

DESENVOLVIMENTO DE CONVERSOR FREQUÊNCIA-TENSÃO PARA SENSORES CAPACITIVOS DE UMIDADE DO SOLO

Rodrigues, A. A.¹, SÁ, K. B.², Lino, D.R.³, Teixeira, A. S.⁴

RESUMO: Nos últimos anos, a quadra chuvosa com precipitação sempre abaixo da média esperada vem assolando a região Nordeste do Brasil. Esse fato torna mais complexa a produção de alimentos com qualidade e quantidade que a caracterize como uma atividade competitiva e economicamente viável. Neste cenário, a irrigação vem ganhando crescente destaque como ferramenta tecnológica para superar esses tempos de crise hídrica. As questões básicas para utilização dessa técnica são “quando irrigar” e “quanto”. Vários grupos têm tentado desenvolver soluções que promovam o aperfeiçoamento da prática de irrigação no dia a dia de agricultores e de técnicos. Nesse sentido, um exemplo bem-sucedido que pode ser citado é o sensor capacitivo de umidade do solo, desenvolvido pelo Laboratório de Eletrônica e Mecânica Agrícola – LEMA, da Universidade Federal do Ceará. Trata-se de um dispositivo que pode ser integrado a um sistema de monitoramento e controle da irrigação. Esse sensor já foi utilizado em trabalhos desenvolvidos pelo mesmo grupo e cumpriu com mérito seu papel, sendo observado que para isso é necessário que o sistema seja compatível com o sensor, uma vez que seu output é dado em frequência (Hz). Foram estudadas maneiras para que houvesse uma conexão com todos os tipos de sistema de controle. Uma das alternativas foi obter a resposta desse sensor em consonância com algum padrão internacional, neste caso o mais utilizado, ou seja, o sinal em tensão de 0 a 5 volts (V), foi desenvolvido um módulo conversor de frequência para tensão. O módulo apresentou um coeficiente de determinação (R^2) igual a 0.999, o que indica um alto grau de correlação entre o valor lido no dispositivo (V) e o efetivamente enviado pelo sensor em campo (Hz). Mostrando-se uma interface amigável entre o sensor capacitivo de umidade do solo e sistemas de aquisição de dados diversos.

PALAVRAS-CHAVE: Irrigação de precisão, Sensor de umidade do solo, Interface amigável

FREQUENCY-VOLTAGE CONVERTER DEVELOPMENT FOR SOIL MOIST CAPACITIVE SENSORS

¹ Doutorando em Eng. Agrícola, Depto. Engenharia Agrícola, UFC, Fortaleza – Ceará, Email: ammonrodrigues@gmail.com.

² Mestrando em Eng. Agrícola, Depto. Engenharia Agrícola, UFC, Fortaleza – Ceará, Email: klenio.bezerra@gmail.com.

³ Discente de Agronomia, Bolsista PIBIC/CNPq, Depto. Engenharia Agrícola, UFC, Fortaleza – Ceará, Email: rdavid.lino@gmail.com

⁴ Prof. Ph.D., Docente, Depto. Engenharia Agrícola, UFC, Fortaleza – Ceará, Email: adunias@ufc.br.

ABSTRACT: In recent years, the rainy season with precipitation always below the expected average has been plaguing the northeastern region of Brazil. This fact makes the production of food with quality and quantity more complex that characterizes it as a competitive and economically viable activity. In this scenario, irrigation has been gaining increasing prominence as a technological tool to overcome these times of water crisis. The basic questions for using this technique are "when to irrigate" and "how much." Several groups have tried to develop solutions that promote the improvement of the irrigation practice in the day to day of farmers and technicians. In this sense, a successful example that can be mentioned is the capacitive sensor of soil moisture, developed by the Laboratory of Electronics and Agricultural Mechanics - LEMA, Federal University of Ceará. It is a device that can be integrated into an irrigation monitoring and control system. This sensor has already been used in works developed by the same group and has fulfilled with merit its role, being observed that for this it is necessary that the system be compatible with the sensor, since its output is given in frequency (Hz). Ways were studied for a connection to all types of control systems. One of the alternatives was to obtain the response of this sensor in accordance with some international standard, in this case the most used, ie, the voltage signal of 0 to 5 volts (V), a frequency converter module for voltage was developed. The module presented a coefficient of determination (R^2) equal to 0.999, which indicates a high degree of correlation between the value read in the device (V) and the one actually sent by the field sensor (Hz). A user-friendly interface between the capacitive soil moisture sensor and various data acquisition systems is shown.

