



CONTROLE ATMOMAGNÉTICO DE IRRIGAÇÃO COM SENSORES IG

A.G. Calbo¹, C.M.P. Vaz¹, L.M. Rabello¹

(1) Embrapa Instrumentação, Rua Quinze de Novembro 1452, 1356-970, São Carlos, SP,
adonai.calbo@embrapa.br, carlos.vaz@embrapa.br, ladislau.rabello@embrapa.br

Resumo: O sistema atmomagnético (AM_n) para irrigação pode acionar automaticamente linhas de gotejamento ou linhas de aspersão. No sistema AM_n a rega é aplicada quando a tensão da água no solo supera valores críticos detectados por sensores de núcleo com partículas não sinterizadas de granulometria controlada (sensor IG). Adicionalmente, o sistema AM_n dispõem de ajustes de tempo de rega e de tempo de pré rega sem requerer eletricidade. Os tempos de rega e de pré rega no sistema AM_n são controlados em restrições que são dependentes da viscosidade da água. Por depender da viscosidade da água o sistema AM_n ajusta a lâmina de irrigação aplicada independentemente da temperatura prevalecente, apesar da vazão de irrigação variar intensamente. O sistema possibilita rega em ambiente doméstico ou agrícola sem a inconveniente distribuição de fios elétricos entre as plantas. O sensor IG em associação com tempos de rega e de pré rega, possibilitam a aplicação da quantidade certa de água reduzindo a possibilidade de desperdícios.

Palavras-chave: controle da irrigação, irrigador magnética, método, sensor IG, sensor Irrigas.

ATMOMAGNETIC IRRIGATION CONTROL WITH IG SENSORS

Abstract: The atmomagnetic system (AM_n) for irrigation can automatically trigger drip lines or lines of sprinkler laterals. In the AM_n system, water is applied when the soil water tension exceeds a critical value detected by the non-sintered particles sensor (IG sensor). Additionally, the AM_n system allows adjustment in the watering time and pre irrigation time without requiring electricity. Watering and pre watering irrigation times in the AM_n system is controlled by restrictions that depends on the water viscosity. Because it depends on water viscosity the AM_n system controls the applied water layer independently of the prevailing temperature, while irrigation flow varies significantly. The system provides irrigation control for indoor and outdoor environments without the inconvenient spread of electrical wires along plants. The IG sensor in combination with watering and pre watering times control using the atmomagnetic system enable the application of the correct amount of water, reducing irrigation water losses.

Keywords: irrigation control, magnetic irrigator, method, IG sensor, Irrigas sensor.

1. Introdução

Ativadores de irrigação de vácuo parcial desenvolvidos na Embrapa Hortaliças (CALBO e SILVA, 2005; CALBO et al, 2004; CALBO e SILVA, 2006), com auxílio de sensores pneumáticos Irrigas, possibilitam a rega de vasos e até regas por gotejamento e por aspersão, visto que podem acionar a passagem de água sob pressão. Uma limitação desses ativadores de irrigação decorria do fato de que aplicavam vácuo parcial aos sensores Irrigas, ocorrendo filtração de água para o interior do sensor e o acúmulo de partículas do solo nas superfícies porosas, e causando um progressivo aumento na tensão da água no solo em que a irrigação era aplicada, ao longo do tempo.

Com o desenvolvimento do sensor IG, que contém um núcleo com partículas não sinterizadas de granulometria controlada (CALBO et al, 2013) na Embrapa Instrumentação verificou-se a oportunidade da utilização de ativadores de irrigação sem perda de desempenho. Nos sensores IG um elemento poroso externo de elevada pressão de borbulhamento filtra a água e possibilita a medição da tensão da água no solo, internamente em um núcleo não sinterizado com partículas de dimensões especificadas, por exemplo, microesferas de vidro, com pressão de borbulhamento, tensão crítica da água, definida.

O controle da irrigação baseado exclusivamente na resposta de sensores de água instalados no solo acarreta, em geral, perdas de água por lixiviação (CALBO e SILVA, 2005). Dessa forma, dispositivos mais complexos são necessários para um controle automático mais preciso do processo de irrigação. Dentre os complementos aos sensores pontuais de bloqueio da rega uma solução efetiva envolve temporizações, por exemplo, para definir a lâmina de irrigação aplicada ou para a definição da próxima rega. Com melhorias, os ativadores de irrigação de pressão negativa foram denominados controladores de irrigação atmomagnéticos, ou irrigadores AM_n dentro da expectativa de que possam vir a se constituir em uma solução prática de irrigação, miniaturizável e que dispensa a inconveniente distribuição de fios elétricos entre as plantas. Nesse trabalho procurou-se definir as etapas do ciclo

de operação para o controlador de irrigação AM_n adicionando ajustes de tempo de rega e de pré rega. Para um melhor entendimento do seu funcionamento o AM_n foi modelado como uma ampulheta bifásica, na qual o escoamento viscoso da água em restrições de controle é disparado e interrompido por sensores IG de tensão de água no solo.

