

Universidade Federal de Minas Gerais
Instituto de Ciências Exatas

RELATÓRIO DO TRABALHO PRÁTICO 1

Introdução à Robótica

Hugo Andrei Mendes da Silva (hugoandrei@yahoo.com.br)
Jonas Alves de A. Pereira (jonaseng@ufmg.br)
Mirlaine Aparecida Crepalde (mirlaine@dcc.ufmg.br)
Vinícius Luiz Silvaz (viniciusluizsilva@yahoo.com.br)

Belo Horizonte, Minas Gerais
23 de setembro de 2008

Sumário

1	Introdução	2
2	Funcionamento do Robô	2
3	Primeira Calibração	3
4	Segunda Calibração	4
5	Experimentos	9
5.1	Translação Linear	9
5.2	Rotação	10
6	Decisões de projeto e Dificuldades	11
7	Conclusão	12
8	Fotos do robô	12

1 Introdução

Este relatório tem o objetivo de descrever as principais decisões tomadas e problemas encontrados durante o desenvolvimento do trabalho prático 1, da disciplina **Introdução à Robótica**.

Foi proposto para o trabalho o desenvolvimento de um controle simples para um dispositivo mecânico com LEGO de forma a permiti-lo realizar diversas tarefas: transladar linearmente, rotacionar, acionar leds e motores simultaneamente e executar trajetórias específicas, como quadrados e círculos. Para executar tais tarefas o robô deve ser controlado apenas pela *Handy-Board*. [1] foi utilizada como referência para a programação e entendimento da arquitetura da *HandyBoard*.

2 Funcionamento do Robô

Foi construído um robô com três rodas, sendo duas rodas do tipo simples dispostas lado a lado e uma esférica (do tipo "rolon") localizada a frente do eixo imaginário formado pelas rodas simples. A cada uma das rodas simples está ligado um motor distinto. A roda esférica gira livremente. A figura 1 ilustra o arranjo de rodas utilizado:

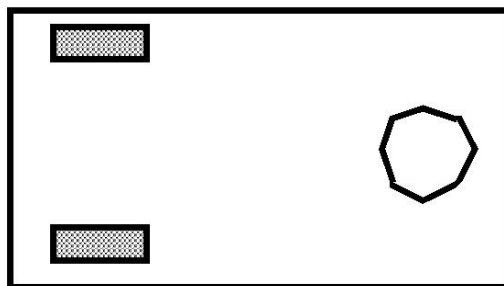


Figura 1: Arranjo de rodas utilizado

Para o robô transladar uma tensão de mesmo sinal deve ser aplicada em cada motor e para ele rotacionar tensões de sinais contrários devem ser aplicadas em cada motor (podemos referir à entrada do motor como potência em porcentagem, em que potência negativa é a potência com tensão de sinal oposto). O eixo de rotação do motor é o centro do eixo imaginário que une as duas rodas simples.

No eixo de rotação do robô foi fixada uma caneta hidrocor para possibilitar realizar os experimentos e calibragem necessários.

A *HandyBoard* foi acoplada na parte superior da estrutura do robô. A interação do usuário com o robô é feita através de seu visor e do uso dos botões *start* e *stop* e do potenciômetro. As opções disponibilizadas ao usuário são as seguintes:

- **Translacao:** robô se locomove em linha reta. A distância a ser percorrida e a potência média (40, 60 ou 80) devem ser fornecidas pelo usuário;
- **Rotacao:** robô faz uma rotação em torno de seu eixo. O ângulo a ser rotacionado e a potência média (40, 60 ou 80) devem ser fornecidas pelo usuário;
- **Leds:** faz um grupo de 4 leds, acoplado ao robô, funcionar em sequência. Os botões *start* e *stop* devem ser utilizados pelo usuário para inicializar e parar a sequência dos leds. A cada *start* o robô deve executar uma sequência diferente;
- **Leds e Robo:** os leds do robô funcionam enquanto o ele se move em trajetória linear. O robô e os leds ficam em execução durante um dado tempo que deve ser especificado pelo usuário, interrompendo ambas tarefas após esse tempo;
- **Trajetoria:** o robô realiza autonomamente uma trajetória quadrada de 30cm de lado. Logo após, uma trajetória circular de 25 cm de raio, ambos por 3 vezes consecutivas. O robô desenha numa cartolina sobre o chão a trajetória;
- **Calibrar:** permite ao usuário aplicar tensões (variando de -100% a 100%) distintas em cada motor, durante um tempo também especificado. Além disso, o número de vezes que o movimento obtido com a aplicação das tensões é realizado pode ser fornecido pelo o usuário. O intervalo entre cada repetição do movimento novamente deve ser fornecido.

