

Desenvolvimento de sistema de medição de velocidade para scanners indutivos ressonantes a partir da amostragem com fotodiodos

Autor: Albuquerque, D. M. ; Co-autor: Kovtunin, T. I. ; Orientador: Ferreira, L. O. S.

Introdução:

Scanners são dispositivos dedicados à deflexão de um feixe luminoso, visível ou não, de maneira controlada e reproduzível. Um feixe luminoso pontual incide no scanner e é defletido em um ângulo variante com o tempo, a certa velocidade. A partir desta deflexão forma-se um padrão luminoso no plano de trabalho.

A modulação desta linha de varredura é o princípio de funcionamento de inúmeras aplicações baseadas nos scanners, como os leitores de código de barras, as impressoras laser e as máquinas de corte a laser.

O estudo dos sistemas de varredura envolve conhecimentos de disciplinas como a óptica, ciência dos materiais, magnetismo, acústica, mecânica, eletrônica e processamento de imagens.

Dentre os vários tipos de scanners, o objeto de estudo se concentra nos scanners indutivos ressonantes.

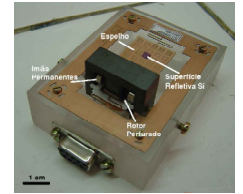


Figura 1:

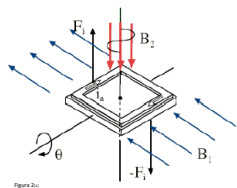


Figura 2:

Para que estes scanners oscilem é necessário que haja uma entrada oscilante, seja essa a corrente ou o campo magnético.

De acordo com a lei de Lenz, ao variar o fluxo magnético através de uma espira, pela qual passa uma corrente, haverá a formação de uma força com direção perpendicular ao plano e sentido dado pela regra da mão direita.

Um dos empecilhos para se ter um scanner economicamente viável é a geração da corrente senoidal, em virtude de o método mais utilizado ser o uso de um gerador de sinais, cujo custo restringe o seu acesso.

O objetivo desta pesquisa é aplicar um método economicamente mais viável, através da realimentação do sinal de velocidade da corrente.

Materiais e métodos:

O modelo eletromecânico é representado pelo diagrama da Figura x, do qual se extraiu o sistema de equações dinâmicas mostrado abaixo. Esse modelo expressa o ângulo de varredura em termos dos seguintes parâmetros. Em seqüência fez-se a transformada de Laplace, a qual se segue, e discretizou-se, para se utilizar o método da amostragem, resultando no modelo matemático discreto para o rotor sobre o qual está o espelho:

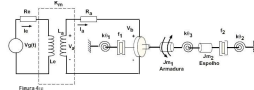


Figura 3:

$$\begin{aligned} E &= K \dot{\theta} \\ A &= J \ddot{\theta} \\ B &= R \dot{\theta} + \frac{1}{L} \int \theta dt \\ C &= \frac{1}{L} \int \theta dt + \frac{1}{L} \int \theta dt \\ D &= \frac{1}{L} \int \theta dt + \frac{1}{L} \int \theta dt \\ E &= K \dot{\theta} \\ F &= J \ddot{\theta} \\ G &= R \dot{\theta} \\ H &= K \dot{\theta} \\ K &= \frac{1}{L} \int \theta dt \end{aligned}$$

Figura 3:

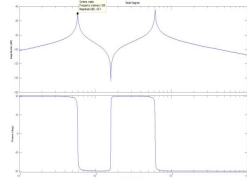


Figura 5:

O modelo obtido foi simulado no programa MATLAB, obtendo-se as curvas de resposta mostradas nas Figuras 5 e 6. A partir do modelo e das curvas de desempenho, foi projetado um circuito eletrônico de realimentação que tornou o sistema auto-oscilante, com frequência de trabalho igual à frequência natural da estrutura eletromecânica a frequência de oscilação do scanner a partir do diagrama de Bode, que é a varredura na frequência da função. Utilizando-se esta frequência, realizou-se a simulação da resposta do sistema a uma entrada senoidal sintonizada nessa frequência para a confirmação dos parâmetros. Notando-se que o diagrama apresenta dois picos sendo um deles na frequência de 94 Hz bem próxima da real. E tem seus pólos próximos ao eixo imaginário que faz o sistema oscilar.

