

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**

**ESCOLA DE ENGENHARIA**

**CURSO DE ENGENHARIA DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO**

**XXXI SEMINÁRIO DE  
ENGENHARIA DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO**

**20 ANOS DE CRIAÇÃO DO CURSO**

**03 a 07 de dezembro de 2018**

**Belo Horizonte – Minas Gerais**

## Apresentação

Em 2003/2 o colegiado do curso de Engenharia de Controle e Automação decidiu transformar o Seminário de Estágio e as defesas de monografias de Projeto Final de Curso no evento semestral que foi intitulado Seminário de Engenharia de Controle e Automação e eu, como coordenadora do colegiado na época, tive o prazer de redigir a apresentação dos Anais do nosso primeiro seminário.

Volto a fazê-lo, com muita honra, neste ano, 2018, em que comemoramos 20 anos de criação do curso, ainda com mais orgulho que da primeira vez, visto que hoje comemoramos também quase mil monografias defendidas e Engenheiros de Controle e Automação graduados, contribuindo com sua competência para a área em diversas empresas, iniciativas ou universidades.

Como parte das comemorações deste ano, temos a participação de engenheiros egressos do curso como membros das bancas avaliadoras das monografias defendidas, cujos resumos são apresentados nestes Anais. Reitero o que escrevi em 2004, a variedade dos temas em aplicações reais de controle e automação mostra a abrangência do curso e a capacitação dos alunos na área.

Alunos, professores e empresas parceiras são sempre convidados a participar e a conhecer de perto a qualidade dos trabalhos desenvolvidos pelos nossos alunos.

Agradeço, em nome do curso, aos alunos, ex-alunos, membros das bancas avaliadoras das monografias, professores orientadores e supervisores de projetos das empresas parceiras que recebem nossos estudantes, bem como ao colegiado do curso, ao Prof. Alexandre Mesquita, subcoordenador do colegiado, ao Prof. Walmir Matos Caminhas, responsável pela organização das defesas, e aos secretários do colegiado, Fabrício Rodrigues Souza e Patrícia Orsine. Cada um em sua função é essencial para viabilizar este momento acadêmico especial do nosso curso e dos nossos alunos.

Belo Horizonte, dezembro de 2018

Profa. Carmela Maria Polito Braga, DELT-UFMG

Coordenadora do Colegiado do Curso de Engenharia de Controle e Automação

## SUMÁRIO

APLICAÇÃO DE ALGORITMO GENÉTICO EM UMA FERRAMENTA COMPUTACIONAL PARA OTIMIZAÇÃO DO FLUXO FERROVIÁRIO .....	1
ESTUDO SOBRE OS BENEFÍCIOS DA ENERGIZAÇÃO DE TRANSFORMADORES DE POTÊNCIA UTILIZANDO SOFT-STARTERS ....	2
DESENVOLVIMENTO DE UMA FERRAMENTA PARA AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DE SISTEMAS DE ALARMES .....	3
IMPLEMENTAÇÃO DE UM ESTIMADOR DE PARÂMETROS POR MÍNIMOS QUADRADOS ONLINE PARA SINTONIA AUTOMÁTICA DE CONTROLADORES PID .....	4
PROJETO, ESPECIFICAÇÃO E COMISSIONAMENTO DE UM SISTEMA INTEGRADO PARA MONITORAMENTO DE ATIVOS E PESSOAS EM UMA MINA SUBTERRÂNEA DE OURO .....	5
AUTOMATIZAÇÃO DO FLUXO DE VENDAS PARA PROSPECÇÃO ATIVA DE NOVOS CLIENTES (OUTBOUND MARKETING) ALINHADO À GESTÃO DE PROCESSOS DO NEGÓCIO (BPM).....	6
IDENTIFICAÇÃO DE ASSUNTO EM DÚVIDAS DE CLIENTES DE ALUGUEL DE VEÍCULOS.....	7
IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA AUTOMÁTICO PARA A MEDIÇÃO DE EFICIÊNCIA DE FOTOCATALISADORES POR DEGRADAÇÃO DE AZUL DE METILENO.....	8
COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS DA OTIMIZAÇÃO DE PORTFÓLIO APLICADA À SÉRIES HISTÓRICAS E PREVISÕES DE UM MODELO ARIMA.....	9
ANÁLISE DE VIABILIDADE DE SISTEMA DE CONTROLE EM PLATAFORMA DE ESTIMULAÇÃO ELÉTRICA .....	10
AUTOMAÇÃO DAS MESAS GIRATÓRIAS DA SEÇÃO DE ENSAIOS EM UM TÚNEL DE VENTO DE CIRCUITO FECHADO COM INTEGRAÇÃO AO SEU SISTEMA DE OPERAÇÃO .....	11
MODELAGEM E IDENTIFICAÇÃO DE HÁBITOS DE USUÁRIOS DE UM AMBIENTE MONITORADO.....	12
DISPOSITIVO IOT PARA MONITORAMENTO DE VIBRAÇÃO E TEMPERATURA EM MÁQUINAS ELÉTRICAS .....	13

## XXXI SEMINÁRIO DE ENGENHARIA DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO DA UFMG

DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE LOCALIZAÇÃO EM TEMPO REAL UTILIZANDO TRANSMISSORES E RECEPTORES DE RADIOFREQUÊNCIA (RFID) .....	14
ANÁLISE DE EQUIVALENTES DINÂMICOS EM UM SISTEMA DE POTÊNCIA.....	15
DESENVOLVIMENTO DE UMA PLANTA DIDÁTICA PARA ENSINO DE CONTROLE DE SISTEMAS A EVENTOS DISCRETOS .....	16
DETECÇÃO DE INTRUSÃO EM REDES DE COMPUTADORES VIA CLASSIFICADOR POR ARESTAS DE SUPORTE .....	17
DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA SUPERVISÓRIO PARA COMISSONAMENTO DE SENSORES INDUSTRIAIS .....	18
MODELAGEM LINEARIZAÇÃO E CONTROLE DE UM VEÍCULO AÉREO NÃO TRIPULADO.....	19
PLATAFORMA MODULAR DE INTEGRAÇÃO A SISTEMAS INTELIGENTES E CONTROLE DE POTÊNCIA EM TENSÃO ALTERNADA .....	20
DESENVOLVIMENTO DE INSTRUMENTAÇÃO PARA LOCALIZAÇÃO DE UM ROBÔ MÓVEL AGRÍCOLA.....	21
PEREDIÇÃO DE SÉRIES TEMPORAIS UTILIZANDO O FANTASY GAME CARTOLA FC .....	22
MONITORAMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA PARA APLICAÇÕES RESIDENCIAIS.....	23
INFRAESTRUTURA PARA MONITORAMENTO DISTRIBUÍDO DE CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA EM UMA RESIDÊNCIA.....	24
UMA APLICAÇÃO DE REALIDADE AUMENTADA NA ASSISTÊNCIA AO OPERADOR DE CAMINHÕES FORA DE ESTRADA.....	25
CONTROLE PREDITIVO DE TEMPERATURA DE FORNOS CONTÍNUOS DE REAQUECIMENTO .....	26
CONTROLE DE AMBIENTE DOMÓTICO À DISTÂNCIA POR MEIO DE COMANDOS DE VOZ .....	27
DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE MEDIÇÃO BASEADO EM ESPECTROSCOPIA RESOLVIDA NO TEMPO E NO ESPECTRO DA ENERGIA: INTEGRAÇÃO DE UM ESPECTRÔMETRO TRIPLO A UM MOTOR DE MICROPASSOS.....	28
IDENTIFICAÇÃO E RASTREAMENTO DE TUBOS COM O USO DE RFID EM UMA USINA SIDERÚRGICA.....	29

APLICAÇÃO DE TÉCNICAS DE CONTROLE ROBUSTO À UMA PLANTA DE CONTROLE DE TEMPERATURA.....	30
SISTEMA DE CONTROLE DE MOVIMENTO DE CÂMERA PARA ANIMAÇÃO EM STOP MOTION .....	31
UM ESTUDO SOBRE ALGORITMOS EVOLUTIVOS DE AGRUPAMENTO E SUA APLICAÇÃO EM FLUXOS DE DADOS CONTÍNUOS.....	32
PROJETO E IMPLEMENTAÇÃO DE CONTROLADORES POR SÍNTESE DIRETA PARA UMA PLANTA DE NÍVEL.....	33
CARACTERIZAÇÃO DO OFFLOADING OUTBAND DE REDES 4G UTILIZANDO O WIFI DIRECT EM SMARTPHONES ANDROID.....	34
DESENVOLVIMENTO DE UM ANALISADOR DE QUALIDADE DE ENERGIA DE BAIXO CUSTO BASEADO EM DSP .....	35
DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE AQUÁRIOS PARA ESTUDO DO PAPEL DA SINALIZAÇÃO DOPAMINÉRGICA NO DESENVOLVIMENTO DO CÉREBRO.....	36
PROPOSTA DE UM SISTEMA DE AUTOMAÇÃO DO CONTROLE DE ACESSO DAS MORADIAS UNIVERSITÁRIAS UTILIZANDO RECONHECIMENTO FACIAL.....	37
SISTEMA DE AUTOMAÇÃO PARA AS UNIDADES DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS E EFLUENTES DO QUARTEIRÃO 10 DA UFMG....	38
ANÁLISE DA REDUÇÃO DO CONSUMO ENERGÉTICO EM DESIGNS ELETRÔNICOS A PARTIR DA SUBSTITUIÇÃO DE ESTRUTURAS LÓGICAS DE ALTO NÍVEL .....	39
ESTUDO SOBRE A EXPANSÃO DA CAPACIDADE DE PLANTAS CIMENTEIRAS .....	40
DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA DE SIMULAÇÃO DO MÓDULO MICA EM AMBIENTE GRÁFICO. COMUNICAÇÃO OPC, DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE SIMULANDO MÓDULO MICA E LIGAÇÃO COM INTERFACE GRÁFICA.....	41
CONTROLE DE UM ROBÔ QUADRÚPEDE COM MARCHA ESTÁVEL APLICADO A UMA PLANTA REAL.....	42
CONTROLE DE UM ROBÔ QUADRÚPEDE COM MARCHA ESTÁVEL APLICADO A UMA PLANTA REAL.....	43

**APLICAÇÃO DE ALGORITMO GENÉTICO EM UMA FERRAMENTA COMPUTACIONAL PARA OTIMIZAÇÃO DO FLUXO FERROVIÁRIO**

**Aluno:** Alexandre Alves Andrade  
**Orientador:** Prof. Ricardo Saraiva de Camargo (DEP/UFMG)  
**Supervisor:** Lucas Sirimarcos Moreira Guedes (VLI)

De maneira geral, um sistema ferroviário é caracterizado por ser algo bastante complexo. Este sistema inclui muitos fatores que necessitam de um alinhamento muito grande entre eles para que se tenha um bom desempenho. Tendo isso em vista e considerando que as decisões devem ser sempre as melhores possíveis, a ferrovia é um campo no qual se faz necessária a presença da otimização/pesquisa operacional. Entretanto, a grande maioria dos problemas relacionados ao sistema ferroviário são do tipo NP-hard, ou seja, não podem ser resolvidos em um tempo polinomial. Neste cenário, uma boa opção para se resolver estes problemas é a utilização de algoritmos genéticos. Este trabalho foi realizado na empresa VLI Multimodal S.A, na supervisão de pesquisa operacional. A VLI engloba a Ferrovia Centro-Atlântica (FCA), na qual tem-se o corredor ferroviário denominado corredor Minas-Rio. Este corredor tem um importante fluxo de minério entre as cidades de Arcos e Volta Redonda. Neste contexto, o objetivo principal deste trabalho é a elaboração de uma ferramenta computacional para auxílio à tomada de decisão de curto prazo. A ferramenta foi construída utilizando-se o software Matlab, através de recursos da toolbox de otimização. Para modelar o problema do fluxo ferroviário no corredor Minas-rio, foi proposto um modelo linear inteiro misto com função objetivo para minimizar o giro das locomotivas na origem e no destino. Tal modelo foi então implementado programaticamente no Matlab e utilizado como a função de avaliação da aptidão (*fitness*) do algoritmo genético. A ferramenta apresentou bons resultados para instâncias distintas, retornando, em cinco minutos, o sequenciamento dos trens para o intervalo de três dias.

