



## TP2 SISTEMAS EMBEBIDOS

ESP32, SENSORES DE HUMIDADE, TEMPERATURA,  
HUMIDADE DO SOLO, NÍVEIS DE LUZ

Diogo Fernandes, Ivo Encarnação, Rafael Rio, Ricardo Fortuna

Nº22102558, Nº21901997, Nº22100521, Nº22107919

## ÍNDICE

Introdução.....	2
<b>Mecanismo dos sensores.....</b>	<b>3</b>
Sensor DHT11.....	3
Sensor LDR ou Fotoresistor.....	4
Comparador LM393.....	5
Sensor de Humidade do Solo.....	6
Descrição do Código.....	7
Funções.....	7
Diagrama esquemático/ esquema elétrico.....	7
Código implementado.....	8
<b>Problemas / Desafios.....</b>	<b>9</b>
Resultados/Discussão.....	9
Conclusão.....	9

## INTRODUÇÃO

Neste projeto, exploramos o uso de sensores em conjunto com a placa de desenvolvimento ESP32, onde a leitura e transmissão de dados são elementos-chave.

O nosso objetivo foi criar um sistema que recolhe dados de pelo menos três sensores e, em seguida, transmite esses valores. Foi sugerido pelo professor existir a comunicação entre dois ESP32, no entanto o grupo decidiu comunicar com o telemóvel através de Bluetooth mostrando assim os dados num terminal de Bluetooth no telemóvel.

Ao longo deste relatório, discutiremos a configuração dos sensores utilizados, e a lógica de programação implementada nos ESP32. No final deste documento, teremos uma visão abrangente do processo, bem como dos desafios enfrentados e soluções implementadas, proporcionando uma análise completa deste trabalho.

## MECANISMO DOS SENSORES

Os sensores são como o sistema nervoso de um Arduino ou de um ESP32, estes emitem informação retirada do mundo real e convertem-na para o mundo digital.

Existem 2 tipos de leitura para os sensores, leitura com portas digitais que registam 1 ou 0 e leituras com portas analógicas que fazem uma leitura contínua entre 0 e 1, ou entre 0 e o valor máximo do próprio Arduino, lembrando que esse limite máximo muda de Arduino para ESP32, sendo o do Arduino 1024 e o do ESP32 sendo de 4095.

Neste capítulo vamos abordar os sensores escolhidos para o projecto e explicar como cada sensor funciona, que resultados eles devem atingir consoante a situação em que se encontram e em que situações esses sensores são utilizados.

### SENSOR DHT11

O sensor DHT11 é um sensor de temperatura e humidade muito utilizado em projetos de eletrónica e automação. O seu funcionamento baseia-se numa tecnologia de capacitação, que mede a variação da capacidade elétrica do sensor para determinar a temperatura e a humidade do ambiente.

Sensor de Humidade: O sensor DHT11 possui um elemento sensível à humidade, composto por um polímero que altera a sua resistência elétrica com base na humidade relativa do ambiente. Quanto maior for a humidade, menor será a resistência do elemento, sendo assim o resultado da porta analógica mais pequeno.

Sensor de Temperatura: Para além do sensor de humidade, o DHT11 incorpora também um termíster que mede a temperatura. O termíster é um componente cuja resistência varia com a temperatura. À medida que a temperatura aumenta, a resistência do termistor diminui.

Aplicações: O sensor DHT11 é frequentemente usado em circuitos onde se deseja controlar dispositivos com base na temperatura ou humidade como controle do clima em casa, estações meteorológicas pessoais, estufas, controle do ambiente em laboratórios.

## SENSOR LDR OU FOTORESISTOR

Um sensor LDR (Light-Dependent Resistor), também conhecido como fotoresistor, é um dispositivo eletrónico que varia a sua resistência elétrica de acordo com a intensidade da luz incidente. O sensor LDR é composto por um material semicondutor que tem a capacidade de conduzir eletricidade. Esse material é sensível à luz. Quando a luz incide no sensor LDR, os fótons de luz interagem com os elétrons no material semicondutor.

A resistência do sensor LDR diminui à medida que a luz aumenta, e aumenta a resistência quando a luz diminui. Isso ocorre porque a luz aumenta a condutividade do material semicondutor, permitindo que uma corrente elétrica flua com mais facilidade.

