

ESTUDO DAS CARACTERÍSTICAS ENTRE ALTO-FALANTES USADOS PARA TÉCNICA DE OSCILAÇÕES FORÇADAS

Walter Macêdo Lins fialho

Universidade Federal da Paraíba –Núcleo de Estudos em Engenharia Biomédica
Centro de Ciências da Saúde
Cidade Universitária
Cep 58.040-900 – João Pessoa –Paraíba - Brasil
E-mail: wmlfialho@bol.com.br

José Felício da Silva

Universidade Federal da Paraíba –Núcleo de Estudos em Engenharia Biomédica
Centro de Ciências da Saúde
Cidade Universitária
Cep 58.040-900 – João Pessoa –Paraíba - Brasil
E-mail: jfelicio@superig.com.br

Raimundo C. S. Freire

Universidade Federal da Paraíba – Centro de Tecnologia
Departamento de Engenharia elétrica
Av. Aprígio Veloso, 889, Bodocongó,
Cep 58.109-970, campina Grande –Paraíba - Brasil
E-mail: freire@dee.ufcg.edu.br

Ivan S. S. Silva

Universidade Federal do Pará – Centro de Tecnologia
Departamento de Engenharia elétrica
Av. Aprígio Veloso, 889, Bodocongó,
Cep 58.109-970, campina Grande –Paraíba - Brasil.
E-mail: Ivan@dee.ufcg.edu.br

Resumo. *O objetivo do trabalho é o estudo das características de alto-falantes utilizados como geradores em instrumentos baseados na Técnica de Oscilações Forçadas (TOF). Foram adquiridos e comparados dados de deslocamento em vários pontos do cone de três alto-falantes de potências e diâmetros diferentes. Os pontos escolhidos situavam-se tanto na parte anterior como na parte posterior do cone. Para obtenção dos dados experimentais, foi utilizado um sensor para determinar o deslocamento do cone do alto-falante que era alimentado com um sinal elétrico conhecido. Os dados foram adquiridos com uma placa de aquisição e para tratamento off-line. Na aquisição dos dados foi usada a ferramenta de software LABVIEW e na sua análise o MATLAB. Os resultados obtidos, comparados com os encontrados na literatura, são similares. Foi observada, na faixa de frequência utilizada, pouca distorção harmônica. Evidenciando para todos os alto-falantes testados um comportamento constante das curvas de módulo e fase. Através da análise da função de transferência dos alto-falantes será possível o desenvolvimento de modelos com alto-falantes de potências diferentes, tornando possível o desenvolvimento de diferentes modelos de geradores de pressão para utilização na TOF.*

Palavras-chave: Impedância Mecânica, Sistema Respiratório, Técnica de Oscilações Forçadas, Geradores de Pressão, Alto-falante.

1. INTRODUÇÃO

O alto-falante é geralmente utilizado como gerador de pressão para medida de impedância mecânica do sistema respiratório nos testes de avaliação pulmonar. A importância de estudar e modelar os geradores com base em alto-falantes consiste no fato de ser um equipamento pouco utilizado no estudo específico da Técnica de Oscilação Forçada.

Existem vários geradores de pressão senoidal usado para determinar a impedância mecânica do sistema respiratório utilizando a Técnica de Oscilações Forçadas, onde se pode ter como exemplos, os geradores pneumático e os geradores do tipo alto-falantes. De Melo et al (1995).

O alto-falante é utilizado como gerador de pressão para medida de impedância mecânica do sistema respiratório nos testes de avaliação pulmonar, tendo em vista o seu custo relativamente baixo e uma ampla faixa de frequência (0 – 200Hz) para ser estudada. Farré et al (1986).

A importância de estudar e modelar os geradores baseados em alto-falantes é fundamental para implementação da Técnica de Oscilações Forçadas, isto porque, há no mercado vários tipos e modelos de alto-falantes e de diferentes diâmetros, potências e materiais, onde o estudo da sua Função de Transferência pode ser fundamental para o uso do gerador de pressão para aplicação da Técnica de Oscilações Forçadas.