**ESTUDO SOBRE OS BENEFÍCIOS DA ENERGIZAÇÃO DE  
TRANSFORMADORES DE POTÊNCIA UTILIZANDO SOFT-STARTERS**

**Aluno:** Alexandre Joanes Oliveira Santos  
**Orientador:** Prof. Igor Amariz Pires (DELT/UFMG)

Grandes transformadores de potência pertencem a uma classe de componentes vitais e muito caros em sistemas de energia elétrica. Caso um equipamento como este sofra uma falha, é necessário tirar o transformador de serviço o mais rápido possível para que o dano seja minimizado. Os custos associados à reparação deste tipo de dispositivo podem ser muito altos. A interrupção não planejada de um transformador de energia também pode custar até milhões de reais. Conseqüentemente, é de grande importância minimizar a frequência e a duração das interrupções indesejadas.

Os requisitos incluem confiabilidade (operar sem parar), segurança (sem falsos desarmes) e velocidade de operação (tempo curto de eliminação de falhas).

As condições de operação dos transformadores de potência, no entanto, não facilitam a tarefa de retransmissão. A proteção de grandes transformadores de potência é um dos mais desafiantes problemas na área de sistemas de potência.

O fenômeno da corrente de *inrush* é resultado da energização descontrolada de transformadores de potência. Quando um transformador entra em operação, ele precisa ser magnetizado, o que resulta em uma corrente de magnetização de forma de onda distorcida e grande amplitude, comparável a corrente de curto-circuito. Tal fenômeno provoca quedas de tensão, mau funcionamento dos sistemas de proteção e harmônicos comprometendo a qualidade da energia do sistema elétrico e as máquinas deste. Para amenizar esse efeito, este projeto propõe o uso integrado de equipamentos que usualmente funcionam na partida suave de motores trifásicos, os *soft-starters*.

***DESENVOLVIMENTO DE UMA FERRAMENTA PARA AVALIAÇÃO DE  
DESEMPENHO DE SISTEMAS DE ALARMES***

**Aluno:** André Porto de Faria

**Orientador:** Thales Alexandre Carvalho Maia (DEE/UFMG)

O tempo de resposta dos serviços de emergência é um fator essencial para o socorro de vítimas de acidentes veiculares. Para reduzir esse tempo foi criado um equipamento de proteção pessoal que será instalado em veículos para detectar automaticamente acidentes. Uma vez que isso acontecer, o sistema irá avisar as autoridades e um contato escolhido pelo consumidor o mais rápido possível, com a data, hora e localização. A detecção do impacto será feita a partir da leitura dos dados fornecidos por um acelerômetro e as outras informações a serem enviadas são obtidas por um módulo de GPS. O microcomputador Raspberry Pi zero será utilizado para juntar esses periféricos e enviar os dados necessários via internet.

**IMPLEMENTAÇÃO DE UM ESTIMADOR DE PARÂMETROS POR  
MÍNIMOS QUADRADOS ONLINE PARA SINTONIA AUTOMÁTICA DE  
CONTROLADORES PID**

**Aluno:** Bárbara Lissa de Oliveira Lara  
**Orientador:** Prof. Hugo César Coelho Michel (DELT/UFMG)  
**Supervisor:** Prof. Anísio Rogério Braga (COL-SETOR DE  
ELETRÔNICA/COLTEC-UFMG)

O presente trabalho tem como objetivo apresentar os resultados da implementação de um controlador PID autossintonizável em contraposição ao desempenho de um controlador PID com parâmetros fixos em um sistema aproximado por modelo de segunda ordem mais tempo morto. A autossintonia utiliza os parâmetros obtidos por um estimador de mínimos quadrados *online* para a ajuste dos ganhos do controlador. O ambiente de desenvolvimento do projeto é o Laboratório de Validação de Sistemas (LVAS), localizado no Departamento de Engenharia Eletrônica da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais (DEE/EE-UFMG). O controlador é implementado no ambiente de programação Simulink do Matlab 2012b. A planta controlada consiste em uma placa de circuito eletrônico com uma entrada de controle e oito saídas com respostas de sistemas de primeira a oitava ordem. Os sinais da planta foram integradas ao Simulink via cartão de aquisição de dados DAQCard 6062E da National Instruments. Os resultados experimentais demonstram que o projeto do controlador PID autossintonizável desenvolvido é uma alternativa robusta de controle para malhas com dinâmica não constante.

***PROJETO, ESPECIFICAÇÃO E COMISSIONAMENTO DE UM SISTEMA INTEGRADO PARA MONITORAMENTO DE ATIVOS E PESSOAS EM UMA MINA SUBTERRÂNEA DE OURO***

**Aluno:** Bruno Ferreira Mendes

**Orientador:** Prof. Hugo César Coelho Michel (DELT/UFMG)

**Supervisor:** Alan Vitor de Figueredo Rocha (AngloGold Ashanti)

O presente projeto objetiva a estimação da localização de pessoas e ativos em uma mina subterrânea de ouro, presente na região metropolitana de Belo Horizonte/MG, Brasil. Essa mina subterrânea é um ativo de uma produtora de ouro multinacional. Levanta-se as principais tecnologias de posicionamento em ambientes abertos e fechados existentes, discutindo-se suas aplicabilidades no contexto da mineração subterrânea. Além disso, avalia-se os parâmetros de performance mais relevantes na especificação de tecnologias de posicionamento. Os testes de posicionamento são realizados a partir da superfície e se estendem por vinte áreas do subsolo. Como resultado, determina-se a posição de pessoas e ativos com exatidões de aproximadamente 120m, criando-se oportunidades de melhoria no gerenciamento de pessoas, de ativos e de atividades produtivas em mineração subterrânea. As dificuldades impostas pelo ambiente subterrâneo ao sistema de posicionamento são apresentadas e discutidas.

**AUTOMATIZAÇÃO DO FLUXO DE VENDAS PARA PROSPECÇÃO ATIVA  
DE NOVOS CLIENTES (OUTBOUND MARKETING) ALINHADO À  
GESTÃO DE PROCESSOS DO NEGÓCIO (BPM)**

**Aluno:** Carine Pra de Carvalho  
**Orientador:** Profa. Ana Liddy Cenni de Castro Magalhães (DEE/UFMG)  
**Supervisor:** Luciana Cristina Franco (Grupo Selpe)

Inovação e criação compartilham um mesmo princípio: criar algo novo. A diferença é que algo inovador precisa gerar valor e interesse ao mercado. Portanto, toda inovação está atrelada a uma ou mais possibilidades de venda. Imbuído dessa visão, o Grupo Selpe, uma empresa referência em recursos humanos há mais de 50 anos, percebeu que precisava inovar no que oferecia para seu mercado e na sua forma de venda. Dentro desse contexto, a empresa tornou-se *solution provider* no Brasil da plataforma *AssessFirst*, uma ferramenta de análise de personalidade, motivações e raciocínio lógico que utiliza *Big Data* e *People Analytics* para predizer quais são as pessoas que têm maior potencial em determinado cargo. Para conseguir atingir um mercado que perceba o valor dessa inovação, uma nova estratégia de venda precisava ser utilizada, que foi desenvolvida no presente trabalho. Inicialmente, aplicando a metodologia de BPM (*Business Process Management*), foi feito o modelamento comercial do *AssessFirst* com o objetivo de alinhar processos e responsabilidades, bem como tornar esses processos escaláveis e institucionalizáveis, já que a empresa conta com unidades espalhadas por outros estados do Brasil. Em seguida, foi desenvolvida uma estratégia comercial automatizada e apoiada no *Outbound Marketing*, de forma a diminuir gastos e aumentar o volume visando melhorar a eficiência das vendas. A estratégia para atração e engajamento de *leads* utilizada foi baseada no *Spin Selling*, metodologia de venda que busca conhecer os *leads* profundamente e criar empatia, resultando em uma venda mais consultiva. Essa mudança de estratégia comercial buscou automatizar e otimizar a fase de pré-venda, ou seja, o momento no qual acontece o engajamento do *lead*, para que a venda se torne mais fácil e assertiva.

**IDENTIFICAÇÃO DE ASSUNTO EM DÚVIDAS DE CLIENTES DE  
ALUGUEL DE VEÍCULOS**

**Aluno:** Daniel de Moura e Almeida

**Orientador:** Prof. Frederico Gualberto Ferreira Coelho (DELT/UFMG)

Tradicionalmente, a principal fonte de respostas para dúvidas comuns de consumidores eram as páginas de FAQ (Perguntas Frequentes). Com o advento das mídias sociais, surgiu um novo canal de comunicação entre clientes e empresas, cuja utilização vem crescendo ano após ano. Principalmente no caso de grandes corporações, o volume de mensagens recebidas vem se tornando um gargalo no atendimento, visto que este é, em geral, feito por funcionários. No segmento de aluguel de veículos, percebeu-se que a maior parte das dúvidas de clientes se resumia a poucos assuntos. Neste trabalho foi desenvolvido um sistema capaz de identificar o assunto da dúvida desses clientes, a partir do texto da mensagem enviada. Isso possibilita a automatização do atendimento que, uma vez baseado em respostas padrão para cada assunto, acaba se tornando uma espécie de FAQ interativo. A identificação do assunto é feita pela combinação de processamento de linguagem natural, com um modelo de inteligência artificial. Deve-se destacar que ele foi treinado a partir de dados reais, extraídos de conversas entre a página de uma grande empresa desse segmento no *Facebook* e seus clientes. Este é um exemplo prático da aplicação da Ciência de Dados na resolução de um problema real de negócio.

**IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA AUTOMÁTICO PARA A MEDIÇÃO  
DE EFICIÊNCIA DE FOTOCATALISADORES POR DEGRADAÇÃO DE  
AZUL DE METILENO**

**Aluno:** Daniel Fontoura Barroso  
**Orientador:** Prof. Hugo César Coelho Michel (DELT/UFMG)  
**Supervisor:** Prof. Juan Carlos González Pérez (DF/UFMG)

Este projeto tem como objetivo automatizar o processo de caracterização do rendimento de fotocatalisadores por meio da degradação de Azul de Metileno. Baseando-se em uma solução de baixo custo, visto que na prática são utilizados equipamentos de alto valor agregado, espectrômetros de absorvância, pretende-se obter uma solução de fácil replicação para Universidades. Somando-se a isso, tem-se o objetivo de aumentar a precisão dos cálculos realizados para o rendimento, uma vez que comumente eles não ultrapassam 10 pontos em um gráfico de caracterização de fotocatalisadores. Por meio de medições em intervalos de amostragem pequenos, da ordem de segundos, processos que geralmente duram entre poucas horas ou dias podem ser caracterizados de forma automatizada, com baixo custo e maior precisão. Uma aplicação para aquisição de dados é apresentada utilizando-se a plataforma Arduino Uno, como dispositivo de comunicação e atuação entre LED's e sensores de luz. Ainda, tem-se a utilização do ambiente LabView para criação da aplicação no MS Windows, de forma a gerir e trabalhar todos os dados recebidos pelo Arduino. Ao fim do experimento obtêm-se êxito nos objetivos propostos que contribui com uma forma automatizada para caracterização de fotocatalisadores degradadores de Azul de Metileno. Ao final deste projeto, uma extensão foi desenvolvida, para abranger mais tipos de fotocatalisadores e pigmentos.

**COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS DA OTIMIZAÇÃO DE PORTFÓLIO  
APLICADA A SÉRIES HISTÓRICAS E PREVISÕES DE UM MODELO  
ARIMA.**

**Aluno:** Daniel Lucas Tolentino Machado  
**Orientador:** Prof. Cristiano Arbex Valle (DCC/UFMG)  
**Supervisor:** Prof. Carmela Maria Polito Braga

Harry Markowitz, foi o economista que deu origem a Teoria Moderna de Portfólio, um campo que estuda os efeitos da correlação, risco, retorno e diversificação nos investimentos. Desde então várias propostas de modelos para chegar a uma combinação de ativos foram desenvolvidos, principalmente depois do crash de 1987, conhecido como Black Monday, quando se intensificou a busca por procedimentos que fossem capazes de minimizar os riscos mesmo em situações extremas. Esses modelos foram testados exaustivamente e têm seus comportamentos bem definidos dentro dos mercados tradicionais. O mercado de cripto-moedas ainda é um território pouco explorado, e possui algumas características únicas, como o fato de ser um mercado global (não é controlado por nenhum país), com alta volatilidade, extremamente diversificado e em geral correlacionado. Esse trabalho tem a proposta de testar os modelos tradicionais e verificar como é o seu desempenho nesse cenário desafiador. Além disso, é feito um regressor com intuito de alimentar os modelos com dados estimados do próximo período de amostragem que, em tese, são uma representação melhor da curva de probabilidades do período em relação a sua série histórica de preços, que é utilizada tradicionalmente. Depois disso será realizada uma análise dos resultados e uma comparação de desempenho entre os métodos, para determinar se algum deles representa uma boa estratégia de investimento.

**ANÁLISE DE VIABILIDADE DE SISTEMA DE CONTROLE EM  
PLATAFORMA DE ESTIMULAÇÃO ELÉTRICA**

<b>Aluno:</b>	Danilo Giovannini dos Santos Ribeiro
<b>Orientador:</b>	Prof. Renan Fernandes Kozan (DEE/UFMG)

Lesões na medula espinhal acarretam problemas no controle de movimento do corpo. Esses casos impactam a vida de milhões de pessoas no mundo inteiro, interferindo na capacidade de locomoção em grande parte desses casos. Uma técnica desenvolvida para amenizar as consequências ou auxiliar na recuperação foi a estimulação elétrica funcional. Esse processo envolve a estimulação dos músculos afetados pela lesão e induzir movimentos desejados, sendo controlados, para diferentes finalidades. Nesse trabalho é apresentada a validação da capacidade de aplicação de estratégias de controle em malha fechada em uma plataforma de estimulação elétrica desenvolvida no Laboratório de Engenharia Biomédica da UFMG. O laboratório é responsável por pesquisas na área, sendo que o trabalho, que também foi lá desenvolvido, é baseado na futura aplicação da plataforma em estimulação elétrica, voltada para ciclismo. Tal validação ocorreu pela realização de validações menores em cascata. Primeiro criou-se uma planta confiável e de comportamento estável, depois definiu-se uma controladora PI para essa planta, que foi implementada em um microcontrolador, que depois serviu de base de comparação para a validação da mesma controladora no estimulador. A validação seguinte ocorreu com outra planta, um modelo matemático da perna de uma pessoa hígida, com outra controladora, que controla o ângulo de saída dessa planta, comparada com dados obtidos de uma simulação, proveniente do mesmo trabalho de onde as funções de transferência foram retiradas. Por fim, foi feito um teste sobre um dos canais de estimulação da plataforma, verificando o aumento e diminuição da largura de pulso da saída desse mesmo canal, de acordo com a ação de controle da plataforma. Os resultados obtidos foram suficientes para confirmar que o estimulador é capaz de receber um sistema de controle em malha fechada. Essa confirmação veio da coleta, tratamento e comparação de dados de diferentes etapas e baseando grande parte das afirmações no cálculo do desvio médio quadrático entre os valores obtidos e de referência, sendo todos eles abaixo de 5%, indicando alta compatibilidade com os dados considerados base para cada uma das validações.

***AUTOMAÇÃO DAS MESAS GIRATÓRIAS DA SEÇÃO DE ENSAIOS EM UM TÚNEL DE VENTO DE CIRCUITO FECHADO COM INTEGRAÇÃO AO SEU SISTEMA DE OPERAÇÃO***

**Aluno:** Davi Barros Frossard  
**Orientador:** Prof. Hugo César Coelho Michel (DELT/UFMG)  
**Supervisor:** Prof. Guilherme de Souza Papini (DEMEC/UFMG)

Um túnel de vento é uma estrutura concebida para gerar fluxos controlados de vento com o objetivo de estudar fenômenos aerodinâmicos em modelos tais como de aeronaves, automóveis e edificações em escala reduzida. Durante a realização dos ensaios em um túnel de vento, os modelos devem ser constantemente reposicionados em relação ao perfil de vento para o levantamento de dados aerodinâmicos em diferentes situações, sendo, para tal, instalados em mesas giratórias que auxiliam essa operação. O Túnel de Vento de Circuito Fechado (TVCF) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), localizado no Laboratório de Aerodinâmica Experimental (LAExp), campus Pampulha, possui mesas giratórias operadas manualmente, o que confere aos ensaios lentidão, baixa precisão e repetitividade, além do desperdício de energia elétrica. Este projeto tem por objetivo o desenvolvimento de uma solução completa de automação que provisione o acionamento automático das mesas giratórias da seção de ensaios do TVCF a fim de eliminar tais problemas. A automação é feita por meio de motores de corrente contínua, nos quais a posição e velocidade angulares devem ser controladas como requisito para o bom funcionamento dos ensaios. Ainda, outro requisito é que todo o sistema seja supervisionado e comandado remotamente por um operador em contato com uma Interface Humano-Máquina em uma arquitetura típica da automação, por meio de protocolos já bem conhecidos e estabelecidos na indústria.

**MODELAGEM E IDENTIFICAÇÃO DE HÁBITOS DE USUÁRIOS DE UM AMBIENTE MONITORADO**

**Aluno:** Diogo Luiz Oliveira  
**Orientador:** Prof<sup>o</sup>. Carmela Polito Braga (DELT/UFMG)

Apresenta-se uma aplicação de modelagem e identificação dos hábitos de usuários de um ambiente monitorado, seja ele, um local residencial ou empresarial (ambiente doméstico). Para tal, foi utilizado o sistema de monitoramento instalado no Laboratório de Validação de Sistemas (LVS), localizado na sala 2509 do bloco 1 da Escola de Engenharia da UFMG. O atual sistema do laboratório, possui a infraestrutura para monitoramento distribuído de variáveis ambientais por meio de rede de sensores sem fio e a disponibilização destes dados é realizada por uma interface Web amigável. Contudo, estes dados ainda não possuíam uma interpretação de suas características para, assim, gerar informações sobre o laboratório. Desta forma, foi desenvolvido um algoritmo capaz de ler dados coletados das variáveis ambientais em um banco de dados, realizar o tratamento destes dados, identificar eventos causados pelos usuários deste ambiente, definir padrões e calcular o hábito dos eventos para cada dia da semana. Para isso, foi desenvolvida uma aplicação no MATLAB, que utiliza ferramentas do próprio software, para isolar os eventos desejados e processá-los, a fim de gerar informações pertinentes com relação ao uso do ambiente, a partir de informações como temperatura, luminosidade e umidade. O projeto foi desenvolvido em ambiente simulado, a fim de testar seu desempenho e capacidade das técnicas utilizadas em sua implementação, a partir de dados reais coletados do sistema de monitoramento do laboratório. Os resultados são animadores, pois mostram a capacidade do algoritmo de reconhecer situações de uso do laboratório, indicá-la aos usuários e entregar a análise de seu comportamento por meio de hábitos.

***DISPOSITIVO IOT PARA MONITORAMENTO DE VIBRAÇÃO E  
TEMPERATURA EM MÁQUINAS ELÉTRICAS***

**Aluno:** Felipe Augusto Vitoriano

**Orientador:** Prof. Ricardo de Oliveira Duarte, Dr. (DELT/UFMG)

As rotinas de manutenção preditiva são uma importante tarefa nos processos industriais. Estes procedimentos visam acompanhar parâmetros e estados de equipamentos e identificar a possibilidade de falhas, a fim de se poder agir previamente em caso de necessidade. Este projeto consiste em um dispositivo no âmbito das tecnologias de IoT (Internet of Things), que objetiva monitorar máquinas elétricas visando prever falhas nestes equipamentos e otimizar sua manutenção. O dispositivo é equipado com instrumentação capaz de coletar a temperatura da superfície externa do equipamento, bem como a vibração mecânica nos três eixos espaciais. Estas informações são enviadas sem fio para um servidor, responsável por armazená-las em um banco de dados. O servidor também realiza o cálculo da transformada de Fourier para os sinais de vibração, registrando o espectro de frequência dos sinais coletados. As informações são então exibidas em uma interface web desenvolvida para que o usuário possa monitorar o estado do equipamento. Com isto, é possível acompanhar a temperatura da máquina e o espectro de frequência de seu estado de vibração - informações importantes no rastreamento de falhas mecânicas. Deste modo, este dispositivo consiste em uma importante ferramenta IoT para monitoramento e previsão de falhas em máquinas elétricas.

**DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE LOCALIZAÇÃO EM TEMPO REAL UTILIZANDO TRANSMISSORES E RECEPTORES DE RADIOFREQUÊNCIA (RFID)**

**Aluno:** Felipe Saleimen Nader  
**Orientador:** Prof. Alair Dias Junior (DELT/UFMG)  
**Supervisor:** Rafael Padovezi Miranda (Radix Engenharia e Software)

Detectar a localização de ativos e pessoas é um desafio recorrente na Engenharia. Sistemas de Localização em Tempo Real são uma tecnologia em constante estudo e possuem aplicações em diversas áreas, como segurança, controle de processos, logística e saúde. Este trabalho apresenta o projeto de um sistema de localização em tempo real baseado na força do sinal recebido (*Received Signal Strength Indication* - RSSI) e sua avaliação em aplicações de localização *Indoor*. O RSSI, embora apresente como desvantagens uma alta variabilidade e interferência, possui um custo de implementação em hardware menor em comparação a outros métodos. Devido a isso, foram objetivos do projeto avaliar a relação do RSSI com a distância e a posição de transmissores de radiofrequência inseridos em ambientes conhecidos, desenvolver modelos que relacionassem essas grandezas e implementá-los em software. No projeto, foram feitos dois experimentos: Um para avaliar a relação entre a distância e o valor de RSSI e outro para avaliar a relação entre a posição e o valor medido. Com os dados obtidos nos experimentos, alguns modelos baseados em redes neurais foram desenvolvidos e comparados. Após essa análise, o modelo com melhor desempenho foi implementado em um componente de software e utilizado dentro de um Sistema de Localização em Tempo Real completo. Ao final do projeto, o sistema obtido foi capaz de reduzir erros causado pela alta variabilidade do sinal e obter posições com um erro médio de 0.4 metros.

***ANÁLISE DE EQUIVALENTES DINÂMICOS EM UM SISTEMA DE POTÊNCIA***

**Aluno:** Fernanda de Moraes Martins  
**Orientador:** Prof. Rodney Rezende Saldanha (DEE/UFMG)  
**Supervisor:** Dr. Adriano Chaves Lisboa (Gaia)

Com a crescente demanda de energia elétrica, os sistemas de potência se tornaram cada vez mais complexos e conseqüentemente mais propensos a sofrerem faltas e blackout. Essa realidade torna necessário realizar análises frequentes, de modo a garantir que continuem operando dentro dos requisitos de segurança, confiabilidade e eficiência. Para implementar a análise, quando o sistema está sujeito a grandes perturbações, realiza-se um estudo da estabilidade transitória do mesmo. Esse trabalho, tem como objetivo implementar uma investigação da estabilidade transitória de um determinado sistema de potência, através de equivalentes dinâmicos. A curva original do sistema, obtida pelo método trapezoidal implícito, utilizada por meio do software ANATEM, será aproximada pelo método dos mínimos quadrados e lógica fuzzy. A aproximação obtida pelos mínimos quadrados gerará os parâmetros do equivalente dinâmico. Esse equivalente será submetido a testes de variação da janela do tempo de duração da falta, e ao teste de variação do barramento que sofre a falta, para verificar sua eficiência e validar o algoritmo. Esse projeto foi desenvolvido no Laboratório de Otimização e Projeto Assistido por Computador (LOPAC), localizado na Universidade Federal de Minas Gerais, em parceria com a empresa Gaia, solutions on demand, localizado no Parque Tecnológico de Belo Horizonte (BHTEC).

**DESENVOLVIMENTO DE UMA PLANTA DIDÁTICA PARA ENSINO DE  
CONTROLE DE SISTEMAS A EVENTOS DISCRETOS**

**Aluno:** Filipe Augusto Azevedo Caixeta  
**Orientadora:** Prof<sup>ª</sup>. Patrícia Nascimento Pena (DELT/UFMG)  
**Supervisor:** Gustavo Caetano Rafael (LACSED)

No contexto do ensino universitário, nota-se majoritariamente a presença de disciplinas teóricas. Especificamente na área de engenharia, é indubitável a importância de atividades práticas para o aprendizado e desenvolvimento técnico do aluno. Observando essa demanda, objetivou-se nesse trabalho o desenvolvimento de uma planta didática para ensino de controle de Sistemas a Eventos Discretos (SEDs). Para isso, objetivou-se implementar a Teoria de Controle Supervisório (TCS) nessa planta, a fim de se cumprir os requisitos de funcionamento desejados. Com a planta didática, espera-se ilustrar os conceitos aprendidos na disciplina de Sistemas a Eventos Discretos através de atividades práticas, nas quais os alunos poderão modelar problemas de SEDs e utilizar a TCS para controlar a planta por meio de uma implementação em Arduino.

O projeto foi desenvolvido no LACSED, Laboratório de Análise e Controle de Sistemas a Eventos Discretos, o qual tem como principal objetivo o desenvolvimento e aplicação de teorias de sistemas a eventos discretos em problemas de engenharia.

No trabalho foram realizadas etapas como a montagem física da planta didática desejada, modelagem do problema, implementação e criação de um aplicativo que funciona como roteiro didático para utilização da planta. Para isso, durante o desenvolvimento foram utilizados os seguintes softwares: UltraDES para modelagem do problema, TCT e Matlab para gerar os Supervisores Modulares Locais Reduzidos, Arduino para implementação e MIT App Inventor para o aplicativo que contém as tarefas práticas.

Por fim, obteve-se uma planta didática sob um controle supervisório minimamente restritivo, respeitando as especificações desejadas. Além disso, foi desenvolvida uma metodologia que pode ser replicada a outras plantas, assim como uma implementação flexível, através de supervisores modulares locais, o que facilita a alteração ou ampliação posterior da planta.

**DETECÇÃO DE INTRUSÃO EM REDES DE COMPUTADORES VIA  
CLASSIFICADOR POR ARESTAS DE SUPORTE**

**Aluno:** Gabriel Araújo Antunes  
**Orientador:** Prof. Antônio de Pádua Braga (DELT/UFMG)  
**Supervisor:** Gustavo Rodrigues Lacerda Silva (LITC - DELT/UFMG)

A detecção de intrusão é uma área que desperta grande interesse em pesquisas acadêmicas, sobretudo com a ampla popularização de sistemas computacionais e da internet. Informações sensíveis são constantemente trafegadas pela rede ou armazenadas em computadores e servidores conectados à internet. Possivelmente, estão expostas a uma infinidade de programas maliciosos que tentam explorar as vulnerabilidades de um sistema, a fim de conseguir acessos não autorizados, roubar informações ou desabilitar serviços importantes. Os sistemas de detecção de intrusão (IDS) são cada vez mais importantes no contexto de segurança cibernética para lidar com o número crescente de ataques. Atualmente, muitos IDS utilizam abordagens nas áreas de inteligência artificial, aprendizagem de máquina, análise estatística, entre outras. Nesse trabalho é proposto a utilização de um classificador denominado Classificador por Arestas de Suporte (CLAS) na aplicação de problemas que envolvem ataques em redes de computadores. O método é baseado no Grafo de Gabriel e em um decisor bayesiano para gerar um modelo preditivo com a finalidade de classificação de um conjunto de padrões, de acordo com suas características. O método foi avaliado em duas bases de dados *NSL-KDD Cup* e *Kyoto 2006+ dataset*, ambas amplamente citadas em trabalhos da área. Os testes realizados apresentaram boa capacidade de detecção e generalização da abordagem, com resultados próximos ao popular *SVM*.

**DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA SUPERVISÓRIO PARA  
COMISSIONAMENTO DE SENSORES INDUSTRIAIS**

**Aluno:** Gabriel Miranda Ventura Leite  
**Orientador:** Prof. Anísio Rogério Braga (COL-SETOR DE  
ELETRÔNICA/COLTEC-UFMG)  
**Supervisor:** Eng. Thiago Almeida (Weber Automação)

Os sistemas de automação industrial utilizam tecnologias de comunicação e computação para automatizar a monitoração e controle de processos industriais, efetuando a coleta de dados e disponibilizando de forma amigável para um operador, com recursos gráficos elaborados (interfaces homem-máquina) e conteúdo multimídia. Apresenta-se o desenvolvimento de um sistema supervisório dedicado para comissionamento de sensores industriais em uma maleta de demonstração de funcionalidades e uso de sensores. Descreve-se brevemente fundamentos teóricos utilizados no desenvolvimento de um sistema supervisório estabelecendo terminologia e conceitos práticos utilizados. A instrumentação embarcada na maleta de demonstração é descrita por partes com detalhes técnicos de sensores e atuadores que integram o "Demo Kit Weber Indústria 4.0". Toda a arquitetura do projeto, descrição da programação dos controladores lógicos e os procedimentos e processos empregados no desenvolvimento das telas de supervisão utilizando a estrutura do ARGEE e CODESYS é apresentada. Resultados de testes de uso da maleta de demonstração ilustram o trabalho prático operacionalizado pelo hardware e software implementados.

**MODELAGEM LINEARIZAÇÃO E CONTROLE DE UM VEÍCULO AÉREO  
NÃO TRIPULADO**

**Aluno:** Gabriela Luíza Costa

**Orientador:** Prof. Dimas Abreu Archanjo Dutra (DEMEC/UFMG)

Este trabalho engloba o estudo da dinâmica de aeronaves de asa fixa não tripuladas, entendimento do funcionamento físico e das equações que regem tal sistema, modelagem deste utilizando o Matlab/Simulink, trimagem, linearização do modelo, geração de requisitos de controle e projeto de um piloto automático de altitude. Como forma de comprovação de conceito, utilizou-se o veículo aéreo não tripulado (VANT) Aerosonde - cujos parâmetros do modelo de mecânica do voo podem ser facilmente encontrados na literatura - para o desenvolvimento de todo o projeto do piloto automático. Ao final do projeto, obteve-se não só um piloto automático de altitude para uma aeronave específica, mas também o desenvolvimento de um projeto completo de controle para uma aeronave, que pode ser utilizado como base para criação de pilotos automáticos de outras variáveis

Palavras-Chave: Sistema de Controle; VANT; Aeronave de Asa Fixa; Piloto Automático; Aerosonde; Controlador PID.

