
ROBOTS SOCCER MAKER INICIATIVE: O DESAFIO MAKER PARA DESENVOLVER UM PROTÓTIPO DE ROBÔ DE FUTEBOL OPEN HARDWARE BASEADO NO MODELO DA ROBOCUPJUNIOR

Breno Cunha Queiroz - 2ª Série do Ensino Médio^{1,2},

Fábio Ferreira - Orientador^{1,2}, Ivisson Valverde - Coorientador^{1,2}

¹ COLÉGIO CÂNDIDO PORTINARI

Rua Adelaide Fernandes da Costa, nº 487, Costa-Azul
41.760-040 – Salvador – BA

² CIC Robotics - Clube de Investigação Científica
Salvador – BA

Resumo: O projeto **Robots Soccer Maker Initiative** não visa apenas as competições RoboCupJunior Brasil (RCJ Brasil) e a RoboCupJunior Internacional (RCJI), mas promover um divisor de águas para o desenvolvimento de robôs da única equipe brasileira a participar da RoboCupJunior Brasil 2008 (Salvador, Bahia) na Categoria Soccer, que apresentou o Demo do Futebol de Robôs e a primeira a participar da RoboCup Suzhou 2008 (China, na RCJ Internacional), que conquistou o 8º Lugar na GENII. O projeto Iniciativa Maker visa desenvolver um protótipo baseado na sub liga *Soccer Open*, em que os times são compostos de dois robôs autônomos (ou inteligentes) que competem para marcar o maior número de gols possíveis em 10 minutos (dois tempos de 5 minutos) para vencer o jogo. O robô foi projetado a partir dos programas Solidworks (Figura 1) e Altium Designer (Figura 2), sendo utilizados, respectivamente, para a modelagem da estrutura e prototipagem do circuito. O robô conta com um total de 24 sensores, sendo eles: 16 infravermelhos para leitura da bola eletrônica, 04 sonares para leitura da distância entre o robô e os objetos, 02 sensores de cor para a leitura das linhas de campo, 01 bússola e 01 sensor de luminosidade para detectar a posse de bola. Além destes, ainda possuirá 01 módulo bluetooth para a comunicação entre os robôs, 01 multiplex analógico (ampliar as portas digitais/analógicas), 01 display touch, 05 botões (pushbutton), 04 motores 12V para a movimentação, 04 rodas omnidirecionais, 02 drivers de motores, e para a alimentação do sistema 02 baterias, sendo uma de 11.1V para os motores e outra 7.4V para o arduino mega 2560 e os sensores. O projeto tem 04 etapas: prototipagem para aprendizagem; prototipagem para testes; robô definitivo; e proposta de produto baseado nos conhecimentos adquiridos no projeto.

Palavras Chaves: Robô, Autônomo, RoboCupJunior, Soccer, Modelagem, Circuito.

Abstract: The **Robots Soccer Maker Initiative** project is not only about the RoboCupJunior Brasil (RCJ Brasil) and

RoboCupJunior Internacional (RCJI) competitions, but also to promote a watershed for the development of robots of the only Brazilian team to participate in RoboCupJunior Brasil 2008 (Salvador, Bahia) In the Soccer category, who presented the Robot Football Demo and the first to participate in RoboCup Suzhou 2008 (China, at RCJ International), which won the 8th Place in GENII. The Initiative Maker project aims to develop a prototype based on the Soccer Open sub-league, in which teams are composed of two autonomous (or intelligent) robots that compete to score as many goals as possible in 10 minutes (two 5-minute turns) to win the game. The robot was designed from the programs Solidworks (Figure 1) and Altium Designer (Figure 2), respectively, used to model the structure and prototyping of the circuit. The robot has a total of 24 sensors, being: 16 infrared for reading the electronic ball, 04 sonars for reading the distance between the robot and objects, 02 color sensors for reading the field lines, 01 compass and 01 Sensor to detect ball possession. In addition to these, there will also be 01 bluetooth module for communication between the robots, 01 analog multiplex(extend the digital / analog ports), 01 touch display, 05 pushbuttons, 04 motors 12V for the movement, 04 omnidirectional wheels, 02 motor drivers, and for powering the System 02 batteries, one being 11.1V for the motors and another 7.4V for the mega arduino 2560 and the sensors

Keywords: Robot, Autonomous, RoboCupJunior, Soccer, Modeling, Circuit.

