

Controle automático da umidade do solo com energia solar para pequenos produtores

Danielle Silva¹, Gabriel Oliveira², Roosevelt Silva³, Cláudia Fernandes⁴, Leandro de Jesus⁵, Ivan Bergier⁶

Resumo: Esse trabalho tem por objetivo apresentar um protótipo autônomo de irrigação energizado por uma célula fotovoltaica de 5 W, baseado na plataforma Arduino (código e hardware aberto). O sistema consiste de um sensor de umidade do solo que ao atingir um dado sinal elétrico aciona um dispositivo solenoide de liberação do fluxo de água em uma rede de irrigação. O sistema tem custo aproximado de R\$240, é de fácil manipulação e manutenção, e funciona de maneira autônoma durante o dia quando há energia solar disponível. O emprego do sistema pode aumentar a produtividade de pequenos produtores pela redução do estresse em períodos de seca.

Palavras-chave: Arduino, automação, estresse hídrico, irrigação de solo.

Automated control of soil moisture with solar energy for small rural producers

Abstract: This work aims to present a prototype of an autonomous system of irrigation powered by a 5 W photovoltaic cell, based on the Arduino platform (open source code and hardware). The system consists of a soil moisture sensor that, for a given electrical signal, triggers the opening of a solenoid valve that releases the water flow in an irrigation network. The system has an approximate cost of US\$110, is easy to handle and to maintain, and works autonomously during the day when there is available solar energy. The use of the system can increase the productivity of small farmers by reducing stress during dry periods.

Keywords: Arduino, automation, soil irrigation, water stress.

Introdução

Para o sucesso de qualquer atividade agrícola, seja ela de pequeno ou grande porte, é importante controlar a umidade do solo a fim de garantir o aproveitamento eficiente da água para as culturas, especialmente em períodos de estresse hídrico, que no Brasil usualmente ocorre no inverno. Em atividades agrícolas de pequeno porte, como é o caso da produção de hortaliças e frutas, este cuidado é de extrema importância para garantir uma boa produção e renda para os produtores (Bayer et al., 2013).

Atualmente existem plataformas de código e hardware aberto que possibilitam o desenvolvimento de protótipos e também de sistemas completos, com os mais diversos propósitos. Uma dessas plataformas é o Arduino, que oferece um sistema de hardware e software livre, e cujo objetivo é fornecer uma plataforma acessível, flexível e de baixo custo (mais informações acerca do Arduino em <http://playground.arduino.cc//Portugues/HomePage>). Estes sistemas podem ser facilmente configurados para diversos fins práticos do dia a dia das pessoas. No caso da automação na agricultura de pequeno porte, tais sistemas são de suma relevância pela sua simplicidade e capacidade de executar tarefas de rotina, tornando-as automáticas e independentes com o uso de energia solar, sem baterias. Esta abordagem permite aos produtores rurais, especialmente os pequenos, melhorar sua produção e direcionar seu tempo e força de trabalho para outras finalidades braçais ou criativas como esta, isto é desenvolver outros sistemas autônomos capazes de facilitar sua vida e maximizar seu lucro de forma sustentável.

Por este prisma, o presente trabalho tem por objetivo apresentar a construção de um protótipo movido à energia solar, sem baterias e totalmente automático, capaz de ligar e desligar autonomamente e realizar a irrigação de áreas de cultivo de hortaliças, frutas e outros no período diurno.

¹ Bolsista PIBic/Embrapa, Laboratório de Conversão de Biomassa, Graduanda em Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul, 79320-198, Corumbá, MS (danielle.tads@gmail.com)

² Bolsista PIBic/Embrapa, Laboratório de Conversão de Biomassa, Graduando em Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul, 79370-000, Corumbá, MS (gabrielsgambato@gmail.com)

³ Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul, Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas, 79320-198, Corumbá, MS (roosevelt.silva@ifms.edu.br)

⁴ Professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul, Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas, 79320-198, Corumbá, MS (claudia.fernandes@ifms.edu.br)

⁵ Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul, Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas, 79320-198, Aquidauana, MS (leandro.jesus@ifms.edu.br)

⁶ Pesquisador da Embrapa, Laboratório de Conversão de Biomassa, Caixa Postal 109, 79320-900, Corumbá, MS (ivan.bergier@embrapa.br)

Material e Métodos

Para o desenvolvimento do protótipo do sistema foi utilizado o módulo Arduino Fio (2013), um microcontrolador que pode ser programável à distância por módulos Xbee®. O Arduino Fio permite a leitura de sinais elétricos analógicos e digitais de diversos tipos de sensores, atuadores e dispositivos eletrônicos, como o sensor de umidade de solo SEN0114 empregado nesse protótipo. Uma vez que o código é configurado e o download é feito para o Arduino Fio, o módulo XBee® não é mais requerido em campo. O módulo Xbee® foi empregado também para coletar os dados do sensor de umidade e validar o funcionamento do sistema.

