

**INSTITUTO FEDERAL CATARINENSE**  
**Curso: CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO**  
**Disciplina: Pesquisa em Computação**

**APLICAÇÃO DE TÉCNICAS DE CONTROLE FUZZY EM SISTEMAS  
ELÉTRICOS E DE AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL**

**“Discussion Paper”**

**Diego Dal Witt**

**Introdução**

A evolução dos sistemas de controle e da inteligência artificial tem revolucionado o desenvolvimento de soluções para problemas complexos, em que a modelagem matemática exata se torna inviável. Nesse contexto, a lógica fuzzy se destaca como uma alternativa eficaz para lidar com incertezas e dados imprecisos, sendo amplamente aplicada em áreas como automação, inteligência artificial e otimização de processos. Diferente dos controladores tradicionais, que exigem modelos precisos e previsíveis, o controle fuzzy utiliza regras linguísticas e conhecimento especializado, proporcionando uma abordagem mais flexível, ideal para sistemas com dinâmicas não lineares.

Este paper revisa aplicações da lógica fuzzy em sistemas de tráfego, motores elétricos e automação industrial. Além disso, comparamos o desempenho dessa abordagem com controladores PID tradicionais, destacando as vantagens do controle fuzzy em cenários complexos e incertos.

## **Lógica Fuzzy em Sistemas de Controle de Tráfego**

Sistemas de controle de tráfego são uma aplicação significativa da lógica fuzzy, demonstrando como essa tecnologia pode otimizar a gestão de fluxos veiculares em ambientes urbanos. Em sistemas tradicionais de semáforos, o tempo de troca de sinais é baseado em temporizadores fixos, sem levar em consideração a situação real do tráfego. Esse método rígido pode resultar em congestionamentos, especialmente em horários de pico. A lógica fuzzy, ao contrário, oferece uma solução adaptativa, ajustando dinamicamente o tempo de abertura dos sinais conforme as condições do tráfego em tempo real.

Barros et al. (2006) desenvolveram uma biblioteca de controle fuzzy capaz de ajustar o tempo de abertura das luzes verdes com base na densidade de veículos em cada direção. O sistema utiliza variáveis linguísticas como "baixo", "médio" e "alto" para classificar o fluxo de veículos e, a partir dessas classificações, decide o tempo ideal para manter as luzes verdes acesas. Esse processo dinâmico permite uma maior fluidez no tráfego, reduzindo engarrafamentos e melhorando a eficiência no uso dos sinais.

Os resultados demonstraram que o sistema fuzzy otimiza o tempo de espera dos veículos, em comparação com os controladores tradicionais, oferecendo uma gestão mais inteligente e eficiente do tráfego. Além disso, essa tecnologia pode ser implementada em microcontroladores, o que viabiliza seu uso em sistemas inteligentes de tráfego no mundo real.

## **Controle Fuzzy em Motores Elétricos**

A aplicação da lógica fuzzy no controle de motores elétricos tem se mostrado promissora, especialmente em sistemas que exigem ajustes precisos na velocidade e torque. Um exemplo significativo é o controle de motores de indução trifásicos, onde a necessidade de gerenciamento eficiente do deslizamento é crítica para a manutenção da performance e eficiência do motor. No estudo realizado por Fonseca et al. (2006), foi comparado o desempenho de um controlador fuzzy com um controlador Proporcional-Integral (PI) tradicional em um ambiente simulado, destacando-se as vantagens do controle fuzzy nesse contexto.

Os resultados demonstraram que o controlador fuzzy ofereceu um desempenho superior, especialmente em condições de carga variáveis, onde o comportamento não linear do motor pode comprometer a eficiência. A principal vantagem do controle fuzzy está na sua capacidade de operar sem a necessidade de um modelo matemático preciso do motor. Em vez disso, o sistema utiliza regras linguísticas baseadas em conhecimento especializado, ajustando dinamicamente o torque e a velocidade de acordo com as condições operacionais.

### **Comparando a lógica Fuzzy e o controle PID**

Embora os controladores PID, Proporcional-Integral-Derivativo, sejam eficazes em sistemas lineares e previsíveis, o seu desempenho diminui consideravelmente em cenários onde a complexidade e a variabilidade aumentam. No estudo realizado por Ferreira (2023) sobre o controle de um pêndulo invertido, observou-se que, apesar de o PID estabilizar sistemas mecânicos simples, ele enfrentou dificuldades ao lidar com perturbações inesperadas, resultando em perda de eficiência.

Em contraste, a lógica fuzzy mostrou-se mais adaptável e eficaz em lidar com essas complexidades. Controladores fuzzy podem gerenciar entradas imprecisas e operar sem a necessidade de um modelo matemático exato, ajustando-se automaticamente conforme as condições do sistema variam. No experimento com o pêndulo invertido, o controle fuzzy, especialmente quando combinado com filtros de Kalman para redução de ruído, demonstrou um desempenho superior na manutenção da estabilidade, mesmo sob condições de perturbações imprevisíveis.

### **Conclusões**

Este paper apresentou uma análise sobre a aplicação da lógica fuzzy em sistemas de controle, destacando suas vantagens em comparação com controladores PID tradicionais. Os exemplos discutidos, incluindo o controle de tráfego e o gerenciamento de motores elétricos, ilustram o impacto positivo da lógica fuzzy em diversos contextos industriais. A sua capacidade de ajustar parâmetros em tempo real com base em variáveis linguísticas oferece um desempenho

superior na otimização de processos e na estabilidade do sistema, como evidenciado na aplicação de controle em pêndulos invertidos.

A flexibilidade e adaptabilidade da lógica fuzzy tornam-na uma abordagem promissora para sistemas dinâmicos e complexos, nos quais controladores tradicionais enfrentam limitações. Assim, este estudo reforça a relevância da lógica fuzzy como uma alternativa viável e eficiente em diversas aplicações de controle, particularmente em ambientes incertos e com alta variabilidade.

## **Referências**

BARROS, A. C. S., ALBUQUERQUE, V. H. A., & ALEXANDRIA, A. R. (2006). **Biblioteca para implementação de lógica fuzzy no controle de tráfego**. *Revista Tecnológica do Rio de Janeiro*.

FONSECA, J., AFONSO, J., MARTINS, J., & COUTO, C. (2006). **Avaliação da aplicação de técnicas fuzzy no controle de máquinas elétricas**. *Universidade do Minho*.

FERREIRA, P. R. J., & FRANCO, A. O. F. (2023). **Desenvolvimento de um controle PID aplicado à estabilidade de um pêndulo invertido sobre rodas**. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação*.