



**ESCOLA TÉCNICA ESTADUAL DEP. ARY DE CAMARGO
PEDROSO
TÉCNICO EM AUTOMAÇÃO**

**CONSTRUÇÃO DE MÁQUINA DISPENSER DE ABSORVENTES
PARA ESCOLAS**

Samuel de Lima Ribeiro

Lucas Sarco

João Marcos Totti

Piracicaba

2024

Samuel de Lima Ribeiro

Lucas Sarco

João Marcos Totti

**CONSTRUÇÃO DE MÁQUINA DISPENSER DE ABSORVENTES
PARA ESCOLAS**

Trabalho de Conclusão de Curso da Etec
Deputado Ary de Camargo Pedroso,
Orientado pelo Prof. Adilson Antônio
Rodrigues apresentado como requisito
parcial para obtenção do título de Técnico
em Automação.

Piracicaba

2024

DEDICATÓRIA

Dedico este projeto a todas as mulheres e meninas que enfrentam desafios diários relacionados à saúde menstrual. Que esta máquina dispenser automatizada de absorventes seja mais do que uma solução tecnológica, mas sim um símbolo de dignidade, empoderamento e acesso equitativo à higiene feminina. Que cada inovação e esforço dedicado a este projeto contribua para um mundo onde todas as pessoas possam viver com saúde, conforto e respeito. Este trabalho é dedicado a vocês.

AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de expressar nossos sinceros agradecimentos a todas as pessoas que contribuíram para a realização deste projeto.

À nossos familiares, pelo apoio incondicional e pela compreensão durante todas as etapas deste processo. Aos meus amigos e colegas, pela motivação, colaboração e feedback construtivo que me ajudaram a melhorar este projeto.

Ao corpo docente e à direção da escola, por fornecerem os recursos necessários e pelo incentivo contínuo ao desenvolvimento acadêmico e criativo do nosso projeto.

Aos especialistas e profissionais que generosamente compartilharam seu conhecimento e orientação, contribuindo para a qualidade e relevância deste trabalho.

A todas as mulheres e meninas que compartilharam suas experiências e desafios relacionados à saúde menstrual, inspirando-me a buscar soluções significativas e impactantes.

Por fim, gostaria de expressar minha gratidão a todos aqueles que acreditaram neste projeto e no seu potencial para fazer a diferença.

EPÍGRAFE

“O acesso fácil e discreto a produtos de higiene feminina é essencial para promover a dignidade e a igualdade de oportunidades nas escolas.”

Michelle Obama

“Há duas formas para viver a vida: uma é acreditar que não existe milagre, a outra é acreditar que todas as coisas são um milagre”.

ALBERT EINSTEIN

RESUMO

A implementação de máquinas dispensadoras automatizadas de absorventes nas escolas visa fornecer acesso fácil e discreto a produtos de higiene feminina. Este estudo utilizou uma abordagem mista, combinando análise de dados quantitativos e qualitativos. Os resultados indicaram que a presença das máquinas dispensadoras aumentou significativamente a acessibilidade aos absorventes entre as estudantes. Além disso, observou-se uma redução nos casos de ausência escolar devido à falta de produtos de higiene adequados. Conclui-se que a instalação de máquinas dispensadoras automatizadas de absorventes é uma medida eficaz para promover a saúde menstrual e a igualdade de oportunidades nas escolas.

Palavras-chave: máquina dispensadora, absorventes, escola, acesso, igualdade.

ABSTRACT

The implementation of automated sanitary pad dispensing machines in schools aims to provide easy and discreet access to feminine hygiene products. This study used a mixed approach, combining quantitative and qualitative data analysis. The results indicated that the presence of dispensing machines significantly increased accessibility to sanitary pads among students. Furthermore, a reduction in cases of school absence due to the lack of adequate hygiene products was observed. It is concluded that the installation of automated sanitary pad dispensing machines is an effective measure to promote menstrual health and equal opportunities in schools.

