordando os seguintes conteúdos: Regras de segurança e especificações do equipamento. Resposta no tempo. Resposta em frequência. Princípios de realimentação. Controle de posição. Comportamento de sistemas de segunda ordem. Controle PID. Estabilidade.

### **Conteúdo**

Experimentos práticos abordando os seguintes conteúdos:

1. Regras de segurança e especificações do equipamento;
2. Resposta no tempo;
3. Resposta em frequência;
4. Princípios de realimentação;
5. Controle de posição;
6. Comportamento de sistemas de segunda ordem;
7. Controle PID;
8. Estabilidade.

### **Bibliografia:**

DORF, R. C. e BISHOP, R. H. Sistemas de controle modernos. 11ª edição. LTC, 2009. ISBN: 9788521617143. FRANKLIN, G. F.; POWELL, J. D.; EMAMI-NAEINI, A. Feedback Control of Dynamic Systems. 6th edition. Prentice Hall, 2009. ISBN 13: 978-0136019695. O'GATA, K. Engenharia de Controle Moderno. 5ª edição. Brasil: Pearson Education, 2011. ISBN: 9788576058106.

### **Bibliografia complementar:**

CHAPMAN, S. J. Programação em Matlab® para engenheiros. 2ª edição. Cengage Learning, 2011. ISBN: 9788522107896. LEONARDI, F.; MAYA, P. A. Controle Essencial. Pearson Prentice Hall, 2011. ISBN: 9788576057000. NISE, N. S. Engenharia de Sistemas de Controle. 6ª edição. LTC, 2012. ISBN: 9788521621355. PHILIPS, C. L.; HARBOR, R. D. Sistemas de Controle e Realimentação. Makron Books, 1996. ISBN: 8534605963. TEWARI, A. Modern control design with Matlab and Simulink. John Wiley & Sons, 2002. ISBN-13: 978-0471496793.

## **ENE086 – LABORATÓRIO DE MÁQUINAS ELÉTRICAS I**

### **Ementa:**

Ensaio em transformadores; Ensaio em Máquinas de Corrente Contínua.

### **Conteúdo**

1. Ensaio Em transformadores de Potência
  - 1.1. Identificação das partes constituintes e Levantamento dos Parâmetros Operativos dos Transformadores Monofásicos e Trifásicos de Potência;
  - 1.2. Características das Ligações em Bancos de Transformadores Operando em Carga;
  - 1.3. Características das Ligações em Transformadores Trifásicos;
2. Máquinas de Corrente Contínua
  - 2.1. Identificação das partes constituintes de uma máquina de corrente contínua e determinação da sua Característica de Saturação em Vazio;
  - 2.2. Comportamento do Gerador de Corrente Contínua com Excitação Independente em Situações de Carga;
  - 2.3. Comportamento do Gerador de Corrente Contínua com Excitação Shunt em Situações de Carga;
  - 2.4. Comportamento do Gerador de Corrente Contínua com Excitação Série em Situações de Carga;
  - 2.5. Comportamento do Gerador de Corrente Contínua com Excitação Composta em Situações de Carga;
  - 2.6. Comportamento do Motor de Corrente Contínua com Excitação Independente/Shunt em Vazio - Controle de

Velocidade;

2.7. Comportamento do Motor de Corrente Contínua com Excitação Independente/Shunt em Situações de carga.

**Bibliografia:**

CHAPMAN, STEPHEN. Electric Machinery Fundamentals. 4ª Ed. McGraw Hill.

FITZGERALD, A. E.; et al. Máquinas Elétricas. 5ª Ed. BOOKMAN.

SEN, P. C. Principles of Electric Machines and Power Electronics. 2ª Ed. John Wiley & Sons.

**Bibliografia complementar:**

DEL TORO, V. Fundamentos de Máquinas Elétricas. 1ª Ed. LTC.

KRAUSE, P. C. Analysis of Electric Machinery and Drive System. 2ª Ed. Wiley - IEEE Press.

## **ENE049 – LABORATÓRIO DE MÁQUINAS ELÉTRICAS II**

**Ementa:**

Ensaio em Máquinas Síncronas; Ensaio em Máquinas de Indução.

**Conteúdo**

1. Máquinas de Corrente de Corrente Alternada: Máquina de Síncronas
  - 1.1. Identificação das partes constituintes e determinação da polaridade das Máquinas Trifásicas Síncrona (MS).
  - 1.2. Ensaio em vazio e de curto-circuito da máquina síncrona trifásica
  - 1.3. Ensaio do MS em paralelo com a rede, métodos de sincronismo com a rede elétrica, distribuição de potência ativa e reativa entre o gerador e o barramento, curvas V.
  - 1.4. Ensaio para a determinação das reatâncias, síncrona, de eixo direto e de eixo em quadraturas
  - 1.5. Ensaio para a determinação das características em carga da máquina síncrona
  - 1.6. Partida de motores síncronos.
2. Máquinas de Corrente de Corrente Alternada: Máquinas de Indução
  - 2.1. Identificação das partes constituintes e determinação da polaridade das Máquinas Trifásicas de Indução (MIT).
  - 2.2. Ensaio em vazio e de rotor bloqueado de uma máquina de indução trifásica.
  - 2.3. Métodos de Controle da corrente de partida do motor de indução trifásico: inserção de resistência nos terminais do rotor bobinado e partida estrela-triângulo.
  - 2.4. Métodos de controle de velocidade do MIT: convencionais e com inversor de frequência.
  - 2.5. Análise da operação do gerador de indução interligado e isolado da rede elétrica.

**Bibliografia:**

FITZGERALD, A. E.; et al. Máquinas Elétricas. Sexta Edição. Bookman.

SEN, P. C. Principles of Electric Machines and Power Electronics. Segunda Edição. John Wiley & Sons. STEPHEN CHAPMAN. Electric Machinery Fundamentals. Quarta Edição. McGraw-Hill.

**Bibliografia complementar:**

VINCENT DEL TORO. Fundamentos de Máquinas Elétricas. Primeira Edição, LTC.

PAUL C. KRAUSE. Analysis of Electric Machinery and Drive Systems. Segunda Edição. Wiley - IEEE Press.

## **DCC107 – LABORATÓRIO DE PROGRAMAÇÃO II**

**Ementa:**

1. Introdução;
2. Implementação de Listas Lineares;
3. Implementação de Pilhas e Filas;
4. Implementação de Árvores;

## 5. Implementação de Grafos.

### Conteúdo

#### 1) Introdução

Introdução ao C++. Estruturas de dados homogêneas, implementação de tipos abstratos de dados, criação de bibliotecas e manipulação de ponteiros. Exercícios envolvendo alocação e liberação dinâmica de memória, organização de dados na memória, aritmética de ponteiros. Representação linear de Matrizes.

#### 2) Implementação de Listas Lineares

Exercícios envolvendo a implementação operações de criação, inserção, remoção e busca de elementos em diferentes tipos de listas: listas encadeadas, listas duplamente encadeadas, listas circulares, listas com descritor.

#### 3) Implementação de Pilhas e Filas

Exercícios envolvendo a implementação de operações básicas em pilhas: inserção e remoção de elementos. Exercícios com filas: inserir na fila, remover na fila, consultar primeiro e último elementos da fila. Exercícios de aplicação: notação polonesa.

#### 4) Implementação de Árvores

Exercícios envolvendo implementação de caminhamentos em Árvores Binárias. Inserção e remoção em Árvores Binárias de Busca. Implementação de heap binária. Atualização de heaps.

#### 5) Implementação de Grafos

Exercícios envolvendo implementação de grafos por lista de adjacências e matriz de adjacências.

### Bibliografia:

PREISS, B. R. Estrutura de Dados e Algoritmos. Campus, Rio de Janeiro, 2001. ZIVIANI, N. Projeto de Algoritmos com Implementações em Java e C++. Thomson, 2003.  
DROZDEK, A. Estrutura de Dados e Algoritmos em C++. São Paulo: Cengage Learning. 2002. 597 p.  
CELES, W.; CERQUEIRA, R. F. D. G.; RANGEL, J. L. M. Introdução a Estruturas de Dados: com Técnicas de Programação em C. Rio de Janeiro: Campus/Elsevier. 2004. 250 p.

### Bibliografia complementar:

KNUTH, D. E. The art of computer programming v. 1 - Fundamental Algorithms. Addison-Wesley, 1972. SZWARCFITER, J. L. Estrutura de Dados e Seus Algoritmos. Segunda Edição. LTC, 1994.

## ENE137 – LABORATÓRIO DE ROBÓTICA MÓVEL

### Ementa:

Utilização de sensores, atuadores, microcontroladores e plataformas de desenvolvimento. Controle em malha aberta. Controle em malha fechada. Planejamento de caminhos para ambientes com ou sem obstáculos. Práticas de aplicações para robôs móveis.

