

DESENVOLVIMENTO DE SENSOR CAPACITIVO PARA ANÁLISE DE FLUXO DE FERTILIZANTE EM SEMEADORAS

Ezequiel Molina Schnorr¹;
Eduardo Walker²;

¹Universidade Federal de Pelotas – ezequiel.schnorr@hotmail.com 1

²Universidade Federal de Pelotas – eduardowalker@yahoo.com.br 2

1. INTRODUÇÃO

O crescimento populacional brasileiro avança exponencialmente, segundo dados do IBGE, a população em 2019 terá um aumento de 1 milhão e 652 mil pessoas em relação à 2018 (IBGE, 2018), esse crescimento resulta em diferentes demandas, dentre elas a por alimentos. O produtor agrícola tem buscado formas de minimizar as perdas no campo, o que proporciona um aumento na produtividade e consequentemente uma melhor usabilidade das terras. Com este propósito a eletrônica, mais especificamente os sensores, surgem como aliados, beneficiando os cultivos. Segundo MOLIN; COLAÇO; AMARAL (2015) o uso de sensores tanto em equipamentos como em aplicações proporciona a identificação e o mapeamento de vários parâmetros do solo e planta.

O sensor capacitivo é muito utilizado na agricultura, possuindo diversas vantagens, como por exemplo: realizar medidas sem nenhum contato com o objeto. Pode ser utilizado para medir passagem, fluxo e distância de qualquer objeto, desde que esse apresente uma resistividade menor que 100 Ohms-cm (FRADEN, 2010). O sensor capacitivo de placas paralelas é composto por duas placas condutoras separadas por um material isolante conhecido como dielétrico (JOHNSON; HILBURN; JOHNSON, 1994). A relação existente entre a quantidade de cargas carregadas nas placas do sensor e a tensão produzida, é chamada de capacitância e a unidade de medida utilizada é Farad (BOYLESTAD, 2004).

Segundo STEVAN et al. (2015) quando é mantida a simetria das placas do sensor e a distância entre elas, pode-se avaliar e caracterizar, através da capacitância, o elemento dielétrico que é mantido entre as placas, também é possível avaliar como se comporta o elemento dielétrico quando é submetido a alteração de temperatura, pressão e variação volumétrica.

A gestão da adubação é uma das principais práticas da agricultura de precisão desenvolvidas no Brasil hoje (MOLIN; COLAÇO; AMARAL, 2015). O gerenciamento da aplicação de fertilizantes proporciona uma agricultura com olhos voltados para o aspecto ambiental, contribuindo para a sustentabilidade na produção agrícola, sem deixar de lado o aspecto econômico, reduzindo gastos com uma gestão precisa e otimizada dos adubos empregados no plantio (SAPKOTA et al., 2014).

A implementação de fertilizantes pelas máquinas semeadoras-adubadoras podem apresentar irregularidades na distribuição, um dos fatores que influenciam essa irregularidade é o empedramento do fertilizante, que acaba entupindo o tubo condutor, ocasionando a não fluidez do fertilizante. Esse empedramento, ocorre devido a capacidade do adubo de absorver a umidade, fazendo com que empelotem com o passar do tempo, o que acaba ocasionando a interrupção da passagem e um crescimento irregular do plantio (SIQUEIRA; CASÃO JUNIOR, 2002).

É neste âmbito que este projeto se insere, com o objetivo de desenvolver um sensor capacitivo de placas paralelas que possa detectar o adubo enquanto ele percorre o tubo condutor na máquina semeadora-adubadora, dessa forma

identificando quando ocorrer alguma interrupção na alocação do fertilizante e, assim, sendo possível alertar o condutor para reparar o problema, evitando perdas no plantio.

2. METODOLOGIA

Os sensores capacitivos são amplamente usados na agricultura, principalmente para medição de teor de umidade no solo, que é medido através do efeito na constante dielétrica, que acarretará uma variação da capacitância entre as placas implementadas no solo (ZAZUETA; XIN, 1994). MCINTOSH; CASADA (2008) desenvolveram um sensor capacitivo que tinha a capacidade de medir o teor de umidade, temperatura e a compactação de *commodities* agrícolas. Segundo os autores, como a capacitância do sensor depende da constante dielétrica do conjunto grão, ar e umidade, pode-se estimar um grau de compactação.

