



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

RESUMO: O projeto de pesquisa consiste em desenvolver um método de medição para fertilizante sólido apto para controlar a necessidade do solo. A partir de medidores já conhecidos no mercado, baseando-se no princípio da indução eletromagnética será fundamentado este projeto. Através de duas bobinas será 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 será verificada a derivada do fluxo pelo tempo. Assim, espera-se como resultado uma força eletromotriz entre os terminais. Colocando os eletrodos e as bobinas conectadas a uma placa, quando o circuito for alimentado, introduzirá os sinais dos eletrodos. Utilizando um osciloscópio será possível verificar a forma de onda obtida. Por fim, esperamos criar 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

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 dado 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 dado 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.

¹ Acadêmico do Curso de Engenharia Elétrica do Centro Universitário Cesumar – UNICESUMAR, Maringá – PR. Bolsista IC/Fundação Araucária. biiih_vieira@hotmail.com

² Acadêmico do Curso de Engenharia Elétrica do Centro Universitário Cesumar – UNICESUMAR, Maringá – PR. fernandohmurara@hotmail.com

³ Docente do Curso de Engenharia Elétrica, Automação Industrial e Engenharia de Controle de Automação do Centro Universitário Cesumar – UNICESUMAR, Maringá – PR. fabio.gentilin@unicesumar.edu.br

⁴ Docente do Curso de Engenharia Elétrica, Automação Industrial e Engenharia de Controle de Automação do Centro Universitário Cesumar – UNICESUMAR, Maringá – PR. poliana_dariva@yahoo.com.br



Sensor é um conversor de energia, que transfere energia entre o objeto medido e o sensor, transferindo a informação. Os sensores podem ser classificados em passivos e ativos. Em nosso projeto serão utilizados sensores ativos que necessitam de uma fonte de energia externa para atuar, sendo está um sinal de excitação (BALBINOT; BRUSAMERELLO, 2010). Assim, para medição de posição são utilizados sensores indutivos. O campo magnético do sensor introduz no objeto, na bobina flui uma corrente alternada fazendo que o sensor produza um campo eletromagnético na extremidade da sonda. Segundo Thomazini e Albuquerque (2012), sensores de proximidade indutivos são dispositivos de proximidade sem contato e faz uso de um campo de frequência de rádio com um oscilador e uma bobina.

Neste contexto, sabe-se que a aplicação de insumos agrícolas aos solos e culturas tornou-se uma prática comum na agricultura, vista a necessidade de aumento do suprimento de nutrientes, correção do pH do solo (fertilizantes e corretivos) e a proteção das lavouras pelo controle de patógenos e pragas (agrotóxicos). Essas práticas, se não aplicadas de maneira correta, podem, causar degradação química do solo ou aumentar o nível de compostos em níveis indesejáveis (NÚÑEZ et al, 1999).

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.

Neste caso, “a busca por maior eficiência é uma constante em todos os setores da economia globalizada, para 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).

2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente projeto de pesquisa pode ser classificado, quanto à sua natureza, como sendo uma pesquisa aplicada, pois produz conhecimentos para aplicação prática dirigidos à solução de problemas específicos. Este também busca aprimorar um conhecimento já existente de interesse social.

A forma de abordagem é quantitativa, pois, de acordo com Prodanov e Freitas (2013, p.69), a pesquisa quantitativa considera que:

[...] tudo pode ser quantificável, o que significa traduzir em números opiniões e informações para classificá-las e analisá-las. Requer o uso de recursos e de técnicas estatísticas (percentagem, média, moda, mediana, desvio-padrão, coeficiente de correlação, análise de regressão etc.) (PRODANOV; FREITAS, 2013, p. 69)

Quanto aos procedimentos técnicos, classificamos como bibliográfica, pois será elaborada a partir de um material já publicado. As principais fontes de consulta serão trabalhos disponíveis no meio eletrônico e livros.

Trata-se também de uma pesquisa experimental, pois, segundo Prodanov e Freitas (2013), o pesquisador procura refazer as condições de um fato a ser estudado, para observá-lo sob controle. Para tal, ele se utiliza de local apropriado, aparelhos e instrumentos de precisão, a fim de demonstrar o modo ou as causas pelas quais um fato é produzido, proporcionando, assim, o estudo de suas causas e seus efeitos. As pesquisas experimentais são mais frequentes nas ciências tecnológicas e nas ciências biológicas.

