

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS - ICEX

INTRODUÇÃO À ROBÓTICA

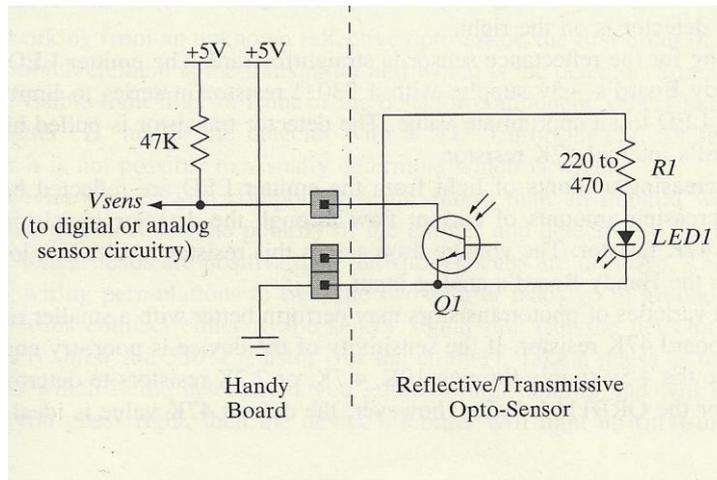
TRABALHO PRÁTICO 2

Hummer – (Grupo 4)

Professor: Mário F. M. Campos

Alunos: Diogo Vitorelli Diniz Lima
Guilherme Almeida Gontijo
Rodrigo Fonseca Rocha Soares

Belo Horizonte - 2010.



Emissor:

Segundo o data-sheet do sensor a tensão de operação do emissor (LED1) varia entre 1,2 e 1,7V, e a corrente de operação entre 20 e 100mA. Senso assim analisando a malha do emissor foi dimensionado o resistor R1 do circuito apresentado.

$$5v = 1,2v + R_{max} * I_{min}$$

$$5v = 1,2v + R_{min} * I_{max}$$

$$3,8v = R(20 * 10^{-3})$$

$$3,8v = R_{min} * (100 * 10^{-3})$$

$$R_{max} = 190$$

$$R_{min} = 38$$

Foi escolhido um resistor de 100R por ser um valor comercial e estar centralizado dentro da faixa calculada para R1.

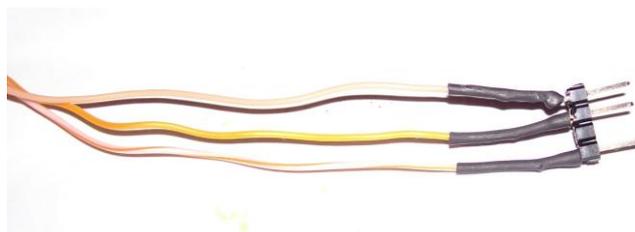
Receptor:

Conforme apresentado no circuito o receptor (Q1) teve um de seus terminais conectado no barramento de terra e outro no terminal V_{sens} da handy-board, que é uma entrada analógica do circuito controlador do robô.

Implementação Física:

Para implementação física soldamos os terminais de terra do emissor e do receptor em um mesmo condutor. No terminal do emissor foi soldado um condutor com a resistência R1 em série, e no terminal de sinal do receptor foi soldado um condutor sem associação de resistências. Todas as conexões foram isoladas com tubos termoretráteis e conectadas com barramento de pinos para facilitar a ligação no barramento da handy-board.

