

Localização de faltas em sistemas elétricos de potência (SEP)

Fault location in electrical power systems (EPS)

RESUMO

Mateus Henrique Kuritza
mateuskuritza@gmail.com
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil
Paulo Cícero Fritzen
pcfritzen@gmail.com
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil

Este trabalho visa construir uma base necessária para um futuro desenvolvimento de uma simulação que possa auxiliar no diagnóstico de faltas em um sistema elétrico de potência. Foram pesquisadas maneiras de utilizar a lógica *fuzzy* em aplicações reais, para então a utilizar como suporte em uma análise de dados. O objetivo no futuro é que com o apoio de outras técnicas, como *smartgrids*, FFT (*Fast Fourier Transform*) e a transformada de *wavelet* se possa desenvolver um sistema de rápida e precisa localização de faltas em sistemas elétricos de potência, como em transformadores, linhas de transmissão e linhas de distribuição.

PALAVRAS-CHAVE: *Fuzzy*. Simulação. Secção em falta.

ABSTRACT

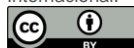
This work seeks to build a necessary basis for a future development of a simulation that can aid in the diagnosis of faults in an electric power system. We looked at ways to use fuzzy logic in real applications, and then use it as support in data analysis. The goal in the future is that with the support of other techniques such as *smartgrids*, FFT (*Fast Fourier Transform*) and wavelet transform, a system can be developed to quickly and accurately locate faults in electrical power systems, such as transformers, transmission lines and distribution lines.

KEYWORDS: *Fuzzy*. Simulation. Missing section.

Recebido: 19 ago. 2019.

Aprovado: 01 out. 2019.

Direito autorial: Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.



INTRODUÇÃO

O consumo de energia elétrica está atrelado ao grau de desenvolvimento de um país, relacionado diretamente com a produção industrial e com o poder de compra da população que consome cada vez mais energia elétrica. Diante desta situação, a ampliação da potência disponível no sistema elétrico do país é frequentemente necessária, contudo, esse aumento normalmente implica em uma série de complicações, como um alto investimento financeiro e a dependência geográfica do país. Desta forma se faz necessária uma alternativa que seja capaz de suprir essa crescente necessidade por energia elétrica (PAULA, 2016).

Além disso, torna-se necessária uma boa qualidade do serviço oferecido, atualmente a qualidade da energia fornecida está intimamente ligada ao fornecimento ininterrupto dessa. Nos sistemas elétricos de potência, um dos principais fatores para a interrupção dos serviços é a ocorrência de faltas, que demandam um grande esforço das equipes de restabelecimento, pois exige uma pesquisa muito minuciosa para que seja possível encontrar a razão da falta (SOUZA, 2009).

Na ocorrência de falta em sistemas elétricos de potência, um grande número de mensagens e alarmes é transmitido ao centro de controle após a ocorrência do distúrbio. Esses distúrbios são provocados por inúmeros tipos de faltas e em qualquer parte do sistema, o que torna a localização e resolução da mesma um processo extremamente complicado, e que deve ser resolvido o mais breve possível.

Atualmente vem sendo muito pesquisada a aplicação de sistemas inteligentes para o diagnóstico de faltas, como as redes neurais artificiais que estão obtendo uma boa eficiência nesse estudo, pois são capazes de fornecer resultados em situações difíceis, como na presença de ruídos ou falhas no próprio sistema de proteção.

Os sistemas de proteção são projetados de forma a isolar o(s) componente(s) defeituoso(s) no sistema após a ocorrência da falha. O sistema de proteção busca rapidez, seletividade e coordenação.

METODOLOGIA

Este trabalho busca conseguir realizar uma simulação de ocorrência de falta e um diagnóstico realizado a partir de um sistema baseado em lógica *fuzzy*.

Um sistema baseado em lógica *fuzzy* apresenta vantagem em relação ao custo de processamento, sendo mais recomendado para sistemas com capacidade de processamento limitada. O que se contrapõe a métodos baseados em redes neurais que exigem um rigoroso processo de treinamento para que se torne eficiente.

