

Equipe “Nóis Robô”: um time para a Categoria Standard Education Kits (SEK)

Fernando dos S. Lelis, Lucas M. Nucci, Stella C. do Ouro,
Thiago A. Lunardi e Reinaldo A. C. Bianchi

Centro Universitário FEI
Av. Humberto de Alencar Castelo Branco, 3972
São Bernardo do Campo – São Paulo - Brasil

Resumo – O objetivo do trabalho da equipe “nóis robô” é a realização da prova com uma maior velocidade, e com maior precisão. Nossa equipe tentou ao máximo desenvolver um robô que melhor se enquadrasse nas medidas pré-determinadas, além de colocá-lo com um maior desempenho na arena estabelecida. Os robôs foram montados usando o kit *Vex Robotics Design System*, usando 4 motores com rodas omnidirecionais para a movimentação destes; 1 garra com 2 motores; também 4 sensores infravermelho para seguir as linhas. A programação foi feita em linguagem C usando MPLAB IDE como plataforma de programação. Testes mostram que os robôs têm boa mobilidade, conseguindo realizar as tarefas designadas.

I. INTRODUÇÃO

A equipe foi criada a partir de um grupo de estudos de linguagem de programação C.

Inicialmente com o objetivo de aprimorar o conhecimento, e a habilidade em trabalhar nesta linguagem, a equipe viu na competição da categoria SEK uma ótima oportunidade de aplicar os conhecimentos adquiridos.

Para a participação no evento será utilizado como material os kits da linha *Vex Robotics Design System*. Esse kit fornece uma variedade de peças para a estrutura dos robôs, e dá enorme liberdade na construção dos mesmos. Os kits de sensores dão possibilidades concretas de efetuar as tarefas de fechar e abrir válvulas para a saída de óleo, e pegar canos para a construção de uma tubulação alternativa.

A construção dos dois robôs reais exige domínio sobre ferramentas básicas como os sensores e motores, que durante esta atividade apresentam suas falhas e deficiências diante dos desafios propostos. O simples fato de se movimentar sobre a arena de prova se torna um grande desafio diante das deficiências e das limitações de reposta dos sensores e falhas mecânicas. Assim a cada dificuldade encontrada é necessário mais empenho para corrigir os defeitos de hardware, e aperfeiçoar o desempenho do software, pensando sempre em imprevistos mecânicos e técnicos possíveis na realização da tarefa.

Este artigo é organizado da seguinte maneira: a seção II apresenta uma fundamentação teórica de peças, usadas nos robôs, e seu devido funcionamento. A seção III detalha a construção, de cada etapa, dos robôs. A seção IV mostra toda parte do programa que foi desenvolvido para o funcionamento dos robôs, nas devidas tarefas a serem realizadas. A seção V apresenta trabalhos futuros. Finalmente, a seção VI conclui este trabalho.

II. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A. Robô Omnidirecional

Robôs omnidirecionais são capazes de se movimentar em qualquer direção do plano sem precisar girar o próprio corpo. Uma configuração muito comum para esse tipo de robô é a utilização de rodas holonômicas.

As rodas holonômicas, também chamadas de rodas suecas, combinam um movimento paralelo ao plano com um movimento de deslizamento ortogonal ao plano. Elas possuem roletes dispersos na superfície de contato da roda que fazem contato com o solo, assim a roda é capaz de deslizar no sentido dos roletes e rodar no sentido convencional da roda.

Em um robô onidirecional com quatro rodas, as rodas são separadas por 90° . A Figura 1 apresenta a configuração de um robô omnidirecional em um plano e mostra as forças e velocidades que atuam sobre o mesmo.