Para facilitar a organização dos sensores padronizamos os fios condutores conforme mostrado:

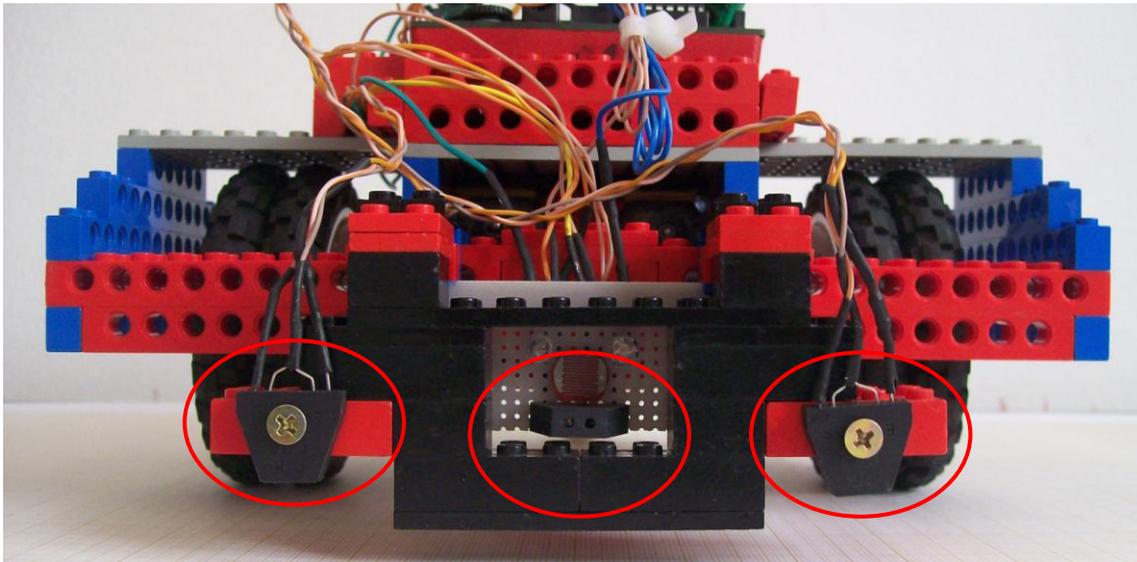


Marron(terra)

Laranja(vcc)

Listrado(Vsens)

As chaves ópticas foram posicionadas no robô de acordo com a sua função, conforme ilustrado na figura abaixo:



2.2 Sensor para Detecção de Cores:

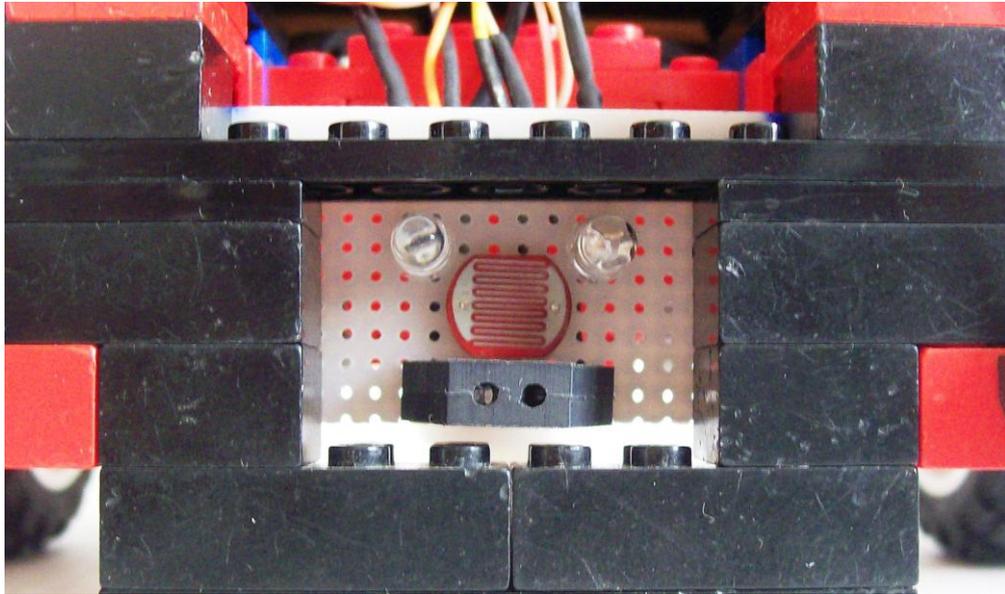
Para a implementação do sensor para detecção de cores, utilizou-se um LDR (*Light Dependent Resistor*), que é um tipo de resistor cuja resistência varia conforme a intensidade de radiação do espectro visível que incide sobre ele. Utilizando dessa característica do LDR e do princípio de que os corpos de cores diferentes absorvem certas faixas de onda do espectro visível e refletem as outras, pensamos em um sensor RGB, que emitiria feixes de luz dentro de faixas específicas do espectro de luz visível (vermelho, verde e azul). Uma vez controlada a emissão dos feixes de luz, e medindo e recepção da intensidade luminosa do LDR conseguiríamos então inferir a cor do objeto posicionado de frente ao sensor.