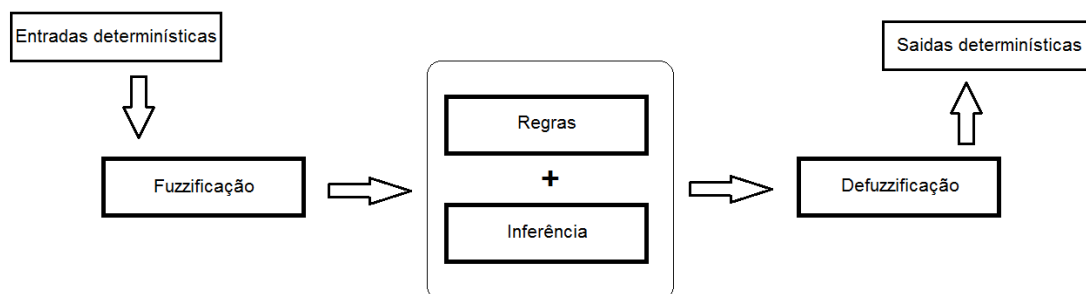
O diferencial de um sistema baseado nesta lógica é que é capaz de representar informações imprecisas por meio de um grau de verdade que vai de 0 (falso) à 1 (verdadeiro), com os valores intermediários representando conclusões parcialmente falsas ou verdadeiras (A. G. A. Cruz, 2017).

Um sistema *fuzzy* é basicamente estruturado com os seguintes processos (SOUZA, 2009) (FELIX, 2012) :

- Entradas determinísticas: conjunto de dados obtidos por intermédio de observações ou medições de dados, base de dados de entrada do sistema;
- Fuzzificação: transformação dos dados determinísticos em dados *fuzzy* a partir de funções de pertinência;
- Regras: as regras possuem um papel fundamental no sistema de inferência *fuzzy*, elas são fornecidas em forma de sentenças linguísticas pelo profissional responsável ou ainda de forma numérica a partir de uma amostra grande o suficiente de dados que reflitam o comportamento do sistema analisado;
- Inferência: momento em que ocorrem as operações com os conjuntos que correspondem às informações de entrada e saída. Estas operações são funções que podem ser criadas manualmente ou mais frequentemente a partir de métodos automáticos;
- Defuzzificação: processo responsável pela leitura dos dados obtidos pelo conjunto *fuzzy* de saída e pela transformação em dados não *fuzzy*;
- Saídas determinísticas: dados não *fuzzy* obtidos após todo o sistema *fuzzy*, normalmente necessários para aplicações práticas.

Sendo que os processos são organizados de acordo com a Figura 1.

Figura 1 – Processos da lógica *fuzzy*



Fonte: Autoria própria (2018).

Foi então realizada uma verificação da simulação realizada no artigo (FELIX, 2012) a partir do *Fuzzy Logic Toolbox* do software MATLAB® para verificação dos resultados.

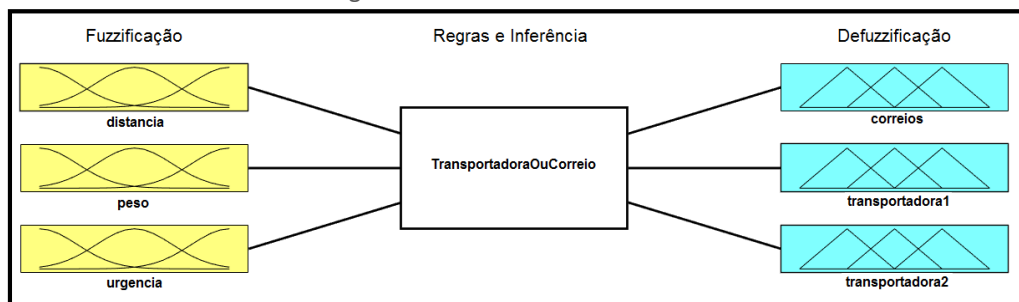
A modelagem dos dados de entrada (funções de pertinência e processo de fuzzificação) pode ser realizada a partir de uma equação própria criada especificamente para determinada situação, ou então a partir de algumas equações prontas fornecidas pelo software, que para a aplicação serão suficientes.

A simulação realizada busca encontrar a melhor opção entre os três diferentes distribuidores, sendo eles, correios, transportadora1 e transportadora2. Cada distribuidor com características de análise de entregas

diferentes, que levam em consideração o peso, a urgência e a distância da entrega.