A técnica de Oscilações Forçadas foi proposta por Dubois e Coll em 1956 (Farré, 1986; Ying, 1990) e consiste no estudo da relação entre a variação da pressão senoidal e fluxo aplicado ao sistema respiratório usando um gerador de pressão externo. Esta técnica mostra-se bastante eficaz na determinação de alguns parâmetros respiratórios como resistência e reatância. De Melo et al (1995). Outro aspecto importante é com relação à facilidade na execução da técnica, pois não há necessidades de cooperação por parte do paciente como em Espirometria e Pletismografia, facilitando sua aplicação em crianças e pessoas intubadas (Silva, 2001; De Melo, 1995; Farré, 1995).

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A Função de Transferência Analítica envolve parâmetros muitas vezes desconhecidos que variam para cada alto-falante, portanto quando se aplica a Técnica de Oscilações Forçadas alguns destes parâmetros devem ser conhecidos, como o fluxo gerado pelo alto-falante que é de fundamental importância na determinação do fluxo do paciente.

O sistema utilizado para obtenção dos dados é composto por um sensor de deslocamento mecânico, montado em uma bancada de teste, como mostra a Fig. (1). Nesta montagem o objetivo é caracterizar vários alto-falantes de forma a obter a resposta em frequência e possibilitar o projeto do gerador de pressão.

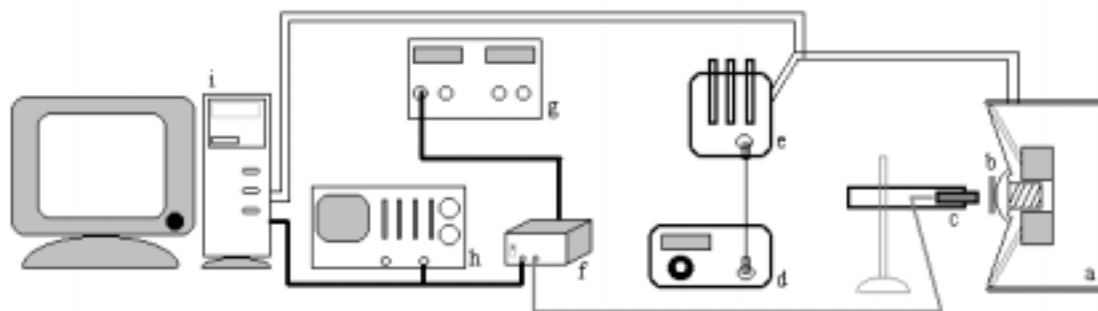


Figura 1. Montagem para aquisição de dados: a - gerador alto-falante; b - placa metálica; c - sensor de deslocamento mecânico; d - gerador de frequência; e - amplificador; f - gerador de tensão; g - fonte de excitação; h - osciloscópio e i - microcomputador.

O metal condutor fixado no cone em movimento do alto-falante penetra no campo magnético do sensor de deslocamento, uma corrente elétrica é induzida no material metálico e o sensor deste modo mede o campo magnético resultante, Dally et al (1993), mostrando a medida da variação da tensão equivalente ao deslocamento realizado entre o sensor de deslocamento e a placa de metal fixa ao cone. O tratamento dos dados é realizado off-line. A faixa de aquisição para *multi-frequência* de 0 a 200 Hz, variando continuamente, adquiridas em diferentes posições no cone do alto-falante, tanto na parte da frente como na parte de trás, Fig. (2). A placa metálica foi fixada na parte anterior e posterior do alto-falante, observando a distância inicial entre a placa e o sensor de deslocamento, estabelecida como referência uma tensão inicial de $-10V$ o equivalente a uma distancia de 1,6 mm, correspondente a posição inicial em repouso, como demonstrado na Fig. (3) e para o sinal de excitação do alto-falante uma amplitude inicial de 4 volts pico a pico na frequência de 1Hz, para todos os pontos testados.

