

SISTEMA DE MONITORAMENTO OUTDOORS MEDIANTE ROS-RASPBERRY PI

EDNA CAROLINA MORIONES POLANÍA¹, ANGEL PONTIN GARCIA², DANIEL ALBIERO³

1 Eng. Eletrônica, Doutoranda em Engenharia Agrícola, FEAGRI/Unicamp, Campinas - SP, ednacarolina27@gmail.com.

2 Eng. Agrícola, Prof. Doutor, Faculdade de Engenharia Agrícola, FEAGRI/Unicamp, Campinas - SP.

3 Eng. Agrícola, Prof. Doutor, Faculdade de Engenharia Agrícola, FEAGRI/Unicamp, Campinas - SP.

Apresentado no
LI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2022
27 a 29 de outubro de 2022 - Pelotas - RS, Brasil

RESUMO: O trabalho apresentado neste documento trata-se do projeto de um veículo com 4 motores DC com acionamento diferencial. O sistema de monitoramento foi planejado para ambientes outdoors, modelado e simulado com uma constante de controle proporcional K_p . Foram utilizadas ferramentas de código aberto no Sistema Operacional de Robôs ROS (do inglês Robot Operating System). Como resultado se apresenta um veículo de 4WD tele-operado mediante rede local, testado por terrenos semiestruturados.

PALAVRAS-CHAVE: acionamento diferencial, 4WD, terrenos semiestruturados.

OUTDOOR MONITORING SYSTEM THROUGH ROS-RASPBERRY PI

ABSTRACT: The work presented in this document is the project of a vehicle with 4 DC motors with differential drive. The monitoring system was designed for outdoor environments, modeled, and simulated with a proportional control constant K_p . Open source tools were used in the Robot Operating System ROS. As a result, a 4WD vehicle teleoperated through a local network is presented and tested on semi-structured terrains.

KEYWORDS: Differential drive, 4WD, semi-structured terrain.

INTRODUÇÃO: A robótica é composta por sistemas mecânicos, eletrônicos e computacionais, áreas que trabalham em conjunto para serem aplicadas no desenvolvimento de processos industriais e agroindustriais. Para que os sistemas funcionem como peças autônomas devem ser controladas por circuitos que executam algoritmos que, dia a dia, continuam evoluindo (BINI; PAMELA; PRINCE, 2020). Para programar cada módulo do projeto ou processo, necessita-se um software que forneça as ferramentas para realizar comunicações entre eles. ROS é um middleware ou framework para desenvolvimento de software de robótica gratuito e de código aberto, que fornece ferramentas e bibliotecas para realizar comunicações entre processos (LENTIN, 2018). ROS foi escolhido como gestor operacional do veículo móvel de outdoors e implementado na placa Raspberry Pi. O Raspberry Pi 4 modelo B tem as características de ser um minicomputador com um microcontrolador, onde seus componentes são integrados permitindo a conexão de periféricos. Para realizar o sistema proposto se teve como referência a revisão realizada por Fernandes et al. (2020), onde foram analisados e classificados 52 robôs agrícolas, os autores sugerem aos futuros desenvolvedores de maquinaria agrícola fazer uso de sistemas de suspensão mais

complexos para se locomover por terrenos não estruturados outdoors. Por isso, o projeto mecânico foi focado no sistema de suspensão das rodas para que elas estivessem sempre em contato com o terreno. No presente documento apresenta-se a construção de um protótipo funcional do veículo de 4WD desenvolvido para o monitoramento de ambientes outdoors com ferramentas de código aberto.

MATERIAL E MÉTODOS: Para o delineamento do trabalho, a Figura 1 apresenta as etapas seguidas para a construção do protótipo. A metodologia foi delimitada em 3 etapas, no primeiro passo foi realizar o desenho mecânico, para isso, foi utilizado o Inventor como software de desenho do veículo. Conseqüentemente a parte elétrica e eletrônica foi baseada na geometria do robô, para obter o protótipo funcional no mundo físico. Como segunda etapa, o modelo matemático dos motores DC foi realizado mediante a ferramenta Matlab-Simulink. Como parte final, foram implementados os softwares nas tecnologias do Raspberry Pi 4 e Arduino Mega 2560.

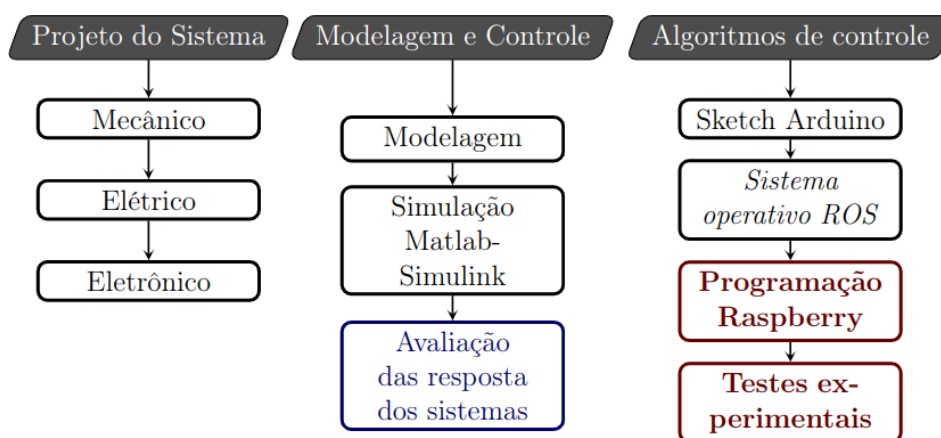


FIGURA 1. Delineamento do trabalho.

