

Ponto de controle 4

Irrigador Inteligente

Alice Fazzolino
Matrícula: 12/0108747
Universidade de Brasília
E-mail: afazzolino@gmail.com

Jackson Paz
Matrícula: 13/0028789
Universidade de Brasília
E-mail: jackson.paz@gmail.com

Resumo— Com a escassez de água cada vez maior, hoje não só o Distrito Federal mas outras regiões vem sofrendo com a crise hídrica, existe uma demanda cada vez maior por recursos hídricos. A irrigação do solo demanda uma quantidade substancial de água para a produção de alimentos, quando esta não ocorre de forma satisfatória e otimizada temos um alto desperdício de água, a irrigação realizada de forma automatizada possibilita o melhor uso deste recurso natural. A automatização do Sistema de irrigação envolve o controle sistêmico de toda uma plantação ou até mesmo de uma simples planta tornando este processo amplo e de difícil implementação. A proposta de trabalho vem com o uso de um microcontrolador, no intuito de acionar uma bomba d'água e assim efetuar a irrigação em um determinado tempo necessário. Neste processo de controle, utiliza-se a sinergia eletrônica da solenóide, sensor de umidade, bem como a MSP430 para o circuito programável.

Palavras-Chaves—MSP430, irrigação

1. OBJETIVOS

Este projeto tem como principal objetivo desenvolver um sistema de irrigação automatizado, que consiga detectar o nível de umidade do solo e assim irrigar de forma racional determinadas plantas. Assim como outros objetivos:

1. Estudar e analisar as formas de irrigação;
2. Estudar sensores de detecção de umidade do solo;
3. Estudar o microcontrolador MSP430;
4. Testar e verificar o funcionamento do protótipo.

2. Introdução

A essência deste projeto é colaborar com usuário no processo de irrigação do solo quando o mesmo é necessário, realizando isso de modo automatizado e com exatidão, não permitindo que o solo fique extremamente seco e nem encharcado, sendo economicamente acessível, e ambientalmente sustentável.

É de suma importância salientar que cada tipo de cultura necessita de uma pesquisa detalhada, uma vez que o grau de umidade pode ser distinto para cada uma, como também pode haver uma variação conforme o tipo de solo e outros fatores importantes. Contudo, o projeto não entra nesses assuntos, visto que este é de caráter universitário de um curso de engenharia eletrônica e se enfatiza no desempenho entre o microcontrolador e o sensor usando para isso o mesmo tipo de solo para o teste

do circuito.

O sistema de irrigação apresentado não se adentra em temas ambientais, nem na seleção das diferentes técnicas de irrigação, como topografia, clima, solo, quantia de água e diferentes métodos de plantação. O foco é na parte da engenharia, que apresenta a comunicação desta com a agricultura. Para o projeto, não foi selecionado nenhum procedimento de irrigação, entretanto, o circuito têm a capacidade de utilizar qualquer método, já que o objetivo está na monitoração do solo e na comunicação entre o sensor e o microcontrolador, que determina o momento do acionamento da válvula, conforme as particularidades da plantação.

3. DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO

3.1 Descrição do sistema de irrigação sugerido

O sistema utiliza um sensor de umidade (higrômetro), onde este sistema possibilita o monitoramento da quantidade de água (umidade) presente no solo.