Keywords: dispensing machine, sanitary pads, school, access, equality.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Absorvente de 1990 (A) e Atual (B)	14
Figura 2. Linha do tempo da evolução dos absorventes	15
Figura 3. Vending machine.	15
Figura 4. Dispenser destacando a mola.	17
Figura 5. Dispenser para diversas	18
Figura 6. Sensor Ultrassônico.	19
Figura 7. Motor de passo e driver ULN2003.	21
Figura 8. Display LCD com I2C.	22
Figura 9 . Projeto em CAD da caixa em MDF da dispenser	24
Figura 10. Circuito do Projeto.	25

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
1.1 Justificativa	11
1.2 Objetivo Geral	11
1.3 Objetivos Específicos	12
1.4 Cronograma	12
2. DESENVOLVIMENTO	13
2.1 Os absorventes	13
2.2 VENDING MACHINE	15
2.3 Arduíno	18
2.4 Sensor Ultrassônico	19
2.5 Motor de Passo	20
2.6 Display LCD com I2C	22
3. METODOLOGIA	24
3.1 Planejamento e Requisitos	24
3.2 Diagrama de Conexão	25
3.3 Desenvolvimento do Código	25
3.4 Testes	26
3.5 Calibração	27
3.6 Finalização	27
3 CONCLUSÃO	28
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29

1. INTRODUÇÃO

A promoção da dignidade menstrual em ambientes escolares representa um desafio social, educacional e de saúde pública, especialmente em comunidades menos favorecidas. A falta de acesso a produtos de higiene menstrual configura um obstáculo significativo para a frequência e o desempenho escolar de estudantes que menstruam, perpetuando desigualdades de gênero e limitações socioeconômicas. Frente a essa realidade, este trabalho propõe o desenvolvimento de uma solução tecnológica e inclusiva: uma máquina dispensadora automatizada de absorventes. Combinando inovação e sustentabilidade, o projeto visa oferecer acesso rápido e prático a produtos essenciais, quebrando tabus sociais, promovendo igualdade e melhorando a qualidade de vida das estudantes.

1.1 Justificativa

A escolha do tema é fundamentada na urgência de solucionar a falta de acesso a produtos de higiene menstrual em ambientes escolares. Essa carência impacta negativamente a frequência escolar e o desempenho acadêmico, evidenciando uma lacuna estrutural em termos de igualdade de gênero e direitos básicos de saúde. A proposta de uma máquina dispensadora automatizada de absorventes atende a essa necessidade, garantindo uma solução tecnológica, acessível e sustentável. Além disso, o projeto busca sensibilizar a comunidade escolar sobre a importância da saúde menstrual, destacando sua relevância para a inclusão social e educacional. A abordagem se alinha às demandas contemporâneas por inovação tecnológica aplicada a problemas sociais, propondo soluções que integram tecnologia, sustentabilidade e impacto social positivo.

1.2 Objetivo Geral

Desenvolver uma máquina dispensadora automatizada de absorventes, voltada para o ambiente escolar, que proporcione acesso rápido, prático e higiênico a produtos de higiene menstrual, promovendo igualdade de gênero e melhorando a qualidade de vida das estudantes.

1.3 Objetivos Específicos

1. Projetar e implementar um sistema automatizado utilizando componentes tecnológicos acessíveis, como microcontroladores e sensores, para garantir a eficiência e a confiabilidade do dispositivo.
2. Desenvolver um mecanismo modular e de fácil manutenção, adaptável a diferentes contextos escolares.
3. Reduzir a evasão escolar associada à falta de acesso a produtos de higiene menstrual por meio da implementação da solução proposta.
4. Sensibilizar a comunidade escolar sobre a importância da saúde menstrual e sua relação com a igualdade de gênero e os direitos humanos.

1.4 Cronograma

Atividades	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	dez
Ideia, Tema e Objetivo do TCC	x	x										
Escolha da ideia Final		x										
Revisão bibliográfica			x	x								
Início do Trabalho escrito				x	x							
Compra dos materiais					x	x						
Início do Projeto prático							x	x				
Montagem e conclusão da prática									x	x		
Conclusão da parte escrita										x	x	
Finalizar correções da parte escrita												x

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Os absorventes

A história dos absorventes menstruais não pode ser contada sem mencionar o apagamento histórico enfrentado por mulheres inventoras, muitas vezes privadas do reconhecimento por suas contribuições. Este fenômeno se intensifica no caso de mulheres negras, como Mary Beatrice Davidson Kenner, cuja trajetória evidencia a luta contra o racismo e o machismo para registrar inovações que beneficiaram milhões de pessoas. Mary, nascida em 1912, superou barreiras sociais para patentear, em 1957, o cinto para guardanapos sanitários, precursor dos absorventes descartáveis modernos.

