

ANALISADOR DE CABOS 256 PONTOS

CABLE ANALYZER 256 POINTS

ANALIZADOR DE CABLES 256 PUNTOS

Antonio Tadeu Corrêa Bueno¹
Camila Adrieli Alvalaz Nicolau²
Eliane Silva Custódio³
Charles Way Hun Fung⁴

Resumo

A qualidade dos cabos utilizados em máquinas, veículos, equipamentos domésticos e outros é crucial não apenas para a segurança do usuário final, mas também para agregar valor tanto ao fabricante do cabeamento quanto ao fabricante do produto. Testar esses cabos com equipamentos especializados garante a utilização de cabos de alta qualidade, prolongando a vida útil dos equipamentos fabricados, reduzindo a necessidade de substituição frequente e o descarte prematuro de produtos, ajudando a aumentar a confiança dos consumidores na marca e nos produtos, resultando em uma maior satisfação do cliente e fidelização. Nesse contexto, o presente trabalho acadêmico propõe o desenvolvimento de um analisador de cabos que pode testar uma variedade de tamanhos e tipos de cabos elétricos de até 256 pontos de ligação. A programação permite que o equipamento ajuste seus parâmetros de teste de acordo com as especificações do cabo que está sendo avaliado, detectando falhas, como curtos-circuitos, circuitos abertos, entre outros problemas. O projeto de característica aplicada foi fundamentado nas necessidades do mercado industrial que utilizam chicotes elétricos em seus produtos e objetivando solucionar um problema prático por meio do desenvolvimento de um dispositivo funcional. Para isso, foram definidas as características principais para o projeto como a capacidade de teste de até 256 pontos, uma interface HMI amigável e funcional, modos de teste para atender as variáveis de aplicação, considerando também, o processo de fabricação e teste do produto.

Palavras-chave: cabos; qualidade; analisador.

Abstract

The quality of cables used in machines, vehicles, household equipment and more is crucial not only for the safety of the end user, but also for adding value to both the cabling manufacturer and the end product manufacturer. Testing these cables using applied cable equipment promotes the use of high-quality cables, prolonging the life of manufactured equipment, reducing the need for frequent replacement and premature disposal of products, helping to increase consumer confidence in the brand and our products, resulting in greater customer satisfaction and loyalty. In this context, this academic work proposes the development of a cable analyzer that can test a variety of sizes and types of electrical cables with up to 256 connection points. Programming allows the equipment to adjust its test settings according to the specifications of the cable being evaluated, detecting faults such as short circuits, open circuits, among other problems. The applied feature project was based on the needs of the industrial market that uses electrical harnesses in their products and aimed to solve a practical problem through the development of a functional device. To this end, the main features for the project were defined as the testing capacity of up to 256 points, a user-friendly and functional HMI interface, test modes to meet the application variables, also considering the product manufacturing and testing process.

Keywords: cables; quality; analyzer.

¹ Estudante de Engenharia Elétrica do Centro Universitário Internacional UNINTER – Programa Ipsei Aceleradora UNINTER.

² Formanda de Engenharia da qualidade e produtividade da *Green Belt* do Centro Universitário Internacional (UNINTER) – Programa Ipsei Aceleradora UNINTER.

³ Professora do Centro Universitário Internacional UNINTER – Programa Ipsei Aceleradora UNINTER

⁴ Professor do Centro Universitário Internacional UNINTER – Programa Ipsei Aceleradora UNINTER