### Conteúdo

1. Utilização de sensores, atuadores, microcontroladores e plataformas de desenvolvimento.
2. Controle em malha aberta.
3. Controle em malha fechada.
4. Planejamento de caminhos para ambientes com ou sem obstáculos.
5. Práticas de aplicações para robôs móveis.

### Bibliografia:

CORKE, Peter. Robotics, Vision and Control - Fundamental Algorithms in Matlab. Springer; 2011. ISBN: 978-3-642-20143-1. SICILIANO, Bruno et al; "Robotics - Modelling, Planning and Control", Springer, 2009, ISBN: 978-1-84628-641-4.

**Bibliografia complementar:**

EVERETT, H.R. Sensors For Mobile Robots Theory and Applications. A K Peters, 1995. ISBN: 1-56881-048-2. KHATIB, Oussama; SICILIANO, Bruno. Springer Handbook of Robotics. Springer; 2008. ISBN: 978-3-540-23957-4.  
KIM, Phil. Kalman Filter for Beginners with Matlab Examples. A-JIN Publishing Company, 2011. ISBN: 978-1463648350. MARTIN, Fred. G. Robotis Explorations A Hands on Introduction to Engineering. Prentice Hall, 2001. ISBN: 978-0-13- 089568-7.  
SICILIANO, Bruno et al. Robotics Modelling, Planning and Control. Springer, 2009. ISBN: 978-1-84628-641-4.

**DCC160 – LÓGICA E FUNDAMENTOS PARA A COMPUTAÇÃO**

**Ementa:**

Proposições.  
Operações Lógicas sobre Proposições. Construção de Tabelas-Verdade.  
Tautologia, Contradições e Contingências. Implicação e equivalência Lógica.  
Álgebra das Proposições.  
Método Dedutivo.  
Argumentos.  
Regras de Inferência.  
Validade mediante Regras de Inferência. Cálculo de Predicados.  
Aplicações utilizando programação em lógica.

**Conteúdo**

6. Proposições Valores lógicos Proposições simples
7. Proposições compostas.
8. Conectivos - Operações Lógicas sobre Proposições. Negação
9. Conjunção Disjunção Disjunção Exclusiva Condicional Bicondicional
10. Construção de Tabelas-Verdade
11. Tabela-Verdade de uma proposição composta Número de linhas
12. Construção de uma Tabela-Verdade
13. Tautologia, Contradições e Contingências. Tautologia
14. Contradição Contingência
15. Implicação Lógica Propriedades
16. Tautologia e equivalência lógica Proposições associadas a uma condicional
17. Negação conjunta e disjunta de duas proposições
18. Álgebra das proposições
19. Forma Normais Princípio da dualidade
20. Argumentos Definição Validade
21. Argumentos Válidos Regras de Inferência
22. Cálculo de Predicados Quantificadores e variáveis
23. Regras de inferência para o quantificador universal Regras de inferência para o quantificador existencial Teoremas e regras de equivalência do quantificador

**Bibliografia:**

ABE, Jair Minor, SCALZITTI, Alexandre, FILHO, João Inácio da S. Introdução à Lógica para a Ciência da Computação. 3ª Ed. São Paulo: Arte & Ciência, 2008.  
ALENCAR FILHO, Edgard de, Iniciação à Lógica Matemática. 16ª ed. São Paulo: Ed. Nobel, 1990.  
SILVA, Flávio Soares Correa da; FINGER, Marcelo; MELO, Ana Cristina Vieira de. Lógica para Computação. 1ª

Ed. Rio de Janeiro: Thomson Pioneira Editora, 2006.

**Bibliografia complementar:**

GALLIER, Jean H. Logic For Computer Science: Foundations of Automatic Theorem Proving, 2003.  
HEGENBERG, Leonidas. Lógica - o Cálculo Sentencial - Cálculo de Predicados e Cálculo Com Igualdade - 3ª Ed. 2012. MARTINS, Márcia da Silva. Lógica - Uma Abordagem Introdutória, 2012.  
SMULLYAN, Raymond M. Lógica de Primeira Ordem. 1ª Ed. Editora Unesp, 2009

## **ENE124 – MANIPULADORES ROBÓTICOS**

**Ementa:**

Introdução à robótica de manipuladores; Robótica e automação industrial; Sensores e atuadores aplicados à robótica de manipuladores; Cinemática direta; Cinemática inversa; Planejamento de caminhos e trajetórias; Modelagem dinâmica.

**Conteúdo**

1. Introdução à robótica de manipuladores: histórico da robótica de manipuladores, diversos ramos de aplicação para robôs manipuladores.
2. Robótica e automação industrial: contextualização do papel da robótica em sistemas de automação industriais, impactos sociais e econômicos da robótica no meio industrial.
3. Sensores e atuadores aplicados à robótica de manipuladores: tipos mais frequentes de sensores e atuadores utilizados em aplicações de robótica de manipuladores.
4. Cinemática direta: transformações homogêneas, representação de Denavit-Hartenberg, obtenção do modelo cinemático direto do manipulador.
5. Cinemática inversa: estudo de aplicações da cinemática inversa, métodos analítico e numérico de obtenção da cinemática inversa por meio de Jacobianos e Gradiente Descendente.
6. Planejamento de caminhos e trajetórias: estudo de técnicas usuais em robótica de manipuladores para a determinação de caminhos e trajetórias em ambientes com ou sem obstáculos.
7. Modelagem dinâmica: modelagem dinâmica por meio das Mecânicas de Newton e Lagrange.

**Bibliografia:**

CORKE, Peter. Robotics, Vision and Control, Fundamental Algorithms in Matlab. Springer; 2011. ISBN: 978-3-642-20143-1. CRAIG, John J. Introduction to Robotics, Mechanics and Control. Pearson Prentice Hall, 1989. ISBN: 0-201-54361-3.  
SICILIANO, Bruno et al; "Robotics, Modelling, Planning and Control". Springer, 2009, ISBN: 978-1-84628-641-4.

**Bibliografia complementar:**

CHOSSET, Howie et al. Principles of Robot Motion, Theory, Algorithms and Implementations. MIT Press; 2005. ISBN: 978-0- 262-03327-5.  
EVERETT, H.R. Sensors For Mobile Robots, Theory and Applications. A K Peters, 1995. ISBN: 1-56881-048-2.  
KHATIB, Oussama; SICILIANO, Bruno. Springer Handbook of Robotics. Springer; 2008; ISBN: 978-3-540-23957-4. KIM, Phil. Kalman Filter for Beginners with Matlab Examples. AJIN Publishing Company, 2011. ISBN: 978-1463648350. THRUN, Sebastian et al. Probabilistic Robotics. Mit Press; 2005. 978-0-262-20162-9.

## **ENE127 – MATERIAIS E EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS**

**Ementa:**

Materiais condutores e semicondutores; Materiais isolantes e magnéticos; Aplicações em equipamentos e nas redes de energia elétrica.

**Conteúdo**

1. Materiais Condutores e Semicondutores
  - 1.1. Análise Geral dos Metais: características e classificação
  - 1.2. Obtenção e constituição dos metais puros
  - 1.3. Características dos metais e matérias-primas

1.4. Supercondutores e ligas especiais.

2. Materiais Isolantes e Magnéticos

- 2.1. Dielétricos e suas propriedades elétricas
- 2.2. Propriedades mecânicas, térmicas e físico-químicas
- 2.3. Materiais isolantes de uso industrial mais frequente
- 2.4. Isolantes pastosos e ceras
- 2.5. Materiais magnéticos
- 2.6. Núcleos Laminados
- 2.7. Núcleos Compactados
- 2.8. Matérias-primas para núcleos

3. Aplicações: análise de uma rede elétrica expondo a função de cada componente, e analisando o estabelecimento de uma ligação com a matéria-prima e/ou a construção: características e aplicação em fios e cabos, conectores, transformadores de potência, solda exotérmica, dispositivos de manobra, proteção de motores.

**Bibliografia:**

SCHMIDT, Walfredo. Materiais Elétricos: condutores e semicondutores, vol 1, 3ª edição, Editora Edgard Blucher Ltda, 2010. SCHMIDT, Walfredo. Materiais Elétricos: isolantes e magnéticos, vol 2, 3ª edição, Editora Edgard Blucher Ltda, 2010. SCHMIDT, Walfredo. Materiais Elétricos: aplicações, vol 3, 3ª edição, Editora Edgard Blucher Ltda, 2010.