Em um trabalho mais recente, LIMANG et al. (2017) propõem um sensor capacitivo constituído de três placas para medição de fluxo de fertilizante destinado ao solo, o sensor é inserido diretamente no tubo de dispersão de adubo e gera um campo de detecção internamente ao tubo, o que possibilita a detecção da alteração da capacitância ocasionado pelas diferentes constantes dielétricas presentes, como o ar e o adubo. Os autores concluem que o sensor pode identificar o entupimento do tubo condutor com precisão de 100% e também consegue medir com precisão, a quantidade de fertilizante destinado ao solo, com erro de medição de 3,75%.

Para o desenvolvimento do sensor capacitivo proposto no trabalho foi utilizado como material condutor placas de circuito impresso cobreada de dupla face, ou seja, os dois lados da placa são constituído do material tipo cobre. Foi utilizado um conjunto de duas placas onde no lado interno foi soldado um fio de par trançado e no lado externo fios maleáveis, para simular o cano condutor de adubo foi utilizado um tubo PVC branco de 50 mm de diâmetro, o conjunto com a placa do sensor capacitivo acoplado ao tubo. O circuito desenvolvido, para fazer a leitura do sensor e assim determinar se ele varia quando o tubo é percorrido por adubo, foi baseado no circuito integrado 555, onde a saída do circuito integrado vai funcionar e função da alteração da capacitância do sensor.

A realização dos testes foi feita em bancada, dispondo o protótipo juntamente ao circuito de leitura de sinal, e utilizando um osciloscópio, equipamento para fazer leitura de sinais elétricos, para visualizar a saída do circuito integrado e assim determinar efetivamente se o sensor capta o fertilizante (Figura 1). Nos testes foi utilizado o fertilizante N-P-K 05-20-20, com densidade de 1063 kg/m³. Ângulo de repouso de 33,49° e teor de água de 1,01% para base seca, sendo que a análise granulométrica foi de 2,28, 78,21, 99,31, e 99,97% respectivos ao percentual retido e acumulado nas peneiras de 4, 2, 1, 0,5mm (ABNT, 2003).

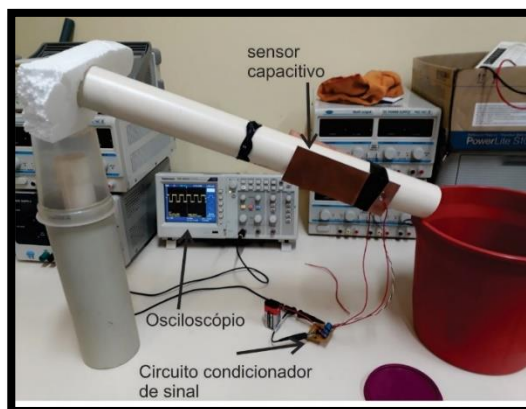


Figura 1: Sensor testado em bancada.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para execução dos testes, como demonstrado na Figura 1, foi disposto o tubo, onde o adubo era depositado em uma extremidade, percorrendo toda a extensão do tubo e consequentemente o sensor, assim, o sensor terá uma leitura quando não tiver nada dentro do tubo e quando o fertilizantes estiver passando. Os fios internos da placa do sensor foram ligados ao circuito condicionador de sinal e os fios externos foram aterrados ao circuito, como forma de suavizar possíveis interferências que possam alterar e influenciar na leitura do sinal (SNOA926A, 2015). O canal de leitura do osciloscópio foi alocado na saída do circuito integrado de forma a identificar o sinal e plotar o gráfico correspondente. Foi feita a leitura do sinal quando o sensor estava vazio, ou seja, sem nenhum adubo percorrendo e quando o sensor for percorrido pelo adubo e os gráficos resultantes podem ser vistos na imagens abaixo:

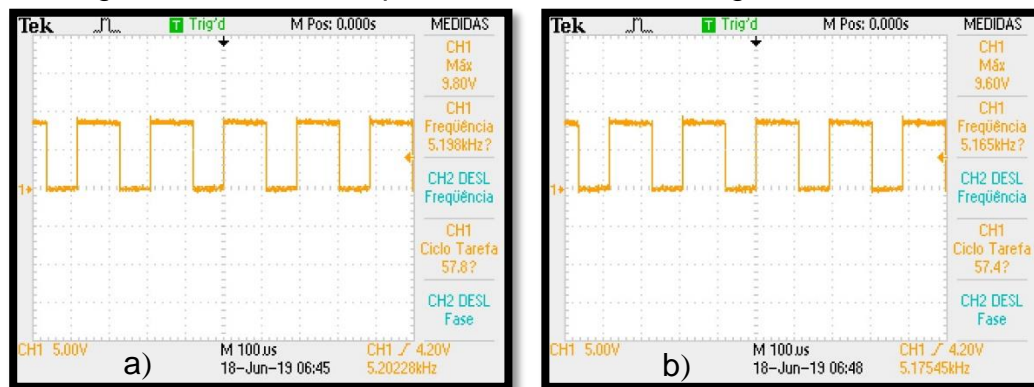


Figura 2: A) Gráfico gerado pelo osciloscópio com o sensor vazio. B) Gráfico gerado quando o sensor é percorrido pelo adubo.

