

Relatório Técnico: Dispositivo de Monitoramento de ambiental

Professor: José Kleiton

Aluno: Ernane Ferreira

1. Introdução:

O presente relatório técnico tem como objetivo fornecer uma visão detalhada do projeto do Dispositivo de Monitoramento Ambiental desenvolvido pela ETS - Ernane Tech Solutions, com uma ênfase especial em seu contexto de aplicação. Este dispositivo desempenha um papel crucial no monitoramento de variáveis ambientais críticas em um ambiente específico: o almoxarifado do NUPLAN da UFRN (Núcleo de Planejamento da Universidade Federal do Rio Grande do Norte). No contexto de um almoxarifado, a necessidade de manter um controle rigoroso da temperatura, umidade e a detecção precoce de incêndios é essencial para garantir a integridade de estoques sensíveis e a segurança das instalações. Este relatório não apenas descreverá as escolhas de componentes e sua justificativa, mas também destacará a metodologia de integração, evidenciando a importância vital do Dispositivo de Monitoramento Ambiental na gestão eficiente de recursos no almoxarifado do NUPLAN da UFRN. A compreensão das razões por trás das escolhas de componentes é fundamental para apreciar o impacto direto desse projeto em um ambiente operacional tão específico.

2. Descrição do Projeto:

O projeto em questão, intitulado "Dispositivo de Monitoramento Ambiental", representa uma solução tecnológica inovadora e essencial para garantir a segurança e o controle de variáveis ambientais em ambientes críticos. Desenvolvido pela ETS - Ernane Tech Solutions em resposta ao Documento de Licitação número 007, promovido pelo órgão contratante, JK Pharma, o dispositivo foi concebido com o propósito de atender a requisitos técnicos específicos e requisitos mínimos rigorosos estabelecidos no edital.

O objetivo central deste projeto é fornecer um dispositivo capaz de medir com precisão a temperatura ambiente, a umidade relativa do ar e, simultaneamente, detectar potenciais focos de incêndio. Essas funcionalidades essenciais têm aplicações críticas, especialmente no contexto do almoxarifado do NUPLAN da UFRN (Núcleo de Planejamento da Universidade Federal do Rio Grande do Norte), onde estoques sensíveis e processos operacionais demandam uma monitorização constante.

O dispositivo é composto por um conjunto de componentes cuidadosamente selecionados para cumprir tais requisitos. Estes incluem sensores de temperatura e umidade (DHT22), um detector de incêndio (Sensor de Gás MQ-2 Inflamável e Fumaça), botões de controle, um display de cristal líquido (LCD), resistores e um microcontrolador ATMEGA2560. A integração de tais componentes visa a criação de um sistema funcional capaz de coletar e apresentar dados ambientais relevantes, além de reagir de forma eficaz em situações de detecção de incêndio.

Além disso, o dispositivo foi projetado para oferecer modos de configuração que permitem ao usuário personalizar as medições de acordo com as necessidades específicas do ambiente de aplicação. Além disso, é capaz de armazenar registros de medições, o que permite um acompanhamento detalhado ao longo do tempo.

Este projeto se destaca pela qualidade técnica e atenção aos requisitos específicos do edital. A sua implementação e uso proporcionarão uma solução confiável e eficaz para o monitoramento ambiental em ambientes críticos, como o almoxarifado do NUPLAN da UFRN.