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

Primeiramente será montada uma estrutura com uma bobina que produzirá um fluxo no núcleo no nosso protótipo. Pretende-se estudar qual será o melhor sinal para excitar a bobina. Utilizando-se de um bastão que possui determinada característica de relutância, permeabilidade e baseando no princípio de ferro doce, será construído como se fosse um solenoide e a bobina em seu torno e após será introduzido um sinal. Espera-se ter como resultado uma circulação de corrente que passará pelos condutores e formando um fluxo ϕ .

Na sequência, será montado também, do outro lado da estrutura, um solenoide que produzirá o fluxo ϕ . Assim, esse fluxo será projetado através de uma estrutura oca e, nessa situação, será instruído se aplicar um sinal combinado para os dois. Os dois fluxos serão projetados no espaço.

Outra questão a ser investigada será a forma de encaixe das bobinas. Uma possibilidade é colocar dentro de um tubo para que o fluxo saia somente de um lado, como se fosse um sensor indutivo. Outra será colocar um anteparo que bloqueia esse fluxo para fora do medidor.

Desta forma, será 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 o fluxo magnético



induz uma diferença de potencial quando corta um condutor metálico, no qual, nas extremidades, será adicionado um de cada lado, para não atrapalhar o campo gerado.

Após, haverá como resultado uma força eletromotriz entre os dois terminais, ligados com fio normal, semelhante ao princípio de um galvanômetro de bobina móvel. Em seguida será medida a diferença de potencial, gerando pulso nas bobinas e ao ligar a excitação nelas podemos construir um oscilador astável, para analisar o que irá acontecer. Um circuito de drive para suportar essa potência será dimensionado através de cálculos de eletromagnetismo qual é o potencial do campo.

Além disso, os eletrodos e as bobinas serão ligadas a uma placa, desenvolvida pelos próprios pesquisadores e, então o circuito será alimentado por essa placa e injetará os sinais dos dois eletrodos. Utilizando-se para acionar as bobinas, *mosfet* ou *push-input*. Depois de montado o protótipo serão feitos os testes, colocando um osciloscópio para analisar a forma de onda que está sendo gerada. Talvez seja necessário amplificar o sinal, pois será um sinal de baixa amplitude dos eletrodos, então teremos que pegar a força eletromotriz que será produzida e injetar em um estágio de amplificação e depois estudar o sinal adiante. Por fim, verificará quantos mV será produzido com bobina feita ou utilizada.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O medidor de vazão eletromagnético para fertilizante sólido é uma ferramenta para otimizar a produção agrícola no país. Assim, pretende-se obter resultados satisfatórios para que haja o aprimoramento e desenvolvimento do método, aperfeiçoando o sistema e aproveitando o máximo o solo.

Deste modo, será elaborado um sensor capaz de medir a vazão de fertilizante, utilizando o eletromagnetismo como base teórica do mesmo. A figura 1 abaixo mostra um esboço do protótipo que irá ser feito.

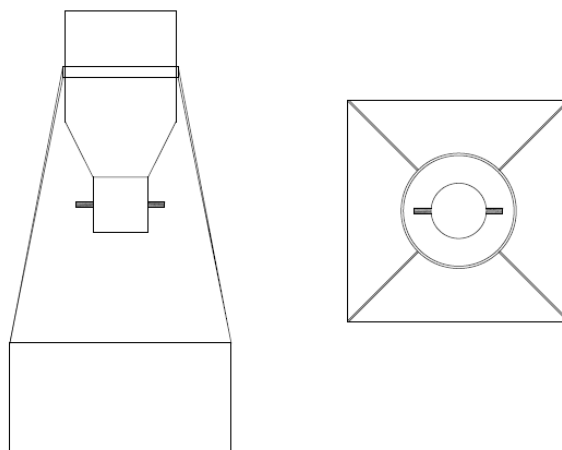


Figura 1 – Esboço do protótipo

Fonte: OLIVEIRA, F. H. M.

REFERÊNCIAS

BALBINOT, A.; BRUSAMARELLO, V. J. **Instrumentação e Fundamentos de Medidas**. 2. ed. Rio de Janeiro: Ltc, 2010. 1 v.

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.

NÚÑEZ, J. E. V.; AMARAL SOBRINHO, N. M. B.; PALMIERI, F.; MESQUITA, F. F. Conseqüências de diferentes sistemas de preparo do solo sobre a contaminação do solo, sedimentos e água por metais pesados. **Revista brasileira de ciência do solo**, v. 23, n. 04, p. 981-990, 1999.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. 2 ed. Editora Feevale, 2013.



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.

THOMAZINI, D.; ALBUQUERQUE, P. U. B. **Sensores Industriais: Fundamentos e Aplicações.** 8. ed. São Paulo: Érica, 2012. 224 p.