**Bibliografia complementar:**

ANALISE DE FALHA EM MATERIAIS UTILIZADOS EM EQUIPAMENTOS ELETRICOS, 1ª edição, CEPEL, 2008.  
ALAGAPPAN, N; KUMAR, N. T. Electrical Engineering Materials, Techinical Teachers Training Institute MADRAS, 21st reprint, ISBN 0-07-460420-1, Tata McGraw-Hill, 2007.  
BARBOSA, Delcyr. Materiais Elétricos Saraiva, 1983.  
FILHO, João Mamede. Manual de Equipamentos Elétricos, 3ª edição, Editora LTC, 2005.  
ZACHARIASON, Rob, Electrical Materials, 2nd, Delmar Cengage Learning, 2012. edition ISBN 1-111-64006-4,

## **CEL049 – MEDIDAS ELÉTRICAS**

**Ementa:**

Teoria dos erros aplicada a medidas elétricas. Influência das resistências internas dos instrumentos de medidas (Erros de interação). Medidas de resistências elétricas. Métodos e aplicações. Pontes de corrente contínua. Transdutores. Influência da forma de onda nos instrumentos de medidas elétricas. Medidas de isolamento, indutância e capacitância. Pontes de corrente alternada.

**Conteúdo**

Teoria dos erros aplicada a medidas elétricas.  
Influência das resistências internas dos instrumentos de medidas (Erros de interação).  
Medidas de resistências elétricas. Métodos e aplicações. Pontes de corrente contínua. Transdutores.  
Influência da forma de onda nos instrumentos de medidas elétricas.  
Medidas de isolamento.  
Medidas de indutância e capacitância. Pontes de corrente alternada.

**SEMINÁRIOS:**

Medidores básicos.  
Medidas em sistemas trifásicos de energia.

**Bibliografia:**

Medeiros Filho, Sólon de – Fundamentos de Medidas Elétricas – Guanabara Dois.  
Medeiros Filho, Sólon de – Medição de Energia Elétrica – Guanabara Dois.  
Stout, Melville B. – Curso Básico de Medidas Elétricas – LTC.

**Bibliografia complementar:**

Mioduski, Alfons L. – Elementos e técnicas modernas de medição analógica e digital – Guanabara Dois.

**ENE132 – MERCADO DE ENERGIA ELÉTRICA**

**Ementa:**

- 1 - Matriz Energética.
- 2 - Histórico de Setor Elétrico brasileiro.
- 3 - Modelo Institucional do Setor Elétrico Brasileiro.
- 4 - Estudo de casos.

**Conteúdo**

1. Histórico sobre a reestruturação da indústria de energia elétrica.
2. Introdução aos modelos estruturais e regulatórios dos sistemas de energia elétrica, com ênfase no sistema elétrico Brasileiro.
3. Etapas de reestruturação da indústria de energia elétrica no Brasil e a composição do sistema interligado nacional.
4. Agentes da indústria de energia elétrica no Brasil e os seus segmentos.
5. Tarificação de energia elétrica.
6. Mercados Livre e Cativo.
7. O serviço de transporte de energia e a formação do preço do serviço de transporte.
8. Regras de comercialização de energia e leilões de energia elétrica.
9. Ambiente de Contratação Regulada, Ambiente de Contratação Livre.
10. Serviços ancilares.
11. Regulação do serviço de transmissão.

**Bibliografia:**

MAYO, R.: Mercados de Eletricidade. 1ª Edição. Editora Synergia, 2012.  
SILVA, E. L.: Formação de Preços em Mercados de Energia Elétrica. Editora Sagra Luzzatto, 2001. TOLMASQUIM, M. T.: Novo Modelo do Setor Elétrico Brasileiro. 1ª Edição. Editora Synergia, 2001.

**Bibliografia complementar:**

DAHL, C.: International Energy Markets: understanding pricing, policies, and profits. Editora Penwell Corp., 2004. FORTUNATO, L. A. M.: Introdução ao planejamento da expansão e operação de sistemas de produção de energia elétrica. 1ª Edição. Editora EDUFF, 1990.  
KIRSCHEN, D. S. and Strbac, G.: Fundamentals of Power System Economic. Editora John wiley and Sons, 2004. STOLF, S.: Power System Economics : Designing Markets of Electricity. Editora John wiley and Sons, 2004.  
CCEE. Regras de Comercialização de Energia, Câmara de Comercialização de Energia Elétrica. [www.ccee.org.br](http://www.ccee.org.br).

**ENE081 – MÉTODOS DE OTIMIZAÇÃO**

**Ementa:**

Programação Linear, Método Simplex, Programação Inteira, Programação Dinâmica, Métodos Modernos de Otimização, Aplicações em LINGO e MATLAB.

**Conteúdo**

1. Programação Linear: Histórico, Modelo geral de problemas de programação linear, técnicas de modelagem, fundamentos matemáticos;
2. Método Simplex: Teoria formal do método simplex, O algoritmo Simplex, Tableau Simplex, O simplex compacto, Análise de sensibilidade, Dualidade na programação linear;
3. Programação Inteira: A técnica de ramificação e limite, limites de pesquisa para a ramificação, algoritmo de ramificação e limite;
4. Programação Não Linear: Modelo de Programação Não Linear; as condições de Kuhn-Tucker;

método do gradiente descendente; otimização com restrições (penalidade e barreira), método de pontos interiores;  
5. Programação Dinâmica: Definições, Princípio da Otimalidade, Programação Dinâmica Determinística; Programação Dinâmica Probabilística;  
6. Métodos Modernos de Otimização: Algoritmo Genético.

**Bibliografia:**

LOESCH, Claudio e HEIN, Nelson. Pesquisa Operacional - Fundamentos e Modelos. Editora Saraiva, 2008. RAO, Singiresus. Engineering Optimization: Theory and Practice [Hardcover]. 4ª ed. Editora Wiley, 2009.  
YANASSE/ARENALES. Pesquisa Operacional - Modelagem e Algoritmos. Editora Campus, 2006.

**Bibliografia complementar:**

GOLDBARG, Marco Cesar; PACCA, Henrique; LLUNA, Loureiro. Otimização Combinatória e Programação Linear. Editora Campus. 2ª ed. 2005.  
VENKATARAMAN, P. Applied Optimization with Matlab Programming. 2ª ed. Editora Wile, 2009.

## **DCC127 – MINERAÇÃO DE DADOS**

**Ementa:**

- Introdução
- Preparação dos Dados para Mineração
- Classificação e Predição
- Análise de Agrupamentos
- Regras de Associação

**Conteúdo**

- 1) Introdução  
Apresentar os conceitos principais de Descoberta de Conhecimentos em Bases de Dados (KDD), de Mineração de Dados (DM) e de Sistemas Inteligentes, destacando a multidisciplinaridade da área.
- 2) Preparação dos Dados para Mineração.  
Limpeza dos Dados. Integração de Dados. Transformação de Dados. Redução de Dados. Discretização.
- 3) Classificação e Predição  
Construção do Classificador. Avaliação dos Métodos de Classificação. Preparação dos Dados para Classificação. Classificação por Indução de Árvore de Decisão: Exemplo Prático, Evolução dos Algoritmos de Árvore de Decisão, Critérios de Poda e Extração de Regras de Decisão. Classificação Bayesiana. Classificador Bayesiano Simples. Validação Cruzada.
- 4) Análise de Agrupamentos Conceitos e Aplicações. Similaridade / Dissimilaridade. Principais Métodos de Agrupamento. Métodos de Partição. Métodos Hierárquicos.
- 5) Regras de Associação  
Mineração de Regras de Associação. Algoritmo Apriori. Tipos de Regras de Associação. Custos Críticos do Método Apriori. Melhoria da Eficiência do Apriori. Formas de Apresentação de Regras de Associação

**Bibliografia:**

HAN, J., Kamber, M. and Pei, J. Data Mining - Concepts and Techniques. Morgan Kaufmann, 2011.  
TAN, P. N., Steinbach, M. and Kumar, V. Introdução ao Data Mining - Mineração de Dados. Ciência Moderna, 2009. WITTEN, I. H., Frank, E. and Hall, M. A. Data Mining - Practical Machine Learning Tools and Techniques. Morgan Kaufmann, 2011.

**Bibliografia complementar:**

HASTIE, T., Tibshirani, R and Friedman, J. The Elements of Statistical Learning - Data Mining, Inference and Prediction. Springer, 2008.  
LIU, B. Web Data Mining. Springer, 2008.  
MITCHELL, T. M. Machine Learning. McGraw-Hill Companies, Inc., 1997. PYLE D. Data Preparation for Data Mining. Morgan Kaufmann, 1999.

## DCC117 – MODELAGEM DE SISTEMAS

### Ementa:

- Introdução e conceitos.
- Processo de modelagem.
- Modelos para construção de sistemas orientados a objetos.
- Projeto arquitetural.
- Estudo de casos.

