

15º Congresso de Inovação, Ciência e Tecnologia do IFSP - 2024

Desenvolvimento de interface gráfica: uma aplicação para o projeto BAJA-SAE

FELIPE P. FURLANETO¹, ALDO Y. RIGATTI²

¹ Graduando em Engenharia de controle e automação, IFSP, Câmpus Catanduva, felipe.furlaneto@aluno.ifsp.edu.br.

² Docente, IFSP, Câmpus Catanduva, rigattialdo@ifsp.edu.br.

Área de conhecimento (Tabela CNPq): 3.05.04.07-4 Controle de Sistemas Mecânicos

RESUMO: As interfaces gráficas são sistemas eletrônicos que permitem aos usuários interagirem com dispositivos ou *softwares* através de elementos visuais intuitivos. Em sistemas automotivos, essas interfaces facilitam a visualização de dados e o controle de processos críticos. Com o intuito de aplicar esta ferramenta no setor do *powertrain* do projeto Baja, propõe-se desenvolver de uma interface gráfica para a manipulação e monitoramento de duas variáveis essenciais: a frequência de rotação e a velocidade periférica. A análise desses parâmetros foi realizada por meio do *software* LabVIEW® em conjunto com um ESP32 e um sensor de efeito Hall. A metodologia aplicada foi dividida em três etapas: o desenvolvimento da interface gráfica, a criação do sistema motor simulado com o uso de um motor de passo e a execução dos testes para validar a funcionalidade da interface. Essa análise demonstrou que a interface desenvolvida foi capaz de fornecer leituras precisas e em tempo real, destacando-se pela robustez e adaptabilidade para outras aplicações que exigem medições e controle de sistemas rotacionais em tempo real. Estes resultados sugerem que o desenvolvimento proposto é eficaz e viável, com potencial de aplicabilidade em sistemas de transmissão em veículos *off-road*, dentro do contexto do projeto Baja da equipe Cabiros.

PALAVRAS-CHAVE: monitoramento; transmissão *off-road*; projeto baja; interface gráfica; LabVIEW.

Graphical interface development: an application for the BAJA-SAE project

ABSTRACT: Graphical interfaces are electronic systems that allow users to interact with devices or software through intuitive visual elements. In automotive systems, these interfaces facilitate the visualization of data and control of critical processes. To apply this tool in the powertrain sector of the Baja project, the development of a graphical interface for manipulating and monitoring two essential variables is proposed: rotation frequency and peripheral speed. The analysis of these parameters was carried out using LabVIEW® software in conjunction with an ESP32 and a Hall effect sensor. The methodology applied was divided into three stages: the development of the graphical interface, the creation of a simulated motor system using a stepper motor, and the execution of tests to validate the functionality of the interface. This analysis demonstrated that the developed interface was capable of providing accurate and real-time readings, standing out for its robustness and adaptability to other applications that require real-time measurements and control of rotational systems. These results suggest that the proposed development is effective and feasible, with potential applicability in transmission systems for off-road vehicles, within the context of the Cabiros team's Baja project.

KEYWORDS: monitoring; off-road transmission; baja project; graphical interface; LabVIEW

INTRODUÇÃO

No cenário dos avanços tecnológicos, as Interfaces Gráficas de Usuário (GUI, do inglês *Graphical User Interfaces*), têm se tornado ferramentas essenciais, especialmente na indústria automobilística. Essas interfaces proporcionam uma interação intuitiva e eficiente entre o usuário e sistemas complexos,

facilitando a supervisão e a manipulação de diversas funcionalidades com maior precisão e eficiência (Oliveira, 2022).

Essa importância se reflete ainda mais no contexto dos veículos *off-road*, como os utilizados nas competições Baja-SAE, especialmente no setor do *powertrain* ou trem de força. Nesses veículos, o trem de força, é constituído por uma transmissão continuamente variável (CVT, do inglês *Continuously Variable Transmission*), que se baseia em um mecanismo de polias com diâmetros variáveis interligados por uma correia. Esse conjunto cria um sistema de marchas infinitas, que permitem com que o motor trabalhe nas regiões de maior eficiência energética (Hofman; Salazar, 2020).

Para garantir a eficiência de transmissão, bem como a segurança operacional desse mecanismo, o monitoramento em tempo real torna-se indispensável, permitindo a coleta e análise de dados precisos durante a sua operação (Laplante; Ovaska, 2011). Nesse aspecto, propõe-se desenvolver uma interface gráfica, do tipo IHM (interface homem máquina), utilizando o *software* de uso não comercial LabVIEW®, a fim de testar a integridade de captação e interpretação de dados de velocidade e de frequência de rotação, proporcionando uma ferramenta útil para futuras aplicações na transmissão da CVT do projeto Baja equipe Cabiros.