3. Componentes e Justificativas:

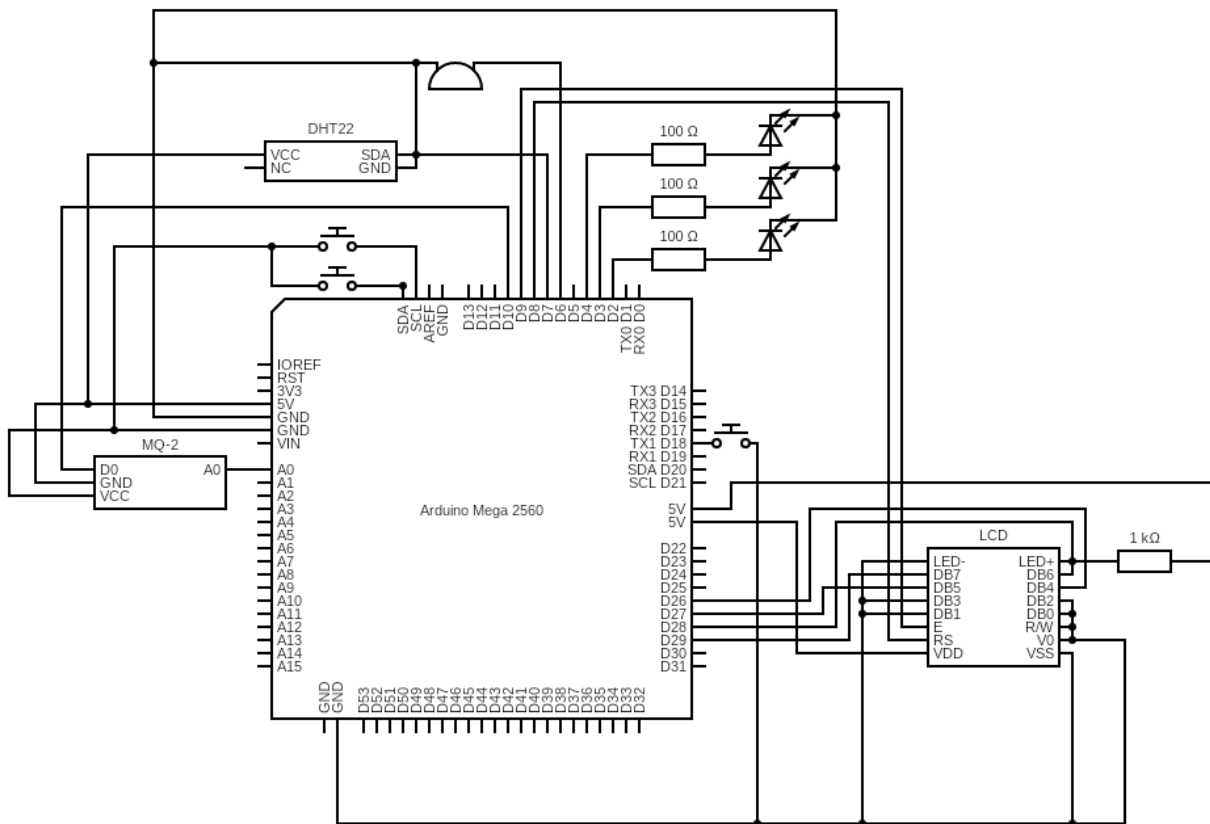


Figure 1: Esquemático do circuito

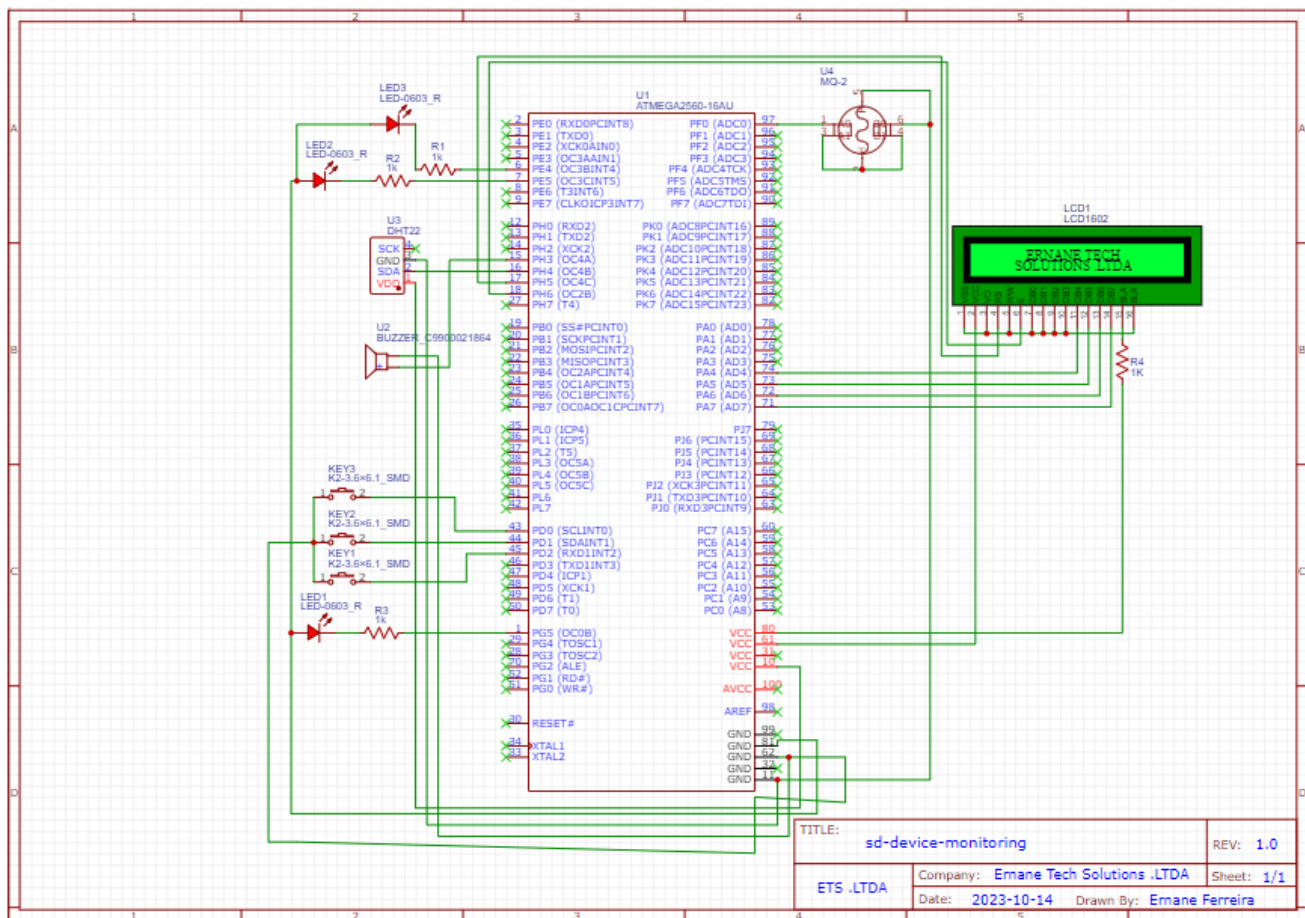


Figure 2: Esquemático do circuito - v2

3.1. Sensor de Humidade e Temperatura (DHT22):

O sensor de umidade e temperatura DHT22, também conhecido como AM2302, é um componente fundamental no nosso projeto. Este sensor possui a capacidade de medir com precisão tanto a temperatura ambiente quanto a umidade relativa do ar, tornando-se essencial para a operação confiável e eficaz do dispositivo.

A família DHT cumpre bem o papel, mas a escolha do DHT22 em detrimento de outros componentes da mesma família como o DHT11 por exemplo, se baseia em uma série de razões técnicas e de desempenho. O DHT22 é conhecido por apresentar uma precisão superior em relação ao DHT11. De acordo com dados disponíveis em datasheets e referências técnicas, o DHT22 é capaz de medir a temperatura com uma precisão de $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e a umidade com uma precisão de $\pm 2\%$. Esses números destacam a confiabilidade desse sensor em proporcionar medições altamente precisas, mesmo em condições ambientais variáveis.

Comparativamente, o DHT11, embora seja um sensor de baixo custo, possui uma precisão inferior, com uma margem de erro de $\pm 2^{\circ}\text{C}$ na medição de temperatura e $\pm 5\%$ na medição de umidade.

Portanto, o DHT22 se destaca como a escolha preferencial devido à sua capacidade de fornecer medições mais precisas, o que é crucial em aplicações onde o controle ambiental é fundamental, como no almoxarifado em questão.

Além disso, o DHT22 oferece um intervalo de medição mais amplo, operando em faixas de temperatura de -40°C a 80°C e de umidade de 0% a 100%. Essa ampla faixa de operação torna o DHT22 mais versátil em aplicações onde variações extremas nas condições ambientais podem ocorrer além de permitir, no dispositivo desenvolvido, uma gama maior de intervalo de alertas para temperatura e umidade muito baixas ou altas.

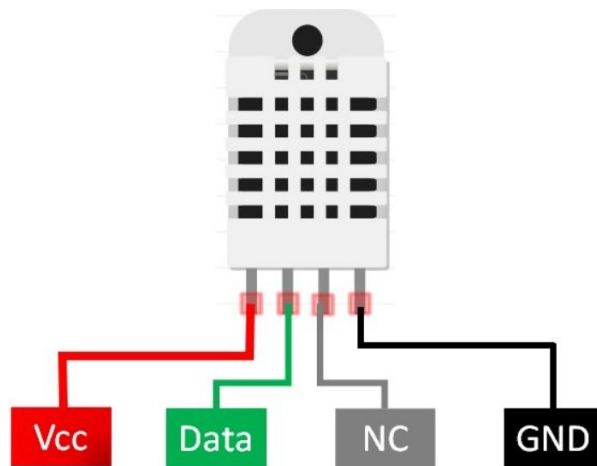


Figure 3: DHT22 pinout

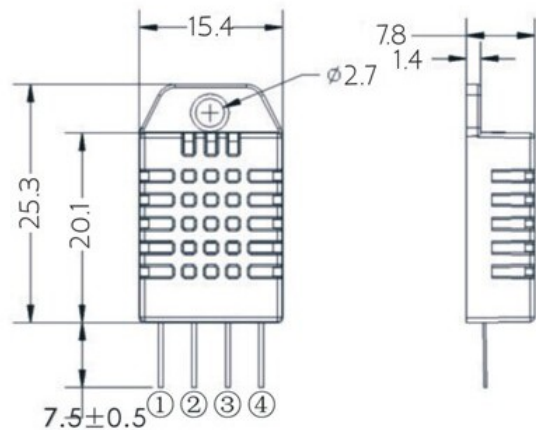


Figure 4: DHT22 dimensões

3.2. Detector de Incêndio (Sensor de Gás MQ-2 Inflamável e Fumaça)

O Sensor de Gás MQ-2 Inflamável e Fumaça é projetado para a detecção de gases inflamáveis, como metano, propano, butano e fumaça. Sua capacidade de identificar rapidamente a presença de gases inflamáveis e a fumaça o torna uma escolha fundamental para a segurança em ambientes críticos.

A presença de produtos químicos, materiais inflamáveis ou até mesmo a possibilidade de equipamentos defeituosos pode aumentar a probabilidade de incêndios. Nesse contexto, a capacidade do sensor MQ-2 de identificar gases inflamáveis e fumaça, é fundamental para a segurança e a preservação dos recursos armazenados. Essas características são essenciais em ambientes onde a segurança e a proteção de recursos são prioridades, como o almoxarifado do NUPLAN da UFRN. Portanto, a escolha do Sensor de Gás MQ-2 é respaldada pela sua precisão, sensibilidade e capacidade

de resposta, garantindo que o dispositivo possa detectar e alertar sobre a presença de incêndio de maneira confiável.



Figure 5: Sensor de Gás Inflamável e de Fumaça MQ-2

3.3. Botões de Controle

Estes botões são projetados para permitir a interação direta dos usuários com o dispositivo, oferecendo a capacidade de realizar operações específicas. A escolha dos Botões de Controle Chave Tátil se baseia na necessidade de oferecer aos usuários um meio intuitivo e prático de interagir com o dispositivo.

Os botões proporcionam uma interface direta e intuitiva para que os usuários possam realizar operações diversas no dispositivo como os vários e possíveis modos de configuração do sistema projetado. A natureza tátil dos botões permite uma resposta tátil quando pressionados, o que aumenta a usabilidade. Os usuários podem identificar facilmente a ativação dos botões por meio do feedback tátil, o que contribui para uma operação eficiente e livre de erros. Além disso, os botões podem ser programados para atender a várias funções, dependendo das necessidades específicas do usuário ou das operações requeridas. Isso adiciona flexibilidade ao dispositivo, permitindo que ele seja adaptado a diferentes cenários de uso. Dessa forma, a depender da tela especificada ou modo de configuração o botão responderá de modo diferente permitindo uma variedade de configurações interessantes.

