

Sistema Automatizado de Controle de Umidade do Solo para plantio

Automated Soil Moisture Control System for planting

Alessandro Junio da Cruz¹
Ary Victor Della Colleta²
Gabriel Teles Toldato³
Clovis Kiyoshi de Assis Siva⁴
Amadeu Zanon Neto⁵

RESUMO

O presente trabalho trata de um sistema automatizado de irrigação para o solo, com o objetivo de manter a umidade do mesmo satisfatória e constante para o plantio.

O sistema de controle é baseado na coleta de variáveis a partir da medição da umidade do solo em tempo real através de sensores de umidade de solo (higrômetro) que enviam a informação para um dispositivo microcontrolado, que pode monitorar e acionar as bombas de irrigação simultaneamente ou de forma aleatória, irrigando as regiões necessárias de forma independentes.

Devido as diferentes características e necessidades particulares de cada planta, legume ou afins à serem plantados, este trabalho, trata do valor da umidade do solo de forma genérica, podendo ser modificado em função do que se desejar plantar.

Palavras-chave: Controle, Umidade, Solo, Sensor Higrômetro, Irrigação.

ABSTRACT

The present work deals with an automated irrigation system for the soil, in order to maintain a satisfactory and constant humidity for planting.

The control system is based on the collection of variables from the measurement of soil moisture in real time through soil moisture sensors (hygrometer) that send the information to a microcontrolled device, which can monitor and act as pumps irrigation simultaneously or randomly, irrigating the necessary regions independently.

Awaiting the different characteristics and needs of each plant, vegetable or the like to be planted, this work deals with the value of soil moisture in a generic way and can be modified depending on what you want to plant.

Keywords: Control, Humidity, Soil, Hygrometer Sensor, Irrigation.

¹ Acadêmico do 10º semestre do curso de engenharia mecatrônica no Centro Universitário Católico Salesiano Auxilium de Araçatuba

² Acadêmico do 10º semestre do curso de engenharia mecatrônica no Centro Universitário Católico Salesiano Auxilium de Araçatuba

³ Acadêmico do 10º semestre do curso de engenharia mecatrônica no Centro Universitário Católico Salesiano Auxilium de Araçatuba

⁴ Acadêmico do 10º semestre do curso de engenharia elétrica no Centro Universitário Católico Salesiano Auxilium de Araçatuba.

⁵ Graduado em ciências, especialista em computação gráfica. Docente dos cursos de engenharia mecatrônica, engenharia da computação, engenharia elétrica, engenharia mecânica, engenharia civil, e tecnólogo em desenvolvimento de jogos do Centro Universitário Católico Salesiano Auxilium de Araçatuba

Introdução

A quantidade de água presente no solo é um fator de grande importância no desenvolvimento de diversas culturas.

Com o passar dos anos, as mudanças e instabilidades climáticas que vem se observando, vem crescendo, e juntamente com elas, a necessidade da aplicação de tecnologias no plantio e na produção de alimentos.

“A agricultura é uma atividade de alto risco, uma vez que não se tem controle sobre os elementos climáticos.” (ROMANINI, 2010, p.1194).

Segundo de Freitas (2019), “As propriedades rurais brasileiras de pequeno e médio porte são compostas por grande parte dos agricultores do país, geralmente são trabalhadores rurais que produzem diversas culturas com pouca tecnologia e mão de obra familiar.”

Portanto, Freitas (2019), aponta que ocasionalmente essas propriedades são desprovidas de aplicação de técnicas, tecnologias e/ou conhecimentos mais avançados, diante disso, sua produção agropecuária e agrícola é de baixa produtividade.

Nesse contexto, o sistema automatizado de controle umidade proposto opera um sistema de irrigação, controlando a umidade do solo para o plantio de forma automatizada, desenvolvido para pequenos produtores rurais, a custos acessíveis, podendo ser implementado para uma agricultura mais elaborada e com maiores proporções.

No cenário da década de 1980, as lavouras em quase sua totalidade eram irrigadas por aspersão. Na irrigação por aspersão, jatos de água são lançados no ar, que caem em forma de gotas de chuva. Os únicos benefícios alcançados por esse método são a diminuição do ataque de ácaros e o controle de geadas, podendo evitar danos às flores e frutos pequenos e, em consequência, diminuir quedas na produtividade. (SANTOS; MEDEIROS; WREGGE, 2005).

Contudo, segundo Santos, Medeiros e Wrege, (2005), “nos últimos anos, o processo de irrigação localizada, ou irrigação por gotejamento, está sendo amplamente adotado”, respectivamente, processos nos quais um a irrigação é feita de forma setorial em regiões onde a umidade esteja abaixo do valor determinado, e no outro a irrigação é feita através de tubulações que gotejam água lentamente, mantendo a umidade constante.