MATERIAL E MÉTODOS

Para otimizar a elaboração do projeto, este foi dividido em três partes principais: o desenvolvimento da interface gráfica, o desenvolvimento do sistema motor, e o teste da interface.

Desenvolvimento da interface:

Para a criação da interface IHM, foi utilizado o *software* de uso não comercial LabVIEW®, uma plataforma avançada para a criação de aplicações de medição e controle, que permite analisar e monitorar em tempo real dados, como velocidade, temperatura e pressão, de bancadas mecânicas ou eletromecânicas (NI, 2023). A aquisição dos dados e a alimentação do sistema supervisório foram realizadas por meio da placa de prototipagem ESP32 Wemos D1 R32, em conjunto com um módulo sensor de efeito Hall, modelo KY-003.

Este modelo opera com base no efeito Hall, uma fenômeno físico observado quando uma corrente elétrica percorre um condutor imerso em um campo magnético perpendicular a ele, no qual permite gerar uma diferença de potencial elétrico, configurando seu pulso de ativação (Neto et al., 2010).

Para integrar o sensor com o sistema supervisório, o ESP32 foi programado utilizando a plataforma Arduino IDE®. A configuração do sistema é feita de maneira que o sensor de efeito Hall, seja lido através de interrupções de 1 segundo no ESP32.

Assim cada vez que o sensor detectar a presença de um campo magnético, é capturado o tempo atual em milissegundos e calculado o intervalo de tempo a cada detecção. Esse intervalo de tempo é o período de rotação do sistema motor.

Este período é convertido em rotações por minuto (RPM) e em metros por segundo (m/s) através das equações 1 e 2 (Malconian, 2019) respectivamente:

$$n = 60000 \times f = \frac{60000}{T} \quad (1)$$

$$v = w \times r = \frac{(\pi \times n \times r)}{30} \quad (2)$$

Sendo:

n = número de rotações por minuto [rpm];

f = frequência de rotação [Hz];

T = Período de rotação [ms];

v = velocidade periférica [m/s];

r = raio [m];

w = velocidade angular [rad/s];

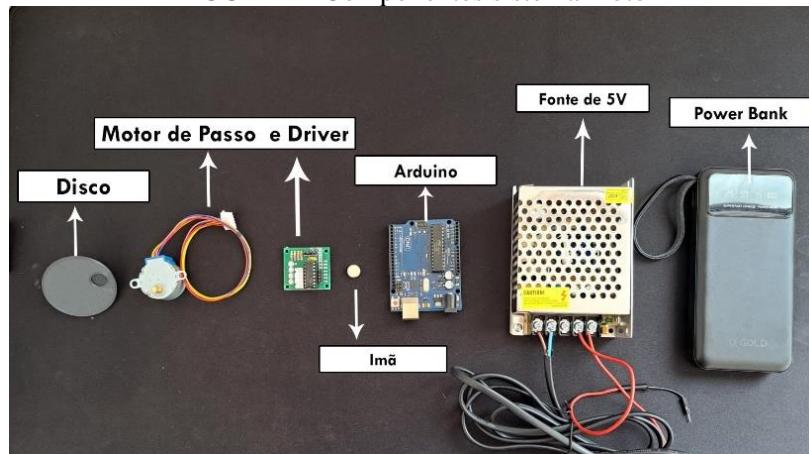
π = constante trigonométrica;

Essas equações são inseridas no LabVIEW®, no qual os cálculos são realizados automaticamente.

Desenvolvimento do sistema motor:

O objetivo principal desta etapa é desenvolver um sistema capaz de simular as rotações de uma polia motora, conectada diretamente ao eixo do motor. Para isso, foram utilizados, um motor de passo 28BYJ-48, um módulo de controle (driver ULN2003), um Arduino UNO, uma fonte chaveada de 5V, um *Power bank*, um imã de neodímio e um disco de captação, no qual estão representados na figura 1.

FIGURA 1- Componentes sistema motor



Fonte: Autoria própria.

A configuração dos componentes, ilustrado na figura 1, envolve o motor de passo juntamente com seu driver, como atuador de movimentos rotacionais. Acoplada a este motor está o disco de captação de PLA, projetado e desenvolvido no *software* Inventor Autodesk® e impresso em 3D, onde será fixado o imã de neodímio, responsável por criar os pulsos detectáveis do sensor de efeito Hall.