3.4. Display de LCD 16x2

O Display de LCD 16x2 consiste em um visor de cristal líquido capaz de exibir informações relevantes de maneira clara e legível a respeito do sistema. A escolha do Display de LCD 16x2 se baseia na necessidade de apresentar informações de forma visível e acessível para os usuários do dispositivo. Ele oferece um tamanho ideal para exibir informações de maneira legível, tornando-o adequado para apresentar medições de temperatura, umidade, alertas de incêndio e outros dados relevantes. É suficientemente compacto para economizar espaço, mas ao mesmo tempo oferece uma capacidade de exibição significativa. Com 16 caracteres por 2 linhas, esse display permite apresentar informações de maneira organizada e compreensível.

Ao escolher o Display 16x2, evitamos as limitações de displays menores que poderiam não ser capazes de exibir todas as informações necessárias de maneira clara. Por outro lado, displays maiores poderiam ocupar espaço desnecessário e aumentar o custo do dispositivo. O Display 16x2 oferece um equilíbrio ideal entre legibilidade e eficiência de espaço.

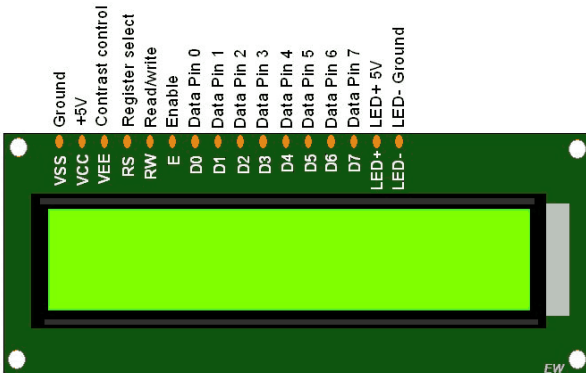


Figure 6: LCD pinout



Figure 7: LCD teste de caracteres

3.5. Resistores

Os resistores foram incorporados ao com a finalidade de proporcionar segurança e funcionalidade aos componentes. No caso dos LEDs informativos e do LED do display, eles são usados para limitar a corrente, garantindo assim um funcionamento adequado e evitando danos aos componentes. Além disso, a utilização de resistores permite uma distribuição uniforme da tensão nos dispositivos, contribuindo para a estabilidade do sistema. Vale ressaltar que, no projeto, não foi necessário o uso de LEDs adicionais para configurações pull-up em alguns dispositivos conectados ao microcontrolador, uma vez que o presente microcontrolador já possui resistores de pull-up internos, os quais atendem eficazmente às necessidades do projeto, simplificando a complexidade e otimizando o uso de recursos.

3.6. LEDs

A incorporação dos LEDs no dispositivo desempenha um papel crucial na comunicação de informações do sistema aos usuários, tornando o dispositivo mais acessível e informativo. Optou-se pela utilização de três LEDs com diferentes cores e funções específicas:

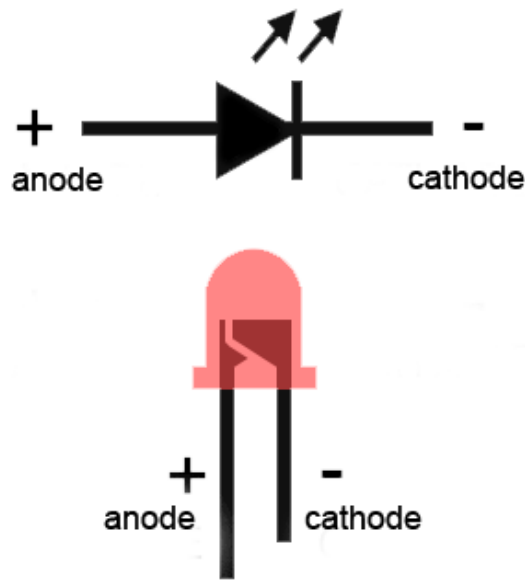


Figure 8: LED representação e pinout

3.6.1. LED Verde (Modo Congelado)

O LED verde foi escolhido para indicar o modo de operação no qual o dispositivo está apenas mostrando informações. Essa luz verde sinaliza que o dispositivo está em um estado passivo, não realizando operações de leitura ativas dos sensores, proporcionando uma forma eficaz de indicar aos usuários que o dispositivo está operando em um modo de conservação de energia.

3.6.2. LED Amarelo (Executando Operação)

O LED amarelo tem a função de indicar que o dispositivo está executando uma operação ativa, como a leitura dos dados dos sensores. Essa luz amarela serve como um indicador visual de que o dispositivo está atualizando informações em tempo real, oferecendo aos usuários a tranquilidade de saber que as medições estão sendo coletadas.

3.6.3. LED Vermelho (Alerta de Problema ou Excesso)

O LED vermelho foi selecionado para sinalizar situações críticas em que algum limite foi excedido ou problemas foram detectados. Ele é essencial para comunicar a ocorrência de eventos indesejados, como temperaturas mínimas ou máximas, níveis de umidade fora dos limites aceitáveis ou a detecção de fumaça, que pode indicar a presença de incêndio. O uso do LED vermelho como alerta permite aos usuários uma resposta rápida e eficaz diante de condições potencialmente perigosas.

A escolha de diferentes cores para os LEDs, juntamente com suas funções específicas, contribui para a clareza da comunicação de informações pelo dispositivo, tornando-o mais fácil de entender e utilizar.

3.7. Buzzer

O Buzzer Ativo foi integrado ao dispositivo para atuar como um alerta sonoro em situações críticas, proporcionando uma camada adicional de notificação para os usuários. A escolha de utilizar um buzzer ativo, em vez de um buzzer passivo, se deve à sua capacidade de produzir sons audíveis de maneira autônoma quando alimentado com corrente, o que o torna mais adequado para alertas em situações de emergência como quando for detectado a presença de fumaça no ambiente representando possível incêndio.



Figure 9: Buzzer

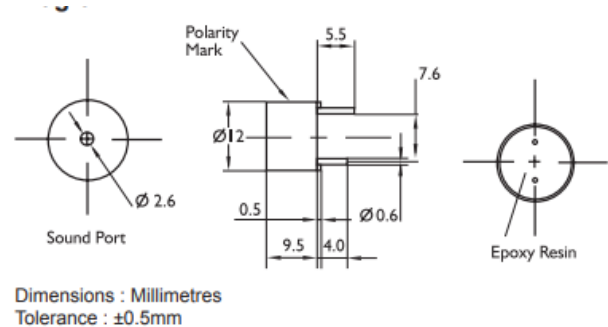


Figure 10: Buzzer diagram

3.8. Microcontrolador ATMEGA2560

O microcontrolador ATmega2560 foi selecionado como componente central devido à sua capacidade robusta e versátil. Sua ampla quantidade de portas de I/O, em comparação com microcontroladores como o ATmega328P, desempenhou um papel crucial na escolha, pois permitiu a expansão e conexão de diversos dispositivos de forma simultânea. Essa característica foi particularmente importante para a integração de componentes como sensores, botões de controle e o display LCD 16x2, garantindo a conectividade de todos os elementos do projeto.

Além disso, a capacidade de utilização de interrupções externas, permitiu a incorporação de sistemas de alerta e ações imediatas em situações críticas, como a detecção de incêndio. Essas interrupções externas habilitam o microcontrolador a reagir de forma ágil e responsiva, aumentando a eficácia do dispositivo.

O uso dos conversores analógicos-digitais (ADC) do ATmega2560 foi fundamental para as medições do sensor de fumaça. Esses conversores possibilitaram a leitura analógica dos sinais do sensor, convertendo-os em valores digitais para uma análise e detecção de fumaça.

dos sensores. O LED verde indica o modo passivo, em que o dispositivo está apenas mostrando informações. A escolha da cor e o padrão de acionamento dos LEDs foram projetados para fornecer informações claras ao usuário.

Os LEDs são conectados às entradas digitais PE4, PE5 e PG5 do microcontrolador e recebem sinais correspondentes às ações do dispositivo. Quando há algum problema, o LED vermelho é ativado, pois o microcontrolador envia um sinal alto para o pino PG5. Quando o dispositivo está em seu modo passivo, ou seja, sem realizar nenhuma leitura, o LED verde permanece aceso, recebendo um sinal alto na porta PE4. Por outro lado, quando o dispositivo está executando uma ação, o LED amarelo é aceso, e a porta PE5 recebe um sinal alto. Importante destacar que os três LEDs nunca estão acesos simultaneamente, exceto durante a etapa de testes iniciais do sistema.

