



MEDIDOR DE VAZÃO PARA FERTILIZANTES SÓLIDOS POR MEIO DE INDUÇÃO ELETROMAGNÉTICA ATRAVÉS DE BOBINAS

Fabiana Vieira dos Santos¹, Fernando Henrique Murara de Oliveira², Fábio Augusto Gentilin³, Poliana Barbosa da Riva⁴

¹ Acadêmica do Curso de Engenharia Elétrica, Centro Universitário de Maringá - UNICESUMAR, Maringá-PR. Bolsista PIBITI/Fundação Araucária-UniCesumar. biih_vieira@hotmail.com

² Acadêmico do Curso de Engenharia Elétrica, UNICESUMAR

³ Orientador, Mestre, Docente do Curso de Engenharia Elétrica, Automação Industrial e Engenharia de Controle de Automação da UNICESUMAR

⁴ Co-orientadora, Mestre, Docente do Curso de Engenharia Elétrica, Automação Industrial e Engenharia de Controle de Automação da UNICESUMAR

RESUMO

O projeto de pesquisa desenvolveu um método de medição para fertilizante sólido não eficiente para controlar a necessidade do solo. A partir de medidores já conhecidos no mercado, baseando-se no princípio da indução eletromagnética foi fundamentado este projeto. Através de duas bobinas foi excitado um sinal para obter um fluxo no núcleo do protótipo e uma circulação de corrente pelos condutores. Assim, por meio do campo magnético produzido quando lançado o fertilizante não foi possível ser verificada a derivada do fluxo pelo tempo, devido a pequena alteração na corrente aplicada na própria bobina. Utilizando um osciloscópio foi possível verificar a forma de onda obtida. Por fim, não foi criado um sensor capaz de medir a vazão fazendo uso do eletromagnetismo.

PALAVRAS-CHAVE: Medidas de vazão; medidor eletromagnético; instrumentação industrial; agricultura de precisão.

1 INTRODUÇÃO

Esta pesquisa teve como tema a construção de um medidor de vazão eletromagnético para fertilizante sólido. A presente pesquisa buscou o seguinte problema de pesquisa: como desenvolver um projeto que controle essa vazão de fertilizante para o plantio de forma eletromagnética?

Para que haja produtividade satisfatória das culturas nos dias atuais, faz-se necessário levar em conta alguns princípios básicos da fertilidade dos solos. Neste cenário em que os insumos são tão fundamentais para a produção agrícola e considerando a relevante participação dos mesmos no custo de produção, a dosagem de fertilizantes pelos mecanismos dosadores das semeadoras deve ser realizada de modo uniforme e eficiente (REYNALDO, 2013).

Assim, a partir do uso de uma ferramenta capaz de melhorar a produtividade e otimizar a produção seria possível torná-la benéfica para o solo e para o produtor, visto que o meio agrícola precisa de novas tecnologias eficientes, sendo imprescindível aprimorar os equipamentos e reduzindo ao máximo as perdas através de um controle de vazão.

Segundo Bega et al. (2011), medidores magnéticos são baseados na Lei de Faraday, o qual, quando um condutor móvel se desloca num campo magnético, surge em suas extremidades uma força eletromotriz proporcional à intensidade do campo, ao



comprimento e a velocidade de deslocamento. A força eletromotriz está vinculada a vazão através da intensidade do campo magnético dado por weber/m², o diâmetro em metros e a velocidade em m/s. Logo podemos relacionar a força eletromotriz com a vazão sabendo que é π multiplicado pelo diâmetro elevado ao quadrado, dividido por 4.

A Lei de Faraday define que uma bobina de N espiras estiver situada em uma região que o fluxo magnético varia, a tensão induzida na bobina é dada pelo número de espiras multiplicado pela derivada de ϕ pelo tempo. Para que haja variação do fluxo, a bobina precisa estar em movimento onde o campo não é uniforme (BALBINOT; BRUSAMERELLO, 2011). De acordo com os autores, o fluxo magnético ϕ é um conjunto de linhas de fluxo que surgem do polo sul até o polo norte de um ímã. A densidade de fluxo magnético é dada pelo número de linhas de campo magnético pela área, e é proporcional à permeabilidade magnética no interior da bobina.

