

# Ponto de Controle 2

## Sistema de irrigação automatizado para tomateiro residencial por gotejamento

Kevin Kuster  
14/0044299  
Faculdade do Gama  
St. Leste Projeção A - Gama Leste, Brasília - DF, 72444-240  
Email:kevinkiister0@gmail.com

**Abstract - Este projeto visa a criação de um sistema de irrigação doméstico por gotejamento, utilizando uma pequena cultura de tomates em um ambiente pequeno, como vasos de plantas, a ser controlado por um MSP430.**

**Keywords - MSP430, irrigação domestica, microcontroladores, tomates.**

### I. INTRODUÇÃO

#### A. Sistema de gotejamento

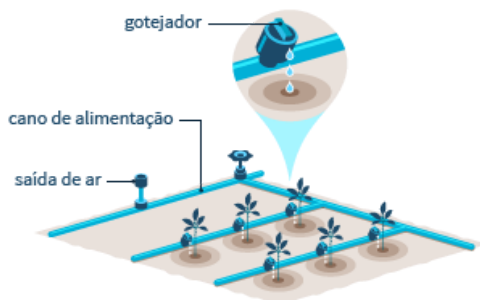


Fig.1 Sistema de gotejamento

O sistema de irrigação por gotejamento vem ganhando destaque nos últimos anos, como sendo um método de irrigação sustentável. Isso se deve ao fato de que sua distribuição de água ocorre de maneira concentrada, normalmente localizada próxima às raízes das plantas a serem irrigadas. Reduzindo a evaporação da água e a perda pelas correntes de vento, resultando em uma diminuição de até 80% do consumo inicial de

Matheus Carvalho de Sousa dias  
13/0126284  
Faculdade do Gama  
St. Leste Projeção A - Gama Leste, Brasília - DF, 72444-240  
Email:matheuscarvalhounb@gmail.com

água, variando de acordo com a cultura a ser irrigada, que feito por algum outro meio, como por exemplo, por aspersão, que corresponde há um jato de água que simula uma chuva no local a ser irrigado.[3] [5]

#### B. Região centro-oeste

Na região centro-oeste esse sistema ganha uma importância ainda maior pelo fato de que a maior parte da região é caracterizada pelo clima semi-árido, que tem solos arenosos ocasionando uma falta de captação de nutrientes e elevados níveis de salinidade. A irrigação com continuidade faz com que haja uma alta umidade no solo, reduzindo assim os problemas de salinidade além de sempre manter a zona radicular das plantas umedecidas.

#### C. Tomateiro



Fig.2 Tomateiro

Para a realização do projeto optou-se pelo cultivo de tomates pelos seguintes motivadores, sua

faixa de temperatura ideal se encontra entre 15 e 25 graus celsius que possibilita uma época de plantio durante todo o ano na região centro-oeste. Escolhido o hortifruti a ser plantado é necessário estimar o volume diário para cada gotejador. Para isso foi utilizado a cartilha do Embrapa com todas as especificações para os cálculos, de modo que foi utilizada a seguinte expressão:

$$V = ETo \left[ a + 0,15(1 - a) \right] \frac{As}{Cu} Kc \quad (1)$$

Onde:

V = volume aplicado por cada gotejador, em l/dia;

ETo = evapotranspiração do cultivo de referência, mm/dia;

a = fração da área molhada, em decimal;

As = área sombreada, em m<sup>2</sup>;

Cu = coeficiente de uniformidade de aplicação, em decimal;

Kc = coeficiente de cultura, adimensional;

Para encontrar o coeficiente de evapotranspiração foi utilizado o método de Blaney-Criddle onde de acordo com poucos dados do local pode se obter a evapotranspiração dele. Dada pela expressão:

$$ETo = P(0,46T + 8,13) \quad (2)$$

Onde:

P = horas de luz solar possível no mês, em relação ao total anual, em %;

T = Temperatura média, em °C;

Dada a temperatura média da cidade de Brasília como 22°C e de acordo com a tabela 2 do livro Manejo da irrigação em hortaliças, do Embrapa. Temos que a porcentagem média é de 9,01%, encontrando então um valor de ETo igual a:

$$ETo = 9,01(0,46 \times 22 + 8,13) = 164,43 \text{ mm/mês}$$

Calculado o valor de ETo substituindo-o na expressão 1 e obtendo-se o Kc1=0,45 Kc2=0,75 Kc3=1,15 e Kc4=0,65 onde cada Kc representa um estágio de maturação do cultivo.

Estado 1: Do plantio até 10% do desenvolvimento;

Estado 2: Do final do estado 1 até 80% do desenvolvimento (início do florescimento).

Estado 3: Do final do estado 2 até o início da maturação.

Estado 4: Do final do estado 3 até a colheita.

Os outros parâmetros da expressão 1 são parâmetros de projeto e devem ser adequados de acordo com a necessidade do projetista. Tendo isso em vista, começando com o conceito de uniformidade de distribuição ou aplicação (Cu), em geral se utiliza valores altos, acima de 90% por se tratarem de sistemas com alta eficiência hídrica, pelo projeto ser de pequenas dimensões iremos adotar Cu= 0,95.

