



PROJETO MECATRÔNICO DE UM ROVER PARA APLICAÇÃO NA ANÁLISE DE SOLOS USANDO TECNOLOGIA LIBS - PARTE II

I.L. Argote¹, J.F. Archila¹, V.A.H. Higuti¹, O.E. Rueda¹, L.A.B. Marão¹, M. Campos², K.S.G. Silva², V. Van Halst¹,
L.A. Neto¹, P. Tiberon¹, J.L. Saavedra¹, J.F. Espinosa¹, D.V. Magalhães¹, D.M.B.P. Milori², M. Becker¹

- (1) Departamento de Engenharia Mecânica, EESC/USP, Avenida Trabalhador São-Carlense, 400, 13562-590, São Carlos, SP, ingridargote@usp.br, john.faber@usp.br, akihirohh@gmail.com, oscar.rueda@usp.br, luiz.marao@gmail.com, victorvanhalts@gmail.com, luiz.alves.neto@usp.br, petrus.tiberon@usp.br, jlsg.93@gmail.com, pipelon.1213@gmail.com, daniel@sc.usp.br, becker@sc.usp.br
(2) Embrapa instrumentação, Rua Quinze de Novembro, 1452, 13560-970, São Carlos, SP, marcelobtu@gmail.com, ninloth@gmail.com, debora.milori@embrapa.br

Resumo: A implementação de sistemas mecatrônicos agrícolas, que facilitem o controle e o processamento de dados em campo, vem tomando força, uma vez que a aplicação desta tecnologia fornece muitos benefícios aos produtores. Neste trabalho, é proposta uma arquitetura para o controle dos sistemas eletrônicos de um robô móvel tipo *rover*, usado para a análise de solos em cultura de citros. A proposta apresentada baseia-se em tecnologias de *hardware* livre, que permitem o desenvolvimento de sistemas robustos embarcados. A arquitetura proposta foi aplicada em um protótipo de teste, com configuração modular, o que facilita a troca de componentes, caso seja necessário.

Palavras-chave: *Rover*, LIBS, desenho mecatrônico, dados agrícolas, dados do solo.

MECHATRONIC PROJECT OF A ROVER APPLIED TO SOIL ANALYSIS USING LIBS TECHNOLOGY - PART II

Abstract: Agriculture mechatronic systems implemented to aid in-field data control and processing are becoming a mainstream trend due to the enormous benefits that this kind of technologies provide to agricultural producers. This paper describes the electronic control system architecture of a rover type robot, which performs soil analysis in citric cultures. The architecture proposed is based in open source-open hardware technologies since they allow the development of robust embedded systems. Those systems are assembled in a modular prototype built in such a way to easily change components if necessary.

Keywords: Rover, LIBS, mechatronic project, agricultural data, soil data.

1. Introdução

De acordo aos estudos feitos pela ONU sobre o crescimento da população mundial, estima-se que para o ano 2030 a população será cerca de 7 bilhões de pessoas e para o ano 2050 cerca de 9 bilhões de pessoas (Green *et al.*, 2013), o que incrementará a necessidade de alimentos. Nesse cenário, se os níveis de produção de alimentos não forem aumentados poderá existir escassez de alimentos, com sérias consequências para todos os países. Por exemplo, os cereais nos últimos anos tiveram sua produção mundial diminuída em 1,1%, mas sua utilização apresentou um incremento de 1,9% (Muteia, 2014). Portanto, é preciso desenvolver novos métodos de cultivo que permitam obter uma maior produção aproveitando de forma correta as áreas agrícolas e reduzindo os custos.

Nesse contexto, a Agricultura de Precisão (AP) pode ser apresentada como uma possível solução para esse problema. Baseando-se na manipulação de uma área específica do cultivo através de tecnologias de informação como GPS, sensores para as plantas, terra e a utilização de software especializado, a AP pode permitir a execução de um controle de pragas e satisfazer às necessidades do cultivo com a utilização correta de agrotóxicos, fertilizantes e outros insumos agrícolas. Em áreas agrícolas de grande extensão (cenário muito comum no Brasil), é mais difícil aplicar essas técnicas devido à extensa área que tem que ser analisada. Isso acaba provocando uma resposta tardia contra pragas ou quaisquer outros problemas, e conseqüentemente, grandes prejuízos financeiros para o setor de agroindústria. Uma possível solução é o desenvolvimento de robôs móveis que possam se movimentar de forma autônoma pelas áreas agrícolas coletando informação de forma contínua e chegando aos lugares de difícil acesso. Dessa forma eles podem realizar medições contínuas das condições das plantas e do solo. Um tipo de robô que pode ser adaptado para trabalhos em áreas agrícolas são os *rovers*, que com os equipamentos embarcados adequados, podem fornecer o apoio necessário para monitorar cultivos de grande extensão.