Criada em uma família de inventores, Mary herdou um ambiente que incentivava a criatividade e a resolução de problemas. Seu avô materno desenvolveu o sinal de luzes tricolor para trens, enquanto seu pai criou um prensador de roupas prático em 1914. Mesmo em meio às adversidades, Mary cultivava ideias inovadoras, que anotava em um caderno. Apesar das rejeições comerciais motivadas pelo preconceito, Mary acumulou cinco patentes, consolidando-se como uma das inventoras americanas mais prolíficas de sua época.

Historicamente, a menstruação foi negligenciada pela sociedade, refletindo preconceitos culturais e desinformação médica. Em 1811, o médico John Burns descrevia a menstruação como uma "doença" em sua obra "The Principles of Midwifery". Apesar disso, mulheres ao longo dos séculos desenvolveram soluções para lidar com o ciclo menstrual, desde fiapos enrolados em madeira na Grécia antiga até musgo e pele de búfalo entre nativas americanas.

A evolução dos absorventes descartáveis começou em 1896, com o lançamento dos primeiros guardanapos higiênicos de algodão e gaze. Posteriormente, Mary Kenner introduziu o cinto higiênico, usado amplamente até a década de 1970, que revolucionou o cuidado menstrual ao prevenir vazamentos de maneira eficaz. Em 1969, surgiram as almofadas adesivas, que trouxeram maior praticidade ao permitir a fixação direta às roupas íntimas.

O absorvente interno, patenteado em 1931 pelo médico Earl Haas, foi outro marco na história menstrual. Sua comercialização foi iniciada por Gertrude Tendrich, que aprimorou o design de Haas. Este produto trouxe liberdade para pessoas que menstruam, especialmente para aquelas que praticam atividades físicas, consolidando-se como uma opção indispensável. A Figura 1 mostra os absorventes de 1990 e o atual.

Figura 1. Absorvente de 1990 (A) e Atual (B)



Fonte: <https://i.ytimg.com/vi/zQQV5Su9WM4/maxresdefault.jpg>

As inovações mais recentes incluem absorventes externos com gel, formatos anatômicos, canais laterais e proteção antivazamento. A marca Intimus destacou-se ao lançar a linha 2 em 1, que combina absorvente para menstruação e protetor diário. A calcinha menstrual, uma das soluções mais sustentáveis e recentes, reflete a busca por alternativas ecológicas e confortáveis.

A linha do tempo dos absorventes demonstra a constante evolução tecnológica para atender às necessidades menstruais. Desde soluções artesanais até produtos modernos, cada inovação contribuiu para tornar o período menstrual mais digno e confortável. A história de Mary Kenner e de outras inventoras ressalta a importância de valorizar e reconhecer o papel feminino na inovação. A Figura 2 por meio da ilustração mostra a linha de tempo dos absorventes femininos.

Figura 2. Linha do tempo da evolução dos absorventes



Fonte: GLBIMG. 2024.

2.2 VENDING MACHINE

As vending machines, ou máquinas automáticas que permitem a compra de uma infinidade de produtos, podem parecer uma invenção recente devido à sua ampla presença em locais como metrô, empresas e hospitais. Contudo, essa tecnologia tem origem em 1880, quando as primeiras máquinas consolidadas surgiram em Londres, vendendo cartões postais. Seu funcionamento já seguia um princípio similar ao atual: recebiam moedas e, ao pressionar um botão, liberavam o produto. A Figura 3 mostra uma Vending Machine.

Figura 3. Vending machine.



Fonte: Baristo. 2024.

Inicialmente, essas máquinas eram robustas, lentas e consumiam muita energia elétrica, além de aceitarem apenas dinheiro como forma de pagamento. Atualmente, as vending machines evoluíram para dispositivos mais ágeis, compactos e energeticamente eficientes. Elas oferecem diversas opções de pagamento, como cartões de débito e crédito, vales refeição e até smartphones. Sistemas modernos reduzem o número de falhas e permitem o monitoramento de vendas, estoque e condições de armazenamento.

