

AUTOMAÇÃO DE INFILTRÔMETRO DE ASPERSÃO PORTÁTIL

ALEXANDRE A. CARNIATO¹, FAETE JACQUES T. FILHO², RENE A. CAPITANIO³, JOÃO ONOFRE P. PINTO⁴, TEODORICO A. SOBRINHO⁵

¹ Graduando em Engenharia Elétrica, Bolsista de Iniciação Científica, UFMS, Campo Grande-MS, (67) 3345-7543 alexandre@batlab.ufms.br

² Eng. Eletricista, Mestrando em Engenharia Elétrica, Depto. de Engenharia Elétrica, UFMS, Campo Grande-MS

³ Eng. Eletricista, Mestrando em Engenharia Elétrica, Depto. de Engenharia Elétrica, UFMS, Campo Grande-MS

⁴ Eng. Eletricista, Professor, Depto. de Engenharia Elétrica, UFMS, Campo Grande-MS

⁵ Eng Agrônomo, Professor, Depto Engenharia Hidráulica e Transporte, UFMS, Campo Grande-MS

**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 visa realizar a automação de um infiltrômetro de aspersão portátil, equipamento utilizado para estimar a taxa de infiltração e estudar perdas da água e solo. O processo de automação consiste no controle dos discos do obturador rotativo ajustável durante a operação. Assim, será possível simular o perfil de distribuição de precipitação de acordo com a região. Este ajuste é feito por um motor de passo acoplado ao disco inferior. A grande vantagem do uso do motor de passo é a possibilidade de controle da precipitação em malha aberta, isto é, um melhor controle das aberturas dos discos do obturador, sem a necessidade de sensores de posição. Com os padrões de precipitação previamente gravados em sua memória, é enviado pelo microcontrolador o comando ao motor que fará o posicionamento dos discos de acordo com o perfil de chuva selecionado. Para melhor visualização e gerenciamento do processo, é utilizada uma interface homem-máquina, constituída de um display LCD e teclado para seleção de perfis de precipitação.

PALAVRAS-CHAVE: Simulador de chuva, Automação, Microcontrolador

PORTABLE SPRINKLER INFILTRMETER AUTOMATION

ABSTRACT: This work aims to automate a portable sprinkler infiltrometer which is the machine used to determinate the water permeation velocity in earth. By automation it is meant to do the control of the relative position between the two obturator disks during operation. This makes possible to simulate the precipitance profile depending on variables such as geographic position. The adjust is done by a step motor coupled on the inferior turntable disk. The advantages of using step motor is that is possible to implement open loop control, so no sensors is necessary to generate the feedback signals. Therefore, some precipitance profiles are stored in a memory chip, and then the microcontroller will send command to the motor which will position the turntable disc according to the select profile. In order to make the operation of such system easier, a human machine interface with a LCD display, and a keyboard for rainfall precipitance selection is used.

KEYWORDS: rainfall simulator, automation, microcontroller.

INTRODUÇÃO: Os equipamentos utilizados para determinação da velocidade de infiltração de água no solo, são denominados infiltrômetros e são de dois tipos: a) infiltrômetros com aplicação de água por inundação, ou simplesmente infiltrômetros; e b) infiltrômetros com aplicação da água por aspersão ou simuladores de chuva. No entanto, para que um simulador de chuvas seja considerado satisfatório, é necessário que ele: a) apresente relação entre a energia cinética da precipitação simulada e aquela da chuva natural acima de 75% (Meyer & Mccune, 1958); b) aplique água de modo contínuo na parcela

experimental ou, no mínimo, execute duas aplicações por segundo compondo, assim, uma aplicação não intermitente; c) permita o uso de parcela experimental com área superior a $0,50 \text{ m}^2$, caracterizada como parcela alvo de precipitação, pois experimentos cuja área útil é inferior a $0,50 \text{ m}^2$, estão sujeitos a resultados tendenciosos. O simulador foi construído em módulos, utilizando-se perfis metálicos, tubos e chapas de aço galvanizados, e um conjunto motor bomba de 368 W de potência. O infiltrômetro denominado InfiAsper, desenvolvido por ALVES SOBRINHO, 1997 e por ALVES SOBRINHO et al 2002, permite aplicar intensidades de precipitação (I_p) de até 240 mm h^{-1} de forma não intermitente, conforme regulagem. Porém, após o ajuste da I_p , esta permanece constante durante toda a avaliação de campo. A proposta de automação é justamente permitir que o infiltrômetro aplique intensidades de formas variáveis, permitindo, assim, simular o perfil de precipitação de determinada chuva conforme o desejado, aproximando do comportamento real dessas distribuições e aumentando a possibilidade de aplicabilidade do InfiAsper em estudos de perdas de solo e de água. A automação consiste em controlar a abertura do disco do obturador, que corresponde a uma intensidade de precipitação. Com o uso de um microcontrolador será possível gravar um perfil de precipitação simulando uma chuva típica de uma região. Isto pode ser feito armazenando tabelas com os perfis na memória do microcontrolador (NICOLSI, 2002). Essa automação foi feita com auxílio do microcontrolador o qual gerencia todas as atividades desde o controle da abertura das pás como também a interface IHM (Interface Homem Máquina).

