



CIRCUITOS *SHUNT* DE CAPACITÂNCIA NEGATIVA APLICADOS AO AMORTECIMENTO DE VIBRAÇÕES

Leonardo de Freitas Leucas; Valder Steffen Jr;

Os circuitos *shunt*, como mostrado na literatura (HAGOOD,1991 – HOLLKAMP,1994 – BEHRENS,2003), podem ser utilizados conjuntamente com elementos piezelétricos em sistemas mecânicos, com a função de amortecer vibrações. Desta forma, está sendo desenvolvido, no contexto de uma dissertação de mestrado, um estudo do uso de circuitos *shunt* de Capacitância Negativa para o amortecimento de vibrações.

Dentre as diferentes técnicas existentes, a de Capacitância Negativa apresenta a característica de poder ser eficaz em uma banda de frequências substancialmente maior que os demais circuitos *shunt* (ressonantes e resistivos). Tal efeito decorre do fato do elemento piezelétrico possuir intrinsecamente elementos de capacitância, o que, do ponto de vista do amortecimento de vibrações, é indesejável. Sendo assim, ao se utilizar Capacitores Negativos em circuitos *shunt* associados a elementos piezelétricos consegue-se reduzir ou até mesmo eliminar tais capacitâncias intrínsecas, melhorando dessa forma o amortecimento do sistema conforme promovido pelo *shunt*.

Para se obter valores de capacitâncias negativas, uma vez que estas não são encontradas diretamente na natureza, são utilizados os chamados NIC (*Negative Impedance Converters*) conforme representados na figura abaixo.

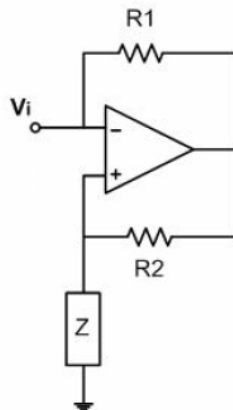


Figura 1: Circuito NIC.

Este circuito é capaz de obter uma impedância, Z_{in} , em seus terminais como expressa a Eq.1. Apesar da simplicidade de construção, este circuito apresenta margens de estabilidade na operação muito estreitas tornando o circuito altamente instável.

$$Z_{in} = -Z \frac{R_1}{R_2} \quad (1)$$

A metodologia abordada leva em consideração este fato, dando atenção à verificação experimental do circuito NIC buscando obter um modelo analítico computacional que possa levar em consideração as não idealidades do circuito eletrônico. Além disso, estudar-se-ão as diferentes configurações de associação de circuitos NIC ao elemento piezelétrico (série e paralelo) a fim de se explorar as vantagens e desvantagens de cada uma delas.

Como resultados desta primeira etapa de verificação experimental dos circuitos NIC, foram realizados experimentos utilizando o circuito mostrado na Fig. 1, em configuração série, pelo fato da literatura indicar esta como sendo a mais estável dentre as duas configurações possíveis.

Assim, foram obtidas FRF's do circuito NIC e elaborado um programa de otimização em Matlab® visando a identificação dos parâmetros deste circuito, tais como a capacitância e a resistência parasita. Foi utilizado o AO OPA445 em alimentação simétrica de $\pm 15V$ em uma banda de frequência de até 6,7Khz e também o analisador espectral Agilent®. A configuração do experimento é mostrada a seguir, na Fig. 2. Os parâmetros do circuito NIC utilizados foram os seguintes: $R=996\Omega$, $R_1=10k\Omega$ e $R_2=11k\Omega$ e a impedância a ser convertida (Z) como sendo um capacitor, C_n , considerado como um parâmetro variável durante esta etapa.

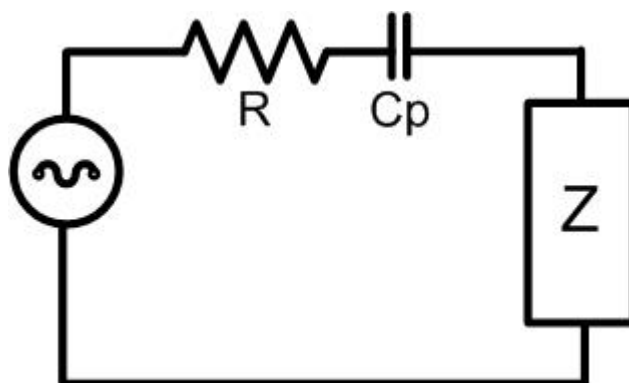


Figura 2: Experimento Realizado.

Assim, os valores utilizados e obtidos em cada experimento desta etapa estão expressos na tabela a seguir (Tab. 1).

Tabela 1: Parâmetros utilizados no experimento e obtidos pela identificação.

Cp (nF)	Cn (nF)	Ceq (nF) teórico	Ceq (nF) identificado	Resistência Parasita (Ω)
41,53	29,30	-99,44	54,00	4,07
32,27	37,58	228,23	41,83	5,25
51,40	29,30	-68,12	67,44	3,00
51,40	90,02	119,81	67,42	3,04

Ao se analisar estes dados, percebe-se a necessidade de melhora do circuito, uma vez que este não conseguiu gerar capacitâncias negativas conforme o previsto. Espera-se obter ao fim desta etapa um circuito NIC completamente funcional para que se iniciem os experimentos com sistemas mecatrônicos, acoplando assim estruturas mecânicas com elementos piezelétricos.

Assim sendo, a expectativa maior do presente trabalho encontra sua relevância tanto do ponto de vista acadêmico no âmbito de estruturas inteligentes, quanto no âmbito industrial na produção de equipamentos mais precisos e silenciosos.

REFERÊNCIAS

- BEHRENS, S., FLEMING, A. J., MOHEIMANI, S. O. R., "A BROADBAND CONTROLLER FOR SHUNT PIEZOELECTRIC DAMPING OF STRUCTURAL VIBRATION", 2003.
- HAGOOD, N. W., VON FLOTOW, A., "DAMPING OF STRUCTURAL VIBRATIONS WITH PIEZOELECTRIC MATERIALS AND PASSIVE ELECTRICAL NETWORKS," JOURNAL OF SOUND AND VIBRATION, 1991, VOL. 146, NB 2, PP 243-268
- HOLLKAMP, J. J., "MULTIMODAL PASSIVE VIBRATION SUPPRESSION WITH PIEZOELECTRIC MATERIALS AND RESONANT CIRCUITS," JOURNAL OF INTELLIGENT MATERIAL SYSTEMS AND STRUCTURES, 1994, VOL. 5, PP. 49-57.