



UNIVERSIDADE
FEDERAL RURAL
DE PERNAMBUCO

Edital n°05/2023

Programa de Extensão Tecnológica

Curso de Capacitação:
Internet das Coisas Aplicada a Agropecuária de Precisão

Código do processo: ARC-0423-5.03/23

Victor Medeiros
victor.wanderley@ufrpe.br





UNIVERSIDADE
FEDERAL RURAL
DE PERNAMBUCO

Semana 3

Sensores e Interfaces de Comunicação





UNIVERSIDADE
FEDERAL RURAL
DE PERNAMBUCO

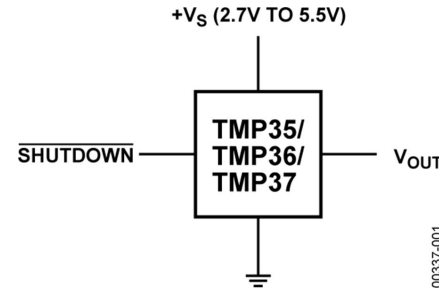
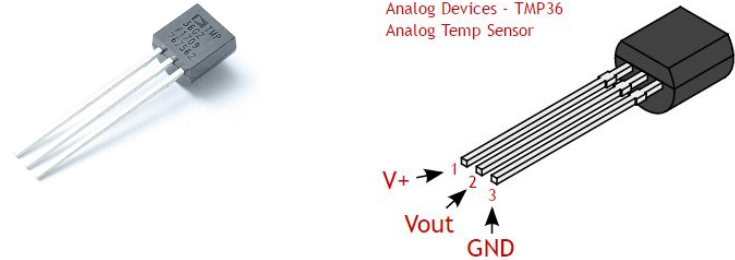
Internet das Coisas Aplicada a Agropecuária de Precisão

Sensores e Suas Interfaces



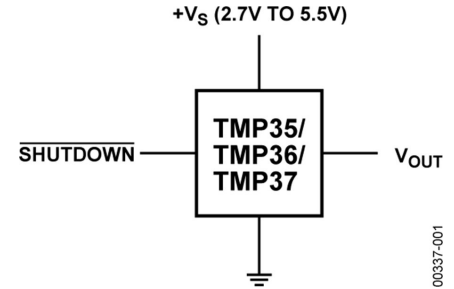
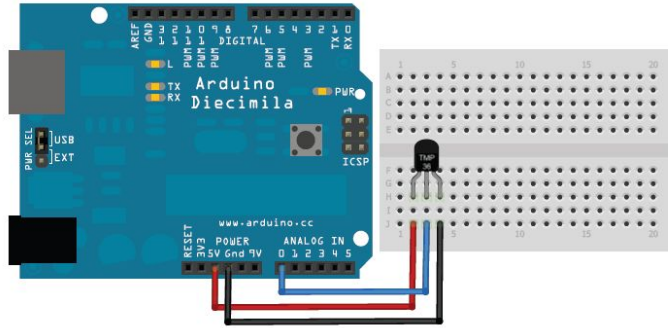
Sensores de Temperatura

- O TMP36 é um circuito integrado de medição de temperatura com saída de tensão linearmente proporcional à temperatura.
- [link para o datasheet do componente](#)



Modo básico – (-40°C a 125°C)

Leitura Através do ADC



Modo básico – (-40°C a 125°C)

- Tensão em A0 em mV = (Valor lido em A0) * (5000/1024)
- Temperatura em Celsius = (Tensão em A0 - 500) / 10mV

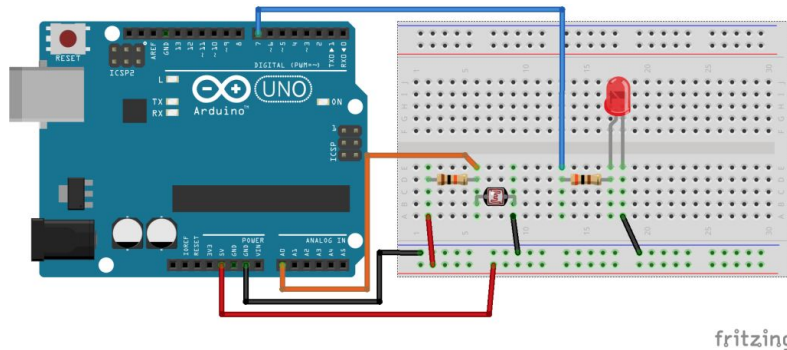
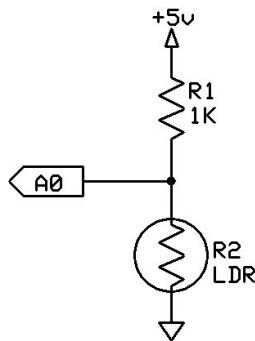
Sensores de Luminosidade