1 INTRODUÇÃO

No início do desenvolvimento do robô não tínhamos quase nenhum conhecimento sobre a plataforma arduino e microeletrônica. Foi necessário ampliar as pesquisas e testes de forma modularizada para que se chegasse a uma aplicação conjunta de toda a aprendizagem. O chassi foi construído tomando inicialmente como base o robô da equipe alemã FRT - First Robocup Team (FTR, 2017). Atualmente já imprimimos

as camadas do chassi (modeladas), estamos desenvolvendo o circuito impresso e programando a estratégia de jogo do robô.

A principal motivação é construir um projeto que gere aprendizagem, por isso o grande desafio em ampliar os conhecimentos nas áreas de elétrica, microeletrônica e modelagem. No início do projeto não tínhamos nenhum conhecimento sobre modelagem e prototipagem de circuito. Pesquisas e estudos paralelos foram necessários para aprender a criar modelos tridimensionais e os circuitos, no qual a modelagem já foram utilizadas na primeira etapa da prototipagem.

Este artigo encontra-se organizado da seguinte forma: a seção 2 apresenta como o robô foi desenvolvido. A seção 3 uma breve abordagem da RoboCupJunior. Na seção 4 é apresentado o robô, suas partes e estratégias de jogo. Por fim, as considerações finais se encontra na seção 5.

2 PLATAFORMA OPEN HARDWARE

2.1 Modelagem 3D

A modelagem do robô foi criada através do programa SolidWorks. Não só modelamos o chassi, que já foi impresso e estamos utilizando, como também a roda omnidirecional de 60mm que foram adaptadas (Thingiverse, 2017), que ainda não está sendo utilizada, mas já está presente na modelagem do Solidworks (Figura 1). Durante a modelagem da primeira placa que projetamos, utilizamos como inspiração o modelo da equipe alemã FRT (First Robocup Team).

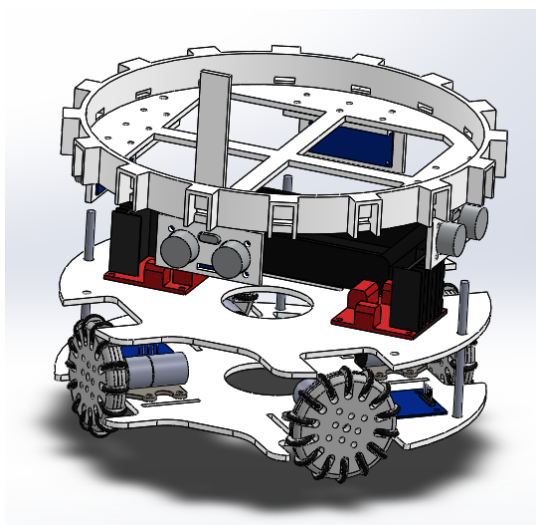


Figura 1 - Protótipo criado no solidworks

2.2 Prototipagem do Circuito

O circuito do robô, necessário devido ao grande número de conexões entre os componentes (atualmente feito por cabos) que resulta numa complexa troca de fios, passíveis de mal contato, já está sendo projetada no programa Altium Designer (Figura 2). Futuramente iremos imprimir o circuito em uma placa PCB e ligar os componentes nesta placa a partir de conectores soldados.

