

Desenvolvimento de um robô para atuar como jogador de futebol na categoria *IEEE Very Small Size*

Mateus A. B. Duarte¹, Marcelo R. B. G. Vale¹, Aline K. F. Silva¹, Sanderson A. M. G. S. de Oliveira¹

¹Centro de Engenharias – Departamento de Engenharia e Tecnologia – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) – Mossoró-RN – Brasil.

mateusanderson@hotmail.com, marceloguerra@ufersa.edu.br,
alinnekesia@hotmail.com, sandersonaron@gmail.com

Abstract. *This article proposes to develop a mobile module (robot) to act as a soccer player in the IEEE Very Small Size category. The robot consists of an embedded system, with the following components: microcontroller contained in the Arduino UNO® board; shield WiFi; motors responsible for movement and batteries. The chassis and wheels were also developed using the SolidWorks® modeling software, and printed in 3D with the Polylactic Acid (PLA) material. The chassis having the function of coupling and protecting the internal components. At the end of the project, the robot was able to perform the movements remotely in the four directions - forward, backward, right and left.*

Resumo. *Este artigo propõe desenvolver um módulo móvel (robô) para atuar como jogador de futebol na categoria IEEE Very Small Size. O robô é composto por um sistema embarcado, com os seguintes componentes: microcontrolador contido na placa Arduino UNO®; shield WiFi; motores responsáveis pelo movimento e baterias. Foram desenvolvidos também o chassi e rodas através do software de modelagem SolidWorks®, e impressos em 3D com o material Poliacido Láctico (PLA). Tendo o chassi a função de acoplar e proteger os componentes internos. No final do projeto o robô tornou-se capaz de executar os movimentos de maneira remota nos quatro sentidos - avanço, recuo, direita e esquerda.*

1. Introdução

Na Coréia do Sul, em 1996, surgiu a ideia de utilizar pequenos robôs para uma partida de futebol no Korean Advanced Institute of Science and Technology (KAIST), pelo Professor Jong-Kwan Kin [Costa e Pegoraro, 2000]. Desta iniciativa se criou uma competição, onde as universidades colocariam em prática sua solução comparando com outras universidades.

No Brasil, o Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos (IEEE) criou a IEEE Robotics Competition, com várias categorias como: IEEE Standard Education Kids (SEK), IEEE Open, IEEE Very Small Size (VSS) e IEEE Humanoid Robot Racing; visando o desenvolvimento de áreas como a robótica, inteligência artificial, eletrônica etc.

O intuito dessas competições é incentivar a realização de pesquisas na área de robótica autônoma multi-agente e permitir a implantação de sistemas experimentais de baixo custo no ambiente universitário.

O Futebol de Robô na categoria IEEE Very Small Size Soccer aparece como um problema padrão na área de engenharia elétrica e computação, possibilitando a construção e implementação de diversas soluções. Segundo Mehl *et al.* (2001), com a adoção deste problema padrão - futebol de robôs - pode-se fazer a avaliação de várias teorias, algoritmos, desempenhos e arquiteturas, onde uma grande variedade de tecnologias pode ser integrada e analisada.

A categoria VSS apresenta algumas regras específicas a serem seguidas para que o time de robô seja considerado apto a participar da competição. Sendo responsabilidade das equipes participantes garantirem que o time esteja em conformidade com as regras.

O presente trabalho contemplará a parte inicial do desenvolvimento do time de futebol, sendo o foco a construção do modelo de um robô jogador, abrangendo principalmente a escolha dos componentes eletrônicos que serão embarcados no robô, tais como: microcontrolador, motores, baterias e sistema de comunicação, conforme a seção 2.

2. Materiais e métodos

A primeira etapa que viabilizou o desenvolvimento do robô jogador de futebol descrito neste artigo, foram os estudos dedicados às regras definidas para a categoria VSS [LARC/CBR, 2018], atentando principalmente as restrições técnicas como: peso, material, dimensões.

Visando o barateamento do projeto foi levado em consideração quais componentes já estavam disponíveis no laboratório, principalmente porque para criação do time é necessário replicar o projeto com pequenos ajustes dependendo da função que o robô desenvolve durante a partida.