- O LDR, sigla em inglês para Light-Dependent Resistor.
- Tipicamente, quanto maior a luz incidente neste componente, menor será sua resistência.
- O LDR é constituído de um semicondutor de alta resistência, que ao receber uma grande quantidade de fótons oriundos da luz incidente, ele absorve elétrons que melhoram sua condutibilidade, reduzindo assim sua resistência.



Leitura Através de Divisor de Tensão e ADC

- Podemos usar da propriedade do divisor de tensão para medir a variação da queda de tensão em cima do LDR e assim medirmos a incidência de luminosidade no ambiente.
- O divisor de tensão vai variar com a resistência entre A0 e GND.



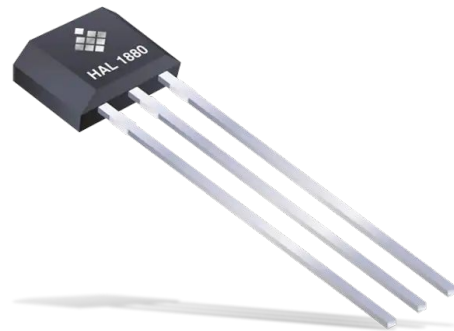
Sensores Multifuncionais



- Capacidade de medir múltiplos parâmetros simultaneamente.
- Redução de custos e espaço, evitando a necessidade de múltiplos sensores.
- Eficiência e conveniência para aplicações diversas.
- Exemplo:
 - O sensor BME280 da Bosch é capaz de medir pressão, temperatura e umidade.
 - Ideal para aplicações de monitoramento ambiental e meteorológico.
 - Comunicação digital I2C ou SPI.
 - Baixo consumo de energia, adequado para dispositivos portáteis.

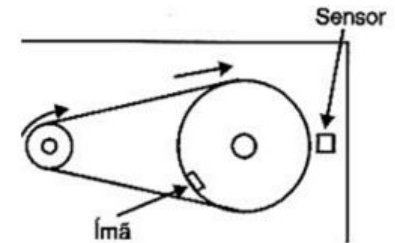
Sensores de Campo Magnético

- Quando implementados em chips semicondutores são conhecidos como sensores de efeito *hall*.
- Outro tipo comum é o *reed switch*, um tipo de interruptor elétrico que consiste em dois contatos de metal flexíveis hermeticamente fechados em um tubo de vidro preenchido com gás inerte.



Leitura Através de Interrupções

- Largamente utilizados em aplicações onde é necessário medir a rotação ou a posição de um mecanismo.
- Alguns pluviômetros são baseados neste princípio.
 - Um pulso é gerado todas as vezes em que a balsa do pluviômetro é virada
- Pulsos gerados por sensores magnéticos podem ser capturados por interrupções





UNIVERSIDADE
FEDERAL RURAL
DE PERNAMBUCO

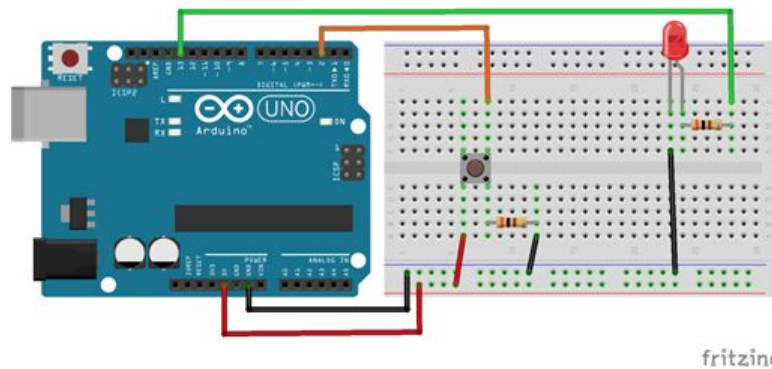
Internet das Coisas Aplicada a Agropecuária de Precisão