O campo magnético geralmente é gerado por bobinas excitadas por corrente alternada, “por não criarem o efeito de polarização e a formação de sais isolantes depositados nos eletrodos, interrompendo o circuito de medição” (BEGA et al., 2011). Conforme afirma Soisson (2002), um medidor eletromagnético é um detector elétrico primário de vazões. Para medir a força eletromotriz será utilizado um indicador eletrônico, voltímetro ou potenciômetro.

Assim, o processo da agricultura de precisão inicia-se com o intuito de utilizar uma amostragem programada e criteriosa, buscando sanar problemas que possam vir a depreciar a qualidade e a produtividade da lavoura por falta ou excesso dos nutrientes essenciais. De acordo com Reynaldo (2013), os nutrientes no solo são de suma importância para que haja o desenvolvimento da cultura, possibilitando um aumento da quantidade de nutrientes disponíveis para a planta, como nitrogênio, fósforo e potássio, elevando a produtividade.

A busca por maior eficiência é uma constante em todos os setores da economia globalizada, para se manter a competitividade. Na agricultura, não poderia ser diferente. A cada dia os produtores rurais se aproximam mais de verdadeiros empresários, utilizando-se das mais novas técnicas de produção disponíveis no mercado, melhorando sua produtividade, reduzindo custos e possibilitando aumento da lucratividade (REYNALDO, 2009).

O objetivo geral foi desenvolver um método de medição para fertilizante sólido capaz de controlar sua aplicação de acordo com a necessidade do solo.

Os objetivos específicos deste projeto foram:

- ✓ Buscar novas tecnologias para a inovação no processo de fertilização agrícola;
- ✓ Averiguar os tipos de equipamentos que serão necessários para montagem do protótipo;
- ✓ Verificar os custos dos equipamentos;
- ✓ Analisar o custo benefício do projeto final;
- ✓ Verificar a viabilidade do projeto para uma futura produção em série.

Destes objetivos específicos apenas o último não foi cumprido e este será justificado posteriormente na discussão dos resultados.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A ideia do projeto foi desenvolver um sensor para medir a vazão de fertilizante. Baseando-se em medidores já existentes e utilizando o princípio da indução eletromagnética.



Foram utilizados para a montagem do protótipo: bobinas, cano de pvc (75mm), barra de ferro, parafusos, porcas, arruelas, abraçadeiras, tinta, mosfet IRF470B, resistores 4k7 e diodo 1N4007.

O cano foi furado e as barras de ferro dobradas, para que fosse montada a base do protótipo. E também um suporte para as bobinas. Na figura 1, mostra as bobinas fixadas na base depois de pintada, por meio de abraçadeiras e preparada para conexão com a placa.

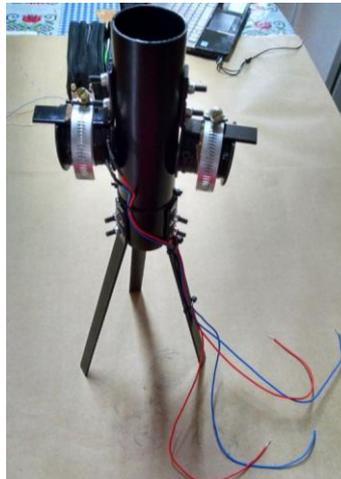


Figura 1 – Bobinas fixadas
Fonte: AUTORES, 2016

A placa de circuito impresso contendo um circuito de chaveamento para cada bobina, utilizando mosfet. O seu funcionamento foi controlado por um circuito externo (Figura 2 e 3).

