

Projeto e Montagem de um Protótipo Experimental para Implementação de Estratégias de Controle Multivariável

Ranelli, R
renanranelli@gmail.com

Silva, F. V.
flavio@feq.unicamp.br

UNICAMP - FEQ - DESQ - LCAP

Palavras-chaves: Controle Multivariável, OPC, DMC, Fuzzy



INTRODUÇÃO

Diversos fatores vinculados a benefícios econômicos têm aumentado o número de aplicações de controle avançado na indústria química, onde processos complexos devem ser operados de forma altamente eficiente. Para realizar o desenvolvimento de sistemas de controle avançado optou-se pela utilização do padrão OPC (OLE for Process Control), que hoje é considerado o protocolo de comunicação padrão da indústria. O protocolo OPC possui a grande vantagem de integrar facilmente diversas aplicações como softwares matemáticos, supervisórios e bancos de dados.

Para realizar a tarefa de implementar estratégias de controle avançado por computador, foram utilizados os softwares matemáticos MATLAB® e Scilab, via comunicação OPC. Diante deste panorama, este trabalho propõe-se a desenvolver um protótipo experimental para a implementação de controladores multivariáveis avançados.

OBJETIVO

- Desenvolver e montar um protótipo experimental que promova grande versatilidade e utilidade para a implementação de controladores multivariáveis avançados via PC.

ATIVIDADES

- Montagem do protótipo Experimental:

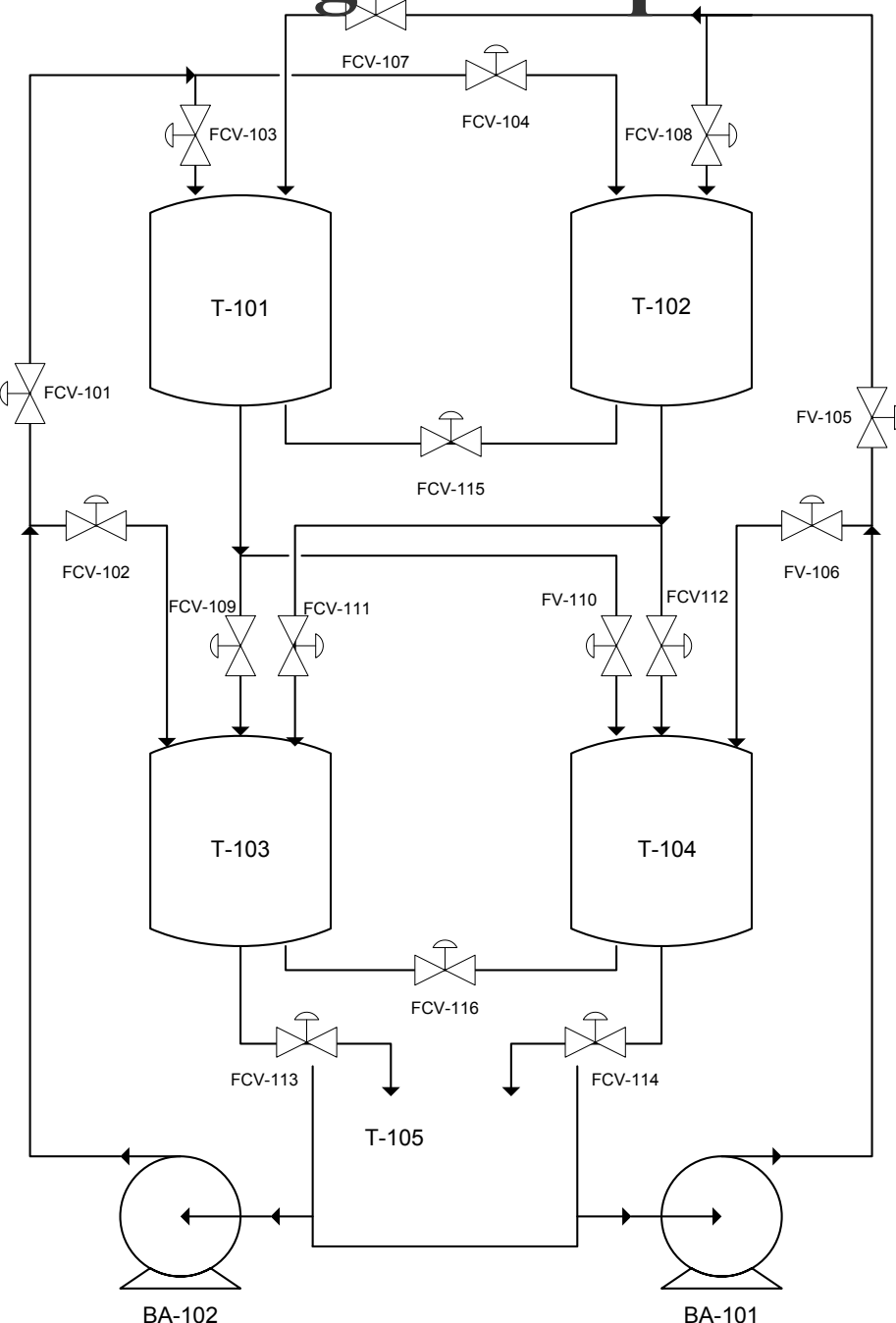


Figura 4 – Representação esquemática do protótipo experimental.



Figura 5 – Protótipo experimental ainda em etapa de montagem



Figura 6 – Protótipo experimental completamente montado

- Configuração da comunicação OPC entre o processo e os softwares matemáticos:

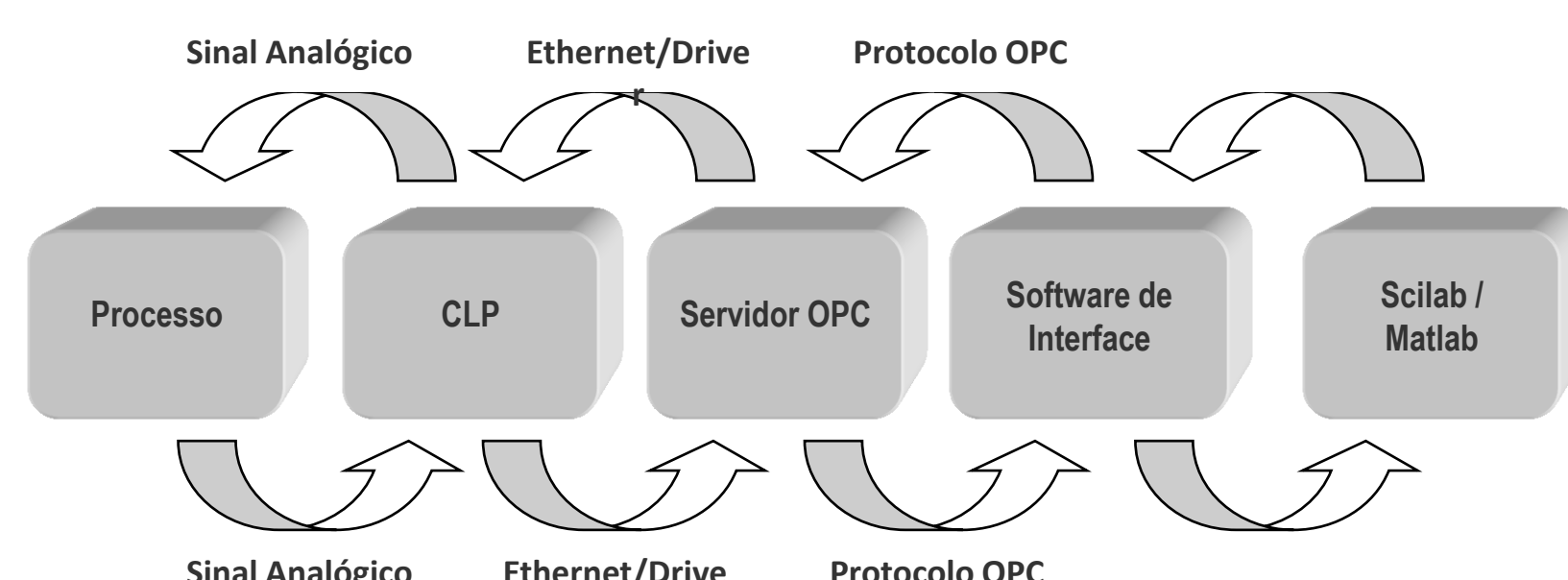


Figura 7 - Representação esquemática do sistema de comunicação com o processo.