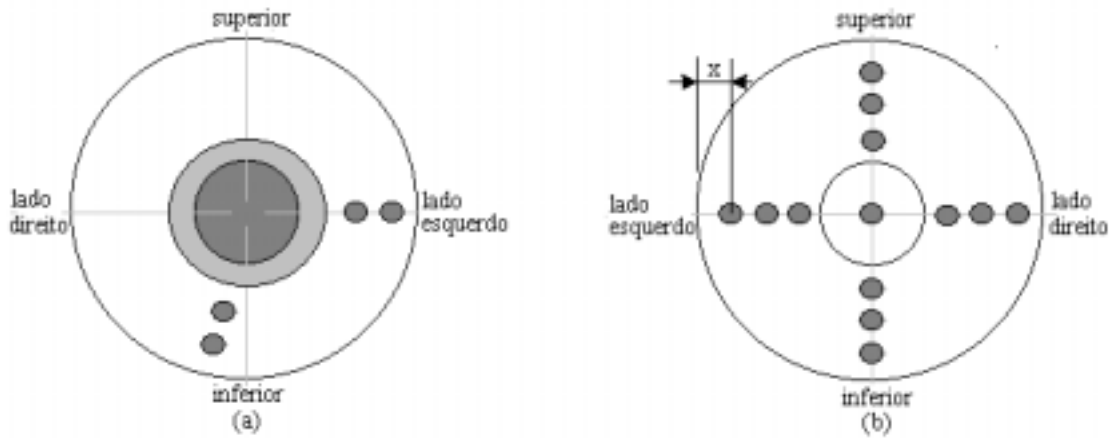


Figura 2. (a) vista da parte posterior do cone; (b) vista da parte anterior do cone onde \underline{x} – distância entre a base e o centro do metal fixado no lado esquerdo do cone.

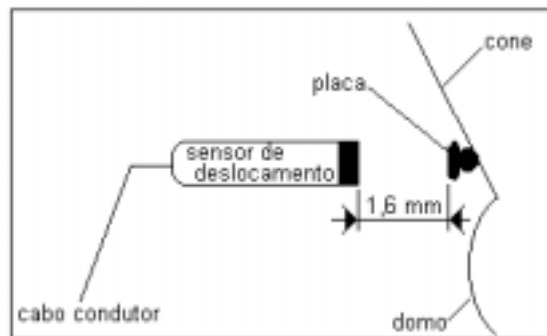


Figura 3. Posicionamento do sensor de deslocamento.

A função característica do sensor foi aproximada pela função de 4ª ordem. Silva et all (2001)

$$Y(x) = a_4x^4 + a_3x^3 + a_2x^2 + a_1x^1 + a_0 \quad (1)$$

onde: $a_4 = 0.0843$, $a_3 = -1.0300$, $a_2 = 4.9134$, $a_1 = -11.7128$, $a_0 = -0.3394$

Os alto-falantes utilizados para aquisição dos dados foram: Alto-falante (1) NOVIK 90 W, 8 polegada; $\Omega = 8$ ohms, Alto-falante (2) BRAVOX 160 W; 8 polegada;; $\Omega = 4$ ohms e um Alto-falante (3) BRAVOX 140 watts; 6 polegada; $\Omega = 4$ ohms. Todos montados adequadamente para medições, o primeiro com uma placa de acrílico com um furo no centro fechando a parte anterior o segundo e terceiros respectivamente aberto como mostra a Fig. (4).