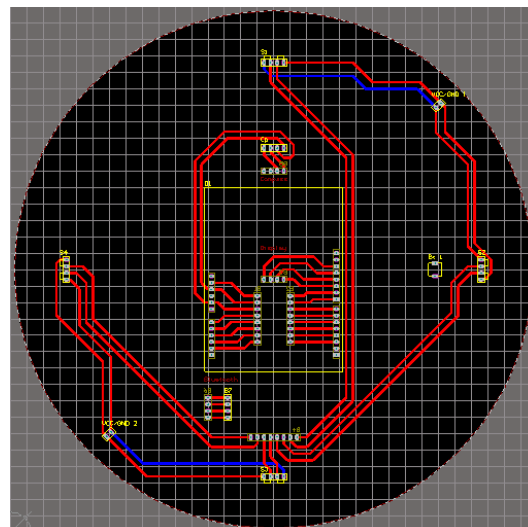


Figura 2 - Circuito da placa superior

2.3 Controlador Arduino Mega 2560

Para controlar os robôs utilizamos o Arduino Mega 2560, um microcontrolador open source muito utilizado na criação de protótipos. Através do código desenvolvido em C++ é realizado a leitura dos sensores e a tomada de decisões.

2.4 Expansão de portas analógicas

A bola eletrônica utilizada na categoria soccer da RoboCupJunior emite sinais IR (luz infravermelha). A detecção do sinal pelo robô possui é feito a partir de 16 sensores IR na camada superior para localizá-la. Como o arduino possui um pequeno número de portas analógicas foi necessário a utilização do módulo multiplex CI 74hc595, um expansor de portas analógicas capaz de, a partir de uma porta analógica e quatro digitais, transformar uma porta analógica em dezesseis.

3 A ROBOCUPJUNIOR SOCCER

A RoboCupJunior é uma competição internacional de robótica que abrange modalidades que vão de robôs que seguem linha até robôs humanoides autônomos que jogam futebol. A categoria temos como meta é a RoboCupJunior Soccer Open, que consiste em times formados por dois robôs autônomos de até 2400g cada para uma disputa de jogo de futebol (Figura 3).

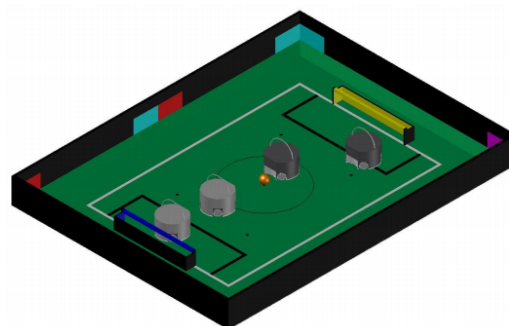


Figura 3 - Exemplo de partida na RoboCupJunior Soccer Open (RCJ, 2017)

4 SOCCER ROBOT MAKER INITIATIVE

4.1 Histórico

Em 2008, o CIC Robotics apresentou a primeira dupla de robôs de futebol baseado nas regras da RoboCupJunior, na III RoboCupJunior Brasil (SANTOS JUNIOR, et al; 2008). No mesmo ano conquistou o 8º Lugar na RoboCupJunior Internacional, na sua primeira participação na categoria Soccer. Pioneira, foi a primeira equipe campeã da RoboCupJunior Brasil (2006) e a representar o Brasil na RoboCupJunior Internacional, na cidade de Atlanta, EUA (2007), com os Robôs "Mouse", categoria Rescue (SANTOS JUNIOR, et al; 2006) e James Brown categoria Dança, conquistando o 2º Lugar no Super Team - Entretenimento (em conjunto com Portugal e Hong Kong). Em 2011, inovou apresentando robôs em três camadas e utilizando acrílico e policarbonato.

Essa visão de vanguarda resultou no redesenho dos objetivos do clube de robótica. Assim, em 2014, tomou-se a decisão de interromper a participação em competições. Enquanto outras equipes sonhavam e trabalhavam em prol de conquistas nas competições, o CIC Robotics almejava algo maior. A proposta era empreender a partir da produção científica (projetos). No projeto do futebol, o primeiro passo foi resetar todo o processo para iniciar do zero e reestruturar os conhecimentos necessários para além das competições. Nesse momento, a plataforma LEGO (Mindstorms NXT) torna-se apenas uma intermediária para projetos de futebol, que agora requer robôs open hardware (inicialmente Arduino).

