

CURSO DE ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO

Luana Lima de Freitas

**SISTEMA COMPUTACIONAL PARA TOMADA DE DECISÕES E GERENCIAMENTO DA
ENERGIA ELÉTRICA EM SISTEMAS INDUSTRIAIS**

Santa Cruz do Sul
2013

Luana Lima de Freitas

**SISTEMA COMPUTACIONAL PARA TOMADA DE DECISÕES E GERENCIAMENTO DA
ENERGIA ELÉTRICA EM SISTEMAS INDUSTRIAIS**

Trabalho de Conclusão II apresentado ao
Curso de Engenharia de Computação da Uni-
versidade de Santa Cruz do Sul, para obten-
ção do título de Bacharel em Engenharia de
Computação.

Orientador: Prof^o Dr. Leonel Pablo Tedesco

Co-Orietador: Prof^a Msc. Daniela Saccol Peranconi

**Santa Cruz do Sul
2013**

CURSO DE ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO

Luana Lima de Freitas

**SISTEMA COMPUTACIONAL PARA TOMADA DE DECISÕES E GERENCIAMENTO DA
ENERGIA ELÉTRICA EM SISTEMAS INDUSTRIAIS**

Prof^o. Dr. Leonel Pablo Tedesco
Orientador
Prof^a. Msc. Daniela Saccol Peranconi
Co-Orietadora

Prof^o. Dr. João Carlos Furtado
Prof^o. Professor Fantasma
Avaliadores

Santa Cruz do Sul
2013

Dedicatória...

Agradecimentos Agradeço ao meu orientador, ao meu co-orientador, aos meus colaboradores, aos técnicos, à seção administrativa, à fundação que liberou verba para minhas pesquisas, aos meus amigos, à minha família e ao meu grande amor.

Resumo

O constante crescimento econômico pelo qual passa o país tem influenciado diretamente no aquecimento do setor industrial. Isto se reflete na modernização de parques e processos industriais, os quais trazem consigo uma demanda considerável de energia elétrica. A gestão de energia elétrica é um problema que atinge a sociedade em geral e diversos segmentos da atividade humana. Tal fato influi diretamente em despesas para a sua manutenção, assim como no impacto ambiental de uma região. A Qualidade de Energia Elétrica (QEE) e a Eficiência Energética (EE) são dois importantes parâmetros a serem considerados quando se trata de gestão energética e o desenvolvimento de sistemas computacionais que auxiliem na análise, monitoração e controle desses parâmetros. Neste contexto, este trabalho tem como principal objetivo a implementação de um método de tomada de decisão e gerenciamento da energia elétrica como ferramenta de auxílio em processos industriais.

Palavras-chave: Qualidade da Energia Elétrica, Eficiência Energética, Sistemas Embarcado, Tomada de decisão.

Abstract

The constant economic growth which passes through the country has directly influenced the heating industry. This is reflected in the upgrading of parks and industrial processes, which bring considerable demand for electricity. The management of electric power is a problem that affects society in general and various segments of human activity. This fact has a direct influence on costs for maintenance, as well as the environmental impact of a region. The Quality Electrical Energy (QEE) and Energy Efficiency (EE) are two important parameters to consider when it comes to energy management and the development of computer systems that assist in the analysis, monitoring, and control of these parameters. In this context, this paper has as main objective the implementation of a method of decision making and management of electrical energy as a tool to aid in industrial processes.

Keywords: Quality Electrical Energy, Energy Efficiency, Embedded System, Decision Making.

Lista de Figuras

Lista de Tabelas

Capítulo 1

Introdução

Mobilizar a sociedade para o uso eficiente da energia elétrica, combatendo o seu desperdício é a missão estratégica do PROCEL (Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica). A economia de energia elétrica proporciona inúmeras vantagens, entre elas a liberação de recursos para outras áreas e a contribuição para a preservação do meio ambiente [ELE10].

Os fatores que influenciam na Qualidade da Energia Elétrica (QEE) podem ser originados tanto nas concessionárias como nos sistemas consumidores [MEL08]. Estes distúrbios podem ser gerados por fenômenos naturais, por operações da concessionária ou pelos próprios consumidores. Da mesma forma que uma maior demanda em horário de ponta causa perturbações e desequilíbrio na rede, além de penalizações por parte da ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica) caso o consumo ultrapasse o limite contratado.

Contextualizando a QEE no cenário industrial, torna-se importante que as indústrias tenham um gerenciamento eficaz das demandas energéticas consumidas diariamente, evitando tanto o desperdício de energia quanto a diminuição da qualidade da mesma. Tendo em vista que a QEE pode chegar ao consumidor com um excelente padrão de qualidade, o mau gerenciamento, ou até mesmo problemas decorrentes da própria infraestrutura da empresa, podem implicar na diminuição da qualidade da energia consumida no processo industrial.