Estudos apontam que a primeira concepção de uma máquina automática remonta a 215 a.C., no Egito Antigo. Desenvolvida por um matemático, essa máquina vendia água benta em templos e funcionava por meio de uma alavanca que, ao receber moedas, liberava uma quantidade predefinida do líquido. Embora não tenha perdurado, essa ideia inspirou projetos posteriores, como máquinas em tabernas europeias que vendiam tabaco.

Hoje, é possível encontrar vending machines que oferecem uma variedade impressionante de produtos, incluindo guarda-chuvas, livros e roupas. Muitas estão conectadas a aplicativos que informam sua localização, facilitando o acesso pelos consumidores. Nos Estados Unidos, que lideram em número total dessas máquinas, e no Japão, com a maior concentração por área, essas máquinas desempenham um papel essencial no varejo.

No Brasil, mais de 80 mil vending machines estão em operação, principalmente na região Sudeste. Além de bebidas e alimentos, algumas máquinas oferecem assistência remota em regiões afetadas por desastres

naturais, liberando comida e água gratuitamente. Outras refrigeram, aquecem ou personalizam pedidos, como cafés ajustáveis ao nível de açúcar desejado. Desde o surgimento das primeiras máquinas de chicletes em Nova York, em 1887, até os avanços mais recentes, o setor se expandiu globalmente.

Entre os exemplos de inovação, destacam-se no Brasil a Cololido, com máquinas que produzem algodão-doce personalizado, e a Apple Caramel, pioneira na América Latina em vender maçãs caramelizadas. Outras opções incluem máquinas para álbuns de figurinhas da Copa do Mundo e chinelos. Essas iniciativas mostram como o mercado continua a explorar as oportunidades oferecidas pelas vending machines.

As vending machines passaram de dispensadores de produtos básicos para plataformas tecnológicas integradas. Elas combinam inovações como pagamentos sem contato, reconhecimento facial e conectividade à internet, permitindo operações eficientes e seguras. Empresas encontram nelas uma solução para expandir a oferta de produtos sem os custos de lojas físicas, enquanto consumidores desfrutam de maior conveniência.

Conforme Costa, Alves e Alves (2010), a evolução tecnológica não apenas promoveu a automação de processos, mas também trouxe soluções inovadoras que ampliam o acesso a bens e serviços essenciais. "A tecnologia automatizada desempenha um papel essencial na criação de soluções que atendam às necessidades sociais, garantindo maior eficiência e promovendo inclusão em diferentes contextos" (COSTA, 2010, p. 45).

A aplicação de sistemas automatizados, como vending machines, tem o potencial de transformar experiências cotidianas, promovendo inclusão, conveniência e eficiência em diversos cenários. Esses avanços destacam o impacto positivo da tecnologia em contextos sociais e econômicos. A Figura 4 mostra uma Vending Machine fotografada no hall do prédio da Pecege.

Figura 4. Dispenser destacando a mola.



Fonte: Acervo dos autores

Atualmente pode-se encontrar máquinas que vendem, além de comida, objetos como guarda-chuvas, livros, peças de roupas, e que estão conectadas a aplicativos de celular que informam onde elas estão localizadas.

Figura 5. Dispenser para diversas aplicações



Fonte: NCSTOTAL . 2024.

2.3 Arduíno

O Arduíno R3 é uma das plataformas de prototipagem eletrônica mais populares do mundo, amplamente utilizada por iniciantes e profissionais na criação de projetos interativos. Baseado no microcontrolador ATmega328P, este modelo oferece uma interface simples e acessível para o desenvolvimento de circuitos eletrônicos. Sua arquitetura aberta permite que desenvolvedores de

diferentes níveis de experiência criem desde projetos básicos, como controle de LEDs, até sistemas mais complexos, como robótica e automação residencial.

Uma das principais características do Arduino R3 é sua compatibilidade com uma ampla variedade de sensores e módulos. Com 14 pinos digitais e 6 entradas analógicas, ele pode interagir com componentes como sensores de temperatura, motores, displays e módulos de comunicação sem fio. Essa versatilidade o torna ideal para aplicações em áreas como IoT (Internet das Coisas), automação industrial e dispositivos vestíveis, oferecendo aos desenvolvedores uma plataforma robusta para testes e inovações.