A irrigação é uma prática essencial para a manutenção da produtividade das variadas culturas, mas para que seja eficiente, deve ser levado em consideração algumas variáveis físicas como tipo do solo, capacidade de reter a água e a evapotranspiração da cultura. Pode se obter variadas respostas com níveis de irrigação diferentes, dependendo também de regiões consideradas. Dessa maneira, é importante determinar a influência que tratos culturais podem ter na retenção da água no solo.

O sistema de controle proposto permite manter a umidade do solo de forma constante e uniforme, permitindo maiores rendimentos, e com o mínimo consumo de água, através de sensores e um microcontrolador.

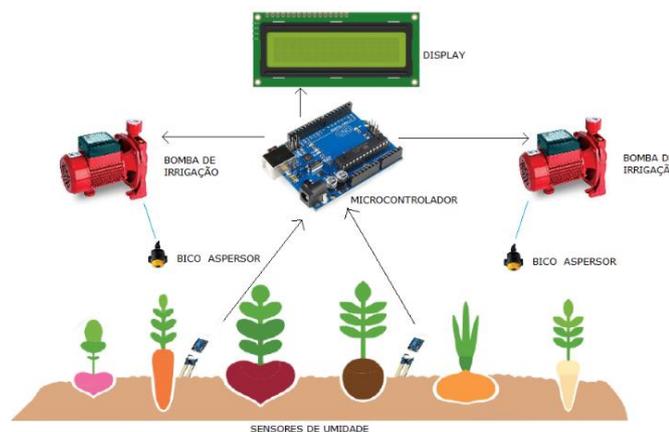


Figura 1 - Esquema gráfico de interligação dos dispositivos do sistema.

Fonte: autores.

O sistema realiza a medição da umidade do solo, em seguida analisa a necessidade de irrigação mediante aos valores de umidade medidos e pré-definidos. Além de apresentar ao usuário a umidade que se encontra o solo de sua plantação, o sistema verifica se é necessário ativar as bombas de irrigação, visando assim uma economia de mão-de-obra e água.

O projeto apresentado é baseado em um microcontrolador e módulos sensores de umidade, que serão distribuídos ao longo do solo a ser monitorado e onde é feito o cultivo.

Este sistema tem a função de medir a umidade da área a ser atendida e as informações coletadas são processadas pelo microcontrolador, que analisa as variáveis e envia sinais às bombas, irrigando a área do plantio em que seja necessário.

Desenvolvimento

Após pesquisas bibliográfica e estudos sobre formas de irrigação e cultivos, foi feita a escolha do projeto, em seguida, a próxima etapa, foi a elaboração de um protótipo.

Na elaboração do projeto, foi desenvolvido um protótipo em pequena escala, simulando uma plantação, onde foi possível implantar o sistema de controle de umidade do solo e verificar as necessidades de umidade que o cultivo exigia

O desenho do protótipo, foi criado através do software Google SketchUp 2020, onde após um estudo das dimensões e dos materiais, chegou-se a um modelo inicial do que seria o protótipo, conforme a figura a seguir.

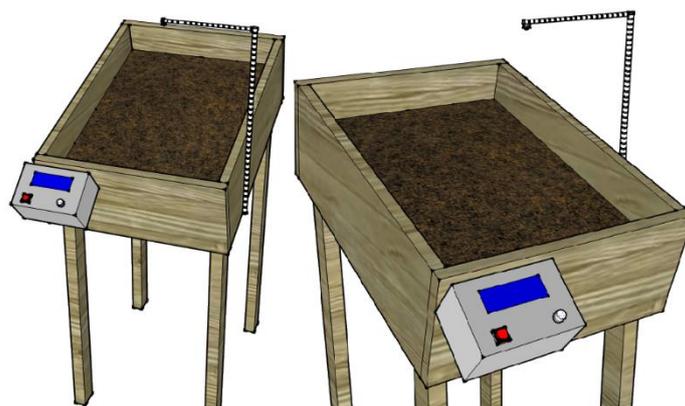


Figura 2 - Esboço em 3D do protótipo. Fonte: autores.

Controladora

Para o sistema de controle de umidade, foi utilizado um microcontrolador ATmega328p, que é fabricado pela Atmel, com algumas características, dentre elas 28 pinos, nos quais podem ser configurados como entrada ou saída, memória de programa do tipo flash de 32Kb, o que garante uma ótima relação custo benefício, já que suas características atenderam as necessidades do projeto aqui apresentado, e tem um custo relativamente baixo.

Foi integrado também a controladora dispositivos sensores de umidade, módulo de relé para acionamento da bomba, um display de LCD 20x4 e um botão para ligar e desligar o sistema com um potenciômetro para ajustar a umidade desejada.

Antes da montagem da controladora, foi efetuado a montagem do circuito eletrônico em protoboard para testes iniciais. Foi possível testar e fazer modificações no código de acordo com as respostas obtidas.

