

PROJETO E CONSTRUÇÃO DE UM SISTEMA DE AQUISIÇÃO DE DADOS DE BAIXO CUSTO PARA O ESTUDO DO COMPORTAMENTO MECÂNICO DE FERRAMENTAS

Palavras-Chave: Sistema de aquisição de dados, Medição de forças, Material Piezoelétrico

Autores:

ANNA KAROLINA DOS SANTOS, FCA – UNICAMP

Prof. Dr. EDUARDO PAIVA OKABE (Orientador), FCA - UNICAMP

INTRODUÇÃO:

De acordo com Siddpura e Paurobally (2012) e Tobias (1961), durante o processo de torneamento, podem surgir diferentes formas de vibrações devido à falta de rigidez e rigidez dinâmica, relacionadas à interação complexa entre a ferramenta, a peça e a máquina. Essas vibrações são classificadas como livres, forçadas e autoexcitadas. Enquanto as vibrações livres e forçadas são relativamente controláveis com técnicas apropriadas, a vibração autoexcitada, conforme observado por Taylor (1906), é mais desafiadora e difícil de controlar, podendo levar a problemas significativos, como acabamento superficial inadequado e desgaste prematuro da ferramenta.

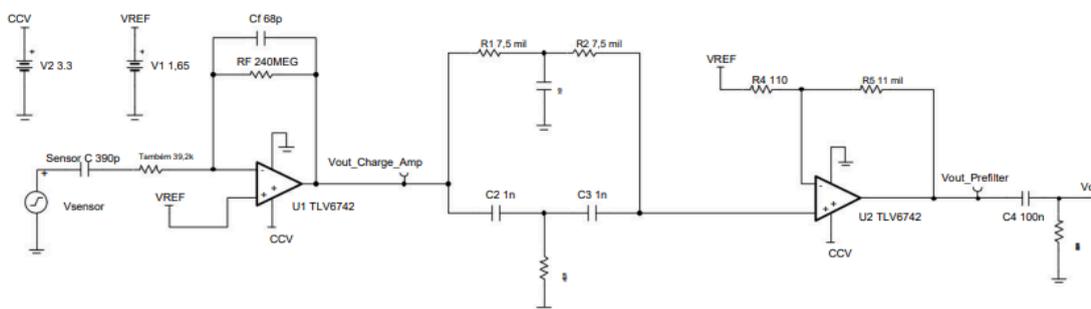
Os sensores piezoelétricos, conforme descrito por Vijaya (2013), são dispositivos eficazes para detectar essas vibrações durante o processo de usinagem. A piezoelectricidade é uma característica de um grupo específico de materiais, descoberta pelos irmãos Jacques e Pierre Curie em 1880. Eles identificaram esse fenômeno após uma análise de como a pressão sobre certos cristais, como o quartzo, as misturas de zircônia e turmalina, podem gerar uma corrente elétrica (ARMENDANI e cols., 2017). Esse efeito é causado pelo acúmulo de carga elétrica em um material piezoelétrico quando submetido a uma tensão mecânica. Eles convertem a energia mecânica das vibrações em sinais elétricos mensuráveis, permitindo a monitorização precisa das oscilações. No entanto, os sinais gerados por esses sensores podem ser de baixa amplitude e suscetíveis a ruídos elétricos e interferências externas (Siddpura e Paurobally, 2012). Para mitigar esses problemas, a integração de amplificadores operacionais, como sugerido por Alexander e Sadiku (2013), é essencial. Esses dispositivos amplificam os sinais elétricos dos sensores piezoelétricos, resultando em dados mais confiáveis e precisos sobre as vibrações.

Com os sinais amplificados, é possível aplicar algoritmos de análise de dados para identificar padrões e detectar anomalias que podem indicar problemas na usinagem, como desgaste da ferramenta, desalinhamento da máquina ou instabilidade do material durante o processo de usinagem.

METODOLOGIA:

Com o objetivo de investigar o funcionamento do circuito projetado para reduzir a interferência de ruídos e amplificar o sinal, Figura 1, foram realizadas análises laboratoriais juntamente com simulações utilizando o software LTSpice.

Figura 1: Circuito amplificador de carga.



Fonte: Texas Instrument.

A partir da metodologia empregada e das análises realizadas pelo LTSpice, foi possível construir o circuito elétrico utilizando os materiais contidos na Tabela 1.

Tabela 1: Materiais utilizados para construção do circuito amplificador de carga.

Material	Quantidade
Protoboard 830 furos	1
Capacitor cerâmico disco 390pf x 50v	1
Capacitor cerâmico disco 68pf x 50v	1
Capacitor cerâmico disco 1kpf x 50v (1nf/102)	3
Capacitor cerâmico disco 100kpf x 50v (100nf/104)	2
Resistor filme carbono 1/4W 5% - 7K5	2
Resistor filme carbono 1/4W 2% - 110R	1
Resistor filme carbono 1/4W 1% 11K	1
Resistor filme carbono 1/4W 5% - 1K8	1
Resistor filme carbono 1/4W 5% - 39K	1

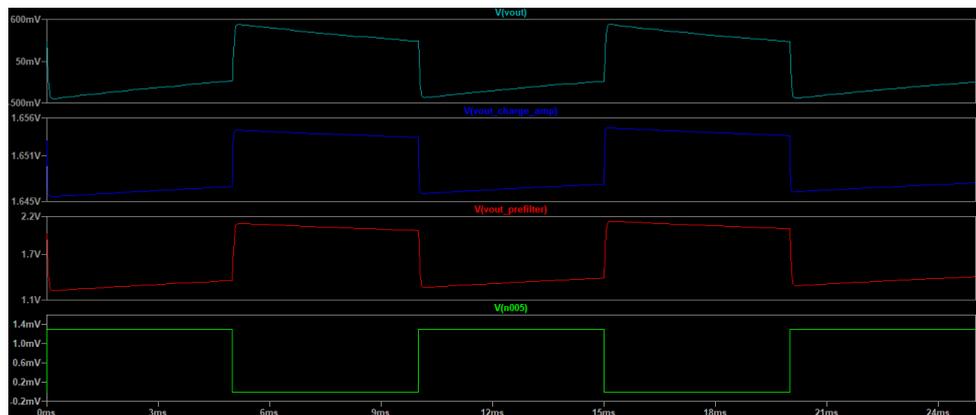
Resistor filme carbono 1/4W 5% - 160K	1
Resistor 240 Meg	1
Amplificador de carga	1
Jumper	12

Fonte: Autoria própria.

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

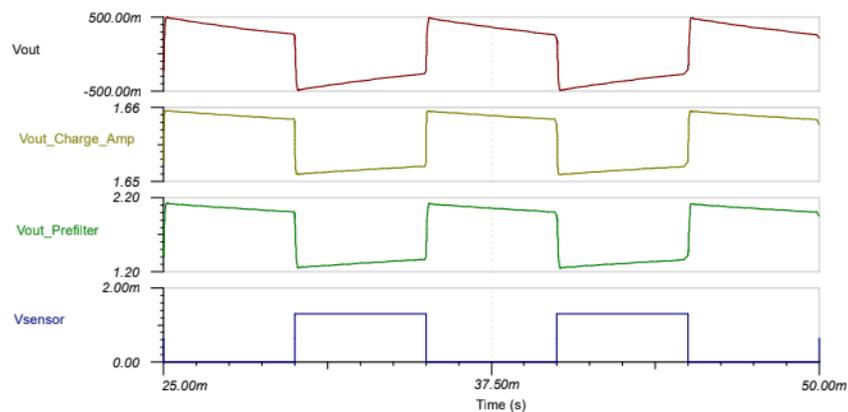
A partir da análise realizada com o circuito acima por meio do software LTSpice, pode-se obter resultados compatíveis entre o software utilizado e com a teoria aplicada pela Texas Instrument, tendo apenas pequenas variações, que são normalmente encontradas entre a prática aplicada em softwares, Figura 2 e a teoria Figura 3.

Figura 2: Resultado da simulação transitória.



Fonte: Autoria própria.

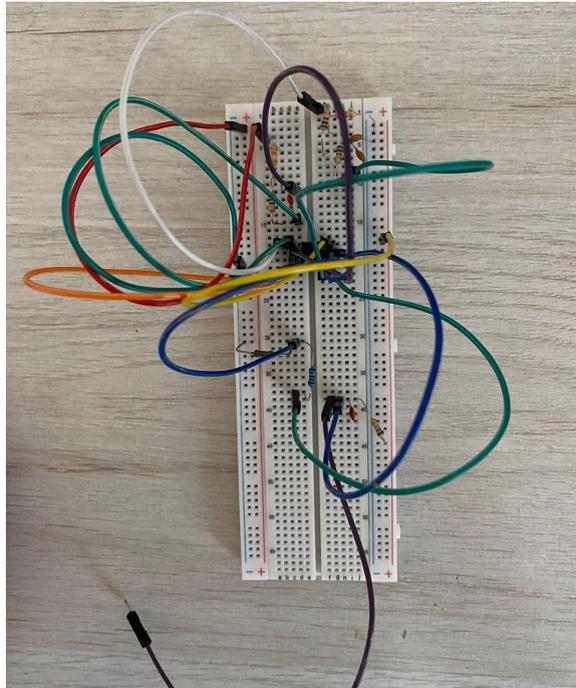
Figura 3: Resultado da simulação transitória.



Fonte: Texas Instrument.

Baseado no circuito amplificador de carga proposto pela Figura 1, pode-se observar na Figura 4 a disposição dos materiais na protoboard. Pelo fato de ser um circuito relativamente grande, fez-se o uso de jumpers que são utilizados para a extensão de componentes. Com o circuito montado, conecta-se a fontes de corrente elétricas, além disso, utiliza-se de um multímetro para verificação do funcionamento e circulação de corrente no circuito elétrico.

Figura 4: Circuito amplificador de carga.



Fonte: Autoria própria.

Como o objetivo do estudo é a construção de um sistema de aquisição de dados de baixo custo, os próximos passos incluem a junção do circuito amplificador de carga com as cápsulas piezoelétricas que serão utilizadas para a captação de vibrações das ferramentas de usinagem de torneamento, podendo assim monitorar as forças de corte em um torno CNC.

CONCLUSÕES:

Pode-se concluir com o estudo que o circuito amplificador de carga demonstrou sua eficácia ao amplificar sinais das cápsulas piezoelétricas, essenciais para sistemas de medição de alta precisão. Ao integrar este amplificador com um torno CNC tem-se uma monitorização mais precisa das vibrações e das forças aplicadas durante o processo de usinagem. Com isso, é possível melhorar a qualidade do acabamento e a precisão das peças produzidas, bem como otimizar a performance e a durabilidade do torno.

BIBLIOGRAFIA

ALEXANDER, Charles K.; SADIKU, Matthew N.O. **Fundamentos de Circuitos elétricos**. 5. ed., p 154-178, 2013.

ARMENDANI, Willian Alves et al. Conhecendo a Piezoeletricidade, uma nova forma de geração de energia elétrica. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**. Ano, v. 1, p. 314-320, 2016.

TAYLOR, Frederick Winslow. **On the art of cutting metals**. American society of mechanical engineers, 1906.

SIDDHPURA, M.; PAUROBALLY, Roshun. A review of chatter vibration research in turning. **International Journal of Machine tools and manufacture**, v. 61, p. 27-47, 2012.

TEXAS INSTRUMENTS. **Charge Amplifier Circuit**. Disponível em: <<https://www.ti.com>>. Acesso em: 16 de nov. de 2023.

TEXAS INSTRUMENT. **Signal Conditioning Piezoelectric Sensors**. Disponível em: <<https://www.ti.com>>. Acesso em: 16 de nov. de 2023.

TOBIAS, S. A. Machine tool vibration research. **International Journal of Machine Tool Design and Research**, v. 1, n. 1-2, p. 1-14, 1961.

VIJAYA, M.S. **Piezoelectric Materials and Devices: Applications in Engineering and Medical Sciences**, p 57-108, 2013.