

DIMENSIONAMENTO DE UM MOTOR HIDRÁULICO PARA UM SISTEMA DE ACIONAMENTO DO ESPALHADOR DE PALHA DE UMA COLHEITADEIRA

Magnos Rodrigo Klein, mk000856@fahor.com.br⁽¹⁾
Anderson Dal Molin, molinandersond@fahor.com.br⁽¹⁾

¹ Faculdade Horizontina, Av. dos Ipês, 565, Esquina Eldorado, Horizontina/RS

Resumo: O agronegócio brasileiro apresentou um enorme crescimento baseado em técnicas e inovações, entre elas destaca-se o método de plantio direto. Um dos manejos propostos pelo sistema de plantio direto é a cobertura de solo com resíduos de plantas processadas. Os espalhadores de palha são dispositivos utilizados para distribuir esses resíduos provenientes do processamento dos grãos da colheitadeira. Este trabalho tem como objetivo dimensionar um motor hidráulico para uma transmissão com vazão variável em substituição a transmissão mecânica atual dos espalhadores de palha. Os dimensionamentos realizados permitiram identificar a vazão necessária para a especificação do motor hidráulico, bem como permitiram identificar que a bomba já existente no sistema hidráulico atual da colheitadeira possui vazão suficiente para atender este novo sistema não necessitando assim de substituição.

Palavras-chave: Dimensionamento; Motor Hidráulico; Espalhador de Palha

1. INTRODUÇÃO

Para a alteração de velocidade das pás do espalhador de palhas das colheitadeiras é necessário alterar a posição da correia no sistema de polias da transmissão mecânica. Para realizar esta configuração é necessário manter a colheitadeira fora de operação. Com isto se questionou se não haveria um sistema que permitisse alterar a rotação das pás do espalhador de palhas sem necessitar parar a operação da colheitadeira.

O objetivo deste trabalho foi dimensionar um motor hidráulico para um sistema de transmissão com vazão variável que permita alterar a rotação das pás do espalhador de palhas da colheitadeira sem necessidade de paradas durante a colheita, o que trará mais produtividade, segurança e robustez a colheitadeira.

O novo sistema de transmissão proposto tem como componentes: o motor hidráulico dimensionado, uma eletroválvula reguladora de vazão e as mangueiras de pressão e de retorno.

A fim de atender o problema de pesquisa buscou-se nas literaturas pertinentes informações técnicas que permitiram o levantamento de dados e posterior dimensionamento dos acessórios que compõem o sistema. Uma pesquisa prática permitiu compreender o atual acionamento mecânico do espalhador de palha, bem como o sistema hidráulico atual, buscando assim um novo sistema prático, simples e funcional.

Este trabalho se justifica pela necessidade de equipamentos cada vez mais eficazes e que permitam rápida resposta as variações de terreno e condições de cultura, permitindo assim melhorias na produtividade do agronegócio brasileiro.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Cobertura de Solo no Plantio Direto

As primeiras atenções ao plantio direto no Brasil, segundo Embrapa (2014) tiveram início na década de 60, mais precisamente nos anos de 1966, onde foram plantadas leguminosas em pastagens no município de Matão, SP. Cruz, et al (2014) complementam que o plantio direto é uma técnica de cultivo na qual se procura manter o solo sempre coberto por plantas em desenvolvimento e por resíduos vegetais.

Para Cruz, et al (2014) as principais funções da palhada no plantio direto são a redução dos impactos das gotas de chuva no solo, o aumento da infiltração da água na terra, a redução significativa de perdas de solo e água devido erosão e raios do sol e redução da amplitude hídrica e térmica.

O rendimento da soja era de aproximadamente 20/30 sacas por hectare em 1980, aumentando este valor para 50/60 sacas na safra de 2011. Este crescimento no rendimento de produção se deve em grande maioria ao processo de plantio direto, comenta Floss (2014).