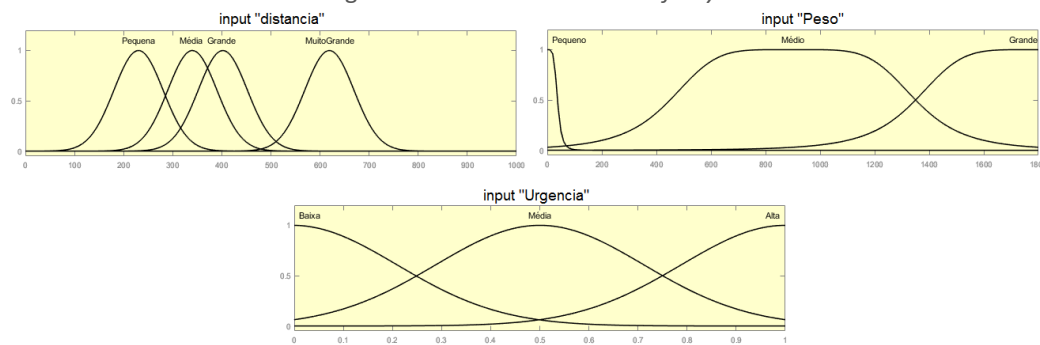
O sistema é então composto por três entradas, distância peso e urgência, sendo que a distância analisada foi de 0 à 1000 Km, o peso de 0 à 1800 Kg e a urgência um valor de 0 à 1, quanto mais próximo de 1 maior é a urgência da entrega. O sistema segue o processo representado na Figura 2, suas entradas estão todas representadas na Figura 3, as regras utilizadas na Figura 4 e suas possíveis saídas na Figura 5, sendo que a saída da transportadora1 é a mesma da transportadora 2, diferenciando a partir do conjunto de regras.

Figura 2 – Escolha da distribuidora



Fonte: Autoria própria (2018).

Figura 3 – Entradas do sistema fuzzy



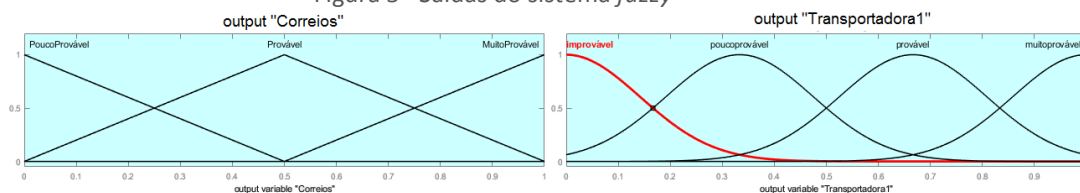
Fonte: Autoria própria (2018).

Figura 4 – Regras do sistema fuzzy

1. If (Peso is Pequeno) then (Correios is MuitoProvável) (1)
2. If (Distancia is Pequena) and (Peso is not Pequeno) then (Transportadora1 is muitoprovável) (1)
3. If (Distancia is Grande) and (Peso is not Pequeno) then (Transportadora1 is muitoprovável) (1)
4. If (Distancia is Média) and (Peso is Médio) and (Urgencia is not Alta) then (Transportadora1 is muitoprovável) (1)
5. If (Distancia is MuitoGrande) and (Peso is Médio) and (Urgencia is not Alta) then (Transportadora1 is muitoprovável) (1)
6. If (Distancia is Média) and (Urgencia is Alta) then (Transportadora2 is muitoprovável) (1)
7. If (Distancia is MuitoGrande) and (Urgencia is Alta) then (Transportadora2 is muitoprovável) (1)
8. If (Distancia is Média) and (Peso is Grande) and (Urgencia is not Alta) then (Transportadora2 is muitoprovável) (1)
9. If (Distancia is MuitoGrande) and (Peso is Grande) and (Urgencia is not Alta) then (Correios is MuitoProvável)(Transportadora2 is muitoprovável) (1)

Fonte: Autoria própria (2018).

Figura 5– Saídas do sistema *fuzzy*



Fonte: Autoria própria (2018).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir de um conjunto de informações referentes a pedidos disponíveis em (FELIX, 2012) foi realizado um teste do sistema *fuzzy* para escolha da distribuidora.