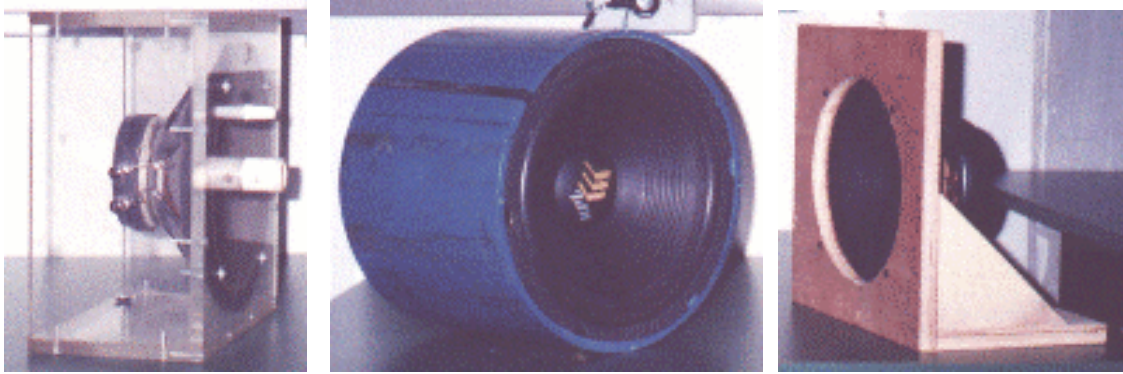


Figura 4. Alto-falantes (1, 2 e 3) e respectivas montagens

3. RESULTADOS

Uma amplitude inicial de quatro volts pico a pico para uma frequência de 1 Hz, foi utilizado para excitar do alto-falante, antes de iniciar as aquisições dos dados, procurando manter o mesmo sinal de entrada inicial para cada ponto de aquisição e para cada alto-falante testado. À medida que se variava à frequência a amplitude (deslocamento do cone) aumentava ou diminuía, variando o volume deslocado. As figuras seguintes representam a função de transferência para geradores testados mostrando uma relação entre o módulo (G) e o ângulo de fase em função da frequência.

As Figuras. (5) e (6) mostram os gráficos relacionados a medidas de *multi-frequências* de 0 a 200 Hz efetuadas no domo dos alto-falantes, utilizando dois tipos de placas com diferentes massas, uma com 0,9554 g e a outra com 1,9065 gramas.

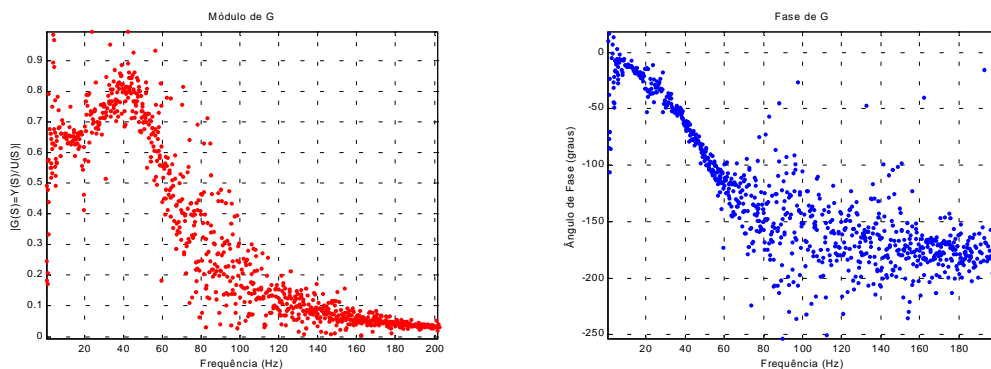


Figura 5. Representa o módulo e fase para o alto-falante 02, com uma placa de alumínio de massa 0,9554 g fixada no domo.

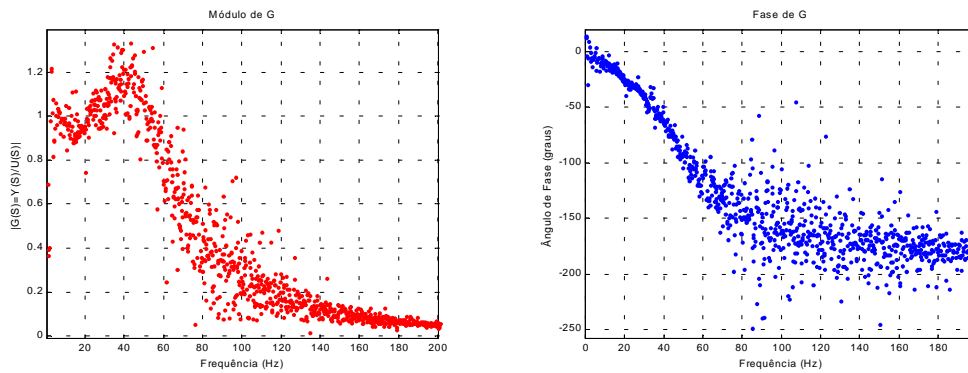


Figura 6. Representa o módulo e fase para o alto-falante 02, com uma placa de alumínio de massa 1,9065 g fixada no domo.