Resultados e Discussão

Até o momento foi desenvolvido o protótipo diagramado na Figura 1. Este sistema realiza todas as operações básicas, desde a verificação do nível de umidade do solo e a ativação e desativação da válvula solenoide (AQUATECH, 2013) ao ser atingido um nível crítico de umidade no solo.

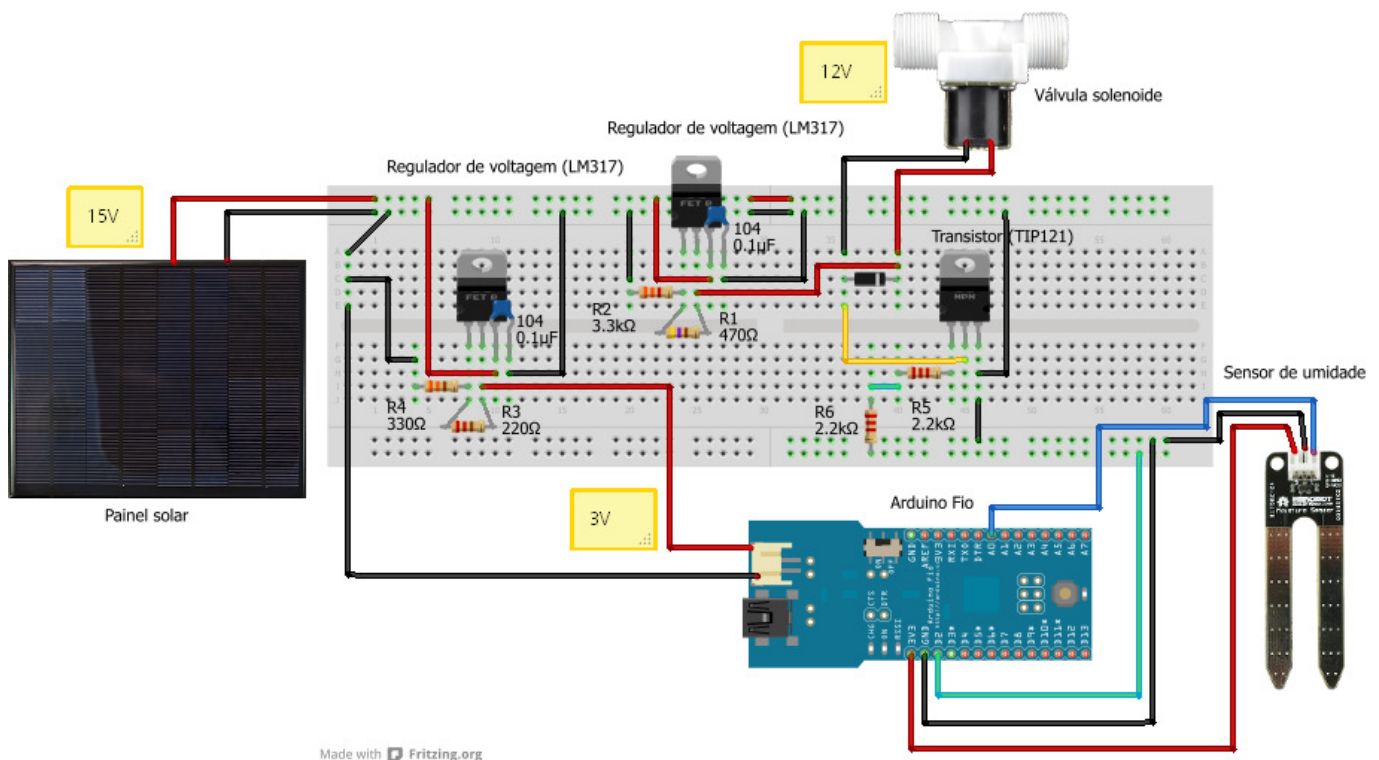


Figura 1. Diagrama esquemático do protótipo.

Como pode ser observado no esquema, o sistema é alimentado por uma célula fotovoltaica de 15 V (5 Watts), que atua como fonte de energia para o Arduino Fio e para a válvula solenoide. Nesta configuração, o sistema se desliga ao anoitecer e retorna ao amanhecer de forma automática, mantendo seu funcionamento enquanto houver luz solar. Um regulador de tensão, um capacitor e dois resistores são usados para direcionar 3 V para o Arduino Fio. Os 12 V restantes de tensão são dirigidos para a válvula solenoide também com um regulador de tensão, um capacitor e dois resistores. Para obter as tensões corretas, a escolha dos resistores foi feita com a ajuda de Putnam (2013). A alimentação do sensor pelo Arduino Fio é representada pelas linhas vermelha e preta, sendo a linha azul escuro a leitura do sinal do sensor de umidade (DFROBOT, 2013) em uma das portas analógicas (A0) do Arduino Fio. Outro circuito em azul claro representa o circuito de controle binário digital (0, desligado, 1 ligado) da válvula solenoide, cujo estado binário é definido pelos limiares críticos de umidade identificados através do sinal da porta analógica A0. Este circuito de controle apresenta dois resistores, um transistor (FAIRCHILD, 2013) e um diodo (Figura 1).