Resumo

La calidad de los cables utilizados en máquinas, vehículos, equipos domésticos y otros es crucial no sólo para la seguridad del usuario final, sino también para agregar valor tanto al fabricante del cableado como al fabricante del producto final. Probar estos cables utilizando equipos analizadores de cables promueve el uso de cables de alta calidad, prolongando la vida útil de los equipos fabricados, reduciendo la necesidad de reemplazo frecuente y eliminación prematura de productos, ayudando a aumentar la confianza del consumidor en la marca y los productos, lo que resulta en una mayor atención al cliente. satisfacción y lealtad. En este contexto, este trabajo académico propone el desarrollo de un analizador de cables que pueda probar una variedad de tamaños y tipos de cables eléctricos con hasta 256 puntos de conexión. La programación permite que el equipo ajuste sus parámetros de prueba de acuerdo a las especificaciones del cable que se está evaluando, detectando fallas como cortocircuitos, circuitos abiertos, entre otros problemas. El proyecto de característica aplicada se basó en las necesidades del mercado industrial que utiliza arneses eléctricos en sus productos y tuvo como objetivo resolver un problema práctico a través del desarrollo de un dispositivo funcional. Para ello se definieron las principales características del proyecto como capacidad de pruebas de hasta 256 puntos, una interfaz HMI amigable y funcional, modos de prueba para atender las variables de aplicación, considerando también el proceso de fabricación y prueba del producto.

Palabras clave: cables; calidad; analizador.

1 Introdução

A realização de testes em cabos elétricos é essencial para assegurar a integridade, segurança e eficiência das instalações elétricas e equipamentos elétricos. Esses testes permitem identificar, por exemplo, falhas no isolamento, prevenir acidentes e garantir a conformidade com normas técnicas estabelecidas. Podemos citar algumas normas relevantes para testes de cabos elétricos, como: ABNT NBR 5410: regulamenta as instalações elétricas de baixa tensão no Brasil, estabelecendo requisitos para garantir a proteção adequada; ABNT NBR 14039: trata das instalações elétricas de média tensão, definindo critérios para a segurança e eficiência dos sistemas; IEC 60502-2: norma internacional que descreve testes VLF (*Very Low Frequency*) como método de aceitação para cabos de 1 kV até 30 kV. Utiliza tensões de baixa frequência para avaliar a integridade de cabos de média e alta tensão, sendo reconhecido por normas internacionais; e IEEE 400.2: guia para testes de campo de redes de cabos de energia blindados com tensão de teste VLF (*Very Low Frequency*), detalhando procedimentos e critérios de avaliação.

A conformidade com essas normas e a realização regular de testes são fundamentais para manter a segurança e a eficiência das instalações elétricas, prevenindo falhas e garantindo a longevidade dos sistemas.

Este trabalho tem como objetivo o desenvolvimento de um analisador de cabos elétricos, que verifica a funcionalidade dos cabos antes da instalação ou montagem em diversos tipos de produtos, incluindo automóveis, eletrodomésticos e máquinas industriais, garantindo um processo de qualidade na indústria de chicotes, fabricantes de chicotes elétricos para esses setores. Também realiza testes elétricos nos cabos para detectar falhas, como curtos-circuitos, circuitos abertos, entre outros problemas. Esses equipamentos são importantes na fabricação de produtos elétricos e eletrônicos,

garantindo que os cabos atendam aos padrões de qualidade e segurança necessários para a indústria. Além disso, pode ser programado para cada tipo de cabo a ser testado, podendo testar quaisquer tipos cabos elétricos de até 256 pontos de ligação. A programação permite que o equipamento ajuste seus parâmetros de teste de acordo com as especificações do cabo que está sendo avaliado, garantindo uma avaliação mais precisa da qualidade.

Nas seções seguintes, este trabalho discutirá a metodologia empregada no desenvolvimento do circuito eletrônico, descreverá sua funcionalidade e integração com *display touch screen*, analisará os problemas detectados ao longo da fabricação e apresentação dos resultados obtidos.

2 Fundamentação teórica

A excelência do produto deve atender aos padrões técnicos definidos pelos critérios de controle de qualidade. Assim, uma peça produzida conforme esses critérios torna-se a referência, servindo de base para toda a produção seguir as diretrizes previamente estabelecidas. “A confiabilidade do produto em termos de qualidade refere-se à probabilidade de mau funcionamento de um produto” (Beracho, 2009, p. 16).

Durante a pesquisa, foi identificado um trabalho acadêmico que destaca a importância do teste de continuidade elétrica na fabricação do chicote. O estudo aborda todo o processo produtivo, desde a entrada da matéria-prima até a montagem, testes e inspeção. Além disso, reforça que toda a produção é guiada pelo setor de qualidade, garantindo a manutenção dos padrões estabelecidos e o cumprimento dos procedimentos operacionais.