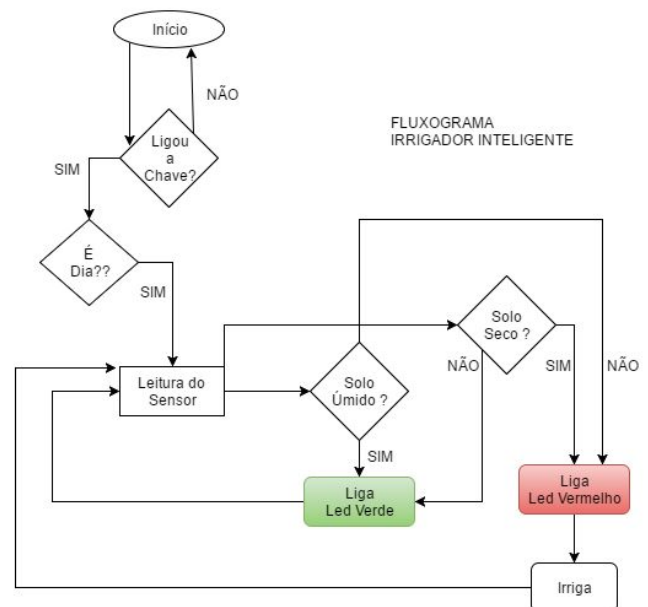
Este sensor higrômetro leva ao MSP430 um sinal que varia entre 0 a 5V, assim sendo capaz de especificar alcances de umidade relativa do solo e assim decretar se o solo está úmido ou não.

Quando o solo estiver seco, o sistema executará essa informação através de um led vermelho. Quando o solo estiver úmido acenderá um led verde, em seguida teremos a leitura do sensor novamente.

Quando o solo estiver seco, será acionado uma bomba d'água para efetuar a irrigação do local.

A bomba d'água será desligada quando a umidade se normalizar e só será acionada novamente se o solo indicar que está seco.

O acionamento da bomba d'água é feito por um relé, isolada da parte eletrônica.



3.2. Descrição do hardware

3.2.1 Materiais utilizados e Orçamento

Materiais	Valor
1 Protoboard	20,00
1 Relé	12,00
1 Bomba de aquário	17,00
1 Sensor de umidade	12,00
1 MSP430	50,00
1 Led vermelho	0,20
1 Led verde	0,20
1 Chave	0,50
330ohms Resistor	0,15
Total	112,05