Interrupções



Interrupções

- as interrupções são um recurso em microcontroladores que permitem o tratamento especial de eventos que ocorrem esporadicamente ou periodicamente.
- O Arduino possui duas portas de entrada que podem ser utilizadas como fonte interrupções externas: INT0 - porta 2 e INT1 - porta 3
- Exemplo de uma aplicação onde um LED é aceso todas as vezes em que um botão é pressionado



Tratamento de Interrupções no Arduino

- A biblioteca padrão do Arduino já fornece funções para lidar com o tratamento de interrupções.
- Uma rotina de tratamento de interrupção (ISR) deve executar no menor tempo possível.
- Normalmente utilizamos variáveis globais para passar informações de uma ISR para o programa principal.
- Para garantir a atualização correta destas variáveis globais, é importante declará-las como *volatile*.
- Vamos a um exemplo?

```
const uint8_t ledPin = 13;  
const uint8_t interruptPin = 2;  
volatile uint8_t state = LOW;
```

Lembrar que nem todos os pinos podem ser usados como interrupção externa.
e.g. Arduino Uno pinos 2 e 3 apenas.
Arduino Mega 2560 pinos 2, 3, 21, 20, 19, 18.

```
void setup() {  
  pinMode(ledPin, OUTPUT);  
  pinMode(interruptPin, INPUT_PULLUP);  
  attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(interruptPin), blink, CHANGE);  
}
```

variável declarada como volátil

```
void loop() {  
  digitalWrite(ledPin, state);  
}
```

ISR

```
void blink() {  
  state = !state;  
}
```

LOW aciona a ISR quando o nível do pino é baixo
CHANGE aciona a ISR quando o valor do pino muda
RISING aciona a ISR quando o nível do pino vai de *low* para *high*
FALLING aciona a ISR quando o nível do pino vai de *high* para *low*



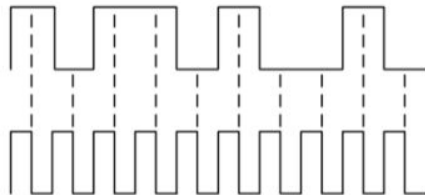
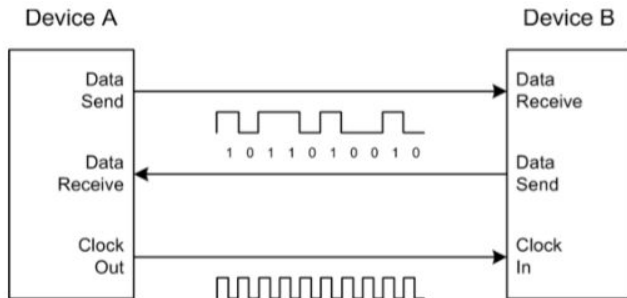
UNIVERSIDADE
FEDERAL RURAL
DE PERNAMBUCO

Internet das Coisas Aplicada a Agropecuária de Precisão

Interfaces de Comunicação com Sensores

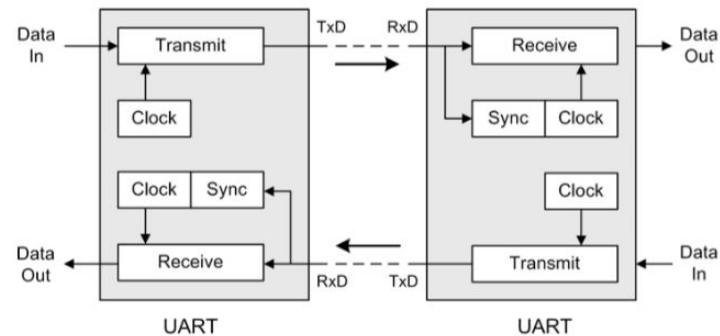


Interfaces Seriais



Data is valid on the falling edge of the clock signal.