***PLATAFORMA MODULAR DE INTEGRAÇÃO A SISTEMAS  
INTELIGENTES E CONTROLE DE POTÊNCIA EM TENSÃO ALTERNADA***

**Aluno:** Guilherme Martins Garcia

**Orientador:** Prof. Danilo Iglesias Brandão (DEE/UFMG)

Este trabalho teve como objetivo o projeto e a implementação de uma plataforma básica, modular e genérica capaz de integrar sensores e aparelhos eletrônicos a plataformas inteligentes como as encontradas na internet das coisas e na automação residencial. Em alguns equipamentos tal integração ocorre através do controle da potência entregue a eles. Este trabalho trata tanto da estratégia de comunicação desenvolvida para viabilizar tal sistema modular distribuído quanto dos módulos de controle de potência e monitoramento desenvolvidos. São apresentados modelos genéricos, e altamente configuráveis, criados para a simulação dos circuitos de controle de potência diante de diversos tipos de cargas e topologias do circuito de controle. As características da plataforma possibilitam o seu uso em diferentes áreas e contextos com pequenas alterações e adaptações. Foi realizado o projeto e implantação do módulo de potência para uma carga típica de automação residencial comprovando a viabilidade da utilização do sistema neste contexto. Ao fim são apresentadas diversas possibilidades de melhoria da plataforma através da continuação do projeto.

**DESENVOLVIMENTO DE INSTRUMENTAÇÃO PARA LOCALIZAÇÃO DE UM ROBÔ MÓVEL AGRÍCOLA**

**Aluno:** Gustavo Borges Piuzana Barbosa  
**Orientador:** Prof. Leonardo Amaral Mozelli (DELT/UFMG)

Devido ao alto investimento dos setores públicos e privados no Brasil, as atividades agrícolas cresceram na última década. Consequentemente, isto favoreceu que o país tivesse uma situação destaque no setor, no qual manter essa posição é uma tarefa bastante complicada. É necessário continuar produzindo em grande quantidade e qualidade para atender as demandas do mercado interno e externo. Para garantir esses resultados, utilizar a tecnologia é um passo fundamental. Este projeto final de curso tem como objetivo desenvolver instrumentação para um robô móvel agrícola, coletando dados e otimizando a produção das mesmas. Esse robô autônomo é um carrinho que possui um minicomputador embarcado, Raspberry PI3, para realizar comandos de controle de posição e velocidade para a navegação nesses terrenos. Sensores serão utilizados para realizar as medições, e tais sensores estarão sujeitos a ruídos que influenciam negativamente na ação do controle do robô. Devido a isso, um Filtro de Kalman foi implementado a fim de reduzir esses ruídos, evitando erros no controle de posição e velocidade do carrinho. Para desenvolver esse filtro, algumas atividades são necessárias. Primeiramente foi construído uma base para aumentar o espaço onde acoplar os diversos dispositivos necessários para o funcionamento do robô. Alguns desses dispositivos são: um Encoder para medir a velocidade e distância, e um Smartphone com Android para medir e calcular a posição, velocidade e aceleração do carrinho. Além disso, um Arduino foi instalado para realizar os cálculos matemáticos sem sobrecarregar a Raspberry. Com todos os dispositivos em funcionamento, foi encontrado um modelo do sistema, e a partir dele, executado o Filtro de Kalman com os dados adquiridos por testes e validado o funcionamento do filtro.

**PEREDIÇÃO DE SÉRIES TEMPORAIS UTILIZANDO O FANTASY GAME  
CARTOLA FC**

**Aluno:** Gustavo Martins Domingues

**Orientador:** Prof. Frederico Gadelha Guimarães (DEE/UFMG)

O fantasy game Cartola FC, produzido pelo Globo.com, tem atraído milhões de jogadores, assim como jogos do mesmo estilo em outros países e outras modalidades. Pessoas gastam muito tempo vendo jogos e estudando atletas para escolher os melhores para o seu time. Para facilitar esta tarefa foi desenvolvida uma ferramenta capaz de prever o desempenho dos atletas na próxima rodada e assim sugerir um time com alta probabilidade de pontuar de forma competitiva. O problema foi tratado como uma série temporal e aplicado o modelo estatístico de predição ARIMA. O modelo ajustado apresentou alto erro médio quadrático, mas quando aplicado à escolha de times e comparado com a média de pontuação da plataforma ele apresenta desempenho superior.

**MONITORAMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA PARA APLICAÇÕES  
RESIDENCIAIS**

**Aluno:** Igor Alberto Marques Gonçalves

**Orientador:** Prof. Carlos Henrique de Moraes Bomfim (DELT/UFMG)

Hoje vivemos em uma sociedade que em sua maioria é extremamente dependente do fornecimento de energia elétrica, desde residências até grandes indústrias, entretanto, o controle do consumo por muitas vezes não é implementado nesses locais. Também tem crescido o número de concessionárias de energia elétrica que tem fornecido planos de tarifas diferenciadas para atender diversas demandas e necessidades. Compreendendo essa nova necessidade esse trabalho tem o intuito de sugerir uma nova arquitetura para um sistema de medição de energia elétrica para residências e pequenas indústrias sem dependências de fios e com uma central de gerenciamento de informação. Buscou-se aplicar novas tecnologias para implementar um sistema composto por dois dispositivos, sendo múltiplos Aquisitores de dados, que funcionará como um sensor de tensão ou corrente, e um Gerenciador de dados, que irá receber os dados, trata-los, armazena-los e dispor os mesmo de forma útil e simples. Esse trabalho apresenta o desenvolvimento de um sistema composto por dois dispositivos, desde sua concepção filosófica até a construção dos hardwares, firmware, software e também os testes dos mesmos validando todo o sistema proposto e sua funcionalidade. O sistema utiliza-se de ferramentas de comunicação e filosofias da Internet Industrial das Coisas - IIOT para permitir a utilização em um ambiente de informação na nuvem. Verificou-se que a arquitetura cumpri os objetivos propostos e que pode atender à necessidade que existe hoje de um sistema capaz de fornecer dados suficientes para o gerenciamento e controle da demanda de energia elétrica de uma residência ou pequena empresa permitindo o gerenciamento eficiente dos custos destes insumos.

***INFRAESTRUTURA PARA MONITORAMENTO DISTRIBUÍDO DE  
CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA EM UMA RESIDÊNCIA***

**Aluna:** Jayne Silva Guimarães

**Orientador:** Prof. Hugo César Coelho Michel (DELT/UFMG)

Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um sistema de medição de energia elétrica de forma distribuída utilizando um sistema embarcado para tal. Ao fim da implementação, provê uma infraestrutura capaz de capturar medidas de consumo energético de diversos pontos em uma residência e, por meio de uma aplicação desenvolvida, registrá-las em um arquivo. A motivação se dá devido à implementação da tarifa branca no Brasil, que é uma nova modalidade de tarifação para consumidores de baixa tensão, principalmente os do “grupo B”. O principal objetivo do projeto é possibilitar que o usuário tenha acesso ao seu perfil de consumo, para que estas informações possam ajudá-lo a decidir se é mais vantajoso aderir à nova modalidade de tarifação, que incentiva a redistribuição de cargas ao longo do dia, para evitar que os horários de ponta sejam sobrecarregados. Ao longo do texto apresentam-se os circuitos projetados para os módulos de medição, além do fluxograma executado no desenvolvimento da aplicação. Ao final do trabalho, apresenta-se uma aplicação prática do mesmo, comparando o consumo de duas cargas e exemplificando como a estrutura desenvolvida pode ser útil na decisão de economizar energia.

**UMA APLICAÇÃO DE REALIDADE AUMENTADA NA ASSISTÊNCIA AO  
OPERADOR DE CAMINHÕES FORA DE ESTRADA**

**Aluno:** João Victor Rezende Cosme  
**Orientador:** Prof. Alair Dias Júnior (DELT/UFMG)

A Realidade Aumentada (AR) integra, atualmente, o grupo de tecnologias exploradas para a concretização da Indústria 4.0. A ideia de sobrepor elementos virtuais sobre o ambiente real, proposta pela AR, tem grande potencial para assistir operadores na execução de suas tarefas no contexto industrial. O presente trabalho buscou, por meio desta tecnologia, solucionar um problema recorrente em áreas de construção e mineração: a baixa visibilidade para o condutor de caminhões fora de estrada que, não raramente, causa graves acidentes e prejuízos financeiros. Assim, propôs-se o desenvolvimento de um sistema de assistência ao operador, capaz de produzir uma visualização aumentada a partir dos dados provenientes de uma câmera e de um radar de detecção de obstáculos. Um protótipo foi implementado na forma de um sistema embarcado, tendo um *Raspberry Pi* como unidade de processamento dedicada, responsável por executar o software de AR desenvolvido. A aquisição de dados do radar demandou a montagem de uma rede CAN (*Controller Area Network*), além da criação de um módulo de software para leitura de mensagens enviadas através da rede. A captura de imagens da câmera, bem como a combinação com os elementos virtuais, foram feitas por meio da biblioteca de software *OpenCV*. Duas versões para a interface de AR foram criadas: a primeira produz um gráfico de proximidade, e a segunda aponta diretamente o posicionamento de obstáculos sobre a imagem. Um experimento de validação de ambas as versões foi conduzido em uma área externa, onde foi atestada a capacidade de detecção e geração da visualização aumentada pelo sistema.

**CONTROLE PREDITIVO DE TEMPERATURA DE FORNOS CONTÍNUOS  
DE REAQUECIMENTO**

**Aluna:** Kamila Lissoni Aguiar  
**Orientador:** Prof. Guilherme Vianna Raffo (DELT/UFMG)  
**Supervisor:** Eng. Filipe Andersonn Teixeira da Silveira (Aperam South America)

Fornos contínuos de reaquecimento são utilizados na indústria siderúrgica para recozimento das tiras de aço. As tiras são reaquecidas, seguindo um perfil de temperatura desejada, para tratamento térmico do aço, garantindo as propriedades mecânicas e metalúrgicas requeridas. O controle de temperatura dos fornos é de essencial importância, visto que tem impacto direto na qualidade do produto e consumo de energia. Esse consumo é responsável pela parcela mais onerosa na indústria siderúrgica integrada. Aumentar a eficiência energética do processo requer a otimização ou implementação de projetos de controle avançado. Neste trabalho é realizado estudos relacionados ao controle preditivo baseado em modelo (*Model Predictive Control*, MPC) para controle de temperatura de fornos contínuos de reaquecimento da Aperam South America. Os controladores preditivos se apresentam como uma importante técnica de controle avançado de processos industriais. Dois algoritmos de MPC foram utilizados, controle por matriz dinâmica (*Dynamic Matrix Control*, DMC) e espaço de estados, com o objetivo de seguir referência e rejeitar distúrbios mensuráveis e não-mensuráveis. Os distúrbios mensuráveis são compensados com a introdução da ação *feedforward* no cálculo da lei de controle. Ambos algoritmos foram validados através de resultados de simulação e comparados com uma estratégia de controle PID.