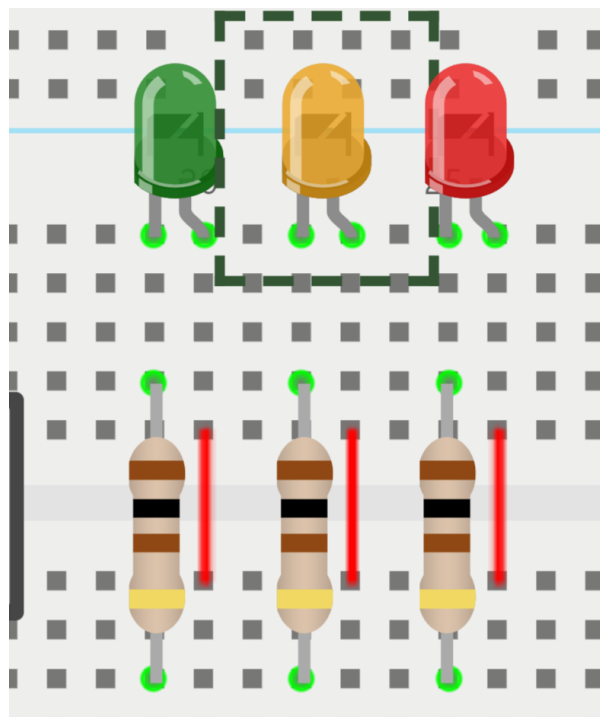


Figure 12: Disposição dos LEDs para representação de utilização
Simulação em software Wokwi

4.3. Sensor DHT22:

O sensor DHT22 é responsável pela medição de temperatura e umidade. Ele está conectado a uma entrada digital do microcontrolador (PH4), permitindo que o ATmega2560 capture os dados em intervalos configuráveis pelo usuário. Os dados fornecidos pelo sensor são transformados em informações compreensíveis para o usuário, permitindo a escolha da unidade de temperatura (Celsius, Fahrenheit ou Kelvin) para exibição no display LCD.

O microcontrolador realiza a captura de informações do sensor DHT22 a cada 1 segundo por padrão.

No entanto, essa configuração de tempo de captura pode ser ajustada pelo usuário durante a execução do sistema. Portanto, o intervalo de captura de dados é determinado por uma variável denominada "SAMPLING," cujo valor é sempre maior ou igual a 1, medido em segundos.

A comunicação com o sensor DHT22 começa com um pulso de inicialização. Após a captura dos dados, o sensor envia essas informações ao microcontrolador em quatro partes distintas:

- Bits de sinal alto que representam a parte inteira da temperatura;
- Bits de sinal baixo que representam a parte fracionária da temperatura;
- Bits de sinal alto que representam a parte inteira da umidade;
- Bits de sinal baixo que representam a parte fracionária da umidade;
- Bits para representação do checksum. Dados de verificação das informações capturadas como auxílio na tratativa de erros.

Esses conjuntos de dados correspondem à temperatura em graus Celsius, variando de -40 °C a 80 °C, e à umidade em percentual, variando de 0% a 100%.

O usuário tem a flexibilidade de escolher a unidade de temperatura desejada para visualização no display. As opções incluem Fahrenheit, Celsius (a unidade padrão) e Kelvin. No entanto, é importante observar que a captura de dados do sensor sempre é realizada em graus Celsius, e a conversão para outras unidades ocorre de acordo com as fórmulas padrão de conversão universal:

- Celsius para Fahrenheit:

$$F = (C \times 9/5) + 32$$

- Celsius para Kelvin:

$$K = C + 273.15$$

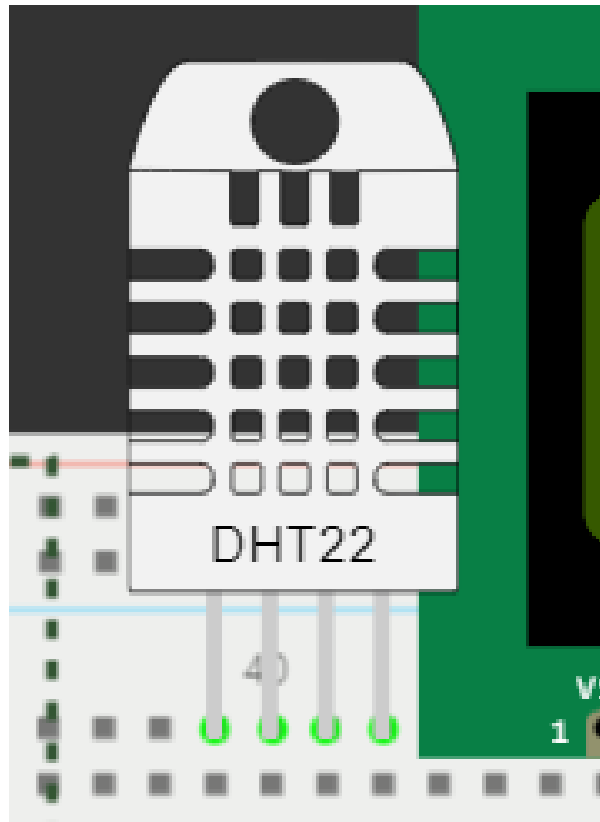


Figure 13: Disposição do sensor DHT22 para representação de utilização
Simulação em software Wokwi

4.4. Sensor de Gás MQ-2:

O sensor de gás MQ-2 (ou uma simulação com potenciômetro) é utilizado para detectar a presença de fumaça no ambiente. Ele está conectado a uma porta analógica do microcontrolador e fornece um índice de intensidade da fumaça, que é monitorado continuamente. Em caso de um índice muito alto de fumaça, o microcontrolador aciona o buzzer ativo e/ou o LED vermelho, alertando o usuário sobre a possível presença de incêndio.

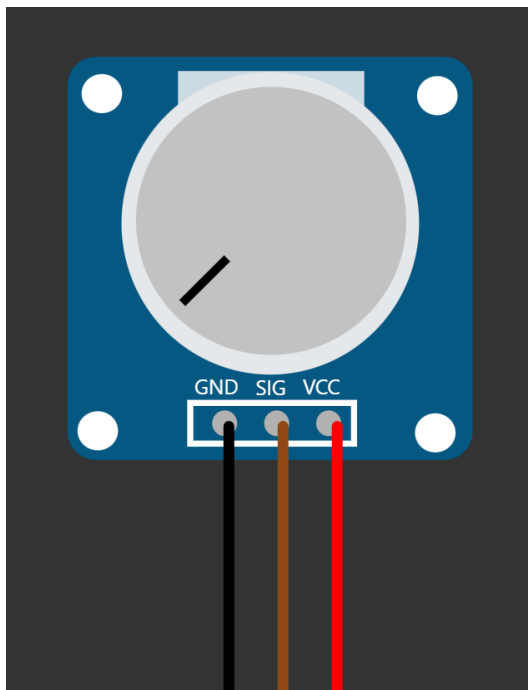


Figure 14: Potenciômetro usado para simulação
Simulação em software Wokwi

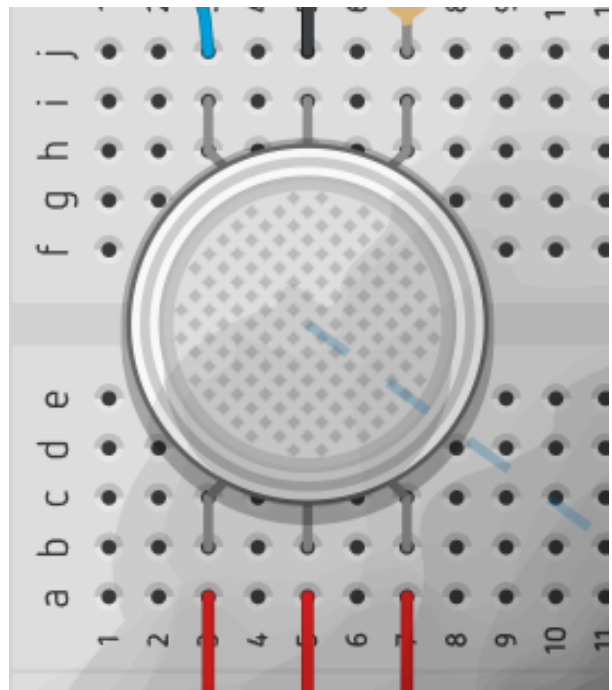


Figure 15: Representação do sensor real no
Tinkercad
Simulação em software Tinkercad

4.5. Botões Tácteis:

Três botões tácteis estão dispostos para melhorar a usabilidade do dispositivo. Eles são acionados por meio de interrupções e estão localizados nas portas PD0, PD1 e PD2 do microcontrolador. Os botões permitem que o usuário interaja com o dispositivo, realizando ações como iniciar a medição ou acessar modos de configuração.