3 Primeira Calibração

Como os motores possuem aspectos físicos distintos, é necessário fazer uma calibração para mensurar a diferença necessária de tensão para tornar os motores equivalentes.

A fim de descobrir uma relação entre os motores, foram realizados testes de forma a saber, dado uma potência média, qual deveria ser a potência

em cada motor para que ele fosse capaz de se deslocar em linha reta ou rotacionar.

Aplicamos potências iguais em cada motor (variando entre 40, 60 e 80) e medimos o desvio que a trajetória teve em relação ao eixo linear que deveria ser seguido, fizemos ajustes para obter uma tabela de equivalência de potências. A tabela abaixo mostra a média das potências e a potência real de cada motor para o movimento de translação:

Tabela 1: *Tabela de Calibração Inicial Obtida*

Tensão Média	Tensão Motor 1	Tensão Motor 2
40	40	41
60	60	62
80	80	81

Para a rotação, apenas aplicando tensões de mesmo módulo e com sinais contrários em cada motor, foi possível rotacionar o robô no eixo de rotação desejado.

4 Segunda Calibração

Essa calibração foi feita para obter uma função que relacione as distâncias e os tempos para cada potência média (entre 40, 60 e 80). Assim, após construir essas funções seria possível determinar qual o tempo necessário para o robô se locomover (em linha reta ou rotacionando) dado a distância a ser percorrida ou o ângulo de rotação para a potência desejada.

Conforme especificação, para cada potência e cada trajetória (rotação ou translação linear) foram coletadas as distâncias(ou ângulos) percorridas para 5 valores distintos de tempo (e para cada tempo foram feitas 5 medidas para obter a distância média). Os gráficos abaixo mostram os valores médios de distâncias e ângulos obtidos:

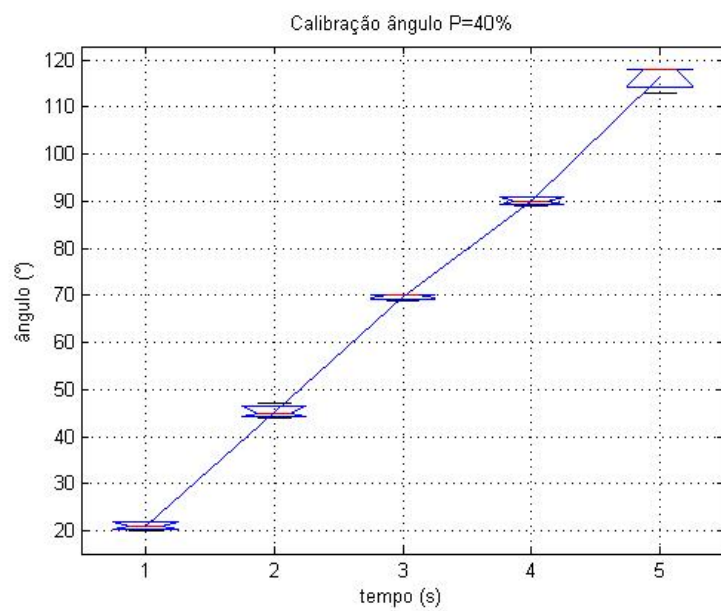


Figura 2: Ângulos obtidos variando o tempo para potência média de 40

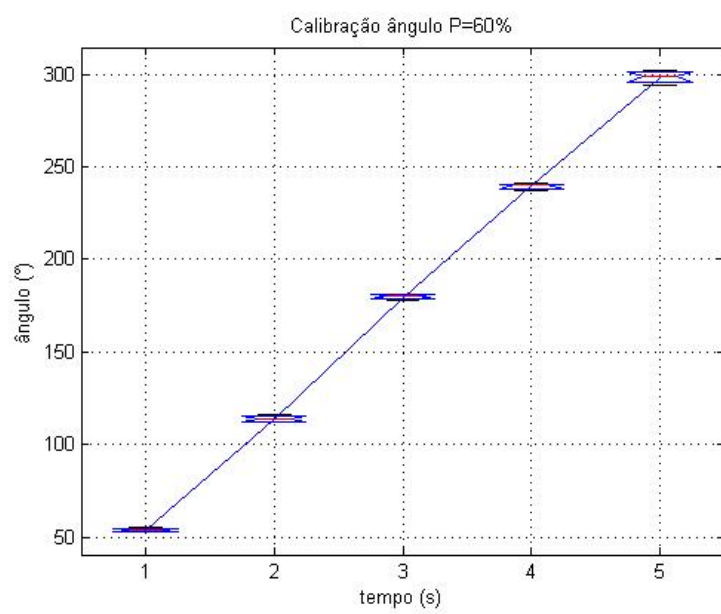


Figura 3: Ângulos obtidos variando o tempo para potência média de 60

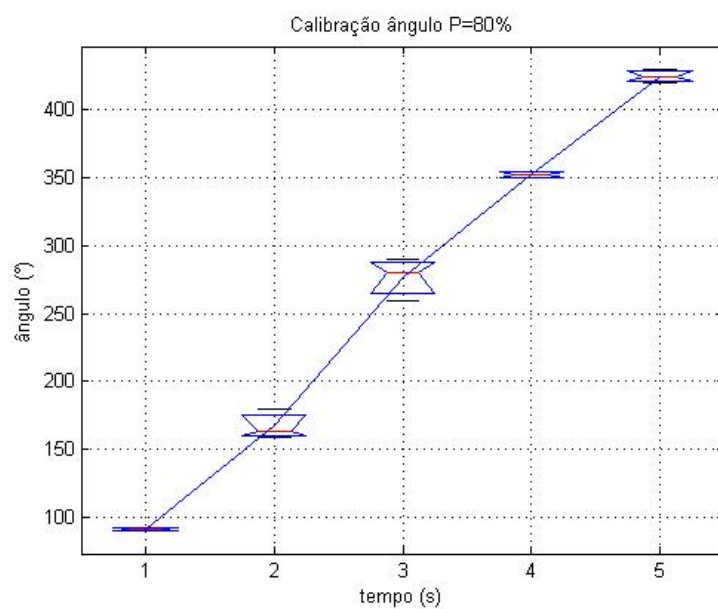


Figura 4: Ângulos obtidos variando o tempo para potência média de 80

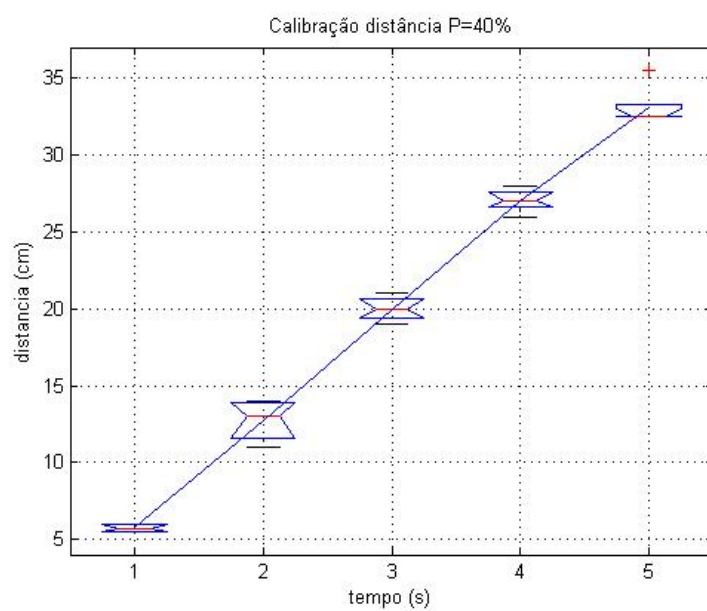


Figura 5: Distâncias obtidas variando o tempo para potência média de 40