### Conteúdo

1. Introdução e Conceitos  
Importância da modelagem de sistemas, histórico
2. Processo de modelagem  
Definição de modelo, o processo de modelagem, níveis de modelagem; abstração. Introdução às principais notações para modelagem de requisitos, entidades, fluxo de dados e processos.
3. Modelos para construção de sistemas orientados a objetos Diagramas UML (Unified Modeling Language). Ferramentas de apoio à modelagem de sistemas orientados a objetos.
4. Projeto arquitetural  
Projeto de sistemas em camadas. Acoplamento e coesão. Principais padrões arquiteturais.
5. Estudo de Caso  
Especificação de uma aplicação utilizando na prática os conceitos apresentados.

### Bibliografia:

- Modelagem de Sistemas, Michel H. Fortuna, Editora do CEAD/UFJF, 2012 (117p).
- LARMAN, C. Utilizando UML e Padrões - Uma Introdução a Análise e ao Projeto Orientados a Objetos. Bookman Editora, 2006
- GUEDES, Gilleanes T. A. UML 2 - Uma Abordagem Prática (2a. edição). São Paulo. Novatec.

### Bibliografia complementar:

- BLAHA, M.; RUMBAUGH, J. Modelagem e Projetos Baseados em Objetos. Editora Campus, 2006
- HASSAN, Gomaa. Software Modeling and Design - UML, Use Cases, Patterns and Software Architectures, Cambridge University Press, 2011.
- FOWLER, Martin. UML Essencial - Um Breve Guia para a Linguagem-Padrão para Objetos, Bookman, 2004.
- BOOCH, Grady; RUMBAUGH, James; JACOBSON, Ivar. The Unified Modeling Language User Guide, Addison Wesley Professional, 2005 (496 pages.)
- MILES, Russell; HAMITON, Kim. Learning UML 2.0, O'Reilly, 2006 (286 pgs.)
- FORTUNA, Michel Heluey. Info Cases: Um Modelo Integrado de Requisitos com Casos de Uso, Tese de Doutorado, Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 2008 (200 pags.)
- Unified Modeling Language: Super structure, OMG (Object Management Group), 2007.

## ENE121 – MODELAGEM E CONTROLE DE PROCESSOS INDUSTRIAIS

### Ementa:

Simbologia empregada no meio industrial, diagramas de tubulação e instrumentação. Modelagem, simulação e controle das malhas mais comuns nos processos industriais: controle de nível, vazão e temperatura. Controle em malha fechada: otimização e sintonia. Identificação por dados amostrados, representações no tempo discreto. Métodos de identificação baseados em dados amostrados.

### Conteúdo

1. Diagramas de tubulação e instrumentação (P&ID): identificação ("tag") de instrumentos, símbolos de linhas, bombas, válvulas e sensores;
2. Elementos finais de controle industrial: conversor I/P e válvulas proporcionais;

3. Medição e controle de nível: sensores, métodos, operação e configuração;
4. Medição e controle de vazão: sensores, unidades, transmissores, malha fechada;
5. Medição e controle de temperatura: sensores, transmissores, controle malha fechada;
6. Controle contínuo em malha fechada: proporcional, proporcional-integral, proporcional-derivativo e proporcional-integral-derivativo; estratégias “anti-windup”; sintonia por Ziegler Nichols, CHR, Cohen e Coon, Integral do erro, IMC, método “do Relé”;
7. Estratégias mais utilizadas no meio industrial: controle feedforward, controle em cascata, controle de razão, controle em “override”;
8. Identificação de sistemas por dados amostrados: representação no tempo discreto, ARX, ARMAX, Box-Jenkins e Output Error;
9. Métodos de identificação: mínimos quadrados, MQ com funções de correlação, método das variáveis instrumentais, mínimos quadrados recursivos.

#### **Bibliografia:**

AGUIRRE, L. A. Introdução à Identificação de Sistemas – Técnicas Lineares e Não-Lineares Aplicadas a Sistemas Reais. 2ª ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2004.  
CAMPOS, M. C. M. M. e TEIXEIRA, H. C. G. Controles Típicos de Equipamentos e Processos Industriais. São Paulo: Editora Edgard Blucher, 2006.  
COELHO, A. A. R. e LEANDRO S. C. Identificação de Sistemas Dinâmicos Lineares. Florianópolis: Editora da UFSC, 2004. FRANCHI, C. M. Controle de Processos Industriais. São Paulo: Editora Érica, 2013.

#### **Bibliografia complementar:**

LJUNG, Lennart. System Identification: Theory for the User. Prentice Hall. 2 edition. 1999. ISBN-10: 0136566952. SINHA, N. K.; KUSZTA, B. Modelling and Identification of Dynamic Systems. Springer, 1983.  
SMITH, C. A. e CORRIPIO, A. Princípios e Prática do Controle Automático de Processos. 3ª ed. São Paulo: LTC, 2006.

## **DCC163 – PESQUISA OPERACIONAL**

#### **Ementa:**

Formulação de problemas de programação linear; solução gráfica de problemas de programação linear; algoritmo Simplex; álgebra e geometria do algoritmo Simplex; algoritmo Simplex revisado; análise de sensibilidade e paramétrica; dualidade.

#### **Conteúdo**

- 1 - Conceitos básicos em Pesquisa Operacional: as origens da Pesquisa Operacional; aplicações de Pesquisa Operacional;
- 2 - Revisão de Álgebra Linear: solução de sistemas de equações lineares; base canônica; operações elementares sobre linhas e colunas de matrizes;
- 3 - Formulação matemática de problemas de programação linear: técnicas de construção de modelos; solução gráfica de modelos no espaço R<sup>2</sup>;
- 4 - O algoritmo Simplex: solução básica e solução básica viável de um problema de programação linear; o Simplex algébrico; geometria do Simplex; complexidade do algoritmo Simplex; prática com ferramenta computacional;
- 5 - Algoritmo Simplex revisado: vantagens do Simplex revisado; aplicações, exemplos práticos;
- 6 - Análise de sensibilidade e paramétrica: aplicações e casos específicos de análise de sensibilidade; mudança de custo básico e não-básico; inclusão de novas variáveis; inclusão de novas restrições;
- 7 - Dualidade: caracterização de primal e dual de um problema; método para obtenção do dual a partir do primal de um problema de programação linear; o algoritmo Dual-Simplex; otimalidade e interpretação econômica do dual

#### **Bibliografia:**

BAZARAA, M.S. e JARVIS, J.J. Linear Programming and Networks Flows, John Wiley & Sons, New York, 2010, 4a Edition. HILLIER, F.S; LIEBERMAN, G. J. Introdução à Pesquisa Operacional. Mc Graw Hill. 8th edição, 2010.  
TAHA, H. A. Pesquisa Operacional, Pearson. 8a. Edição. 2008

**Bibliografia complementar:**

- AHUJA, R. K. Network Flows - Theory, algorithms and applications. Prentice Hall. 1993.
- ARENALES, Marcos; ARMENTANO, Vinícius Amaral; MORABITO, Reinaldo; YANASSE, Horacio Hideki. Pesquisa Operacional - Modelagem e Algoritmos.
- GOLDBARG, Marco Cesar. Otimização combinatoria e programação linear - Modelos e Algoritmos. Elsevier. 2 ed. 2005. LACHTERMACHER, G. Pesquisa operacional na tomada de decisões. Pearson, 4. ed. 2009.
- WINSTON, W. L. Operations Research: Applications and Algorithms, 4th Edition. Duxbury Press, 2004.

## **ENE106 – PLANEJAMENTO ENERGÉTICO**

**Ementa:**

Visão geral do setor elétrico; característica do sistema de geração; planejamento da operação dos sistemas elétricos; planejamento da expansão dos sistemas elétricos.

**Conteúdo**

1. Visão Geral do Setor Elétrico
  - 1.1. O Sistema Elétrico Brasileiro
  - 1.2. Conceitos básicos: energia firme, energia secundária, período hidrológico crítico, tipos de reservatório
  - 1.3. Características dos sistemas térmicos
  - 1.4. Características dos sistemas hidrotérmicos
2. Característica do Sistema de Geração
  - 2.1. Unidade a vapor
  - 2.2. Unidade a gás
  - 2.3. Unidade hidroelétrica
  - 2.4. Plantas de cogeração
  - 2.5. Usinas nucleares
3. Planejamento da Operação dos Sistemas Elétricos
  - 3.1. Horizontes de planejamento
  - 3.2. Insumos: previsões e cenários
  - 3.3. Despacho econômico
  - 3.4. Programação da geração
  - 3.5. Integração de fontes intermitentes
  - 3.6. Integração de geração distribuída
  - 3.7. Fornecimento de serviços auxiliares
4. Planejamento da Expansão dos Sistemas Elétricos
  - 4.1. Critério determinístico x critério probabilístico
  - 4.2. Modelos matemáticos
  - 4.3. Previsão de carga
  - 4.4. Análise econômica de sistemas de geração de energia elétrica

**Bibliografia:**

- MOHAMMAD SADEGH SEPASIAN, M.S. Electric Power System Planning: Issues, Algorithms and Solutions. 1st Edition. Springer, 2011.
- TOLMASQUIM, T. Novo Modelo do Setor Elétrico Brasileiro. 1ª Edição. Synergia, 2011.
- WOOD, A.J; WOLLENBERG, B.F. Power Generation, Operation, and Control. 2nd Edition. John Wiley & Sons, 1996.