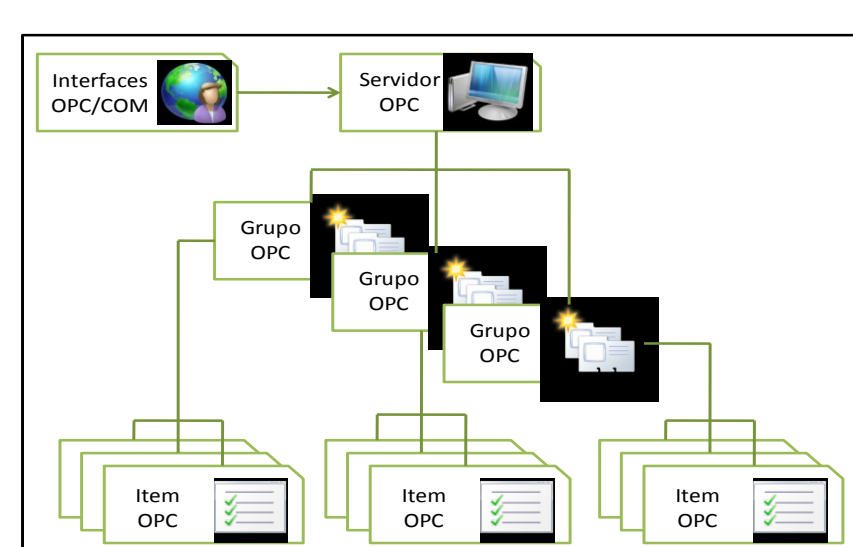


Figura 8 - Hierarquia da criação dos grupos e itens da comunicação via protocolo OPC.

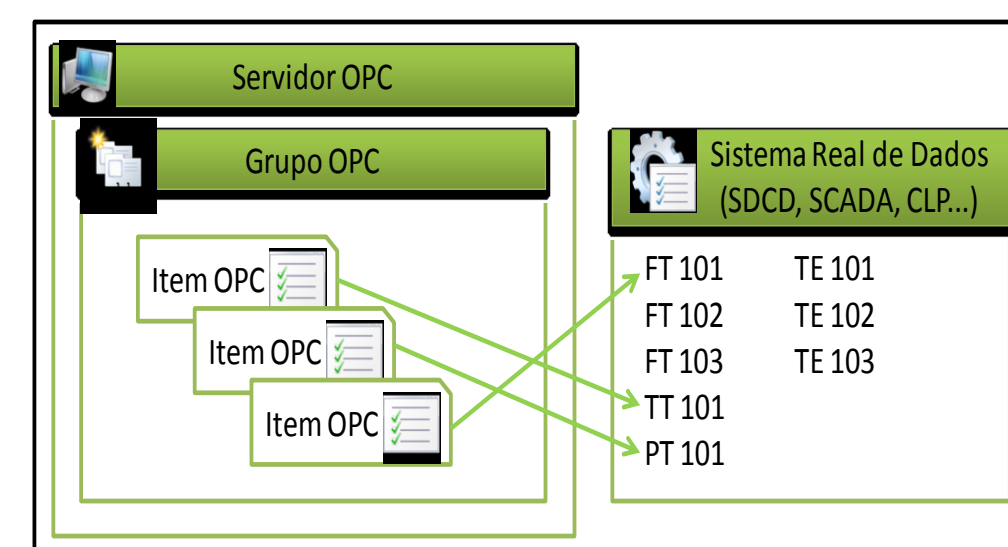


Figura 9 - Mapeamento de itens OPC no sistema real de dados.

➤ Controlador Fuzzy Paramétrico:

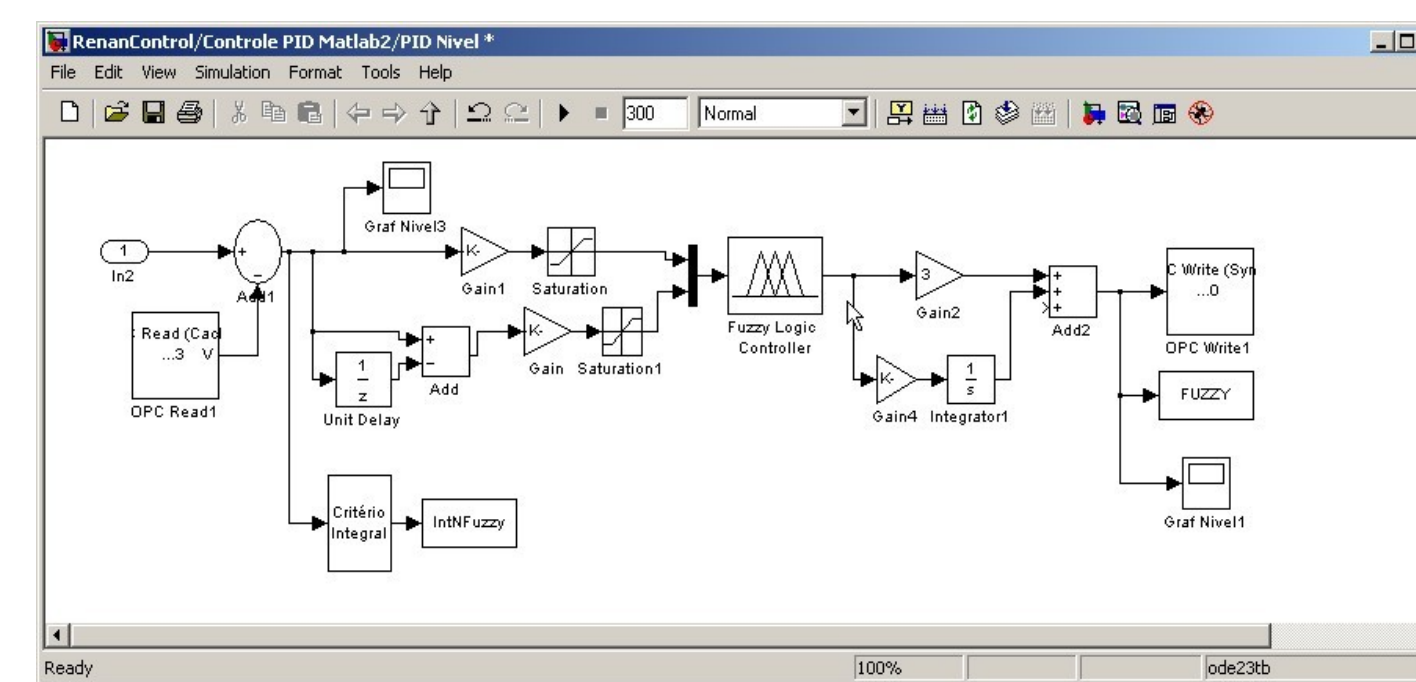


Figura 8 – Diagrama de blocos construído em Simulink para o controlador Fuzzy-PID paramétrico.