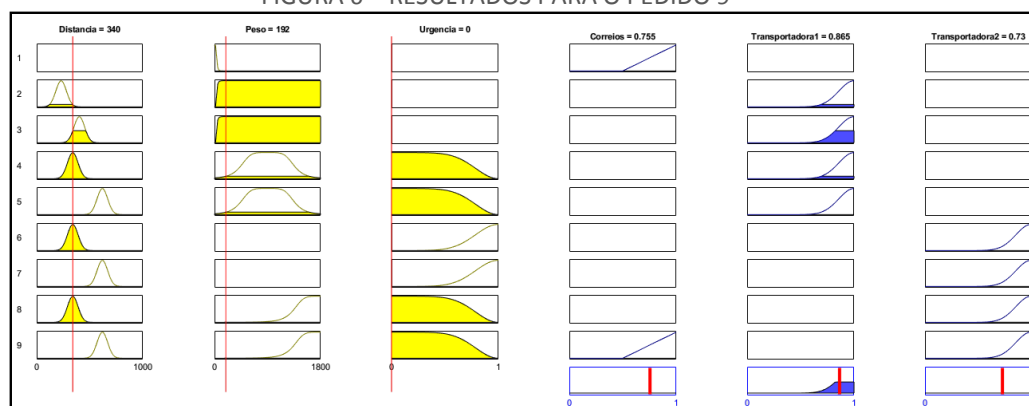
Com os dados descritos no Quadro 1 foi escolhido pelo sistema a melhor opção, a Figura 6 apresenta uma visualização do processo de escolha da distribuidora para o pedido 9, cada distribuidor possui um valor que vai de 0 à 1, quanto mais próximo de 1 mais provável de que esta seja a escolha certa, para o pedido 9 foram obtidos os valores de 0.755 para os correios e de 0.73 para a transportadora2, foi assim então escolhida a transportadora1 com um valor de 0.865.

Quadro 1 - Resultados da simulação

| Pedido | Peso (Kg) | Distância (Km) | Urgência | Escolha |
|--------|-----------|----------------|----------|------------------------|
| 1 | 4,8 | 233 | 0 | Correios (0,84) |
| 7 | 740 | 233 | 0 | Transportadora1 (0,89) |
| 9 | 192 | 340 | 0 | Transportadora1 (0,86) |
| 19 | 19,2 | 619 | 1 | Transportadora2 (0,89) |

Fonte: Autoria própria (2018).

FIGURA 6 – RESULTADOS PARA O PEDIDO 9



FONTE: AUTORIA PRÓPRIA (2018).

CONCLUSÕES

Este trabalho pode fornecer uma base de como funciona um sistema *fuzzy*, seus processos e como é feita a leitura de seus resultados.

Apesar da atual pesquisa não apresentar um estudo especificamente relacionado ao diagnóstico de faltas em sistemas elétricos, a partir dele se busca o desenvolvimento de um sistema eficiente na área, com o uso do sistema *fuzzy* e testes em um software que represente a rede elétrica de potência virtualmente.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Paulo Cícero Fritzen, pela confiança e apoio na elaboração deste trabalho.

A Universidade Tecnológica Federal do Paraná pela oportunidade.

REFERÊNCIAS

PAULA, Vinicius C. De; GONDIM, Isaque N.; CHAVES, Marcelo L. R.; MOURA, Leandro P.; **Análise da operação de uma linha de transmissão de alta tensão com circuito duplo em regime permanente e na ocorrência de uma falta monofásica**. XIV CEEL, Universidade Federal de Uberlândia, 2016

SOUZA, Débora Maria Barbosa Salvador de. **Abordagem baseada em lógica fuzzy para alocação de indicadores de faltas em sistemas de distribuição de energia elétrica**. Dissertação (Mestrado em engenharia elétrica) - Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2009.

FELIX, Leonardo Bonato; SANTOS, Alysson Vinicius Neves dos; VIEIRA, José Geraldo Vidal. **Estudo da logística de distribuição física de um laticínio utilizando lógica fuzzy**. São Paulo, v.22, n.3, p 576-583, 2012. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010365132012000300016&lng=en&nrm=iso.

A. G. A. Cruz; R. D. Gomes; F. A. Belo; A. C. Lima Filho; **A Hybrid System Based on Fuzzy Logic to Failure Diagnosis in Induction Motors**. IEEE LATIN AMERICA TRANSACTIONS, v.15, n.8, 2017.

FILHO, M. B. Do; RODRIGUES, M. A. P.; SOUZA, J. C. S.; SCHILLING, M. Th.; **Localização de defeitos em sistemas de energia elétrica utilizando sistemas inteligentes**. SEMINARIO NACIONAL DE PRODUÇÃO E TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA, Foz do Iguaçu, 1999.