A controladora foi montada em caixa de PVC com 154x110x70(mm), abrigando os dispositivos de controle e acionamento.



Figura 3 - Controlador do sistema. Fonte: autores.

Programação

Para a realização da tarefa de forma adequada foi feita uma programação através do software IDE do Arduino, gerando o código de controle em linguagem de máquina.

O código foi desenvolvido a partir da plataforma IDE Arduino, "Arduino Integrated Development Environment que é uma aplicação de plataforma cruzada,

escrito em funções de C e C ++, usado para escrever e fazer upload de programas em placas compatíveis com Arduino”. (ARDUÍNO,2020)

Execução do projeto

Após os estudos sobre sistemas de irrigação e controle de umidade, partiu-se para a montagem do protótipo, onde foi montado uma estrutura em madeira simulando uma plantação, onde pudesse ser instalado e aplicado o sistema de controle de umidade do solo.

Para a montagem do caixote do protótipo foi utilizada tábua de madeira pinus cortadas e parafusadas, de acordo com o desenho do protótipo.



Figura 4 - Estrutura inicial em madeira do protótipo da horta. Fonte: autores.

Após a confecção e montagem da estrutura em madeira e da controladora, foi efetuada a montagem e no caixote do protótipo, e em seguida adicionado a terra para dar sequência aos testes.



Figura 5 - Colocação de terra no caixote do protótipo. Fonte: autores.

Para finalização e realização dos testes finais, foi instalado o reservatório de água na parte inferior, contendo a bomba e a tubulação da irrigação juntamente com o bico aspersor, feita as conexões dos fios da parte elétrica até a bomba, e posicionado os sensores de umidade na terra.

Em seguida para trazer uma maior realidade ao protótipo e a aplicação, foi adicionado mudas de alface, concretizando a montagem do protótipo e ficando pronto para ser efetuado os ensaios com o conjunto montado por completo.



Figura 6 - Protótipo finalizado. Fonte: autores.

Experimentos

Após a da finalização da montagem do protótipo foi efetuado os experimentos com o controle da umidade do solo.

Os testes do projeto foram baseados na umidade relativa ao cultivo de alface, porém o objetivo é controlar a umidade do solo independente do cultivo.

Os estudos revelaram que o crescimento e qualidade foram melhores quando a umidade estava na metade superior do limite PMP, ponto de murcha permanente que é definido como “o conteúdo de água de um solo no qual as folhas de uma planta que nele crescem atingem, pela primeira vez, um murchamento irreversível” (PONTO, 2020), quando a água no solo cai abaixo desse limite o crescimento da alface é prejudicado e então obtêm-se plantas de crescimento menor, folhas menores e pequenas.

De acordo com Cardoso e Klar (2009), em ensaios e estudos realizados, uma vez conhecida a massa e volume de solo, bem como a porcentagem de água, e com base na curva de retenção de água no solo, foi possível determinar a umidade do solo quando irrigadas com o potencial matricial de água mais eficiente para a produção de alface em 0,005MPa a cada 10mm de lâmina de irrigação (profundidade).

Essa tensão de água pode ser convertida em mmH₂O, sendo, 1 MPa equivalente a 101.1974,4mmH₂O.

Portanto, 0,005MPa equivale aproximadamente a 509,872mmH₂O.

O potencial de água por sua vez pode ser convertido em g/cm², onde 1mmH₂O sendo equivalente a 0,1g/cm².

Obtêm-se então 50,987g/cm² de água.

O protótipo tem as medidas de 46x 66 (cm) totalizando 3036cm². Portanto seria necessário aproximadamente 507,1g de água ou 507,1mL para atingir o potencial matricial de 0,005MPa.

Considerando então a necessidade dos 10mm de profundidade na lâmina de irrigação, temos um total de 3036cm³ de terra para 507,1g de água, que equivale a 507,1cm³.

Sendo assim temos uma umidade ideal aproximada de 16,7%.

A determinação do potencial matricial da água ou tensão da água no solo proporciona um meio de indicar quando irrigar e quanto de água aplicar ao solo (Cary & Fisher, 1983).

Nos testes realizados com o protótipo, o objetivo principal era comprovar o funcionamento e a eficiência do sistema de controle de umidade do solo, em função das medições realizadas e em seguida com o acionamento da irrigação.

Portanto o valor ideal de umidade para o cultivo da alface calculado e demonstrado para situação apresentada não foi utilizado.

Para tal comprovação do funcionamento do controle de umidade de solo, foi utilizado um valor aleatório, aproximadamente 30%.

Nos testes foi utilizado água mineral com PH próximo de 7 (neutro).