Com o setor automotivo cada vez mais competitivo, se faz necessário estudo de redução de custo em todo sistema estrutural do carro, neste sentido garantir a qualidade do produto e baixo custo de produção do chicote automotivo impacta diretamente no custo de montagem do veículo tornando-se diferencial de mercado para montadora. Nesta perspectiva, assegurar a confiabilidade, qualidade e segurança é essencial o teste de continuidade elétrica objetivando eliminar falhas no sistema elétrico. Vale ressaltar que o chicote elétrico é um produto manufaturado produzido de forma manual, composto por uma série de componentes, terminais, conectores e presilhas; usado para garantir a comunicação elétrica e os encaixes nas derivações do chicote. (Siqueira, 2023, p. 13).

3 Metodologia

Este trabalho teve como finalidade o desenvolvimento de um equipamento analisador de cabos de 256 pontos, unindo o conhecimento dos participantes no mercado de trabalho, a experiência dos professores e as disciplinas concluídas ao longo do curso.

A pesquisa classifica-se como aplicada, pois busca solucionar um problema prático por meio do desenvolvimento de um dispositivo funcional. Além disso, adota uma abordagem exploratória, pois investiga e descreve o processo de desenvolvimento do equipamento, considerando a experiência dos pesquisadores e os desafios encontrados durante sua concepção e construção.

4 Desenvolvimento

4.1 Requisitos do projeto

Os pontos em um analisador de cabos referem-se aos locais de teste nos quais os cabos são conectados para análise. O modelo atual disponível na empresa tem poucos pontos para teste, motivo pelo qual o produto não tem muita procura.

Diante da demanda do mercado por um produto com mais pontos para testes, foi iniciado o desenvolvimento de um analisador modular com capacidade para até 4 módulos de 64 saídas cada, totalizando 256 pontos. Ele possui placas de protótipo que foram desenhadas, montadas e testadas, juntamente com a implementação do *software* necessário para seu funcionamento. No estágio atual do protótipo, o foco é o desenvolvimento do *software* embarcado, seguido pela remodelação das placas no gabinete, juntamente com a alteração de *display* gráfico LCD com teclado para *Display touch screen*.

O novo analisador deve testar cabos com até 256 pontos, com um *display HMI* (interface homem-máquina) com teclado *touch* que oferece uma melhor interface com o operador, garantindo uma experiência mais intuitiva e eficiente. Isso permite que o operador visualize facilmente os resultados dos testes, durante o processo de análise dos cabos, oferecendo várias opções de configuração e ajuste, facilitando o uso do equipamento e melhorando a eficiência operacional.

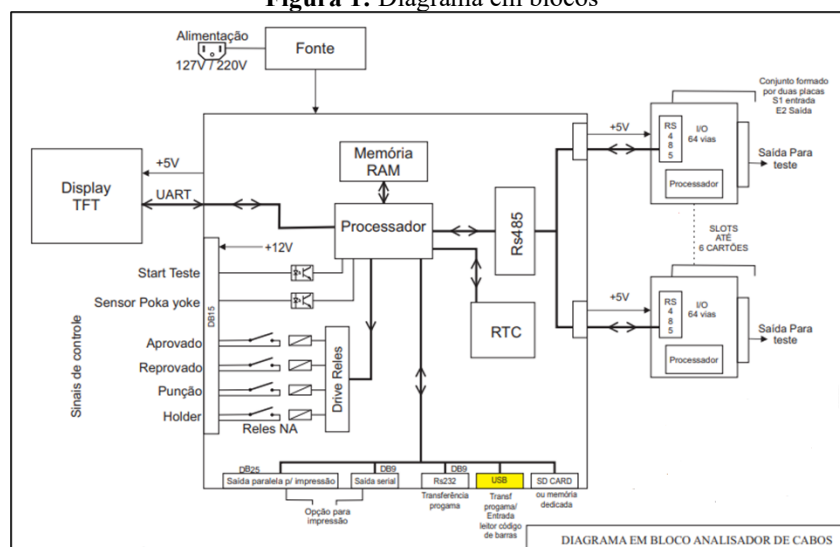
O número de pontos de teste será modular (até 4 módulos de 64 pontos) totalizando 256 pontos. Os testes realizados são: Teste em Modo contínuo: o analisador aprova o chicote se realizar o teste completo sem nenhuma não conformidade. Reinicia o teste caso encontrado o circuito aberto ou em curto; Teste em Modo por circuito: testa o circuito e encontrando um laço completo, válida o mesmo. Caso encontre o circuito aberto ou em curto ele reinicia o teste do laço atual, desconsiderando os laços validados. Nesse caso, os laços testados e validados não são mais testados; Teste em Modo temporizador: o chicote é continuamente testado durante um intervalo de tempo programado e rejeita, caso houver uma falha durante o período de teste estabelecido; Inicialização do teste manual: inicia o teste pressionando a tecla Start e realizada um único teste e aprova se o OK. Reprova automaticamente caso encontre alguma falha; e