Conforme [SIL09] e [SOL04], as indústrias são peças importantes no contexto estudado, devido ao grande consumo de energia elétrica necessário em seus processos de produção. Em

função disto, [SOL04] define como pontos relevantes para a pesquisa dentro desta área: Conscientização para Eficiência Energética (EE); Gestão energética eficaz; Política de uso de tecnologias energeticamente eficientes; Monitoração da qualidade da energia consumida.

Com isso, justifica-se o estudo e desenvolvimento de um sistema que implementa uma metodologia de gerenciamento de energia elétrica que atenda aos requisitos propostos, servindo de apoio à tomada de decisão e controle, além de uma solução eficiente em termos de EE para o setor industrial [GAR09].

Este trabalho além de focar no desenvolvimento de um sistema que proporcione o gerenciamento da energia elétrica, também oferece a tomada de decisão não sendo somente uma ferramenta de apoio, mas sim um controle inerente de operadores e avaliadores. A linha de simulação desde trabalho deve proporcionar aos usuários a realização de perguntas when-if, buscando apontar outros comportamentos do sistema elétrico dadas situações específicas.

O objetivo principal deste trabalho é o desenvolvimento de um sistema de tomada de decisão e gerenciamento da energia elétrica, aplicado a sistemas industriais. Os objetivos específicos para direcionamento do trabalho proposto seguem listados abaixo: Realizar estudo aprofundado sobre parâmetros QEE, distúrbios eletromagnéticos e dos métodos utilizados na identificação dos mesmos; Realizar a modelagem matemática e simulação do sistema; Estudar e implementar um modelo de comunicação para o sistema; Desenvolver os algoritmos ligados à tomada de decisão e software de gerenciamento de QEE; Implementar a tomada de decisão e software de gerenciamento no sistema. O presente trabalho encontra-se dividido em três capítulos. O capítulo 2 contém o referencial teórico desde trabalho e aborda a Qualidade da Energia Elétrica em sua conceituação, normalização e índices, juntamente com os distúrbios eletromagnéticos causadores e motivadores deste controle de qualidade. Em seguida, neste mesmo capítulo, trata-se da análise de sinais, considerando três ferramentas de trabalho, e são abordados os conceitos gerais que serão a base computacional para construção do sistema proposto. No capítulo 3 consta a explanação da metodologia proposta e seu respectivo cronograma.

Capítulo 2

Qualidade da Energia Elétrica

2.1 QEE e EE

Mobilizar a sociedade para o uso eficiente da energia elétrica, combatendo o seu desperdício é a missão estratégica do PROCEL (Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica). A economia de energia elétrica proporciona inúmeras vantagens, entre elas a liberação de recursos para outras áreas e a contribuição para a preservação do meio ambiente [ELE10].

Os fatores que influenciam na Qualidade da Energia Elétrica (QEE) podem ser originados tanto nas concessionárias como nos sistemas consumidores [MEL08]. Estes distúrbios podem ser gerados por fenômenos naturais, por operações da concessionária ou pelos próprios consumidores. Da mesma forma que uma maior demanda em horário de ponta causa perturbações e desequilíbrio na rede, além de penalizações por parte da ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica) caso o consumo ultrapasse o limite contratado.

Contextualizando a QEE no cenário industrial, torna-se importante que as indústrias tenham um gerenciamento eficaz das demandas energéticas consumidas diariamente, evitando tanto o desperdício de energia quanto a diminuição da qualidade da mesma. Tendo em vista que a QEE pode chegar ao consumidor com um excelente padrão de qualidade, o mau gerenciamento, ou até mesmo problemas decorrentes da própria infraestrutura da empresa, podem implicar na diminuição da qualidade da energia consumida no processo industrial.

Conforme [SIL09] e [SOL04], as indústrias são peças importantes no contexto estudado, devido ao grande consumo de energia elétrica necessário em seus processos de produção. Em função disto, [SOL04] define como pontos relevantes para a pesquisa dentro desta área:

2.2 Distúrbios Elétromagnéticos

Capítulo 3

Análise de Sinais

Para a proteção dos Sistemas Elétricos de Potência, foram criados vários métodos para diagnóstico de faltas em linhas de transmissão. Os métodos podem ser divididos em métodos convencionais, métodos baseados em análise de sinais e métodos baseados em sistemas inteligentes. Os métodos convencionais utilizam uma variedade de parâmetros para tomada de decisão sobre a ocorrência da falta, sendo que os parâmetros mais comuns são a tensão e a corrente da linha. Os métodos baseados em análise de sinais utilizam os transitórios de alta frequência gerados pela falta na linha para sua detecção, onde os transitórios são extraídos dos sinais de tensão ou corrente, empregando ferramentas matemáticas, tais como a Root Mean Square (RMS), Transformada de Fourier (TF) e Transformada Wavelet (TW). Os métodos baseados em sistemas inteligentes utilizam dados extraídos da linha como padrões de entrada para o sistema inteligente, tais como Redes Neurais Artificiais (RNAs), Lógica Fuzzy ou Redes Neurofuzzy [INA10].

Aborda-se neste capítulo especialmente três métodos que envolvam a análise de sinais assim como conceitos sobre amostragem de dados, filtros e decomposição de sinais.