KEYWORDS: Precision irrigation, Soil moisture sensor, User-friendly interface.

INTRODUÇÃO

Para a definição do momento certo de irrigar, deve-se procurar o melhor critério que proporcione maior eficiência no uso da água. Este é considerado o ponto de partida para a elaboração do manejo, mas é ainda um parâmetro muito variável (QUEIROZ et al., 2005). Independente disso, muitos produtores não utilizam nenhuma estratégia para o uso racional da água aplicada na agricultura, necessitando de melhorias no planejamento das irrigações (MARTINS et al., 2007).

Atualmente existem diversas técnicas que determinam o conteúdo de água no solo para auxiliar nas decisões dos tempos de irrigação, mas, a sua escolha vai depender dos objetivos

desejados pelo produtor, da instrumentação disponível, do nível de precisão e outras limitações (MIRANDA & PIRES, 2001). Contudo, existe uma tendência em utilizar sensores para realizar o manejo de irrigação, pois estes possibilitam a determinação instantânea do teor de água no solo, sendo os mais adequados para indicar o início e a duração das irrigações (TAVARES, 2007).

Na procura pela melhor precisão, a eletrônica tem contribuído bastante para desvendar a melhor relação entre o teor de água no solo e as respostas dos sensores. No entanto, as aquisições destes dados são realizadas, em muitos casos, por processos manuais ou recorrendo-se a dataloggers (TORRE NETO & CRUVINEL, 1997).

Para automatizar a aquisição de dados provenientes dos sensores capacitivos de umidade do solo desenvolvido pelo grupo é necessário utilizar um datalogger dedicado por conta das características do sinal gerado pelo sensor que diz respeito a um sinal pulsado de alta frequência, restringindo o seu uso. Visando facilitar a associação do sensor aos diversos modelos de datalogger existentes no mercado, uma das alternativas foi obter a resposta desse sensor em consonância com algum padrão internacional, neste caso, o sinal em tensão de 0 a 5 volts (V) através do desenvolvimento de um módulo conversor de frequência para tensão. Neste artigo está registrada a metodologia de validação e resultados obtidos.

DESCRIÇÃO DO ASSUNTO

O experimento foi realizado no Laboratório de Eletrônica e Mecânica Agrícola – LEMA, da Universidade Federal do Ceará.

Sensores capacitivos de umidade do solo, desenvolvidos no LEMA, são constituídos por duas placas paralelas com área conhecida constante e distância entre elas igualmente conhecidas e constante. Tornando a capacitância do dielétrico existente entre elas o único parâmetro variável. Instalados em campo, existirá entre as placas um meio poroso (solo) de baixa capacitância (< 5) e nos poros, ar e água. A capacitância da água é de aproximadamente 80 e a composição de ar e água existente nos poros determinara a frequência de pulsos emitida pelo sensor.

Para validação do conversor, sensores capacitivos foram instalados em um reservatório retangular com medidor de nível, onde foi adicionado água destilada em diversos níveis, elevando e rebaixando repetidas vezes. Essas variações do nível de água entre as placas dos sensores resultam na variação da frequência do sinal.

Foi utilizado um multiplexador (Figura 1) para direcionar o sinal dos sensores para o canal de medição do conversor e para a pinça do osciloscópio possibilitando realizar a medida de frequência e tensão de forma rápida dos sensores em cada nível.

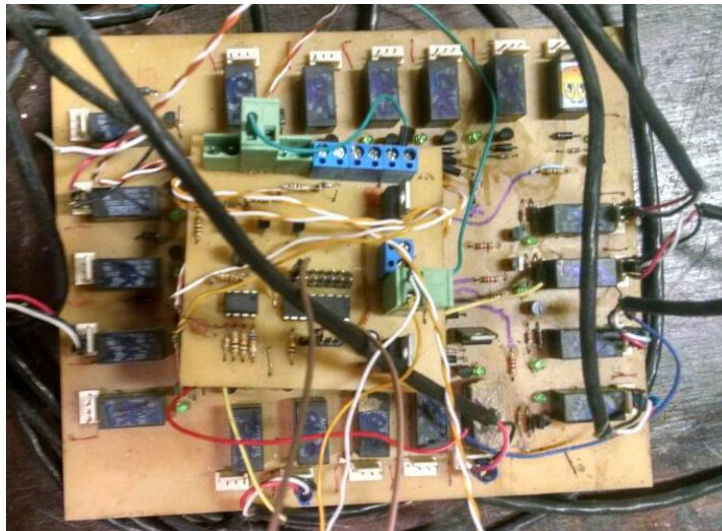


Figura 1. Multiplexador e módulo conversor de frequência em tensão. Fonte: Autor

A medida da tensão emitida pelo conversor foi realizada por um Arduino com ADC de 10bits. Os dados de tensão e frequência foram enviados via serial para um microcomputador para armazenamento e posterior processamento.