Para o estudo das características de cada alto-falante, foi necessário fazer medidas para os três alto-falantes como o mostrado nas Figs. (7 e 8), que mostra os gráficos com as curvas das respostas em frequência, incluindo o ganho do amplificador, para as medidas tomadas na parte anterior do cone do alto-falante (3).

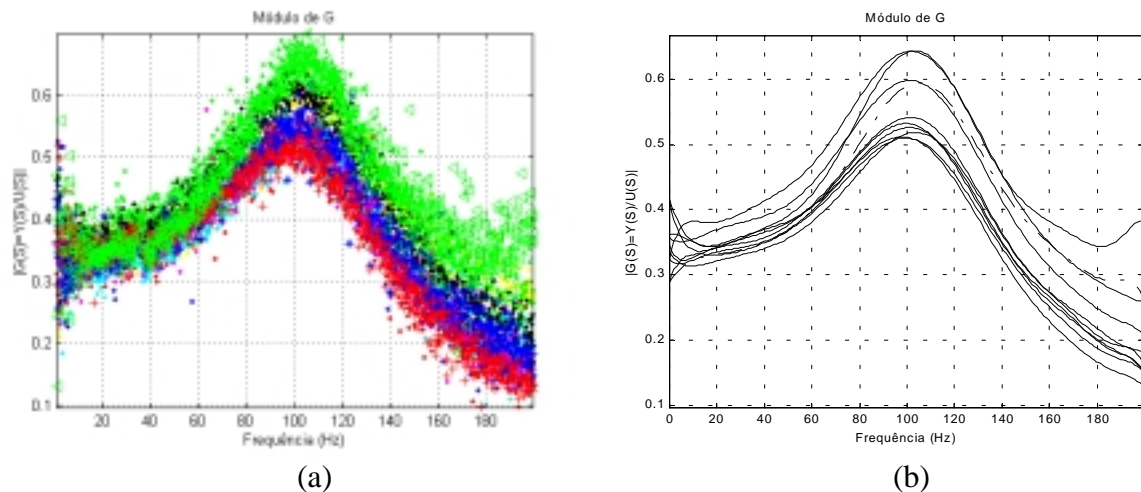


Figura 7. (a) Módulo da fase para o alto-falante 03, com todos os pontos de aquisição na parte anterior do cone em função da frequência em Hz e (b) ajuste das curvas do módulo da fase para o alto-falante 03, com todos os pontos de aquisição na parte anterior em função da frequência em Hz, usando polinômio de grau 11.