Foram definidos arbitrariamente um mínimo de ativação e um máximo para o desligamento e fechamento da válvula solenoide. Quando o sensor de umidade atinge um limiar menor ou igual ao mínimo crítico (no caso o valor

250), a válvula solenoide é ativada e permanece aberta, liberando o fluxo de água, até que o nível de umidade registrada pelo sensor atinja o limiar máximo crítico definido por 700. O código de controle é apresentado na Figura 2. É importante destacar que para o bom funcionamento desse sistema, o sensor de umidade deve estar suficientemente enterrado, por exemplo, a 10 ou 20 centímetros da superfície do solo. Caso contrário, poderá entrar em contato com a água, retornar rapidamente a um sinal analógico elevado, fechar a válvula solenoide e tornar a irrigação insuficiente.

```
int porta_solenoide = 2;
int porta_umidade = A0;

void setup()
{
  // define a porta da solenoide como uma saída de sinal
  pinMode(porta_solenoide, OUTPUT);
  // define a porta do sensor de umidade como uma entrada de sinal
  pinMode(porta_umidade, INPUT);
}

int valor_umidade;
boolean solenoide_aberta = false;

void loop()
{
  // leitura do sensor de umidade de solo
  valor_umidade = analogRead(porta_umidade);

  if (!solenoide_aberta && valor_umidade < 250)
  {
    // envia sinal de abertura da solenoide
    digitalWrite(porta_solenoide, HIGH);
    solenoide_aberta = true;
  }
  else if (solenoide_aberta && valor_umidade > 700)
  {
    // envia sinal de fechamento da solenoide
    digitalWrite(porta_solenoide, LOW);
    solenoide_aberta = false;
  }

  // repete as ações acima a cada dez segundos
  delay(10000);
}
```

Figura 2. Código de controle da válvula solenoide do Arduino.

Para definir os níveis mínimo e máximo do sinal analógico para ativação/desativação da válvula solenoide foi realizado um experimento de bancada em laboratório para coletar dados de sinal do sensor de umidade. Esse teste consistiu em dispor o sensor de umidade em um Becker de 50 ml com solo levemente úmido e coletar o sinal do sensor a cada dez minutos (Figura 3). Após seis dias a partir do início do experimento, a terra foi molhada a fim de verificar a variação de sinal retornada pelo sensor.

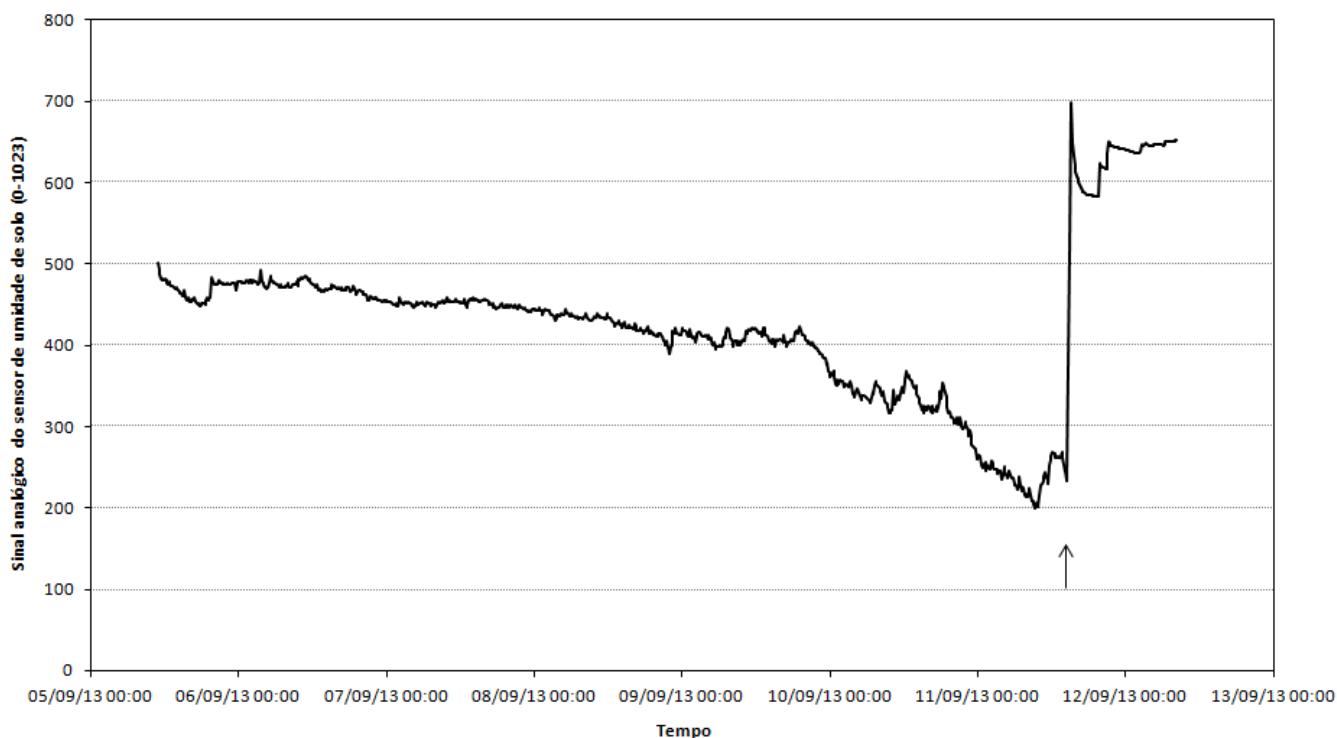


Figura 3. Sinal analógico do sensor de umidade do solo ao longo de quase uma semana, operado pelo Arduino Fio alimentado por energia elétrica convencional em laboratório. Elevação súbita para valores acima de 600 ocorreu após umedecer o solo com água.

Como pode ser observado na Figura 3, o sensor de umidade apresentou oscilações, porém estas não são significativas para o sistema, pois o coeficiente de variação na escala horária é menor do que 1% até o momento de aplicação da água (indicado na figura por uma seta). A elevação brusca de sinal registrada no gráfico entre os dias 11/09 e 12/09 denota o momento exato em que o solo úmido foi detectado, apontando o valor de sinal analógico atingido quando o sensor entra em contato com solo umidificado.

Esses resultados foram utilizados para determinar os limiares de ativação e desativação da válvula solenoide, sendo 250 o nível mínimo (terra seca) e 700 o nível máximo (terra úmida). É importante destacar que os níveis de sinal podem variar em cada sensor (não mostrado), portanto é necessário realizar testes individuais a fim de calibrar corretamente cada sensor para se atingir o nível de umidade do solo desejada. O custo de construção do sistema eletrônico, incluindo um microcontrolador Arduino Fio, uma válvula solenoide, painel solar, sensor de umidade do solo e componentes eletrônicos, que pode ser acondicionado numa caixa de leite longa vida é da ordem de R\$ 240,00, sem incluir mangueira e conexões hidráulicas.

Conclusões

O desenvolvimento e o avanço da Tecnologia da Informação são de suma importância para simplificar e melhorar a vida das pessoas na área urbana ou no meio rural. O protótipo do sistema de irrigação automático movido à energia solar aqui apresentado tem essa finalidade. Sua difusão, replicação e aperfeiçoamento são livres.

Agradecimentos

Os autores agradecem o financiamento das pesquisas pela Embrapa Macroprograma 2 SEG 02.11.05.002.00.00 e Projeto MCTI/CNPq/Repensa processo número 562441/2010-7.



Referências

ARDUINO. **Arduino Fio**. Disponível em: <<http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardFio>>. Acesso em: 17 set. 2013.

AQUATECH. **Aqua Tech Solenoid Valves**. Disponível em: <[https://www.sparkfun.com/datasheets/Robotics/Aqua Tech Solenoid Valves.pdf](https://www.sparkfun.com/datasheets/Robotics/Aqua%20Tech%20Solenoid%20Valves.pdf)>. Acesso em: 17 set. 2013.

BAYER, A; MAHBUB, I.; CHAPPELL, M.; RUTER, J.; IERSEL, M. **Water Use and Growth of Hibiscus acetosella 'Panama Red' Grown with a Soil Moisture Sensor-controlled Irrigation System**. *HortScience*, vol. 48, 980-987, 2013.

DFROBOT. **Moisture Sensor (SKU:SEN0114)**. Disponível em: <[http://www.dfrobot.com/wiki/index.php/Moisture Sensor \(SKU:SEN0114\)](http://www.dfrobot.com/wiki/index.php/Moisture_Sensor_(SKU:SEN0114))>. Acesso em: 17 set. 2013.

FAIRCHILD. **TIP120/TIP121/TIP122 - NPN Epitaxial Darlington Transistor**. Disponível em: <<http://www.adafruit.com/datasheets/TIP120.pdf>>. Acesso em: 17 set. 2013.

PUTNAM, M. **LM 317 Calculator**. Disponível em: <<http://www.electronics-lab.com/articles/LM317>>. Acesso em: 17 set. 2013.