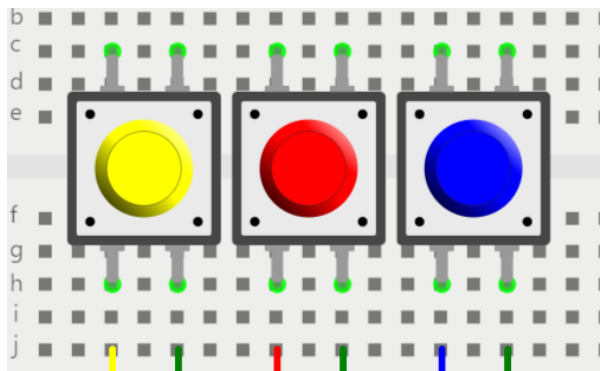


Figure 16: Disposição dos botões utilizados para representação de utilização
Simulação em software Wokwi

4.6. Display LCD 16x2:

O display LCD 16x2 atua como a interface de comunicação e saída de dados principal para o usuário. É conectado ao microcontrolador por meio de uma interface de 4 bits, liberando pinos de I/O para outras funções. O display fornece informações claras e atualizadas sobre as medições de temperatura, umidade e a detecção de fumaça, bem como as configurações do dispositivo. Ele desempenha um papel fundamental na interação do usuário com o sistema.

A escolha de implementar uma interface de 4 bits em vez de uma de 16 bits, que seria uma abordagem mais direta, foi baseada em razões que podem ser esclarecidas com base no autor do livro AVR, que serviu como referência no desenvolvimento deste projeto.

"Utilizar uma interface de dados de 8 bits para um LCD de 16×2 não é recomendado. Isso se deve ao uso excessivo de vias para o acionamento do display (10 ou 11). O emprego de 4 bits de dados libera 4 pinos de I/O do microcontrolador para outras atividades, além de diminuir o número de trilhas necessárias na placa de circuito impresso. O custo é um pequeno aumento na complexidade do programa de controle do LCD, o que consome alguns bytes a mais de programação."

AVR e Arduino - Técnicas de Projeto. Charles Borges de Lima e Marco V. M. Villaça 2ª edição 2012.

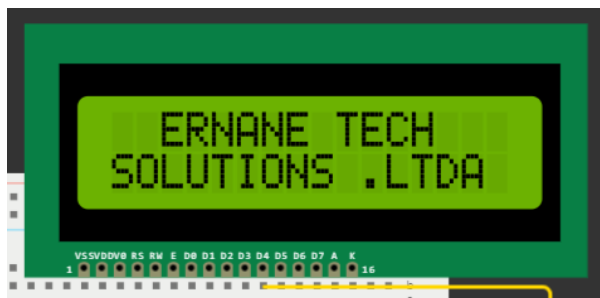


Figure 17: Disposição do LCD utilizado para representação de utilização
Simulação em software Wokwi

Essa integração cuidadosamente planejada garante que todos os componentes funcionem de maneira eficaz e se comuniquem entre si, permitindo ao usuário monitorar o ambiente com facilidade e receber alertas em situações críticas. O microcontrolador coordena as operações de todos os componentes e oferece uma experiência intuitiva ao usuário.

5. Funcionamento e modos de uso

5.1. Tela de inicialização

A tela inicial do dispositivo exibe o nome da empresa responsável por seu desenvolvimento, mas sua funcionalidade vai além dessa apresentação inicial. Durante a inicialização, o dispositivo realiza um teste abrangente de todos os componentes, incluindo os LEDs, a emissão do pulso de inicialização dos sensores e a captura de dados de teste. Essa etapa de verificação garante que o dispositivo seja inicializado sem problemas. Após a conclusão bem-sucedida desse processo de teste, o dispositivo redireciona automaticamente o usuário para a tela principal da aplicação, que é a tela de exibição dos dados coletados. Essa abordagem de verificação integrada assegura que o dispositivo esteja pronto e funcional imediatamente após a inicialização.

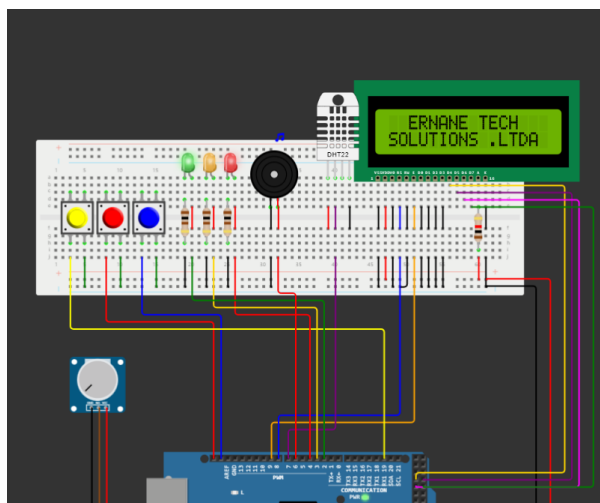


Figure 18: Inicialização do dispositivo

Observe o funcionamento dos dispositivos em ação, com foco especial no buzzer, nos LEDs e no LCD. Embora não seja visível a olho nu, essa etapa envolve os pulsos de inicialização necessários para o primeiro processo de medição dos sensores.

5.2. Tela de dados

Esta é a tela principal do dispositivo, onde os dados de temperatura e umidade são exibidos em tempo real. A temperatura é apresentada em graus Celsius, enquanto a umidade é exibida em percentagem com duas casas decimais de precisão.

Observe o LED verde aceso, que indica que o dispositivo está em modo de economia de energia, ou seja, não está executando nenhuma ação, principalmente medições. No entanto, existe outro estado nessa tela, que ocorre quando o dispositivo está realizando medições. Nessa configuração, o LED verde é desligado, e o LED amarelo é aceso. O LED verde só é reativado quando os novos dados são capturados e validados, retornando ao estado de economia de energia. Essa abordagem assegura que o usuário saiba quando o dispositivo está ativo e coletando informações.

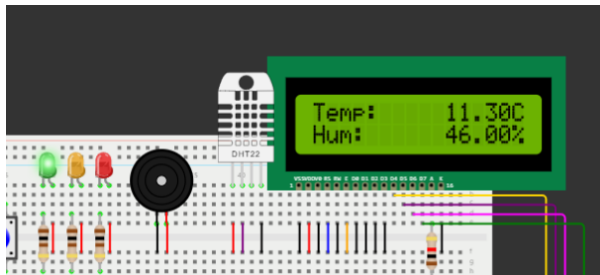


Figure 19: Tela de Dados - LED verde

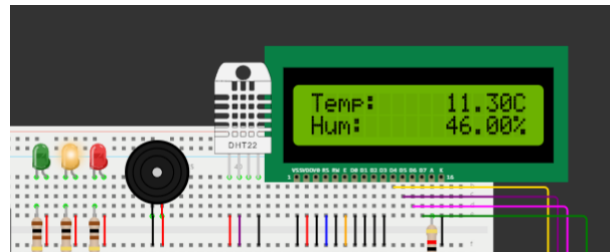


Figure 20: Tela de Dados - LED amarelo

5.3. Menu de configurações

Pressionando o botão principal (botão central destacado em vermelho) na tela inicial, o usuário pode acessar a tela de configurações. Nessa tela, estão disponíveis três opções adicionais para personalização: configuração de temperatura, configuração dos limites de umidade e configuração da taxa de amostragem. Isso permite ao usuário ajustar o dispositivo de acordo com suas preferências e necessidades específicas.