Fazendo testes com o sensor ainda na forma de protótipo, e sem nenhuma isolamento contra a influência da luz ambiente, podemos adquirir os dados mostrados abaixo:

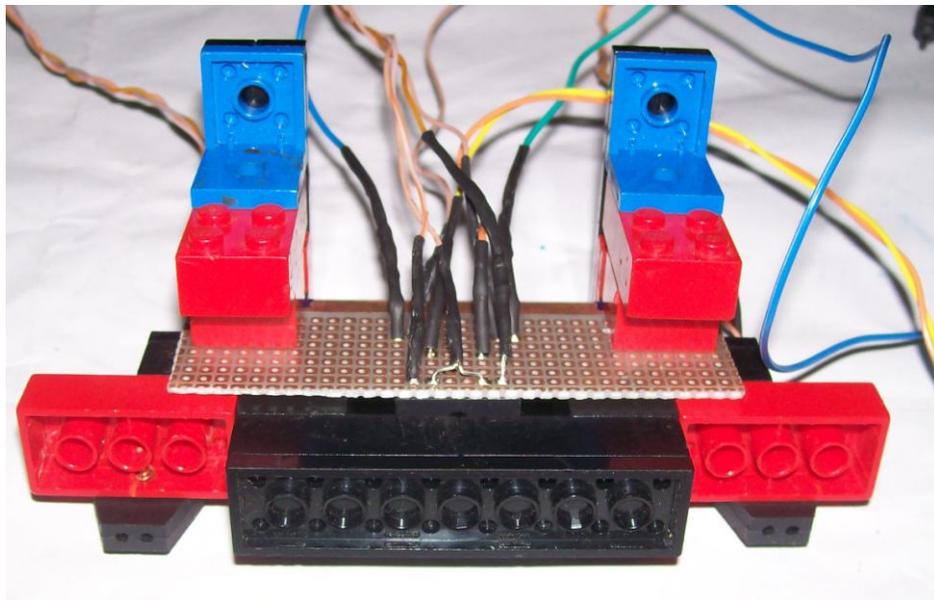
	Led vermelho	Led azul	Led verde
Bloco Vermelho	20	70	47
Bloco Verde	65	60	23
Bloco Azul	50	40	32
Bloco Amarelo	20	44	17

Analisando os dados chegamos a conclusão que não seria necessário implementar um sensor RGB uma vez que o sensor responderia muito bem mesmo que fosse um sensor do tipo RB. Sendo assim implementamos o sensor utilizando um LDR, conectado em uma entrada analógica da handy-board, e dois LED (vermelho e azul) que foram conectados na porta SPI, configurada como saída digital, para que pudessemos controlar a emissão dos feixes de luz.