**Bibliografia complementar:**

- FRERIS, L., Infield. D. Renewable Energy in Power Systems. 1st Edition. John Wiley & Sons, 2008. HARRIS, C. Electricity Markets: Pricing, Structures and Economics. 1st. Edition, John Wiley & Sons, 2006. IAEA, Expansion Planning for Electrical Generating Systems. A Guidebook. IAEA, 1984.
- SILVA, E.L. Formação de Preços em Mercados de Energia Elétrica. 1ª Edição. Editora Sagra Luzzatto, 2001.
- SUBHES C. BHATTACHARYYA, S.C. Energy Economics: Concepts, Issues, Markets and Governance. 1st Edition. Springer, 2011.

## **CEL104 – PROCESSAMENTO DE SINAIS II**

### **Ementa:**

Fundamentos de Processamento de Sinais Estatísticos; Estimação; Detecção

### **Conteúdo**

- 1- Sinais determinísticos: Detectores com filtros casados; Múltiplos sinais; Modelos lineares; Exemplos
- 2- Sinais aleatórios: Estimador de correlação; Modelo linear; Detector Gaussiano; Exemplos
- 3- Teoria da Decisão Estatística: Introdução; Teorema Neyman-Pearson; Probabilidade Mínima de erro; Risco de Bayes;
- 4- Estimadores polarizados e não-polarizados;
- 5- Estimadores de máxima Verossimilhança;
- 6- Mínimos Quadrados;
- 7- Estimadores de Bayes;
- 8- Filtros de Kalman.

### **Bibliografia:**

STEVEN, M. Kay. Fundamentals of Statistical Signal Processing, Volume II: Detection Theory. Prentice Hall Signal Processing Series; 1993.  
STEVEN, M. Kay. Fundamentals of Statistical Signal Processing. Volume I: Estimation Theory. Prentice Hall Signal Processing Series; 1993.  
VAN TREES. Detection, Estimation and Modulation Theory Part I. Detection, Estimation and Linear Modulation Theory. John Wiley & Sons, 2001.

### **Bibliografia complementar:**

GRAY, Robert M. e DAVISSON, Lee D. An Introduction to Statistical Signal Processing. Cambridge University Press, 2010. HAYES, Monson H. Statistical Digital Signal Processing and Modeling. Wiley, 1996.  
PEEBLES, Peyton. Probability, Random Variables and Random Signals Principles. McGraw-Hill, 2000.  
POUIS, L. Sharf. Statistical Signal Processing: Detection, Estimation, and Time Series Analysis. Prentice Hall, 1991. SHANMUGAN, K. Sam e BREIPOHL, Arthur M. Random Signals: Detection, Estimation and Data Analysis. Wiley, 1988.

## **CEL074 – PROJETO DE CIRCUITOS INTEGRADOS ANALÓGICOS**

### **Ementa:**

Processos de fabricação e layout; Ferramentas CAD para projeto de circuitos integrados; Layout de blocos analógicos CMOS básicos; Projeto de amplificadores operacionais; Projeto de comparadores CMOS.

### **Conteúdo**

- 1- Processos de fabricação e layout: CMOS; Bipolar; layout CMOS e regras de Projeto; considerações para o layout analógico; layout de componentes passivos - resistores e capacitores.
- 2- Ferramentas CAD para projeto de circuitos integrados: editores de diagrama esquemático e layout, ferramentas para extração, simulação, DRC (design rule checking) e LVS (layout versus schematics).
- 3- Layout de blocos analógicos CMOS básicos: amplificador inversor com carga ativa; espelhos de corrente; estágio de ganho cascode; par diferencial; seguidor de fonte; chave analógica CMOS.
- 4- Projeto de amplificadores operacionais (AMPOPs): AMPOPs com dois estágios; AMPOPs de um único estágio; AMPOPs totalmente diferenciais.
- 5- Projeto de comparadores CMOS: comparadores contínuos e com dados amostrados; cancelamento de offset; técnicas de auto-zero; latches.

### **Bibliografia**

MALOBERTI, F. Analog Design for CMOS VLSI Systems. Kluwer Academic Publishers, 2001. SANSEN, W. M. C. Analog Design Essentials. Springer Verlag.

1a. ed. 2006.

RAZAVI, B. Fundamentos de Microeletrônica. 1a. ed. LTC, 2010.

**Bibliografia complementar:**

ALLEN, P. E; HOLBERG, D. R; CMOS Analog Circuit Design. Oxford Univ Press. 2ª ed. 2001.

BAKER, R. J., CMOS: Circuit Design, Layout, and Simulation. 3a ed. John Wiley and Sons, (e-book), 2011.

GRAY, P. R., LEWIS, S. H., MEYER, R. G.; HURST, P. J., Analysis and Design of Analog Integrated Circuits. 4ª ed. John Wiley & Sons, 2001.

RAZAVI, B., Design of Analog CMOS Integrated Circuits. 1ª ed. McGraw-Hill College, 2000

THOMPSON, M. Intuitive Analog Circuit Design. 1ª ed. Newnes, 2006.

## ENE110 – REDES LOCAIS INDUSTRIAIS

**Ementa:**

Conceitos e fundamentos dos sistemas de comunicação em ambientes industriais. Arquiteturas de redes industriais. Estudo do Modelo OSI. Meios de transmissão e interfaces de comunicação de dados industriais. Tecnologias, protocolos e suas aplicações. Tolerância a falhas. Atividades de Laboratório.

**Conteúdo**

1. Fundamentos de comunicação em ambientes industriais.
2. Estrutura e Funcionamento das Redes. Arquitetura e Topologia de Redes.
3. O Modelo RM-OSI/ISSO. Camada física, Camada de enlace de dados, Camada de rede, Camada de transporte, Camada de sessão, Camada de apresentação, Camada de aplicação.
4. Meios de transmissão e interfaces de comunicação de dados industriais: HART, RS232, RS422-RS485, Ethernet.
5. Tecnologias, protocolos, barramentos e padrões de comunicação para aplicações industriais: MODBUS, DeviceNet, CANopen, PROFIBUS DP e PA, FIELDBUS FOUNDATION.
6. Tolerância a falhas;
7. Atividades de Laboratório.

**Bibliografia:**

AGUIRRE, L. A. Enciclopédia da Automática. vol II. Editora Blucher, 2007.

KUROSE e ROSS. Redes de Computadores e a Internet. 5ª ed. Editora Pearson, 2010. MORAES, C. C. Engenharia de Automação Industrial. 2ª ed. Editora LTC, 2007.

TANENBAUM. Redes de Computadores. 5ª ed. Editora Pearson, 2011.

**Bibliografia complementar:**

ALDABÓ, Ricardo. Sistemas de redes para controle e automação. Rio de Janeiro: Book Express, 2000. GROOVER, M. P. Automação Industrial e Sistemas de Manufatura. 3ª ed. Editora Pearson, 2011.

ODVA. DeviceNet Specifications. 2ª ed. Boca Raton, FL: Open DeviceNet Vendors Association, 1997.

PARK, J.; MACKAY, S.; WRIGHT, E.; REYNOLDERS, D. Practical Industrial Data Networks: Design, Installation and Troubleshooting. Newnes, 2003.

PAULA, G. Building a better fieldbus, Mech. 1997.

## DCC068 – REDES NEURAIS ARTIFICIAIS

**Ementa:**

Introdução à Computação de Redes Neurais. Fundamentos da Computação de Redes Neurais. Rede Perceptrons. Algoritmo Back-Propagation. Redes Recorrentes. Redes de Organização Própria. Outros Modelos.