Aplicações: O sensor LDR é frequentemente usado em circuitos onde se deseja controlar dispositivos com base na intensidade da luz ambiente. Por exemplo, em sistemas de iluminação automática, o sensor LDR pode ser usado para activar mecanismos como persianas ou acender as luzes, quando o ambiente escurece e apagá-las quando há luz suficiente.

## COMPARADOR LM393

O LM393 é um amplificador operacional comparador amplamente utilizado em eletrônica. É um dispositivo que compara duas entradas, normalmente uma entrada de sinal (positiva) e uma referência (negativa), e produz uma saída digital que indica se a entrada de sinal é maior ou menor que a referência. Eis algumas características e informações importantes sobre o comparador LM393:

**Comparação de Tensão:** O LM393 tem quatro pins de entrada:

- VCC - Ligada a 5 volts normalmente
- GND - Ligada ao GND da placa
- D0 - Porta digital onde lê 0 ou 1
- A0 - Porta analógica que lê de 0 a 1 fazendo um intervalo contínuo

O LM393 costuma ter um potenciómetro para configurar a porta digital, fazendo que quando chega aos valores pretendidos ele recebe 1 e enquanto está em valores baixos ele tem uma leitura de 0.

A porta A0 que é uma porta analógica, faz esta peça bastante útil pelo facto de conseguirmos ter níveis mais personalizados pois trabalhamos na unidade da relação entre as tensões nas entradas, isto dá-nos um **OUTPUT** mais eficiente e personalizado.

**Histerese:** O LM393 geralmente possui um recurso de histerese, o que significa que a saída não muda instantaneamente quando a relação entre as tensões nas entradas é cruzada. Isso ajuda a evitar oscilações indesejadas quando a tensão de entrada está próxima do limite.

**Aplicações:** O LM393 é usado em diversas aplicações, como sensores de luz (LDRs), sensores de temperatura, detecção de nível de líquidos, sistemas de controle, alarmes e muito mais.

## SENSOR DE HUMIDADE DO SOLO

Os sensores de umidade do solo são dispositivos projetados para medir o teor de umidade no solo. Eles são particularmente úteis em aplicações agrícolas e de jardinagem, bem como em sistemas de automação e monitoramento ambiental.

Princípio de Resistência: Muitos sensores de umidade do solo operam com base na variação da resistência elétrica do solo em função da umidade. O solo é um meio condutivo, e a quantidade de água presente nele afeta a condutividade elétrica.

Elétrodos ou Sondas: O sensor é composto por elétrodos ou sondas que são inseridos no solo. Essas sondas permitem que a corrente elétrica passe pelo solo e medem a resistência elétrica do solo entre elas.

Este sensor precisa ser calibrado, a Física diz-nos que cada material tem a sua resistência por natureza, então foi preciso calcular a resistência mínima e a resistência máxima, associando assim a resistência mínima ao terreno húmido e a resistência máxima ao terreno seco. Após essa associação foi preciso fazer um cálculo para converter em percentagem para mostrar no display do telemóvel através de uma comunicação via Bluetooth.

Aplicações: Os sensores de humidade do solo são amplamente utilizados em sistemas de irrigação automatizada, onde podem determinar quando é necessário irrigar as plantas com base na humidade do solo. Eles também são usados em projetos de monitorização ambiental, pesquisa agrícola e controle de umidade em estufas e viveiros.

## Descrição do Código

O programa está estruturado em 4 partes:

1. Declaração de portas e bibliotecas usadas.
2. `setup()` do Arduino, ligando as portas e especificando se é **OUTPUT** ou **INPUT**
3. `loop()` que é criação lógica do programa
4. Funções

## FUNÇÕES

Função callback(): É ativada apenas quando um dispositivo se liga por Bluetooth para dar a conhecer ao utilizador o menu disponível do mecanismo.

Função humidade(): Leitura do sensor, conversão para percentagem do resultado lido do sensor para o utilizador.

Função temperatura(): Leitura do sensor, mostrando a temperatura em graus Celsius para o utilizador.