3.2.2 Montagem do sistema de irrigação

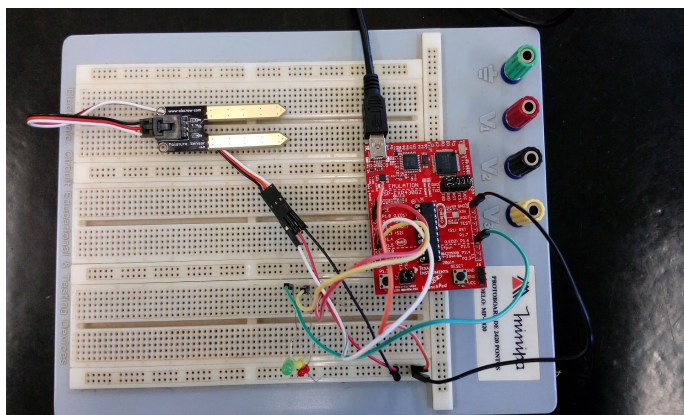


Figura 2: Ponto de controle 2: Teste do sensor de umidade

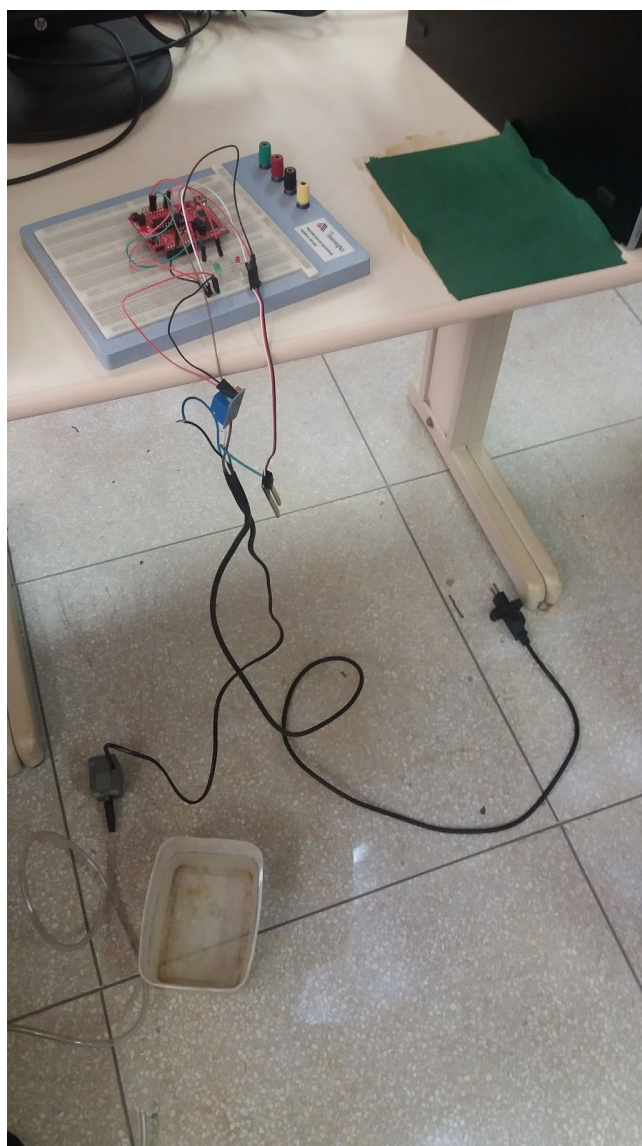


Figura 3: Ponto de controle 3 -Montagem do circuito

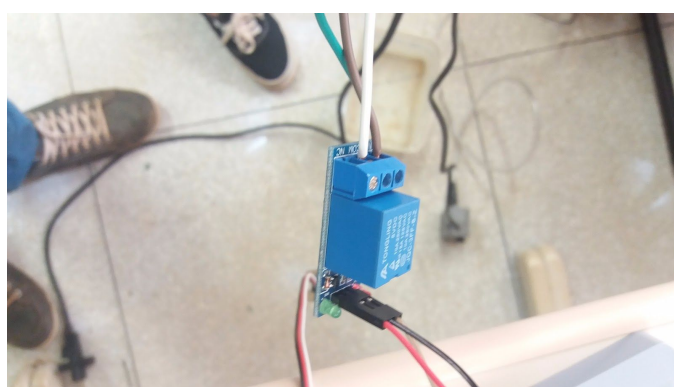


Figura 4: Ponto de controle 3 - Relé, utilizado para ativar a bomba

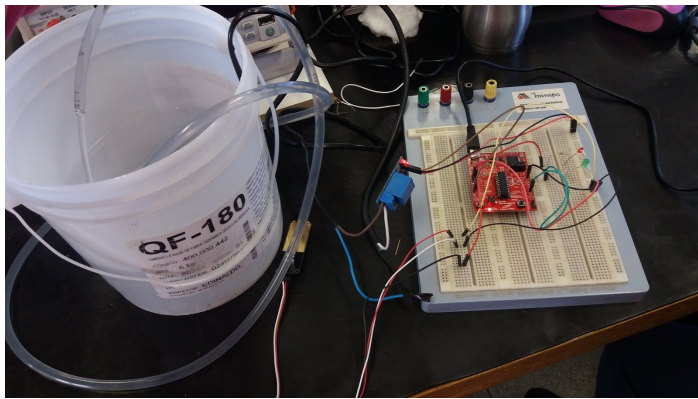


Figura 5: Ponto de controle 4- Solo seco, led vermelho aceso e irrigação acionada

