

# Estudo e implementação de estratégias de cômputo rápido para controlador preditivo baseado em modelo

Proposta de Dissertação de Mestrado

Orientador: Rodolfo C. C. Flesch

## 1. Informações gerais

- **Área de concentração:** controle de processos.
- **Início:** julho/2015.
- **Previsão de término:** dezembro/2016.

## 2. Objeto da pesquisa

### 2.1. Motivação e justificativa

O termo Controle Preditivo Baseado em Modelo (MPC, do inglês *Model-based Predictive Control*) é utilizado para designar a estratégia de controle que faz uso explícito do modelo da planta para obter o sinal de controle através da minimização de uma função custo. A ideia do método é calcular uma sequência de sinais de controle futuros de forma a minimizar uma função custo definida em um horizonte de predição. Apesar de tipicamente serem calculados os sinais de controle para um horizonte maior que um, apenas o primeiro valor de controle é aplicado na planta e no próximo período de amostragem todo o processo é repetido, visto que novas informações do estado atual da planta estarão disponíveis. Essa ideia do método de prever saídas e gerar sinais de controle com base na otimização de uma função custo é a base dos MPC. É interessante notar que, como é realizado um processo de otimização para determinar o sinal de controle, as restrições podem ser explicitamente levadas em consideração nesse cálculo. Além disso, caso os valores de referência futura sejam conhecidos, é possível ter variações no sinal de controle e na variável de saída antes mesmo da mudança de referência efetivamente ocorrer.

Diferentes abordagens de MPC estão bem estabelecidas na literatura, mas sua aplicação a sistemas de dinâmica extremamente rápida ainda é limitada. Isso se deve ao fato de ser necessário executar um processo de otimização a cada instante de amostragem, o que faz com que a amostragem tenha que ser lenta o suficiente para poder permitir a execução do algoritmo. Existem abordagens de cômputo rápido da técnicas MPC na literatura, porém grande parte dessas técnicas consiste em soluções aproximadas para o problema, o que leva a certo grau de subotimalidade.

O proponente deste tema orienta um aluno de doutorado no Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica da UFSC que tem como tema emular curvas características de sistemas de refrigeração em bancadas de ensaio. Como as referências futuras são conhecidas e apresentam comportamento diverso de sinais padronizados, o uso de MPC mostra-se bastante interessante para solução do problema de seguimento. Uma restrição ao emprego direto de MPC é que essas curvas características apresentam tempos de assentamento da ordem de poucos segundos, o que faz com que sejam necessárias alternativas de cômputo rápido. Os problemas dos sistemas de medição e dos atuadores da bancada já estão bem resolvidos, porém há espaço no trabalho para explorar as técnicas de controle, em especial com integração de cômputo rápido.

## 2.2. Objetivos

O objetivo geral do trabalho é estudar e implementar estratégias de cômputo rápido de controladores preditivos para uma bancada de ensaios. Os objetivos específicos compreendem: estudar o funcionamento de circuitos de refrigeração; estudar as principais técnicas de cômputo rápido em MPC (pré-computação, fatoração do problema de otimização, implementação em hardware, entre outros); identificar o comportamento dinâmico das pressões de sucção e descarga do compressor em ensaio; implementar uma ou mais técnicas de cômputo rápido e avaliá-la(s) experimentalmente.

## 3. Metodologia

O plano de atividades para a execução do projeto está delineado abaixo:

1. revisão da literatura;
2. identificação da dinâmica das variáveis de interesse;
3. implementação de técnicas de cômputo rápido de MPC;
4. avaliação em bancada;
5. escrita da dissertação e de artigo.

## 4. Bibliografia de referência

WANG, Y.; BOYD, S. Fast model predictive control using online optimization. In: Proceedings of the 17th IFAC World Congress. Seoul, Korea: IFAC, 2008. p. 6974-6979.

CAMACHO, E. F.; BORDONS, C. "Model predictive control". London: Springer, 1998.

NORMEY-RICO, J. E.; CAMACHO, E. F. "Control of dead-time processes". London: Springer, 2007.

WRIGHT, S. J. Interior point methods for optimal control of discrete-time systems. "Journal of Optimization Theory and Applications", v. 77, n. 1, p. 161-187, 1993.

WRIGHT, S. J. Applying new optimization algorithms to model predictive control. In: Proceedings of the 5th International Conference on Chemical Process Control. Tahoe City, CA, USA: CACHE Publications, 1997. p. 147-155.

WILLS, A. G.; HEATH, W. P. Barrier function based model predictive control. "Automatica", v. 40, n. 8, p. 1415-1422, 2004.

ZHENG, A. Reducing on-line computational demands in model predictive control by approximating QP constraints. "Journal of Process Control", v. 9, n. 4, p. 279-290, 1999.

GOLUB, G. H.; LOAN, C. F. V. "Matrix computations". 3. ed. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1996.

RAO, C. V.; WRIGHT, S. J.; RAWLINGS, J. B. Application of interior-point methods to model predictive control. "Journal of Optimization Theory and Applications", v. 99, n. 3, p. 723-757, 1998.

BARTLETT, R. A.; WÄCHTER, A.; BIEGLER, L. T. Active set vs. interior point strategies for model predictive control. In: Proceedings of the American Control Conference. Chicago, IL, USA: IEEE, 2000. p. 4229-4233.

BEMPORAD, A.; MORARI, M.; DUA, V.; Pistikopoulos, E. N. The explicit linear quadratic regulator for constrained systems, "Automatica", v. 38, n. 1, p. 3-20, 2002.