Segundo Calado e Barros (2012) o espalhador de palha das colheitadeiras é uma espécie de torniquete de eixo vertical, posicionado na saída dos saca-palhas e animado por movimento de rotação muito lento, com dois ou três braços guarnecidos com palhetas que dispersam a palha em toda a largura de corte.

Massey Ferguson (2004) destaca que o espalhador de palhas é um acessório mais simples do que o picador de palhas, necessitando assim de menos potência para o acionamento, cumprindo a função de espalhar a palha uniformemente sobre a faixa colhida, sendo uma alternativa eficaz para culturas com quantidade de palha não tão excessivas, sendo usado principalmente na cultura de arroz e milho.

2.2. Sistemas Hidráulicos

Para Linsingen (2003) um sistema hidráulico é um conjunto de elementos físicos convenientemente associados, que com a utilização de um fluido como meio de transferir energia, permite a transmissão e controle de força e movimentos.

O mesmo autor afirma que os sistemas hidráulicos possuem características que os tornam especialmente recomendados para uma série de aplicações, no entanto apresentam também limitações que devem ser consideradas quando da escolha do tipo de sistema a ser empregado, principalmente se a aplicação específica for compatível com sistemas mecânicos, elétricos ou pneumáticos.

Palmieri (1997) cita que os sistemas hidráulicos são utilizados quando não podemos ou não queremos utilizar sistemas mecânicos ou elétricos. Comparando estes três sistemas, temos as vantagens e desvantagens no emprego de sistemas hidráulicos.

As principais vantagens dos sistemas hidráulicos, para Palmieri (1997) são: fácil instalação e flexibilidade em espaços pequenos permitem suave inversão de movimentos, possibilitam micrométrica variação na velocidade, são sistemas autolubrificantes e de fácil proteção.

Palmieri (1997) também destaca que as desvantagens dos sistemas hidráulicos são o seu alto custo inicial se comparado a outros sistemas e o baixo rendimento devido principalmente a vazamentos internos nos componentes e pela transformação de energia elétrica em mecânica e mecânica em hidráulica para posteriormente, ser transformada novamente em mecânica.

2.2.1. Bombas hidráulicas

Segundo Palmieri (1997), a bomba é responsável pela geração de vazão dentro do sistema hidráulico, sendo então responsável pelo acionamento dos atuadores. Bombas hidráulicas convertem energia mecânica em energia hidráulica e podem ser classificadas como de deslocamento positivo e não positivo.

A bomba de engrenagem, segundo Palmieri (1997) cria uma determinada vazão devido ao constante engrenamento e desengrenamento de duas ou mais rodas dentadas. O constante desengrenamento dos dentes cria uma decompressão na câmara de sucção, fazendo que o fluido seja succionado do reservatório. São recomendadas para pressões até 210 bar e vazão até 660 l/min.

Na bomba de engrenagem interna, Palmieri (1997) destaca que as engrenagens se movem na mesma direção, sendo sua construção mais compacta, fornecendo uma vazão mais suave e menor ruído, sendo, porém mais cara, o que limita bastante a sua aplicação. Já as bombas de excêntrico interno apresentam um nível de ruído baixíssimo, mas, devido sua construção complexa, seu custo é elevado.

2.2.2 Motores Hidráulicos

Reik, et al (2005) cita que motores hidráulicos convertem energia hidráulica em energia mecânica, sendo que como nas bombas hidráulicas existe um grande número de princípios e tipos construtivos. Sendo que nenhum tipo construtivo pode atender de modo satisfatório todas as exigências, é preciso, escolher o motor conveniente para cada aplicação.

O autor acima citado destaca que o torque que um motor hidráulico pode fornecer depende do seu volume de absorção e da diferença de pressão nele aplicada. Motores hidráulicos lentos são projetados para que as baixas rotações já forneçam altos torques.

Para Reik, et al (2005) a potência fornecida depende da vazão e da diferença de pressão do motor, sendo que a potência é diretamente proporcional à rotação, motores rápidos são apropriados para aplicações onde alta densidade de potência é necessária.