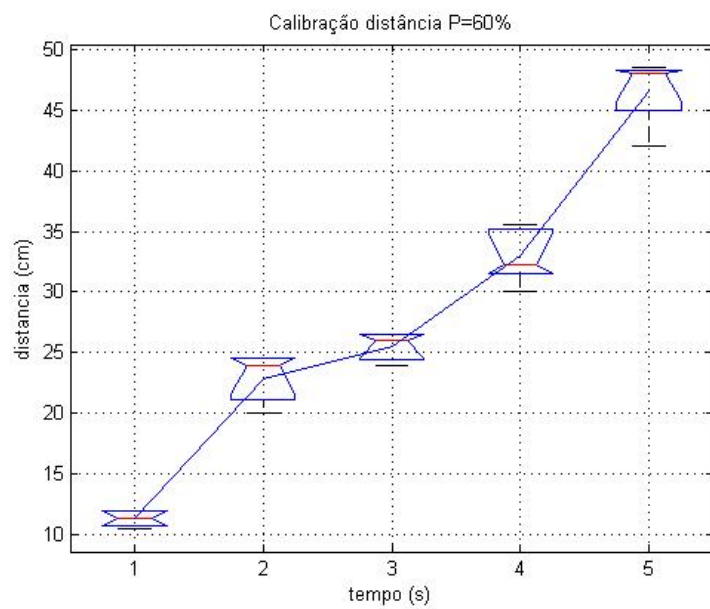


Figura 6: Distâncias obtidas variando o tempo para potência média de 60

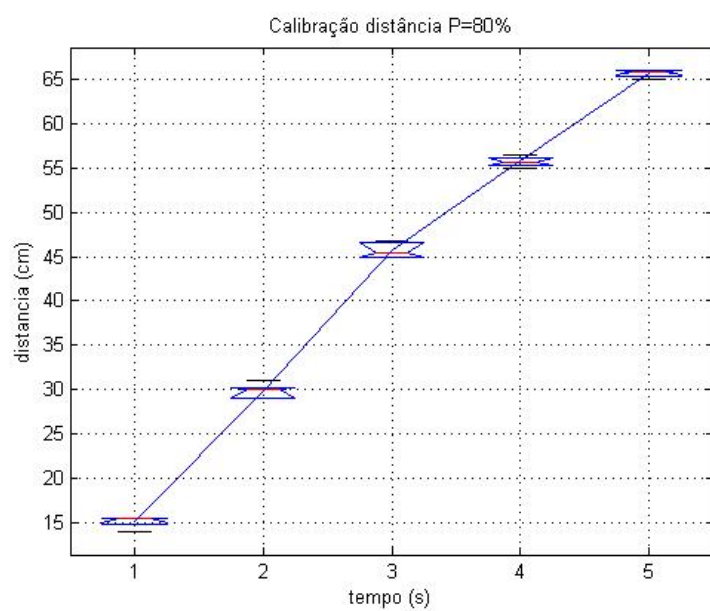


Figura 7: Distâncias obtidas variando o tempo para potência média de 80

Nos próximos gráficos, é possível perceber que para potências diferentes a aproximação linear entre tempos e distâncias(ângulos) não se mantêm necessariamente.