Inicialização do teste automático: ao finalizar o teste de um chicote, aguarda a desconexão. Quando identificado a desconexão, inicia, automaticamente, um novo teste de chicote.

O equipamento possui uma placa com o processador e periféricos, conforme diagrama em blocos da figura 1 explicado abaixo:

- Fonte de alimentação: com entrada bivolt 127V-/220V-e saída 12Vcc e 5Vcc;
- *Display* TFT touch screen (interface homem máquina): utiliza comunicação UART;
- Placa processador: com um microcontrolador PIC 24FJ128GA010 responsável por todo o processamento do produto;
- Comunicação RS485: comunicação entre o processador e as placas de I/O's;
- As placas de I/O's: são pares de Placas de 64 vias conectadas (uma placa com portas de Entrada de outra com portas de saída) formando um slot de 64 pontos para teste;
- Saídas contato NA: para sinalizador aprovado, para sinalizador reprovado, para punção e para Holder (Contato e trava de conectores do chicote);
- Comunicação paralela: para impressora que possui linguagem EPL2;
- RTC (Real Time Clock): para data e hora;
- Utilizar cartão SD: com um programa de teste já gravado no mesmo;
- Pinos de teste: com característica I/O;
- Porta USB: destinado a impressora com entrada USB bem como utilizado na transferência de status do teste para um banco de dados em um computador;
- Porta RS232: utilizada para transferência de programa do chicote realizado através do PC. O programa é armazenando na memória EEPROM.

Figura 1: Diagrama em blocos



Fonte: elaborado pelos autores (2025).

4.2 Seleção de componentes

Os componentes foram selecionados cuidadosamente para garantir um bom projeto eletrônico. Componentes inadequados podem causar falhas, curtos-circuitos ou superaquecimento, resultando em riscos de incêndios, choques elétricos e danos ao equipamento ou às pessoas. Componentes bem selecionados otimizam o sistema, minimizando perdas de energia, reduzindo custos operacionais e aumentando a vida útil dos equipamentos. Além disso, a seleção de componentes inadequados pode levar a reparos frequentes, substituições ou mesmo a falhas completas, aumentando o custo total do projeto.

Levando em consideração todos esses aspectos citados foram definidos os componentes, como: *Display* TFT (DMG48270C043_05WTR (DWIN)): *touch screen* (interface homem máquina), conforme imagem do *Datasheet* da figura 2, utiliza comunicação UART para o microcontrolador da placa processadora.

Figura 2: Imagem do *display*



Fonte: *Datasheet* do componente.

O Microcontrolador PIC 24FJ128GA010: responsável por todo o processamento do produto, desempenha funções fundamentais, como controle, gerenciamento de dados e execução das operações necessárias para o funcionamento do sistema; e a placa Raspberry Pi 4, conforme imagem do *Datasheet* da figura 3, é um computador compacto e de alta performance, é responsável por gerenciar a integração com a impressora, garantindo a comunicação eficiente e o controle das operações relacionadas