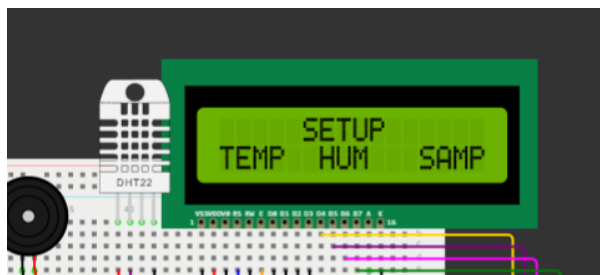


Figure 21: Menu de configurações

5.4. Configurações de Temperatura

Ao pressionar o botão esquerdo (indicado em amarelo) na tela do menu de configurações, o usuário pode acessar a tela de configurações de temperatura. Nessa tela, é possível realizar três tipos diferentes de configurações:

1. Limite mínimo de temperatura;
2. Limite máximo de temperatura;
3. Unidade a ser utilizada para trabalhar com temperatura no sistema.

Essas configurações proporcionam ao usuário o controle personalizado sobre como o dispositivo lida com as medições de temperatura.

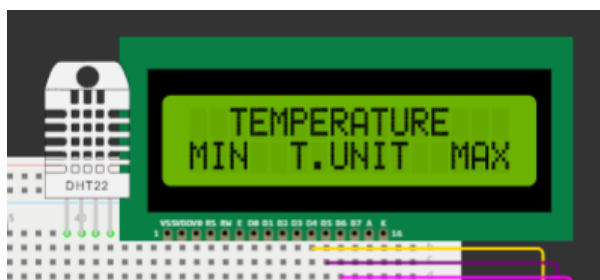


Figure 22: Configurações de Temperatura

5.4.1. Limite mínimo

Ao pressionar o botão esquerdo (indicado em amarelo) na tela do menu de configurações de temperatura, o usuário pode acessar a tela de configurações do limite mínimo de temperatura. Nessa tela, é possível usar os botões esquerdo e direito para aumentar ou diminuir o limite de temperatura mínima que o sistema monitorará. Quando a temperatura estiver mais baixa do que o valor especificado nessa configuração, o dispositivo mostrará no display e sinalizará que o limite determinado foi ultrapassado. É importante notar que a unidade utilizada é Celsius, pois ainda não houve qualquer configuração para alterar isso, portanto, a unidade padrão do sensor DHT22 é mantida. Para salvar a configuração e retornar à tela inicial, basta pressionar o botão principal (botão central,

destacado em vermelho). Isso oferece ao usuário a flexibilidade de definir um limite de temperatura mínimo personalizado para o dispositivo.

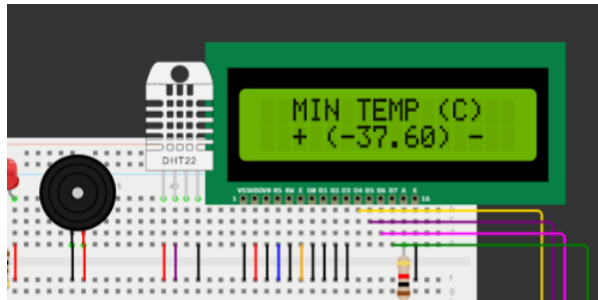


Figure 23: Limite mínimo de temperatura

5.4.2. Unidade

Ao pressionar o botão central (indicado em vermelho) na tela de configurações de temperatura, o usuário pode acessar a tela de configurações de unidade de temperatura. Nessa tela, é possível selecionar a unidade de medida a ser utilizada para trabalhar com a temperatura no dispositivo. Utilizando os botões disponíveis, o usuário pode escolher entre as seguintes opções:

- Botão esquerdo (amarelo): Seleciona a unidade Fahrenheit (F);
- Botão central (vermelho): Seleciona a unidade Celsius (C);
- Botão direito (azul): Seleciona a unidade Kelvin (K).

Ao pressionar qualquer uma das opções, o sistema se atualizará e retornará à tela inicial com a configuração de unidade de temperatura realizada. Se o usuário não desejar fazer nenhuma alteração, basta pressionar o botão que corresponde à unidade de temperatura atualmente em uso no sistema, e nenhuma mudança será feita, retornando o dispositivo à tela de dados. Isso permite que o usuário escolha a unidade de temperatura que mais lhe convém para visualizar as medições no dispositivo.

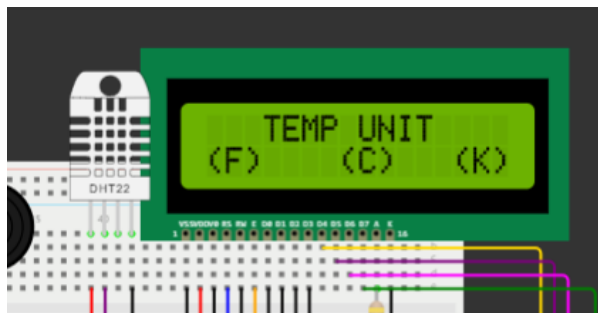


Figure 24: Configuração para unidade de temperatura utilizada

5.4.3. Limite máximo

Ao pressionar o botão direito (indicado em azul) na tela de configurações de temperatura, o usuário pode acessar a tela de configurações de limite máximo de temperatura. Nessa tela, é possível utilizar os botões esquerdo e direito para aumentar ou diminuir o limite de temperatura máxima que o dispositivo irá monitorar. Quando a temperatura ultrapassar esse limite especificado, o dispositivo exibirá um aviso no display e sinalizará que a temperatura atingiu ou excedeu o limite determinado. É importante observar que a unidade de temperatura utilizada é o Kelvin, conforme selecionado nas configurações anteriores.

Para salvar a configuração realizada e retornar à tela inicial, basta pressionar o botão principal (botão central, representado em vermelho). Isso permitirá que o usuário personalize os limites de temperatura de acordo com suas preferências e necessidades, oferecendo maior controle sobre as notificações de temperatura no dispositivo.

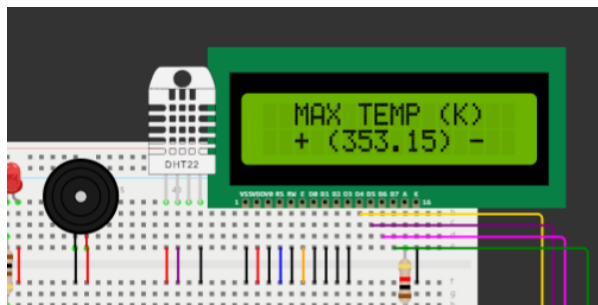


Figure 25: Limite máximo de temperatura

5.5. Configurações de Humidade

Ao pressionar o botão central (indicado em vermelho) na tela do menu de configurações, o usuário pode acessar a tela de configurações de umidade. Nessa tela, é possível realizar duas configurações distintas: o limite mínimo de umidade e o limite máximo de umidade. Essas configurações permitem que o usuário defina os valores de referência para a umidade em que deseja receber notificações do dispositivo.

As configurações de limite mínimo de umidade e limite máximo de umidade oferecem flexibilidade ao usuário, permitindo que adapte o dispositivo de acordo com as condições do ambiente em que está sendo utilizado. Essa personalização torna o dispositivo mais versátil e eficiente na detecção e notificação de variações na umidade relativa do ar. Após realizar as configurações desejadas, o usuário pode salvar as alterações e retornar à tela inicial pressionando o botão principal (botão central, representado em vermelho).



Figure 26: Configurações de umidade

5.5.1. Limite mínimo

Ao pressionar o botão esquerdo (indicado em amarelo) na tela de configurações de temperatura, o usuário pode acessar a tela de configurações de limite mínimo de umidade. Nessa tela, é possível ajustar o limite mínimo desejado para a umidade relativa do ar. Utilizando os botões esquerdo e direito, o usuário pode aumentar ou diminuir o valor de referência da umidade mínima que o dispositivo monitorará. Quando a umidade do ambiente cair abaixo desse limite, o dispositivo ativará o alerta e sinalizará a ultrapassagem desse limite no display.

