

Desenvolvimento de um robô jogador da categoria IEEE Very Small Size Soccer controlado remotamente via Bluetooth

Anne Karollyne de O. Vale¹, Maria Bruna de O. Fonseca¹, Thaís Milla S. Araújo¹,
Patrícia Rodrigues de Araújo¹, Tania Luna Laura¹.

¹Departamento de Engenharias – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA)
Centro Multidisciplinar de Caraúbas – RN 233, KM 01, Rio Grande do Norte – Brasil.

vale_karol@hotmail.com, bruna.o.fonseca@hotmail.com,
araujo.thaisms@gmail.com, patricia.araujo@ufersa.edu.br,
tania.luna@ufersa.edu.br.

Abstract. *This article presents the soccer robot project of a Very Small Size (VSS) category, which is under development by Robsie Team of UFERSA Caraúbas, for participation in competitions. Create a robot soccer team allows that the participants to expand programming skills, electronics systems and mechanical design, in order to put into practice the knowledge acquired during the course. So, are exposed some aspects of game's rules, the prototype of the soccer robot developed and the communication system.*

Resumo. *Este artigo apresenta o projeto de um robô jogador de futebol da categoria Very Small Size (VSS), que está em fase de desenvolvimento pela equipe Robsie da UFERSA Caraúbas, para participação em competições. A construção de um time de futebol de robôs permite que os participantes desenvolvam habilidades de programação, eletrônica embarcada e projeto de desenho mecânico, a fim de colocar em prática os conhecimentos adquiridos ao longo do curso. Portanto, são expostos aqui alguns aspectos das regras do jogo, do protótipo do robô jogador de futebol desenvolvido e do sistema de comunicação.*

1. Introdução

A equipe de futebol de robôs Robsie surgiu nos laboratórios do curso de Engenharia Elétrica do Departamento de Engenharia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) do Centro Multidisciplinar de Caraúbas, para competir na categoria IEEE Very Small Size (VSS).

Sendo uma iniciativa direcionada a educação e pesquisa, o futebol de robôs visa fomentar diretamente o desenvolvimento acerca das áreas de Robótica e Inteligência Artificial [Kitano et al., 1997]. Nas competições da categoria VSS é necessário que cada equipe possua um time de 06 (seis) robôs cúbicos de 8 cm de aresta e locomovidos por 02 (duas) rodas, além de desenvolver sua própria inteligência e sua estratégia de jogo seguindo as regras estabelecidas pela Liga. Dos 06 (seis) robôs: 03 (três) devem ser os jogadores titulares e 03 (três) os jogadores reservas. E dos 03 (três) robôs que entram em campo, são: 01 (um) atacante, 01 (um) zagueiro e 01 (um) goleiro [IEEE, 2009]. A construção de um time de futebol de robôs envolve 06 (seis) etapas (Figura 1): visão

computacional, sistemas de comunicação, eletrônica embarcada (circuito de acionamento dos motores), controle dinâmico, projeto mecânico e estratégia de jogo.

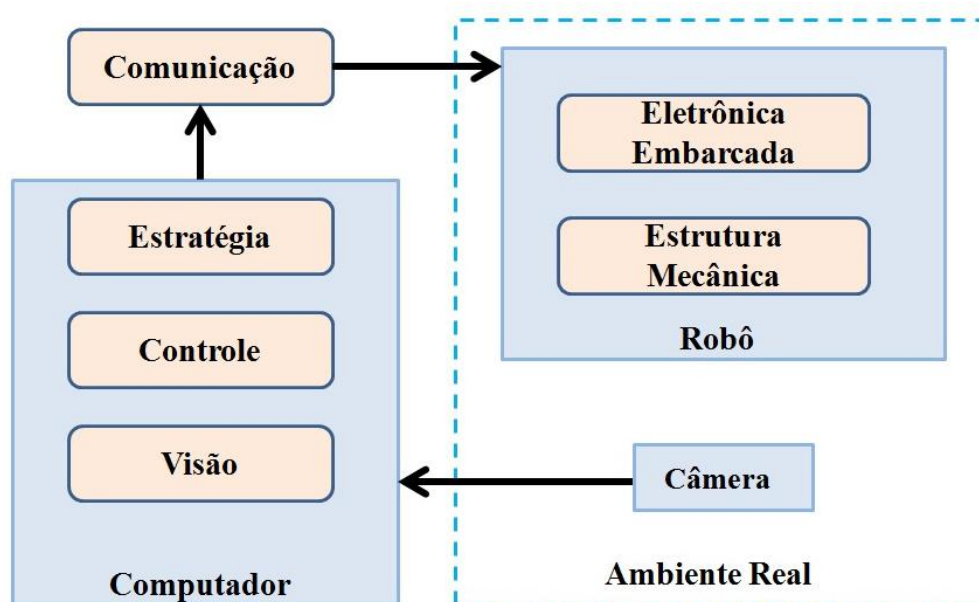


Figura 1. Etapas da construção de um time de futebol de robôs.