2.2.3 Válvulas de controle

Dentre as muitas maneiras de controle de velocidade de uma máquina hidráulica, Palmieri (1997) cita que pode-se lançar mão das válvulas reguladoras de vazão, também chamadas de reguladoras de fluxo ou controle de vazão. Esse tipo de válvula permite uma regulagem simples e rápida da velocidade através da limitação da vazão de fluido que entra ou sai do atuador, modificando assim a velocidade de seu deslocamento.

O mesmo autor afirma que dependendo do tipo de circuito, aplicações, diferentes serão os tipos de válvulas reguladoras de vazão, podendo elas ser com compensação de pressão e sem compensação de pressão. As válvulas sem compensação de vazão são do tipo mais simples, podendo ser comparado com uma torneira comum, pois faz a regulagem restringindo ou aumentando a passagem do fluido.

Palmieri (1997) afirma que para acionamento de motores hidráulicos é adequada à instalação da válvula na entrada após o direcional. Desta forma o fluxo do fluido é controlado antes do mesmo entrar no atuador.

Uma das características mais importantes dos sistemas hidráulicos para Linsingen (2003) é a de poder limitar ou controlar a pressão. Além da função básica de segurança contra sobrecarga, a consequência imediata é o controle e ou limitação de forças e torques.

Sendo assim, Palmieri (1997) destaca que válvulas reguladoras de pressão do tipo alívio e segurança têm duas funções em um circuito hidráulico, o de eliminar a pressão no circuito ou em parte dele, a um nível pré-selecionado, e proteger o sistema, e os diversos equipamentos que o compõe, contra sobrecargas.

Para Linsingen (2003) a flexibilidade de direcionar o fluido a diferentes pontos do sistema hidráulico, promover desvios ou interromper o escoamento quando necessário constituem as características fundamentais do controle direcional clássico.

Palmieri (1997) cita que o processo mais utilizado para se controlar a direção e sentido do fluxo de fluido em um sistema, é a utilização de válvulas de controle direcionais. Este tipo de válvula pode ser de múltiplas vias, que com o movimento rápido de um só elemento, controla a direção ou sentido de um ou mais fluxos diversos de fluido.

2.2.4 Filtros

Palmieri (1997) cita que o fluido hidráulico, deve estar sempre limpo de impurezas, pois do contrário a vida útil do sistema hidráulico é encurtada, por isso, a necessidade de utilização de filtros para a retirada destas impurezas. Os filtros podem ser químicos ou mecânicos.

Para Reik, et al (2005) filtros são aparelhos para separar substâncias sólidas, utilizando meios filtrantes de fibras ou granulados para eliminar substâncias sólidas de fluidos ou para separar poeiras de gases,

Segundo Palmieri (1997) o filtro mecânico é composto por uma série de “malhas” ou poros. Os poros retêm um determinado tamanho de impurezas, permitindo a passagem de partículas menores. Existem vários tamanhos de filtros, cada qual determinado para uma vazão máxima.

3. Métodos e Técnicas

Para o dimensionamento do motor hidráulico, foi necessária primeiramente uma análise dos sistemas atuais, do acionamento do espalhador de palha da colheitadeira e do sistema hidráulico atual da colheitadeira, sendo neste caso mais importante a verificação da vazão da bomba hidráulica que alimenta o sistema.

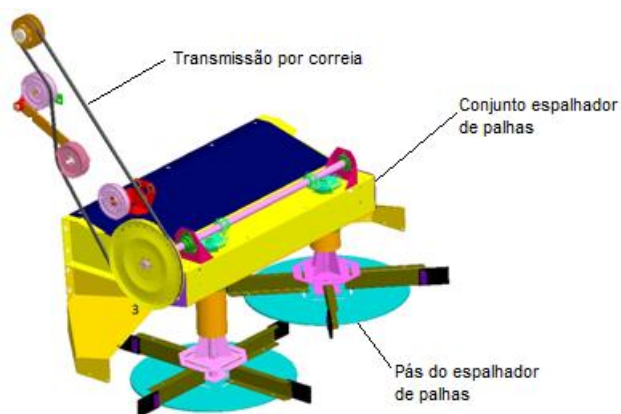


Figura 1 . Transmissão atual do espalhador de palha.