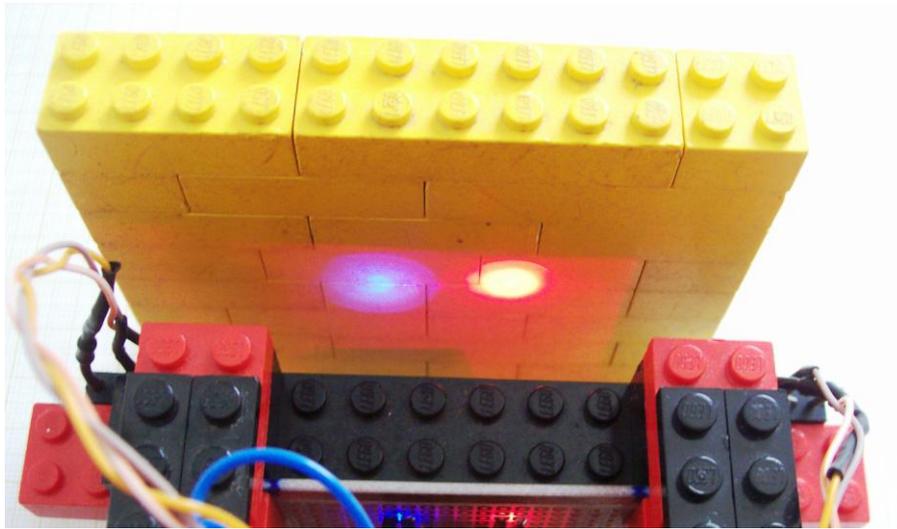
A montagem do sensor foi feita em uma matriz de contatos, na qual os componentes foram inseridos e soldados para que tivessemos um posicionamento estável dos mesmo. A matriz de contatos foi encoberta por blocos legos da cor preta, de forma a possibilitar a montagem do sensor no robô e a proteção do LDR contra a influencia da luz ambiente, uma vez que o bloco a ser analisado ocuparia toda a abertura frontal do sensor impedindo que feixes de luz oriundos da luz ambiente incidissem sobre o LDR.



Posicionamento dos LED's e do LDR no sensor



Montagem do Sensor na Matriz de contatos e em peças LEGO

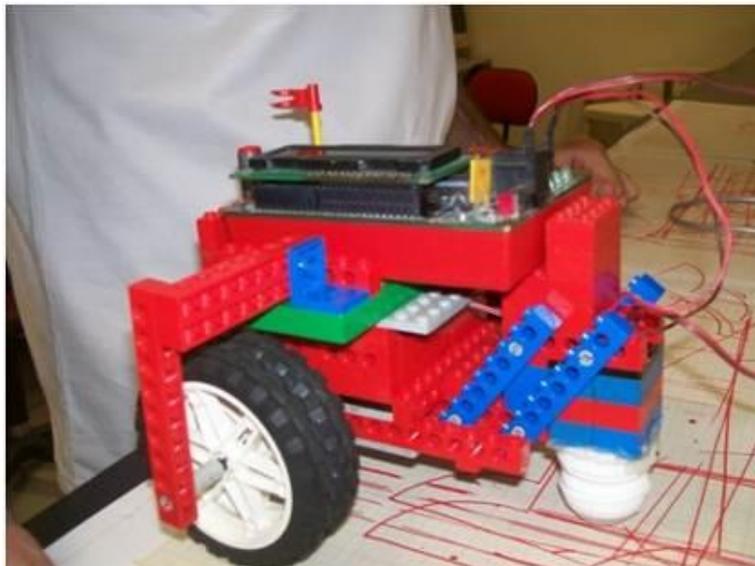


Acionamento dos LED's utilizados para a Detecção de cores

3.0 Alterações estruturais

Para a realização do TP2 foram necessárias algumas alterações na estrutura do robô anteriormente construído, por duas razões: ampliar a área para sensores e melhorar a montagem utilizada na etapa 1. Também foi necessário construir os apoios para os sensores utilizados.

A Figura abaixo apresenta a montagem utilizada para a primeira etapa.