4.2 O Robô

O robô é um protótipo da primeira etapa do projeto Robots Soccer Maker Initiative, utilizado para o estudo aprofundado de robôs baseados nas regras da RoboCup Junior Internacional, braço educacional da RoboCup Federation (RoboCup Federation 2017). Neste projeto, algumas estruturas e funcionalidades já foram implementadas e outras apenas modeladas.

4.2.1 CAMADAS DO CHASSI

O robô é dividido em 03 camadas modeladas em 3 dimensões e impressas em plástico ABS. Na camada inferior, é posicionado os motores e sensores de cor, led e sensor de luz para reconhecimento da bola. Na intermediária, situa-se a fonte de alimentação (bateria ou suporte de pilhas) e drivers de motor. Na superior estão o display, botões para controle do display, botão para resetar a programação, botão de ligar e desligar o robô, juntamente com o sensor compass e o módulo *bluetooth*.

4.2.2 PROTOTIPAGEM DAS PLACAS

No projeto definitivo do robô irá possuir 03 placas de circuito impresso(Lemos, 2014): 1) superior - para ligar o display, sonares, módulo bluetooth e a bússola(Figura 2); 2) intermediária - onde será conectado todos os 16 sensores infravermelhos; e 3) inferior - onde será encaixado o arduino e as demais conexões com os sensores (devido à plataforma arduino ser *open source*, futuramente iremos inserir o controlador MEGA 2560 dentro do circuito).

4.2.3 INTERFACE GRÁFICA DA TELA (touch LCD 2.4")

Implantamos uma interface para a tela touch(João Lopes F, 2015) à interação com o controle do robô. Nesta interface, os menus são: Play, opção de jogo; Sensores, exibir a leitura dos dados dos sensores; e Connect, conectar os robôs via bluetooth (Figura 4). O touch da tela utilizada atualmente (Display LCD TFT 2.4" shield) quebrou. Para resolver o problema, programamos 5 botões (*pushbuttons*) para a navegação na interface do display.

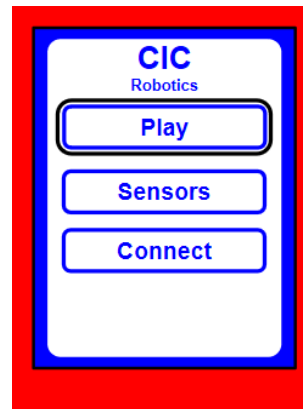


Figura 4 - Tela inicial com display LCD TFT 2.4" Shield

4.2.4 INTERFACE DE COMUNICAÇÃO

A interface de comunicação utiliza 01 módulo bluetooth HC-05 para possibilitar a cooperação entre os robôs. Informações como posicionamento e posse de bola serão compartilhadas entre eles durante toda o jogo para que alcancem juntos o objetivo em comum: fazer gols e vencer a partida. Antes da partida os robôs serão conectados (pareados) um ao outro.

4.2.5 ANEL DETECTOR DA BOLA ELETRÔNICA

O robô possui uma camada em anel com 16 sensores infravermelhos como uma array de IR, separados em distâncias iguais, situado na parte superior do robô (Figura 1). A partir da leitura e comparação dos valores lidos dos sensores é possível reconhecer onde está posicionada a bola eletrônica (HITECHNIC, 2017). Os 16 sensores são conectados em uma placa com o circuito impresso que desenvolvemos, tendo como base a utilização de um resistor e um capacitor para cada sensor que são utilizados com o intuito de conseguir uma suavização (precisão) dos dados da leitura dos sensores (Robot Demons, 2009). Devido à grande quantidade de sensores foi necessário a utilização de um expansor de portas analógicas (multiplex), que será conectado ao arduino mega 2560.

4.2.6 ESTRATÉGIA DE DESLOCAMENTO DO ROBÔ

O robô possui 04 rodas omnidirecionais (Robotshop, 2017) para promover movimentos holonômicos, que possibilita maior agilidade (Figura 5) por realizar 08 movimento a partir do mesmo ponto de partida. Utilizaremos ainda dois drivers de motor (Cardoso, 2015) devido não só à voltagem 12V dos motores, mas também pela capacidade de controlar a velocidade a partir de PWM. Durante o jogo, na ausência da posse de bola o robô se alinha ou avança à bola devido ao anel de sensores IR. Entretanto, o robô sempre se mantém alinhado com o norte (no intuito de evitar gols contra).