A partir disso, foram escolhidos os componentes eletrônicos utilizados e embarcados no robô, que basicamente, são: microcontrolador, motores DC com redução, driver ponte H, *WiFi shield* para o sistema de comunicação e baterias responsável pela autonomia do sistema. Os mesmos serão sucintamente detalhados na subseção 3.1.

2.1. Componentes eletrônicos

Nesta subseção são descritos os componentes eletrônicos que foram utilizados no projeto.

2.1.1. Arduino UNO®

A escolha do Arduino UNO se deu pelo fato da disponibilidade em laboratório e o contato com o mesmo ao longo da graduação. Além de que o mesmo atende as dimensões exigidas pelas regras.

Arduino UNO, Figura 1, é uma placa de prototipagem microcontrolada baseada no ATmega328P. Possui 14 pinos de entrada/saída digital (dos quais 6 podem ser usados como saídas PWM), 6 entradas analógicas, um cristal de quartzo de 16 MHz, uma conexão USB, um conector de energia, um conector ICSP e um botão de reset [Arduino uno®, 2020]. Além de conter tudo o que é necessário para suportar o microcontrolador,

basta conectá-lo a um computador com um cabo USB ou ligá-lo a uma bateria adequada para utilizá-lo.



Figura 1. Arduino UNO®. Fonte: Arduino uno®, 2020.

2.1.2. Motores DC com redução

Os motores utilizados no projeto foram os motores MINI DC DG01D, Figura 2, com redução ou relação de transmissão de 48:1. Eles proporcionam um ótimo torque ao robô com uma menor velocidade de rotação. Sua tensão sugerida é 4,5V DC, velocidade de rotação sem carga 140 rpm.



Figura 2. Motores DC com redução. Fonte: Tecnotronics®, 2018.

2.1.3. Driver ponte H L298N

Esse módulo é projetado para controlar cargas indutivas como motores DC e motores de passo, além de relés, e solenoides, permitindo o controle não só do sentido de rotação do motor, como também da sua velocidade, através da utilização dos pinos PWM do Arduino. Na Figura 3 é mostrado o módulo e especificadas as pinagens de conexão.

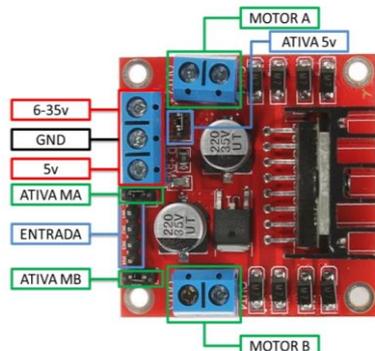


Figura 3. Ponte H L298N. Fonte: Filipeflop, 2020.

2.1.4. Arduino WiFi shield

De acordo com Multilógica-shop (2018) o Arduino *WiFi Shield* permite que uma placa Arduino seja conectada à internet utilizando a especificação wireless 802.11 (WiFi). Ele

é baseado no sistema *wireless* LAN 02.11b/g HDG104. Um Atmega 32UC3 é responsável por fornecer uma armazenagem de rede (IP). Com a utilização da biblioteca própria do *shield* é possível escrever sketches que se conectem à internet. A conexão entre o *shield* e o Arduino é feita através de conectores empilháveis, garantindo a vantagem de manter a pinagem intacta e permitir que outros *shields* sejam encaixados ao conjunto.

2.1.5. Baterias

Com o objetivo de tornar o robô autônomo e assim se enquadrar no regulamento da competição, foram utilizadas duas baterias com tensão nominal de 9V. Uma foi utilizada para alimentar o conjunto Arduino + *shield WiFi* e a outra foi utilizada para alimentar os motores DC.

2.1.6. Esquema elétrico

Na Figura 4 consta o esquema elétrico do sistema embarcado no robô.