serial síncrona

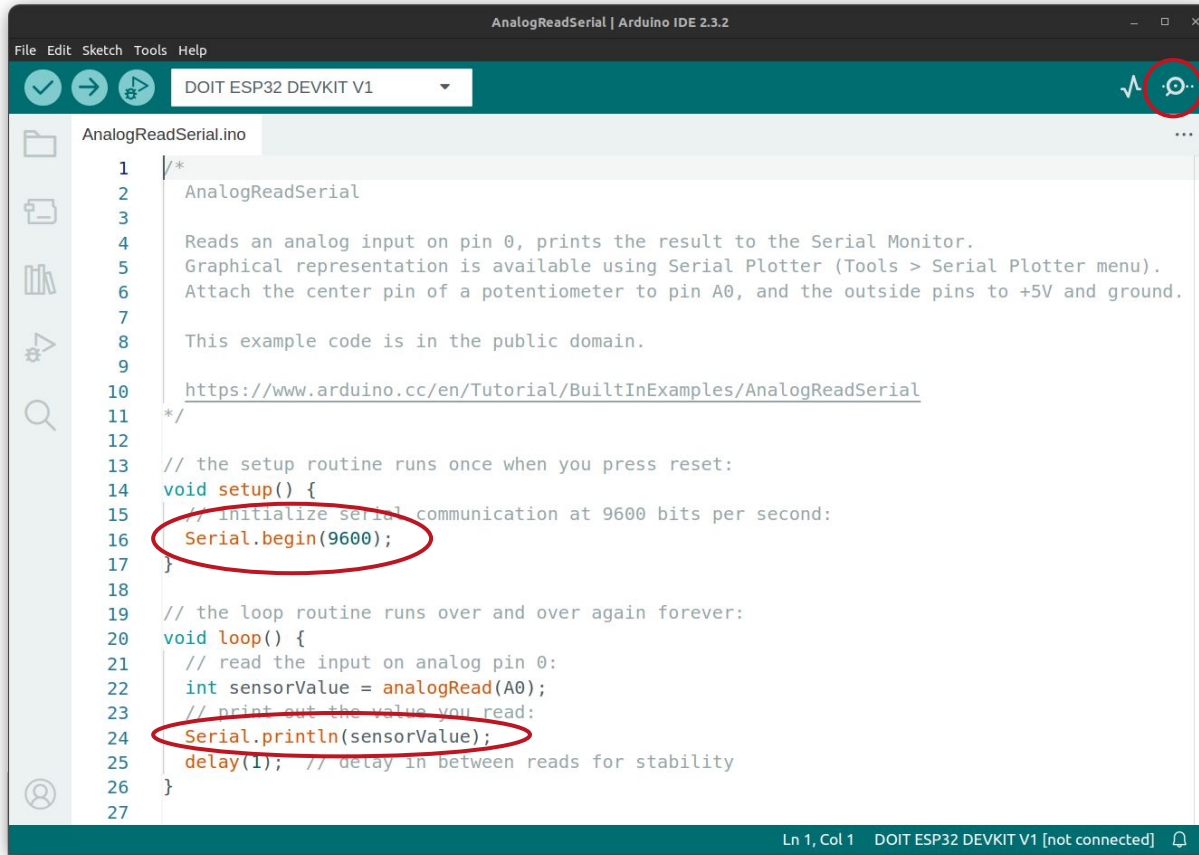


serial assíncrona

UART

- Padrão de comunicação serial assíncrono que durante muito tempo foi amplamente utilizada para comunicação entre computadores e periféricos (impressoras, modems, scanners), controle de dispositivos industriais e sistemas de automação.
- Utiliza uma comunicação serial assíncrona, onde os dados são transmitidos em uma sequência contínua de bits, sem um sinal de relógio separado.
- Suas limitações incluem a distância de comunicação limitada, velocidades de transmissão relativamente baixas e susceptibilidade a interferências elétricas e de ruído.
- Alternativas mais modernas, como USB, Ethernet e Bluetooth, estão gradualmente substituindo este tipo de interface em muitas aplicações devido a vantagens de velocidade, distância e facilidade de uso.
- O ecossistema de placas de desenvolvimento Arduino, utilizam circuitos integrados que emulam uma interface UART através da USB oferecendo uma solução para conectar a interface Serial do microcontrolador a um sistema computacional moderno.

