



DETERMINAÇÃO DO CIRCUITO ELÉTRICO EQUIVALENTE DE VAN DYKE DE TRANSDUTORES PIEZELÉTRICOS MECANICAMENTE PRÉ-TENSIONADOS

Vitor P. T. Costa (Bolsista), Prof. Dr. Francisco José Arnold (Orientador)
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

FACULDADE DE TECNOLOGIA
PIBIC/CNPq

Palavras Chaves: *Van Dyke - Ajuste de curvas - Piezelétricos*



Introdução

Materiais piezelétricos são capazes de gerar um potencial elétrico quando submetidos a uma tensão mecânica, ou sofrer deformações mecânicas quando submetidos a potenciais elétricos.

O trabalho apresentado utiliza circuito equivalente de Van Dyke, mostrado na figura 1, para a caracterização de um transdutor piezelétrico do tipo sanduíche composto de duas cerâmicas de Titanato Zirconato de Chumbo (PZT) e peças metálicas, mostrado na figura 2, e analisar o comportamento do transdutor quando são aplicados diversos níveis de pré-tensionamento mecânico.

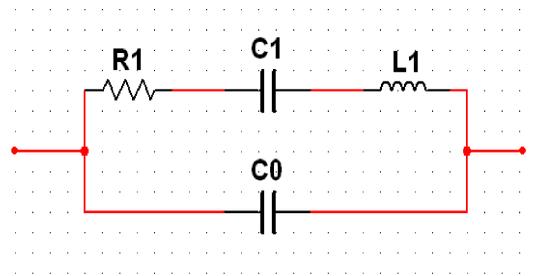


Figura 1. Circuito equivalente de Van Dyke. **Figura 2.** Transdutor piezelétrico utilizado. As cerâmicas de PZT possuem 38 mm de diâmetro.

Metodologia

A primeira parte do trabalho consistiu na determinação da curva que relaciona a compressão mecânica com a tensão elétrica obtida, usando uma prensa mecânica e um circuito detector de pico.

Na segunda parte foi utilizado o método da ressonância para determinar a impedância da cerâmica próximo das frequências de ressonância e anti-ressonância.

$$Z = \sqrt{\left(\frac{X_{C0}(RX_{C0})}{R^2 + \left(X_{L1} - \left(\frac{1}{2\pi f} \frac{C_0 C_1}{C_0 + C_1} \right) \right)^2} \right)^2 + \left(X_{C0} \left(\frac{-R^2 + (X_{L1} - X_{C1})(X_{L1} - X_{C1} - X_{C0})}{R^2 + \left(X_{L1} - \left(\frac{1}{2\pi f} \frac{C_0 C_1}{C_0 + C_1} \right) \right)^2} \right) \right)^2} \quad (I)$$

Onde:

$$X_{C0} = \frac{1}{2\pi f C_0} \quad X_{C1} = \frac{1}{2\pi f C_1} \quad X_{L1} = 2\pi f L_1$$

Os valores obtidos foram ajustados segundo o modelo de Van Dyke, utilizando a Equação I, utilizando o toolbox do Matlab chamado Curve Fit.

Resultados e Discussão

Para cada valor de pré-tensionamento é apresentado um gráfico do módulo da impedância elétrica em função da frequência. Na Tabela 1 são mostrados os valores dos componentes do modelo de Van Dyke obtidos com o procedimento de ajuste de curvas.

Pré-tensionamento aplicado(MPa)	C ₀ (nF)	R ₁ (Ω)	C ₁ (pF)	L ₁ (mH)
4,1	3,984	250	293	36,7
8,2	5,884	317	145	67,7
12,2	6,724	462	100	96
16,3	5,984	342	178	53,7
20,4	6,384	248	132	72,7
24,5	6,064	312	96	98,7
28,6	5,464	264	96	98,7

Tabela 1. Parâmetros dos componentes do circuito equivalente de Van Dyke para diferentes níveis de pressão aplicados no transdutor.

Foi observado que o aumento do pré-tensionamento mecânico causa mudanças na curva da impedância elétrica do transdutor. Estas mudanças implicam em um deslocamento para valores superiores nas frequências de ressonância e anti-ressonância. Na Figura 12 são mostradas as curvas de ressonância e anti-ressonância em função do pré-tensionamento mecânico.

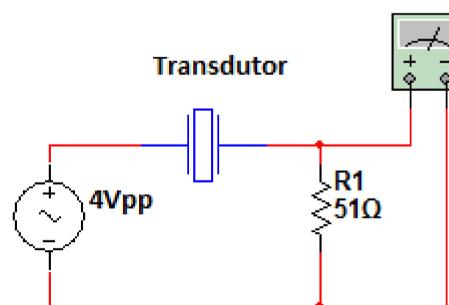


Figura 3. Método da Ressonância.

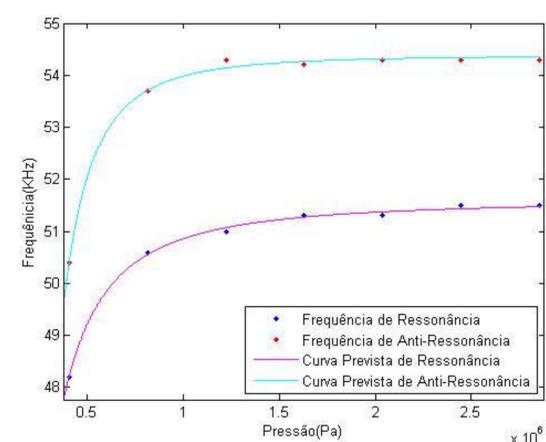


Figura 4. Gráfico que relaciona a pressão aplicada com as frequências de ressonância e anti-ressonância.

Conclusão

Foi observado que os transdutores piezelétricos montados a partir das cerâmicas utilizadas sofrem mudanças em suas características relacionadas ao nível de pré-tensionamento mecânico aplicado. As frequências de ressonância e de anti-ressonância sofrem um deslocamento para valores superiores conforme o nível de pressão aplicada.