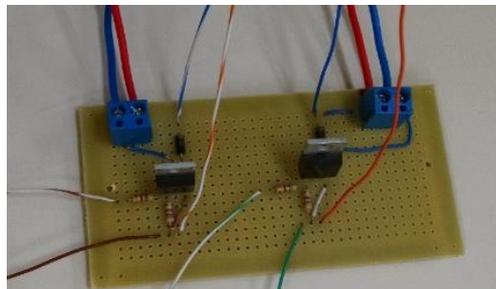


Figura 2 – Placa
Fonte: AUTORES, 2016

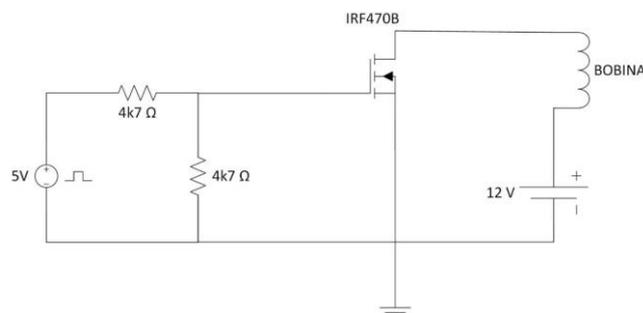


Figura 3 – Circuito de chaveamento
Fonte: AUTORES, 2016

Foram montadas duas bobinas em ambos os lados da estrutura, que produziu o fluxo ϕ . Assim, esse fluxo foi projetado através de uma estrutura oca e, nessa situação, foi aplicado um sinal combinado para os dois. Os dois fluxos foram projetados no espaço.



Utilizando-se de um bastão de aço 1020 que possui determinada característica de relutância, permeabilidade. Foi introduzido no núcleo da bobina e após será introduzido um sinal. Teve como resultado uma circulação de corrente que passará pelos condutores e formando um fluxo ϕ .

Desta forma, foi criada uma cortina de campo magnético, ao liberar um objeto que no caso um fertilizante sólido que irá passar pelo campo produzido e com isso podemos medir qual é o $d(\phi)/dt$ quando isso acontece. Há certa dificuldade em se medir campo magnético, então é possível observar que a obstrução do fluxo magnético induz uma diferença de potencial nas bobinas. Além disso, as bobinas foram ligadas a uma placa, a qual foi desenvolvida pelos próprios pesquisadores e, então o circuito foi alimentado por essa placa.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante a pesquisa e montagem do projeto foram encontradas algumas dificuldades, como o acesso ao sensor de efeito Hall linear, que o qual foi necessário alterar o método de realizar a medição. Optou-se por estudar a alteração na corrente aplicada na própria bobina. E também houve dificuldade de comprar o material do núcleo que seria o ferro doce. Logo, foi necessário mudar para o aço 1020. Abaixo temos o protótipo finalizado (Figura 4) e o funcionamento (Figuras 5 e 6).



Figura 4 – Protótipo finalizado
Fonte: AUTORES, 2016



Figura 5 – Teste do protótipo finalizado
Fonte: AUTORES, 2016

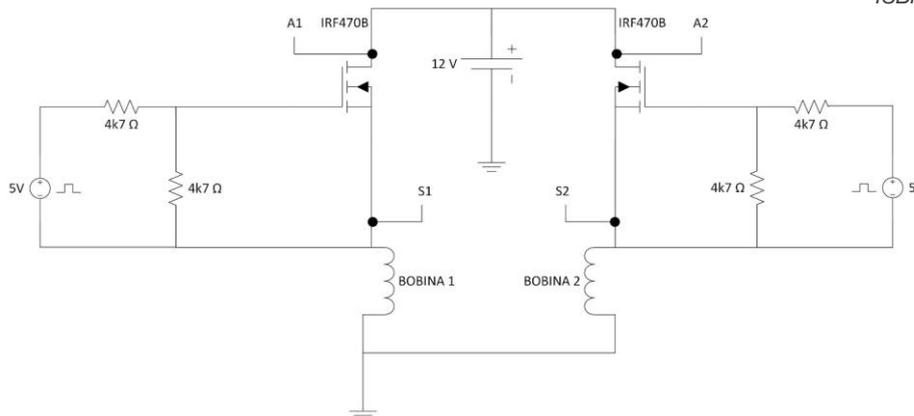


Figura 6 – Funcionamento do protótipo
Fonte: AUTORES, 2016

Aplicando uma tensão na bobina de 12,3 V, com uma tensão de alimentação de 5V e uma frequência de 50Hz. Obtemos uma corrente na bobina 1 de 52mA e na bobina 2 45,8mA, medidos nos pontos A1 e A2, conforme ilustrado na figura 6. E uma tensão no dreno de 19,2V, medido nos pontos S1 e S2 conforme figura 6. Na figura 7 abaixo, mostra através da forma de onda que o circuito de disparo aciona os indutores e tendo uma força eletromotriz. Uma coisa a ser estudada futuramente seria o quanto é sensível.

