UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE MATEMÁTICA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MATEMÁTICA APLICADA

Uma implementação do Método do Gradiente Projetado na solução do problema não-linear de controle do conversor catalítico.

por

João Batista da Paz Carvalho

Dissertação submetida como requisito parcial
para a obtenção do grau de
Mestre em Matemática Aplicada

Prof. Júlio Claeyssen
Orientador

Porto Alegre, Março de 1996.

CIP - CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO

Carvalho, João Batista da Paz

Uma implementação do Método do Gradiente Projetado na solução do problema não-linear de controle do conversor catalítico. / João Batista da Paz Carvalho.—Porto Alegre: CPGMAp da UFRGS, 1996.

78 p.: il.

Dissertação (mestrado) —Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Curso de Pós-Graduação em Matemática Aplicada, Porto Alegre, 1996. Orientador: Claeyssen, Júlio

Dissertação: Engenharia Matemática e Matemática Industrial.
controle, fronteira livre, otimização não linear, simulação .

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao professor Júlio Claeyssen pela orientação e aconselhamento durante todas as etapas desta tarefa.

Agradeço, com toda sinceridade , ao professor Mark Thompson, por suas sugestões, presteza e interesse para com meu trabalho.

Agradeço ao professor Vilmar Trevisan pelo apoio e pelo incentivo nos meus estudos.

Agradeço à Capes pela bolsa de estudo concedida, um valioso incentivo à presente realização .

Agradeço ao Laboratório de Recursos Computacionais do CPGMap pelo suporte e pela ampla disponibilidade de seu equipamento.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS

RESUMO

O presente trabalho trata da formulação , algoritmização e implementação numérica de um problema não-linear de controle de fronteria livre sujeito a restrições também não lineares, definido em [Fri 94] e relativo ao modelo de funcionamento de um conversor catalítico monolítico cerâmico.

São apresentados resultados de algumas simulações numéricas, usando um programa em FORTRAN77, no ambiente de estações de trabalho SUN e DEC alfa 3000.

ABSTRACT

This work describes the formulation, algoritmization and numerical implementation of a non-linear free boundary control problem which is subjected to non-linear restritions also. This problem concerns upon a working model of a ceramic monolitic catalitic converter and is defined in [Fri 94].

We present here results of some numeric simulations, using a FORTRAN77 program, done in workstations SUN and DEC alpha 3000 enviroment.

INTRODUÇÃO

O conversor catalítico é um equipamento situado no sistema de exaustão do automóvel. Após os gases poluentes serem expelidos do motor, passam através do conversor catalítico (catalizador) e tomam parte de reações químicas que os convertem em gases menos nocivos. Atualmente, conversores mais usados são os monolíticos cerâmicos, que são reatores tubulares dentro dos quais os gases fluem reagindo com suas paredes. A figura (1) mostra um esboço desse equipamento.

Em escala industrial, existe a preocupação de melhorar o desempenho desses equipamentos, predizendo a emissão estacionária nos principais regimes de funcionamento do motor, isto é, na auto-estrada, no engarrafamento, na serra, na garagem, etc. Na prática, estuda-se seu comportamento no regime de aquecimento do motor, ocasião em que há maior descarga e concentração de poluentes devido à má combustão .

Um modelo em E.D.Ps não -lineares do catalizador do tipo monolítico cerâmico foi desenvolvido por Cavendish [Cav 80, Cav 85] e melhorado por Friedman [Fri 91]; permite identificar a busca por um melhor desempenho nesses equipamentos como um problema de otimização num espaço de funções contínuas por segmentos. Em termos sucintos, equivale a encontrar uma calibragem ótima que minimize um funcional que contabiliza as concentrações de poluente na saída do equipamento.

O presente trabalho se propõe a implementar numericamente um algoritmo de busca à calibragem ótima do conversor para um regime arbitrado de funcionamento do motor, e segundo um modelo simplificado proposto em [Fri 91].

O primeiro capítulo atenta para a descrição do modelo e formulação do problema de otimização , cuja solução é a própria calibragem ótima que buscamos.

No segundo capítulo, fazemos uma breve análise do modelo não - linear adotado. Nossas argumentações analíticas demandam alguns resultados da Análise Funcional Aplicada, e que por esta razão estão desenvolvidos no Apêndice.

No terceiro capítulo, discutimos algumas técnicas computacionais que se fazem indispensáveis à realização de nossa tarefa. Tais técnicas, que são apresentadas na forma descritiva ou mesmo já na forma algorítmica, se constituem em grandes sub-tarefas numéricas a serem realizadas.

No quarto capítulo, descrevemos a metodologia que nos conduzirá à algoritmização do procedimento global de solução de nosso problema de controle ótimo. Tal metodologia está presente na abundante literatura de Otimização Não -linear dos dias de hoje.

No quinto capítulo, descrevemos e dimensionamos a tarefa computacional envolvida pelo presente trabalho. Nesse sentido discutimos questões como comple- xidade computacional e detalhes da implementação numérica. Também são apresentados os resultados de algumas simulações , bem como evidências computacionais que sobrevêem.