Figura 3: Placa Raspberry Pi 4



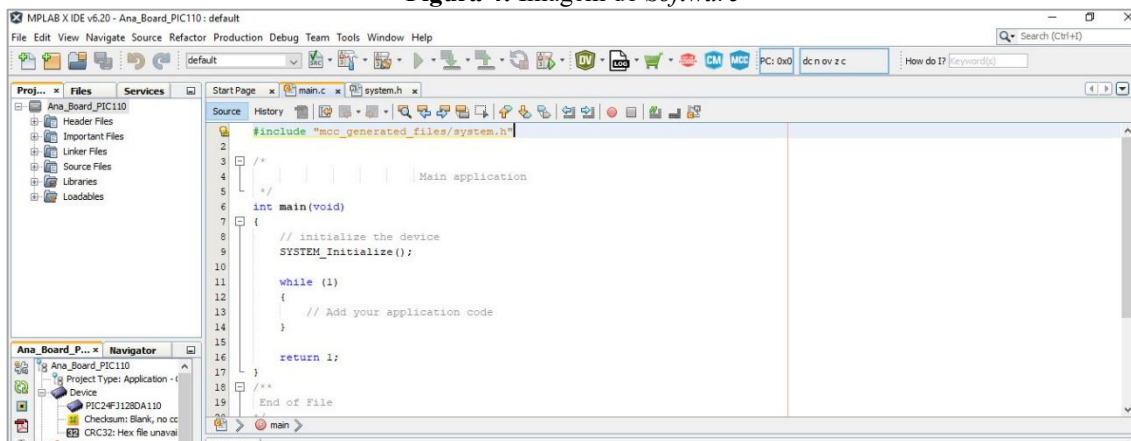
Fonte: Datasheet do componente.

4.3. Requisitos de *software*

O hardware utiliza microcontrolador 16 bits e memória EEPROM 1GBits capaz de controlar todo o sistema. Cada conjunto de I/O (64 pontos de teste) utiliza dois microcontroladores 16 bits sendo um destinado a entradas e outro destinado a saída. A comunicação entre todos os microcontroladores é por meio de RS485.

O software é realizado em linguagem C e utiliza a ferramenta da Microchip MPLAB X (figura 4), é uma ferramenta integrada de desenvolvimento (IDE) utilizada para criar, depurar e programar dispositivos microcontroladores, oferecendo suporte a diversas plataformas e funcionalidades avançadas para otimização de projetos, com o compilador X16.

Figura 4: Imagem do *Software*

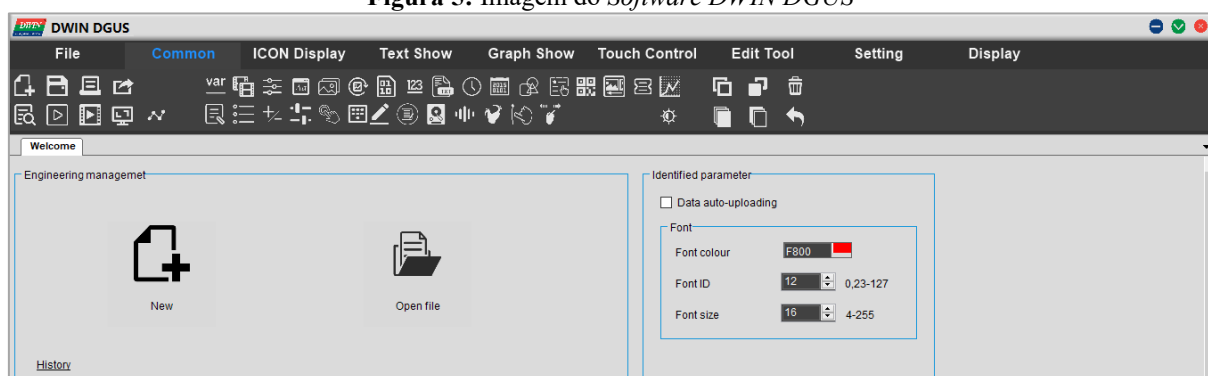


Fonte: elaborado pelos autores (2025).

A programação de modelos de chicotes é realizada por meio de um aplicativo no PC (programado em *Java*) e a transferência dessa programação para o analisador é realizado através da comunicação serial.