Através do sistema de visão computacional obtém-se dados do ambiente real no qual o robô está inserido. Com esses dados, o algoritmo de estratégia e controle decidirá o que o robô deve fazer, tal decisão será enviada ao robô por meio do sistema de comunicação. Com os dados recebidos, o circuito eletrônico embarcado fará o acionamento dos motores. Este circuito eletrônico, juntamente com os motores e a bateria estão presentes no interior da estrutura do robô, desenvolvido no projeto mecânico do mesmo.

Neste artigo objetiva-se apresentar os aspectos básicos do protótipo da equipe Robsie, estando este organizado do seguinte modo: na seção 2 está comentado alguns trabalhos que seguem a mesma linha do trabalho desenvolvido, sendo explanado as principais características de cada um. Na seção 3 se descreve a estrutura mecânica desenvolvida. Na seção 4 se vê a respeito da eletrônica embarcada, que apresenta informações sobre o circuito de acionamento dos motores e a seção 5 apresenta uma descrição do código de simulação. Por fim, são apresentadas as conclusões na seção 6.

Para dar ênfase a esse projeto e buscando a obtenção do objetivo proposto, foi-se utilizado o método hipotético-dedutivo, sob abordagem qualitativa, tendo como topologias de pesquisa a descritiva e exploratória.

2. Trabalhos relacionados

O trabalho de Vieira [2014], apresenta o projeto mecânico e eletrônico do time de futebol de robôs na categoria VSS do Instituto Federal do Sul de Minas Campus Muzambinho. Na parte mecânica o chassi do robô foi projetado utilizando *softwares* de desenho e posteriormente impressos numa impressora 3D utilizando o material plástico PLA (*Polylactic Acid*), o autor afirma que a modelagem foi desenvolvida com base no

time da UNESP de Bauru. É apresentado neste trabalho que a estrutura interna do robô é feita com várias peças que são empilhadas. Quanto ao circuito eletrônico é apresentado no artigo quais os componentes utilizados e porque estes foram escolhidos, a equipe utilizou o *software Fritzing* para montar o circuito eletrônico.

Como esta seção tem o objetivo de tratar dos trabalhos relacionados ao futebol de robôs, é interessante citar o trabalho da equipe *Warthog Robotics*, da USP de São Carlos, visto que está é uma equipe de grande destaque nas competições de futebol de robôs. Na parte mecânica, como a grande maioria das equipes, esta projetou e imprimiu o robô com a utilização da impressora 3D. Um grande diferencial dessa equipe é a utilização de materiais de qualidade e custo elevado quando comparado a maioria das equipes, alguns desses materiais utilizados pode-se citar por exemplo a utilização de motores *Faulhaber 2224 006 SR* e componentes eletrônicos do tipo SMD (*Surface Mounting Devices*), a utilização de tais componentes permitem uma grande redução no tamanho da placa eletrônica [Silva et al., 2011].

Outra equipe interessante de citar nesta seção é a do time de futebol de robôs da Universidade Federal de Sergipe (UFS) na categoria VSS intitulada Caboclinhos. Esta equipe utilizou itens de baixo custo e que podem ser adquiridos com facilidade. A estrutura do robô foi feita com placas de acrílico alocadas uma em cima da outra, e a placa de circuito impresso foi feita de forma artesanal. Um dos objetivos desta equipe é que o projeto apresentado possa ser facilmente reproduzido por outras equipes que estejam iniciando. [Santos et al., 2015].