O acionamento atual do espalhador de palhas da colheitadeira provém do eixo de acionamento da trilha, a parte motriz conforme Figura 1 é composta por um conjunto com duas polias de diâmetros iguais fixadas num mesmo eixo. O sistema de tensoras é composto por um sistema com três polias, e a polia movida também, possui um sistema com duas polias de diferentes diâmetros.

O espalhador de palhas trabalha com duas faixas de rotação, uma para colheita de arroz e outra para colheita de milho, portanto o torque foi dimensionado na rotação baixa e na alta. A polia maior tem diâmetro 430 mm e gira em uma rotação de 530 rpm. A polia menor possui diâmetro de 250 mm e gira a uma rotação de 900 rpm.

A informação principal para o dimensionamento do motor hidráulico é a potência transmitida pela correia nas duas faixas de rotação. Esta informação consta no desenho da correia, sendo a potência transmitida na rotação de 530 RPM é 13 HP e na de 900 rpm é 18 HP. Sendo que conforme Gieck (2001) 1 HP equivale a 745,7 Watts, tem-se respectivamente 9.694 e 13.420 watts de potência transmitida.

Segundo Shigley (2005) para o dimensionamento do momento torçor, utiliza-se a Equação 1:

$$T = \frac{30 \cdot P [w]}{\pi \cdot n} \quad (1)$$

Onde:

T = é o momento torçor em N.m;

P = é a potência em W;

n = é a rotação máxima em rpm;

Para os dimensionamentos do motor hidráulico utiliza-se as Equações 2 e 3 conforme Reik, et al (2005):

$$T = \frac{Vg \cdot \Delta p \cdot \eta_{mh}}{20 \cdot \pi} \quad (2)$$

Onde:

T = momento torçor em N.m;

Δp = diferença de pressão entre a entrada e a saída do motor em bar;

Vg = deslocamento volumétrico do motor em cm³/rev;

η_{mh} = rendimento mecânico hidráulico (0,9 – 0,95);

$$Q = \frac{Vg \cdot n}{1000 \cdot \eta_{vol}} \quad (3)$$

Onde:

n = rotação máxima do motor em RPM;

Q = vazão do motor em L/min;

Vg = deslocamento volumétrico do motor em cm³/rev;

η_{vol} = rendimento volumétrico (0,9 – 0,95);

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para a determinação do valor de torque máximo, foram necessários dois dimensionamentos, visto que o espalhador de palhas trabalha em duas faixas de rotação, uma com 900 rpm e outra com 530 rpm. Para o dimensionamento do momento torçor, foi utilizada a Equação 1.

Com rotação de 530 rpm.

$$T_{baixa} = \frac{30 \cdot 9694 [w]}{\pi \cdot 530 [rpm]} \quad T_{baixa} = 175 \text{ N.m}$$

Com rotação de 900 rpm.



**4ª Semana Internacional de
Engenharia e Economia FAHOR**
Horizontina - RS - Brasil
5 a 7 de Novembro de 2014



$$T_{alta} = \frac{30 * 13420 [w]}{\pi * 900 [rpm]}$$

$$T_{alta} = 140 N.m$$

Com a determinação dos valores de torque, fica então possível determinar o deslocamento volumétrico do motor hidráulico conforme a Equação 2.

$$175 = \frac{Vg * 190 * 0,9}{20 * \pi}$$

$$Vg = 64 \text{ cm}^3/\text{rev}$$

Com o dimensionamento do deslocamento volumétrico do motor, fica possível determinar sua vazão utilizando a Equação 3.

$$Q = \frac{64 * 900}{100 * 0,9}$$

$$Q = 64 \text{ L/min}$$

Pelos dimensionamentos realizados, o motor hidráulico tem uma vazão de 64 l/min, sendo que a vazão disponível na bomba hidráulica é de 99 l/min, o que garante que a vazão disponível no sistema hidráulico atual da colheitadeira é suficiente para atender ao novo motor hidráulico dimensionado.