Estimando como 40% a fração de água molhada por gotejamento, temos que a=0,4. As dimensões do vaso onde será efetuado o plantio são de 50cm de largura e 17cm de comprimento, tendo uma área total de 0,085m<sup>2</sup>, utilizando 80% dessa área como área sombreada, obtemos uma área As=0,068m<sup>2</sup>. Tendo em mãos esses dados é possível agora estimar o volume de água que deve ser distribuído em cada gotejador, de acordo com a época específica em que se encontra o tomateiro:

$$V_1 = 164,43 \left[ 0,4 + 0,15(1 - 0,4) \right] \frac{0,068}{0,95} \times 0,45 \cong 2,61 \text{ l/dia}$$

$$V_2 = 164,43 \left[ 0,4 + 0,15(1 - 0,4) \right] \frac{0,068}{0,95} \times 0,75 \cong 4,32 \text{ l/dia}$$

$$V_3 = 164,43 \left[ 0,4 + 0,15(1 - 0,4) \right] \frac{0,068}{0,95} \times 1,15 \cong 6,63 \text{ l/dia}$$

$$V_4 = 164,43 \left[ 0,4 + 0,15(1 - 0,4) \right] \frac{0,068}{0,95} \times 0,65 \cong 3,75 \text{ l/dia}$$

Para um desenvolvimento adequado do tomate, foi estipulado a seguinte lógica de comportamento para o irrigador. Ele será desenvolvido com 4 estados de operação, um para cada estágio da planta, com o intuito de suprir as necessidades hídricas do tomate. Como a mudança para o próximo estágio não é algo que depende somente do tempo, ela será operada pelo usuário, sendo ele quem deve determinar em qual dos 4 estágios se encontra o cultivo. Isso deverá ser controlado em um painel com display. Tendo em vista que, durante alguns meses como em julho e agosto a umidade do ar tende a diminuir no centro-oeste e principalmente em Brasília, o sistema compreende um sensor de umidade do solo, onde uma vez abaixo do adequado para tomate é acionado uma interrupção, onde é acionado um ciclo extra de água, para manter as melhores condições de cultivo, mesmo durante período de pouca umidade.

## II. OBJETIVOS

Construir um sistema de irrigação para tomates autômato capaz de se adequar às necessidades de cada período do cultivo, passando desde a fase do plantio à colheita. Tendo como principal objetivo a redução dos

gastos com água e com energia, isso se reflete tanto no modelo de irrigação utilizado, como no modelo do microcontrolador.

### III. VANTAGENS

- Economia no consumo de água;
- Economia no consumo de energia;
- Aumento da produção com base na maleabilidade do projeto;
- Diminuição da salinidade do solo;
- Maior uniformidade de aplicação de água e fertilizantes;
- Redução do custo de mão de obra;
- Adaptável ha qualquer a topologia;
- Controle de umidade a traves de sensores;
- Diminui a erosao do solo;

### IV. DESVANTAGENS

- Custo inicial elevado;
- Não é eficiente no caso de gramados e jardins;

### V.JUSTIFICATIVA

Hodiernamente vem se preocupando cada vez mais com a questão ambiental e a escassez de recursos, de modo que, ações vêm sendo tomadas para diminuir os gastos de água nas grandes cidades, ocasionados normalmente por escassez de chuvas, um crescimento urbano desordenado e a falta de investimentos no setor hídrico. Nas cidades satélites e em Brasília, desde de o dia 17 de janeiro de 2017 foi iniciado o racionamento de água.[4] Com o intuito de reforçar a ideia de que, o recurso hídrico deve ser usado com responsabilidade, e tendo em vista também que a questão de alimentos, frutas e verduras, é essencial para população. Foi pensado o desenvolvimento de um sistema de irrigação doméstico para tomates, que visa reduzir os gastos de água, além de garantir um excelente desenvolvimento da fruta.

### VI.Estrutura

Para realização do projeto, decidiu-se a implementação do sistema em um vaso, de dimensões 50x17x25cm, por ser de fácil acesso e também se adequar ao escopo do projeto.



Fig.3 Vaso de planta.