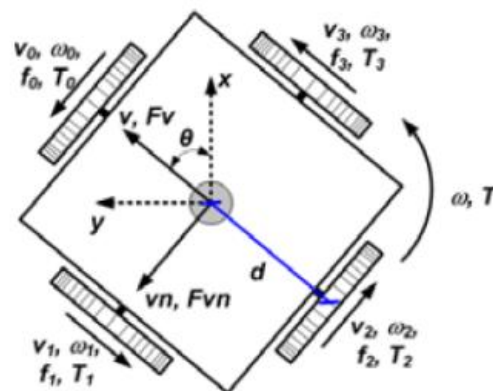


Fig. 1 Robô com quatro rodas omnidirecionais.

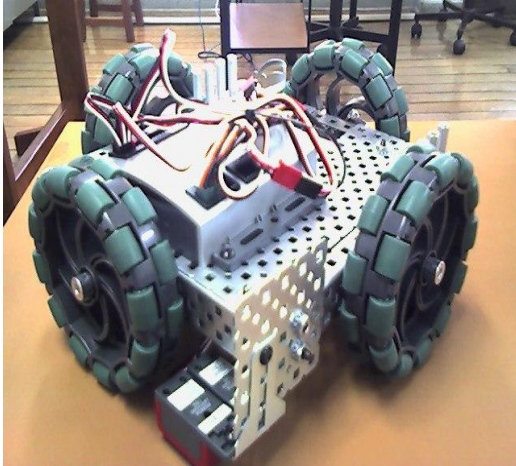


Fig. 2. Base para movimentação na arena. Configuração antes da montagem da garra do robô

As variáveis existentes na figura 1 correspondem a:

- x, y, θ – posição do robô e ângulo.
- v_i, ω_i – velocidades linear e angular de cada roda.
- f_i, T_i – forças e toques atuantes em cada roda.
- d – distância entre o centro do robô e a roda
- v, v_n – velocidade do robô nas direções apontadas pelo ângulo θ e pelo ângulo $\theta + 90$ graus, respectivamente .
- F_v, F_{v_n} – forças do robô nas direções apontadas pelo ângulo θ e pelo ângulo $\theta + 90$ graus, respectivamente .

Com base em [1]-[2], e tendo como referência a figura 1 é possível adotar um modelo cinemático que relaciona deslocamento, velocidade, aceleração e tempo. O robô é localizado no plano como um vetor (x,y,θ) e pode ser escrito como, $v_x(t) = dx(t)/dt$, $v_y(t) = dy(t)/dt$ e $\omega(t) = d\theta(t)/dt$.

Utilizando a equação 1 transforma-se as velocidades lineares do eixo (x,y) fixo para o eixo do robô.

$$\mathbf{X}_{\text{robô}} = \begin{bmatrix} v(t) \\ v_n(t) \\ \omega(t) \end{bmatrix}; \quad \mathbf{X}_0 = \begin{bmatrix} v_x(t) \\ v_y(t) \\ \omega(t) \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$\mathbf{X}_{\text{robô}} = \begin{bmatrix} \cos(\theta(t)) & \sin(\theta(t)) & 0 \\ -\sin(\theta(t)) & \cos(\theta(t)) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \mathbf{X}_0$$

A relação da velocidade das rodas e do robô é dada por:

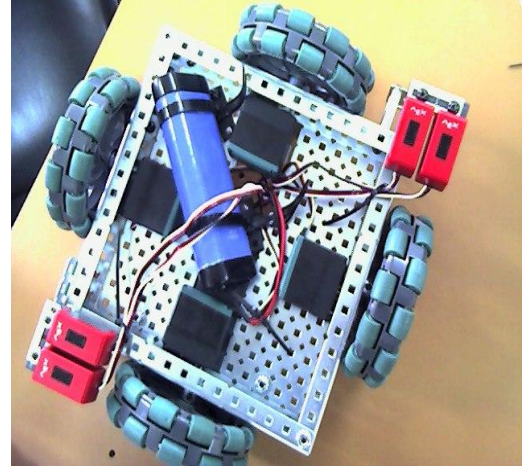


Fig. 3. Posição dos sensores line tracking. Vista de baixo do robô.

$$\begin{bmatrix} v_0(t) \\ v_1(t) \\ v_2(t) \\ v_3(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & d \\ -1 & 0 & d \\ 0 & -1 & d \\ 1 & 0 & d \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} v(t) \\ v_n(t) \\ \omega(t) \end{bmatrix} \quad (2)$$

O modelo cinemático não se preocupa com as causas das forças aplicadas ao sistema, proveniente dos atuadores.