Essa funcionalidade é especialmente útil em situações em que a umidade é crítica, como em ambientes sensíveis à umidade, armazenamento de produtos sensíveis ou em laboratórios. O dispositivo permite uma configuração personalizada, adaptando-se às necessidades específicas do usuário. Após definir o valor desejado, o usuário pode salvar a configuração e retornar à tela inicial pressionando o botão principal (indicado em vermelho).



Figure 27: Umidade mínima

5.5.2. Limite máximo

Ao pressionar o botão direito (representado em azul) na tela de configurações de temperatura, os usuários podem acessar a tela de configurações de limite máximo de umidade. Nessa tela, é possível ajustar o limite máximo desejado para a umidade relativa do ar. Utilizando os botões esquerdo e direito, os usuários podem aumentar ou diminuir o valor de referência da umidade máxima que o dispositivo monitorará. Sempre que a umidade do ambiente ultrapassar esse limite, o dispositivo exibirá essa condição no display e ativará um alerta para sinalizar a ultrapassagem do limite.

determinado. Após ajustar o valor desejado, basta pressionar o botão principal (indicado em vermelho) para salvar a configuração e retornar à tela inicial, garantindo que o dispositivo esteja configurado para monitorar e sinalizar quaisquer variações fora dos limites estabelecidos.

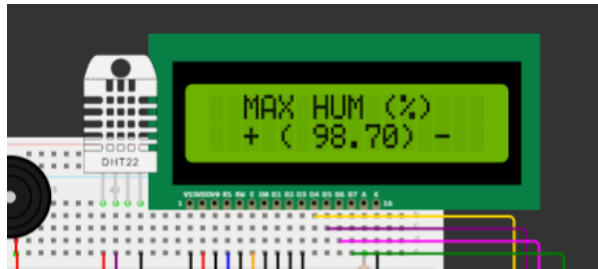


Figure 28: Umidade máxima

5.6. Configuração da taxa de amostragem

Ao pressionar o botão direito (representado em azul) na tela de configurações, os usuários podem acessar a tela de configurações da taxa de amostragem do sistema. Nessa tela, é possível ajustar a frequência com a qual o dispositivo realiza medições e atualiza os dados de temperatura e umidade. A taxa de amostragem determina o intervalo, em segundos, em que o sistema aguarda antes de coletar novas medições.

Usando os botões esquerdo e direito, os usuários podem aumentar ou diminuir o valor da taxa de amostragem de acordo com suas necessidades. Essa funcionalidade permite que os usuários personalizem a frequência das medições de acordo com o ambiente ou aplicação específica. Se for necessário monitorar as condições ambientais com alta frequência, a taxa de amostragem pode ser configurada para um valor baixo, como 1 segundo. Por outro lado, se a coleta de dados precisa ser mais espaçada, a taxa de amostragem pode ser ajustada para um valor maior.

Após definir a taxa de amostragem desejada, os usuários podem salvar a configuração pressionando o botão principal (indicado em vermelho).

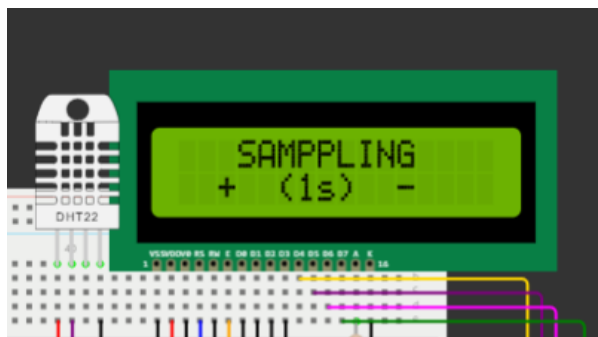


Figure 29: Taxa de amostragem

5.7. Alertas

5.7.1. Limite excedido

Sempre que configurarmos limites para a temperatura e/ou umidade, o sistema passará a monitorar esses intervalos e emitirá alertas sempre que esses limites não forem respeitados em ambos os casos. Ele informará essas condições na tela, exibindo a temperatura e umidade atuais do ambiente acompanhadas da mensagem "Limite excedido", indicando que algo não está dentro dos parâmetros desejados. Além disso, para facilitar a interpretação do usuário, os LEDs vermelho e amarelo piscarão alternadamente, indicando que o dispositivo está realizando medições (amarelo) dentro do intervalo definido pela taxa de amostragem, mas os valores estão acima ou abaixo dos limites estabelecidos (vermelho). Essa sinalização visual oferece ao usuário uma representação imediata das condições e alerta sobre qualquer desvio dos limites especificados.

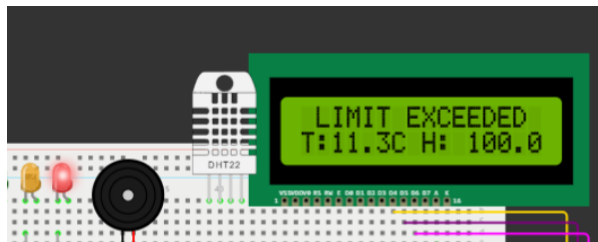


Figure 30: Limite excedido

5.7.2. Detecção de fumaça

Nesse nível de alerta, o sistema aciona o alarme integrado, neste caso o buzzer, ao detectar fumaça no ambiente, emitindo um sinal sonoro para chamar a atenção de todos que estejam por perto. Além disso, o LED vermelho é ativado, e o LED amarelo varia conforme definido no caso anterior. A tela exibe informações diferentes, com foco especial no índice percentual de detecção de fumaça. A ocorrência desse alerta sugere a possibilidade de indícios de incêndio no ambiente, exigindo atenção imediata e ação adequada.

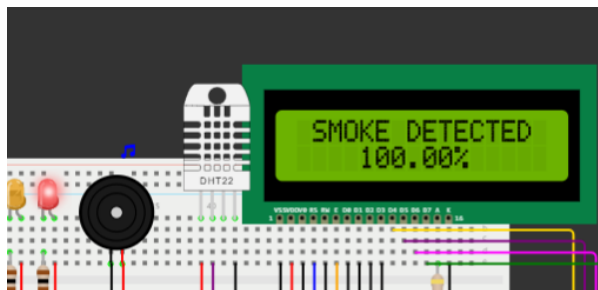


Figure 31: Fumaça detectada

6. Proposta de produto final

O produto final será dividido em dois módulos principais: um dedicado ao sistema de sensoriamento e

outro responsável pela manipulação, análise e exibição de dados no display. Conforme documentado no datasheet do sensor DHT22 utilizado, a configuração atual do sensor permite uma distância de até 20 metros do pino de conexão, oferecendo flexibilidade para posicionar os sensores em locais ideais para medição, enquanto o sistema pode ser convenientemente posicionado para o usuário.

Uma consideração significativa ao decidir o posicionamento dos sensores envolve a natureza da composição dos gases em ambientes fechados. Essencialmente, gases mais pesados tendem a se acumular na parte mais alta do espaço. Portanto, a escolha estratégica de posicionar o sensor de gás no teto é fundamentada na captura de informações mais representativas e precisas da presença de gases potencialmente prejudiciais ou inflamáveis, que podem se acumular na região superior. No entanto, o projeto deve ser flexível o suficiente para acomodar ambos os sensores, permitindo a configuração e distribuição eficaz com base nas necessidades específicas de cada ambiente.

A avaliação prática e testes subsequentes se tornam cruciais para determinar o posicionamento mais apropriado, garantindo que o sistema atenda eficazmente às demandas reais do ambiente. Assim, a abordagem de uma unidade central, com conexões que permitem a distribuição de módulos de sensoriamento, é a escolha ideal, começando com um módulo inicial e adaptando-se de acordo com as condições e requisitos específicos que aparecerem nos testes pós implementação.