### VII.REQUISITOS

Para realização do projeto deve-se atender aos seguintes requisitos:

- Controle da umidade do solo através de um umidostato;
- Apresentação dos dados do sistema através de um display ;
- Controle do ciclo no qual a planta se encontra;
- Controle do fluxo de água de acordo com ciclo da planta;

### VIII.HARDWARE

#### A.Lista de componentes:

- MSP430-G2553;
- Sensor de umidade do solo;
- Display de cristal líquido;
- Módulo relé;
- Válvula solenóide;
- Transistor BC337;

#### B.Descricao de Hardware:

**-Módulo relé:** O módulo relé será utilizado para accionar a válvula solenoide a partir de um sinal ativado pelo MSP. Esse sinal será mantido em alta durante os ciclos hídricos, e a sua duração depende de em qual dos 4 estados de irrigação estiver ativado ;

**-Sensor de umidade do solo(Umidostato):** O sensor de umidade tem como função captar continuamente dados de umidade do solo, através de uma diferença de potencial entre as suas extremidades. Esse sinal deve ser atualizado periodicamente, com intuito de detectar a necessidade de acionar um ciclo extra de irrigação;

**-Display de cristal líquido:** O display tem como principal função, criar um meio de comunicação entre o usuário e o sistema, de modo a sempre atualizar as

condições controladas por ele. Como umidade e tempo para o próximo ciclo hídrico;

**-Válvula solenóide:** A válvula tem a função de interceptar a água a fluir para o vaso, funcionando como uma comporta que só é aberta quando acionada;

**-Transistor BC337:** O transistor BC337 irá atuar como um amplificador de corrente para a válvula solenóide, uma vez que a corrente disponível pelo microcontrolador ser muito baixa e não ser o suficiente para ativá-la;

## REFERÊNCIAS

- [1] Embrapa, Manejo da Irrigação em Hortaliças.
- [2] Desenvolvimento do MSP430 Texas Instrument  
<<http://www.ti.com/lit/an/slaa024/slaa024.pdf>>
- [3] Funcionamento do sistema de gotejamento  
<<http://www.hidrosistemas.com/irrigacao-agricola/gotejamento/>>
- [4] Falta de recursos hídricos no DF  
<<http://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2018-01/distrito-federal-convive-com-acionamento-de-agua-ha-um-ano>>
- [5] Relação entre sistema de gotejamento e produtividade<<http://www.canalrural.com.br/noticias/agricultura/irrigacao-por-gotejamento-reduz-gastos-pode-dobrar-produtividade-67435>>

## Anexo 1: Código do projeto

```
#include<msp430g2553.h>
#include<intrinsics.h>
#define VALVULA BIT1
#define SENSOR BIT5
#define LEDRED BIT0
#define LEDGREEN BIT6

unsigned int umidade;

void ConvAdc10(void)
{
    //Config. do timer para a amostragem do sensor (delay
    entre as leituras do sensor)
    TACCTL1 = OUTMOD_7;
    TACCR0 = 500-1;
    TACCR1 = TACCR0/2;
    TACTL = TASSEL_2 +ID_0 +MC_1;

    /*Configuracao do canal do ADC10*/
```

```
ADC10CTL1 = INCH_5 + ADC10DIV_3;
// Canal 5 ADC10CLK/4
ADC10CTL0 = SREF_0 + ADC10SHT_3 + ADC10ON
+ADC10IE;
//VCC E VSS como referencia;
ADC10AE0 |= SENSOR;
//P1.5 para leitura adc
}

int main (void)
{
    WDTCTL = WDTPW + WDTHOLD;
    BCSCCTL1 = CALBC1_1MHZ;
    // Configuracao do MCLK e SMCLK
    DCOCTL = CALDCO_1MHZ;
    BCSCCTL2&=~(DIVS_3);
    P1DIR |= VALVULA + LEDRED + LEDGREEN;
    P1SEL |= SENSOR;
    // Entrada ADC pino P1.5;
    P1OUT &= ~(VALVULA + LEDRED + LEDGREEN);

    ConvAdc10();
    __BIS_SR(GIE);
    //Habilita as interrupcoes

    while(1)
    {
        ADC10CTL0 |= ENC + ADC10SC;
        // Inicio da amostragem e conversao
        umidade = ADC10MEM;
        if (umidade < 1000) // Solo umido
        {
            P1OUT &=~(VALVULA + LEDRED +LEDGREEN);
            P1OUT |= LEDGREEN + VALVULA;
        }
        else // solo seco
        {
            P1OUT &= ~(VALVULA + LEDRED + LEDGREEN);
            P1OUT |= LEDRED;
        }
    }
    //ADC10 Rotina
    #pragma vector = ADC10_VECTOR
    __interrupt void ADC10_ISR (void)
    {
        __bic_SR_register_on_exit(CPUOFF); //Desabilita
        Master Clock
        //Retorna ao modo ativo
    }
}
```

## Anexo 2 : Esquemático do sensor de umidade.

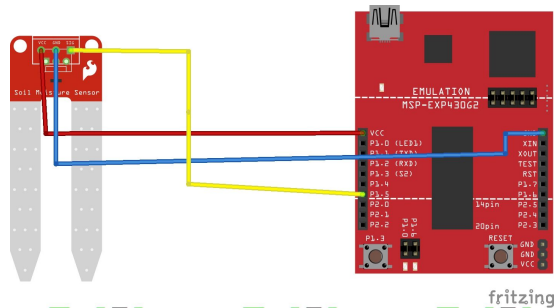


Fig4. Esquemático da montagem do sensor.

**Anexo 3:Esquemático do funcionamento lógico do sistema de irrigação:**