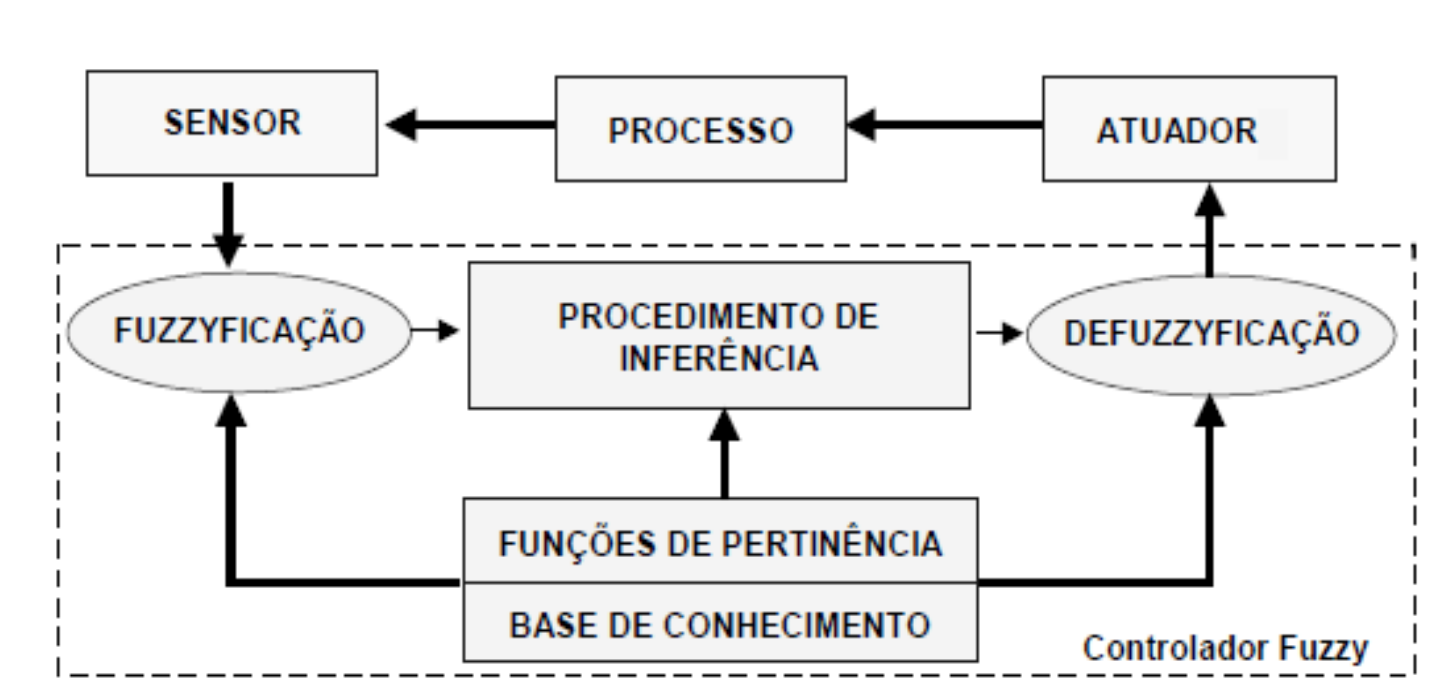


Figura 6 - Arquitetura de um sistema de controle Fuzzy.

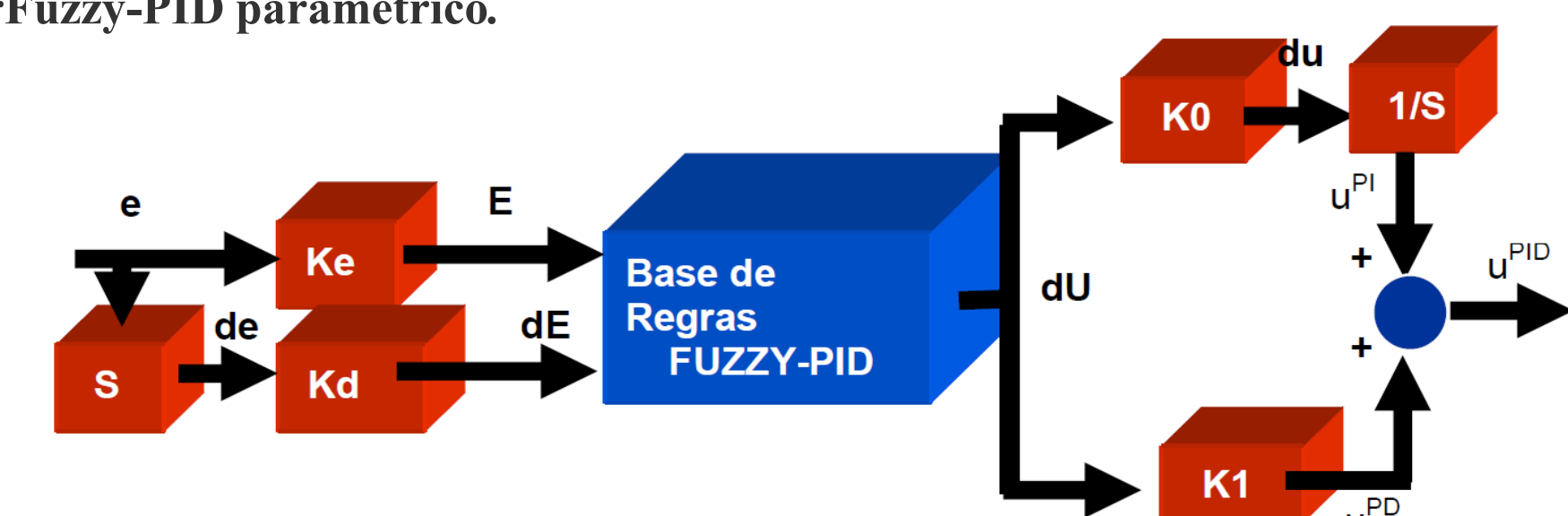


Figura 7 - Representação em diagrama de blocos de um controlador Fuzzy-PID paramétrico

➤ Controlador DMC:

Lei de Controle:

$$\hat{Y}(k+1) = G \Delta U(k) + \hat{Y}^\circ(k+1) + \vartheta(y(k) - \hat{y}(k))$$