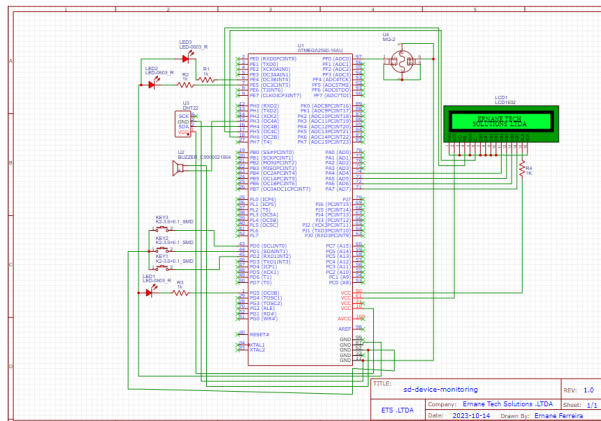


Figure 32: Esquemático do circuito completo

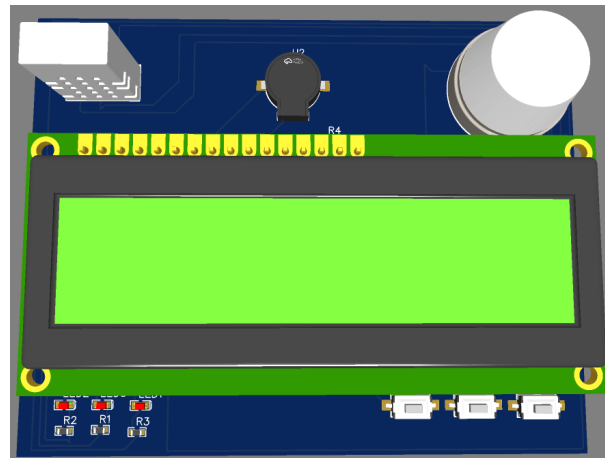


Figure 33: PCB do circuito 2 - PRODUTO UNICO 3D

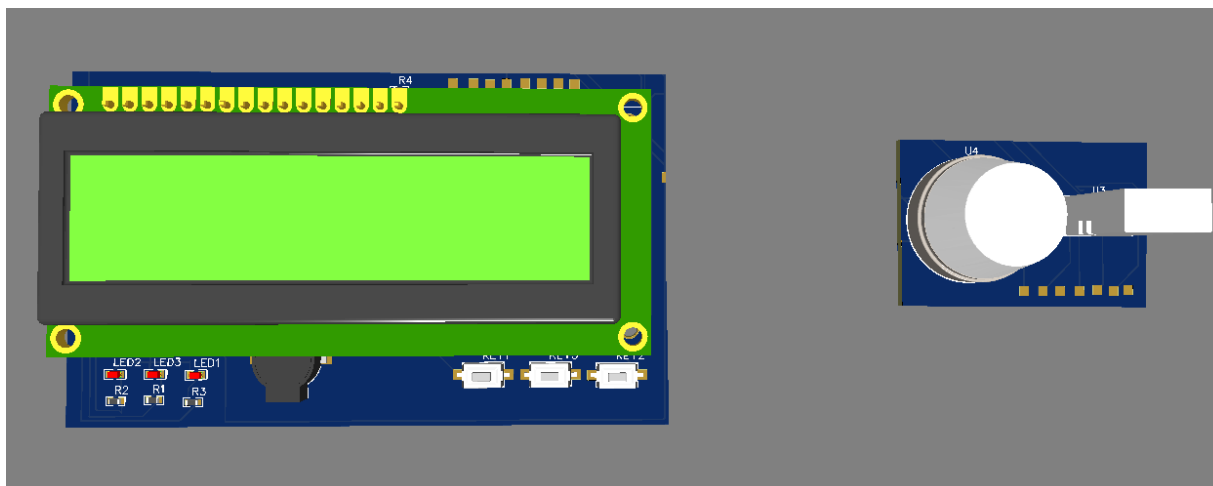


Figure 34: PCB do Módulo central e de sensoriamento separados

7. Posicionamento no local

Conforme discutido anteriormente, planejamos dividir o sistema em duas partes distintas: uma central responsável pela análise e manipulação dos dados e uma segunda parte encarregada de coletar informações. Nesse contexto, a escolha para a localização da unidade central seria a pilastra central à direita, localizada em oposição à plataforma de desembarque. Essa seleção é fundamentada na marcação apresentada no anexo do edital, indicando a posição ideal para a central.

O módulo de sensoriamento seria posicionado a uma distância de 5 metros de altura da unidade central, o que está bem dentro dos limites permitidos em nossa configuração de até 20 metros. Essa disposição permitirá a realização de testes abrangentes e a coleta de diversas métricas para avaliar a eficácia do posicionamento e determinar se a implantação de múltiplos módulos de sensoriamento é necessária ou se um único módulo será suficiente.

Essa escolha é particularmente relevante devido ao ambiente fechado e à regulação da temperatura por meio de sistemas de ar condicionado. Na plataforma de desembarque, onde a movimentação é mais intensa, pode haver variações consideráveis de temperatura devido à interação entre as temperaturas controladas pelos aparelhos de ar condicionado e as condições externas. Ao posicionar o sensor a uma distância maior, após o centro do depósito, obtemos métricas de temperatura mais homogêneas e uma representação mais precisa das condições reais de temperatura no almoxarifado.



Figure 35: Planta de demonstração do espaço já com o dispositivo implantado

8. Conclusão

Este projeto representa uma abordagem abrangente para a criação de um dispositivo de monitoramento de temperatura, umidade e detecção de gás que se destaca não apenas pela precisão das medições, mas também pela flexibilidade e usabilidade. A integração de componentes como o sensor DHT22 para monitoramento de temperatura e umidade, o Sensor de Gás MQ-2 para detecção de gases inflamáveis e fumaça, botões táteis para facilitar a interação com o usuário, um display LCD 16x2 para exibição de informações e um microcontrolador ATMEGA2560 para controle central e processamento de dados permite um sistema confiável e de fácil uso.

A configuração dos limites de temperatura e umidade, juntamente com a escolha da unidade de medição desejada, dá ao usuário controle sobre as condições monitoradas, enquanto a configuração da taxa de amostragem oferece uma adaptação personalizada às necessidades específicas. O sistema fornece alertas visuais e sonoros imediatos, permitindo que os usuários tomem medidas preventivas quando ocorrem variações indesejadas.

A decisão de criar um sistema modular com uma unidade central e módulos de sensoriamento oferece flexibilidade e adaptabilidade para diferentes cenários. Isso se torna especialmente relevante em ambientes internos onde a temperatura pode variar consideravelmente.

Portanto, este projeto oferece uma solução eficaz para o monitoramento ambiental em ambientes fechados, destacando-se por sua capacidade de personalização, alertas precisos e integração de

componentes de alta qualidade. Essa plataforma versátil tem potencial para ser aplicada em diversas situações, desde ambientes controlados, como estoques de medicamentos, até locais mais dinâmicos e sujeitos a variações climáticas. A pesquisa, desenvolvimento e testes realizados representam um passo importante em direção à criação de um sistema confiável e funcional.

9. Referências

- **ATMEGA2560.** Datasheet do ATMEGA2560. Disponível em: [URL](#). Acesso em: 14/10/2023.
- **ATMEGA640.** Datasheet do ATMEGA640. Disponível em: [URL](#). Acesso em: 12/10/2023.
- **Pinout do ATMEGA2560 (Arduino Mega 2560).** Disponível em: [URL](#). Acesso em: 09/10/2023.
- **Diagrama de Blocos do ATMEGA2560.** Disponível em: [URL](#). Acesso em: 07/10/2023.
- **AVR - Programação e Desenvolvimento de Sistemas.** Manual do Livro "AVR - Programação e Desenvolvimento de Sistemas." Disponível em: [URL](#). Acesso em: 07/10/2023.
- **DHT22.** Documentação do Sensor de Umidade e Temperatura DHT22. Disponível em: [URL](#). Acesso em: 05/10/2023.
- **DHT11.** Documentação do Sensor de Umidade e Temperatura DHT11. Disponível em: [URL](#). Acesso em: 01/10/2023.
- **Documento de Licitação.** Documento de Licitação. Disponível em: [URL](#). Acesso em: 01/10/2023.
- **Pinout do ATMEGA2560 Rev3.** Pinout do ATMEGA2560 Rev3. Disponível em: [URL](#). Acesso em: 29/09/2023.
- **Diagrama de Blocos do ATMEGA2560.** Diagrama de Blocos do ATMEGA2560. Disponível em: [URL](#). Acesso em: 28/09/2023.

10. Anexos:

Github. Repositório oficial do projeto no Github. Disponível em: [URL](#). Acesso em 14/10/2023.