O diferencial do Arduino R3 em relação a outras versões da mesma linha está em seu design aprimorado e conectividade facilitada. Ele inclui um conector USB do tipo B para programação e alimentação, além de um conector ICSP (In-Circuit Serial Programming) que amplia suas capacidades de integração com outros sistemas. Outra vantagem é a presença do microcontrolador ATmega16U2, que substitui os antigos chips conversores de USB para serial, resultando em uma comunicação mais rápida e estável entre o computador e a placa.

Além de sua flexibilidade técnica, o Arduino R3 é acompanhado por uma comunidade global ativa e extensa. Essa rede de suporte é uma das grandes forças da plataforma, disponibilizando tutoriais, bibliotecas de código e fóruns de discussão. A acessibilidade da linguagem de programação do Arduino IDE também contribui para sua popularidade, permitindo que até mesmo iniciantes sem conhecimento prévio de eletrônica ou programação consigam aprender rapidamente. Dessa forma, o Arduino R3 não é apenas uma ferramenta tecnológica, mas também um catalisador para a criatividade e a aprendizagem.

2.4 Sensor Ultrassônico

O sensor ultrassônico HC-SR04 é amplamente utilizado em projetos de eletrônica e automação devido à sua eficiência na medição de distâncias. Este dispositivo opera enviando pulsos ultrassônicos que, ao encontrar um obstáculo, são refletidos de volta ao sensor. O tempo que o som leva para

retornar é calculado e convertido em uma medida de distância com alta precisão. Graças a essa funcionalidade, o HC-SR04 é empregado em aplicações como robótica, sistemas de estacionamento e automação industrial. A Figura 6 mostra o sensor ultrassônico HC SR04.

Figura 6. Sensor Ultrassônico.



Fonte: Acervo dos Autores.

Composto por dois transdutores, o HC-SR04 funciona como emissor e receptor de ondas ultrassônicas. O transdutor emissor emite pulsos sonoros a uma frequência de 40 kHz, enquanto o receptor capta os pulsos refletidos. O microcontrolador conectado ao sensor calcula a distância com base na fórmula:

$$d = v \cdot t / 2 \quad \text{Equação 1}$$

onde: “v” é a velocidade do som e “t” o tempo de retorno. O sensor é capaz de medir distâncias entre 2 cm e 400 cm, com uma margem de erro de apenas 3 mm, o que o torna bastante confiável.

Uma das principais vantagens do HC-SR04 é sua simplicidade de uso e integração. Ele possui quatro pinos: VCC, GND, Trigger e Echo. O pino Trigger é responsável por iniciar o envio dos pulsos ultrassônicos, enquanto o pino Echo retorna o sinal ao microcontrolador, permitindo o cálculo da distância. Sua tensão de operação, que varia entre 4,5 V e 5 V, o torna compatível com a maioria das plataformas de prototipagem, como Arduino, Raspberry Pi e ESP32.

O HC-SR04 é uma solução econômica e acessível para desenvolvedores. Seu custo reduzido e confiabilidade fazem dele uma escolha popular em projetos educacionais e comerciais. No entanto, há limitações, como sua sensibilidade a superfícies irregulares ou absorventes, que podem dificultar a detecção precisa. Apesar disso, com configurações adequadas e

integração inteligente, o sensor ultrassônico HC-SR04 continua sendo uma ferramenta versátil para a criação de sistemas que demandam medições de distância precisas.

2.5 Motor de Passo

O motor de passo, combinado com o módulo de controle ULN2003, é uma solução amplamente utilizada em projetos de eletrônica e automação devido à sua precisão e simplicidade de integração. Motores de passo são dispositivos eletromecânicos que convertem pulsos elétricos em movimentos incrementais, permitindo controle preciso de ângulo, posição e velocidade. Eles são ideais para aplicações como impressoras 3D, robótica, sistemas de posicionamento e máquinas CNC, onde o controle exato do movimento é essencial.

O módulo de controle ULN2003 complementa o motor de passo ao facilitar sua interface com microcontroladores, como Arduino, Raspberry Pi e ESP32. Este driver contém uma matriz de transistores Darlington, que amplificam os sinais de controle enviados pelo microcontrolador, fornecendo a corrente necessária para acionar o motor. O ULN2003 suporta motores de passo unipolares de 4, 6 ou 8 fios e é projetado para simplificar a lógica de controle, oferecendo conectores práticos e LEDs que indicam o estado de cada fase do motor. A Figura 7 mostra o motor de passo usado no projeto.