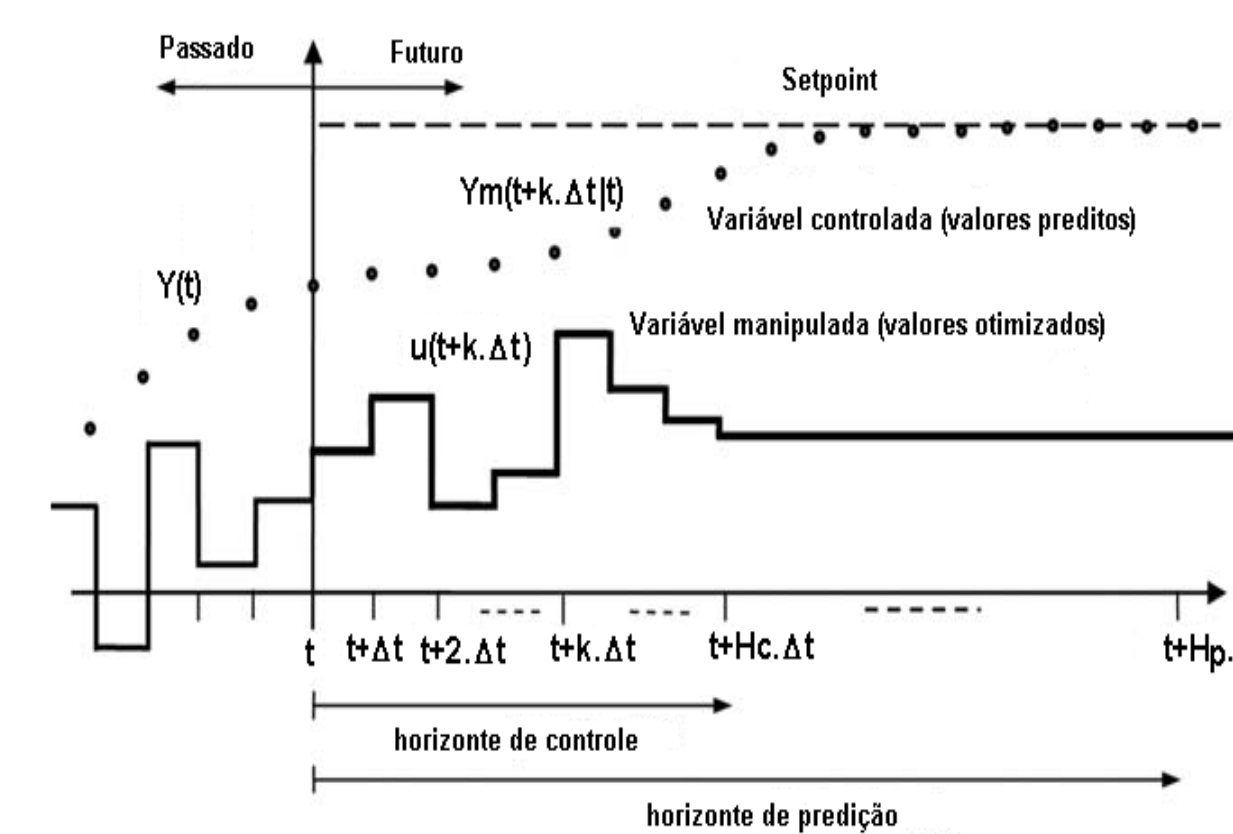


Figura 8 – Representação esquemática do horizonte recedente

$$G = \begin{bmatrix} G_1 & 0 & \dots & 0 \\ G_2 & G_1 & 0 & \vdots \\ \vdots & \vdots & \ddots & 0 \\ G_M & G_{M-1} & \dots & G_1 \\ G_{M+1} & G_M & \dots & G_2 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ G_p & G_{p-1} & \dots & G_{p-M+1} \end{bmatrix} \quad G_i = \begin{bmatrix} G_{11,i} & G_{12,i} & \dots & G_{1r,i} \\ G_{21,i} & G_{22,i} & \dots & G_{2r,i} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ G_{m1,i} & \dots & \dots & G_{mr,i} \end{bmatrix}$$

$$\vartheta = \begin{bmatrix} I_m & I_m & \dots & I_m \end{bmatrix}^T$$

P vezes

$$\min J = \hat{E}(k+1)^T Q \hat{E}(k+1) + \Delta U(k)^T R \Delta U(k)$$

$$\Delta U(k) = \left[(G^T Q G + R)^{-1} G^T Q \right] \times [Y_{ref} - \hat{Y}^\circ - \vartheta [y(k) - \hat{y}(k)]]$$