Figura 5 - Movimentação robô

4.2.7 ALINHAMENTO VERTICAL

Até o início de partida o robô não sabe para qual lado irá atacar. Por isso, a bússola (*compass*) (AdaFruit, 2014) é utilizada, pois permite que se guarde o valor do Norte (grau que indica o ataque) para ser utilizado para manter o robô alinhado. Devido à dificuldade de se alinhar com um ângulo específico, se criou um arco (parâmetro) de 10 graus para representar o norte do robô. Se o valor norte for muito próximo de 0 ou 360 os valores serão tratados (tratamento de exceção) para ser possível a utilização do arco norte no alinhamento vertical. Por exemplo, se o ângulo norte for de 2 graus, o arco irá ser de -3 graus até 7 graus. Para ser possível a utilização deste arco de forma mais simples nos cálculos, a partir do tratamento de exceção, o valor -3 passará a ser 357 graus.

Durante a partida o robô se manterá sempre virado para o campo do oponente, de forma a facilitar a movimentação e a condução da bola visando o chute a gol.



Figura 6 - Arco norte para facilitar o alinhamento.

4.2.8 POSICIONAMENTO HORIZONTAL E DETECTOR DE COLISÃO

A função dos sensores ultrassônicos foi dividida em duas partes: posicionamento horizontal e detecção de colisões. A partir da comparação dos dois sensores ultrassônicos laterais, o robô irá calcular em que parte do campo está localizado, sendo o campo mapeado em cinco zonas, como mostra a Figura 7.

Dependendo da área que ele estiver na hora de chutar para o gol adversário, poderá virar num ângulo diferente, aumentando a chance de fazer gol. Além disso, ainda será possível saber se o robô está em colisão com algum objeto, o ajudando a desviar de obstáculos.

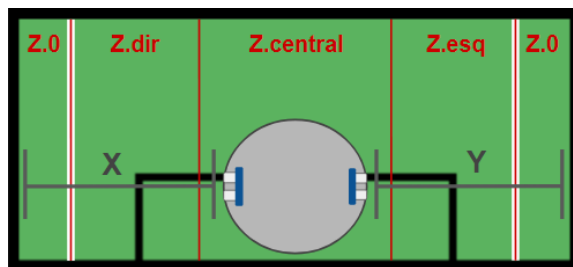


Figura 7 - Posicionamento Horizontal.

4.2.9 DETECTOR DE EVASÃO DO CAMPO

As linhas do campo já tem cores pré-definidas (Figura 3), preto e branco. Partindo disto, utilizamos dois sensores de cor (localizados na parte inferior do robô) para fazer a leitura das cores do campo e impedir que o robô saia durante o jogo.

4.2.10 POSSE DE BOLA E CHUTE

A Estratégia do robô depende dos status "com" e "sem" Posse de Bola. O robô terá um comportamento diferente quando estiver com a bola. A bola será identificada através de um led forte e um sensor de luminosidade situado cada um de um lado do corte para condução da bola (na camada inferior - Figura 9). Quando a bola se encontrar entre o led e o sensor, a luz que incide no sensor diminuirá drasticamente, determinando a posse da bola.

O chute do robô é um dispositivo a ser implementado na próxima versão, que utilizará um motor solenoide. O chute será acionado de acordo com a estratégia (que depende do posicionamento vertical, horizontal, posse de bola e comunicação). Na situação ilustrada na Figura 8, o ambiente está favorável para o chute, pois o robô possui a bola, está no ataque (próximo do gol) e não tem nenhum oponente à frente (detecção de colisão). Neste caso, sabendo que está na zona direita, o robô realiza um giro a partir dos ângulos da bússola e aciona o solenoide.