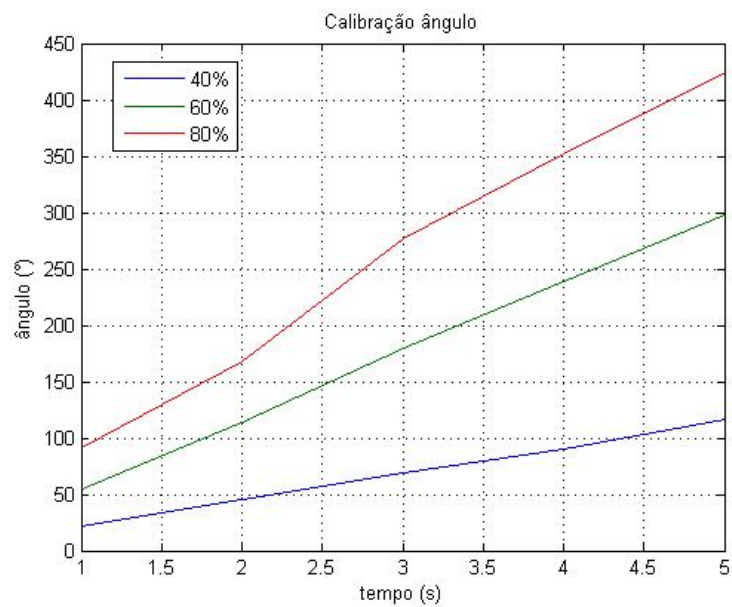


Figura 8: Ângulos obtidos variando o tempo

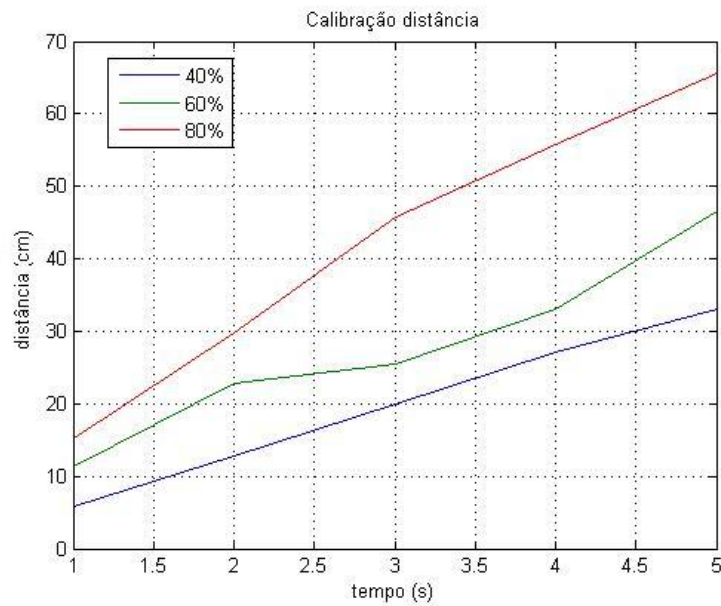


Figura 9: Distâncias obtidas variando o tempo

5 Experimentos

5.1 Translação Linear

Foram feitos experimentos a fim de mostrar o erro médio (e desvio) entre a distância real percorrida pelo robô e a distância especificada no menu da *HandyBoard*. Esses testes foram feitos para uma potência de 40% da potência máxima e para cada um dos 3 valores de distância: 10cm, 20cm e 30cm. A tabela e o gráfico abaixo mostram os resultados obtidos:

Tabela 2: Tabela com valores de distância coletados

Distâncias Especificadas (cm)	Distâncias Coletadas (cm)					
10	10,2	09,6	09,6	10,3	10,0	10,1
20	18,5	19,4	19,2	19,0	18,0	19,4
30	28,6	28,0	28,2	29,5	30,0	30,1