**CONTROLE DE AMBIENTE DOMÓTICO À DISTÂNCIA POR MEIO DE  
COMANDOS DE VOZ**

**Aluno:** Laila Matuck de Paula Reis  
**Orientador:** Prof. Daniel Fernandes Macedo (DCC/UFMG)

O avanço da tecnologia da Internet das coisas traz consigo uma promessa de facilitar e melhorar a qualidade de vida da população. Essa melhoria, aliada ao desenvolvimento de dispositivos inteligentes controlados por comandos de voz, acontece de forma natural e acessível a diferentes nichos sociais. Pode-se enfatizar, por exemplo, a facilidade de utilização desses dispositivos por deficientes visuais ou pessoas com alguma limitação física e, também, por pessoas de idade avançada que tenham dificuldade em manusear as plataformas digitais existentes. Além disso, a possibilidade de controlar dispositivos inteligentes à distância traz maior comodidade e segurança para seus usuários de modo geral.

Este projeto foi realizado no Laboratório Winet, localizado no IDEX - Instituto de Ciências Exatas, na Universidade Federal de Minas Gerais. Seu objetivo é controlar por meio de comandos de voz, através de uma assistente virtual, os dispositivos localizados em uma sala inteligente. Para isso, foi preciso inicialmente estudar o projeto de um gerenciador de ambientes inteligentes chamado ManIoT. O próximo passo foi desenvolver em plataformas de programação na nuvem, através dos softwares Alexa Skills Kit e Lambda function developer, disponibilizados pela Amazon.com, funções de tratamento de comandos de voz reconhecidos através da assistente virtual Alexa. Foram determinadas as frases que o usuário poderia utilizar e seriam reconhecidas pela assistente e os procedimentos de ação tomados nessas funções para cada uma delas. A seguir, foi desenvolvido na plataforma DynamoDB um banco de dados na nuvem para armazenar informações sobre os sensores e comandos dados pelo usuário, gravados no banco através da função previamente desenvolvida. A última parte do desenvolvimento consistiu em criar classes JAVA no código do ManIoT que fossem capazes de acessar os dados armazenados na nuvem e atuar nos dispositivos da sala de acordo com a informação encontrada. Depois de concluído todo o desenvolvimento proposto, foi montado um ambiente para teste, onde a plataforma desenvolvida foi testada e os resultados obtidos puderam ser analisados. Os testes realizados foram satisfatórios, de forma que a solução proposta no trabalho foi validada. Para a execução dos testes foram utilizados um Raspberry pi, responsável pela execução do código do ManIoT, um NodeMCU, responsável por realizar a conexão via Wifi entre o Raspberry e um Relé, que foi utilizado para controlar as luzes da sala de testes.

**DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE MEDIÇÃO BASEADO EM ESPECTROSCOPIA RESOLVIDA NO TEMPO E NO ESPECTRO DA ENERGIA: INTEGRAÇÃO DE UM ESPECTRÔMETRO TRIPLO A UM MOTOR DE MICROPASSOS**

**Aluno:** Luana da Costa Faria  
**Orientador:** Prof. Hugo César Coelho Michel (DELT/UFMG)  
**Supervisor:** Prof. Franklin Massami Matinaga (DF/UFMG)

Esse projeto consiste da integração de um espectrômetro triplo a um motor de micropassos controlado e acoplado a um espelho para redirecionamento do laser. O objetivo dessa integração é implementar a técnica de espectroscopia resolvida no tempo utilizando um laser da ordem de femtossegundos para análise da geração de segundo harmônico em um cristal não linear. É utilizada a linguagem G do ambiente LabView para desenvolver uma aplicação que comanda o espectrômetro e uma aplicação que comanda o motor. A primeira é uma aplicação servidora que ao receber uma conexão da aplicação cliente (segunda): 1) adquire e salva um espectro referente à emissão de uma amostra na qual os pulsos de laser incidem; 2) calcula a intensidade integrada desse espectro por meio de um ajuste de curva; 3) plota em um gráfico o espectro adquirido e o ajuste realizado; 4) envia a intensidade integrada para o cliente conectado e 5) retorna ao estado de espera por novas conexões. A aplicação cliente é responsável pelo acionamento do motor de micropassos. A cada passo realizado, é aberta uma conexão com a aplicação servidora para que seja realizado um espectro daquela posição correspondente a um atraso temporal causado pelo deslocamento micrométrico do espelho acoplado ao motor. Esse projeto é realizado no Laboratório de Fotônica do Departamento de Física do Instituto de Ciências Exatas na Universidade Federal de Minas Gerais.

**IDENTIFICAÇÃO E RASTREAMENTO DE TUBOS COM O USO DE RFID  
EM UMA USINA SIDERÚRGICA**

**Aluna:** Luísa Guimarães Carlos Lima  
**Orientadora:** Prof<sup>ª</sup>. Maria Auxiliadora Muanis Persechini (DELT/UFMG)  
**Supervisor:** Diego Silva Melo (Vallourec Soluções Tubulares do Brasil S.A.)

O presente trabalho propõe o uso da tecnologia RFID (Radio Frequency IDentification) para otimizar o processo de inventário e localização dos tubos petrolíferos produzidos na Vallourec Soluções Tubulares do Brasil S.A. A empresa é líder em produção de tubos de aço sem costura premium e seus principais clientes são empresas petrolíferas que adquirem os tubos para serem utilizados em extração de petróleo. Os tubos petrolíferos possuem um alto valor agregado, difícil movimentação por serem muito pesados e compridos, além do fato de que o controle de inventário e análise de dados dos tubos podem trazer muitos ganhos ao processo de produção e ao gerenciamento do cliente.

A tecnologia mais utilizada hoje na indústria para rastreamento de ativos é o código de barras. Porém, a leitura demanda um contato direto com o objeto, além de ser realizada somente quando o leitor está bem próximo ao código. Além disso, não é possível realizar uma leitura simultânea ou com a superfície manchada ou suja, sendo uma leitura lenta e única. O trabalho ocupa-se do estudo da tecnologia RFID para ser implantada na linha de produção da Vallourec com o objetivo de fornecer tubos petrolíferos com identificação por radiofrequência.

O projeto consiste no estudo e especificação da etiqueta RFID a ser utilizada da forma mais simples, rápida e que seja economicamente viável, além de propor um processo automático na identificação por radiofrequência através da instalação de uma impressora RFID na linha de produção. Com a tecnologia RFID, a identificação de tubos é feita sem a necessidade de leitura direta, possibilitando uma identificação simultânea, reduzindo o tempo necessário para localização de um tubo no estoque, além de possibilitar o acesso aos dados históricos do tubo através da rastreabilidade proporcionada pela tecnologia. Portanto, através da tecnologia RFID e integração de sistemas é possível implementar uma solução para identificação e rastreamento dos tubos petrolíferos da Vallourec.

**APLICAÇÃO DE TÉCNICAS DE CONTROLE ROBUSTO À UMA PLANTA  
DE CONTROLE DE TEMPERATURA**

**Aluno:** Manoel Henrique Souza Lima

**Orientador:** Prof. Alexandre Rodrigues Mesquita (DELTA/UFMG)

Este projeto foi desenvolvido no Laboratório de Controle e Automação, localizado na Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais. Seu objetivo é testar técnicas de Controle Robusto e implementá-las em uma planta de Controle de Temperatura presente no laboratório. Para isso, foi preciso analisar a planta, estudar os projetos de controladores anteriormente desenvolvidos e determinar as condições e requisitos de operação para que o trabalho fosse realizado. Por se tratar de um sistema sujeito à ruídos e distúrbios, foi projetado um Controlador Robusto utilizando a técnica de  $H^\infty$  *Mixed-Sensitivity*. Para a obtenção das características dinâmicas da planta, foi utilizado um Sinal Binário Pseudo Aleatório (PRBS ou *Pseudo-Random Binary Sequence*) e, com os modelos estimados do sistema, foi feita sua análise em malha aberta. Com os modelos validados, foram realizadas análises no domínio da frequência e o controlador foi projetado de acordo com os requisitos de projeto desejados e, posteriormente, adicionado à planta e a malha do sistema foi fechada. Para a execução de todas as etapas, foram utilizados diversos componentes desde o quadro de disjuntores, transformadores, placas eletrônicas, computador com interface para acesso aos parâmetros do controlador, até a torneira em si. Além disso, o *software* MATLAB com o *Robust Control Toolbox*, para auxiliar na obtenção do Controlador Robusto.

**SISTEMA DE CONTROLE DE MOVIMENTO DE CÂMERA PARA ANIMAÇÃO EM STOP MOTION**

**Aluno:** Marco Túlio Lemos Mendonça  
**Orientador:** Prof. Ricardo de Oliveira Duarte (DELT/UFMG)  
**Supervisor:** Daniel Herthel de Araújo (Oficina Herthel)

O objetivo do projeto é construir um sistema de controle de câmera para criação de animações em *Stop Motion*. O sistema é controlado pelo programa de captura e edição DragonFrame que envia comandos a um microcontrolador que gerencia o acionamento dos atuadores. O DragonFrame é um *software* proprietário, e portanto o projeto se limita à interface de comunicação já existente, desenvolvendo o *hardware*, que consiste em toda a estrutura física que guia e movimenta a câmera, o sistema embarcado e o *software* do sistema embarcado.

O projeto foi desenvolvido na Oficina Herthel. A Oficina Herthel é uma empresa de Artes, Ofícios e Design que fabrica utilidades, brinquedos e elementos para animação, em madeira. A empresa também desenvolve projetos de animação, produzindo curtas que são apresentados em feiras e eventos de artes e ofícios e que por fim são disponibilizados na internet. O proprietário da Oficina Herthel, Daniel Herthel, foi o supervisor do projeto e também parte atuante dele. Todo o equipamento de construção da estrutura de madeira foi realizada por ele na Oficina Herthel.

Para o desenvolvimento do projeto nos inspiramos no elemento iterativo das técnicas de Desenvolvimento Ágil como o Scrum. Semanalmente, o desenvolvimento da semana anterior foi testado, requisitos revisados, e novas entregas marcadas para a próxima reunião. Desta forma, os quatro segmentos em que o projeto foi dividido, Movimento de Câmera; Acionamento; Controle; Software Embarcado; se desenvolveram passando pelas etapas de: Levantamento de requisitos; Projeto; Construção; Integração; Testes.