Há uma grande quantidade de trabalhos sobre equipes de futebol de robôs da categoria VSS, essa seção apresentou três com características um pouco diferentes, para que possa ser feita uma acareação com o presente trabalho. No trabalho de Vieira [2014], pode-se fazer uma análise quanto a necessidade de montar a estrutura empilhando as placas, isso pode dificultar a troca dos itens presentes no interior do robô, fato que foi pensado em se evitar quando foi feito o projeto mecânico da equipe Robsie. Quanto a equipe *Warthog Robotics* pode-se fazer um comparativo com a equipe Robsie pontuando que a equipe deste trabalho não apresenta grandes recursos, logo não seria possível adquirir materiais de alto custo, porém é importante ressaltar que apesar disto a Robsie utilizou materiais e métodos eficazes para que o robô atue corretamente. E quanto a equipe caboclinhos a principal diferença entre esta equipe e a Robsie seria a utilização de materiais projetados e impressos pela própria equipe, visto que a equipe Caboclinhos utilizou rodas compradas, como também a forma de montagem do robô da UFS é um processo mais complicado e demorado e dificulta a troca dos componentes, caso seja necessário durante uma partida de futebol de robôs, por exemplo.

3. Estrutura mecânica do robô

Cada parte mecânica do robô da equipe Robsie foi projetada e desenvolvida em CAD (*Computer-Aided Design*) através do *software Autodesk® Inventor® 2015*. Foram feitas as rodas, o corpo e outros componentes internos para sua montagem. Na confecção do corpo, optou-se por dividi-lo em duas partes para facilitar o manuseio dos componentes internos do robô. Assim, por meio do *software*, realizou-se a plotagem das peças constituintes do robô, para se obter uma simulação do projeto final. As confecções das

peças foram feitas em uma máquina de prototipagem rápida (impressora 3D), carregada com materiais do tipo Plástico ABS (*Acrylonitrile Butadiene Styrene*) e PLA (*Polylactic Acid*). A escolha desses materiais foi devido ao amplo uso do mesmo na construção de robôs de outras equipes.

Na Figura 2, têm-se a estrutura do robô que é composta por 01 (uma) base de sustentação lateral (corpo), 01 (uma) base inferior com elevações centrais e 01 (uma) peça para o fechamento de toda estrutura (camisa), além de 02 (duas) rodas. Para a fixação dos motores na base inferior, fez-se 02 (duas) presilhas que serão acopladas a mesma por parafusos.

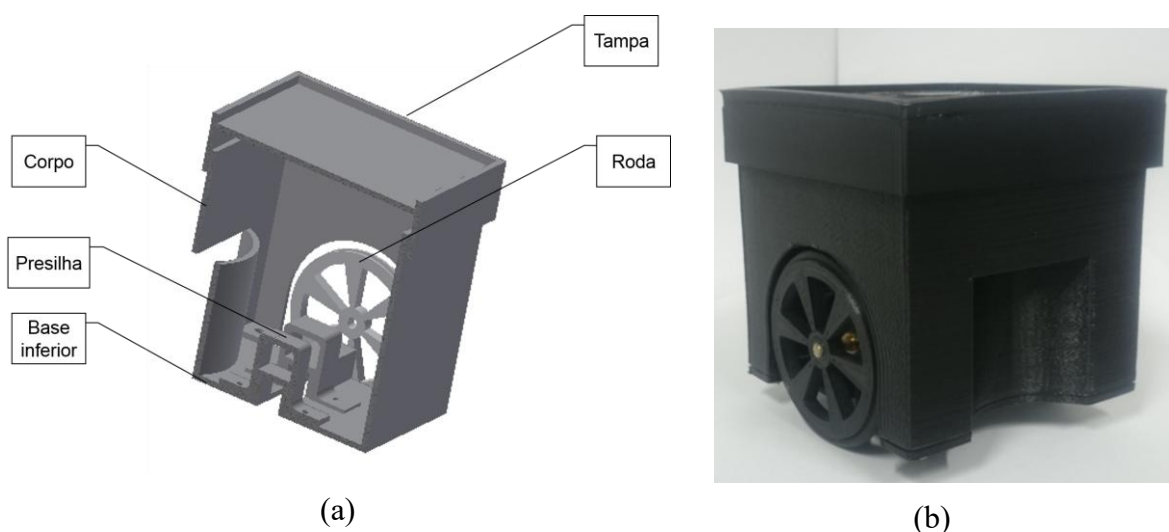


Figura 2. (a) Diagrama em CAD; (b) Protótipo 3D do robô.

As rodas possuem diâmetro de 46 mm e espessura de 4 mm. O *layout* vazado das rodas foi desenvolvido de forma a economizar material e diminuir o peso final do robô sem que haja perdas na resistência mecânica do mesmo.