**Conteúdo**

1. Introdução à Computação de Redes Neurais: Definição e Características. O Cérebro e a Mente

Base Neurofísica. Histórico e Evolução. Neurônio Biológico e Neurônio Matemático.  
2. Fundamentos da Computação de Redes Neurais: Terminologia e Conceitos. Topologia das Redes. Dinâmica de Computação. Paradigmas de Aprendizagem. Domínios Favoráveis a Aplicações. Modelos de Regressão e Classificadores Bayesianos.  
3. Rede Perceptrons: Introdução às Redes Lineares. Topologia da Rede Perceptron. Dinâmica de Computação. Problema do OU-Exclusivo Separabilidade Linear. Dinâmica de Aprendizagem. Regra Delta Modelo Adaline.  
4. Algoritmo Back-Propagation: Introdução Redes Multi-camadas. Topologia. Regra Delta Generalizada. Deficiências e Limitações. Modelo Counter-Propagation.  
5. Redes Recorrentes: Introdução Máquinas Estocásticas. Rede Hopfield e Hopfield-Tank. Conversor Analógico-Digital. Problema do Caixeiro Viajante. Máquina de Boltzman. Bi-Seccionamento de Grafos.  
6. Redes de Organização Própria: Aprendizagem Competitiva. Mapas de Kohonen. Problema do Caixeiro Viajante. Redes ART Teoria da Ressonância Adaptativa. Aprendizagem Hebbiana. Memória Associativa.  
7. Outros Modelos: Rede RBF Funções Radiais de Base. Rede Cognitron e Neocognitron  
7.3 Máquinas de Vetor de Suporte.

#### **Bibliografia:**

HAYKIN, S. Redes Neurais: Princípios e Prática. Bookman, 2001.  
BRAGA, A.; LUDERMIR, T e CARVALHO, A. Redes Neurais Artificiais: Teoria e Aplicações. Livros Técnicos e Científicos Editora, 2000.  
AZEVEDO, F.; BRASIL, L. e OLIVEIRA, R. Redes Neurais com aplicação em Controle e em Sistemas Especialistas. Visual Books, 2000.

#### **Bibliografia complementar:**

WASSERMAN, P. Neural Computing: Theory and Practice. Van Nostrand Reinhold, 1989.  
KROSE, B., VAN DER SMAGT, P. An Introduction to Neural Networks. University of Amsterdam, 1993.  
PRÍNCIPE, J., EULIANO, N and LEFÈBVRE, W. Neural and Adaptative Systems: Fundamental Through Simulations. John Wiley & Sons, 2000.

## **ENE123 – SISTEMAS A EVENTOS DISCRETOS**

#### **Ementa:**

Fornecer a compreensão dos sistemas a eventos discretos. Possibilitar a modelagem de sistemas a eventos discretos utilizando Redes de Petri. Utilizar a modelagem através de redes de Petri para o controle de sistemas a eventos discretos. Estudo e compreensão dos modelos autônomos de estado. Desenvolver sistemas de controle supervisão utilizando o conceito de autômatos de estado. Projetar sistemas de supervisão em sistemas de automação.

#### **Conteúdo**

1. Sistemas a Eventos Discretos: conceituação, classificação, propriedades, exemplos.
2. Redes de Petri: definições, propriedades, análise, implementação.
3. Redes de Petri no controle de SEDs.
4. Modelos autômatos de estado.
5. Controle Supervisório: Teoria de controle para SEDs, baseada em autômatos.
6. Sistemas de Supervisão: conceituação e aplicações em sistemas de automação.

#### **Bibliografia:**

BOGDAN, S.; LEWIS, F. L.; KOVACIC, Z. and. MIRELES, J. Manufacturing systems control design: a matrix-based approach. Springer, 2006.  
CASSANDRAS, C. G. and LAFORTUNE, S. Introduction to discrete event systems. Springer, 2008.  
HRUZ, B. and ZHOU, M. Modeling and control of discrete-event dynamic systems: With petri nets and other tools. Springer, 2007.  
JENSEN, K. and KRISTENSEN, L. M. Coloured Petri nets: modelling and validation of concurrent systems. Springer, 2009. MOARES, C. C. e CATRUCCI, P. de L.: Engenharia de automação industrial. 2ª ed. Editora LTC, 2007.

**Bibliografia complementar:**

CARDOSO, J. e VALETTE, Robert. Redes de Petri. Editora da UFSC, 1997.  
IORDACHE, Marian; ANTSAKLIS, Panos J. Supervisory Control of Concurrent Systems: A Petri Net Structural Approach. Birkhauser Boston, 2006.

**ENE101 – SISTEMAS FOTOVOLTAICOS**

**Ementa:**

Características básicas das células fotovoltaicas. Introdução aos sistemas de geração fotovoltaicos. Tipos de sistemas de geração fotovoltaica. Conversores usados nos sistemas fotovoltaicos. Sistemas híbridos (fotovoltaico+diesel+eólico).  
Estratégias de controle e proteção do sistema fotovoltaico.

**Conteúdo**

- 1) - Características básicas das células solares fotovoltaicas
  - 1.1 - Princípio de funcionamento das células fotovoltaicas;
  - 1.2 - Característica de circuito aberto e curto-circuito de uma célula fotovoltaica;
  - 1.3 - Tipos de materiais usados nas células fotovoltaicas;
  - 1.4 - Modelo matemático de uma célula fotovoltaica ideal;
  - 1.5 - Associação de células fotovoltaicas;
- 2) - Sistemas de geração fotovoltaicos isolados
  - 2.1 - Estratégias de controle;
  - 2.2 - Sistemas de rastreamento de máxima potência;
  - 2.3 - Conversores estáticos usados para alimentação de cargas CC;
  - 2.4 - Conversores estáticos usados para alimentação de carga CA;
  - 2.5 - Sistemas de armazenamento de energia (baterias eletroquímicas);
  - 2.6 - Estratégias de carga e descarga de baterias eletroquímicas;
  - 2.7 - Controladores de carga de baterias;
  - 2.8 - Acionamento e cargas motrizes e bombas centrífugas;
- 3) - Sistemas de geração fotovoltaicos conectados a rede elétrica
  - 3.1 - Características dos sistemas de geração de pequena, média e larga escalas;
  - 3.2 - Inversores estáticos para a conexão dos sistemas de geração a rede elétrica;
  - 3.3 - Estratégias de controle do sistema de geração;
- 4) - Sistemas fotovoltaicos híbridos (diesel-fotovoltaico-eólico)
  - 4.1 - Estratégias de gerenciamento do sistema de geração híbrido;
- 5) - Estratégias de proteção
  - 5.1 - Sobre e subtensão;
  - 5.2 - Variação da frequência de operação;
  - 5.3 - Algoritmos de detecção de ilhamento;

**Bibliografia:**

KHALIGH, A.: Energy Harvesting: Solar, Wind and Ocean Energy Conversion Systems, CRC Press, 1ª edição, 2009. LOPEZ, R. A.: Energia Solar Para Produção de Eletricidade, Artliber, 1ª edição, 2012. PATEL, Mukund R.: Wind and Solar Power Systems, CRC Press, 2ª Edição, 2006.

**Bibliografia complementar:**

CASTANER, L.; SILVESTRE, S. "Modeling photovoltaic systems with PSPICE, Wiley, 2003. BOSE, B. K. "Modern Power Electronics and AC Drives". 1 st edition, Prentice Hall PTR, 2001.  
MOHAN, N; UNDELAND, T; ROBBINS, W. P., "Power Electronics: converters, applications and design, John Wiley & Sons, 3rd edition, 2002.  
RASHID, M. H. "Power Electronics Handbook", 2nd edition, American Press, 2007.  
ZILLES, R; MACEDO, W. N; GALHARDO, M. A. B; FERREIRA, S. H. Sistemas Fotovoltaicos Conectados à

Rede Elétrica, Oficina de Textos, 1ª edição, 2012.

## **DCC190 – SOLUÇÃO NUMÉRICA DE EQUAÇÕES DIFERENCIAIS**

### **Ementa:**

- 1 - Diferenciação Numérica
- 2 - Problemas de Valor de Contorno
- 3 - Solução Numérica de Equações Diferenciais Parciais
- 4 - Tópicos avançados na solução numérica de Equações Diferenciais Parciais

### **Conteúdo**

- 1 - Diferenciação Numérica
  - Série de Taylor no  $R^n$
  - Operadores de Diferenças Finitas
  - Diferenças em domínios bidimensionais regulares
  - Tratamento da Fronteira
  - Aspectos Computacionais e estudo numérico
- 2 - Problemas de Valor de Contorno
  - Definição do problema de valor de contorno
  - Métodos de diferenças finitas
  - Métodos da colocação, Galerkin e mínimos quadrados
  - Implementação computacional e comparação dos métodos
- 3 - Solução Numérica de Equações Diferenciais Parciais
  - Classificação e Aplicação das Equações Diferenciais Parciais
  - Equação Elíptica
  - Equação Parabólica
  - Equação Hiperbólica
  - Estudos de estabilidade, precisão e convergência
  - Implementação computacional e estudo de casos
- 4 - Tópicos avançados na solução numérica de Equações Diferenciais Parciais

### **Bibliografia:**

Franco, Neide M. B. Cálculo Numérico, Prentice Hall Brasil.  
Chapra, Steven C. Canale, Raymon, P. Métodos Numéricos para Engenharia. Mcgraw hill.