RESULTADOS

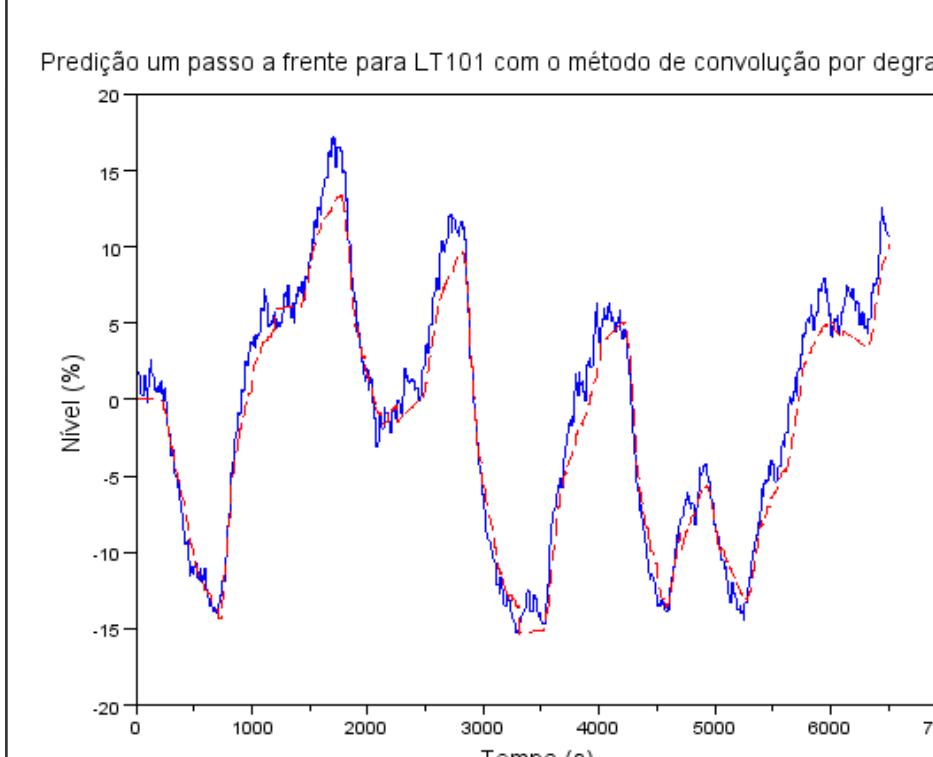


Figura 8 – Comparação entre o modelo de predição e resultados experimentais sem correção por perturbação aditiva

