

MONTAGEM, INSTALAÇÃO E TESTES DE SISTEMAS DE CONTROLE DE IRRIGAÇÃO COM DIFERENTES NÍVEIS DE AUTOMAÇÃO

RENATO S. F. RIBEIRO¹, WLISSES M. MACIEL², ABELARDO L. A. NETO³,
JOSÉ F. CANAFÍSTULA

¹ Engº Agrônomo, Ph.D. em Engenharia de Biosistemas, Professor Adjunto, Departamento de Engenharia Agrícola-DENA, UFC, Bloco 804, Campus do Pici, CEP: 60455-970 Fortaleza, CE, (0XX85) 4008.9754, renato@ufc.br, www.dena.ufc.br/-renato

² Engº. Agrônomo, Mestrando em Irrigação e Drenagem, DENA/UFC, Fortaleza, CE.

³ Engº. Agrônomo, Mestrando em Irrigação e Drenagem, DENA/UFC, Fortaleza, CE.

⁴ Físico, Técnico de Nível Superior, DENA/UFC, Fortaleza, CE.

Escrito para apresentação no
XXXV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola
31 de julho a 04 de agosto de 2006 – João Pessoa - PB

RESUMO: O presente trabalho teve como objetivo específico a montagem e instalação de sistemas de controle de irrigação com diferentes níveis de automação, para a realização de testes comparativos quanto à produtividade e eficiência de uso de água. Os sistemas foram definidos como: não automático, automático por temporizador e automático inteligente. Os dois sistemas mais simples, não automático e automático por temporizador, foram montados num espaço de tempo mais curto face a sua menor complexidade. Concomitantemente à montagem do sistema inteligente, os sistemas não automático e automático por temporizador foram inicialmente testados utilizando o método de gotejamento em cultivo de melão. Para o sistema inteligente foi desenvolvido um algoritmo de controle baseado em lógica “fuzzy”. O sistema incluiu em sua estrutura física sensores de solo e um cartão digital para controle. Posteriormente, os três sistemas foram testados utilizando o método de gotejamento em cultivo de feijão. Os sistemas não automático e automático por temporizador não apresentaram diferenças quanto à produtividade e eficiência de uso de água, nos dois testes. O sistema inteligente apresentou uma eficiência no uso de água 39% maior que o sistema não automático e 19% maior que o sistema automático por temporizador, com uma redução na produtividade de apenas 27% em relação ao último.

PALAVRAS-CHAVE: eficiência de uso de água, sensores de umidade, lógica fuzzy

ASSEMBLY, INSTALATION AND TESTING OF IRRIGATION CONTROL SYSTEMS WITH DIFFERENT LEVELS OF AUTOMATION

ABSTRACT: The specific aim of this research was to assembly, install and test irrigation control systems with different levels of automation, in terms of yield and water use efficiency. The systems were defined as non automatic, automatic by timer, and automatic intelligent. The two simpler systems were assembled in a shorter time due to less complexity. Concomitantly to assembling the intelligent system, the other two systems were tested using drip irrigation in melons. A control algorithm based in fuzzy logic was developed for the intelligent system. This system included in its configuration soil sensors and a digital control card. In a second test, the three systems were tested using drip irrigation in beans. The systems non automatic and automatic by timer did not presented differences related to yield and water use efficiency in both tests. The intelligent system presented an water use efficiency 39% larger than non automatic system and 19% larger than the system automatic by timer, with a decrease in yield of 27% when compared to the latter.