Para o controle e regulação da velocidade do motor, foi utilizado um Arduino UNO R3, que envia comandos de passo e direção para o motor através da biblioteca "Stepper.h", biblioteca de código livre do Arduino IDE®. Por fim, a fonte chaveada de 5V é utilizada como fonte de alimentação do driver e do motor e o *power bank* como fonte de alimentação do Arduino.

Teste da interface:

A etapa final do projeto consistiu na montagem e validação do sistema completo, com o objetivo de verificar a integridade da interface desenvolvida. Nesse contexto, foi elaborada uma tabela de ensaios (Tabela 1), na qual foram definidos dois valores de frequência de rotação para o motor de passo. Esses valores são verificados por meio de um tacômetro digital Hikari® modelo HDT-2238.

TABELA 1- Testes de integridade da interface

Ensaio	Valor medido (RPM)	Frequência Esperada (RPM)	Velocidade Esperada (m/s)
1º	15±0,05%	15	0,039
2º	10 ±0,05%	10	0,026

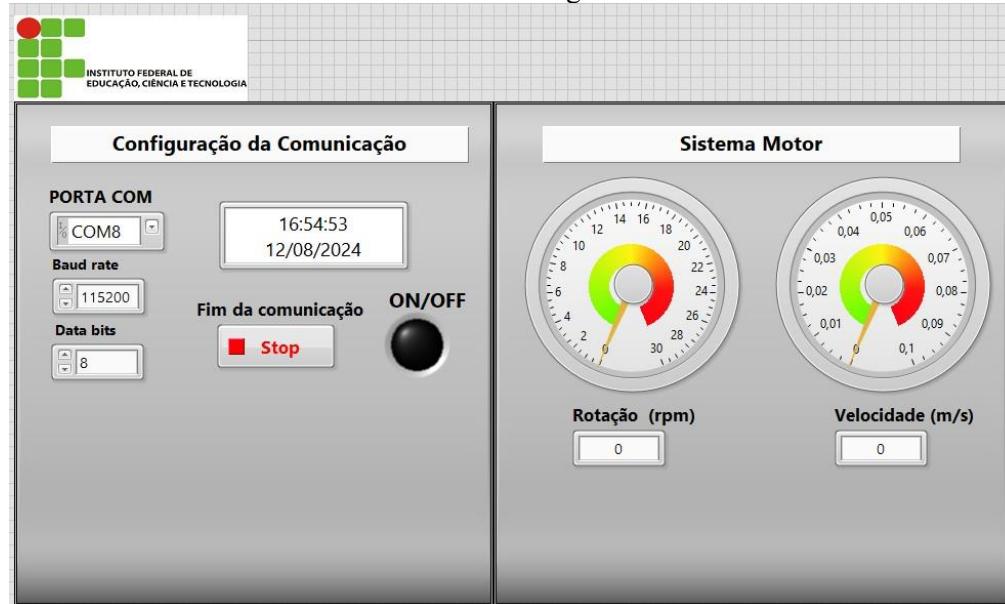
Fonte: Autoria própria.

Os valores de frequência do motor foram programados no Arduino Uno. Para cada frequência, foram realizadas cinco medições, com intervalos de 10 segundos entre cada leitura, utilizando o tacômetro na modalidade de leitura por contato. Em seguida, foi calculada a média dessas medições, e o valor resultante registrado na segunda coluna da tabela (Valor medido). Esta metodologia foi adotada para garantir uma leitura mais precisa e minimizar possíveis variações e ruídos, que podem ocorrer devido a flutuações ambientais, instabilidades no disco do motor ou imprecisões do próprio tacômetro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O desenvolvimento do sistema supervisório foi concluído com sucesso. A Figura 2 mostra o seu leiaute e configuração.

FIGURA 2- Interface gráfica



Fonte: Autoria própria.

Após o desenvolvimento da IHM e a montagem do sistema motor, foram realizadas as cinco medições de rotação, com o objetivo inicial de verificar se a velocidade do sistema motor correspondia aos valores esperados. Em seguida, foi calculada a média e o desvio padrão, resultando em $14,98 \pm 0,10$ rpm para o valor nominal de 15 rpm, e $10,02 \pm 0,04$ rpm para o valor nominal de 10 rpm.