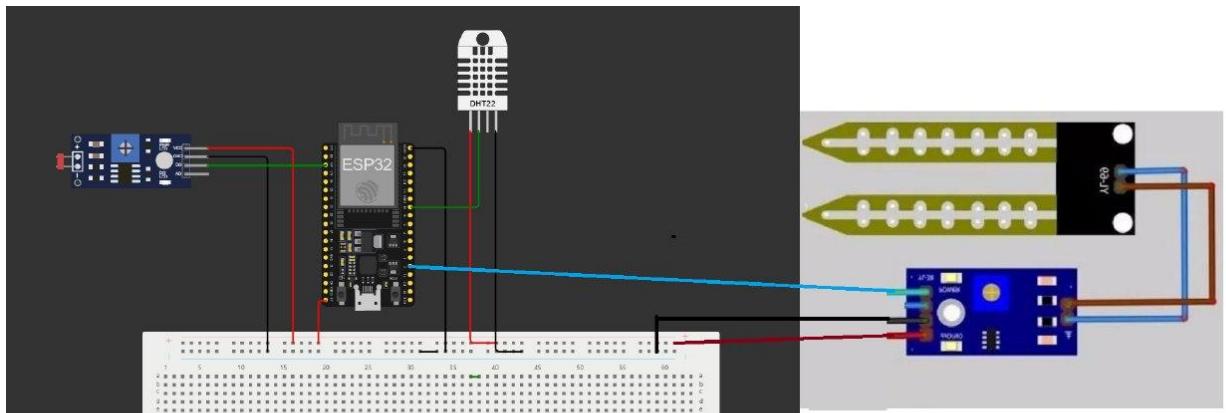
Função humidade\_terra(): Leitura do sensor, conversão para percentagem do resultado lido do sensor, para o utilizador, dizendo se a terra está seca, húmida, ou “afogada”.

Função ldr\_sensor(): Leitura do sensor, mostrando o valor recebido pela porta lógica seguidamente de uma análise feita por IF's dizendo se está escuro, com pouca luz, com luz considerável ou com muita luz.

## DIAGRAMA ESQUEMÁTICO / ESQUEMA ELÉTRICO

O projeto é constituído por:

- 1 x Placa de ESP32 WROVER
- 1 x Sensor DHT11
- 1 x Sensor LDR ou Fotoresistor
- 1 x Comparador LM393
- 1 x Sensor de Humidade do Solo
- 1 x Resistências de 10K Ω



#### CÓDIGO IMPLEMENTADO

O código implementado foi anexado num ficheiro chamado  
“Codigo\_project\_Bluetooth. TXT”

## PROBLEMAS / DESAFIOS

Ao longo do projecto tivemos alguns desafios, designadamente a compreensão como os sensores funcionam e que valores retornavam, levando-nos assim a construir o capítulo de “MECANISMO DOS SENSORES”. Debatendo, vimos a importância na construção desse capítulo para a documentação e ajuda de projetos futuros.

Um desafio que eventualmente apareceu, foi, que tecnologia/protocolo haveríamos de usar para a comunicação entre os dois dispositivos, pelo facto de cada tecnologia/protocolo requerer alguns cuidados, por exemplo, a construção da comunicação pelo WIFI. Se for numa rede com base no router de casa, os IP's designados a cada máquina podem ser alterados pelas configurações do próprio router (DHCP POOL). Isto pode ser prevenido se definirmos IP's estáticos ou se fizermos um WIFI Direct. Foi então que decidimos utilizar o Bluetooth pois tem uma configuração mais simples, por não precisar de configurar um dos ESP32 como servidor e o outro como cliente.

## RESULTADOS/DISCUSSÃO

De uma maneira geral os resultados propostos foram todos atingidos, lembrando que ao longo deste projeto a parte da investigação foi fundamental para atingir esses resultados. Na escrita e na análise deste relatório vimos que havia pontos ou melhorias que poderiam ser implementadas para um projecto mais complexo como na implementação do LCD diretamente no ESP32 quando a conexão ao telemóvel não se verificava como bem sucedida. Por falta de variação de sensores aplicados à meteorologia, não foram mais implementados, no entanto o grupo demonstrou bastante interesse em explorar mais a área para trabalhos futuros e trabalhos pessoais como automatizações para casas inteligentes ou aquários inteligentes resolvendo problemas da sociedade no dia a dia.

## CONCLUSÃO

No geral, este trabalho forneceu uma experiência prática valiosa, que pode ser aplicada em cenários do mundo real, desde casas inteligentes a máquinas / circuitos eletrónicos lógicos.