2. Materiais e Métodos

O controlador de irrigação atomagnético de pressão negativa (AM_n) (Fig. 1) recebe água na câmara de controle (7), enquanto o ímã (4) do flutuador (5), se encontra atracado ao ferrite (3). A válvula magnética (1) é aberta pela atração que o ímã (4) exerce sobre o ferrite 2 (13). Nessa fase, a câmara de controle (7) é alimentada através da restrição de tempo de rega (10) e válvula unidirecional (2), enquanto o ar pode borbulhar no duto de escape de ar (8), do reservatório (9).

Quando o nível da água atinge o limiar superior, o empuxo no flutuador solta-o do ferrite (3) e o ímã (4) se afasta da válvula magnética, que é fechada. A pressão de irrigação é, então, dissipada e o enchimento da câmara de controle é interrompido. Caso o solo próximo ao sensor IG continue “seco”, então, o sensor continuará permeável ao ar e a água escoará na saída (11), com vazão controlada na restrição de tempo de pré rega (10a). Caso o solo já esteja umedecido, então, o sensor IG estará no seu estado impermeável e a contagem do tempo de pré rega fica interrompida graças ao desenvolvimento de vácuo parcial na câmara de controle. A contagem do tempo de pré rega é retomada quando a tensão de água no solo aumenta acima do valor crítico definido no sensor IG. Com o esvaziamento da câmara de controle (7), o flutuador desce, o ímã (4) se atraca ao ferrite e um novo tempo de rega é iniciado no ciclo automático.

O controlador de irrigação AM_n é considerado nesse trabalho com foco na duração dos tempos de rega e de pré rega, considerando-se o papel das lâminas de irrigação e das restrições ao fluxo de água para a determinação desses parâmetros. As observações relativas aos tempos de irrigação e pré irrigação foram avaliadas pelo método de secagem e umidificação do sensor IG, e também pelo bloqueio da entrada de ar no duto de ligação (6) ao sensor IG (12), com uma tampa. Para a secagem e umidificação controlada do sensor no laboratório utilizou-se placa tensiométrica de pressão negativa (RICHARDS, 1941) de forma adaptada (CALBO e SILVA, 2005 e 2006).

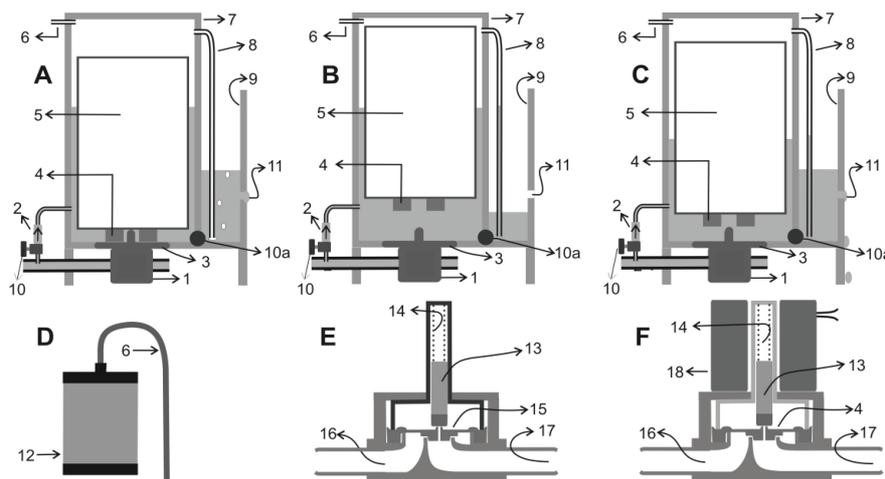


Figura 1. Diagramas de um irrigador AM_n controlado por sensores IG de tensão da água no solo (D) nas condições de rega (A), solo úmido (B) e pré rega (C), com válvula magnética (E) e válvula solenoide (F). 1) Válvula magnética, 2) válvula unidirecional, 3) ferrite 1, 4) ímã, 5) flutuador, 6) duto para o sensor, 7) câmara de controle, 8) duto de escape de ar, 9) reservatório, 10) restrição de tempo de rega, 10a) restrição de tempo de pré rega, 11) saída de água, 12) sensor IG, 13) ferrite 2, 14) mola, 15) membrana, 16) entrada de água, 17) saída de água e 18) solenoide.