O *software* utilizado para a criação das telas foi o *Corel Draw*, em conjunto com a ferramenta *DWIN DGUS*, representada na figura 5, que possibilita a formatação e personalização do *display* conforme nossas preferências, incluindo a configuração dos botões *touch* nas posições desejadas.

Figura 5: Imagem do *Software DWIN DGUS*



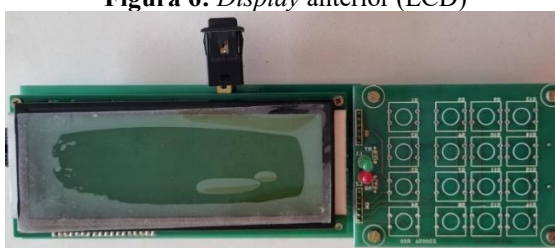
Fonte: elaborado pelos autores (2025).

Para o desenvolvimento e alterações do diagrama esquemático, foi utilizado o *KiCad*, um *software* gratuito e de código aberto amplamente utilizado para projetos eletrônicos. Ele oferece ferramentas avançadas para a criação de esquemas elétricos e o design de placas de circuito impresso (PCBs), sendo uma solução acessível e eficiente tanto para iniciantes quanto para profissionais da área.

4.4 *Display Touch Screen*

A primeira etapa do projeto envolveu a substituição do *display* LCD das figuras 6, pelo novo *display touch screen*. Para aproveitar a placa existente, foram realizadas algumas adaptações que permitiram a integração temporária do *display* com o microcontrolador anteriormente proposto e implementado. Essa solução foi implementada para possibilitar os testes das interfaces desenvolvidas para o novo *display*, tela representada na figura 7, garantindo sua funcionalidade antes de avançar para as próximas fases do projeto.

Figura 6: *Display* anterior (LCD)



Fonte: elaborado pelos autores (2025).

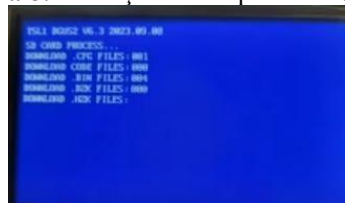
Figura 7: *Display Touch Screen*



Fonte: elaborado pelos autores (2025).

A gravação no *display* é realizada por meio de um cartão de memória de 4GB, no qual a pasta DWIN_SET com os arquivos de gravação são salvas. Basta inserir o cartão no *display*, ligar o dispositivo e aguardar o carregamento das telas por total, conforme figura 8. Após o carregamento, o cartão pode ser removido.

Figura 8: Gravação dos arquivos no *display*



Fonte: elaborado pelos autores (2025).

As variáveis das telas, botões, ícones e textos foram nomeadas de acordo com o programa do microcontrolador, garantindo que, ao pressionar um botão ou chamar uma variável no programa, as interfaces se comuniquem corretamente. Para isso foi criada uma planilha no Excel, conforme figura 9, e definido cada valor de constante no MPLAB X, figura 10 e no DWIN DGUS, figura 11.

Figura 9: Exemplo do Excel das definições de constantes

Nome	Tipo	ID Função	VP	VP Variável	SET	Variável Software
0 - Tela_Inicial	Tecla	Service	0x0010		0x0100	SV_Service
	W_Var	ID_Data		0x1000		NA_Data
	W_Var	ID_Semana		0x1006		NA_Semana
	W_Var	ID_Hora		0x1010		NA_Hora

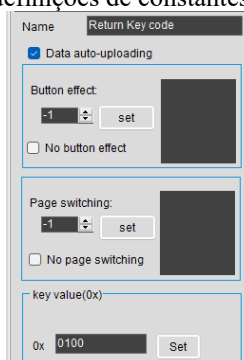
Fonte: elaborado pelos autores (2025).

Figura 10: Exemplo das definições de constantes no *Software MPLAB X*

```
#define D_TecErase 0x0006
#define D_TecAjEnter 0x0070
#define D_TecAprovado 0x0120
#define D_TecReprovado 0x0121
#define D_TecService 0x0100 //
#define D_TecVoltar 0x0102
#define D_TecAvancar 0x0104
```

Fonte: elaborado pelos autores (2025).