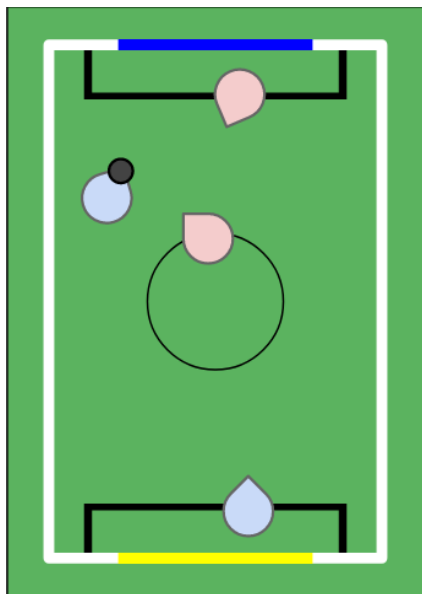


Figura 8 - Ilustração de Estratégia para Chute ao Gol
Legenda: oponente - vermelho; aliado - azul.

4.3 Resultados e Discussões

Os principais problemas durante a construção do robô foram o controle da velocidade dos motores e a leitura dos sensores IR (infravermelhos). Primeiramente, acreditávamos que o problema para não conseguir controlar os motores era devido ao driver de motor ruim, mas após pesquisas percebemos que era devido à conexão incorreta das portas PWM no arduino, que possui portas pré-determinadas para esta finalidade.

Os problemas em relação aos sensores IR foram decorrentes não só do circuito incorreto como também da dificuldade encontrada inicialmente na programação da leitura dos sensores. Atualmente o robô se encontra com as camadas de estrutura em ABS já impressas, porém utilizando rodas desenvolvidas para o servo motor da plataforma LEGO. Devido ao problema com o touch da tela, foi necessária a utilização de 5 botões para navegação, além disso os circuitos ainda não foram impressos, o que resultou em um grande número de cabos ao redor do robô (será solucionado inicialmente com uma placa ilhada para os IR). Além disso, os motores e baterias que estamos utilizando atualmente ainda não são os ideais (Figura 9).

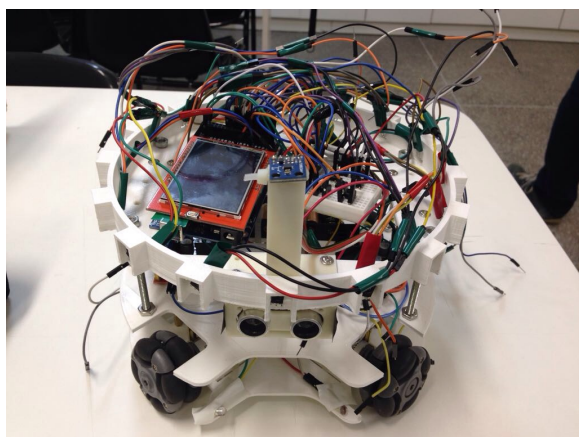


Figura 9 - Foto do protótipo retirada em 03/08/2017

4.4 Propostas Futuras

O status do projeto se encontra na primeira etapa, a prototipação de aprendizagem. Nas etapas de prototipagem de teste e robô definitivo os circuitos das placas serão impressos e outros dispositivos como Chute¹ e Dribbler² serão inseridos no projeto. A utilização de visão computacional embarcada será implementada para localização da bola e mapeamento do campo, acompanhando assim a evolução da categoria (Figura 3). Uma nova tela touch deve ser inserida e um voltímetro para acompanhar os gastos com energia também serão introduzidos no projeto. A placa Arduino será conectada a camada superior dos circuitos impressos na etapa de testes e no robô definitivo o microcontrolador fará parte do robô (ligado diretamente à placa superior).