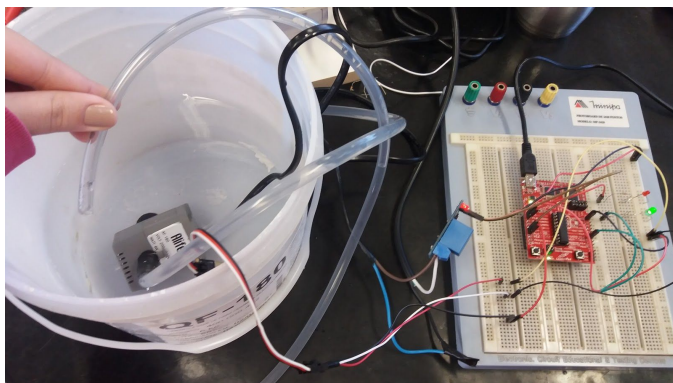


Figura 6: Ponto de controle 4- Solo úmido, led verde aceso e irrigação desativada

3.3. Desenvolvimento do software

Em todo o projeto foi utilizado o microcontrolador MSP430. Como plataforma de desenvolvimento foi usado o IAR Embedded Workbench, que é constituído de um software com linguagem de programação C/C++.

A leitura do sensor de umidade está presente dentro da estrutura while(1), essa estrutura tem a finalidade de efetuar laços repetitivos dentro do código, ou seja, a plantação será controlada todo o tempo. O código possui apenas duas bibliotecas, msp430g2553.h e intrinsics.h.

No loop que o MSP430 fica efetuando, é analisado se o nível baixo (solo seco) do sensor está acionado e, caso esteja, o led vermelho é aceso

e o sistema envia um comando para acionar a bomba de água. Quando o nível é alto (solo úmido), o led verde é aceso e o vermelho apagado, e logo em seguida, o sistema envia um comando para desativar a bomba, e assim parar de irrigar.

Para leitura do sensor foi usado no código o conversor A/D, pois precisávamos fazer a conversão de um valor de tensão analógica para um valor de tensão digital.

3.3.1 Descrição de Software

Para o respectivo projeto foi usado apenas duas bibliotecas. Também foi utilizado o recurso Define para definir o nome das variáveis utilizadas no desenvolvimento do código.

```
#include <msp430g2553.h>
#include <intrinsics.h>

#define VALVULA BIT0
#define SENSOR BIT5
#define LEDRED BIT4
#define LEDGREEN BIT2
```

Figura 7: Bibliotecas e Recurso Define

Na Figura 8 temos a função convAdc responsável por configurar o conversor A/D do MSP430. E também temos o timer para as varreduras do sensor.

```
void ConvAdc(void)
{
    //Config. Timer para o sensor (delay entre as leituras do sensor)
    TACCTL1 = OUTMOD_7;
    TACCRO = 400-1;
    TACCR1 = TACCRO/2;
    TACTL = TASSEL_2 + ID_0 + MC_1;

    /* Configuração do canal do ADC */
    ADC10CTL1 = INCH_5 + ADC10DIV_3; // Canal 5, ADC10CLK/4
    ADC10CTL0 = SREF_0 + ADC10SH_3 + ADC10ON + ADC10IE; //Vcc & Vss como referência
    ADC10AE0 |= SENSOR; //P1.5 bit pra leitura adc
}
```

Figura 8: Configuração do Conversor A/D e do Timer

Logo após a configuração do conversor A/D, iniciamos a parte principal do código. Aqui é desligado o WDT,

chamada a função convAdc e iniciado um um loop infinito onde é ativado o conversor e o modo de baixo consumo do MSP430.

```
int main(void)
{
    WDCTL = WDTPW + WDTHOLD;
    BCSCTL1 = CALBC1_1MHZ; // configuração do MCLK e SMCLK
    DCOCTL = CALDCO_1MHZ;
    BCSCTL2 &= ~(DIVS_3);

    P1DIR |= VALVULA + LEDRED + LEDGREEN;
    P1SEL |= SENSOR; //Entrada ADC pino P1.5
    P1OUT &= ~(VALVULA + LEDRED + LEDGREEN);

    ConvAdc();

    _BIS_SR(GIE); // habilita as interrupções

    while(1)
    {
        ADC10CTL0 |= ENC + ADC10SC; // Início da amostragem e conversão

        umidade = ADC10MEM; //valor que o conversor tá lendo
    }
}
```