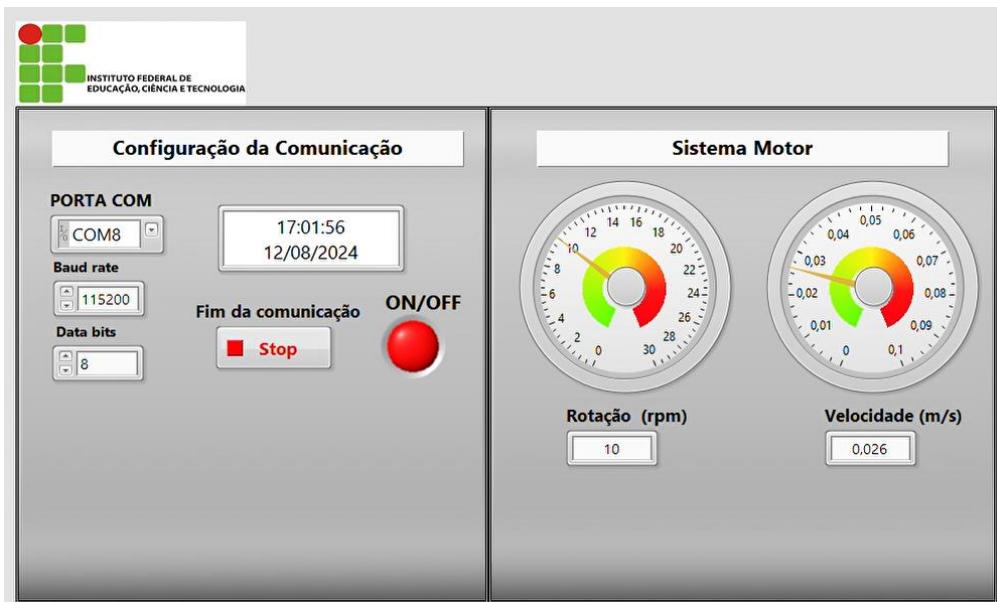
Com a confirmação dos valores de rotação, foram realizados testes operacionais na interface para verificar sua integridade e desempenho. Os resultados obtidos estão apresentados nas Figuras 3 e 4, evidenciando o comportamento do sistema durante os ensaios.

FIGURA 3 – Teste de integridade 1.



Fonte: Autoria própria.

FIGURA 4 – Teste de integridade 2.



Fonte: Autoria própria.

CONCLUSÕES

O desenvolvimento e a implementação da interface gráfica para monitoramento da rotação de um motor foi bem-sucedido, no qual a mesma foi capaz de fornecer leituras em tempo real, apresentando erros menores que 0,2 %.

Assim, a integração entre o *hardware* selecionado e o *software* LabVIEW® resulta em uma solução robusta para o monitoramento e análise de sistemas rotacionais. As metodologias empregadas demonstraram eficácia e são facilmente adaptáveis a outras aplicações que necessitam de medições e controle em tempo real. Exemplos incluem sistemas de transmissão em veículos *off-road*, como os utilizados no projeto Baja equipe Cabiros, onde serão aplicadas como parte de trabalhos futuros.

CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES

F.P.F contribui com a pesquisa, com a contextualização, com a análise de dados e com o recebimento de financiamento. A.Y.R procedeu com a supervisão, com a administração do projeto e com a validação de dados e experimentos.

Todos os autores contribuíram com curadoria dos dados, além da revisão do trabalho e aprovaram a versão submetida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, ao Instituto Federal campus Catanduva pelo apoio e auxílio financeiro deste projeto, que possibilitaram o desenvolvimento da interface gráfica. Além disso, agradeço ao orientador, pela oportunidade e por estar sempre disposto para retirar as dúvidas recorrentes do projeto e por ajudar em todo processo de desenvolvimento.

REFERÊNCIAS

- HOFMAN, T.; SALAZAR, M. **Transmission ratio design for electric vehicles via analytical modeling and optimization**. In: 2020 IEEE Vehicle Power and Propulsion Conference (VPPC). IEEE, 2020. p. 1-6.
- LAPLANTE, P; OVASKA, S. **Real-Time Systems Design na Analysis**. [s.1.] John Wiley & Sons, 2011.
- MELCONIAN, S. **Elementos de máquinas**. 11ed. São Jose dos Campos: Erica, 2019.p.12-13.

NETO, A. et al. **Sistema de Medição de Campo Magnético Baseado no Efeito Hall e Arduino**. Monografia do curso de Engenharia de Computação, UTFPR, Curitiba, PR, 2010.

NI – Nacional Instruments. **What is LabVIEW?**. Disponível em: <https://www.ni.com/en/shop/labview.html>. Acesso em: 04 ago. 2024.

OLIVEIRA, R. **Sistema Embarcado para Monitoramento Automotivo em Tempo Real**. Trabalho de Conclusão de Curso de Bacharel em Engenharia de Automação Industrial, CEFET, Araxá, MG, 2022.