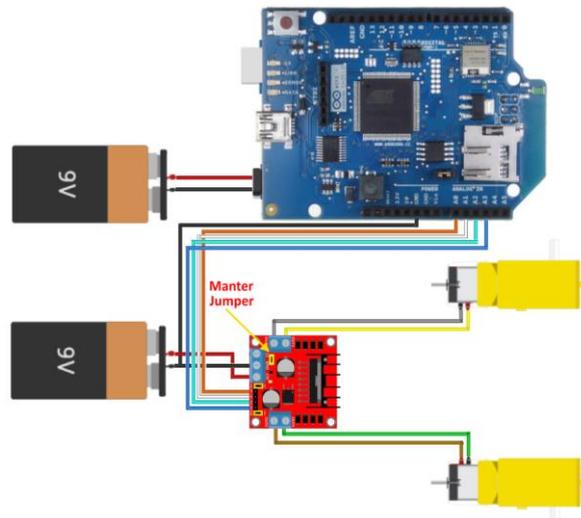


Figura 4. Esquema elétrico do Sistema Embarcado. Fonte: Autoria própria.

Nesse esquema elétrico é ilustrado todas as ligações feitas em Hardware, onde têm-se duas baterias de 9V que vai ser regulada para 5V, uma para alimentação do Arduino + *shield WiFi* e outra para alimentação dos motores a partir de um driver ponte H. Além das portas do Arduino conectadas ao driver para realizar o controle dos motores.

2.2. Implementação do código

Após a escolha dos componentes eletrônicos e confecção do chassi temporário para sustentação e proteção dos componentes, iniciou-se a etapa de desenvolvimento do código e execução dos testes.

O código implementado no Arduino basicamente proporciona que o robô se movimente em diferentes direções de maneira remota. A comunicação sem fio ocorre a partir de um endereço de IP gerado por um roteador. A partir da forma como é feita a ativação do motor foram desenvolvidas rotinas para os movimentos do robô. Na Figura 5 é mostrado a rotina para o movimento de avanço do robô.

```
if (currentLine.endsWith("GET /F")){  
    digitalWrite(IN1, HIGH);  
    digitalWrite(IN2, LOW);  
    digitalWrite(IN3, HIGH);  
    digitalWrite(IN4, LOW);  
    delay(1000);  
    digitalWrite(IN1, LOW);  
    digitalWrite(IN2, LOW);  
    digitalWrite(IN3, LOW);  
    digitalWrite(IN4, LOW);  
}
```

Figura 5. Parte do algoritmo embarcado no robô responsável pela movimentação de avanço. Fonte: Autoria própria.

Pelo código, percebe-se que na primeira condicional “if” (onde a terminação do IP é /F) ambos os motores são acionados no sentido horário permitindo o robô ir para frente durante o intervalo de 1 segundo.

2.3. Confeção do chassi final e rodas

Com êxitos nas etapas descritas anteriormente, o robô foi modelado em 3D no software SolidWorks®, conforme a Figura 6, para então ser impresso em uma impressora 3D.

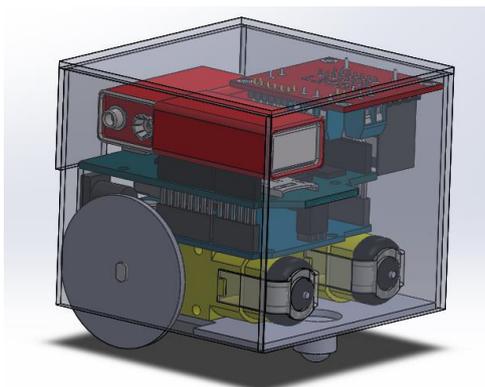


Figura 6. Modelagem em 3D do robô jogador de futebol. Fonte: Autoria própria.

Na Figura 7 é mostrada as peças do chassi e as rodas sendo impressas na impressora 3D.