Figura7. Motor de passo e driver ULN2003.



Fonte: Acervo dos autores.

Uma das principais vantagens do motor de passo controlado pelo ULN2003 é a capacidade de operar em diferentes modos de movimentação, como o modo completo, meio passo e micro-passo. O modo completo fornece maior torque, enquanto o meio passo oferece maior precisão e suavidade no movimento. Essa flexibilidade permite que os desenvolvedores ajustem o desempenho do motor de acordo com as necessidades específicas do projeto. Além disso, a fácil programação do controle via bibliotecas de software, como a biblioteca Stepper no Arduíno IDE, torna o conjunto acessível para iniciantes e experientes.

Embora o conjunto motor de passo e ULN2003 ofereça várias vantagens, é importante considerar algumas limitações. A velocidade máxima e o torque do motor podem ser restritos, especialmente em motores de pequeno porte. Além disso, o ULN2003 não é adequado para motores de passo de alta potência, onde drivers mais robustos, como o A4988, seriam recomendados. Apesar dessas limitações, o motor de passo com ULN2003 é uma escolha confiável e econômica para uma ampla gama de aplicações, permitindo controle preciso e eficiente do movimento em projetos de automação e eletrônica.

2.6 Display LCD com I2C

O display LCD com interface I2C é uma solução eficiente e prática para projetos de Arduino que requerem a exibição de informações. Diferente dos LCDs tradicionais, que demandam o uso de múltiplos pinos do microcontrolador, o módulo I2C reduz significativamente o número de conexões necessárias, utilizando apenas dois pinos: SDA (dados) e SCL (clock). Essa economia de pinos permite que o Arduino seja utilizado para controlar outros componentes no mesmo projeto, tornando-o ideal para sistemas com múltiplos dispositivos.

A principal vantagem do LCD com I2C é a simplicidade de integração. A biblioteca **LiquidCrystal_I2C**, amplamente utilizada pela comunidade, facilita a configuração e a programação do display. Com poucos comandos, é possível inicializar o módulo, ajustar o brilho do backlight e exibir mensagens em diferentes posições na tela. Isso o torna acessível tanto para iniciantes quanto

para desenvolvedores experientes que buscam rapidez e eficiência no desenvolvimento de projetos.

Figura 8. Display LCD com I2C.



Fonte: Acervo dos autores.

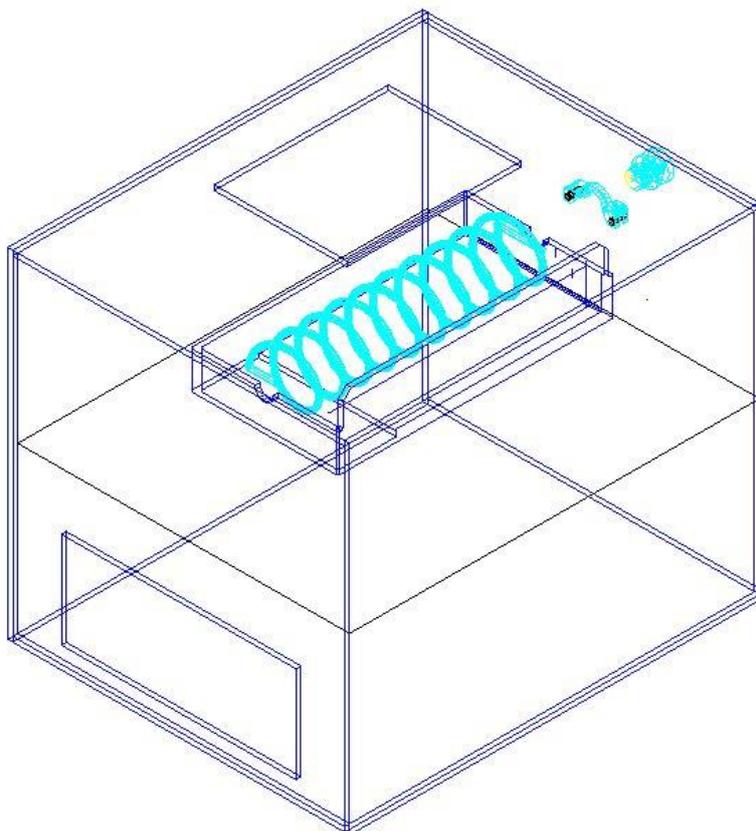
Além da facilidade de uso, o display LCD com I2C oferece alta versatilidade em aplicações. Ele é amplamente utilizado em projetos que envolvem interfaces de usuário, como termômetros digitais, estações meteorológicas, sistemas de automação residencial e robótica. O tamanho padrão de 16x2 (16 caracteres e 2 linhas) atende à maioria das necessidades, mas também existem variantes maiores, como o LCD 20x4, para projetos que exigem maior capacidade de exibição de dados.