MATERIAIS E MÉTODOS: A proposta de automação do infiltrômetro de aspersão portátil foi possível devido ao controle de posição do disco obturador utilizando motor de passo (FITZGERALD, 1978). Na figura 1 é mostrado um diagrama de blocos do controle do motor.



Figura 1 - Esquema de controle do motor de passo.

Partindo do protótipo original foram feitas as alterações necessárias para a instalação do motor e de seu sistema de controle e alimentação. O comando é feito através do microcontrolador que possui gravado em sua memória perfis o qual toma como referência para enviar ao motor. Estes perfis estão armazenados na memória do microcontrolador na forma de tabelas “look-up”. Um microcontrolador é um computador programável, em um chip otimizado para controlar dispositivos eletrônicos (NICOLSI, 2002). É uma espécie de microprocessador, com memória e interfaces de entrada e saída integradas. Possui diversas características como a possibilidade de comunicação com PCs para carregar novos perfis de chuvas. Também é possível com o mesmo a construção de uma interface homem máquina para comunicação com o usuário. Para o controle dos discos optou-se pela escolha do motor de passo como alternativa para o controle de posição do disco. Uma das vantagens do uso do mesmo é o fato do controle ser em malha aberta (NISE, 2002). É possível conseguir isto devido a introdução de um sistema que permite informar ao microcontrolador qual é a posição inicial. Assim tem-se uma referência inicial e o conhecimento de quanto se deve girar o disco para se obter a precipitação desejada. A crescente popularidade dos motores de passo se deve à total adaptação desses dispositivos à lógica digital. Vários periféricos de computadores os usam em inúmeras aplicações, como mesas gráficas, unidades de disco, impressoras, etc.. O motor de passo é um transdutor que converte energia elétrica em movimento controlado através de pulsos, o que possibilita o deslocamento por passo, onde o passo é o menor deslocamento angular. A sequência de aplicação dos pulsos está diretamente relacionada à direção de rotação do eixo do motor, assim como a velocidade está diretamente relacionada à frequência com que os pulsos são aplicados na entrada. Outra vantagem do motor de

passo em relação aos outros motores é a estabilidade. Quando quisermos obter uma rotação específica de um certo grau, calcula-se o número de rotação por pulsos o que nos possibilita uma boa precisão no movimento. Os motores convencionais, como o de corrente contínua, passavam do ponto e, para voltar, precisavam da realimentação da posição. Por não girar por passos a inércia destes é maior e assim são mais instáveis para a aplicação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: O microcontrolador usado foi da família ATMEL, um microcontrolador de 8 bits, “AT89C4051”. O software (firmware) que executará as tarefas de controle, foi desenvolvido em linguagem “Assembly” do 8051, que é uma linguagem de baixo nível, muito próximo da linguagem de máquina a qual é o nível mais baixo de programação. O programa foi então compilado, ou seja, traduzido para o código de máquina, utilizando o compilador “Assembler”. O código (programa compilado) foi gravado dentro da memória ROM do microcontrolador. A interface entre o motor e o microcontrolador é feita através de um driver constituído de quatro transistores BC547 e quatro mosfets IRFP26ON, os quais suprem com as necessidades de tensão e corrente do motor. O motor utilizado foi um motor de 1,8°/passo, ou seja, cada passo equivalia a 1,8° graus percorridos. O modelo é o “Astrosyn Miniangle Stepper” da Eminebea, com características nominais de 1,7 V/fase e 4,7 A/fase. A grande vantagem do uso do motor de passo é um controle em malha aberta para determinação da posição dos discos. Uma outra vantagem interessante do motor de passo é que o ângulo de rotação é proporcional ao pulso de entrada, e o motor tem um alto torque quando está parado, sob as condições que as bobinas estejam energizadas. A maior desvantagem do motor de passo é a dificuldade de operação em velocidades altas. Os motores de passo deslocam-se por impulsos ou passos discretos e exibem três estágios: parados, ativados com rotor travado ou girando em etapas. O motor usado possui acionamento unipolar de suas bobinas, com seis fios, como mostra a figura 2.

