

DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA PNEUMÁTICO DE AUTONIVELAMENTO DE BAIXO CUSTO PARA A UNIDADE DE LIMPEZA DE COLHEDORAS DE GRÃOS

ANDREI FIEGENBAUM¹, IVAN JÚNIOR MANTOVANI², ANTONIO CARLOS VALDIERO³, LUIZ ANTONIO RASIA⁴, NIVIA MARIA KINALSKI⁵

¹ Mestrando, Universidade Federal de Santa Catarina, (55) 997029831, andrei.fig@hotmail.com

² Mestrando, Universidade Federal de Santa Catarina, (55) 991680578, ivan.mantovani8@gmail.com

³ Doutor, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, (55) 3375-4466, valdiero@unijui.edu.br

⁴ Doutor, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, (55) 3332-0250, rasia@unijui.edu.br

⁵ Mestre, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, (55) 3332-0200, nivia@unijui.edu.br

Apresentado no
XLVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2017
30 de julho a 03 de agosto de 2017 - Maceió - AL, Brasil

RESUMO: Apresenta-se neste trabalho o desenvolvimento e aplicação de um sistema de autonivelamento pneumático para o conjunto de peneiras utilizadas no sistema de limpeza de colhedoras de grãos. A colhedora de grãos autopropelida é uma máquina complexa que se tornou importantíssima para o sucesso da agricultura. Este equipamento consegue realizar todas as atividades de colheita, retirando os grãos da lavoura e entregando-os limpos com o mínimo de perdas possível. Um dos fatores que pode interferir na colheita é a uniformidade do terreno, pois se o equipamento não for preparado, os desníveis encontrados em campo provocam o acúmulo de grãos no sistema de limpeza. Uma das soluções para este problema é o autonivelamento das peneiras que é utilizado a fim de evitar o acúmulo de grãos nas extremidades das mesmas, e assim, reduzir as perdas no sistema de limpeza. Dessa forma, desenvolveu-se um sistema de baixo custo para solucionar este problema, tendo como inovação a utilização da pneumática para o acionamento. O sistema proposto foi aplicado em uma bancada experimental na qual teve seu desempenho analisado.

PALAVRAS-CHAVE: Controle Proporcional, Colhedora de Grãos, Acionamento Pneumático.

DEVELOPMENT OF A LOW-COST SELF-LEVELING PNEUMATIC SYSTEM FOR THE GRAIN HARVESTERS CLEANING UNIT

ABSTRACT: It is presented in this paper the development and application of a pneumatic self-leveling system for the sieves set used in grain harvester cleaning system. The combine is a complex machine that has become critical to the success of agriculture. This machine can perform all the harvesting, removing the grain crop and delivering them clean with minimal losses possible. One of the factors that can interfere in harvest is the uniformity of the ground, as if the equipment is not prepared, the gaps found in the field cause the accumulation of grain in the cleaning system. One of the solutions to this problem is the self-leveling of the sieves that is used in order to avoid the accumulation of grains at the ends of the sieves, and thus reduce the losses in the cleaning system. Therefore, a low-cost system was developed to solve this problem, having as innovation the use of pneumatics for the drive. The proposed system was applied in an experimental stand in which its performance was analyzed.

KEYWORDS: Proportional Control, Harvester, Pneumatically Driven

INTRODUÇÃO

A colhedora de grãos autopropelida é uma máquina versátil projetada para fazer de maneira eficiente a colheita de diversos tipos de culturas de grãos, retirando-os da lavoura e entregando no final o produto já limpo. Este equipamento combina todas as operações de colheita: corte e coleta das plantas, trilha e separação, limpeza e armazenagem dos grãos limpos (MIU, 2015).

Atualmente têm-se diversos sistemas de colheita de grãos utilizados como, por exemplo, o Axial Longitudinal, Axial Transversal e Híbrido. No entanto o sistema mais comum e antigo é o convencional, que tem como característica a utilização do saca-palhas na separação (HOHER, 2011).

Na unidade de limpeza de um modelo convencional faz-se a separação dos grãos livres do palhicho, palha curta, poeira e grãos não-trilhados. Ela é composta basicamente pela bandeja, conjunto de peneiras, extensão de retilha e por um ventilador (MORAES et al., 1996).