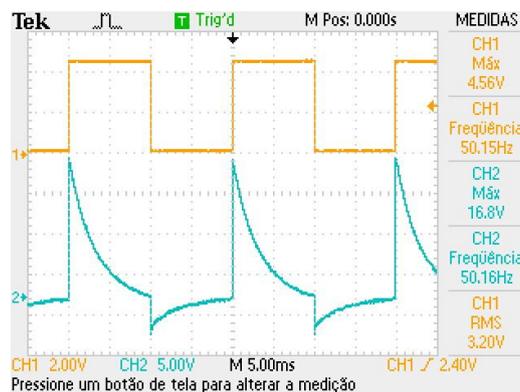


Figura 7 – Forma de onda
Fonte: AUTORES, 2016

Com o projeto finalizado, constatou-se o não funcionamento conforme o previsto, não sendo possível o desenvolvimento de um método capaz de medição para fertilizante sólido capaz de controlar sua aplicação de acordo com a necessidade do solo. Logo, não foi possível verificar a viabilidade do projeto para uma futura produção em série.

Testes feitos com uma barra de ferro passando pelo campo projetado provocou pequenas alterações na corrente das bobinas, alterações da ordem de 0,02 mA, para constatar a eficácia desta alteração na medição seria necessário equipamentos de extrema precisão. Também foi possível constatar a atração que esta barra sofreu quando atravessou o campo.

Para uma real aplicação faz-se necessário um dimensionamento adequado, levando em consideração o tamanho necessário para que seja utilizado na prática. Fazendo um medidor com um custo reduzido, melhorando o controle da quantidade de fertilizante que o solo necessita e também trazendo benefícios para o agricultor.



4 CONCLUSÃO

Com o aumento da precisão na agricultura atualmente, que busca melhorar a produtividade e acabar com os problemas relacionados com os nutrientes que o solo necessita. Para isso é preciso controlar a quantidade que é depositada de fertilizante, para que seja a quantia correta.

Como não termos obtido todos os resultados esperados para o projeto devido à dificuldade de compra de material para a medição do campo eletromagnético. Inicialmente o projeto seria montado com sensor de efeito hall linear, para detectar a variação de campo. Este sensor é de difícil acesso no Brasil e, a Farnel, única distribuidora que atuava no país encerrou as atividades em 2015. Dificultando ainda mais o acesso ao componente. Entramos em contatos com outros fabricantes estrangeiros, porém o custo tornou inviável a utilização do componente.

Uma forma de melhorar o projeto seria construir o circuito externo de medição. Devido à falta de circuito de medição, não consegue determinar exatamente a variação ocorrida nas bobinas, dificultando o método de medição para fertilizante sólido capaz de controlar sua aplicação de acordo com a necessidade do solo.

Utilizar o sensor de efeito hall linear como pensado inicialmente, contudo encarecendo o custo total do projeto. Onde temos como objetivo o melhor custo benefício possível ou colocar uma bobina auxiliar, induzindo uma diferença de potencial para realizar a medição nesta bobina.

Outra opção a ser investigada seria a alteração nos valores de tensão e corrente de operação da bobina, porém seria necessário confeccionar outra bobina que suportasse esses valores mais elevados, com a alteração destes elementos, consequentemente alteraria a intensidade do campo e sua força.

Dessa forma concluí-se que o desenvolvimento do projeto foi de suma importância para a formação acadêmica, proporcionando a aplicação dos conhecimentos bibliográficos obtidos, e necessários à execução da parte experimental. Permitindo futuramente com o estudo desse assunto, trazer benefícios aos agricultores com um custo mais acessível.

REFERÊNCIAS

BALBINOT, A.; BRUSAMARELLO, V. J. **Instrumentação e Fundamentos de Medidas**. 2. ed. Rio de Janeiro: Ltc, 2011. 2 v.

BEGA, E. A. et al (Org.). **Instrumentação Industrial**. 3. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011. 668 p.

REYNALDO, E. F. **Avaliação de controlador automático de seções e pulverização**. 2009, 90 f. Dissertação (mestrado em Agronomia), Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2009.

REYNALDO, E. F. **Avaliação de mecanismos dosadores de fertilizantes sólidos tipo helicoidais em diferentes ângulos de nivelamento longitudinal e transversal**. 2013, Tese (doutorado em Agronomia), Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP - Campus de Botucatu, 2013.

SOISSON, H. E. **Instrumentação Industrial**. Curitiba: Hemus, 2002. 687 p.