KEYWORDS: water use efficiency, moisture sensors, fuzzy logic

INTRODUÇÃO: A agricultura irrigada responde pelo consumo de 70% de toda a água doce no planeta, cujas fontes são de aproximadamente 1% de toda a água existente. Existe portanto, uma necessidade de se utilizar mais racionalmente esse recurso escasso e de vital importância. Uma das maneiras de se obter uma irrigação eficiente na utilização dos recursos naturais e na produção agrícola envolve o controle automático dos sistemas, através do uso de tecnologias de sensoriamento, comunicação, processamento de informações e dispositivos de atuação. Nas últimas décadas, os equipamentos eletrônicos utilizados em automação vem recebendo crescente avanço tecnológico, tornando-se mais precisos e com melhor interface com o usuário. A aplicação de tecnologias inteligentes, como lógica “fuzzy” e redes neurais artificiais têm aberto uma nova perspectiva na obtenção de uma maior precisão em irrigação (Ribeiro e Yoder, 1997; Ribeiro et al., 1998). O objetivo principal desse trabalho foi desenvolver um sistema automático inteligente de controle de irrigação, de modo a se otimizar o uso de água, e evitar os prejuízos ao ambiente ocasionados pela aplicação excessiva de água na irrigação que acarreta não somente a salinização dos solos, mas que também devido ao transporte de resíduos de produtos químicos agrícolas para camadas profundas do solo, causam a contaminação dos mananciais subterrâneos. Os objetivos específicos envolveram a montagem e instalação de sistemas de controle de irrigação com diferentes níveis de automação, para a realização de testes comparativos quanto à produção por área e produção por consumo de água.

MATERIAL E MÉTODOS: Os sistemas foram definidos como: não automático, automático por temporizador e automático inteligente. Os sistemas não automático e automático por temporizador, foram montados num espaço de tempo mais curto face a sua simplicidade. Concomitantemente à montagem do sistema inteligente, os sistemas não automático e automático por temporizador foram inicialmente testados utilizando o método de gotejamento em cultivo de melão. O sistema não automático foi baseado em controle reativo através de monitoramento diário da evapotranspiração da cultura obtida através da utilização de coeficientes de cultura (K_c) e de evapotranspiração de referência obtida à partir de leituras de evaporação de Tanque Classe A, realizadas na Estação Meteorológica do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará. O sistema utilizou um turno de rega diário com a bomba sendo acionada de forma manual, através de uma chave de partida. O sistema automático por temporizador foi baseado em controle preditivo à partir de dados de 30 anos de evapotranspiração de referência no local estimados para a região metropolitana de Fortaleza, e coeficientes de cultura. Foi estabelecido para o experimento a utilização da média dos K_c 's para todas as fases da cultura. A programação foi baseada no tempo de aplicação das lâminas brutas. As irrigações requeridas foram programadas num conjunto temporizador (timer), constituído pelo programador diário/semanal (TRON), de programação acessível através de teclado frontal com indicações de dia, hora e estado do relé visualizada através de display em LCD; e de um contactor (SIEMENS – AC-3:4Kw/5cv 380/400v 1NO 220W 60Hz). Para o sistema inteligente foi desenvolvido um algoritmo de controle baseado em lógica “fuzzy”, que envolveu a identificação e especificação das variáveis de entrada e de saída, criação de funções associativas para cada uma das variáveis, construção da base de regras (situação - ação), e decisão de como as ações seriam executadas. O sistema inteligente foi baseado em controle reativo em tempo real do potencial de água no solo, e foi instalado com 18 sensores de umidade do solo do tipo blocos de resistência elétrica Watermark model 200SS (IRROMETER Co., Riverside, CA, E.U.A.), localizados em nove unidades experimentais nas profundidades de 15cm e 30cm, e 18 sensores de temperatura do tipo termopar de cobre e constantan (Tipo T), instalados próximos aos sensores de umidade nas profundidades de 15cm e 30cm (Figura 1). Os sensores foram conectados a um coletor de dados modelo 23X da Campbell Scientific, através de um multiplexador modelo AM16/32 da Campbell Scientific utilizando cabos coaxiais para os sensores de umidade. Um computador foi acoplado ao sistema para a comunicação via porta serial com o datalogger, para o processamento dos dados de acordo com o algoritmo de lógica fuzzy, e para o envio do comando resultante para a placa digital E/S, instalada na CPU e conectada à placa condicionadora de relés, para em conjunto condicionar a ação resultante de ligar, desligar, permanecer ligada ou permanecer desligada, para a bomba submersível utilizada (Anauger® 700). Posteriormente, os três sistemas foram testados utilizando o método de gotejamento em cultivo de feijão. Foi