### **Bibliografia complementar:**

Burden, Richard L; Faires, J. Douglas, Análise Numérica. Cengage.  
CUNHA, Cristina. Métodos Numéricos para as Engenharias e Ciências Aplicadas. Editora UNICAMP.

## **DCC190 – TEORIA DOS GRAFOS**

### **Ementa:**

1. Iniciação a Teoria dos Grafos
2. Grafos sem circuitos, árvores e arborescências
3. Busca em Grafos

### **Conteúdo**

- 1 - INTRODUÇÃO A MODELOS EM GRAFOS
  - Grafos e Digrafos;
  - Famílias comuns de Grafos;
  - Modelagem de aplicações usando Grafos;
  - Passeios e distâncias;
  - Caminhos, ciclos e árvores;
  - Grafos rotulados nos vértices e nas arestas;

- Árvores: caracterização e propriedades.
- 2 - ESTRUTURA E REPRESENTAÇÃO DE GRAFOS
  - Grafos isomorfos;
  - Subgrafos;
  - Operações comuns entre grafos;
  - Testes para grafos não-isomorfos;
  - Representação de grafos por matriz;
  - Representação de grafos por listas de adjacência.
- 3 - ÁRVORES GERADORAS CAMINHOS MÍNIMOS
  - Árvore de crescimento;
  - Busca em largura;
  - Busca em profundidade;
  - Identificando componentes conexas;
  - Identificando arestas ponte e nós de articulação;
  - Algoritmos Gulosos
  - Árvore de cobertura mínima;
  - Algoritmo de Prim;
  - Algoritmo de Kruskal;
  - Algoritmos de Dijkstra e Floyd para caminho mínimo
  - Corte mínimo de arestas;
- 4 - CONECTIVIDADE E CAMINHAMENTO EM GRAFOS
  - k-conectividade de vértice;
  - k-conectividade de arestas;
  - Relação entre conectividades de vértice e aresta;
  - Trilhas e ciclos Eulerianos;
  - Caminhos e ciclos Hamiltonianos;
- 5 - PLANARIDADE EM GRAFOS
  - Conceito de desenho planar de um grafo;
  - Teorema da curva de Jordan;
  - Teorema de Kuratowski;
- 6 - PROBLEMAS CLÁSSICOS MODELADOS EM GRAFOS
  - Problema da clique;
  - Problema do subconjunto independente;
  - Problema do subconjunto dominante;
  - Problema de Cobertura de vértices;
  - Problemas de coloração;
  - Problema de atribuição;
  - Problema da árvore de Steiner;
  - Problema do Caixeiro Viajante;

**Bibliografia:**

SZWARCFITER, J. Grafos e Algoritmos Computacionais. Editora Campus, 1983.  
BOAVENTURA NETTO, P. O. Grafos: Teoria, Modelos e Algoritmos. Editora Edgard Blucher Ltda, 1996.  
CORMEN, T. H.; LEISERSON, C. E.; RIVEST, R. L.; STEIN, C. Introduction to Algorithms. 2nd. edition. MIT Press, 2001.

### **C.3 – Disciplinas Extensionistas Eletivas**

#### **ATIVIDADE EXTENSIONISTA EM ELETRÔNICA**

**Ementa:**

Disciplina de natureza extensionista, visando o desenvolvimento das competências do profissional de Engenharia Elétrica, na qual o(a) discente terá a oportunidade de aplicar conhecimentos em Eletrônica Analógica e Digital na formação de membros da comunidade externa, através de cursos e treinamentos.

#### **Conteúdo:**

A disciplina tem ementa aberta, podendo o conteúdo variar de um semestre para outro, de acordo com a percepção das necessidades da comunidade. Podem ser citadas atividades de cursos e treinamentos no seguintes temas:

- Eletrônica Básica: princípios de eletrônica, montagens simples em protoboard, funcionamento dos instrumentos de laboratório.
- Confeção de placas de circuito impresso, usando softwares especializados e processo de confecção manual.
- Desenvolvimento de sistemas de automação, usando plataformas de microcontroladores de baixo custo.
- Cursos de programação aplicada à automação residencial, comercial ou industrial.
- Treinamento nos temas atuais relacionados à Eletrônica.
- Demais atividades, dependendo da demanda.

São requeridos dos alunos participantes, independente da sua habilitação, os conhecimentos básicos em Eletrônica Analógica e Eletrônica Digital, expressos nos pré-requisitos universais para a disciplina.

#### **Bibliografia:**

- [1] SEDRA, A.; SMITH, K. "Microeletrônica", 5ª ed., 2007.
- [2] MALVINO, Albert; BATES, David "Eletrônica", Vols. 1 & 2, 8ª ed., AMGH Editora, 2016.
- [3] TOCCI, Ronald J.; WIDMER, Neal S.; MOSS, Gregory L. Sistemas Digitais: princípios e aplicações. 10ª ed. Prentice Hall, 2007.

#### **Bibliografia complementar:**

- [1] BOYLESTAD, R.; NASHELSKY, L. "Dispositivos Eletrônicos e Teoria de Circuitos", 11ª ed., 2013.
- [2] IDOETA, I. V.; CAPUANO, F. G. Elementos de Eletrônica Digital. Ed. Érica, 2000.
- [3] GARCIA, P. A. Eletrônica Digital - Teoria e Laboratório. Ed. Érica, 2006. ISBN: 853650109X.
- [4] HOROWITZ, P.; WINFIELD, H. "A Arte da Eletrônica", 3ª ed., 2017.

## **ATIVIDADE INTEGRADORA EXTENSIONISTA EM TELECOMUNICAÇÕES**

#### **Ementa:**

Disciplina de natureza extensionista, visando o desenvolvimento das habilidades e competências do profissional de Engenharia Elétrica, na qual o(a) discente terá a oportunidade de aplicar conhecimentos em dispositivos e sistemas de Telecomunicações para divulgação científica e na formação de membros da comunidade externa, através de cursos e treinamentos.

#### **Conteúdo Programático:**

Esta disciplina possui ementa aberta, como conteúdo variando de um semestre para outro, de acordo com a percepção das necessidades da comunidade. Podem ser propostas atividades de cursos e laboratórios, divulgação científica e treinamentos no seguintes temas:

- Redes de computadores: protocolo TCP-IP, configurações de redes locais e roteadores wifi
- Antenas em Telecomunicações: Introdução a antenas, análise e síntese de antenas.
- Introdução à tecnologias modernas de comunicação celular: 5G, 6G e futuros padrões.
- Sistemas de Telecomunicações: Comunicações digitais, Sistemas Satélites, fibras ópticas e rádio-propagação.
- Treinamento em temas atuais relacionados à Telecomunicações.
- Demais atividades, dependendo da demanda.

Em todas as atividades o aluno deverá desenvolver um roteiro de atuação sobre a supervisão do professor orientador como plano de trabalho na atividades extensionista.

São requeridos dos alunos participantes, independente da sua habilitação, os conhecimentos básicos em Princípios de Comunicações, Redes de Computadores ou disciplina semelhante como redes industriais e Eletromagnetismo, expressos nos pré-requisitos universais para a disciplina.

**Bibliografia:**

- [1] KUROSE, J.F.; ROSS, K. W. “Redes de Computadores e a Internet – Uma abordagem top-down”, Perason education, 5a ed, 2010.
- [2] HAYT JR., W., BUCK, J. A.: Eletromagnetismo, Ed. McGraw-Hill, 8ª edição, 2013.
- [3] S. Haykin, Sistemas de Comunicação Analógicos e Digitais, Bookman, 5ª Edição, 2010.

**Bibliografia complementar:**

- [1] TANENBAUM, A. S. “Redes de Computadores”, Ed. Campus, 4a ed 2003.
- [2] B. P. Lathi e Z. Ding, Sistemas de Comunicações Analógicos e Digitais Modernos, 4ª edição, LTC, 2012.
- [3] AGRAWAL, G. P. Fiber Optic Communication Systems. 4rd Ed, John Wiley, 2010.
- [4] LUDWIG, Reinhold; BRETCHK, Poavel; R.F. Circuit Design: Theory and Applications. Prentice Hall; 2008.
- [5] RAPPAPORT, Theodore S. Comunicações sem Fio - Princípios e Práticas. 2ª edição. Prentice Hall, 2009.

## **ENE901 – INSTALAÇÕES ELÉTRICAS APLICADAS À COMUNIDADE**

**Ementa:**

Disciplina de natureza específica e extensionista, necessária ao desenvolvimento das competências do profissional de Engenharia Elétrica, na qual o(a) discente terá a oportunidade de consolidar os conhecimentos adquiridos na disciplina de Eficiência & Gestão Energética (ENE085) aplicando-os à prática através de ações de extensão, podendo ser forma individual ou em grupo, integrando as dimensões técnicas, científicas, econômicas, sociais, ambientais e éticas, contribuindo para a adequada formação do egresso.

