

Projeto de auxílio à integração da eletrônica à engenharia agrícola

Terceiro Ponto de Controle

Vitor Jacinto Sulzbach
Universidade de Brasília - Faculdade do gama
UnB - FGA
Gama, Distrito Federal, Brasil
vjsulzbach@gmail.com

Diego Galdino Mendonça
Universidade de Brasília - Faculdade Gama
Unb - FGA
Gama, Distrito Federal, Brasil
diegaozims@gmail.com

Keywords—*meteorology; agriculture; electronic*

I. JUSTIFICATIVA

Um dos grandes desafios atuais da engenharia agrícola é a crescente introdução da eletrônica por meio da agricultura de precisão, que exige o monitoramento constante com auxílio de imagens de satélites e drones, além de sistema de geolocalização ultra preciso para o maquinário e diversos mapas para controle de nutrição, praga, topologia, entre outros.

A maioria das fazendas não conta com aparato para realizar medições de características climáticas e agronômicas importantes que afetam sua produtividade. Isto é influência direta da falta de domínio sobre projeto de sistemas eletrônicos que grande parte dos profissionais da área possuem.

Para melhorar o acesso do campo aos benefícios da agricultura de precisão se faz necessário a existência de profissionais com maior conhecimento em eletrônica, porém respeitando o fato de que o verdadeiro foco desta área é a agricultura e não o estudo de sistemas eletrônicos surge a ideia de simplificar os mesmos trazendo conhecimento filtrado para não sobrecarregar os interessados com conhecimentos desnecessários para o propósito final, que é o aumento da produção agrícola, então se propõe realizar um estudo sobre sensores de fácil acesso e baixo custo para futuros profissionais da área.

II. OBJETIVOS

Estudar e integrar sensores voltados para a agricultura de precisão. A parte integrada deve ser de fácil manuseio e baixo custo cuja finalidade é medir as grandezas climáticas e agronômicas para simplificar o estudo da eletrônica para futuros profissionais da área, prestando suporte ao nascimento de um planejamento agrícola eficaz no país.

III. PROJETO

Pretende-se projetar a integração de diversos sensores através da placa MSP430. Os mesmos devem permanecer em stand-by através do Low Power Mode da placa, o que implica em um gasto mínimo de energia, só devem ser lidos quando requisitado ou com periodicidade definida.

Visto que se trata de um projeto voltado para auxiliar estudantes é necessário utilizar sensores de baixo custo e fácil acesso, contudo também devem ter precisão e operação aceitáveis. Através de um levantamento de preços e disponibilidades em diversos sites de compra na internet se obteve a seguinte lista de componentes.

Sensor	Preço
Módulo + LDR 3mm	R\$ 5,90
Módulo + Sensor de chuva	R\$ 6,90
Módulo + sensor de umidade do solo	R\$ 6,15
DHT11	R\$ 14,90
Módulo com sensor Hall	R\$ 7,90
TIL78 3mm	R\$ 0,68
Sensor de nível de líquidos	R\$ 13,90
Total sem frete	R\$ 56,33

Tabela 1

Os sensores acima têm o propósito de medir grandezas climáticas e agronômicas que influenciam na cultura, como são especificados abaixo.

1. Irradiação Solar

Toda cultura depende da irradiação para crescer, afinal o metabolismo inteiro da planta depende da fotossíntese, que é uma conversão da radiação solar para energia eletroquímica. As maneiras encontradas aceitáveis para sensoriar estes valores foram através de um fototransistor ou um sensor LDR.

O sensor LDR tem sua resistência alterada através da geração de pares eletro-lacunas no silício que se formam pela energia dissipada de fótons em sua superfície. Através de um módulo que realiza uma divisão de tensão e leitura da mesma é possível obter um valor na placa MSP430 que é proporcional à irradiação, também é possível realizar a divisão de tensão sem o módulo, o que diminui a sensibilidade, porém também diminui o custo. A imagem abaixo demonstra o funcionamento do circuito. A divisão de tensão é realizada entre o LDR e o potenciômetro, o capacitor serve para impedir mudanças muito abruptas de tensão, além de filtrar ruídos de alta frequência, a tensão é lida em V_{out} , a alteração do valor de resistência do potenciômetro altera diretamente o valor da divisão de tensão e por consequência a sensibilidade e valores medidos pelo MSP.