Figura 11: Exemplo das definições de constantes no *Software* DWIN DGUS



Fonte: elaborado pelos autores (2025).

4.5 Montagem

A fabricação da PCI foi realizada por uma empresa especializada na produção de placas eletrônicas, enquanto a montagem foi feita manualmente pelos membros da equipe, incluindo a soldagem dos componentes SMD (dispositivos de montagem em superfície, que são componentes eletrônicos projetados para serem montados diretamente na superfície da placa), conforme figura 12.

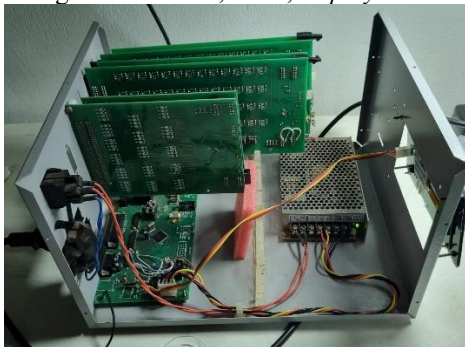
Figura 12: Slots com a antiga tecnologia e com a nova tecnologia (SMD)



Fonte: elaborado pelos autores (2025).

O gabinete foi projetado e fabricado por terceiros, com base nas medidas e no layout que definimos conforme figura 13. Já os chicotes internos de ligação também foram confeccionados manualmente pela equipe, garantindo um controle detalhado de qualidade em cada etapa do processo.

Figura 13: Montagem das Placas, fonte, *display* e chicotes no gabinete

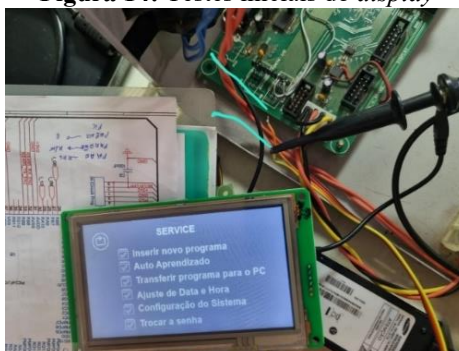


Fonte: elaborado pelos autores (2025).

4.6 Testes

Os testes foram conduzidos com as placas iniciais do projeto e as devidas adaptações para o funcionamento do *display touch screen*, conforme figura 14.

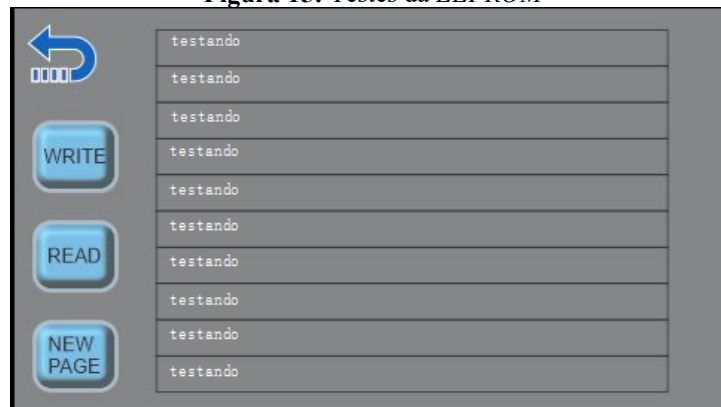
Figura 14: Testes iniciais do *display*



Fonte: elaborado pelos autores (2025).

Foi criada uma tela específica para os testes iniciais da *EEPROM*, figura 15. Além disso, foi colocado no programa um vetor dedicado à leitura e escrita na memória *EEPROM*, facilitando o processo de validação.

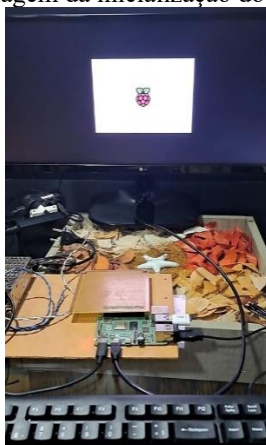
Figura 15: Testes da *EEPROM*



Fonte: elaborado pelos autores (2025).

O teste da *Raspberry Pi* 4 foi desenvolvido conforme figura 16.