O sistema faz inicialmente o recebimento do material que vem do côncavo, saca-palhas ou sistema de retorno. Em seguida o material chega até as peneiras, onde ocorre a limpeza através do fluxo de ar gerado pelo ventilador que faz com que o material leve que se encontra junto ao grão seja levado para fora do sistema de limpeza (MIU, 2015).

Um grande problema que se tem no sistema de limpeza é a sua operação em terrenos inclinados. Com a inclinação lateral gerada, o material acaba se acumulando na parte mais baixa das peneiras e prejudica a ação do fluxo de ar proveniente do ventilador. Como ele não encontra restrição onde não tem material, ele tende a seguir o caminho mais fácil e conseqüentemente perde sua função. Isso faz com que os grãos não sejam efetivamente separados e eles acabem sendo expulsos da máquina gerando perdas (HOHER, 2011).

Devido à importância da colhedora de grãos para a agricultura, este trabalho tem como objetivo desenvolver uma nova solução para o problema das perdas por operação em terrenos inclinados através de um sistema mecatrônico de baixo custo, no entanto utilizando acionamento pneumático.

MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia adotada para a realização deste trabalho consiste na revisão bibliográfica, no levantamento do estado da arte, no desenvolvimento e implementação de um sistema de acionamento e controle e na realização de testes experimentais para a obtenção e análise dos resultados.

A revisão bibliográfica foi baseada na literatura recente e clássica. Para o levantamento do estado da arte foram analisados os grandes fabricantes e trabalhos publicados recentemente. Utilizou-se para o desenvolvimento das atividades, a estrutura e os recursos disponíveis no Núcleo de Inovação em Máquinas Automáticas e Servo Sistemas (NIMASS) da UNIJUÍ campus Panambi.

Para a realização deste trabalho utilizou-se uma metodologia de projeto baseada nas propostas por Back (2008) e Valdiero (1999). O projeto do conceitual dos sistemas pneumáticos foi feito dentro da norma ISO 1219, através do software FluidDraw. Já o projeto das peças foi feito com auxílio de software de CAD (Computer Aided Design), neste caso o SolidWorks. Na parte elétrica, o projeto conceitual dos circuitos foi feito através do software Proteus. Por fim, a interface criada para os testes foi feita através do software Eclipse SCADA, e a geração dos gráficos utilizando o Matlab.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O desenvolvimento da solução proposta fez-se a partir de uma metodologia de projeto, seguindo as etapas de análise das necessidades, projeto conceitual, preliminar e detalhado,

chegando até a construção e teste da mesma.

Na etapa inicial, de análise das necessidades, fez-se o levantamento das necessidades e restrições impostas ao projeto para que o mesmo atenda as expectativas. Decidiu-se então, que o módulo de controle automático a ser implementado na bancada deve atender às necessidades de baixo custo. Além disso, a adaptação nas máquinas e equipamentos disponíveis comercialmente deve ser fácil para permitir o nivelamento automático. Por fim, o sistema de acionamento deve ser pneumático e o desenvolvimento deverá ser feito utilizando estrutura e material disponível no NIMASS.

Na etapa do projeto conceitual, a partir dos requisitos e necessidades mencionados anteriormente, pode-se fazer a busca por um conceito de solução que fosse viável de ser desenvolvido. Chegou-se então ao conceito básico de solução através de um sistema mecatrônico com acionamento pneumático, mecanismo adaptação do mecanismo de movimentação das peneiras e sistema de controle através de microcontrolador. Na etapa de projeto preliminar e detalhado fez-se o dimensionamento básico para escolha dos componentes, principalmente da parte elétrica e também mecânica da solução proposta, assim como o detalhamento do sistema final. Deve-se salientar que muitos dos componentes foram utilizados pelo fato de estarem disponíveis no laboratório o que compreende uma das necessidades impostas, como os que já foram mostrados anteriormente.

Por fim, fez-se a construção da solução e sua adaptação na bancada para a realização dos testes, como mostra a Figura 1.



FIGURA 1. Adaptação do sistema proposto na bancada de testes.