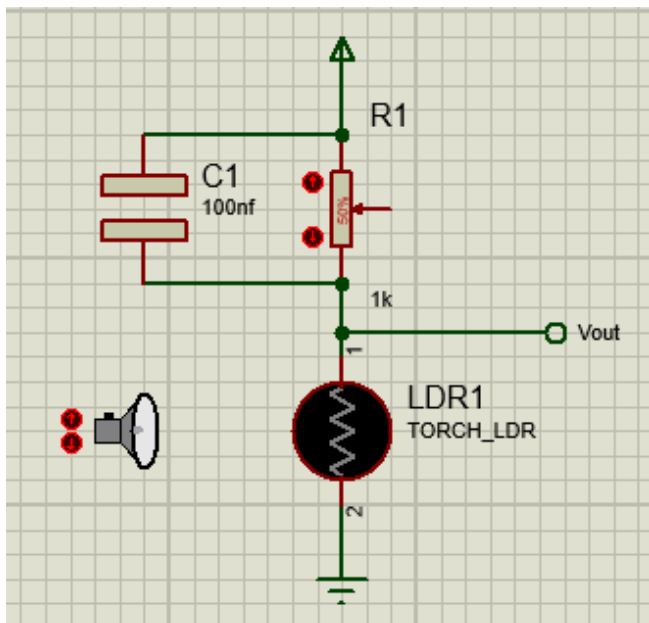


Figura 1 –Esquemático de ligação do LDR

Outra maneira de realizar o sensoriamento é utilizando um foto transistor que regula a corrente que passa em um resistor, esta corrente gera uma tensão, que pode ser lida. O circuito é semelhante ao do LDR, contudo funciona por regulação de corrente

2. Sensor binário de chuva

O sensor de chuva é uma placa como trilhas de metal que estão presentes por toda superfície, mas não se encontram. O circuito fica aberto até algo o fechar, neste caso se pressupõe que seja a chuva. O sensor também acompanha um módulo para

facilitar sua leitura, porém o mesmo não é necessário, o que pode baratear o sistema, neste caso se pode utilizar o circuito da Figura 1 trocando o LDR pelo sensor de chuva pois o mesmo tem a impedância alterada pela chuva.

É notável que o sensor possua leitura analógica sendo que o propósito é binário, ou seja, o propósito é saber se está ou não chovendo. Isto se deve ao fato de que a impedância do sensor varia conforme sua superfície é coberta com água, está cobertura depende da inclinação do sensor e da quantidade de chuva caindo no momento, é de se esperar que a integral deste valor instantâneo seja proporcional à precipitação no período da integral, porém este calculo só vale para um sistema teórico pois o sistema real possui grande influência da aleatoriedade tanto em relação à disposição das gotas na placa quanto à quantidade de íons e PH da água da chuva que cai no momento, estes fatores impedem uma leitura aceitável o que leva a busca de outros métodos para leitura da precipitação.

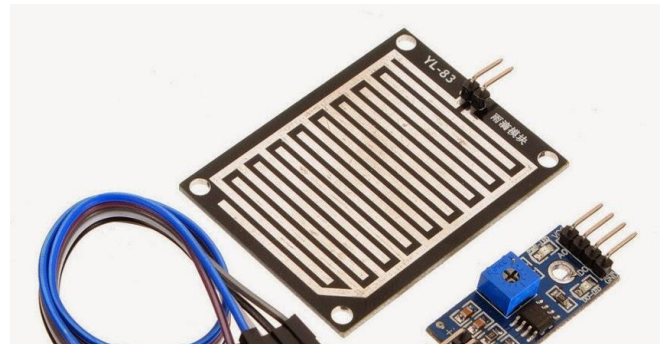


Figura 2 – Sensor de Chuva (Esquerda) e módulo do sensor de chuva (Direita).

3. Umidade do Solo

A umidade do solo é de extrema importância para determinar a absorção de água da cultura naquele local. O mesmo trabalha medindo a impedância do solo e, da mesma forma que o LDR e o sensor de chuva, pode ser lido através do módulo ou de um circuito com divisão de tensão como Figura 1.

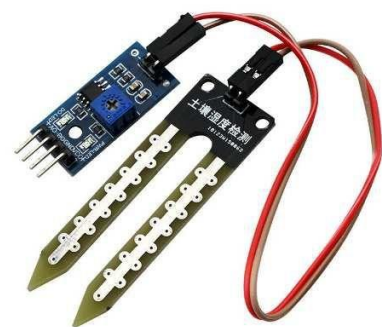


Figura 3 - Sensor de umidade do solo com módulo respectivo.

