

ANDRES CHOI

**DESENVOLVIMENTO DE UMA BOMBA DE FLUXO PIEZELÉTRICA DE
DIAFRAGMA**

SÃO PAULO
Outubro de 2009

ANDRES CHOI

**DESENVOLVIMENTO DE UMA BOMBA DE FLUXO PIEZELÉTRICA DE
DIAFRAGMA**

Dissertação apresentada à Escola Politécnica
da Universidade de São Paulo para obtenção
do Título de Mestre em Engenharia
Mecânica.

SÃO PAULO
Outubro de 2009

ANDRES CHOI

**DESENVOLVIMENTO DE UMA BOMBA DE FLUXO PIEZELÉTRICA DE
DIAFRAGMA**

Dissertação apresentada à Escola Politécnica
da Universidade de São Paulo para obtenção
do Título de Mestre em Engenharia
Mecânica.

Área de Concentração:
Engenharia de Controle e Automação
Mecânica

Orientador:
Prof. Dr. Emílio Carlos Nelli Silva

SÃO PAULO
Outubro de 2009

Este exemplar foi revisado e alterado em relação à versão original, sob responsabilidade única do autor e com a anuência de seu orientador.

São Paulo, 27 de outubro de 2009.

Assinatura do autor _____

Assinatura do orientador _____

FICHA CATALOGRÁFICA

Choi, Andres

**Desenvolvimento de uma bomba de fluxo piezométrica de diafragma / A. Choi. -- ed.rev. -- São Paulo, 2009.
70 p.**

Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Mecatrônica e de Sistemas Mecânicos.

**1. Dinâmica dos fluidos 2. Método dos elementos finitos
3. Atuadores piezométricos I. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia Mecatrônica e de Sistemas Mecânicos II. t.**

Em memória à minha avó materna,

Bok Ye Jo.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Dr. Emílio Carlos Nelli Silva, pelas importantes orientações recebidas durante a condução deste trabalho, por ter me orientado pelos caminhos da pesquisa, e por inspirar grande confiança e motivação em seus alunos.

Minha imensa gratidão à minha mãe Angela Kim e ao meu pai Daniel Choi por terem me preparado para a vida, pelo amor, carinho e apoio incondicional.

Aos meus irmãos, Anderson e Alfred, meus eternos companheiros e amigos.

Ao grande amor da minha vida, Mona Kim, por todo afeto, apoio, paciência e compreensão durante a trajetória deste trabalho.

Aos meus tios e primos pelo incentivo recebido durante minha vida acadêmica.

Ao grande amigo Sandro Luis Vatanabe, pelo enorme auxílio prestado na realização deste trabalho, além da amizade e apoio em todas as horas.

Aos amigos da pós-graduação Erick Wakamoto Takarabe, Ronny Calixto Carbonari, Marco Aurélio Brizzotti Andrade, Cesar Yukishigue Kiyono, Fausto Kenzo Chinen, Rodrigo Bellizia Polastro, Adriano Akio Koga e Luiz Augusto Motta Mello pela amizade e companheirismo.

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela concessão de bolsa de mestrado.

RESUMO

Bombas de fluxo são dispositivos importantes em áreas como a Bioengenharia, Medicina, Farmácia, entre outras aplicações clássicas de Engenharia. Princípios para o bombeamento de fluidos baseados em atuadores piezelétricos estão sendo estudados no Departamento de Engenharia Mecatrônica e de Sistemas Mecânicos da Escola Politécnica, que permitem a construção de bombas de fluxo de pequena escala, ou seja, bombas de fluxo de pequena potência para deslocamento de pequenos volumes de fluido com baixo consumo de energia. O presente trabalho estuda bombas de fluxo piezelétricas de diafragma do tipo “valve-less” para geração de vazão. A bomba de fluxo piezelétrica de diafragma utiliza cerâmica piezelétrica como atuador para mover uma membrana (diafragma) para cima e para baixo como um pistão, que causa uma seqüência de aumento e diminuição do volume da câmara da bomba, forçando a entrada e a saída do fluido na bomba. A direção do fluxo é garantida por válvulas que privilegiam o fluxo em apenas um sentido. O objetivo deste trabalho é o estudo da metodologia de desenvolvimento de uma bomba de fluxo piezelétrica de diafragma de baixo custo do tipo “valve-less”. Para tanto, será utilizado a modelagem por Método dos Elementos Finitos (MEF) para a realização de análises de sensibilidade dos parâmetros geométricos e construtivos da bomba de fluxo. Serão realizadas simulações de escoamento de fluido pelo Método de Volumes Finitos (MVF) para a realização de análises de sensibilidade dos parâmetros geométricos dos elementos difusor/bocal e o levantamento das curvas características da bomba de fluxo. Por fim, protótipos serão construídos e caracterizados para validação dos resultados computacionais. Serão apresentadas a metodologia empregada e a discussão dos resultados obtidos, de forma a analisar o princípio proposto e os fenômenos físicos em questão.