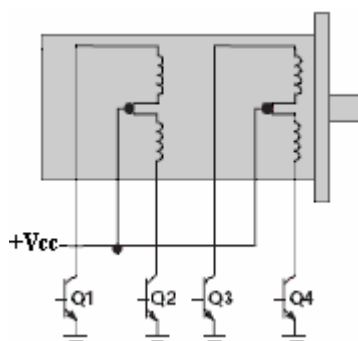


Figura 2 – Configuração do motor de passo e dos drivers.

A fim de proporcionar um maior torque, foi acionado duas bobinas por vez, ou seja, o pulso alimenta duas bobinas ao mesmo tempo. Esse tipo de acionamento é conhecido como meio passo. A seqüência de acionamento correta das bobinas está na tabela 1 que segue abaixo.

Passos	Chaves			
	Q1	Q3	Q2	Q4
1	ON	ON	OFF	OFF
2	OFF	ON	ON	OFF
3	OFF	OFF	ON	ON
4	ON	OFF	OFF	ON

Tabela 1 – Acionamento das Bobinas do Motor de Passo

A interpretação da Tabela 1 é feita da seguinte forma: inicialmente é aplicada a alimentação positiva do motor de +Vcc conforme figura 2. Quando uma das chaves Q1-Q4 é ativada as mesmas fecham o circuito energizando uma bobina. Para darmos um passo, é necessário que energizemos inicialmente as chaves Q1 e Q3 e logo em seguida Q3 e Q2 e assim por diante como mostra a tabela. Na figura 3 e figura 4 são mostradas duas fotos do simador de chuva, enquanto na figura 5 é mostrado um perfil típico de chuva, que foi armazenado.



Figura 3 – Vista Geral do Simulador



Figura 4 – Vista do Motor de Passo

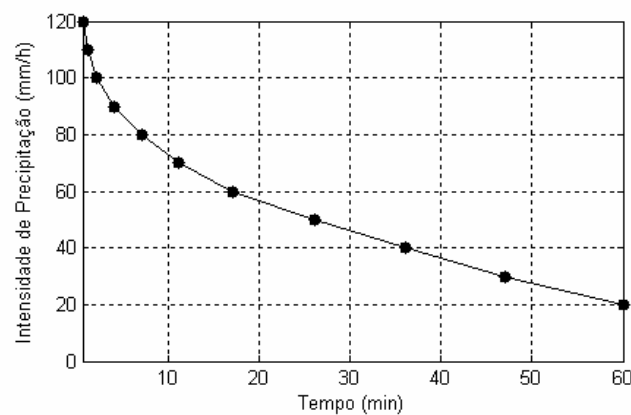


Figura 5 – Perfil de Chuva Hipotético

Os pontos marcados na figura 5 são os pontos que efetivamente serão armazenados no microcontrolador, ou seja, ele armazenará somente os índices de precipitação que foram medidos num determinado período de tempo.

CONCLUSÃO: O uso do motor de passo mostrou-se como uma boa alternativa no controle de posição dos discos do simulador de chuva. A automação do sistema mostrou bons resultados, e com a exatidão obtida através dos pulsos, os perfis de chuva foram traçados o mais próximo da realidade possível. Uma das restrições está na quantidade de perfis que se pode armazenar no microcontrolador, que pode ser resolvido através da comunicação com PC para atualização dos perfis. O sistema assim proposto trará maior confiabilidade e praticidade para os profissionais da área e conseqüentemente um tempo menor na simulação de perfis de chuva.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, T.S. “Desenvolvimento de um infiltrômetro de aspersão portátil” Viçosa: UFV, 1997. Tese Doutorado.

FITZGERALD, A. E. et all. **Máquinas Elétricas**. São Paulo: Macgraw-Hill, 1978

MEYER, L.D.; Mccune, D.L. **Rainfall simulator for runoff plots**. Agricultural Engineering, St. Joseph, v.39, n.1, p.644-648, 1958.

NICOLOSI, E.C, **Laboratório de Microcontroladores família 8051**, Ed. Érica, Segunda Edição, 2002.