No artigo Parte I foram apresentados os modelos cinemático e dinâmico de um protótipo de *rover*, bem como o modelo CAD e a simulação CAE. Deve-se frisar que o foco desse projeto é um robô tipo *rover* para aplicações em análises de solos usando tecnologia LIBS (do acrônimo em inglês *Laser-induced breakdown spectrometry*). Neste artigo, Parte II, são apresentados o estudo e o desenvolvimento do sistema eletrônico para o robô tipo *rover* e do sistema de controle dos motores para a propulsão e o esterçamento do veículo.

2. Materiais e Métodos

O projeto atual é financiado pela Embrapa, CNPq, CAPES e FAPESP e desenvolvido em parceria entre a EMBRAPA Instrumentação e o Laboratório de Robótica Móvel da EESC-USP (LabRoM). Para o desenvolvimento do projeto foi montada uma equipe multi-disciplinar, formada por engenheiros mecânicos, eletrônicos, mecatrônicos e físicos. A metodologia de projeto empregada é apresentada na Parte I do artigo.

Mas, basicamente os elementos chave para todo o dimensionamento e seleção dos componentes eletro-eletrônicos são os valores de torque obtidos através da simulação dos modelos cinemáticos e dinâmicos do *rover*. Deve-se também frisar que deu-se uma preferência na escolha dos componentes para se utilizar uma arquitetura modular que empregue hardware livre.

3. Resultados e Discussão

Com base nos requisitos do *rover* e das exigências das tarefas que ele deve executar foi proposta uma arquitetura para o sistema elétrico como é apresentado na Figura 1. Esse sistema é responsável tanto pela propulsão do robô como pelo controle do sistema que realiza o *scouting* (Exploração).

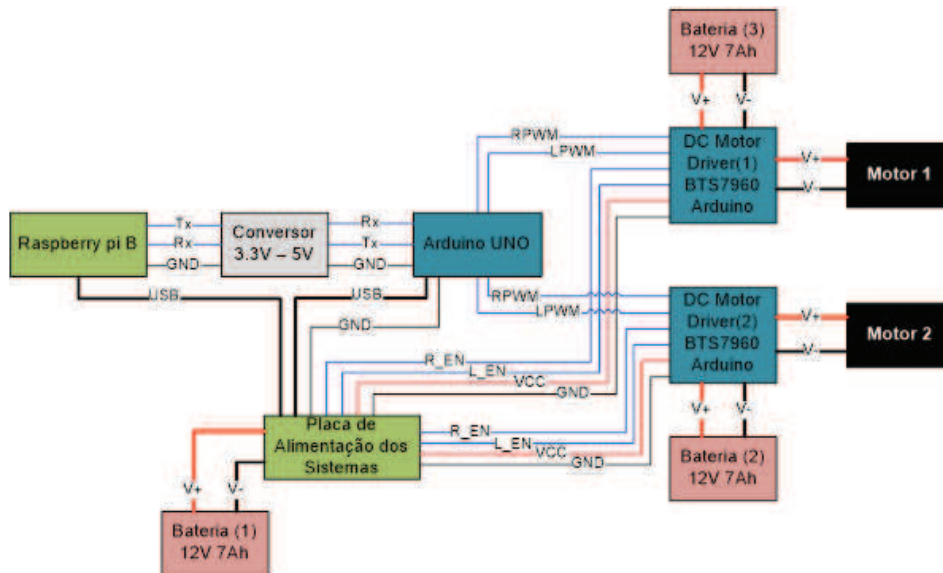


Figura 1. Sistema elétrico do protótipo do *rover*.