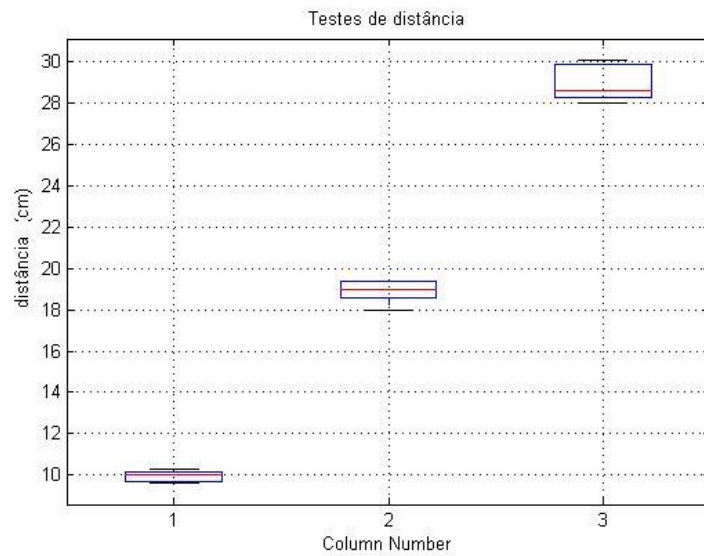


Figura 10: Distâncias reais obtidas ao especificar distâncias 1 (10 cm), 2 (20 cm) e 3 (30 cm)

5.2 Rotação

Foram feitos experimentos a fim de mostrar o erro médio (e desvio) entre o ângulo real rotacionado pelo robô e o especificado no menu da *HandyBoard*. Esses testes foram feitos para cada uma potência de 40% da potência máxima e para cada um dos 3 valores de ângulo: 30, 60 e 90. A tabela e gráfico abaixo mostram os resultados obtidos:

Tabela 3: Tabela com valores de ângulos coletados

Ângulos Especificados (graus)	Ângulos Coletadas (graus)						
30	30,0	30,1	29,0	28,0	30,0	27,0	28,0
60	60,0	58,0	59,0	60,0	59,0	60,0	59,0
90	89,0	88,0	90,0	91,0	91,0	87,0	90,0

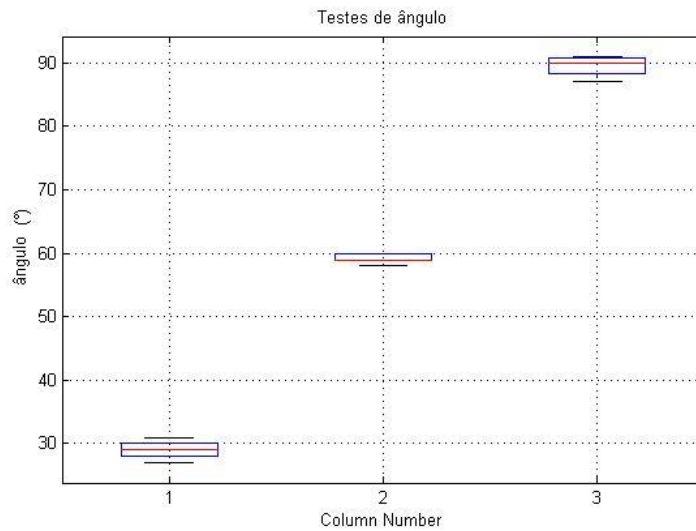


Figura 11: Ângulos reais obtidos ao especificar ângulos 1 (30 graus), 2 (60 graus) e 3 (90 graus)

6 Decisões de projeto e Dificuldades

Ao longo do desenvolvimento do trabalho foram encontradas dificuldades e algumas decisões foram tomadas para superá-las:

- Uma dificuldade foi a preocupação em aplicar um degrau de tensão nos motores. Feito isso, decidimos aplicar a tensão nos motores baseado em uma rampa de tensão e assim suavizar a curva de entrada no motor. A rampa utilizada possibilita o crescimento da tensão aplicada em cada motor em uma taxa de 25% a cada 1/4 de segundo. Assim, em um 1 s cada motor já recebeu a potência máxima devida. O efeito do uso da rampa na trajetória linear foi pequeno mas prejudicial ao projeto, pois notamos que o momento da ativação do motor foi prejudicada e assim gerava erros altos no estado estacionário. Com isso, decidimos retirar a rampa e aceitar a idéia de aplicar a tensão em forma de degrau no motor.
- Outra dificuldade encontrada foi a variação dos motores em relação ao ambiente de funcionamento e os testes realizados em ambientes diferentes ao da apresentação do trabalho. As primeiras calibrações foram feitas em superfícies irregulares, o que gerou a necessidade de realizar novamente todas as calibrações.