Envolve o desenvolvimento de projetos e soluções na área de eficiência e gestão energética aplicadas à comunidade sejam residências, escolas, setor público, pequenos comércios ou indústrias.

**Conteúdo Programático:**

O conteúdo a ser desenvolvido na disciplina dependerá das especificidades do projeto extensionista, podendo contemplar:

1. Levantamento de consumo para caracterização das necessidades energéticas e das possibilidades de ações que permitam reduzi-lo sem afetar a qualidade do serviço energético.
2. Projetos de soluções de retrofit de equipamentos (iluminação, condicionamento ambiental etc.).
3. Estudos de gestão energética através do levantamento da curva de carga e adequação, caso necessário, dos valores de demanda e modalidades tarifárias.
4. Realizar estudos de diagnóstico energético em instalações consumidoras.
5. Realizar estudos de eficiência energética em sistemas motrizes.
6. Efetuar estudos de aspectos econômicos de projetos de eficiência energética.

**Bibliografia:**

- PANESI, André R. Quinteros. Fundamentos de Eficiência Energética, 2006.
- REIS, Lineu Bélico dos; ANDRADE, Marcelo de. Eficiência Energética em Edifícios - Serie Sustentabilidade, Reis. Editora Manole.
- VÁRIOS AUTORES. Conservação de Energia: Eficiência Energética de Instalações e Equipamentos, Itajubá, 3ª ed. FUPAI, 2006.

**Bibliografia complementar:**

- EL HAGE, Fabio S; FERRAZ Lucas; CARVALHO, Marco A. P. A Estrutura Tarifaria de Energia Elétrica;

Teoria e Aplicação.

MARTINHO, Edson. Distúrbios da Energia Elétrica,

MATERIAL DIDÁTICO DA DISCIPLINA EM ARQUIVOS MSWORD, PDF E POWERPOINT.

PROCEL, Programa Nacional de Conservação de Energia; <http://www.eletrobras.gov.br>, ANEEL.

RIBEIRO, André Fernando. Guia de Aplicações de Gestão de Energia e Eficiência Energética, 2ª. Ed. Sá.

## **PRÁTICA EXTENSIONISTA DE EDUCAÇÃO FINANCEIRA**

### **Ementa:**

Disciplina de natureza específica e extensionista, necessária ao desenvolvimento das competências do profissional de Engenharia Elétrica, na qual o(a) discente terá a oportunidade de consolidar os conhecimentos adquiridos nas disciplinas aplicando-os à prática de ações de extensão, podendo ser forma individual ou em grupo, integrando as dimensões técnicas, científicas, econômicas, sociais, ambientais e éticas, contribuindo para a adequada formação do egresso. Envolve o contato com membros da comunidade, para apresentação de conceitos práticos relacionados à educação financeira.

### **Conteúdo:**

O conteúdo programático dependerá do Projeto de Extensão ao qual a disciplina estará vinculada, passando por uma etapa inicial de treinamento, para posterior recepção dos membros da comunidade externa, remotamente ou presencialmente.

### **Bibliografia:**

Carol Sandler, Vinte e quatro dicas para melhorar sua relação com o consumo, São Paulo Expressa 2021, ISBN 9786558100652

José Carlos Carota, Educação Financeira - Orçamento pessoal e investimentos, Editora Freitas Bastos 2021, ISBN 9786556750781

### **Bibliografia Complementar:**

Bibliografias complementares podem ser apresentadas através do projeto de extensão associado a esta disciplina.

## **PRÁTICA EXTENSIONISTA DE ROBÓTICA EDUCACIONAL**

### **Ementa:**

Disciplina de natureza específica e extensionista, necessária ao desenvolvimento das competências do profissional de Engenharia Elétrica, na qual o(a) discente terá a oportunidade de consolidar os conhecimentos adquiridos nas disciplinas aplicando-os à prática de ações de extensão, podendo ser forma individual ou em grupo, integrando as dimensões técnicas, científicas, econômicas, sociais, ambientais e éticas, contribuindo para a adequada formação do egresso. Envolve o contato com estudantes de Ensino médio e básico, para divulgação científica e tutoria em Robótica Educacional.

### **Conteúdo:**

O conteúdo programático dependerá do Projeto de Extensão ao qual a disciplina estará vinculada, passando por uma etapa inicial de treinamento, para posterior recepção de estudantes, remotamente ou presencialmente.

### **Bibliografia:**

Rodrigo Barbosa e Silva; Paulo Blikstein, Robótica educacional – experiências inovadoras na educação brasileira, Porto Alegre Penso 2019, ISBN 9788584291892

Martha Gabriel, Você, eu e os robôs como se transformar no profissional digital do futuro, São Paulo Atlas 2021, ISBN 9788597028140

**Bibliografia Complementar:**

Bibliografias complementares podem ser apresentadas através do projeto de extensão associado a esta disciplina.

## **PRÁTICA EXTENSIONISTA EM PROGRAMAÇÃO**

**Ementa:**

Disciplina de natureza específica e extensionista, necessária ao desenvolvimento das competências do profissional de Engenharia Elétrica, na qual o(a) discente terá a oportunidade de consolidar os conhecimentos adquiridos nas disciplinas aplicando-os à prática de ações de extensão, podendo ser forma individual ou em grupo, integrando as dimensões técnicas, científicas, econômicas, sociais, ambientais e éticas, contribuindo para a adequada formação do egresso. Envolve o contato com a comunidade, para ensinar práticas de programação e temas correlacionados às linguagens de programação.

**Conteúdo Programático:**

O conteúdo programático dependerá do Projeto de Extensão ao qual a disciplina estará vinculada, passando por uma etapa inicial de treinamento, para posterior recepção de membros da comunidade externa, remotamente ou presencialmente.

**Bibliografia:**

Fernando de Castro Velloso, Informática - conceitos básicos, Rio de Janeiro GEN LTC 2017, ISBN 9788595152557

Roberto Fernandes Tavares Neto ; Fábio Molina da Silva, Introdução à programação para engenharia usando a linguagem Python, Rio de Janeiro LTC 2022, ISBN 9788521638346

**Bibliografia Complementar:**

Bibliografias complementares podem ser apresentadas através do projeto de extensão associado a esta disciplina.

## **Apêndice D – NORMA COMISSÃO PRÓPRIA DE AVALIAÇÃO DE CURSO (CPAC) – ENGENHARIA ELÉTRICA – TELECOMUNICAÇÕES**

### **Norma para Regular o Processo de Avaliação do Curso Engenharia Elétrica – Telecomunicações**

#### **CAPÍTULO I – Das Disposições Preliminares**

Art. 1º. A presente norma tem como objetivo regulamentar o processo de avaliação do Curso de Engenharia Elétrica – Telecomunicações, previsto no Projeto Pedagógico do Curso e em consonância com o artigo 6º das novas DCNs (Diretrizes Curriculares Nacionais) dos cursos de Engenharia publicadas na Resolução CNE/CES no 2 de 24 de abril de 2019.

#### **CAPÍTULO II – Da Comissão Própria de Avaliação do Curso (CPAC)**

Art. 2º. A CPAC será composta por dois/duas docentes do curso de Engenharia Elétrica - Telecomunicações indicado(a)s pelo Colegiado do curso para um mandato de três anos e um(a) discente titular e até dois membros suplentes indicado(a)s pela representação discente do curso que tenham cumprido pelo menos 164 créditos obrigatórios do currículo.

Art. 3º. Os membros da CPAC elegem o(a) Presidente entre os seus pares, para mandato de 3 (três) anos, permitida a recondução.

Art. 4º. Compete ao/à Presidente da CPAC:

- a. Convocar e presidir as reuniões da CPAC;
- b. Coordenar as atividades de avaliação periódica interna do Curso;
- c. Acompanhar os processos de avaliação externa;
- d. Elaborar relatórios de avaliação interna e externa, e encaminhar ao Colegiado do curso.

#### **CAPÍTULO III – Disposições Finais e Transitórias**

Art. 5º. O Colegiado de Curso de Engenharia Elétrica – Telecomunicações é a instância recursiva das decisões da CPAC.

Art. 6º. Os casos omissos, ou não previstos, serão tratados pela CPAC.

Art. 7º. Esta norma entra em vigor a partir da data de sua aprovação no Colegiado de Curso de Engenharia Elétrica – Telecomunicações.

Juiz de Fora, 08 de dezembro de 2022

Colegiado de Curso de Engenharia Elétrica – Telecomunicações

Faculdade de Engenharia da UFJF