

## **AUTOMAÇÃO DE UM SISTEMA DE IRRIGAÇÃO PELO SOM**

JOSÉ MARIA PIRES DE MENEZES JUNIOR<sup>1</sup>, FRANCISCO MARCOLINO RODRIGUES FILHO<sup>2\*</sup>, JOSÉ GENILSON SOUSA CARVALHO<sup>3</sup>, FABILO DE ARRUDA LEDA<sup>4</sup>, ANA CAROLINA GONÇALVES DE CARVALHO<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Dr. Professor Engenharia Elétrica, UFPI, Teresina-PI. Fone: (86) 99801-3546, josemenezesjr@ufpi.edu.br

<sup>2</sup> Graduando em Engenharia Elétrica, UFPI, Teresina-PI. Fone: (86) 99512-0366, fmarcolino@hotmail.com

<sup>3</sup> Graduando em Engenharia Elétrica, UFPI, Teresina-PI. Fone: (86) 99534-1203, eng.genilson@hotmail.com

<sup>4</sup> Graduando em Engenharia Elétrica, UFPI, Teresina-PI. Fone: (86) 99502-8885, fabiloleda@hotmail.com

<sup>5</sup> Graduando em Engenharia Elétrica, UFPI, Teresina-PI. Fone: (86)99484-4482, anacarol.eng@hotmail.com

Apresentado no  
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC' 2015  
15 a 18 de setembro de 2015 - Fortaleza-CE, Brasil

**RESUMO:** Este trabalho visa controlar um simples sistema de irrigação através do som de um apito, proporcionando economia de água e automatizando o processo. O sistema é ativado e desativado após o ato de apitar duas vezes dentro de um intervalo de 3 segundos, podendo também ser desativado pelo sinal de um sensor de umidade do solo. Na implementação do sistema, tendo em vista a auto sustentabilidade e uma redução de custo do projeto, utilizou-se uma placa solar como fonte de energia e somente componentes eletrônicos básicos, tais como temporizadores, *flip-flops*, amplificadores operacionais, portas lógicas e elementos passivos. Desta forma, observou-se que houve uma maior eficiência na irrigação devido ao desligamento imediato da água de acordo com as condições ideais previstas necessárias para máxima produtividade da cultura desejada.

**PALAVRAS-CHAVE:** Irrigação, automação, agricultura sustentável.

## **AUTOMATION OF AN IRRIGATION SYSTEM FOR THE SOUND**

**ABSTRACT:** This work aims to control a simple irrigation system through the sound of a whistle, thus providing water saving. The system is activated and deactivated after the act of whistle twice within a 3-second intervals and can also be turned off by the sign of a soil moisture sensor. In implementing the system in order to self-sustainability and cost reduction of the design, we used a solar panel as an energy source and only basic electronic components, such as timers, flip-flops, operational amplifiers, logic gates and elements liabilities. Thus, it was observed that there was a greater efficiency in the immediate shutdown due to irrigation water according to the required ideal conditions provided for maximum productivity of the desired crop.

**KEYWORDS:** Irrigation, automation, sustainable agriculture.

## **INTRODUÇÃO**

Apesar de ser o setor que mais consome água, a agricultura irrigada tende a crescer no futuro, levando-se em conta as mudanças climáticas e secas cada vez mais intensas. Um grande desafio para o futuro será a busca da otimização do uso da água pela agricultura de forma a reduzir a pressão sobre os recursos hídricos e liberar água para outros fins. Inovações que racionalizem o uso da água e evitem ou reduzam o seu desperdício serão críticas para se responder à crescente demanda por alimentos, já que a população mundial cresce de forma exponencial [1]

Embora a tecnologia exista em agriculturas de grande porte no Brasil, nada se impede de que pequenos produtores se beneficiem de irrigações controladas por sistemas eletrônicos capazes de aumentar produtividade e, ao mesmo tempo, de economizar água, um bem gratuito tão escasso.

Portanto, este projeto possui como objetivo geral introduzir uma nova tecnologia na agricultura, a partir de conhecimentos da área de eletrônica. Mais especificamente tem como objetivo

inserir tecnologia simples e barata em pequenas e remotas plantações, alimentado com energia renovável, que propicie benefícios a localidades que não dispõem de energia elétrica.