4. Eletrônica embarcada do robô

O circuito eletrônico de potência para o acionamento dos motores é fundamental para que o robô se movimente de maneira correta. Um dos principais desafios para a elaboração e confecção da placa do circuito eletrônico foi o espaço reduzido do robô.

No circuito de potência foram utilizados capacitores, resistores, reguladores de tensão, diodos de "roda livre", cuja função é evitar que a tensão na carga seja instantaneamente negativa, e uma ponte H no qual sua função é fornecer corrente suficiente para acionar e modificar o sentido de rotação dos motores. Além desses componentes, utilizou-se a plataforma de prototipagem eletrônica de *hardware* livre Arduino Nano, bateria Lipo e micromotores de corrente contínua. Tal circuito foi desenvolvido para operar com uma tensão de 5 V e corrente de máxima de 0,6 A fornecida por cada canal da ponte H. O circuito de potência é controlado remotamente por meio de módulo *Bluetooth* HC-05. A Figura 3 apresenta todo o esquemático deste sistema.

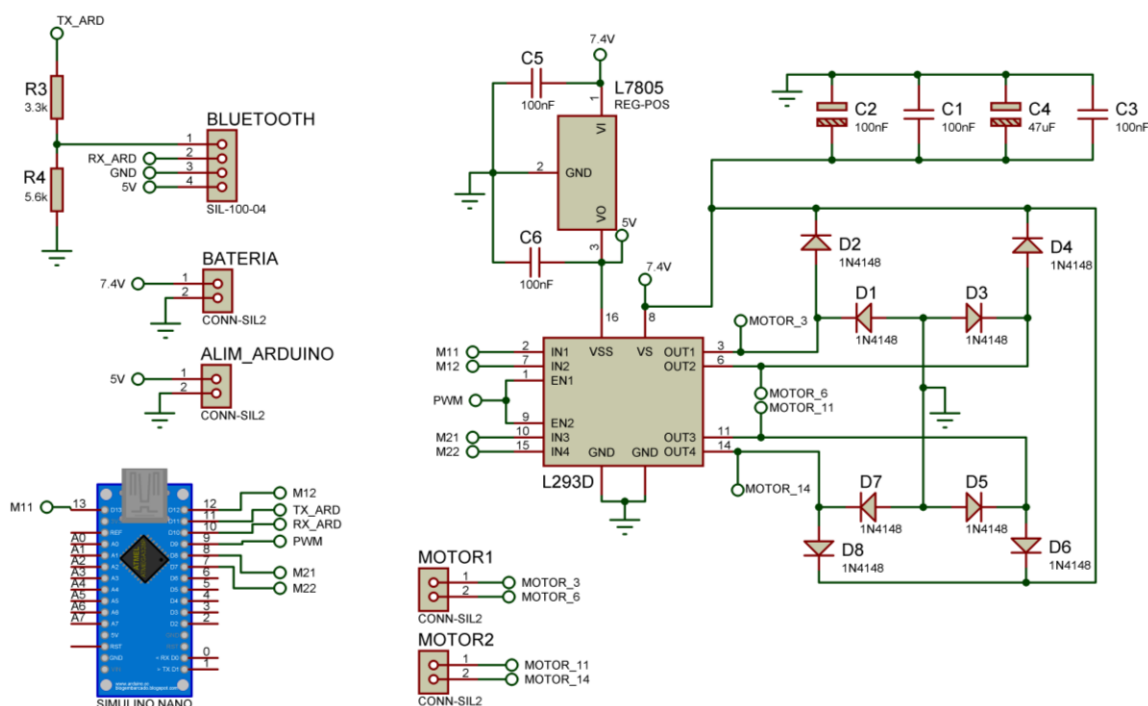


Figura 3. Esquema elétrico do circuito de potência do robô.

A simulação e o *layout* do circuito, exposto na Figura 4(a), foram realizados no *software Proteus®*. Posteriormente foi confeccionada, de modo artesanal, a placa de circuito impresso (PCI), que pode ser observada na Figura 4(b). A PCI apresentada tem dimensões 5,2 x 3,8 cm, sendo este tamanho apropriado para aplicação desejada, pois se encontra de acordo com as regras da competição.