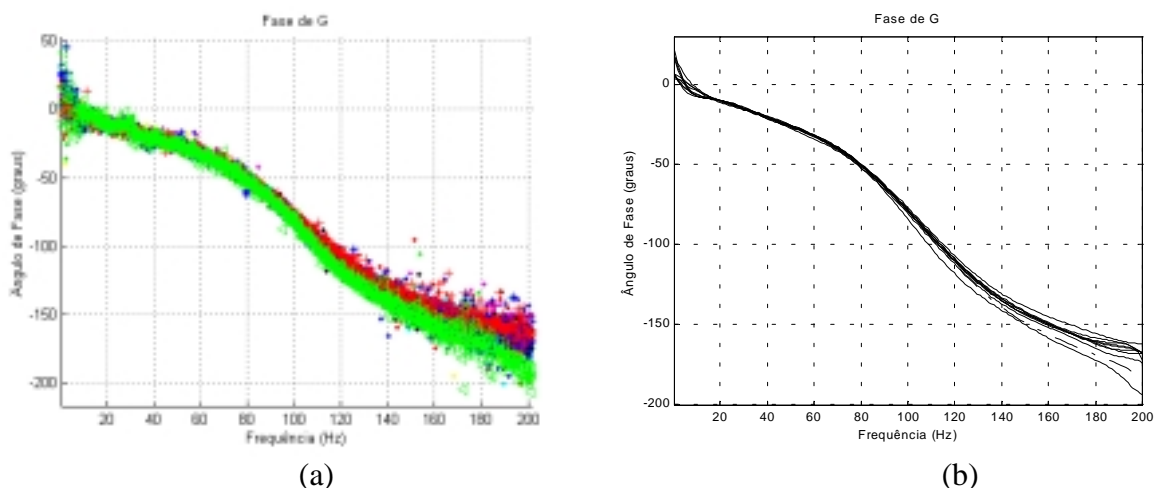


Figura 8. (a) Ângulo de fase para o alto-falante 03, com todos os pontos de aquisição na parte anterior do cone em função da frequência em Hz e (b) Ajuste das curvas do ângulo de fase para o alto-falante 03, com todos os pontos de aquisição na parte anterior do cone em função da frequência em Hz, usando polinômio de grau 11.

A figura (9 e 10) mostra a curva de aquisição em um ponto escolhido nos alto-falante, procurando mostrar os diferentes comportamentos e facilitar a sua análise.

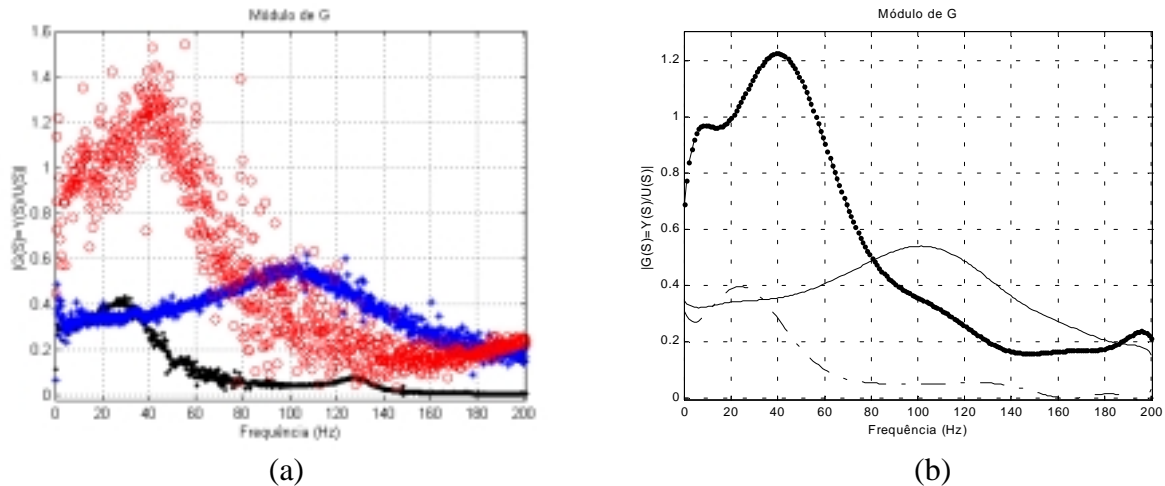


Figura 9. (a) Módulo da fase do alto-falante 01(preto), alto falante 02 (vermelho), alto-falante 03 (azul) para um ponto na parte posterior do cone e (b) ajuste das curvas do alto-falante 01(bolas), alto falante 02 (traço e ponto), alto-falante 03 (linha contínua) usando um polinômio de grau 11.