O experimento foi realizado com sete sensores capacitivos (Figura 2) posicionados de forma que suas placas submergissem por igual. Foi realizada uma medida em cada um dos dez níveis e repetida a sequência de elevação e rebaixamento do nível quatro vezes, totalizando um conjunto de 560 dados.



Figura 2. Sensores capacitivos de umidade do solo. Fonte: Autor

Os dados foram plotados (Figura 3) e submetidos ao teste de regressão a fim de determinar o nível de correlação entre os mesmos, os índices são mostrados na Tabela 1.

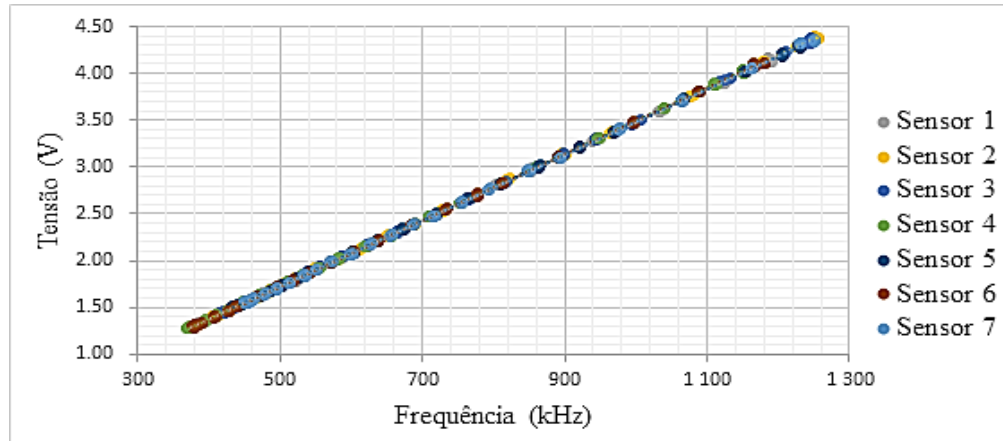


Figura 3. Tensão (V) x Frequência (kHz).

Os dados foram submetidos ao teste de regressão a fim de determinar o nível de correlação entre os mesmos, os índices são mostrados na tabela 1 a seguir.

Tabela 1. Índices de correlação entre dados de tensão e frequência.

R múltiplo	R ² ajustado	Desvio padrão
0,999955	0,999911	0,090

Fonte: Autor

CONCLUSÕES

Os dados obtidos durante o teste foram suficientes para verificar uma relação linear entre o sinal de entrada e de saída do conversor.

Foi possível verificar a eficiência do conversor se mantém tanto em variações ascendente e descendentes do nível de água entre as placas dos sensores.

Tornou possível a utilização dos sensores capacitivos de umidade do solo com qualquer sistema de aquisição de dados que contemple medições de tensão na escala de 0 a 5 Volts.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MARTINS, C. C.; SOARES, A. A.; BUSATO, C.; REIS, E. F. Manejo da irrigação por gotejamento no cafeeiro. Biosci. J., Uberlândia, v.23, n.2, p.61-69, abr./jun. 2007.

MIRANDA, J.H.; PIRES, C.M.P. Irrigação. Piracicaba: FUNEP, 2001. 410p. (Série Engenharia Agrícola, 1).

QUEIROZ, T. M.; CARVALHO, J. A.; RABELO, G. F.; ANDRADE, M. J. B. Avaliação de sistema alternativo de automação da irrigação do feijoeiro em casa de vegetação. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.25, n.3, p.632-641, set./dez. 2005.

TAVARES, V. E. Q. Sistemas de irrigação e manejo de água na produção de sementes. 2007. 182 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Sementes), Universidade Federal de Pelotas, Rio Grande do Sul, 2007.

TORRE NETO, A.; CRUVINEL, P. E. Uso de microcontroladores e realidade virtual na agricultura. Comunicado Técnico, 22, São Carlos: Embrapa Instrumentação Agropecuária, SP, dez. 1997, 5 p.