O que resultou em um sistema de baixo custo, com resultados cinematográficos de classe mundial. No entanto, apesar do funcionamento conforme se especificado e também com algumas funcionalidades extras que aumentam a segurança da operação do equipamento, há ainda refinamentos a serem feitos. Refinamentos essencialmente estéticos e preventivos para uma melhor durabilidade dos cabos que estão sujeitos a fadiga e desgaste com o uso do sistema.

**UM ESTUDO SOBRE ALGORITMOS EVOLUTIVOS DE AGRUPAMENTO E  
SUA APLICAÇÃO EM FLUXOS DE DADOS CONTÍNUOS**

**Aluno:** Pedro Henrique Da Silva Vieira Tavares  
**Orientador:** Prof. Cristiano de Leite Castro (DEE/UFMG)

Um dos maiores ativos das organizações é o grande volume de dados que elas geram continuamente a partir de seus processos e operações. A prática da análise destes dados fornece informações valiosas para organizações que desejam tomar decisões mais assertivas com base no conhecimento extraído de seus dados. Além do mais, a análise de dados permite, por exemplo, que empresas compreendam melhor o perfil e comportamento de seus clientes, podendo fornecer a seus clientes melhores produtos e serviços, e também, melhorem seus processos internos para que possam sobreviver ao mercado cada vez mais competitivo. Uma das formas de extrair conhecimento de fluxo de dados contínuos, gerados de forma consecutiva e incremental, é via aplicação de métodos de agrupamento de fluxo de dados contínuos.

O presente trabalho apresenta um método evolutivo e autônomo de agrupamento de fluxo de dados contínuos chamado Teda-Cloud. O método utiliza como núcleo a técnica de estimação de densidade recursiva e foi desenvolvido com o objetivo de evitar a rigidez das restrições utilizadas pelos métodos de agrupamento tradicionais, que pressupõem independência de geração dos dados e obrigatoriedade do conhecimento a priori de sua distribuição. A avaliação do Teda-Cloud foi dividida em duas etapas: A primeira etapa teve como objetivo apresentar os resultados de forma visual, validando a capacidade do algoritmo de encontrar novos agrupamentos e detectar mudanças graduais de conceito nos dados. A segunda etapa teve como objetivo avaliar a efetividade do algoritmo em aplicações de dados reais. Nesta etapa, os resultados do método foram comparados com o algoritmo amplamente conhecido K-means incremental utilizando métricas internas e externas de performance e comparações visuais dos resultados dos agrupamentos. O método Teda-Cloud se mostrou satisfatório e obteve melhor performance em relação ao K-means incremental em todas as bases de dados, o credenciamento como uma promissora abordagem para agrupamento de fluxo de dados contínuos em aplicações reais.

Palavras-chave: Teda-Cloud, Teda, Algoritmos Evolutivos Não-Paramétricos de Agrupamento, Fluxo de Dados Contínuos, Estimação de Densidade Recursiva.

**PROJETO E IMPLEMENTAÇÃO DE CONTROLADORES POR SÍNTESE  
DIRETA PARA UMA PLANTA DE NÍVEL**

**Aluno:** Pedro Henrique Dornellas Faria  
**Orientador:** Prof. Luis Antonio Aguirre (DELT/UFMG)

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Modelagem, Análise e Controle de Sistemas Não Lineares (MACSIN), do Departamento de Engenharia Eletrônica da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Seu objetivo consiste em projetar e implementar dois controladores digitais para uma planta piloto de nível. Para isso, foram utilizados dois métodos de controle por síntese direta: dead-beat e Dahlin. A planta apresenta comportamento dinâmico não linear, dessa forma foi necessário escolher um ponto de operação para que o sistema pudesse ser considerado linear em uma região. Optou-se por não realizar a identificação do modelo linear para esse sistema nesta monografia, para isso foram utilizados resultados obtidos em outros trabalhos. Contudo, foi feita a validação do modelo e uma breve análise da dinâmica não linear do sistema. Os métodos de síntese direta atuam anulando parte da dinâmica da planta. No caso deste trabalho foi necessário efetuar ajustes nos controladores devido às particularidades existentes no modelo linearizado da planta. Para efetuar o controle da planta foi necessário utilizar alguns componentes de hardware: um conversor de tensão-corrente, uma placa de aquisição de dados USB-6009 da National Instruments e um driver de comunicação NI-DAQmx 15.5. O MATLAB foi o software utilizado para a implementação dos controladores digitais. O trabalho apresentou resultados adequados, os controladores foram efetivos e as simulações foram validadas na planta. As divergências existentes, entre simulação e dados obtidos na planta, foram discutidas e analisadas ao final desta monografia.

***CARACTERIZAÇÃO DO OFFLOADING OUTBAND DE REDES 4G  
UTILIZANDO O WIFI DIRECT EM SMARTPHONES ANDROID***

**Aluno:** Pedro Henrique Horta Rates

**Orientador:** Prof. Daniel Fernandes Macedo (DCC/UFMG)

Este trabalho desenvolveu uma ferramenta para a análise do desempenho do descarregamento da rede 4G na forma de um aplicativo para smartphones com o sistema operacional Android. A aplicação permite que, por meio dela, dois ou mais dispositivos Android se conectem via WiFi Direct e compartilhem arquivos e mensagens através desta conexão. O objetivo da aplicação é demonstrar que a técnica de descarregamento de dados das redes móveis através do D2D é possível de ser implementada em smartphones Android empregando WiFi Direct, e resulta em melhor desempenho que o download individual de um mesmo conteúdo por diversos usuários utilizando a rede 4G. Os experimentos realizados utilizaram uma rede 4G experimental, implementada em um testbed localizado no prédio DCC - UFMG.

Os casos de testes realizados confirmaram os resultados esperados. Os experimentos indicaram a superioridade, em questão de desempenho, da conexão WiFi Direct sobre a rede 4G. Foi observada uma taxa de transferência média 69 vezes maior nos cenários utilizando apenas o WiFi Direct, em comparação com os testes utilizando só a rede celular. Além disso, os downloads via rede celular apresentaram timeout em diversos testes, o que não foi observado nas transferências via WiFi Direct.

**DESENVOLVIMENTO DE UM ANALISADOR DE QUALIDADE DE ENERGIA DE BAIXO CUSTO BASEADO EM DSP**

**Aluno:** Reginaldo César Nogueira

**Orientador:** Prof. Wallace do Couto Boaventura (DEE/UFMG)

O monitoramento da qualidade da energia elétrica é um assunto em voga, pois a crescente introdução de cargas não-lineares tem afetado cada vez mais a confiabilidade dos sistemas de potência. A qualidade da energia é medida avaliando-se a intensidade e a periodicidade das distorções das formas de onda da corrente e da tensão de um sistema elétrico. Neste contexto, as ferramentas de processamento de sinais possibilitam a análise dos sinais de corrente e tensão a fim de identificar os fenômenos que degradam a qualidade da energia. Além da importância técnica para o sistema elétrico, a qualidade de energia pode funcionar como assunto motivador para a aplicação prática desses conceitos no âmbito dos cursos de graduação em engenharia. Os equipamentos comerciais utilizados atualmente são caros e dificilmente são empregados em laboratórios de ensino de graduação. Neste trabalho são apresentadas as etapas de desenvolvimento de um protótipo de um analisador de qualidade de energia de baixo custo. Uma das principais aplicações deste dispositivo é funcionar como uma ferramenta didática capaz de despertar o interesse dos alunos para a aplicação prática das ferramentas de processamento de sinais. O sistema analisador de qualidade de energia foi implementado no processador digital de sinais (DSP) que compõe o *kit* de desenvolvimento Delfino Microcontroller TMDSDOCK28335 da Texas Instruments. O *software* de programação utilizado foi o Code Composer Studio, que também é fornecido pela Texas Instruments. O algoritmo desenvolvido neste protótipo utiliza a transformada rápida de Fourier (FFT) para o monitoramento das componentes harmônicas da rede elétrica de baixa tensão. O gráfico da FFT e a réplica do sinal de entrada são mostrados simultaneamente, em tempo real, na tela de um osciloscópio. Os resultados gerados pelo analisador foram validados pela comparação com as simulações da FFT feitas no *software* MATLAB. Uma vez validado, o baixo custo de implementação deste analisador mostra que esta é uma solução alternativa ao problema de restrição de investimento em laboratórios de ensino de engenharia da UFMG e de outras universidades.

**DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE AQUÁRIOS PARA ESTUDO  
DO PAPEL DA SINALIZAÇÃO DOPAMINÉRGICA NO  
DESENVOLVIMENTO DO CÉREBRO**

**Aluno:** Renato Arantes Netto Tunes  
**Orientador:** Prof. Eduardo Mazoni Andrade Marçal Mendes (DELT/UFMG)  
**Supervisor:** Prof. Bruno Rezende de Souza (DFIB/UFMG)

O trabalho desenvolvido consiste em um sistema simplificado de aquários com coleta e condicionamento da água circulante e controle integrado de pH e temperatura. O objetivo é fazer com que os aquários mantenham condições ideais para a criação, reprodução e o desenvolvimento saudável de peixes da espécie *zebrafish*, que são amplamente utilizados em experimentos de neurociência. O projeto foi desenvolvido no Núcleo de Neurociências da UFMG (NNC), que faz parte do Departamento de Fisiologia e Biofísica, no Instituto de Ciências Biológicas, em conjunto com o Departamento de Engenharia Eletrônica, ambos na Universidade Federal de Minas Gerais.

Inicialmente, foram definidos os sensores e atuadores que seriam necessários para o projeto, bem como a estrutura do sistema de aquários e a estratégia de controle das variáveis. Em seguida, foi montado um protótipo do tanque de condicionamento de água, onde os controladores de pH e temperatura foram testados.

Um controlador simples de ação liga-desliga foi desenvolvido para o controle da temperatura da água, que se mantém entre 27 e 28,5°C. O controlador *Online Neurofuzzy Controller* (ONFC) foi adaptado para o controle do pH no protótipo da planta, sendo capaz de manter o pH dentro da faixa desejada, entre 6,8 e 7,5. Foi desenvolvido um modelo de aquário, que será posteriormente construído e testado.