## MÉTODOS

O projeto possui caráter experimental e qualitativo. Utilizando os recursos teóricos que a eletrônica oferece, devem ser utilizados componentes digitais e eletrônicos, como circuitos integrados básicos, CI's, como por exemplo amplificadores operacionais, portas lógicas e *flip-flops*, de modo que no final tenha-se o *hardware* que permite automatizar um remoto sistema de irrigação e de baixo custo.

Em prol da sustentabilidade e tendo em vista o uso deste projeto em ambientes remotos de energia elétrica, obrigatoriamente o circuito eletrônico projetado deverá ser alimentado pela energia solar. Hoje em dia é possível graças ao barateamento dos *kit's* de placas solares, os quais geram energia limpa e renovável.

Após a realização do circuito em laboratório, deve-se realizar a montagem em campo e verificar qualitativamente se a irrigação ocorre com eficácia, ou seja, se haverá economia de água e, ao final do experimento, se existirá uma boa umidificação do solo para que seja possível a auto sustentabilidade do sistema.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

A pesquisa começou buscando trabalhos feitos basicamente com eletrônica básica para automatizar uma carga, como por exemplo um equipamento elétrico, o qual seria acionado por som, por sua vez, captado na sua banda base por um microfone, ou seja, captar som através de transdutor sem usar circuitos avançados de rádio frequência e nem sequer microcontroladores em prol do mínimo custo final do projeto.

[2] desenvolveu um trabalho que automatiza lâmpadas, denominado *Circuito Clapper*. Neste circuito, a saída é ativada através de um duplo sinal sonoro captado por um microfone. Após o primeiro sinal captado o programa inicia um timer decrescente de 1 segundo, se outro sinal for captado antes do timer zerar, a saída do circuito é ativada. O autor utilizou um contador de palmas duplas para evitar que a luz acenda com qualquer outro barulho ambiente.

Em [3] é desenvolvido um projeto que permite controlar o sistema de irrigação. Porém, o controle do mesmo é por via rede de celular (Tecnologia 2G – GPRS) e, ainda, possui um módulo CLP – Controlador Lógico Programável. O CLP aciona um temporizador interno que conta um determinado tempo para abrir uma válvula solenoide e iniciar o ciclo de irrigação.

O trabalho [4] interligou o sistema à rede sem fio, de forma a monitorar uma rede de sensores subaquáticos. Porém, esta aplicação é muito complexa, que foge ao objetivo de baratear o sistema.

[5] projetou um sistema automatizado georreferenciado sem fio para irrigação localizada auxiliado por sensor de umidade do solo. Ele diz que o sistema atua de acordo com o processamento das informações obtidas do sensor de umidade do solo.

A partir disto, houve discussões sobre os materiais a serem utilizados e como seria feito o *hardware*, tendo em mente o objetivo final do trabalho experimental. O trabalho foi dividido em 6 etapas, as quais facilitam o entendimento do circuito.

**PARTE I - Detecção da frequência do apito.** Para ativar um sistema elétrico através de um som (sinal analógico), é necessário convertê-lo em pulsos elétricos (sinal digital). O microfone de eletreto é o dispositivo responsável por essa conversão. Entretanto, o microfone ainda tem que reconhecer o sinal do apito diante dos outros sons presentes no ambiente. Portanto, o primeiro passo é detectar a frequência do apito através do uso do programa MatLab. O espectro em frequência do som do apito utilizado mostra que o som possui maior energia na frequência em torno de 3,277 kHz. Esta informação é importante para a criação de um filtro de sinal elétrico.

**PARTE II – Amplificação do sinal de entrada.** O sinal captado pelo microfone possui uma amplitude pequena de tensão, em ordem de milivolts, portanto, deve-se utilizar amplificadores de sinais elétricos. Então, decidiu-se utilizar o microfone de eletreto em conjunto com o CI amplificador operacional – amp-op LM741, configurado no modo não-inversor, com ganho global ajustado de 231

V/V. Além de ser utilizado como pré-amplificador, um amp-op pode ser utilizado como filtros ativos. Aproveitou-se e incluiu-se nesta etapa filtros passa alta RC com frequência de corte em 3 kHz, o que minimizaria os ruídos de ambiente tais como vozes humanas, as quais possuem caráter de baixa frequência (até 3000 Hz). Não é necessário o uso de filtros passa faixa, devido as características de sensibilidade do microfone de eletreto e das limitações de frequência do próprio amp-op, que atenuam as altas frequências por defeito.