implementado um delineamento estatístico em blocos casualizados. O delineamento constou de 6 blocos e 3 tratamentos distribuídos em 18 parcelas experimentais medindo 4m de largura e 12m de comprimento, ocupando uma área total de 1600m². O trabalho de montagem e instalação foi conduzido na área experimental do Laboratório de Hidráulica e Irrigação do Departamento de Engenharia Agrícola do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, localizado no Município de Fortaleza – CE (Figura 2). Os equipamentos e instrumentos de aquisição de dados e controle foram instalados no galpão do Laboratório e os sensores de umidade e temperatura do solo, e demais equipamentos dos sistemas de irrigação em área externa contígua de 40m x 40 m (Figura 4).



Figura 1. Instalação de sensor de umidade de solo.



Figura 2. Área experimental com detalhe dos cabos.



Figura 3. Equipamentos de aquisição de dados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: O primeiro teste dos sistemas utilizando irrigação por gotejamento em meloeiro resultou em produtividades de 11.086kg/ha e 10.545kg/ha e eficiência de uso de água de 5,33kg/m³ e 4,51kg/m³ respectivamente para os sistemas não automático e automático por temporizador, não caracterizando diferenças entre os dois sistemas. O segundo teste utilizando irrigação por gotejamento em feijoeiro resultou em produtividades de 487kg/ha, 516kg/ha e 377kg/ha e eficiência de uso de água de 1,05kg/m³, 1,23kg/m³ e 1,46kg/m³ respectivamente para os sistemas não automático, automático por temporizador e automático inteligente. A produtividade do sistema automático inteligente foi menor que a produtividade do sistema automático por temporizador, mas não diferiu da produtividade do sistema não automático; entretanto a eficiência de uso de água do sistema automático inteligente foi maior que a produtividade dos sistemas não automático e automático por temporizador, que não diferiram entre si. Portanto, desde que no sistema automático inteligente se utilizou um menor volume de água que nos dois outros sistemas, obedecendo ao critério de umidade do solo preconizado no algoritmo fuzzy desenvolvido, constatamos pelos valores observados, que numa suposição de utilizarmos qualquer dos volumes de água utilizados nos outros dois sistemas a produção com o sistema inteligente seria maior.

CONCLUSÕES: O sistema automático inteligente desenvolvido resultou em otimização do uso de água, ao mesmo tempo em que reduziu o risco de aplicação excessiva de água na irrigação evitando prejuízos ao ambiente, que podem acarretar não somente a salinização dos solos, mas também transporte de resíduos de produtos químicos agrícolas para camadas profundas do solo, causando a contaminação de mananciais subterrâneos.

AGRADECIMENTOS:

Ao Fundo de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – FUNDECI, do Banco do Nordeste e à Fundação Cearense de Amparo à Pesquisa - FUNCAP, pelo apoio financeiro, e à Universidade Federal do Ceará – UFC, pelo apoio logístico durante a execução desta pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

RIBEIRO, R. S. F. and R. E. YODER. 1997. An Automated Fuzzy Irrigation Control System. *In Proceedings: The 18th Annual Irrigation Association Exposition and Technical Conference*, November 2-4, Opryland Hotel Convention Center, Nashville, TN, pp. 171-178.

RIBEIRO, R. S. F., R. E. YODER, J. B. WILKERSON, and B. D. RUSSELL. 1998. A Fuzzy Logic Based Irrigation Control System Optimized Via Neural Networks. The 1998 ASAE Annual International Meeting. July 11-16, Disney's Coronado Springs Resort, Orlando, FL, Paper No. 982169.