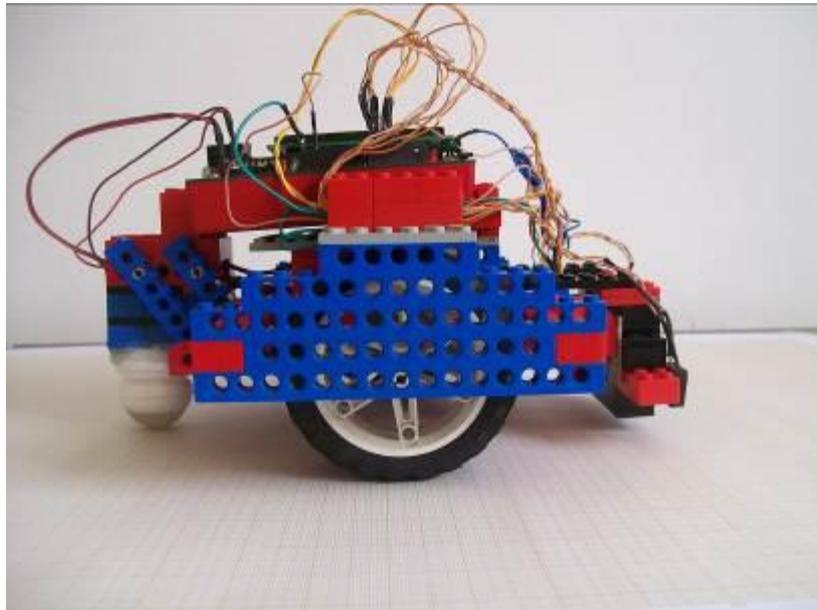


Robô Hummer utilizado na primeira etapa do trabalho

Nesta montagem identificamos os seguintes problemas:

1. A forma como o eixo das rodas foi biapoiada é pouco resistente a impactos do robô contra obstáculos.
2. A área para posicionamento de sensores na parte frontal do robô é estreita e irregular.

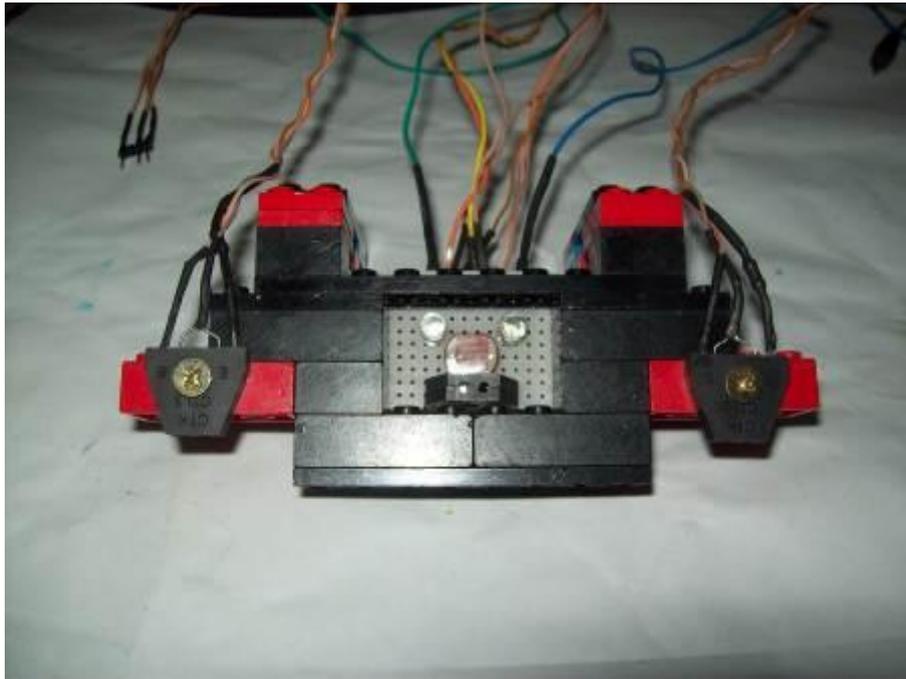
A figura abaixo mostra a solução adotada para reforçar o apoio externo dos eixos das rodas. Desta forma evitamos que a estrutura se torça durante a movimentação, o que poderia ocasionar mudanças inesperadas no comportamento do robô.



Montagem biapojada.