A solução proposta possui um sistema pneumático de acionamento com um cilindro de dupla ação e duas válvulas *on/off* que permitem o controle de direção do atuador, além de uma unidade de condicionamento de ar. Para o sistema de controle foi utilizada uma biblioteca PID juntamente com um algoritmo de controle desenvolvido no próprio software do Arduino, que foi o microcontrolador escolhido, em linguagem C/C++ e gravado no mesmo através da conexão USB. A realimentação do sistema de controle é feita pelo sinal proveniente de um sensor de nível que monitora a inclinação das peneiras. O sistema é alimentado através de uma fonte regulada em 24 V.

Com a implementação do sistema na bancada, pode-se simular as irregularidades encontradas durante operação para poder ajustar os parâmetros do controlador através de uma interface criada para permitir a alteração em tempo real. O ajuste foi feito de maneira a

permitir uma operação suave do sistema. Por fim fez-se um teste posicionando a bancada para os lados e depois nivelada para analisar a resposta do sistema, que pode ser vista na Figura 2.

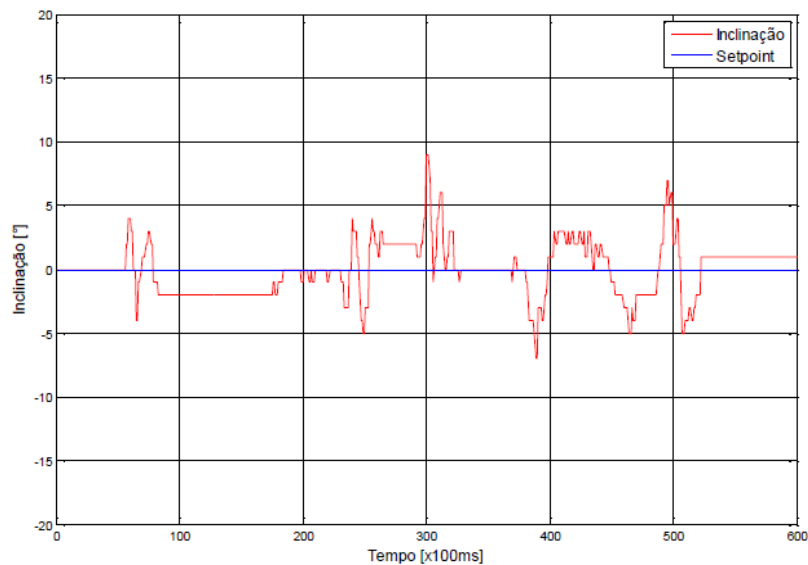


FIGURA 2. Resultado da inclinação das peneiras para simulação do controlador PID.

Analisando estes resultados pode-se notar que o erro máximo de segmento não ultrapassou os 10° de inclinação durante os testes e os mesmos são erros de pico, portanto não tem grande relevância já que foram rapidamente corrigidos pelo sistema. Já os erros de posicionamento chegaram a no máximo 2° , como se pode observar no intervalo de tempo de 70 a 160 [x100ms].

CONCLUSÕES

A partir da análise dos resultados obtidos através dos testes pode-se comprovar a viabilidade de um sistema com acionamento pneumático para fazer o autonivelamento da peneira presente no sistema de limpeza de colhedoras de grãos convencionais. Apesar de não ser um sistema que possui grande precisão, a solução desenvolvida atendeu ao que lhe foi proposto sendo um sistema simples, barato e compacto que pode ser útil para aumentar a eficiência do sistema de limpeza através do autonivelamento das peneiras, através da redução das perdas geradas pela colheita em terrenos que não sejam planos.

REFERÊNCIAS

BACK, N.; OGLIARI, A.; DIAS, A.; SILVA, J. C. Projeto integrado de produtos: planejamento, concepção e modelagem. Barueri: Manole, 2008.

HOHER JUNIOR, A. Design de uma peneira rotativa para colheitadeira de grãos. 2011. 134f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Engenharia, Programa de Pós-Graduação em Design, Porto Alegre, BR-RS, 2011.

MIU, Petre. Combine Harvesters: Theory, Modeling, and Design. 1. Ed. Boca Raton: CRC Press, 2015.

MORAES, Manoel Luiz Brenner de [et al.]. Máquinas para colheita e processamento dos grãos. Pelotas: Universitária - Ufpel, 1996.

VALDIERO, Antonio Carlos. Inovação e desenvolvimento do projeto de produtos industriais. Ijuí: Unijuí, 1999.