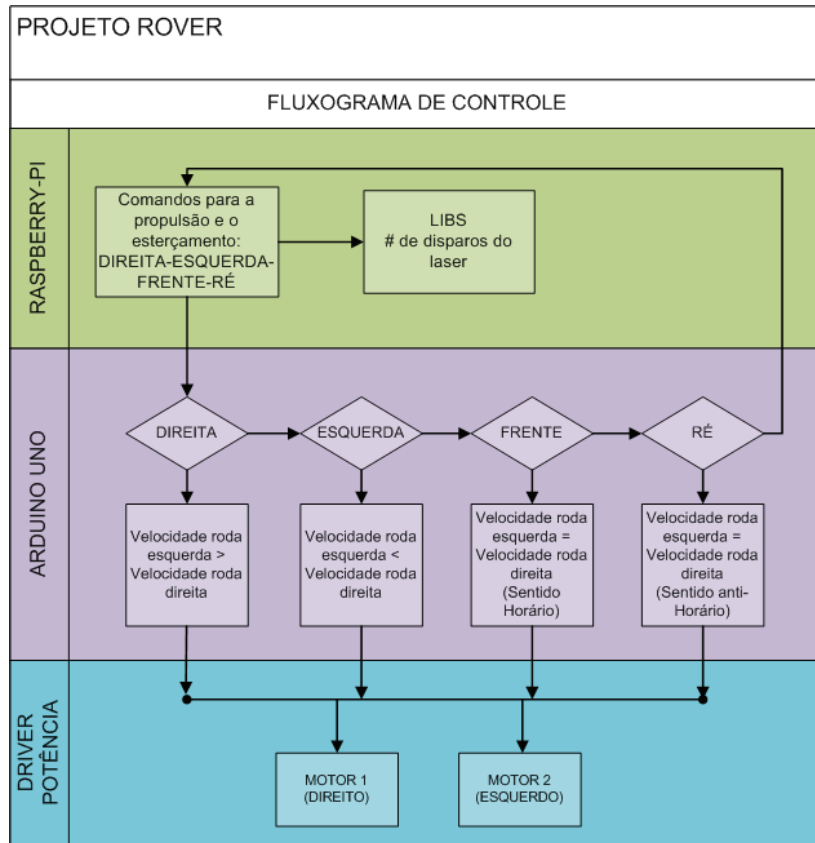


Figura 2. Arquitetura de controle para o projeto rover.

Na arquitetura proposta há uma unidade principal de controle que é formada por um minicomputador Raspberry-pi, encarregado de enviar os sinais de controle para o sistema de propulsão e *scouting* (Jain et al, 2014). O controle de propulsão tem um *driver* de potência independente para cada um dos motores (BTS7960 Arduino), ligados a um Arduino UNO encarregado de gerar os sinais de PWM (*Pulse-width modulation*) para fazer o controle de sentido de giro dos motores e velocidade (Barret, 2012). Esse Arduino recebe comandos de controle do Raspberry-pi sobre a direção do robô e da potência dos sinais PWM que deve gerar. O Fluxograma do processo é apresentado na Figura 2.

O intuito de separar cada uma das partes do controle de propulsão é facilitar a substituição dos componentes caso ocorra alguma falha. Além disso, foi projetada uma placa para separar as alimentações do Raspberry-Pi e o Arduino ONE, que possui pinos para envio dos sinais necessários para comandar os drivers dos motores, conforme apresentado na Figura 3.

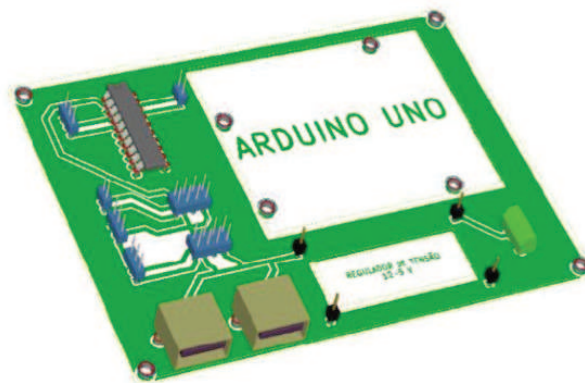


Figura 3. Placa para alimentação dos dispositivos Raspberry-pi e Arduino uno.