Logo após a saída do filtro, encontra-se um circuito retificador com filtro RC, encarregado de “envolpear” o sinal. Assim tem-se concluída a etapa de condicionamento do sinal do microfone: após o som do apito, a saída do circuito torna-se um degrau com tensão próxima a 5 volts, que torna possível usá-lo na eletrônica digital.

**PARTE III: Temporizador CI 555.** Os dois CI's 555 a serem utilizados estão ativados no modo monoestável, ou seja, funcionam como um disparador. A saída é um pulso de disparo. Portanto, quando um sinal é recebido ocorre o disparo de um pulso em um tempo configurável. O primeiro CI 555 tem a função de gerar um *clock* perfeito para substituir o degrau ruidoso da saída do circuito da parte II, o que proporcionará o bom funcionamento do projeto ao conectá-lo no *clock* dos *flip-flops*. O tempo de nível lógico alto deve ser curto, para dar tempo de apitar pelo menos duas vezes dentro de 3 segundos. Já o segundo CI 555 tem a função de temporizar os três segundos no momento em que ocorre o primeiro apito. Caso não haja outro apito dentro desse intervalo de tempo, o sistema de irrigação não será ativado. O tempo para o qual a saída permanece elevada neste modo é calculado a partir de:  $T = 1,1 * R * C$  [6].

**Parte IV: Flip-flops armazenador de contagens binárias.** Foram usados dois *flip-flops*, atuando como registrador de contagens de 2 *bits*, com capacidade de realizar  $2^2$  contagens distintas, ou seja, realiza 4 contagens. O circuito lógico dessa parte funciona como o contador síncrono da quantidade de apitos. O motivo de utilizar *flips-flops* JK é que o conjunto atua como uma memória dos pulsos, ou melhor, dos apitos. Fez-se uma lógica tal que a combinação dos bits pudesse acionar uma válvula solenoide (registro acionado por corrente elétrica), ou seja, a saída do circuito lógico será verdadeira somente quando a contagem estiver no segundo ou no terceiro apito. A sinalização do primeiro e do segundo apito foi feita através de LED. Inseriu-se dois LED's, um de cor vermelho e outro, verde, e foram inseridos, respectivamente, em cada saída dos *flip-flops*. A tabela verdade (Tabela 1) mostra todas as possibilidades dos estados de saída dos dois *bits* dos *flip-flops* com suas respectivas saídas verdadeiras.

Tabela 1. Tabela verdade do circuito. O *Bit 0* representa o *flip-flop* menos significativo-LSB e o *Bit 1* representa o *flip-flop* mais significativo-MSB.

<i>Bit 1</i>	<i>Bit 0</i>	Saída	Estado
0	0	LEDs apagados.	Nenhum apito, Válvula desligada. Novo ciclo.
0	1	LED vermelho ligado.	1º Apito. Inicia-se a contagem de 3 segundos.
1	0	LED verde ligado.	2º Apito, Válvula ligada.
1	1	LED vermelho ligado.	3º Apito. Inicia-se a contagem de 3 segundos.

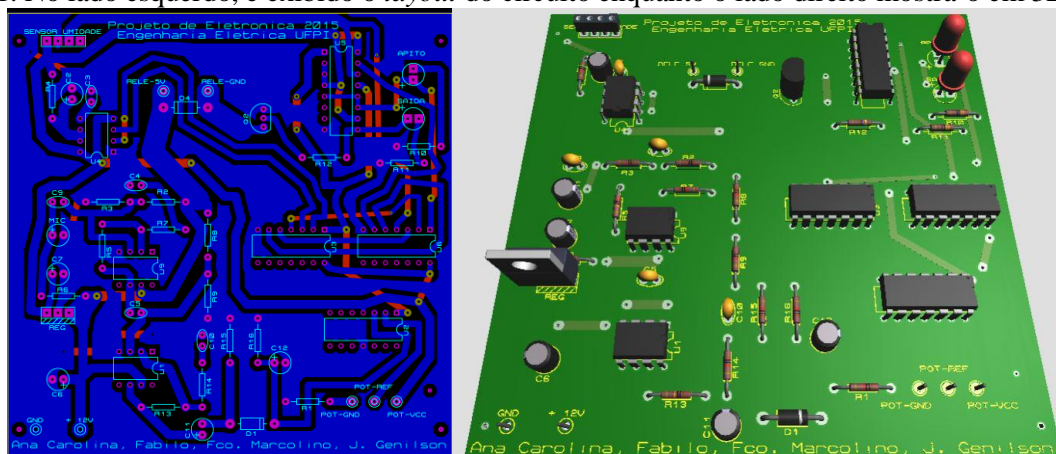
O sensor de umidade do solo também está conectado ao CLEAR do *flip-flop* LSB, portanto, quando o sensor estiver em nível baixo, este *flip-flop* é zerado. Dessa forma, ao detectar chuva ou quando o mesmo detecta uma boa umidade do solo, o sistema é desligado automaticamente.