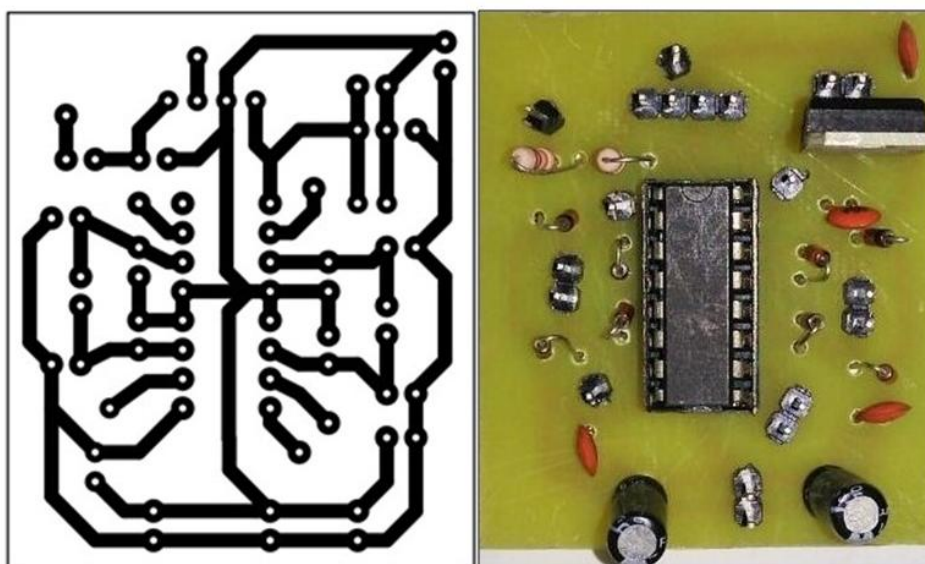


Figura 4 – (a) *Layout* e (b) Placa de circuito impresso (PCI), do circuito de potência do robô.

5. Código de teste e deslocamento do robô

Para testar os componentes desenvolvidos (placa de potência e estruturas), foi implementado um controle remoto através de um módulo *Bluetooth* para o robô por meio do aplicativo BT Arduino *Controller* do desenvolvedor Blog da Robótica. Após configurado o aplicativo, foi desenvolvido um código exemplo na plataforma Arduino Nano para a implementação dos comandos de deslocamento do robô (Listagem 1 e Listagem 2).

Listagem 1. Código exemplo de comandos de deslocamento do robô.

```
#include<SoftwareSerial.h>
SoftwareSerial mySerial (10, 11);
const int Motor1Pin1 = 13;
const int Motor1Pin2 = 12;
const int Motor2Pin1 = 7;
const int Motor2Pin2 = 8;
const int PWMmotor = 9;
char x;

void setup () {
  pinMode(Motor1Pin1, OUTPUT);
  pinMode(Motor1Pin2, OUTPUT);
  pinMode(Motor2Pin1, OUTPUT);
  pinMode(Motor2Pin2, OUTPUT);
  pinMode(PWMmotor, OUTPUT);
  analogWrite(PWMmotor, 127);
  x = mySerial.read();
  x = '0';
  Serial.begin(9600);
  mySerial.begin(9600);
  frente();
}
void loop() {
  if (x == '0') {
    freio();
  }
  if (x == 'a') {
    frente();
  }
  if (x == 'b') {
    tras();
  }
  if (x == 'c') {
    esquerda();
  }
  if (x == 'd') {
    direita();
  }
}
}
```

Listagem 2. Rotinas de deslocamento do código exemplo.

```
// Rotina Parar Robô //
void freio() {
  digitalWrite(Motor1Pin1, HIGH);
  digitalWrite(Motor1Pin2, HIGH);
  digitalWrite(Motor2Pin1, HIGH);
  digitalWrite(Motor2Pin2, HIGH);
  delay(5);
}
// Rotina Robô andar para frente //
void frente() {
  digitalWrite(Motor1Pin1, HIGH);
  digitalWrite(Motor1Pin2, LOW);
  digitalWrite(Motor2Pin1, HIGH);
  digitalWrite(Motor2Pin2, LOW);
  delay(5);
}
// Rotina Robô andar para trás //
void tras() {
  digitalWrite(Motor1Pin1, LOW);
  digitalWrite(Motor1Pin2, HIGH);
  digitalWrite(Motor2Pin1, LOW);
  digitalWrite(Motor2Pin2, HIGH);
  delay(5);
}
// Rotina Robô girar 90° esquerda //
void esquerda() {
  digitalWrite(Motor1Pin1, HIGH);
  digitalWrite(Motor1Pin2, LOW);
  digitalWrite(Motor2Pin1, HIGH);
  digitalWrite(Motor2Pin2, HIGH);
  delay(5);
}
// Rotina Robô girar 90° direita //
void direita() {
  digitalWrite(Motor1Pin1, HIGH);
  digitalWrite(Motor1Pin2, HIGH);
  digitalWrite(Motor2Pin1, HIGH);
  digitalWrite(Motor2Pin2, LOW);
  delay(5);
}
}
```