Na etapa de produto, as tecnologias implementadas no projeto devem fomentar soluções a problemas reais que possam ser desenvolvidos e incubados como um projeto de Startups. Nesta etapa, não só os conhecimentos tecnológicos serão necessários, mas os conhecimentos de negócio para estimular o empreendedorismo a partir desta pesquisa científica.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O CIC Robotics foi fundado em 2004, e no período entre 2008 e 2017 já passaram diversas membros pelo Projeto Soccer. Tendo como objetivo a gestão do conhecimento (através da iniciativa maker), decidimos recriar todo o robô, passamos a utilizar a plataforma arduino, programas para modelagem em 3D e de prototipagem de circuitos. Para fazer a utilização destes programas foi necessário não só o estudo sobre como funciona cada um dos programas (como no exemplo do solidworks), mas estudar as melhores práticas para construir a estrutura para ter um robô compacto, leve e rígido. Foi ainda necessário, a partir de testes e estudos, aprender como funciona cada sensor utilizado e programá-los de forma a exercerem da melhor maneira possível suas funções. Nesse sentido, durante a construção desta etapa do projeto, a aprendizagem em elétrica, microeletrônica, linguagens de programação e modelagem foram substâncias para alcançar os objetivos e nos lançarmos na próxima etapa, a prototipagem de testes.

REFERÊNCIAS

- RCJ. Regras 2017. Disponível em:
http://rcj.robocup.org/rcj2017/soccer_2017.pdf.
 Acesso em: 15 mai. 2017.
- FRT Robotik 2016. Disponível em:
<http://www.frtrobotik.de/roboter/soccer/2016/>.
 Acesso em: 2 abr. 2017
- Robot Demons 2009. IR receiver. Disponível em:
<http://rcj.robocup.org/rcj2009/newball/cheapRCJ05sensors-RobotDemos09.pdf>.

¹ Dispositivo que desloca a bola sem precisar do impulso do próprio robô.

² Dispositivo que mantém a bola sempre em contato com o robô permitindo sua condução sem prendê-la.

Acesso em: 21 mai. 2017.

João Lopes F. Display SPFD5408. Disponível em:
<<http://www.instructables.com/id/How-to-use-24-inch-TFT-LCD-SPFD5408-with-Arduino-U/>>.

Acesso em: 8 jul. 2017.

Daniel Cardoso. Ponte H L298N. Disponível em:
<<http://blog.vidadesilicio.com.br/arduino/ponte-h-l298n-controle-velocidade-motor/>>.

Acesso em 24 abr. 2017.

AdaFruit 2014. Compass HMC 5883L. Disponível em:
<<https://learn.adafruit.com/adafruit-hmc5883l-breakout-triple-axis-magnetometer-compass-sensor/wiring-and-test>>.

Acesso em: 17 jul. 2017.

Thingiverse. Arcwave. OmniWheel. Disponível em:
<<https://www.thingiverse.com/thing:515831>>.

Acesso em: 21 abr. 2017.

Manoel Lemos 2014. Desenvolvimento, Placas Circuito Impresso. Disponível em:
<<https://imasters.com.br/desenvolvimento/como-fazer-suas-proprias-pcbs-placas-de-circuito-impresso/?trace=1519021197&source=single>>.

Acesso em: 25 nov. 2016.

Robotshop. 48mm Omniwheel for LEGO NXT, Servo. Disponível em: <<http://www.robotshop.com/en/48mm-omniwheel-lego-nxt-servo.html>>.

Acesso em: 17 ago. 2017.

HiTechnic. RCJ-05 ball. Disponível em:
<<http://www.hitechnic.com/cgi-bin/commerce.cgi?preadd=action&key=IRB1005>>.

Acesso em: 27 ago. 2017.

SANTOS JUNIOR, José Messias P. dos. et.al. Mouse, o ratinho: um robô de reconhecimento e resgate. In: Anais do XXVI Congresso da SBC EnRI III Encontro de Robótica Inteligente (2006), pp. 403-406.

Rego, Danilo A. P.; Vieira, Caio L. G. Baiana: um robô que dança samba de roda. In: Anais do XXVI Congresso da SBC EnRI III Encontro de Robótica Inteligente (2006).

SANTOS JUNIOR, José Messias P. dos; et al. CIC Robotics: desenvolvimento de robôs de futebol utilizando controladores NXT e Arduino (2008). Disponível em:
<www.cbr10.fei.edu.br/TDPs/JrSoccer/78549.pdf>.

Acesso em: 17 jul. 2017.