Por fim, o uso do protocolo I2C torna o LCD compatível com uma ampla gama de microcontroladores, incluindo Arduino, ESP32 e Raspberry Pi. Essa compatibilidade, aliada à vasta documentação e suporte da comunidade, torna o display LCD com I2C uma escolha popular e confiável. Seja para exibir mensagens, valores de sensores ou status de um sistema, esse módulo oferece uma solução prática, econômica e eficiente para melhorar a interação entre o projeto e o usuário.

3. METODOLOGIA

Primeiramente foi realizado um projeto em CAD da caixa que iria conter os componentes da maquina dispenser. A Figura 9 mostra o projeto do prototipo da caixa.

Figura 9 . Projeto em CAD da caixa em MDF da dispenser



Fonte: Acervo dos autores do projeto.

3.1 Planejamento e Requisitos

Componentes Principais usados:

1. Arduíno Uno ou similar.
2. Motor de Passo BYJ-28 com driver ULN2003.
3. Sensor Ultrassônico HC-SR04.
4. Display LCD 16x2 com módulo I2C.
5. Protoboard e jumpers.
6. Fonte de alimentação ou conexão via USB (para o Arduíno).

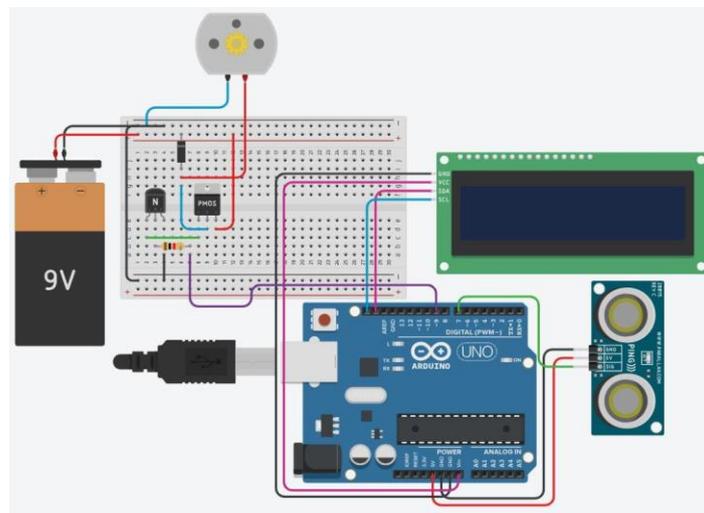
Ferramentas:

1. Cabo USB para Arduino.
2. Computador com a IDE do Arduino instalada.
3. Multímetro para verificar conexões.

3.2 Diagrama de Conexão

A Figura 10 mostra o diagrama de circuito do projeto.

Figura 10. Circuito do Projeto.



Fonte: Acervo dos autores.

3.3 Desenvolvimento do Código

3.3.1 Inicialização do Sistema

No início, o código configura o display LCD para exibir mensagens ao usuário, orientando-o a passar a mão sobre o sensor ultrassônico. O motor de passo é configurado para 2048 passos por revolução, garantindo precisão em sua movimentação. O sistema também inicia a comunicação serial para depuração, caso necessário.

3.3.2 Funcionamento do Sensor Ultrassônico

O sensor ultrassônico mede a distância entre ele e um objeto próximo. O pino `trigPin` emite pulsos ultrassônicos, enquanto o pino `echoPin` captura o retorno desses pulsos. A distância é calculada com base no tempo de viagem

do som, permitindo que o sistema detecte se a mão do usuário está a menos de 10 cm.

3.3.3 Interação com o Motor de Passo

Quando o sensor detecta a presença de uma mão, o motor de passo é acionado, completando uma revolução (2048 passos). Este movimento pode ser configurado para liberar um item, como um absorvente, em um sistema de dispensador. O motor é configurado para operar a uma velocidade de 15 RPM, garantindo um movimento suave e controlado.