3. Resultados e Discussão

O protótipo de irrigador AM_n (Fig. 2) é uma modificação dos ativadores de irrigação de pressão negativa (CALBO e SILVA, 2005; CALBO et al, 2004), que receberam uma linha pressurizada de saída de água e melhorias relativas a controles de tempo de rega e de pré rega e do sensor IG para possibilitar rega automática de uso mais geral e com menores dificuldades técnicas. O tempo de rega foi controlado com o irrigador AM_n no estado ilustrado na Figura 1A. Esse período é iniciado quando o ímã (4) se atraca ao ferrite 1 (3), e atrai também o ferrite 2 (13) da válvula magnética, que é a abertura da passagem na câmara de controle (7) “vazia”. A magnitude do tempo de rega é então, ajustada na restrição de tempo de rega, de acordo com a pressão de trabalho. Assim, com alimentação a 100 kPa, um tempo de rega de 1 h pode ser obtido ajustando-se uma vazão de $0,5 L h^{-1}$, isto caso a adição de volume de água necessário para separar ferrite (3) do ímã (4) pelo flutuador seja de 0,5 litro. Nesse processo, como pode-se verificar, o fim do tempo de rega ocorre quando o empuxo sobre o flutuador (5) afasta o ímã (4) do ferrite (3) e fecha a passagem de água na válvula magnética (1) (Fig. 1B).

Para o irrigador AM_n presumiu-se que um tempo de rega prático seria aquele com uma lâmina de água suficiente para umedecer o solo até 1/3 da profundidade efetiva das raízes entre a tensão crítica do sensor IG e uma tensão de água de magnitude igual à metade do valor à capacidade de campo. Nesse caso particular a lâmina de irrigação como o sensor instalado a 30 cm de profundidade poderia ser de 12 mm, por exemplo.

Para definir o tempo de solo úmido após a irrigação contribuem, a evapotranspiração e magnitude do reservatório de água útil do solo. Caso a lâmina de irrigação tenha umedecido o sensor IG (12) este terá então se tornado temporariamente impermeável ao ar e a câmara de controle (5), por isso, permanece cheia e retida sob vácuo parcial. O tempo de consumo da água útil do reservatório do solo por evapotranspiração depende da cultura e do poder evaporativo do ar no ambiente. Para automatização, a água útil pode ser definida como a diferença entre as quantidades de água no perfil do solo, até a profundidade efetiva das raízes, tomadas ao fim da irrigação e ao início da irrigação subsequente. Nessa abordagem, a água útil não é uma variável que possa ser estimada dispondo-se apenas dos valores da tensão da água na capacidade de campo, da tensão crítica do sensor IG e da curva de retenção de água do solo. Essa dificuldade decorre do fato de que ao fim da irrigação o solo está com tensão de água variável e inferior à da capacidade de campo e momento da irrigação a tensão da água média também é diferente tensão crítica do sensor IG.

Em adição às considerações acima, sensores IG podem ser unidades sensíveis em duas profundidades simultaneamente. A ligação desses sensores ao irrigador AM_n melhora a manutenção da umidade ao longo do perfil do solo, visto que isto propicia regas adicionais, acionadas tanto pelo sensor na sua parte mais profunda a 2/3 da profundidade efetiva das raízes, quanto pela parte do sensor mais superficial localizado a 1/3 da profundidade efetiva das raízes, por exemplo.

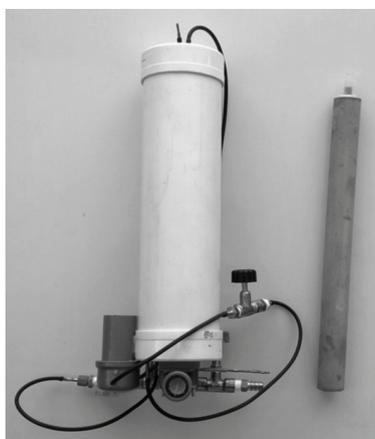


Figura 2. Foto de protótipo do irrigador AM_n e do sensor IG.