Uma característica importante deste sensor é que o mesmo não mede diretamente a umidade do solo e sim a impedância, ou seja, o valor mensurado depende de outros fatores como a quantidade de sais ionizados no solo e nutrientes em geral, além da própria composição físico-química do solo, portanto se faz necessário calibrar o dispositivo no local inserido periodicamente devido a alteração que os ciclos de cultivo causam no solo.

4. Temperatura e pressão do ar

Ambas as grandezas são obtidas pelo sensor DHT11, que possui protocolo de comunicação 1-wire, o que não necessita de nenhum componente adicional, porém exige maior complexidade em sua leitura.

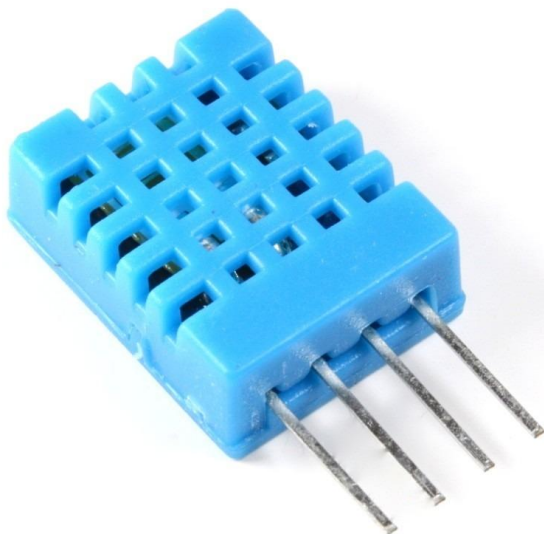


Figura 4 – Sensor de Umidade e Temperatura do Ar

Este sensor já é calibrado na fábrica e possui baixa margem de erro.

5. Anemômetro

O anemômetro é o sensor que determina a velocidade do vento no local e será realizado por uma ventoinha ligada a um ímã que passa por um sensor hall, o que determina quantos giros houve em um determinado intervalo de tempo, o que é proporcional a velocidade.

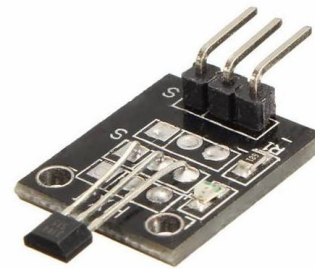


Figura 5 - Módulo sensor de efeito hall

6. Precipitação

A precipitação determina a coluna de chuva que caiu em um ambiente ao longo de um período. Ela pode ser medida através de um sensor de nível de água acoplado a um recipiente vazado.



Figura 6 - Sensor de nível

IV. BENEFÍCIOS

Um projeto como este pode tornar mais fácil o ensino da integração de sistemas embarcados para um futuro engenheiro agrícola a realização de sistemas de monitoramento remoto. Caso os custos se tornem pequenos o suficiente é possível a aplicação em pequenas culturas como forma alternativa de

monitoramento, entre outros mercados que carecem muito de uma opção para um planejamento agrícola eficaz.

Outro ponto vantajoso é a utilização da MSP430G2553 que possui modos de baixo consumo extremamente econômicos, chegando a consumir centenas de nano amperes de corrente, o que estenderia muito a duração de uma bateria.

V. PONTO DE CONTROLE 3

O ponto de controle 3 foi dedicado a realização da parte conceitual do código, provando que é possível ler os sensores que agem por resistência e o fototransistor através de uma interrupção, deixando o MSP430 em low power mode 4, para teste de conceito do funcionamento do projeto o mesmo utiliza comunicação serial para passar a informação de leitura, confirmando ou não o funcionamento do software desenvolvido em tempo real.

O circuito utilizado para leitura é igual ao da Figura 1, sem maiores alterações.

VI. CÓDIGOS E CONCEITOS UTILIZADOS NO PC3

O código foi estruturado para colocar a placa em low power mode e esperar a interrupção do sistema provocada pelo apertado do botão presente na placa (o que representa uma solicitação externa dos valores dos sensores), o que dispara a leitura do sensor na comunicação serial com o computador.