3.3.4 Interface do Usuário

O LCD desempenha um papel essencial na interação com o usuário, exibindo mensagens claras em diferentes momentos:

1. **Mensagem Inicial:** Instrui o usuário a passar a mão sobre o sensor.
2. **Mensagem de Espera:** Informa que o sistema está processando o pedido.
3. **Mensagem de Conclusão:** Indica que o item foi liberado com sucesso.

3.3.5 Ciclo de Operação

No loop principal, o sistema monitora continuamente a distância detectada pelo sensor. Quando a mão é detectada (menos de 10 cm), o motor de passo é ativado, e as mensagens no LCD são atualizadas de forma dinâmica. Após a liberação do item, o sistema retorna à mensagem inicial, pronto para uma nova interação.

Este código ilustra um exemplo funcional de automação com componentes acessíveis, como o sensor ultrassônico, motor de passo e LCD. Ele é eficiente e pode ser facilmente adaptado para diversas aplicações em dispensadores automáticos, promovendo interação intuitiva e controle preciso

3.4 Testes

1. **Sensor Ultrassônico:**
 - Aproxime a mão para verificar se o sensor detecta a presença e inicia o motor.
2. **Motor de Passo:**
 - Certifique-se de que o motor gira apenas o suficiente para liberar um absorvente. Ajuste o número de passos, se necessário.
3. **LCD:**

- Verifique se as mensagens são exibidas corretamente e mudam conforme as etapas do ciclo.

3.5 Calibração

- Ajustei a distância mínima para detecção no sensor ultrassônico.
- Testei o mecanismo do dispenser para garantir a liberação de apenas um absorvente.

3.6 Finalização

Montei o sistema em uma estrutura física estável, utilizando suportes ou caixas para acomodar o dispenser, os componentes eletrônicos e a fonte de alimentação.

3 CONCLUSÃO

O desenvolvimento de uma máquina dispensadora automatizada de absorventes representa uma importante contribuição para a inclusão social e a promoção da dignidade menstrual em ambientes escolares. A integração de componentes como Arduino, motor de passo e sensor ultrassônico demonstrou ser uma solução eficaz e acessível, capaz de atender às necessidades básicas de estudantes que enfrentam dificuldades no acesso a produtos de higiene.

Com capacidade para armazenar até sete absorventes, o equipamento foi projetado para oferecer uma experiência prática, higiênica e discreta, ajudando a reduzir a evasão escolar e melhorando a qualidade de vida das alunas. Além disso, o projeto destaca o papel da tecnologia como ferramenta de transformação social, mostrando como soluções simples podem impactar positivamente a comunidade escolar.

Futuras melhorias poderão incluir a incorporação de materiais biodegradáveis para maior sustentabilidade, a integração com sistemas de monitoramento remoto e a adaptação do protótipo para outros contextos sociais. Dessa forma, este projeto serve como um ponto de partida promissor para iniciativas que busquem aliar inovação tecnológica a questões sociais e educacionais

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Documentos da Internet

INTIMUS. Histórico e inovações tecnológicas. Disponível em: <https://www.intimus.com.br>. Acesso em: 25 nov. 2024.

COLOLIDO. Máquina de algodão doce personalizada. Disponível em: <https://www.cololido.com.br>. Acesso em: 25 nov. 2024.

APPLE CARAMEL. Primeira vending machine de maçãs caramelizadas da América Latina. Disponível em: <https://www.applecaramel.com.br>. Acesso em: 25 nov. 2024.

TSJENG, Zing. *Forgotten Women: The Scientists, The Leaders, The Artists*. Londres: Octopus Publishing Group, 2018.

The Principles of Midwifery. Londres: Longman, 1811.

SWEETMEAT AUTOMATIC DELIVERY CO. Histórico das primeiras Vending Machines. Disponível em: <https://www.vendingmarketwatch.com>. Acesso em: 25 nov. 2024.

SWEETMEAT AUTOMATIC DELIVERY CO. Histórico das primeiras Vending Machines. Vídeo explicativo. Disponível em: <https://www.vendingmarketwatch.com>. Acesso em: 25 nov. 2024.