UART no Arduino



```
File Edit Sketch Tools Help
DOIT ESP32 DEVKIT V1

AnalogReadSerial.ino
1  /*
2   AnalogReadSerial
3
4   Reads an analog input on pin 0, prints the result to the Serial Monitor.
5   Graphical representation is available using Serial Plotter (Tools > Serial Plotter menu).
6   Attach the center pin of a potentiometer to pin A0, and the outside pins to +5V and ground.
7
8   This example code is in the public domain.
9
10  https://www.arduino.cc/en/Tutorial/BuiltInExamples/AnalogReadSerial
11  */
12
13  // the setup routine runs once when you press reset:
14  void setup() {
15    // initialize serial communication at 9600 bits per second:
16    Serial.begin(9600);
17  }
18
19  // the loop routine runs over and over again forever:
20  void loop() {
21    // read the input on analog pin 0:
22    int sensorValue = analogRead(A0);
23    // print out the value you read:
24    Serial.println(sensorValue);
25    delay(1); // delay in between reads for stability
26  }
27

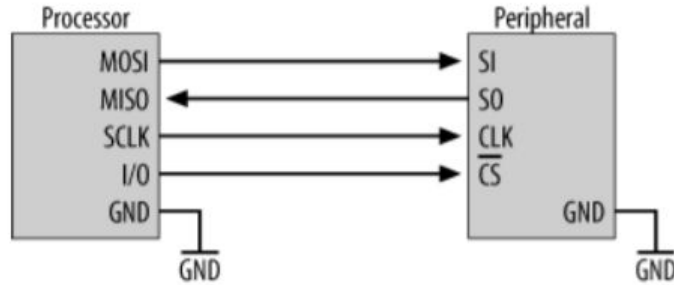
Ln 1, Col 1 DOIT ESP32 DEVKIT V1 [not connected]
```



Interface SPI

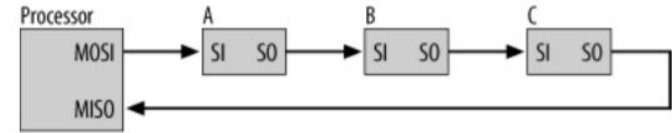
- A Interface Serial Peripheral Interface (SPI) é um padrão de comunicação serial síncrono amplamente utilizado para conectar dispositivos periféricos, como sensores, a microcontroladores.
- É especialmente popular em aplicações onde alta velocidade de comunicação e baixa latência são críticas.
- Na comunicação SPI, há geralmente um dispositivo mestre que controla a comunicação e um ou mais dispositivos escravos que respondem às solicitações do mestre.
- O mestre é responsável por gerar o sinal de clock e controlar o fluxo de dados, enquanto os escravos respondem conforme necessário.
- A interface SPI requer apenas alguns pinos para comunicação, geralmente incluindo linhas de dados (MISO e MOSI), um sinal de clock (SCK) e linhas de seleção de dispositivo (SS ou CS) para cada dispositivo escravo.

interface SPI

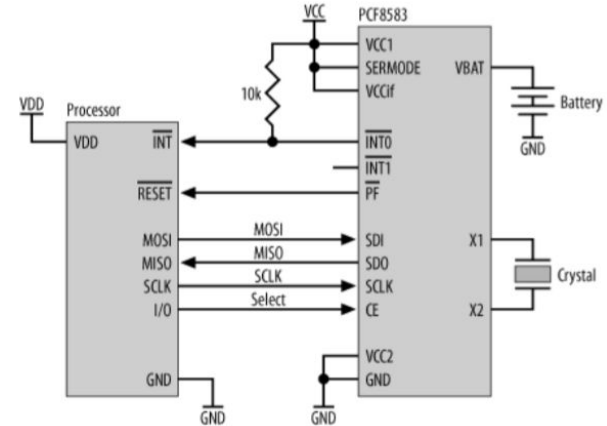


Interface SPI básica

- **Sinais da interface SPI:**
 - Master Out Slave In (MOSI)
 - Master In Slave Out (MISO)
 - Serial Clock (SCLK or SCK)
 - Chip Select (CS)