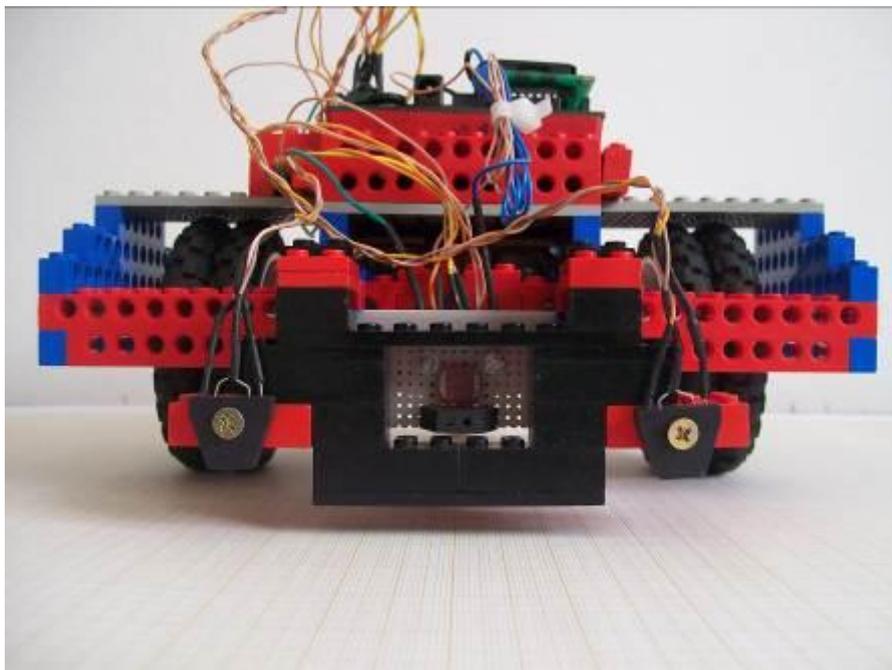
Para solucionar o segundo problema, inicialmente pensamos em ampliar o apoio na parte frontal do robô. Entretanto, ampliar a área frontal aumentaria o peso e a área da montagem. Outro problema seria manter a rigidez estrutural apesar da área ampliada. Assim, descartamos essa possibilidade. Percebemos então que a área traseira do robô já se encontrava extremamente adequada à necessidade, sendo ampla e plana. Assim, nos decidimos por inverter o sentido de movimentação do robô e utilizar a então área traseira como frente, posicionando nela todos os sensores necessários para o direcionamento e reconhecimento de cores. Essa alteração permitiu reduzir o tempo dispendido com alterações estruturais e o peso final da montagem.

Para o posicionamento dos sensores fixamos peças lego em uma placa de circuito contendo o LDR, dois leds coloridos (azul e vermelho) . Montamos também sensores opto formando a base mostrada na figura



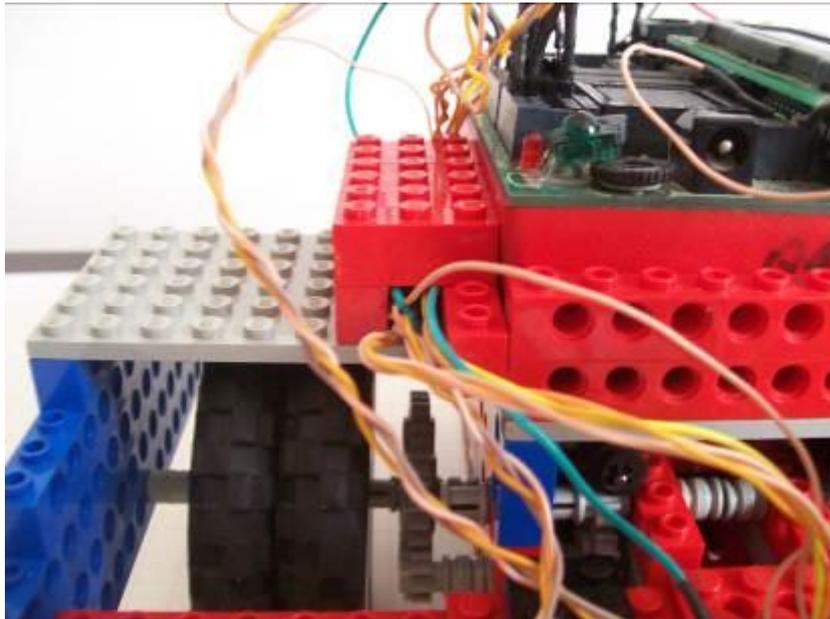
Suporte para sensores.