Figura 9: main

E abaixo, na figura 10, podemos visualizar a lógica do projeto.

```
umidade = ADC10MEM; //valor que o conversor tá lendo

if (umidade > 190) // solo úmido
{
    P1OUT &= ~(VALVULA + LEDRED + LEDGREEN);
    P1OUT |= LEDGREEN + VALVULA;
}
else // solo seco
{
    P1OUT &= ~(VALVULA + LEDRED + LEDGREEN);
    P1OUT |= LEDRED;
}
}
```

Figura 10: Lógica do projeto

E por último, na figura 10, temos a interrupção.

```
#pragma vector=ADC10_VECTOR
__interrupt void ADC10_ISR (void)
{
    __bic_SR_register_on_exit(CPUOFF); // Retorna ao modo ativo
}
```

4. Resultados e Protótipo final

5. Conclusão

6. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

[1] SISTEMA AUTOMATIZADO PARA IRRIGAÇÃO DE ESTUFAS, MADALOSSO, EMANOELI.TCC UTFPR 2014.

[2] Davies, J., MSP430 Microcontroller Basics, Elsevier, 2008.

[3] Sistema de Monitorização da Humidade do Solo para Gestão Eficiente da Irrigação, de Brito Neves, Helder Filipe. Dissertação Engenharia Eletromecânica, Covilhã e UBI, Agosto de 2009.

● APÊNDICE

● CÓDIGO DO PROJETO

```
#include <msp430g2553.h>
#include <intrinsics.h>
```

```
#define VALVULA BIT0
#define SENSOR BIT5
#define LEDRED BIT4
```

```

#define LEDGREEN BIT2

unsigned int umidade;

void ConvAdc(void)
{
    //Config. Timer para o sensor (delay entre as
    leituras do sensor)
    TACCTL1 = OUTMOD_7;
    TACCR0 = 400-1;
    TACCR1 = TACCR0/2;
    TACTL = TASSEL_2 + ID_0 + MC_1;

    /* Configuração do canal do ADC */
    ADC10CTL1 = INCH_5 + ADC10DIV_3 ; //
    Canal 5, ADC10CLK/4
    ADC10CTL0 = SREF_0 + ADC10SHT_3 + // ADC10 rotina
    ADC10ON + ADC10IE; //Vcc & Vss como
    referência
    ADC10AE0 |= SENSOR; //P1.5 bit pra leitura adc
}

int main(void)
{
    WDTCTL = WDTPW + WDTHOLD;
    BCSCTL1 = CALBC1_1MHZ; // configuração do
    MCLK e SMCLK
    DCOCTL = CALDCO_1MHZ;
    BCSCTL2 &= ~(DIVS_3);

    P1DIR |= VALVULA + LEDRED + LEDGREEN;
    P1SEL |= SENSOR; //Entrada ADC pino P1.5
    P1OUT &= ~(VALVULA + LEDRED +
    LEDGREEN);

    ConvAdc();

    __BIS_SR(GIE); // habilita as interrupções

    while(1)
    {
        ADC10CTL0 |= ENC + ADC10SC; // Inicio da
        amostragem e conversão

        umidade = ADC10MEM; //valor que o
        conversor tá lendo
    }
}

if (umidade > 190) // solo úmido
{
    P1OUT &= ~(VALVULA + LEDRED +
    LEDGREEN);
    P1OUT |= LEDGREEN + VALVULA;
}
else // solo seco
{
    P1OUT &= ~(VALVULA + LEDRED +
    LEDGREEN);
    P1OUT |= LEDRED;
}
}

#pragma vector=ADC10_VECTOR
__interrupt void ADC10_ISR (void)
{
    __bic_SR_register_on_exit(CPUOFF); // Retorna
    ao modo ativo
}

```