Através das leituras feitas pelo osciloscópio é possível determinar que o sensor captou a variação quando o adubo percorreu o tubo, no gráfico gerado a vázio pode-se visualizar que a frequência obtida foi de 5,20228 KHz e quando o adubo percorreu o tubo a leitura diminuiu para 5,17545 KHz, determinando efetivamente que foi possível fazer a leitura quando o fertilizante percorreu o tubo.

4. CONCLUSÕES

A partir da literatura estudada, foi possível desenvolver um sensor capacitivo que detectasse o fertilizante quando percorre o tubo condutor, tendo como uma das principais qualidades, em relação a outros sensores existentes, o método não invasivo para captação da informação, ou seja, poderia ser implementado sem precisar fazer modificações significativas nas máquinas semeadoras-adubadoras.

Levando em consideração o objetivo traçado, pode-se afirmar que foi possível desenvolver um sensor que captasse o fluxo de adubo, bem como, realizar testes no protótipo para determinar a efetividade do sistema. Porém, para tornar o sistema autônomo seria necessário implementar um microcontrolador para receber os dados do sensor e assim decidir quando não tiver adubo e poder gerar um sinal de aviso ao condutor da máquina.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 248**: Agregados – Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro: ABNT, 2003. 6p.
- BOYLESTAD, R. L. **Introdução à Análise de Circuitos**. 10ª ed. São Paulo: Prentice Hall, 2004. p. 1219,.
- FRADEN, J., **Handbook of Modern Sensors**: Physics, Designs, and Applications. 4ªed. Nova York: Springer, 2010. p. 663.
- IBGE – Instituto brasileiro de geografia e estatística. **Projeção da população 2019**. Disponível em: < <https://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/>>. Acesso em: 12 de outubro de 2018.
- JOHNSON, D. E.; HILBURN, J. L.; JOHNSON, J. R. **Fundamentos de análise de circuitos elétricos**. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1994. p. 539.
- LIMIANG, Z.; MING, M.; YANWEI, Y.; JUNNING, Z.; XIN, D.; CHONGFENG, W. Design and Experiment of the Fertilizer Amount Detection System Based on the Capacitance Method. **Trans. Chin. Soc. Agric. Eng**, China, vol. 33, p. 44–51, 2017.
- MCINTOSH, R. B.; CASADA, M. E. Fringing field capacitance sensor for measuring the moisture content of agricultural commodities. **IEEE sensors journal**, Estados Unidos, v. 8, n. 3, p. 240-247, 2008.
- MOLIN, J. P.; AMARAL, L. R. do; COLACO, A. F. **Agricultura de precisão**. São Paulo: Oficina de Textos. 2015.
- SAPKOTA, T. B.; MAJUMDAR, K.; JAT, M. L.; KUMAR, A. Precision nutrient management in conservation agriculture based wheat production of Northwest India: Profitability, nutrient use efficiency and environmental footprint. **Field Crops Research**, v. 155, [S. n.], p. 233-244, 2014.
- SIQUEIRA, R.; CASÃO JR, R. Dinâmica de semeadoras adubadoras diretas Entre Rios do Oeste - PR – (resultados de avaliação). Londrina-PR: **IAPAR**, 2002.
- STEVAN, S. L.; PAITER, L.; GALVÃO, J. R.; ROQUE, D. V.; CHAVES, E. S. Sensor and Methodology for Dielectric Analysis of Vegetal Oils Submitted to thermal Stress. **Sensors**, v. 15, n. 10, p. 26457-26477, 2015.
- SNOA926A, **Capacitive Sensing: Ins and Outs of Active Shielding**. Texas Instruments. Disponível em: <<http://www.ti.com/lit/an/snoa926a/snoa926a.pdf>>. Acesso em: jun. de 2019
- ZAZUETA, F. S.; XIN, J. Soil moisture sensors. **Soil Sci**, v. 73. p. 391-401, 1994.