O sistema de comunicação dos componentes do sistema de propulsão é composto por duas partes: a primeira é um computador central fixo, com um teclado para o controle das diferentes tarefas do rover, e comunica-se com o Raspberry-Pi através de um módulo de Wi-fi e uma rede estabelecida; a segunda parte é composta

pelo sistema de propulsão disposto no *rover*, onde o Raspberry-Pi comunica-se com o Arduino uno utilizando o protocolo serial. Para o controle dos motores o Arduino uno tem saídas de sinais PWM, as quais são conectadas às controladoras (BTS7960 Arduino), conforme é apresentado na Figura 4.

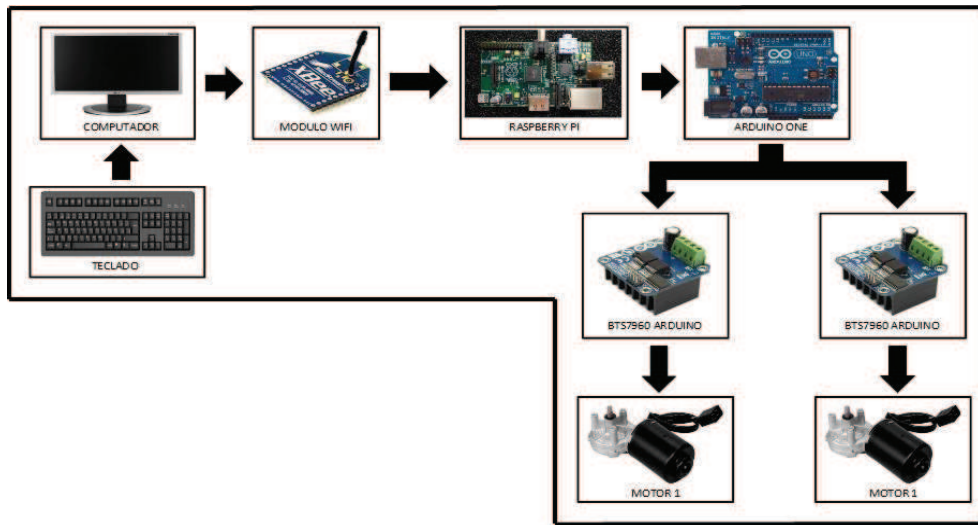


Figura 4. Sistema de comunicação do *rover*.

4. Conclusões

Esse trabalho mostrou o desenvolvimento de sistemas de propulsão para plataformas robóticas móveis de baixo custo focadas em agricultura de precisão. Foi possível ao final do trabalho construir com arquiteturas de hardware livre (como Arduino uno e Raspberry-Pi) todo o sistema de acionamento, controle e comunicação do *rover*. Aliado ao baixo custo dos componentes foi possível obter um sistema com grande robustez e confiabilidade.

Agradecimentos

Os autores expressam o seu agradecimento à Embrapa, CNPq, FAPESP, CAPES, EESC -USP pelo financiamento desse trabalho. Os projetos de pesquisa que apoiaram o presente trabalho foram: FAPESP 2013/07226-1, CNPq 479994/2013-7, e CNPq 482579/2013-1.

Referências

- BARRETT, S. F. Arduino Microcontroller: Processing for Everyone!. Synthesis Lectures on Digital Circuits and Systems 7(2), 1-371. 2012.
- GREEN, M.; JOSHI, S.; ROBLES, O.; Relatório sobre a situação da população mundial 2012, Relatório produzido pela divisão de informação e relações externas UNFPA, Fundo de População das Nações Unidas, 2012.
- JAIN, S., VAIBHAV, A., & GOYAL, L. Raspberry Pi based interactive home automation system through E-mail. In Optimization, Reliability, and Information Technology (ICROIT), 2014 International Conference on (pp. 277-280). IEEE.
- MUTEIA, H.: Demanda Mundial por Alimentos e o Combate à Fome, Palestra do representante no Brasil da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO). 2014.
- SIEGWART, R.; NOURBAKHSI, I., SCARAMUZZA, D. Introduction to Autonomous Mobile Robots, 2nd Edition. MIT Press, 2011.