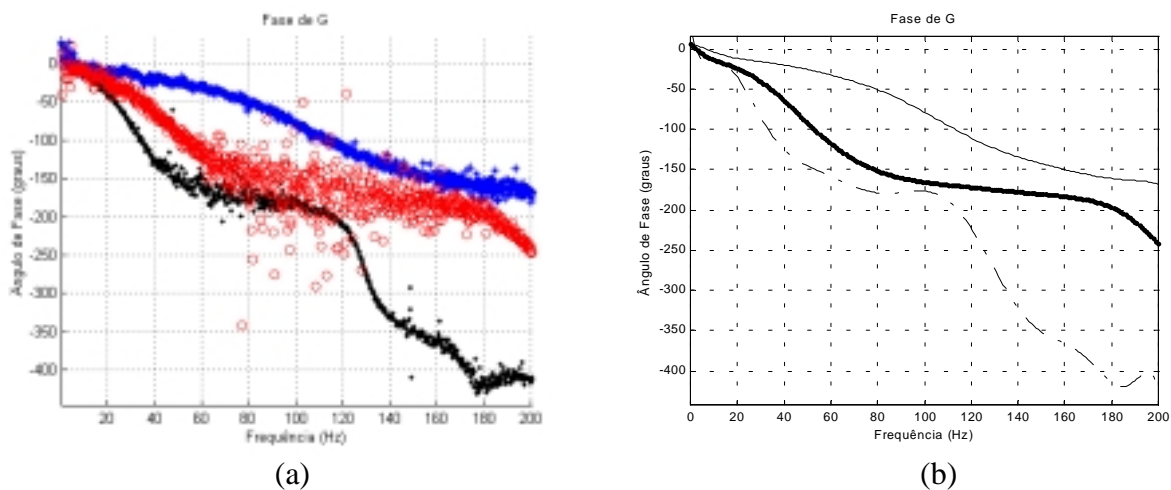


Figura 10. (a) Ângulo de fase do alto-falante 1 (preto), alto falante 2 (vermelho), alto-falante 3 (azul) para um ponto na parte posterior do cone e (b) ajuste das curvas do alto-falante 1(tracejado), alto falante 2 (linha contínua), alto-falante 3 (traço e ponto) usando um polinômio de grau 11.

4. CONCLUSÕES

As Figuras (5 e 6) representam o módulo e fase para o alto-falante 02 com uma placa de alumínio presa ao domo com diferentes massas e podemos verificar que para a faixa de frequência utilizada para os testes a diferença das massas não contribuíram para uma respostas diferentes.

Analizando as curvas acima, os alto-falantes (1 e 2), com diâmetros de 8 polegadas, independentemente da potência nominal, apresentam picos na curva do ganho entre 20 e 40 Hz, o que corresponde a um ângulo entre 70° e 80° na curva de fase.

Para o alto-falante (3), com diâmetro de 6 polegadas os picos acontecem para frequências em torno de 100 Hz o que corresponde a um ângulo de aproximadamente 85° na curva de fase em relação a frequência. A análise do comportamento da resposta em frequência na parte anterior e posterior de todos os alto-falantes testados mostra que é possível se ter uma curva de resposta uniforme do módulo e fase até uma determinada faixa de frequência.

O alto-falante (3) com diâmetro menor mostra uma boa resposta entre 0 e 60 Hz, onde o módulo tem um comportamento praticamente linear e o ângulo de fase, variando de 0° até 40° aproximadamente,

Foram obtidas por Farré et al (1986), para frequências de 140 e 160Hz utilizando um cone de papel selado e de alumínio onde se evidencia para esses picos de ganho um ângulo de fase em torno de 70°. Como se pode observar a dificuldade de se caracterizar as propriedades eletromecânicas de um alto-falante é devido aos tipos de materiais utilizados, que se caracterizam por uma grande variedade de suas propriedades. Hernandez et al (1999)

Pode-se concluir que o alto-falante com diâmetro menor pode ser perfeitamente utilizado para aplicação da Técnica de Oscilações Forçadas, pois obteve uma resposta em frequência melhor que os alto-falantes de diâmetro maiores.

Foi evidenciado no estudo várias distorções ocorridas para as frequências acima de 100 Hz com relação a cada ponto do cone, para os alto-falantes (1 e 2), apresentando respostas diferentes, caracterizando um comportamento não rígido do cone, e que para frequências abaixo de 100 Hz o cone do alto-falante pode ser considerado como um cone rígido.

Traçando sua Função de Transferência sem conhecer todos os parâmetros do gerador utilizado (diâmetro, peso, potência, fluxo magnético e outros) é possível o desenvolvimento de geradores, com diferentes formas, diâmetros e potências permitindo assim fazer as correções na resposta em frequência necessárias para as faixas de frequência de interesse.