**Parte V – Alimentação do circuito.** O circuito pode receber alimentação de 12 Volts corrente contínua. O dimensionamento da placa solar começa com a informação de que a fonte de energia deva fornecer no máximo 6 Watts de potência (corrente máxima a drenar da fonte: 0,5 A, tensão 12 V). São comuns placas solares de 10 W, as quais são baratas e conseguem carregar a bateria com folga. Para dimensionar a bateria, deve-se considerar o consumo médio durante o período noturno em que o sistema esteja desligado, ou seja, a bateria deve ter carga suficiente para segurar o circuito mesmo com a ausência da luz solar. Sabendo disto, é necessário uma bateria de pelo menos 12h x 0,5 A, ou seja, qualquer bateria com carga nominal maior que 6 Ah (Ampères x hora) é suficiente para auto

sustentabilidade do sistema. E claro, o kit solar é composto também pelo circuito controlador de carga, que tem função de evitar sobrecarga na bateria, dando uma vida útil maior para a mesma.

**Parte VI – Simulações e montagem.** A montagem do projeto foi feita numa placa de circuito impresso (Figura 1), através das simulações realizadas pelo programa Proteus 8.0. Além da impressão do circuito, obteve-se a simulação em 3D da placa.

Figura 1. No lado esquerdo, é exibido o *layout* do circuito enquanto o lado direito mostra-o em 3D.



Fonte: do próprio autor.

Após a montagem e ajustes, realizou-se testes em um jardim do Centro de Tecnologia da UFPI, onde obteve êxito em acionar o sistema eletrônico com apito e, também, êxito em molhar corretamente o gramado, inclusive com economia de água.

## CONCLUSÕES

A proposta do projeto é interessante, porque existe a necessidade de novas ideias tecnológicas que tornem o ramo da agricultura mais eficiente e sustentável. Desta forma, a expectativa foi suprida, pois as simulações e a montagem apresentaram resultados satisfatórios, ou seja, houve economia de água, devido ao sensor de umidade do solo, o qual “sente” o momento certo em desligar a irrigação, auxiliando o usuário a não desperdiçar água.

O projeto físico teve um baixo custo, pois utilizaram-se componentes eletrônicos simples. O custo final do circuito eletrônico desenvolvido é de R\$ 68,00, exceto os preços da placa solar e da bateria. A estimativa para o custo total é de R\$ 300,00, já com kit solar.

O projeto realizado ainda pode ser melhorado através do uso de microcontroladores, no qual a válvula solenoide seria programada para acionar diversos aspersores de irrigação e em tempo programado. Além disso, poderia implementar controles de rádio frequência ou até mesmo implementar enlaces sem fio, ou seja, modulações por amplitude – AM, para que diminuísse o ruído ambiente e aumentasse a distância de acionamento, que atualmente chega no máximo 10 metros.

## REFERÊNCIAS

- [1] Lopes, Maurício Antônio; Contini, Elisio. Agricultura, sustentabilidade e tecnologia. Agroanalysis, v. 32, n. 02, p. 27-34, 2012.
- [2] Marc Carvalho, Ássima Costa, Alan Costa, Adriano Lima. Circuito Clapper. Engenharia de Computação em Revista. Ano de publicação: 2011.
- [3] Oliveira, Marcelo Batista de. Sistema de controle de irrigação remoto via GPRS. 2012. 52 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) – UFPR, Curitiba. 2012.
- [4] Carvalho, F.B.S.; Leal, B. G.; Santos Filho, J. V.; Baiocchi, O. R.; Lopes, W. T. A.; Alencar, M. S. Aplicações ambientais de redes de sensores sem fio. Revista de tecnologia da informação e comunicação, V. 02, P. 14-19, 2012.
- [5] Duarte, L. F. C.; Sistema Automatizado Georreferenciado Sem Fio para Irrigação Localizada Auxiliado por Sensor de Umidade do Solo. 2010.
- [6] SEDRA, A.S.; Smith, K., Microeletronica, Pearson, 2010, 5ª Ed.