O tempo de pré rega é definido para que o instrumento aguarde o movimento da água no solo antes de uma nova irrigação. Caso a frente de molhamento no solo tenha chegado ao sensor IG então tem-se o tempo de solo úmido, descrito anteriormente. O tempo de pré rega deve ser definido com valores 4 a 10 vezes o tempo de rega. O ajuste desse parâmetro evita a aplicação de irrigação excessiva. No sistema AM_n o tempo de pré rega começa a ser contado quando o reservatório de água útil do solo foi consumido e a tensão crítica do sensor IG foi superada. Nesse estado, o ar atravessa o sensor IG e a temporização é obtida por escoamento da água através da restrição de tempo de pré rega (10a), que pode ser uma simples válvula de agulha ou segmentos de comprimento especificado de cabos elétricos flexíveis (multifilares).

Para iniciar a medida do tempo de pré rega, no laboratório, pode-se aumentar a tensão de água em uma mesa tensiométrica, por exemplo, até 30 kPa, para um sensor IG de 25 kPa. Alternativamente, de maneira mais simples, pode-se iniciar a contagem do tempo desconectando o sensor IG da câmara de controle, isto inclusive em campo. A temperatura do ensaio deve ser anotada, visto que a viscosidade da água e velocidade de escoamento variam com a temperatura. O fim do tempo de pré rega é anotado quando a válvula magnética (1) é aberta.

As variáveis mais importantes a serem ajustadas para a operação dos irrigadores AM_n são a lâmina de irrigação aplicada em cada ciclo iterativo, o tempo de rega e o tempo de pré rega. A lâmina de irrigação dividida pelo tempo de rega é a velocidade de rega, que precisa ser adequada para cada tipo de solo. O ajuste correto dessas variáveis possibilita a irrigação sem a ocorrência de escoamento superficial ou de percolação profunda da água. Visando evitar esse último problema o tempo de rega pode ser ajustado entre 0,2 e 0,4 vezes o valor da lâmina de irrigação real necessária. O tempo de pré rega (t_{pr}), preferencialmente, deve ser algumas vezes maior que o tempo de rega (t_r). Com uma adequada modulação de t_{pr} aumenta-se a probabilidade de que a frente de molhamento alcance o sensor e evite um ciclo fútil de irrigação, que causaria a percolação profunda.

Na modulação dos tempos t_r e t_{pr} no sistema AM_n , um aspecto básico é que viscosidade da água diminui com o aquecimento e passa de 1,31 mPa.s a 10 °C para 0.653 mPa.s a 40 °C. Isso significa que um aquecimento dessa magnitude reduziria o tempo de irrigação pela metade e que influenciaria o tempo de pré rega da mesma maneira. Esse efeito térmico da viscosidade da água sobre essas temporizações de fato são uma qualidade e faz com que o irrigador AM_n não aplique lâmina de irrigação excessiva em temperatura elevada, como ocorre nos sistemas de temporizados sem ajuste correspondente para o efeito da temperatura sobre a viscosidade da água.

4. Conclusões

O sistema de controle irrigação atmomagnética AM_n possibilita a automatização da aspersão e do gotejamento com sensores IG, usufruindo dos benefícios dos controles de tempo de rega e de pré rega, sem utilizar eletricidade. Adicionalmente, por utilizar uma temporização dependente da viscosidade da água, a lâmina de irrigação não é influenciada pela temperatura.

Agradecimentos

Ao colega Carlos Cesar Pusinhol pelas conversas e planos de trabalho sobre o tema controle de irrigação para empresas do meio produtivo, que nos possibilitaram esse desenvolvimento.

Referências

- CALBO, A. G. Gas irrigation control system based on soil moisture determination through porous capsules. Patent US 6705542B2, 2004.
- CALBO, A. G.; SILVA, W. L. C. Gaseous irrigation control system: description and physical tests for performance assessment. *Bragantia*, v.65, n.3, p.501-510, 2006.
- CALBO, A. G.; SILVA, W. L. C. Sistema Irrigas para manejo de irrigação: Fundamentos, aplicações e desenvolvimentos. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2005. 174 p.
- CALBO, A.G.; VAZ, C.M.P.; PORTO, L.F.; MAROUELLI, W.A. Sensor de tensão de água, sistema para caracterização e medições contínuas de água no solo, sistema de indicação de tensão crítica no solo e haste de irrigação. Patente BR 0097721, 2013.
- CALBO, A. G.; MAROUELLI, W. A.; SILVA, H. R. Uso de controladores automáticos de irrigação na aplicação da tensiometria Irrigas. *Horticultura Brasileira*, v. 22, n.2, 2004. (Suplemento 2)
- RICHARDS, L.A. A pressure-membrane extraction apparatus for soil solution. *Soil Science*, v.51, p.377-386, 1941.