6. Conclusão

O time de robôs jogadores de futebol da equipe Robsie foi completamente projetado e construído no âmbito dos laboratórios de Engenharia Elétrica da Ufersa Caraúbas com o mínimo de custos possíveis, pois houve aproveitamento de componentes, bem como a confecção de peças no próprio laboratório.

Na busca por um melhor desempenho e eficiência, tal protótipo já passou por diversos *layouts* e inovações até o modelo atual apresentado. Atualmente, está sendo

desenvolvido o algoritmo de visão em linguagem C e utilizando a biblioteca OpenCV, tal algoritmo está sendo desenvolvido no software QtCreator. O algoritmo desenvolvido até o momento consegue identificar a bola utilizada durante o jogo. Na parte de controle dinâmico, está sendo feito o levantamento bibliográfico para identificar os principais tipos de controladores utilizados, para que posteriormente seja decidido como será feito o controle dos robôs da equipe Robsie. Os estudos da parte de estratégia do jogo ainda não foram iniciados, este será o último tópico a ser desenvolvido.

Referências

- Arduino Nano. Disponível em: <<https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardNano>>. Acesso em: 24 agosto 2017.
- Boylestad, Robert L.; Nashelsky, Louis. (2013). Dispositivos eletrônicos e teoria de circuitos. São Paulo: Pearson Education do Brasil.
- Fairchild. Datasheet TIP41A/ TIP41B/ TIP41C NPN Epitaxial Silicon Transistor. Disponível em: <<https://www.fairchildsemi.com/datasheets/TI/TIP41C.pdf>> acesso em: 14 julho 2017.
- IEEE. Regras para competição IEEE Very Small Size. Disponível em: <http://www.cbrobotica.org/wp-content/uploads/2014/03/VerySmall2009_ptbr.pdf>. Acesso em: 05 junho 2017.
- Kitano, H., Kuniyoshi, Y., Noda, I., Asada, M., Matsubara, H. and Osawa, H. (1997). Robocup: A challenge problem for AI, AI Magazine 18(1): 73–85
- Patsko, L. F. Montagem da Ponte H. Apostila. Acesso em: 14 julho 2017.
- Santos, Erick R. B. et al. Caboclinhos: Artigo de Descrição do Time de Futebol de Robôs da Universidade Federal de Sergipe na Categoria VSSS. In: Latin American Robotics Competition, Uberlândia, MG, 2015. Disponível em: <<http://sistemaolimpo.org/midias/uploads/82fbf5e46de783dc91c3c44e3f300952.pdf>> . Acesso em: 15 março 2018.
- Silva, Marcelo Oliveira. et al. Desenvolvimento de um Time de Futebol de Robôs na Categoria Very Small Size. In: Mostra Nacional de Robótica, São Carlos, SP, 2011. Disponível em: <<http://www.mnr.org.br/mostravirtual/interna.php?id=1086>> . Acesso em: 15 março 2018.
- Texas Instruments. Datasheet L293, L293D QUADRUPLE HALF-H DRIVERS. Disponível em: <<http://www.ti.com/lit/ds/symlink/l293.pdf>> acesso em: 14 julho 2017.
- Vieira, Leonardo S.; SALES, Ronieri D.; MOREIRA, Héber D. Desenvolvimento de Robôs Móveis para Implantação de um Time de Futebol de Robôs do IFSULDEMINAS. In: 6ª Jornada Científica e Tecnológica e 3º Simpósio de Pós-Graduação do IFSULDEMINAS, Pouso Alegre, MG, 2014. Disponível em: <<https://jornada.ifsuldeminas.edu.br/index.php/jcpoa/jcpoa/paper/viewFile/665/357>>. Acesso em: 15 março 2018.