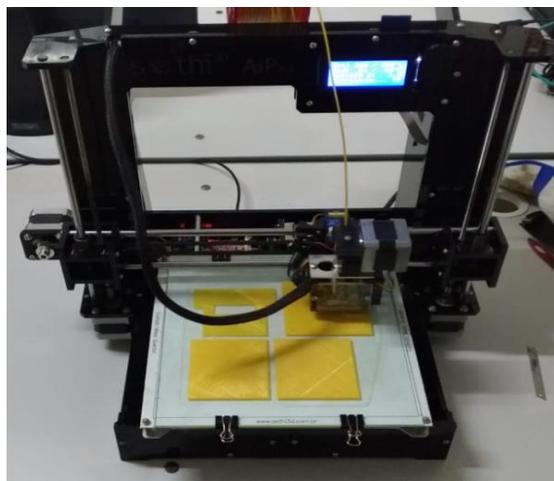


Figura 7. Materialização do chassi e rodas do robô na impressora 3D. Fonte: Autoria própria.

2.4. Desenvolvimento do aplicativo para plataforma Android

Buscando uma alternativa para forma de comunicação sem fio feita através de um navegador de internet, foi desenvolvido um aplicativo para plataforma Android.

O aplicativo foi desenvolvido através do site do MIT App Inventor (2020) com um ambiente de programação visual e intuitivo. Basicamente o App Inventor subdivide o ambiente de desenvolvimento dos aplicativos em uma aba onde é configurada a parte gráfica da interface, e outra aba destinada a programação a partir dos blocos, composto de objetos e controladores lógicos.

3. Resultados e discussões

Após todas as etapas descritas na seção anterior, que foram de forma resumida: escolha dos componentes eletrônicos; testes e validações destes dispositivos integrados aos motores DC; e modelagem em 3D no *SolidWorks*®, foi possível construir o robô jogador dentro das normas impostas pelo IEEE na categoria *Very Small Size*.

A versão final do robô, Figura 8, possui dimensões de 8cm x 8cm x 8cm.

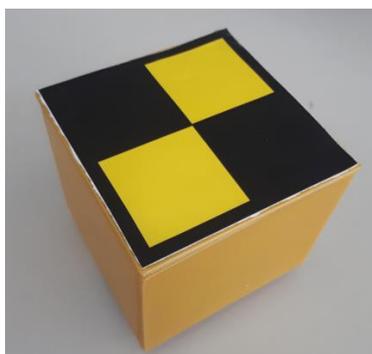
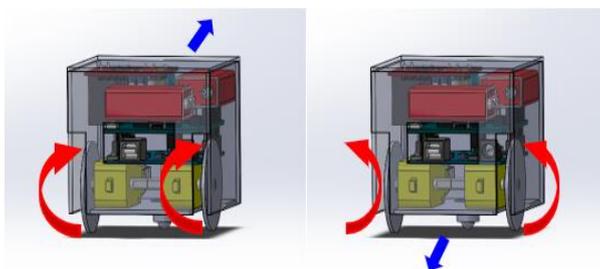


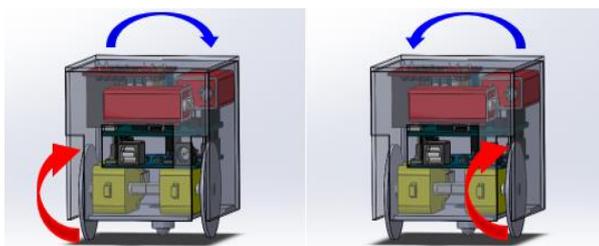
Figura 8. robô jogador de futebol. Fonte: Autoria própria.

É importante ressaltar que no final do projeto o robô foi capaz de executar os movimentos nos quatro sentidos proposto - avançar, recuar, se posicionar para direita e se posicionar para esquerda, conforme a Figura 9. O que torna possível que o robô se desloque por todo campo de jogo.



a) Avanço

b) Recuo



c) Direita

d) Esquerda

Figura 9. Movimentos realizados pelo robô. Fonte: Autoria própria.

O *WiFi Shield* permite que uma placa Arduino seja conectada à internet utilizando a especificação *wireless* (WiFi), sendo a comunicação realizada a partir de um navegador de internet. Além desta opção, foi desenvolvido um aplicativo para o sistema Android que também fosse capaz de executar os movimentos do robô remotamente.