5. REFERÊNCIAS

- De Melo, P.L., Werneck, de M. M. Giannella-neto, A., 1995, “Instrumentação para análise do sistema respiratório pela técnica de Oscilações Forçadas: gerador de sinais servocontrolados”, RBE, vol. 12, Nº 3, ed. Especial, pp. 7-18.
- Dally, J. W., Riley, W. F. e Connell, K. G., 1993, “Instrumentation for Engineering Measurement”, Mc John Wiley & Sons, New York.
- Farré, R., Ferrer, M., Rotger, M., Navajas, D., 1995, “Servocontrolled generator to measure respiratory impedance from 0.25 to 26 Hz in ventilated patients at different PEEP levels”, Eur. Respir. Journal.. 8. pp 1222-1227.
- Farré, R., Navajas, D., Rotger, M. M., 1986, “Optical method for determining the frequency response of pressure-measurement systems in respiratory mechanics” - Med. & Biol. Eng. & Comput. 24, pp. 78-82.
- Hernandes, C. S., Ferreira, R. J., Arruda J. R. de F., 1999, “Caracterização de materiais para modelagem numérica de diafragma de alto-falantes”, XV COBEM, São Paulo, Brasil.
- Silva, I. S. S., Silva, J. F., Freire, R. C. S., Naviner, J. F., 2001, “Correção da Função de Transferência de Gerador de Pressão para Avaliação de Função Pulmonar pela Técnica de Oscilações Forçadas” METROCAL - II Congresso Chileno e Internacional de Metrologia, Vol. 1, Anais do II Congresso Chileno e Internacional de Metrologia, pp.152 – 159.
- Ying, Y., Peslin, R., Duvivier, C., Gallina, C. J., Silva, J. F., “Respiratory input and transfer mechanical impedances in patients with chronic obstructive pulmonary disease”, 1990, Eur. Respir. Journal, 3, pp. 1186-1192.

STUDY OF THE CHARACTERISTICS AMONG LOUDSPEAKERS USED FOR FORCED OSCILLATIONS TECHNIQUE

Walter Macêdo Lins fialho

Federal University of Paraíba –Nucleus of Studies in Biomedical Engineering
Centers of Sciences of the Health
Zip code 58.040-900 – João Pessoa –Paraíba - Brazil
E-mail: wmlfialho@bol.com.br

José Felício da Silva

Federal University of Paraíba –Nucleus of Studies in Biomedical Engineering
Centers of Sciences of the Health
Zip code 58.040-900 – João Pessoa –Paraíba - Brazil
E-mail: jfelicio@superig.com.br

Raimundo C. S. Freire

Federal University of Campina Grande – CT
Department of Electric Engineering
Av. Aprígio Veloso, 889, Bodocongó,
Zip code 58.109-970, Campina Grande –Paraíba - Brazil
E-mail: freire@dee.ufcg.edu.br

Ivan S. S. Silva

Federal University of Campina Grande – CT
Department of Electric Engineering
Av. Aprígio Veloso, 889, Bodocongó,
Zip code 58.109-970, Campina Grande –Paraíba - Brazil
E-mail: Ivan@dee.ufcg.edu.br

Abstract. *This work aims at studying the loudspeakers characteristics used as generators in instruments based on the Forced Oscillations Technique (FOT). The displacement data were obtained and compared in several points of the cone of three potential loudspeakers and different diameters. The chosen points located as in the previous part as in the subsequent part of the cone. For obtain the experimental data, a sensor was used to determine the displacement of the cone of the loudspeakers that was supplied by a known electric sign. The data were acquired with an acquisition plate and stored, for off-line analyses, If was used the LABVIEW software to obtain the data and to analyse them it was used the MATLAB. This research present similar results, to those found in the literature. It was observed, in the band of used frequency, little harmonic distract. Evidencing for all the tested loudspeakers a constant behavior of the module curves and phase. Through the analysis of the function of transfer of the loudspeakers, it will be possible the development of models with loudspeakers of different potencies, turning possible the development of different models of pressure generators for use in FOT.*

Keywords: *Mechanical impedance, Breath System, Forced Oscillations Technique, Generator of Pressure, loudspeaker.*