**PROPOSTA DE UM SISTEMA DE AUTOMAÇÃO DO CONTROLE DE  
ACESSO DAS MORADIAS UNIVERSITÁRIAS UTILIZANDO  
RECONHECIMENTO FACIAL**

**Aluno:** Robson Paulino da Silva  
**Orientador:** Prof. Walmir Matos Caminhas (DELT/UFMG)

O objetivo desse trabalho é demonstrar a viabilidade técnica e a estimativa de custo para automação do sistema de controle de acesso nas portarias das moradias universitárias da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Para isso será utilizado o reconhecimento facial através de Redes Neurais Convolucionais, visando um sistema que atue com discriminação, que otimize de forma eficiente o fluxo de entrada, e que agregue ferramentas de gestão ao processo. Nesse trabalho aborda-se como solução a perspectiva de uso de três API's em conjunto: a OpenCV que é uma biblioteca de visão computacional de código aberto utilizada para a detecção facial; a Amazon Rekognition que realiza reconhecimento facial; a Amazon Simple Storage Service que realiza o Serviço de Armazenamento em nuvem. São feitos os detalhes das instalações das APIs e dos testes realizados. Foi utilizado a interface IDE Eclipse com a linguagem Python para execução dos scripts. Para uma demanda mensal estimada em 35.000 operações de identificações faciais junto com um armazenamento em nuvem de até 1GB, obteve-se como resultado, um custo mensal de R\$ 132,45 (R\$ 0,004 por identificação facial). As câmeras de vídeo devem ser adequadas a captura de imagens de pessoas em movimento. O fluxo de entrada na portaria deve ser de uma pessoa por vez no ponto de captura de imagem e ter iluminação frontal a face.

Com base nos resultados dos testes com as APIs OpenCV e Amazon Rekognition, foi necessário desenvolver-se outras funcionalidades para contemplar os requisitos solicitados. As seguintes funções foram agregadas ao processo de reconhecimento facial: disparo da captura de imagem através da detecção facial do OpenCV; um sistema de registro em disco local da data e hora de todos os reconhecimentos faciais realizados pela API; Exibição do resultado da identificação facial em tela de fácil visualização; opção de três versões de funcionamento: modo automático, semiautomático e manual.

**SISTEMA DE AUTOMAÇÃO PARA AS UNIDADES DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS E EFLUENTES DO QUARTEIRÃO 10 DA UFMG**

**Aluno:** Rodrigo de Oliveira Brochado  
**Orientadora:** Prof.<sup>a</sup> Carmela Maria Polito Braga (DELT/UFMG)  
**Supervisor:** Prof. Carlos Augusto de Lemos Chernicharo (DESA/UFMG)

Apresenta-se o projeto de automação das unidades de tratamento, em escala experimental, localizadas no quarteirão 10 (Q10) do *Campus* Pampulha da UFMG. O Q10 é um espaço destinado ao desenvolvimento de pesquisas e difusão de tecnologias no tratamento de resíduos sólidos e efluentes, vinculado ao Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental (DESA) da UFMG. Neste espaço encontra-se a *pMethar*, uma plataforma de metanização de resíduos orgânicos, que realiza o tratamento dos resíduos alimentares dos restaurantes universitários do *Campus*. Em breve, o espaço também contará com uma Estação Sustentável de Tratamento de Esgoto (ETE Sustentável). Uma descrição do funcionamento da plataforma de metanização e da ETE Sustentável é apresentada, bem como toda a documentação desenvolvida para o projeto básico e parte do projeto detalhado do sistema de automação das unidades de tratamento em questão. Após levantamento de campo minucioso, toda a instrumentação e equipamentos disponíveis foram relacionados de maneira detalhada em tabelas/listas, além da instrumentação inexistente, mas prevista como necessária. Baseado nestas informações e seguindo o padrão IEC 61131-3 e as normas ISA-5.1 e ISA-5.4, desenvolveram-se as listas de entrada e saída dos CLP's, a arquitetura de automação do projeto, considerando a demanda de novos cartões de E/S, os fluxogramas de engenharia, os diagramas lógicos, os programas de instruções do CLP e as telas sinóticas de supervisão. O produto final é a documentação do projeto de automação dos processos do Q10 em um conceito integrador, viabilizando o uso de uma arquitetura CLP+SCADA, que integra os sistemas de todos os processos do quarteirão em um único sistema de operação e supervisão, com recursos de visualização e armazenamento dos dados de monitoramento, controle e testes sobre as plantas experimentais.

**ANÁLISE DA REDUÇÃO DO CONSUMO ENERGÉTICO EM DESIGNS  
ELETRÔNICOS A PARTIR DA SUBSTITUIÇÃO DE ESTRUTURAS  
LÓGICAS DE ALTO NÍVEL**

**Aluno:** Thiago Santos Sobrinho  
**Orientador:** Frank Sill Torres

Este trabalho propõe a substituição de macroestruturas específicas em designs eletrônicos de Circuitos Integrados (ICs do inglês Integrated Circuits) no estágio de NetList como uma metodologia possível para a redução do consumo energético nestes mesmos designs eletrônicos.

Esta substituição se dá no estágio de NetList, ou seja, após a síntese lógica, justamente como forma de tentar evitar a necessidade de realização de todas as etapas de projeto para se alcançar uma redução do consumo. Além de permitir alguma redução de consumo para designs que tenham um tamanho consideravelmente grande, sem a necessidade de realizar novamente a longa etapa de síntese lógica.

Talvez seja importante se levar em consideração que isto é aplicável quase que exclusivamente a designs hierárquicos do ponto de vista deste trabalho, pois estes possuem macroestruturas lógicas bem delimitadas mesmo após sua síntese lógica hierárquica. Esta característica nos fornece um texto estruturado que é facilmente substituível. Desta forma a substituição do texto referente e instanciação de uma dada estrutura lógica A pode ser substituído pelo texto de uma outra estrutura lógica B.

Foi verificado que a edição da NetList é possível sob certas circunstâncias e pode reduzir o consumo com aproveitamento quase que total da vantagem que as estruturas de menor consumo possuem em relação às estruturas iniciais.

**ESTUDO SOBRE A EXPANSÃO DA CAPACIDADE DE PLANTAS  
CIMENTEIRAS**

**Aluno:** Victor Nagib Kilson

**Orientador:** Prof<sup>ª</sup>. Carmela Maria Polito Braga (DELT/UFMG)

**Supervisor:** Marcus Vinicius Resende da Silva (Chemtech)

Apresenta-se uma metodologia para a execução de projetos detalhados de automação industrial para empreendimentos de expansão de plantas cimenteiras. Para demonstrar a metodologia, considera-se um projeto ficcional de renovação de um moinho de cru, em que se aplicam as etapas de elaboração previstas pela mesma. São abordados os aspectos de tomada de decisões quanto a viabilidade econômica da iniciativa de expansão, além das etapas previstas a um projeto de expansão de cimenteira. O desenvolvimento e a implementação de um projeto detalhado, executado pela Chemtech Serviços de Engenharia e Software Ltda., em Charlevoix, MI, EUA, com a participação deste autor, tem aspectos relevantes discutidos no Capítulo 4, como um estudo de caso da metodologia proposta nesta monografia. A exposição de tal metodologia visa à documentação deste conhecimento para a comunidade acadêmica e profissional, em especial para aqueles que atuam na área de projetos de automação e projetos detalhados multidisciplinares, para projetos relacionados a área de produção de cimento, projetos de expansão e renovação de plantas industriais

**DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA DE SIMULAÇÃO DO MÓDULO MICA EM AMBIENTE GRÁFICO. COMUNICAÇÃO OPC, DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE SIMULANDO MÓDULO MICA E LIGAÇÃO COM INTERFACE GRÁFICA**

**Aluno:** Victor Silva Fonseca

**Orientador:** Prof. Lucas Vinicius Ribeiro Alves (COLTEC/UFMG)

A Engenharia de Controle e Automação se configura complexa devido a quantidade de áreas envolvidas no processo. Para simplificar e melhorar o aprendizado dos alunos, professores da UFMG e CEFET-MG desenvolveram um módulo (MICA - Módulo de Instrumentação, Controle e Automação) com sensores, atuadores e controlador capazes de simular típicas situações em chão de fábrica. Este projeto visa desenvolver um protótipo de software que simule características básicas deste módulo para ampliar o acesso de alunos aos benefícios trazidos, tornando possível o estudo fora dos laboratórios da Universidade. O projeto foi desenvolvido no Laboratório de Eletrônica, Instrumentação e Controle de Processos (LEIC) do Colégio Técnico da UFMG (Coltec). O desenvolvimento do projeto foi baseado em metodologias de desenvolvimento de software e produto, seguindo etapas iterativas e incrementais, como: concepção do projeto, especificação e análise de requisitos, projeto de arquitetura de software, implementação e testes e validação. Para implementação do software foram respeitadas as diretrizes de programação orientada a objetos e o padrão de desenvolvimento MVC.

**CONTROLE DE UM ROBÔ QUADRÚPEDE COM MARCHA ESTÁVEL  
APLICADO A UMA PLANTA REAL**

**Aluno:** Werner Thomassen Andrade  
**Orientador:** Prof. Douglas Guimarães Macharet (DCC/UFMG)  
**Supervisor:** Prof. Armando Alves Neto (DELT/UFMG)

Robôs quadrúpedes possuem muitas vantagens, dentre elas, se tem a capacidade de transpor terrenos irregulares e imprevisíveis, mas essa capacidade é acompanhada de um custo elevado na complexidade de seu controle. Com algoritmos complexos e de alto custo computacional, passa a ser um desafio transpor um controle testado em simulação (com um computador de alta performance), para uma plataforma real que possui um sistema embarcado limitado.

Nesta monografia, o leitor encontrara uma discussão sobre o tema e uma possível solução que funcione em terrenos simples, mas, tendo em vista, uma plataforma fisicamente capaz de se locomover em terrenos irregulares.

Inicialmente se discute quais são as especificações necessárias para a plataforma, e então, os métodos de controle já conhecidos na literatura. A partir dessa discussão, pode-se especificar e simular uma plataforma utilizando Gazebo Simulator. Um controlador é testado e validado neste simulador e uma forma de se adaptar o controlador para uma plataforma real é proposta e então implementada.

***CONTROLE DE UM ROBÔ QUADRÚPEDE COM MARCHA ESTÁVEL  
APLICADO A UMA PLANTA REAL***

**Aluno:** Wilson Salomão Félix Júnior  
**Orientador:** Prof. Vinicius Mariano Gonçalves (DEE/UFMG)

Este trabalho apresentará um arcabouço de controle de robôs utilizando otimização e em especial programação quadrática. A programação quadrática vem sendo muito utilizada recentemente, neste trabalho duas abordagens serão apresentadas e em ambas abordagens, as restrições do ambiente serão inseridas no problema de otimização como desigualdades lineares na variável de decisão. Estas restrições podem ser bastante versáteis, modelando evitamento de obstáculos, limites de juntas, restrições de equilíbrio, não holonomias. Este trabalho também apresentará uma estratégia de recuperação quando o robô alcança um mínimo local, baseada em planejadores probabilísticos. Ela também considera as restrições do ambiente, pois assim como a estratégia principal é baseada em otimização. O trabalho em geral tem grande aplicação na robótica, porque pode ser utilizado para fazer o controle de qualquer tipo de robô, seja ele um robô manipulador, uma base móvel, um humanóide, entre outros. Nesta monografia, o objeto de estudo é um robô manipulador sobre uma base móvel não holonômica. Para validação do arcabouço, serão apresentadas simulações feitas no software Matlab.