A partir deste modelo, projetou-se o oscilador para que o sistema oscilasse sem o auxílio de uma fonte de sinais. Utilizando-se de dispositivos eletrônicos, criou-se um sistema oscilante com frequência sintonizada. Com a mesma frequência desejada de 94 Hz e pólos que tornam o sistema oscilatório.

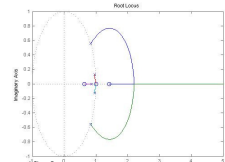


Figura 6:

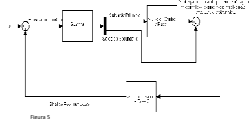


Figura 7:

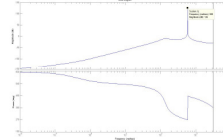


Figura 8:

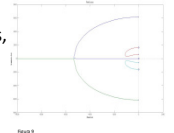


Figura 9:

Simulou-se também um sistema controlado segundo a lei de Roth para uma malha oscilante através do sistema da figura a cima, resultando nos seguintes gráficos do modelo discretizado controlado.

Conclusões:

A partir da modelagem do sistema, foi possível projetar uma realimentação eletrônica que permitiu obter-se a auto-oscilação do scanner. Foram deduzidos e simulados um modelo contínuo e um modelo discreto. O sistema realimentado apresentou o seguinte desempenho: frequência de oscilação = 98 Hz. O objetivo do projeto foi, assim, atingido.

Observou-se que um sistema de realimentação mais robusto melhoraria o desempenho do sistema.

Para realizar este controle é imperativo melhorar o sistema de realimentação do sistema analógico e criar um sistema de realimentação para o sistema digital.

Um sistema de aquisição de dados, para a frequência natural e a amplitude, resultaria em uma maior robustez do sistema. Sugere-se um estudo de controle de scanners para a realimentação robusta na qual não seja necessário saber de antemão os parâmetros e a frequência natural do sistema, em que o controlador possa sempre encontrar a frequência natural e fazer o scanner sintonizá-la, com uma boa taxa de amostragem.

Agradecimentos:

Gostaria de agradecer ao Prof. Dr. Luiz Otávio Saraiva Ferreira, por sua paciência e disponibilidade em me orientar e sem o qual não existiria esta pesquisa, ao CenPRA que forneceu o incentivo à pesquisa ao mostrar o que se é capaz de fazer com estes scanners, ao aluno Márcio Rubbo, que proporcionou base de leitura através de sua pesquisa, ao técnico do laboratório de mecatrônica Marclio Messias da Silveira por proporcionar auxílio quando o professor não estava disponível, à Faculdade de Engenharia Mecânica da UNICAMP, pela infra-estrutura e ao PIBIC pelo apoio oferecido.

Bibliografia

- [1] L.C.M.Oliveira - "Contribuições para melhoria do desempenho e viabilidade de Fabricação de scanners indutivos", teste de doutorado.
- [2] RUBBO, M.; OLIVEIRA, L C M - "Estudo da Influência do Amortecimento Causado pela Atmosfera na Resposta em Frequência de MicroScanners" - Relatório Final de Iniciação Científica.
- [3] OLIVEIRA, L C M; BARBAROTO, P R; FERREIRA, L O S; DOI, I. 2006. A novel Si micromachined moving-coil induction actuated mm-sized resonant scanner. Journal of Micromechanics and Microengineering, 2006, vol. 16, no. 1, p. 165-172.
- [4] L. O. S. Ferreira, S. Moehlecke "A Silicon Micromechanical galvanometric scanner", Sensor and Actuators 73, 1999, pp 252-260
- [5] L.O.S Ferreira, Farzad Pourborz, Premal Ashar e Chantal KhanMalek, "Torsional Scanning Mirrors Actuated by Electromagnetic Induction and Acoustic Waves", ICPM98 - International Conference on Microelectronics and Packaging, pp. 155162,1998
- [6] Katsuhiko Ogata, "Engenharia de Controle Moderno", PrenticeHall, 2003
- [7] Sedra, A. S. e Smith, K. C., "Microeletrônica", Pearson, Makron Books.
- [8] Cheng, D.K, Field and Wave Electromagnetics, 2ª Ed., Addison-Wesley Publishing Company.
- [9] Lepkowski, J; Microchip Technology Inc. AN866. "Designing Operational Amplifier Oscillator Circuits For Sensor Applications"