Figura 16: Imagem da inicialização do *Raspberry Pi* 4



Fonte: elaborado pelos autores (2025).

5 Resultados e discussão

Durante o desenvolvimento do projeto do analisador, foi implementada uma saída paralela para impressoras e uma saída RS232, permitindo o uso alternativo da impressora e a comunicação com o PC. Para estabelecer a comunicação com o PC, poderia ser utilizado um cabo conversor USB/RS232. Porém, durante o desenvolvimento, observou-se que as impressoras mais modernas oferecem apenas comunicação via USB. Nessa situação, o uso de um cabo conversor torna-se inviável, pois é necessário que o host possua o *driver* da impressora, que é compatível apenas com o sistema operacional *Windows*.

Outro problema encontrado foi a comunicação da impressora com o *Raspberry Pi* e com o microcontrolador. Essa dificuldade se manifestou devido a incompatibilidades nos protocolos de comunicação e na configuração dos dispositivos, o que exigiu ajustes no código e uma análise detalhada do *hardware* utilizado.

A ideia inicial era utilizar o sistema operacional do *Raspberry Pi* para imprimir automaticamente as etiquetas dos ensaios, eliminando a necessidade de outro dispositivo intermediário, como um computador, além da impressora. No entanto, enfrentamos alguns desafios ao longo do processo. Primeiramente, as impressoras possuem *driver* para operar no sistema *Windows*, o que nos obrigou a realizar alterações para compatibilizá-las com o sistema do *Raspberry*. Em segundo lugar, o tempo de inicialização (*boot*) do sistema e a comunicação com o microcontrolador, responsável pelo envio das informações para a impressão das etiquetas, não foram concluídos conforme o esperado, o que acabou comprometendo a funcionalidade automatizada planejada.

Outro problema enfrentado foi relacionado à troca do microcontrolador. O modelo utilizado anteriormente possuía apenas duas saídas *UART*, o que era suficiente até então. Contudo, com a substituição do *display* por um modelo *touchscreen*, tornou-se necessário o uso de uma saída *UART* adicional. Para atender a essa demanda, foi realizado um *upgrade* para um microcontrolador que oferece suporte à configuração de até quatro *UART* permitindo a integração do novo *display* e garantindo a comunicação com os demais componentes do sistema.

6 Considerações finais

O desenvolvimento deste trabalho apresentou diversos desafios, principalmente no que diz respeito à comunicação com a impressora. Durante o processo, enfrentamos dificuldades para estabelecer uma conexão eficiente e confiável, o que exigiu ajustes constantes no código de programação e a realização de testes para identificar e corrigir falhas.

Apesar dos obstáculos, a experiência proporcionou um grande aprendizado. As aulas, juntamente com o apoio dos professores, foram fundamentais para aprimorar nossos conhecimentos em programação, eletrônica e solução de problemas técnicos. Além disso, os desafios encontrados ao longo do projeto fortaleceram nossa capacidade de análise e resolução de falhas, habilidades essenciais para a atuação profissional na área.

Como sugestão para projetos futuros, recomenda-se uma abordagem mais aprofundada na parte de comunicação com a impressora, explorando protocolos mais estáveis, bibliotecas mais adequadas e possíveis alternativas para otimizar o envio de comandos. Além disso, testes mais rigorosos em diferentes cenários podem antecipar possíveis dificuldades e garantir um desempenho mais eficiente.

Por fim, este projeto foi uma oportunidade valiosa para consolidar o conhecimento adquirido ao longo do curso e demonstrar a importância da persistência e da busca por soluções inovadoras para os desafios encontrados na prática.

Referências

BERACHO, F. M. **Gestão da qualidade total**. Rio de Janeiro: IESDE, 2009.

SIQUEIRA, R. X. A importância do teste de continuidade na produção do chicote elétrico automotivo. 2023. 48 f. **Monografia** (Graduação em Engenharia Elétrica) — Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, João Pessoa, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ifpb.edu.br/handle/177683/2973>. Acesso em: 23 dez. 2025.

Data de submissão: 08/09/2025

Data de aceite: 07/11/2025