Primeiro foi necessário configurar o conversor AD, a comunicação UART, o botão em P1.3, o clock em 1MHz, parar o watch dog timer e iniciar o low power mode 4 permitindo interrupção, após estas etapas o código se encerra e gira em torno das interrupções seguintes.

```
1 #include <msp430g2553.h>
2 #include <stdio.h>
3 #include <stdint.h>
4 #include <string.h>
5
6 #define IN_AD BIT1
7 #define IN_AD_CH INCH_1
8 #define RXD BIT1
9 #define TXD BIT2
10
11 char buffer[50];
12 uint8_t nr_of_chars;
13
14 int main(void)
15 {
16     WDTCTL = WDTPW + WDTHOLD;
17     BCSCTL1 = CALBC1_1MHZ;
18     DCOCTL = CALDCO_1MHZ;
19     P1SEL = RXD + TXD;
20     P1SEL2 = RXD + TXD;
21     UCA0CTL1 |= UCSSEL_2;
22     UCA0BR0 = 104;
23     UCA0BR1 = 0;
24     UCA0MCTL = UCBRS0;
25     UCA0CTL1 &= ~UCSWRST;
26     ADC10CTL0 = SREF_0 + ADC10SHT_0 + ADC10ON;
27     ADC10AEO = IN_AD;
28     ADC10CTL1 = IN_AD_CH + ADC10DIV_0 + ADC10SSEL_3 + CONSEQ_0 + SHS_0;
29     P1DIR |= BIT0;
30     P1IE |= BIT3;
31     P1IES |= BIT3;
32     P1REN |= BIT3;
33     P1IFG &= ~BIT3;
34     __bis_SR_register(LPM4_bits + GIE);
35 }
```

Figura 7 – Código referente as configurações para iniciar o modo de baixo consumo e utilizar as portas ADC(Analogic-Digital Converter)

Após as configurações iniciais o código se apoia na interrupção que realiza o debounce do botão, esperando o usuário soltar o mesmo, para então realizar a conversão e exibir na tela do monitor serial o valor medido. A flag da interrupção é zerada e a CPU volta para o low power mode novamente, esperando uma nova interrupção.

```
38 #pragma vector=PORT1_VECTOR
39 __interrupt void Port_1(void)
40 {
41     while((BIT3&P1IN)==0);
42     ADC10CTL0 |= ENC + ADC10SC;
43     while((ADC10CTL0 & ADC10IFG)==0);
44     int a = ADC10MEM;
45     nr_of_chars = sprintf(buffer, "A leitura do sensor é %d\r\n", a);
46     UART_TX(buffer);
47     _delay_cycles(1000);
48     P1IFG &= ~BIT3;
49 }
50
51 void UART_TX(char* tx_data)
52 {
53     unsigned int i=0;
54     while(tx_data[i])
55     {
56         while ((UCA0STAT & UCBUSY));
57         UCA0TXBUF = tx_data[i];
58         i++;
59     }
60 }
```

Figura 8 – Restante do código referente às mensagens exibidas no monitor serial e a lógica de leitura dos canais analógicos.

VII. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

[1] BOYLESTAD, Robert. Introdução à Análise de Circuitos. 10ª. São Paulo : Pearson Prentice Hall, 2004.

[2] INMETRO, “Instrumentos de Medição”. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/consumidor/instrumentosMedica.o.asp>> Acesso em: 01 de agosto de 2018.

[3] AGSOLV, “Boas Práticas para o Funcionamento de Sensores Meteorológicos”. Disponível em: <<https://www.agsolve.com.br/dicas-e-solucoes/10416/boas-praticas-para-o-funcionamento-de-sensores-meteorologicos>> Acesso em: 01 de agosto de 2018.

[4] AGROSMART, “Estação meteorológica: como funciona e sua importância na agricultura”. Disponível em: <<https://agrosmart.com.br/blog/irrigacao/estacao-meteorologica-funciona-importancia-agricultura/>> Acesso em: 02 de agosto de 2018.

[5] EMBARCADOS, “Estação meteorológica com Arduino”. Disponível em: <<https://www.embarcados.com.br/estacao-meteorologica-com-arduino/>> Acesso em: 02 de agosto de 2018.

[7] Mundo Clima – Equipamentos de medição climática. Disponível em: <<https://www.mundoclima.com.br/estacoes-meteorologicas/portateis/estacao-meteorologica-portatil-kestrel-3000/>> Acesso em: 01 de agosto de 2018.

[8] Mundo Clima – Equipamentos de medição climática. Disponível em: <<https://www.mundoclima.com.br/estacoes-meteorologicas/portateis/estacao-meteorologica-portatil-kestrel-3000/>> Acesso em: 01 de agosto de 2018.

meteorologicas/portateis/estacao-meteorologica-kestrel-5200-professional/> Acesso em: 01 de agosto de 2018.