Dispositivos SPI conectados em cadeia

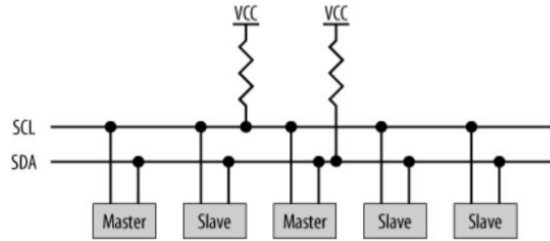


Um chip RTC DS1305 conectado a um uC através da interface SPI

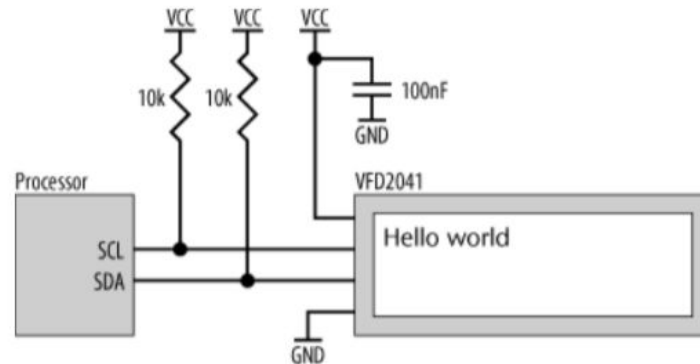
Interface I²C

- A Interface Inter-Integrated Circuit (I²C) é um padrão de comunicação serial de baixo nível amplamente utilizado em sistemas embarcados para interconectar dispositivos e sensores.
- A comunicação I²C é síncrona e utiliza apenas dois fios: um fio de dados (SDA) e um fio de clock (SCL).
- Esta simplicidade facilita a integração de vários dispositivos em um único barramento de comunicação.
- Um dispositivo mestre inicia e controla a comunicação, e um ou mais dispositivos escravos respondem às solicitações do mestre.
- Cada dispositivo escravo possui um endereço único no barramento, permitindo que o mestre se comunique com cada dispositivo de forma individual.

interface I²C



rede de dispositivos I²C

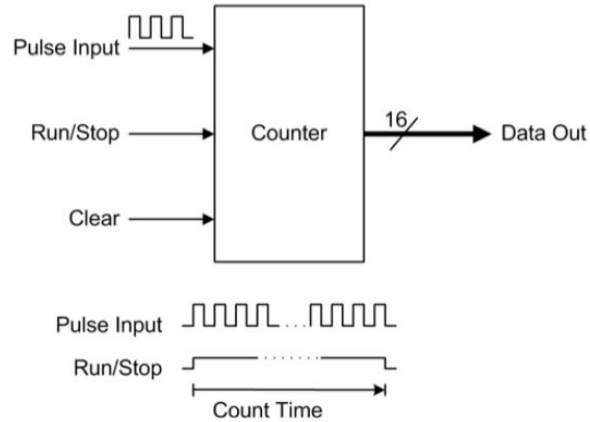


Interfaceando um μ C com um display I²C

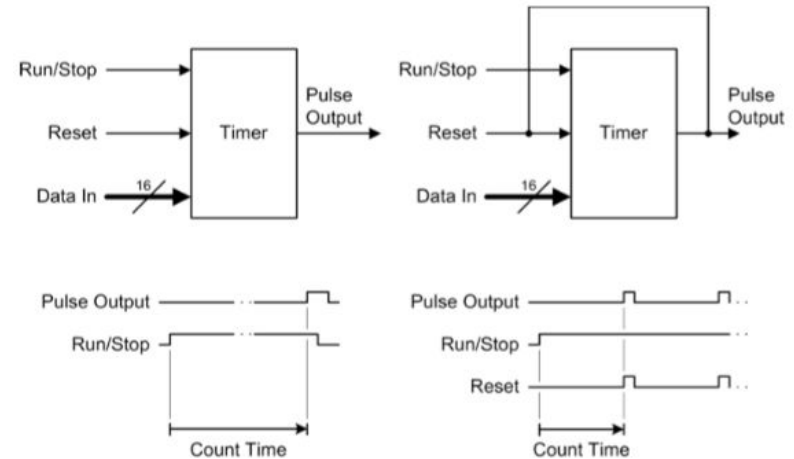
Internet das Coisas Aplicada a Agropecuária de Precisão

Contadores e Timers

Contadores e Timers



contador genérico



Single Pulse
Generation

Continuous Pulse
Generation

timer genérico