No Raspberry Pi 4 4GB foi instalado o sistema operativo (SO) Ubuntu 18.04 32bit, visto que o mesmo apresentou maior estabilidade para suportar a instalação de ROS Melodic. Em uma SD card de 64GB foi instalado o SO e o ROS Melodic com ajuda da wikiROS (OPEN FOUNDATION, 2020). Toda vez que o ROS foi instalado foram instalados os pacotes necessários para interagir com Arduino, ou seja publicar e assinar nós.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Os materiais que foram disponibilizados para a construção do veículo foram madeira para o chassi, plástico ABS (do inglês Acrylonitrile butadiene styrene) para os suportes do amortecedor e plástico-nylon para as rodas. As características mecânicas, elétricas e eletrônicas são apresentadas na Tabela 1 como resumo das limitações físicas e operativas do hardware. Com os modelos matemáticos, foram representadas as equações no domínio do tempo em blocos no Matlab-Simulink, deste jeito foi computada a função de transferência e um controle K_p em malha fechada para cada um dos motores com o objetivo de sincronizar as velocidades dos motores ($K_{pM1}= 2,498$; $K_{pM2}= 2,493$; $K_{pM3}= 2,696$; $K_{pM4}= 2,5$) Figura 2. Para fazer os primeiros testes o pc cliente inicia a comunicação como o servidor ROS por meio do protocolo SSH via wifi. Com a conexão estável foram iniciados 3 terminais: T1-roscore para iniciar ROS, T2-rosserial pacote para comunicação porto série (OPEN FOUNDATION, 2018), T3- teleop_twist_keyboard pacote para teleoperação (OPEN FOUNDATION, 2015).

TABELA 1. Ficha técnica do veículo.

CARACTERÍSTICAS	DESCRIÇÃO
Dimensões	L:0.30m; C:0.27m; A: 0.19m
Peso e velocidade	1.86Kg; 0.5ms^{-1}
Terrenos de uso do veículo	Semiestruturado, estruturado.
Módulos reguladores XL4015	5A: 60W (12V); 25W (5V)
Tipos de baterias	LiPo 12V-220mah; Power Bank 5V-12500mah
Driver ponte H L298	12VDC; 2A
Motores DC	4 motores 12VDC; 0,322A
Protocolo de comunicação	Protocolo de rede criptográfico SSH via wifi
Webcam	Porto USB via stream

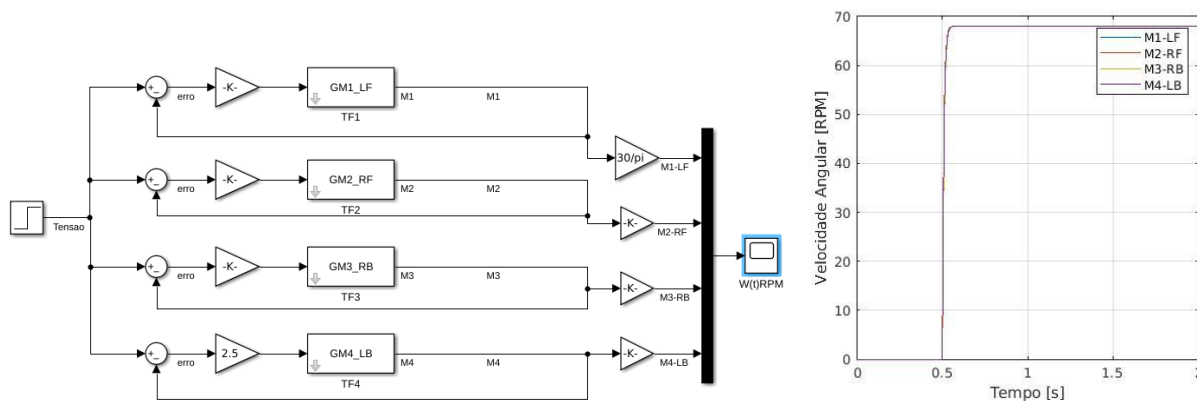


FIGURA 2. Resposta a um sinal de controle 12V que corresponde à velocidade máxima real obtida pelos motores 67 RPM.

Com os 3 terminais foi realizado um teste para locomover o protótipo por grama com uma ladeira, como se apresenta na Figura 3. Nesta prova foi bem-sucedido o movimento das rodas, o sistema de amortecimento mecânico foi ajustado para o contato com o solo.