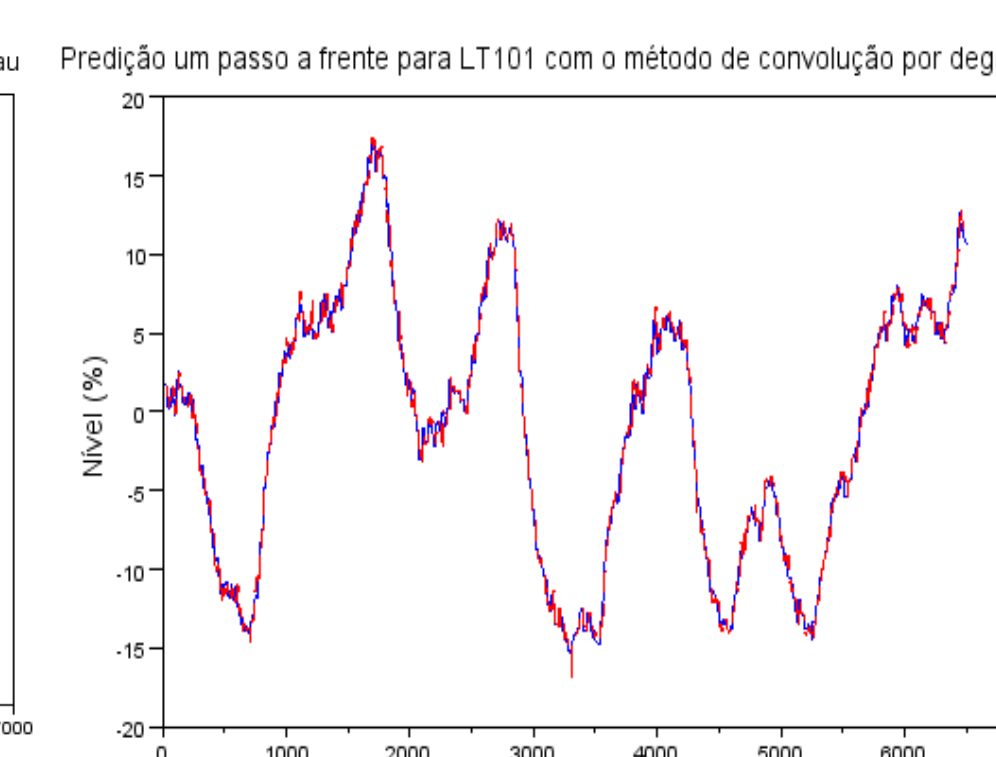


Figura 9 – Comparação entre o modelo de predição e resultados experimentais com correção por perturbação aditiva

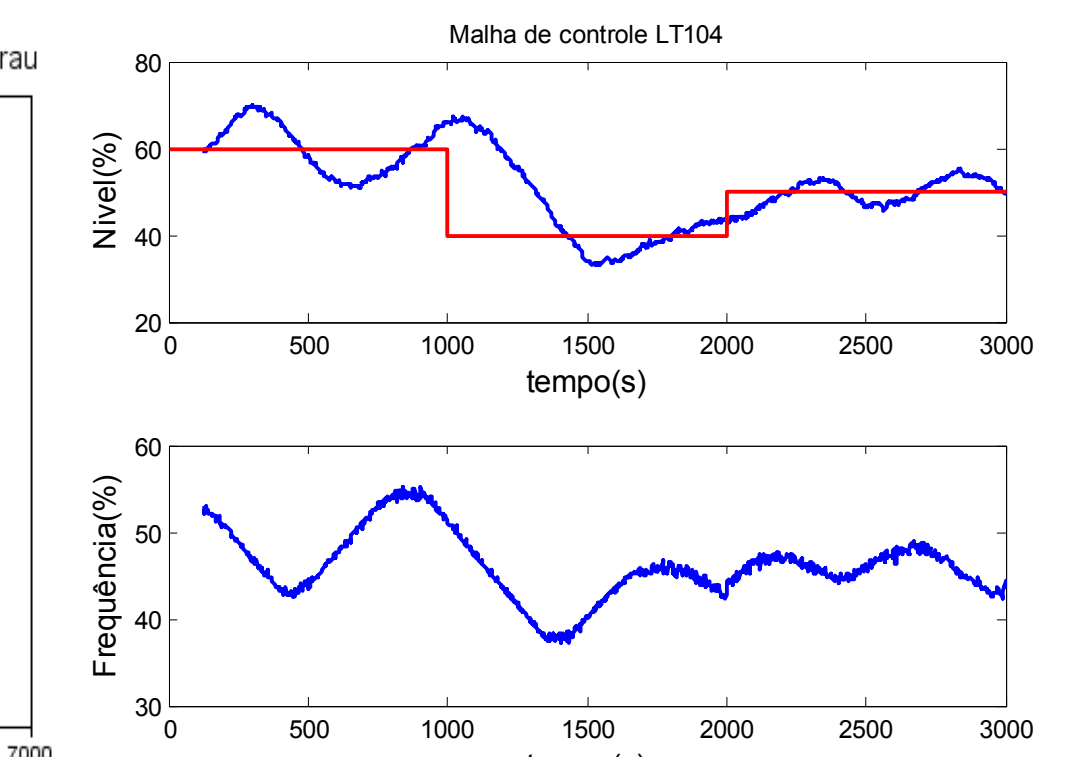


Figura 10 – Resultado da avaliação experimental do controlador Fuzzy proposto para variações no Set-Point

CONCLUSÕES

- O modelo de predição desenvolvido apresentou resultados satisfatórios mesmo sem o uso da correção por perturbação aditiva ($\vartheta(y(k) - \hat{y}(k))$). Espera-se que o controlador DMC apresente desempenho satisfatório uma vez que o modelo de predição é suficientemente preciso.
- A configuração do sistema apresentou um ruído de medição substancial. A origem de tal ruído foi atribuída aos sensores de nível muito sensíveis a variações na tensão de alimentação em conjunto com o ruído inserido na rede elétrica pelos inversores de frequência. Fazem-se necessárias alterações físicas no protótipo a fim de minimizar os ruídos.
- Devido ao grande nível de ruído, o controlador Fuzzy apresentou-se muito oscilatório. Este desempenho fraco é atribuído à existência de componente derivativa em sua estrutura.