- Ao realizar os primeiros testes, precisamos remontar o robô devido ao fato que o peso estava concentrado no "rolon", o que gerava uma falta de atrito nos pneus. Ao refazer a montagem, fizemos o travamento das peças LEGO e concentramos o peso no eixo dos pneus.
- Identificar os parâmetros de entrada para as opções nos menus utilizadas nos processos de calibração e experimentos. Isso foi sendo esclarecido a medida que essas atividades foram sendo executadas e o grupo entrava em um consenso quanto as necessidades surgidas.

7 Conclusão

O desenvolvimento do segundo trabalho prático permitiu uma análise crítica de um projeto na área de robótica. Notamos as dificuldades de fazer um robô programado e vimos as necessidades da utilização de sensores. Percebemos as diferenças entre atuadores que possivelmente vão existir nos sensores, obviamente em menores proporções. Com isso, podemos observar que mesmo realizando várias calibrações, existem várias variáveis que dependem do ambiente e que os motores nem sempre variam linearmente o que possibilita a existência de divergências nas medidas.

8 Fotos do robô

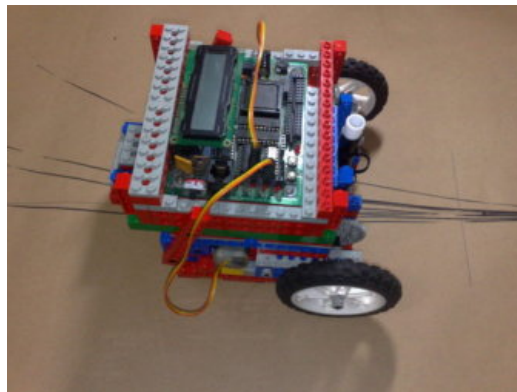


Figura 12: Visão da parte superior do robô



Figura 13: Visão da parte posterior do robô

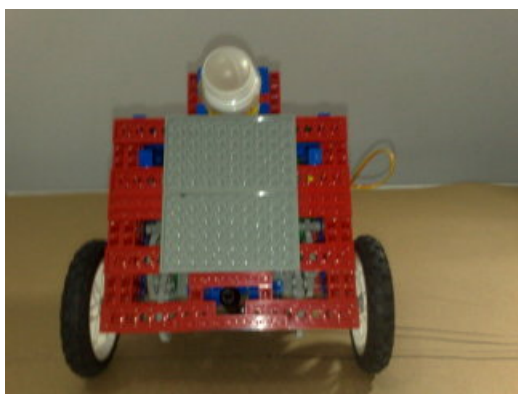


Figura 14: Visão da parte inferior do robô

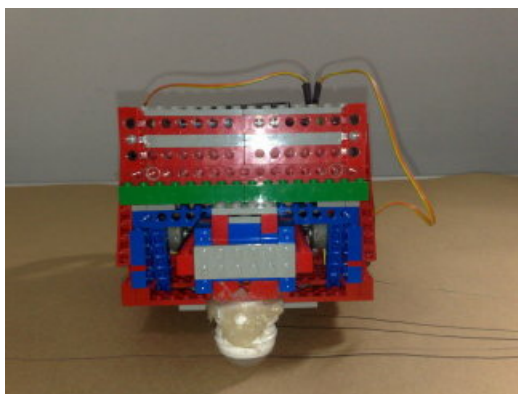


Figura 15: Visão frontal do robô

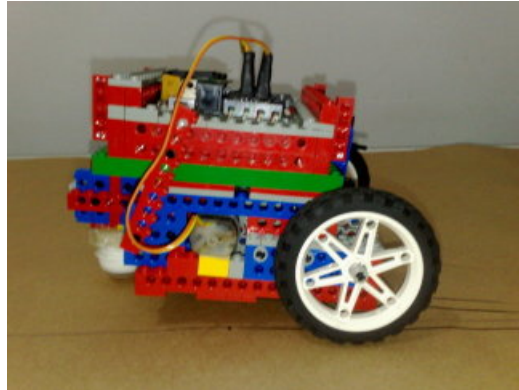


Figura 16: Visão lateral do robô

Referências

- [1] MARTIN, F. G. *The Handy Board Technical Reference*, 1998.