O protótipo foi montado em um local arejado, com ventilação e fora da luz do sol direta, porém com bastante claridade, fatores que podem acelerar ou retardar o tempo de secagem do solo, não sendo a umidade absorvida totalmente pelas mudas.

São estes, fatores determinantes também para uma maior evapotranspiração, que é a perda de água do solo por evaporação e a perda de água da planta por transpiração. (EVAPOTRANSPIRAÇÃO, 2020).

Com o protótipo montado e o sistema em funcionamento foi possível identificar que de acordo com o código escrito, no momento em que a umidade atual do solo sendo 3% inferior a umidade ajustada, acionou a bomba de irrigação.

Essa diferença de 3% foi necessária para que a mesma não sofresse acionamentos e desacionamentos constantes e repetitivos no momento da equivalência dos valores das umidades.

Quando o valor da umidade atual do solo foi maior em 1% que o valor da umidade ajustada, então o sistema desligou a bomba de irrigação.

O sistema foi testado em diversos dias aleatórios com temperaturas e climas diferentes, ligado em média 6 horas, levando em conta o início da operação com a terra já em estado mais seco e com umidades em valores diferentes.

Conclusão

Compreendido que a agricultura tem grande importância no país, e que dela, muitos produtores e pequenos agricultores obtém seu sustento, este projeto visou atender a requisitos fundamentais como a funcionalidade, simplicidade e custo benefício.

O projeto tinha como finalidade realizar uma irrigação automatizada em um cultivo com base na medição da umidade do solo.

Com o desenvolvimento do projeto e a construção de um protótipo simulando uma pequena plantação, foi possível realizar os ensaios e visualizar toda a estrutura pretendida pelo projeto e suas funcionalidades. O circuito desenvolvido foi capaz de realizar as medições de umidade proporcionando o controle da irrigação.

Segundo os testes submetidos o sistema funcionou coerentemente, atendendo assim o propósito inicial, assim, o sistema de controle de umidade do solo poderia ser aplicado em uma escala maior, sendo até mesmo setorialmente na plantação, proporcionando a o agricultor monitorar o estado de umidade do solo que se encontra seu cultivo.

O objetivo de implementar um sistema de controle de umidade e irrigação automatizado para um cultivo, sendo possível a implantação em maior escala para pequenos agricultores foi realizado com sucesso. O sistema de controle de umidade de solo projetado, e construído de forma simples em pequena escala no formato de protótipo, permitiu realizar todas as funções necessárias para que se tenha o solo úmido e para que o cultivo seja sempre irrigado de forma eficaz, agregando assim economia, reduzindo os desperdícios e garantindo que não haja dano à plantação.

Referências Bibliográficas

ARDUÍNO. In: WIKIPEDIA – A enciclopédia livre - Disponível em: <<https://pt.wikipedia.org/wiki/Arduino>>. Acesso em 25 de junho de 2020.

CARY, J.W.; FISHER, H.D. Irrigation decisions simplified with electronics and soil water sensors. **Soil Science Society of America. Journal, Madison**, v.47, p.1219-1223, 1983.

EVAPOTRANSPIRAÇÃO In:WIKIPEDIA – A enciclopédia livre - Disponível em: <<https://pt.wikipedia.org/wiki/Evapotranspiração>>. Acesso em 1 de Novembro de 2020.

FREITAS, Eduardo de. **Importância dos pequenos produtores no Brasil** ; *Brasil Escola*. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/brasil/importancia-dos-pequenos-produtores-no-brasil.htm>. Acesso em 7 de julho de 2020

PONTO DE MURCHA PERMANENTE. In:WIKIPEDIA – A enciclopédia livre - Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Ponto_de_murcha_permanente>. Acesso em 24 de Agosto de 2020

ROMANINI, Carlos E. B. et al. Desenvolvimento e simulação de um sistema avançado de controle ambiental em cultivo protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, Campina Grande, v.14, n.11, p. 1194, nov. 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1415-43662010001100009&script=sci_arttext>. Acesso em 2 de junho de 2020.

SANTOS, Alverides Machado dos; MEDEIROS, Antônio Roberto Marchese de. **Sistema de produção do morango: implantação da cultura**. Pelotas: Embrapa Clima temperado, 2005. (Sistemas de Produção; 5). Disponível em: <<http://sistemas.deproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Morango/SistemaProducaoMorango/cap03.htm>>. Acesso em 2 de junho de 2020

RICHARDS, L.A. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Washington: US Department of Agriculture, 1954, p. 160. USDA Agricultural Handbook. Acesso em 7 de agosto de 2020.

Cardoso, Gabriel Greco de Guimarães; Klar, Antônio Evaldo. **POTENCIAIS DE ÁGUA NO SOLO NA PRODUÇÃO DE ALFACE**, v. 14, n. 2, p. 170-179, abril-junho, 2009 - Botucatu, SP. Acesso em 20 de outubro de 2020.