B. Line Tracking sensor

Esse equipamento consiste em sensores de luz infravermelho e LED infravermelho, assim capazes de distinguir as cores.

III. CONSTRUÇÃO DOS ROBÔS

A. Estrutura

As peças para a estrutura do Kit Vex Robotics Design System são de metais e causaram um grande problema com relação ao tamanho máximo da estrutura permitida. A construção de uma estrutura menor com peças que se encaixavam de maneira a minimizar o tamanho foi necessária. Mesmo com a redução do tamanho a fim de seguir a regulamentação da competição, foi possível obter espaço para prender motores, sensores, a bateria e o micro controlador.

B. Locomoção do Robô

A arena de prova é formada por um quadriculado, onde cada quadrado é de 200x200mm, e para essa configuração serão utilizados robôs de formato quadrado com quatro rodas omnidirecionais. Cada roda está ligada a um motor e presa a um dos lados do quadrado.

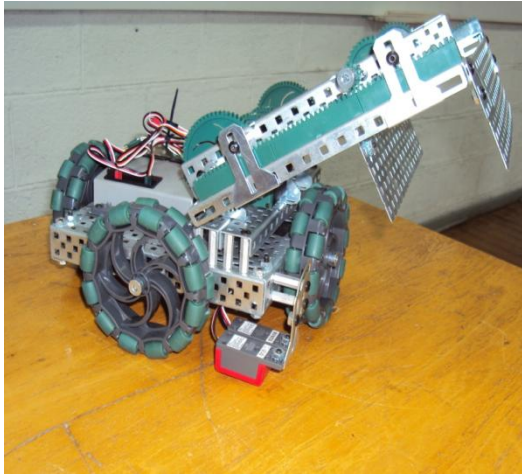


Fig. 4. Modelo de garra em construção sobre a base do robô.

As rodas omnidirecionais são capazes de movimentar o robô nas duas direções, que compõe o quadriculado sem muita trepidação. Com esse tipo de movimentação espera-se ganhar tempo evitando girar o robô a cada mudança no sentido do movimento, dando assim maior agilidade aos robôs, além de dar maior segurança à movimentação já que muitos problemas de localização são encontrados, quando são efetuadas curvas e giros com o robô.

C. Sensores para localização do robô

O quadriculado que forma a arena de prova possui áreas que podem ser facilmente distinguidas por cores. Cada quadrado é demarcado por uma faixa preta de 20mm de largura. As áreas de largada são amarelas, as linhas do quadriculado, como mencionadas anteriormente, são pretas e o fundo desta é branco.

Para auxiliar na função de localização na arena, estão presos aos robôs quatro sensores do tipo *line tracking*.

Esses sensores estão posicionados sobre as linhas pretas, verticais e horizontais. Enquanto um conjunto de sensores faz a função de seguir linha, o outro conjunto de sensores desempenha a função de contador. Assim ao final de cada movimento, espera-se que o robô tenha andado a quantidade de quadrados exatos sem desviar do percurso pré estabelecido pela tarefa que lhe foi designada.

D. Garra

Para a função de movimentação dos canos, na criação de uma rota alternativa dos oleodutos, está sendo montada uma garra. O objetivo desse equipamento é coletar e reorganizar um duto de cada vez.