No desenvolvimento do aplicativo, inicialmente foi escolhido o layout, conforme Figura 10, onde foram inseridos e configurados os botões para a direção do robô.

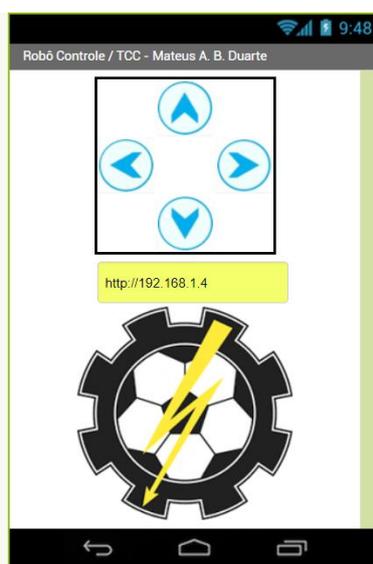


Figura 10. Layout do aplicativo. Fonte: Autoria própria.

4. Considerações finais

Nesse artigo foram abordados os principais aspectos constituintes do robô aqui projetado. A partir dele pretende-se desenvolver um time para participar da competição LARC/CBR na categoria VSS. Nele foram abordados assuntos como o projeto do *hardware* especificando todos os componentes eletrônicos utilizados e o sistema de comunicação sem fio para controlá-lo remotamente.

Analisando os resultados obtidos durante a realização desse trabalho fica evidenciado que os objetivos propostos foram alcançados com êxito. O robô foi projetado e materializado, além de ter sido desenvolvido também o sistema de comunicação sem fio capaz de movimenta-lo remotamente ao longo de todo o campo de jogo, avançando, recuando, indo para direita e esquerda.

A regra que limitava as dimensões máximas do espaço a ser ocupado pelo robô foi sem dúvidas a mais desafiadora, representando a principal dificuldade encontrada. Entretanto, é importante ressaltar que nenhuma das regras impostas pela competição foram descumpridas e o objetivo do trabalho foi alcançado com êxito.

Referências

- ARDUINO UNO®. “Arduino UNO REV3.” Disponível em: <<https://store.arduino.cc/usa/arduino-uno-rev3>> Acesso em: 9 fev. 2020.
- COSTA, Anna H. R.; PEGORARO, Renê. Construindo Robôs Autônomos para Partidas de Futebol: O time Guaraná. Sociedade Brasileira de Automática: Controle & Automação, Campinas, v. 11, n. 3, p.142-149, set. 2000. Disponível em: <<http://www.sba.org.br/revista/vol11/v11a259.pdf>>. Acesso em: 7 jun. 2018.
- FILIFELOP. “Motor DC com Driver Ponte H L298N.” Disponível em: <<https://www.filifelep.com/blog/motor-dc-arduino-ponte-h-l298n/>> Acesso em: 9 fev. 2020.
- LARC/CBR. “Competição Latino Americana e Brasileira de Robótica 2018”. Disponível em: <<http://www.cbrobotica.org/>>. Acesso em: 8 jun. 2018.
- MEHL, Ewaldo L. de M. *et al.* O Futebol de Robôs como ferramenta tecnológica para ensino de engenharia elétrica e ciência da computação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 29., 2001, Porto Alegre. Porto Alegre: PUC-RS, 2001. p. 1 - 11. Disponível em: <<http://www.eletrica.ufpr.br/mehl/downloads/COBENGE-2001.pdf>>. Acesso em: 07 jun. 2018.
- MIT APP INVENTOR. “App Inventor.” Disponível em: <<http://appinventor.mit.edu/explore/>> Acesso em: 9 fev. 2020.
- MULTILÓGICA-SHOP. “Arduino WiFi shield (descontinuado).” Disponível em: <<https://multilogica-shop.com/arduino-wifi-shield>> Acesso em: 12 ago. 2018.
- TECNOCOTRONICS®. “Motor DC 3 a 6v com Redução para Robótica Arduino Chassi Carro.” Disponível em: <<https://www.tecnotronics.com.br/motor-dc-com-reducao-p-robotica-chassi.html>> Acesso em: 12 ago. 2018.