4. CONCLUSÕES

Os dimensionamentos realizados permitiram identificar a vazão necessária para o funcionamento do motor hidráulico para posterior acionamento do espalhador de palhas da colheitadeira. A vazão da bomba atual da colheitadeira pode ser identificada no desenho da mesma, sendo este valor 45 cm³/rev. A rotação do motor da colheitadeira em trabalho é de aproximadamente 2200 rpm, portanto multiplicando a vazão obtida foi de 99.000 cm³/rev, o que dá uma vazão na bomba de 99 l/min.

Comparando a vazão do motor hidráulico calculado, que é de 64 l/min, com a vazão da bomba que se identificou como sendo de 90 l/min, chegou-se a conclusão que a bomba atual tem totais condições de alimentar o novo sistema proposto.

5. REFERÊNCIAS

- CALADO, J. G.; BARROS, J.F.C. "Equipamentos Agrícolas de Colheita, Enfardamento e Transporte". [artigo científico]. Disponível em: < <https://dspace.uevora.pt/rdpc/bitstream/10174/5246/1/Equipamentos%20Agr%C3%ADcolas.pdf>>. Acesso em: 17 fev. 2014.
- CRUZ, J.C. et al. "Cultivo do Milho". Disponível em: http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho_2ed/mandireto.htm>. Acesso em: 18 fev. 2014.
- EMBRAPA. "Plataforma Plantio Direto: Sistema Plantio Direto no Brasil". Disponível em: <<http://www22.sede.embrapa.br/plantiodireto/IntroducaoHistorico/Hist2.htm>>. Acesso em: 18 fev. 2014.
- FLOSS, E. L. "Cobertura de Solo Bem Feita é o Diferencial". Disponível em: <http://www.agrisus.org.br/arquivos/artigo_plantio_direto_dezembro_granja.pdf>. Acesso em: 18 fev. 2014.
- GIECK, R. "Manual de Fórmulas Técnicas". Trad. de C.A. Lauand. São Paulo: Hemus, 29ª Edição, 2001.
- LINSINGEN, I. V. "Fundamentos de Sistemas Hidráulicos". 2ª Ed. Florianópolis: Editora UFSC, 2003.
- MASSEY FERGUSON. "Conhecimento do Produto Colheitadeiras MF e plataformas". Canoas: 2004.
- PALMIERI, A. C. "Manual de Hidráulica Básica". 10ª Ed. Porto Alegre: Editora Pallotti, 1997.
- REIK, M. et al. "Hidráulica Básica": Treinamento Hidráulico – Volume 1 princípios Básicos e Componentes da tecnologia dos Fluidos. Trad. de CHRISTIAN DUCH. Jundiaí: Rexroth Bosch Group, 2005.
- SHIGLEY, Joseph E. "Projeto de Engenharia Mecânica". 7 ed., Porto Alegre: Bookman, 2005.

6. RESPONSABILIDADE AUTORAL

“Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste trabalho”.

SIZING OF A HYDRAULIC MOTOR FOR A STRAW SPREADER DRIVE FOR A COMBINE

Magnos Rodrigo Klein, mk000856@fahor.com.br
Anderson Dal Molin, molinandersond@fahor.com.br

¹ Faculdade Horizontina, Av. dos Ipês, 565, Esquina Eldorado, Horizontina/RS

Resumo: Brazilian agribusiness showed tremendous growth based on techniques and innovations, among them stands out the method of tillage. One of managements proposed by the tillage system is the ground cover plants with waste processed. The straw spreaders are devices used to distribute these wastes from the processing of grain harvester. This work is designed to measure a hydraulic motor to a transmission with variable flow to replace the current mechanical transmission of straw spreaders. The designs made possible to identify the required flow for the specification of the hydraulic motor and the pump allowed to identify the current existing hydraulics of the combine has enough to meet this new system does not flow thus needing replacement.

Palavras-chave: Sizing; Hydraulic Motor; Straw Spreader