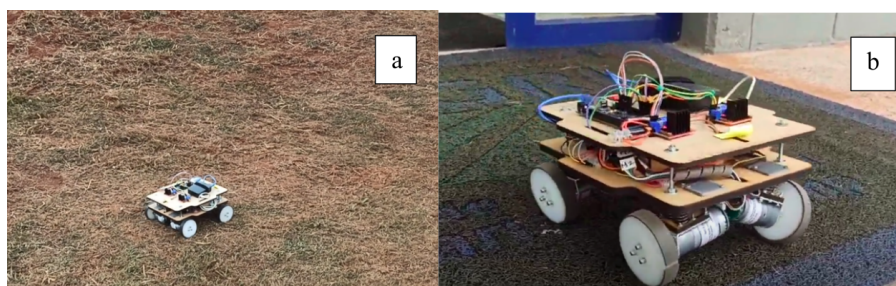


FIGURA 3. a- Teste percorrido por grama-ladeira b- Solo com alta aderência.

Para finalizar, o monitoramento dos jardins foi feito por meio de Webcam conectada por porto USB na Raspberry PI 4. Os comandos utilizados para a transmissão de dados foram executados por linha de comandos SSH. Na Figura 4 pode-se ver a gravação do veículo na esquerda e na direita a imagem capturada pela Webcam.

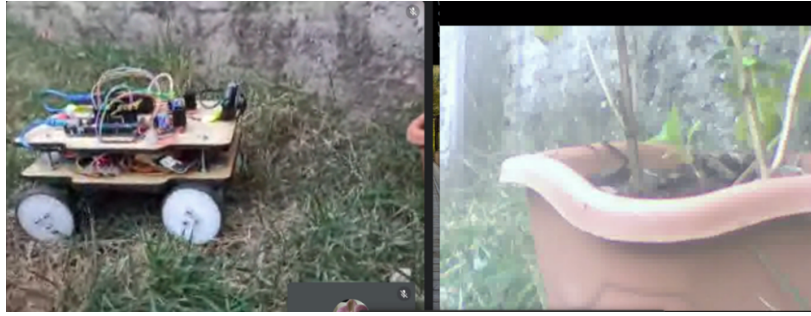


FIGURA 4. Teste de monitoramento.

Os terrenos por os quais foram testados foram, grama, concreto e liso. Os motores escolhidos para fazer o protótipo conseguem locomover a estrutura com um peso de 1.86Kg. Nos testes realizados conseguiu percorrer ladeiras de aproximadamente 20° e passar por obstáculos de 3cm de altura. O ROS apresenta-se como uma opção para a prototipagem rápida de robôs, mas a curva de aprendizado pode tomar tempo por a quantidade de requisitos que devem ser atendidos para sua implementação. Toda vez que são atendidos os requisitos, pode-se utilizar e personalizar a quantidade significativa de código aberto que foi desenvolvida por outros estudantes, pesquisadores e fanáticos da robótica.

CONCLUSÕES: Foi desenvolvido um veículo com 4WD para o monitoramento por terrenos outdoors, o protótipo pode ser teleoperado ou deslocar com planejamento de trajetória mediante algoritmos de controle open source no sistema ROS. Com o sistema de amortecimento desenvolvido o protótipo conseguiu adaptar-se aos terrenos semiestruturados.

AGRADECIMENTOS: O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001. Ao Laboratório de Instrumentação e Controle (LIC) da Feagri UNICAMP por disponibilizar as ferramentas como impressora 3D e cortadora laser. A Escola da Extensão da Unicamp EXTECAMP por fortalecimento das capacidades técnicas com o curso da Especialização em Automação e Controle de Processos Industriais e Agroindustriais.

REFERÊNCIAS:

BINI, D.; PAMELA, D.; PRINCE, S. Machine Vision and Machine Learning for Intelligent Agrobots: A review. **ICDCS 2020 - 2020 5th International Conference on Devices, Circuits and Systems**, p. 12–16, 2020.

FERNANDES, H. R.; POLANÍA, E. C. M.; GARCIA, A. P.; BARRERO, O.; ALBIERO, D. Agricultural unmanned ground vehicles: A review from the stability point of view. **Revista Ciência Agrônômica**, vol. 51, no. 5, pp. 1–12, 2020.

LENTIN, J. **Robot Operating System (ROS) for Absolute Beginners**. Apress, 2018.

OPEN ROBOTICS. Installing ros melodic on the raspberry pi, 2020. Disponível em: [<http://wiki.ros.org/ROSBerryPi>]. Acesso em: 8/03/ 2022.

OPEN ROBOTICS. Generic keyboard teleop for twist robots, 2015. Disponível em: [http://wiki.ros.org/teleop_twist_keyboard]. Acesso em: 24/02/ 2022.

OPEN ROBOTICS. Metapackage for core of roserial, 2018. Disponível em: [<http://wiki.ros.org/roserial>]. Acesso em: 24/02/ 2022.