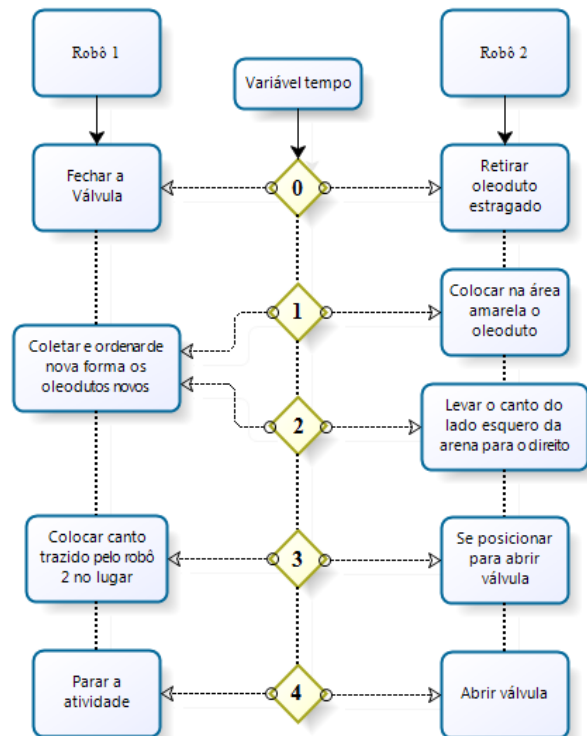


Fig. 5. Fluxograma com a ordem das tarefas a serem realizadas

Para cumprir tal procedimento, a inclusão de sensores de toque do tipo *limit switch*, estão sendo testados.

IV. PROGRAMAÇÃO DO ROBÔ

A. Lógica para movimentação

A lógica do programa que controlará a movimentação do robô durante a montagem se encontra na Figura 5. Nela, pode-se ver as tarefas dos dois robôs, e a variável que controla o sincronismo das tarefas.

B. Lógica do programa para localização do robô

O algoritmo executa funções diferentes para cada sentido de movimentação. Posicionado inicialmente sobre as linhas pretas o robô as segue no sentido indicado e executa a mesma função a quantidade de vezes que for necessária. A cada mudança de sentido uma nova função deve ser acionado e deve ser determinada uma constante referente à quantidade de quadrados que se deve andar. (Como explicado na seção III. no item de sensores para localização do robô).

V. TRABALHOS FUTUROS

Aperfeiçoar a programação com relação ao movimento para melhor desempenho dos robôs na arena de prova, estudar as várias possibilidades de realizar a tarefa, dar precisão aos movimentos de coletar canos e realizar testes completos a fim de verificar o sincronismo entre os robôs e seus movimentos.

VI. CONCLUSÃO

Com o projeto SEK, a equipe busca incentivar o ingresso de novos alunos à projetos semelhantes e ganhar experiências para futuras competições. Além de desenvolver nossos conhecimentos na linguagem de programação usada, e no decorrer da execução das idéias, visando melhoria, e contornar todos os problemas e imprevistos que aparecem durante esta.

Como citado acima, durante a construção dos robôs os problemas que surgem nos incentivam a encontrar soluções práticas e criativas. A parte prática de construção dos robôs fortalece a aprendizagem, e dá chance de utilizar conceitos teóricos, de matérias recém cursadas.

Visto todas as dificuldades e todos os imprevistos concluímos então que por ser nossa primeira competição, e reconhecendo o alto nível dos competidores, o grupo tem se empenhado ao máximo para vencer as dificuldades, desenvolver um projeto que corresponda às expectativas, e que possa completar com sucesso a tarefa estabelecida (reconstrução dos oleodutos).

Assim, com todos os testes realizados, e com toda nossa perspectiva, concluímos que nossa equipe conseguirá completar a missão e reconstruir o oleoduto com sucesso.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Hélder P. Oliveira, Armando J. Sousa, A. Paulo Moreira e Paulo J. Costa, "Precise Modeling of a Four Wheeled Omni-directional Robot", Proc. Robótica, 2008.
- [2] Guy Campion, Georges Bastin, and Brigitte D' Andréa-Novel, "Structural Properties and Classification of Kinematic and Dynamic Models of Wheeled Mobile Robots", IEEE Transactions on robotics and automation, vol. 12, no 1, fevereiro 1996.
- [3] Informações sobre software e hardware da linha Vex *Robotics Design System*, disponível em: <http://www.vexrobotics.com>.