ABSTRACT

Flow pumps act as important devices in areas as Bioengineering, Medicine, Pharmacy, among other areas of Engineering. Principles for pumping fluids based on piezoelectric actuators have been studied in the Department of Mechatronic and Mechanical Engineering of “Escola Politécnica da Universidade de São Paulo”, that allow the construction of small flow pumps, in other words, pumps for displacement of small fluid volumes with low power consumption. The present work studies valve-less piezoelectric diaphragm flow pumps for flow generation. The piezoelectric diaphragm flow pump uses a piezoelectric ceramic as actuator to move a membrane (diaphragm) up and down as a piston. Consequently, there is a sequence of increase and decrease in the chamber volume that will force the fluid in and out of the pump. The direction of the flow is guaranteed by valves that privilege the flow in just one pumping direction. The main objective of this work is the study of a methodology to develop a low cost valve-less piezoelectric diaphragm flow pump. A sensitivity analysis is carried using computational simulation through the Finite Element Method (FEM) to study how construction parameters and assembly affect diaphragm flow pump performance. Using CFD simulations through the Finite Volume Method (FVM), a sensitivity analysis is done around nozzle/diffuser element geometrical parameters and pump characteristic curves are obtained. Finally, computational results are validated by prototype construction and characterization. The text presents methodologies employed and discusses the obtained results, analyzing the principle and the related physical phenomena.

CONTEÚDO

Lista de Figuras

Lista de Tabelas

Lista de Abreviaturas

Lista de Símbolos

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	Bombas de Fluxo Piezelétricas de Diafragma	3
1.2	Justificativa	6
1.3	Objetivos	6
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	8
2.1	Princípio de Funcionamento	8
2.2	Cerâmicas Piezelétricas.....	9
2.3	Atuadores Piezelétricos.....	11
2.4	MEF Piezelétrico.....	12
2.4.1	Análise Modal	13
2.4.2	Análise Harmônica.....	14
2.4.3	Análise Transiente.....	15
2.5	Método de Volumes Finitos Baseado em Elementos para Simulação de Escoamento de Fluido	16
3	MODELAGEM COMPUTACIONAL.....	19
3.1	Metodologia do Estudo Computacional.....	19
3.2	Descrição dos Elementos Utilizados no ANSYS.....	20
3.3	Condições de Contorno Móveis	22
3.4	Linguagem APDL	22
4	METODOLOGIA EXPERIMENTAL.....	24
4.1	Fabricação de Protótipo.....	24
4.2	Testes Preliminares	25

4.3	Determinação do Amortecimento do Sistema.....	26
4.4	Ensaio de Vazão.....	27
4.5	Ensaio de Pressão Estática	28
5	RESULTADOS.....	29
5.1	Modelo Computacional do Atuador Piezelétrico no Ar.....	29
5.2	Análises de Sensibilidade.....	32
5.2.1	Comprimento dos Bocais de Entrada e Saída da Bomba de Fluxo.....	33
5.2.2	Diâmetro das Válvulas	35
5.2.3	Altura da Câmara	36
5.2.4	Excentricidade do Atuador Piezelétrico.....	37
5.3	Análises de Sensibilidade Baseada nas Simulações de Escoamento de Fluido. 38	
5.4	Modelo Computacional de Escoamento de Fluido Completo Final da Bomba de Fluxo de Diafragma.....	42
5.5	Curvas Características da Bomba de Fluxo de Diafragma.....	47
5.5.1	Curvas de Vazão x Frequência.....	47
5.5.2	Curvas de Pressão x Frequência.....	48
5.5.3	Curvas de Pressão x Vazão	50
5.5.4	Curvas de Vazão x Voltagem.....	51
5.5.5	Curvas de Pressão x Voltagem.....	52
6	CONCLUSÕES	53
7	TRABALHOS FUTUROS	54
8	REFERÊNCIAS	55
	APÊNDICE A: PROGRAMAS EM APDL	59
	APÊNDICE B: DESENHOS TÉCNICOS DO PROTÓTIPO FABRICADO.....	65

Gracias por visitar este Libro Electrónico

Puedes leer la versión completa de este libro electrónico en diferentes formatos:

- HTML(Gratis / Disponible a todos los usuarios)
- PDF / TXT(Disponible a miembros V.I.P. Los miembros con una membresía básica pueden acceder hasta 5 libros electrónicos en formato PDF/TXT durante el mes.)
- Epub y Mobipocket (Exclusivos para miembros V.I.P.)

Para descargar este libro completo, tan solo seleccione el formato deseado, abajo:

