

SISTEMA MICROCONTROLADO DE CONTROLE DE VIBRAÇÃO DE EIXOS MECÂNICOS DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS AGRÍCOLAS¹

Cristiano Osinski², Luiz Antônio Rasia³.

¹ Projeto de pesquisa realizado no curso de Engenharia Elétrica da Unijuí

² Bolsista FAPERGS, Acadêmico do Curso de Engenharia Elétrica da UNIJUI

³ Professor Orientador

Resumo

Este trabalho usa conceitos e simulações computacionais para calibrar eixos mecânicos de máquinas e equipamentos agrícolas. Emprega-se o conceito de Kernel integrado em microcontroladores com arquitetura RISC que executam Task pré-definidas monitorando as vibrações dos eixos através de sensores piezoelétricos especialmente arranjados. Os modelos são implementados em linguagem C específica para os núcleos microcontroladores usados. O sistema analisa e condiciona as informações obtidas, acionando um circuito drive de potência foi montado com transistores de média potência que dispara um flash eletrônico implementado com lâmpadas de xenônio identificando/congelando os pontos de ajuste dos pesos nos eixos. Os dados do ajuste são armazenados em um SD card para posterior interpretação em software específico. Os primeiros resultados estão sendo usados para implementar e aperfeiçoar um ambiente integrado de testes de laboratório de eixos mecânicos desgastados. A interface entre a máquina e o homem é feita através de um display de cristal líquido o qual mostra todos os ajustes e resultados que possam ser feitos no protótipo.

Introdução

O efeito piezoelétrico foi descoberto em 1880 em cristais de quartzo pelos irmãos Pierre e Jacques Curie. Desde então tem motivado inúmeras investigações para o desenvolvimento de sistemas transdutores eletromecânico.

Piezoelasticidade é a capacidade de alguns cristais gerarem tensão elétrica por resposta a uma pressão mecânica. Os materiais com propriedades piezoelétricas são cada vez mais usados em aplicações eletrônicas envolvendo robótica e mecatrônica. Essas aplicações vão desde sensores e transdutores até ressonadores que determinam a frequência de operação de instrumentos de medida, cronômetros e relógios e, principalmente, microprocessadores.

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XXII Seminário de Iniciação Científica

Neste artigo tem-se o interesse na utilização de sensores piezoelétricos aplicados na detecção de vibrações e falhas em eixos de máquinas e sinais processados com emprego de microcontroladores. As atividades são voltadas para pesquisa, aplicações e desenvolvimento de protótipos funcionais para calibração e monitoramento de desbalanceamento de eixos metálicos. O foco principal do trabalho é a implementação de um sistema eletrônico capaz de detectar automaticamente o desbalanceamento de eixos em máquinas e equipamentos agrícolas (VALDIERO, 1999) para posterior processos de retifica.

Existem diferentes possibilidades de implementação de placas eletrônicas para esta finalidade. A parte experimental usa sensores piezoelétricos para medir o desbalanceamento de eixos mecânicos e um circuito simples de condicionamento de sinais usa microcontroladores com arquitetura RISC (MICROCHIP, 2013) programados em linguagem C.

O balanceamento de eixos e rotores mecânicos tornou-se indispensável devido à necessidade de diminuir o ruído, vibração ou mesmo a parada dos equipamentos causados pelo desbalanceamento ou rompimento de eixos. Porém, o reconhecimento do desbalanceamento de um rotor e as vibrações de uma máquina não são fáceis sob determinadas condições de operação funcional. A amplitude das vibrações sofre influências de vários fatores como a massa vibratória da carcaça e sua fundação ou estrutura, rigidez dos mancais, aproximação das velocidades de operação funcional em relação às diferentes frequências de ressonância do mecanismo.

O desbalanceamento é a distribuição assimétrica de massa em torno do eixo de rotação do sistema causado por diferentes fontes, como por exemplo: configuração assimétrica, inclusões ou vazios em peças forjadas ou fundidas, distorções permanentes térmicas ou devido a esforços mecânicos, incrustações de materiais indesejáveis, empenamento do eixo, desalinhamento entre seus componentes, folga nos mancais, desgaste ou corrosão ao longo do tempo. Em síntese, um corpo rotativo desbalanceado causará o surgimento de forças nos mancais e na estrutura da máquina bem como efeitos de vibrações. Desse modo, para qualquer rotação estabelecida ou ajustada dependem, essencialmente, das proporções geométricas e da distribuição de massa do rotor e máquina bem como da rigidez dos mancais e de sua estrutura. Estes efeitos além de aumentarem o nível de vibração da máquina rotativa, transmitem forças aos mancais ou mesmo a estruturas vizinhas do equipamento, reduzindo a vida útil dos mancais, produzindo quebras inesperadas de eixos e, conseqüentemente, acabamento irregular do produto final. Portanto, um produto balanceado tem a sua qualidade, segurança funcional e vida útil aumentados, tornando-se um produto final altamente competitivo no mercado (RASIA et al., 2011).

Metodologia

Neste trabalho está sendo elaborada uma forma rápida e prática de calibrar eixos de máquinas agrícolas. Essa calibração visa atender diferentes agricultores com diferentes máquinas. O conjunto eletrônico desenvolvido usa um sensor tipo cápsula piezoelétrica montado sobre uma configuração de placas de circuito impresso implementada a partir dos conceitos propostos por Rasia et al.

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico

Evento: XXII Seminário de Iniciação Científica

(1999), especialmente, desenvolvida para aplicações no protótipo. O desbalanceamento do eixo, quando em funcionamento, é detectado a partir de uma tensão mecânica aplicada sobre os sensores piezoelétricos os quais respondem em forma de sinais alternados de tensão elétrica na entrada analógica do microcontrolador. O algoritmo específico para detecção de vibrações foi implementado no microcontrolador ATMEGA de 8 bit o qual gerencia os resultados das medidas, mostrando em um display de cristal líquido o nível elétrico dos pulsos de vibração capturados pelo sensor piezoelétrico e convertidos escalar e adimensionalmente. Os dados são armazenados em um cartão de memória tipo SD card para posterior interpretação em programas de análise de dados.

É possível fazer o ajuste manual da sensibilidade de captura dos sinais do sensor piezoelétrico através de um potenciômetro montado sobre o painel da caixa protetora do circuito.

A máquina consiste de uma estrutura de ferro, projetada para abrigar um motor trifásico juntamente com um inversor. O motor é responsável pelo giro do eixo de 1m de comprimento e 3/4 de polegada montado sobre mancais, na parte de cima da estrutura. Na parte inferior da estrutura metálica, abaixo do eixo, encontram-se os sensores piezoelétricos acoplados. Um disco de ferro foi acoplado ao eixo juntamente com uma estrutura para alojar um sensor infravermelho que detecta a posição de giro do eixo. O sistema de comando e controle fica dentro de uma caixa plástica conforme ilustra a Figura 1.

A Figura 2 ilustra, através de um diagrama de blocos, a estrutura funcional do protótipo desenvolvido neste trabalho.

A figura 3 mostra uma fotografia do protótipo mecânico com detalhes para a posição onde foi instalado o sensor piezoelétrico para monitoramento das vibrações do eixo rotor.

Resultados e Discussão

Os primeiros testes realizados com o protótipo eletrônico mostraram que eixos com diferentes pesos e desbalanceados apresentam sinais de saída muito parecidos quando comparados entre si, porém são rapidamente diferenciados quando se modifica a sensibilidade dos sensores piezoelétricos de vibrações através de ajustes no programa gerenciador. Observou-se que os sinais do sensor piezoelétrico sofrem atenuações e algum tipo de interferência quando entram no amplificador operacional e, conseqüentemente, na entrada analógica do microcontrolador. Estas interferências produzem ruídos e geram algum tipo de efeito nos resultados obtidos durante o processamento dos sinais elétricos e sua conversão. Os ruídos impulsivos por terem natureza não contínua e consistirem de pulsos irregulares de grande amplitude estão sendo os mais difíceis de serem monitorados e previstos. Dentre as prováveis fontes destes ruídos incluem-se aqui os distúrbios elétricos externos e algum outro tipo de provável falha de filtragem as quais devem ser identificadas e corrigidas à medida que novos testes forem sendo realizados.

A Figura 4 mostra os testes iniciais realizados no protótipo à temperatura ambiente em uma bancada de laboratório. As amostras foram adquiridas durante um período de tempo médio de meio minuto

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XXII Seminário de Iniciação Científica

de funcionamento do equipamento e armazenadas em um SD-card. Posteriormente, estes dados foram importados para um software e gerados os gráficos mostrados. Os resultados mostram um comportamento não linear dos sinais capturados pelo sistema quando o eixo gira com uma massa de prova colocada no flange. Esta massa extra é responsável por modificar o momento de inércia do eixo. Quando o sistema gira sem a massa de prova nota-se um comportamento mais estável indicativo de que o sistema está balanceado.

A Figura 5 e Figura 6 mostram outros ajustes manuais de sensibilidades feitas através de menus incorporados no programa e controlados manualmente através do ajuste de um potenciômetro. Os ajustes podem ser feitos via programação o que torna o sistema automatizado após a calibração.

Observa-se nos gráficos da Figura 5 que quando aumentado a sensibilidade de captura dos sinais do sensor piezoelétrico, trocando o menu de ajuste, obtém-se para o eixo balanceado pequenos sinais fora do valor médio. Estes sinais indicam que conjunto mecânico sofreu uma influência de vibrações externas ao sistema em análise. A Figura 6 mostra o comparativo entre os resultados encontrados para o maior ajuste de sensibilidade dado pelo menu 1 implementado no programa gerenciador. Com este ajuste é possível capturar pequenos sinais de vibração presentes quando o equipamento está em funcionamento. Entretanto, devem ser feitos tratamento específicos de sinais visando eliminar os eventuais ruídos produzidos durante as amostragens.

Conclusões

Os resultados iniciais deste trabalho são promissores uma vez que a calibração dos eixos foi conseguida acrescentando ou tirando pequenas massas testes acoplada ao flange (disco). Os testes indicaram que eixos com diferentes pesos e desbalanceados se comportaram de maneira igual quando comparados, sendo necessário apenas modificar a sensibilidade dos sensores piezoelétricos através de ajustes no programa gerenciador ou, manualmente, pelo usuário através do ajuste no potenciômetro existente na parte superior da caixa.

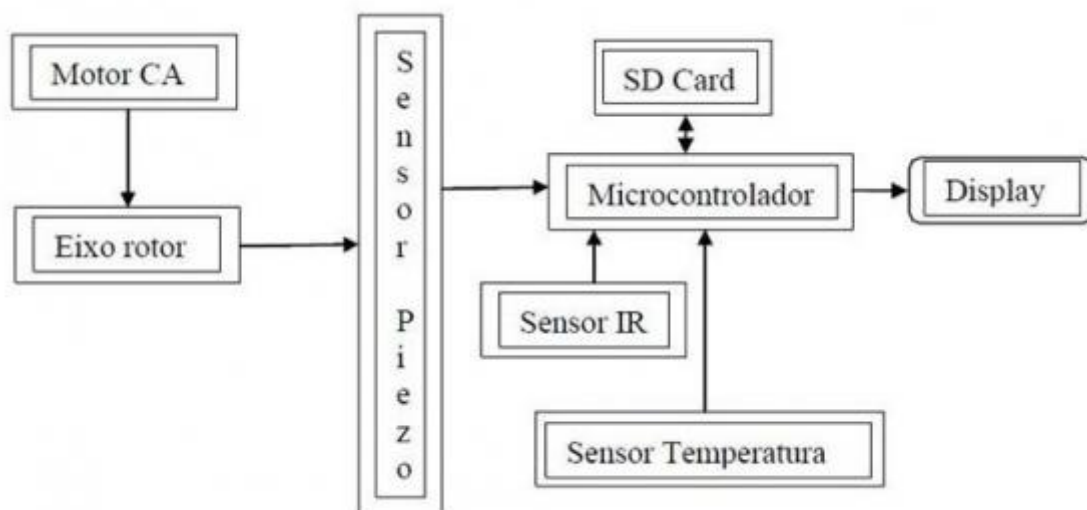
Os resultados obtidos indicam, ainda, que o protótipo respondeu melhor aos ajustes incorporados no menu 1 conforme ilustra a Figura 6. Entretanto, verificou-se que os ajustes feitos nos demais menus respondem satisfatoriamente aos procedimentos experimentais escolhidos durante as amostragens e período de funcionamento do protótipo.

O protótipo é uma alternativa barata e eficaz para se calibrar eixos quando comparado com outros processos mais complexos existentes no mercado. Desse modo, para o futuro, pretende-se aumentar a confiabilidade do sistema e simplificar o uso do equipamento para permitir que qualquer pessoa possa manuseá-lo além de desenvolver estratégias de uso adequado dos modelos matemáticos propostos neste sistema experimental.

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XXII Seminário de Iniciação Científica



Figura 1. Sistema de Comando e Controle



Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XXII Seminário de Iniciação Científica

Figura 2. Diagrama de Blocos do Sistema de Detecção de Vibrações



Figura 3. Protótipo Experimental do Balanceador de Eixos e Detalhes de Instalação do Sensor Piezoelétrico

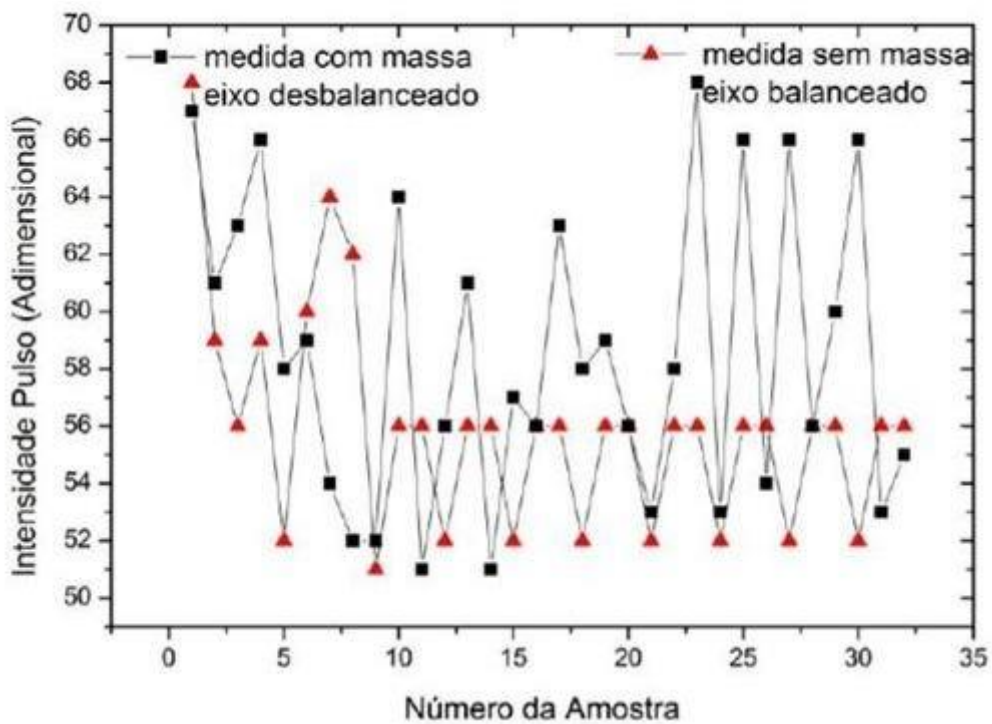


Figura 4. Gráficos Comparativos de Balanceamento de Eixos Ajuste menu 5

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XXII Seminário de Iniciação Científica

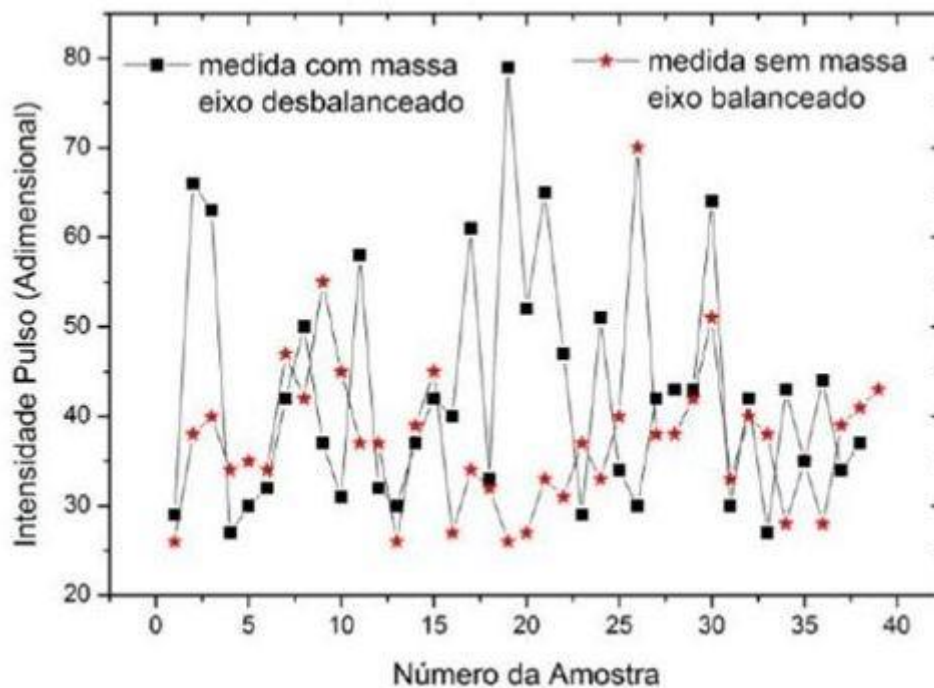


Figura 5. Gráficos Comparativos de Balanceamento de Eixos Ajuste menu 3

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XXII Seminário de Iniciação Científica

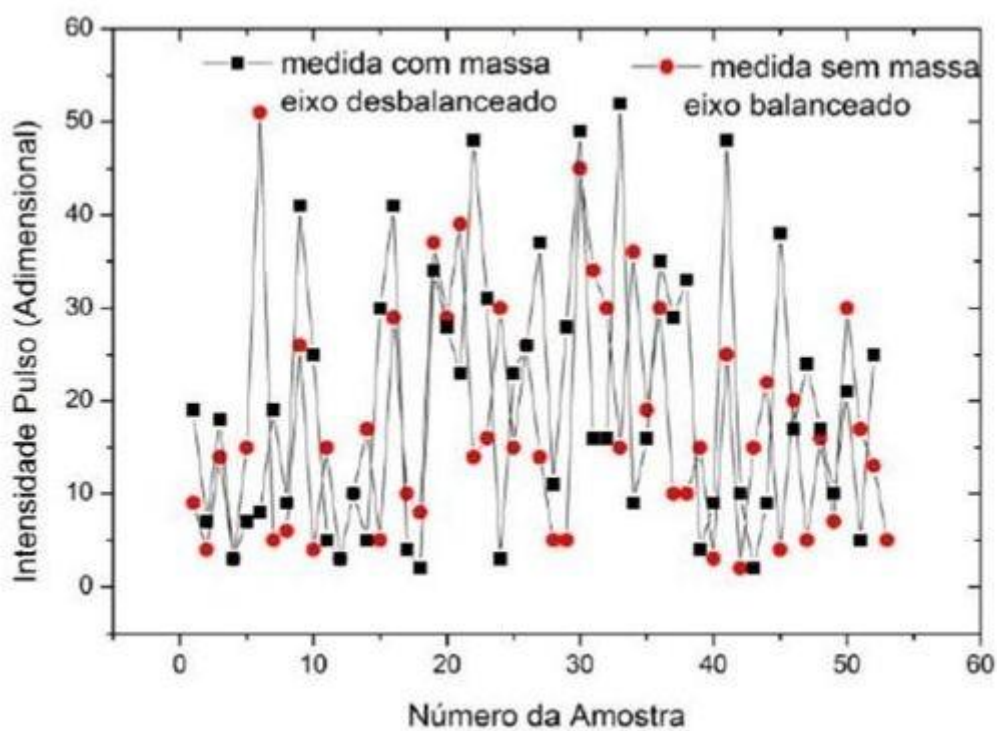


Figura 6. Gráficos Comparativos de Balanceamento de Eixos Ajuste menu 1