O suporte mostrado no Figura 3 foi acoplado ao Hummer concluindo a base necessária para o TP2. O resultado final é apresentado abaixo.



Robô Hummer - Montagem Final TP2

Além das modificações citadas acima realizamos ainda algumas alterações leves a fim de melhorar a disposição dos fios conforme mostrado na Figura 5.



Detalhe: Estrutura para contenção dos fios.

4.0 Análise de Dados dos Sensores:

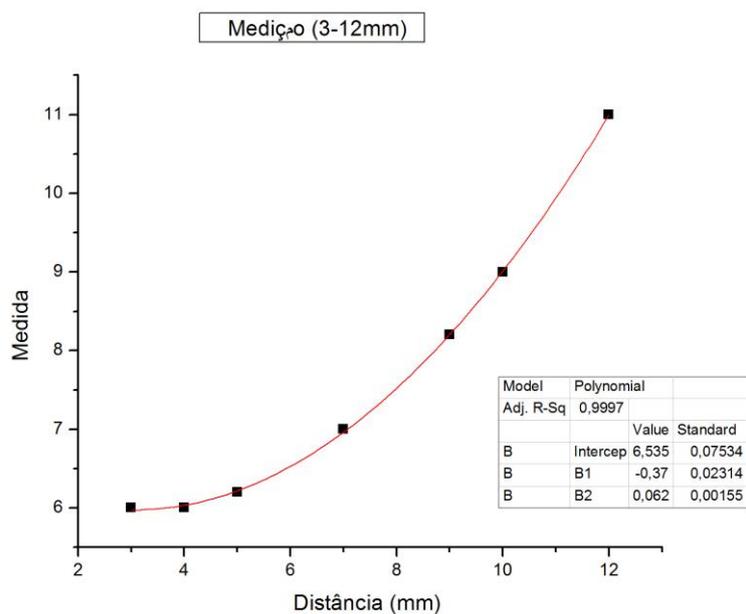
Foram feitas diversas leituras com sensor óptico para verificar a sua capacidade de medir distâncias. Tais medidas estão representadas abaixo por meio de gráficos e tabelas.

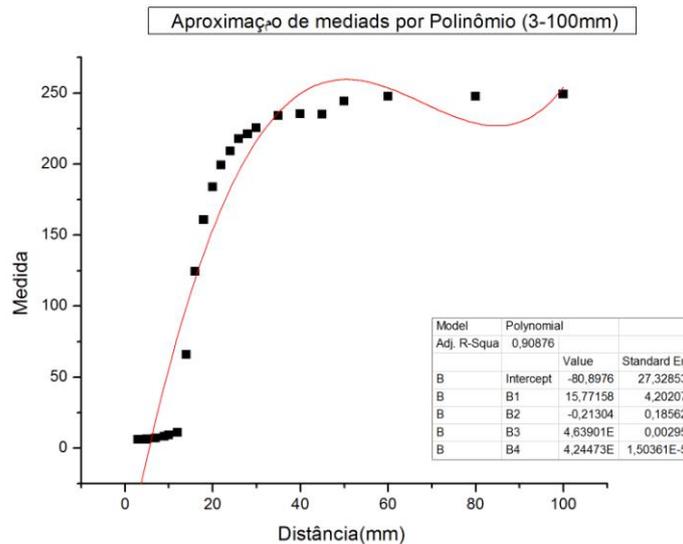
Distância	d = 3mm	d = 4 mm	d = 5 mm	d = 7 mm	d = 9 mm	d = 10 mm	d = 12 mm	d = 14 mm
	6	6	6	7	8	9	11	65
	6	6	6	7	8	9	11	65
	6	6	6	7	8	9	11	65
	6	6	6	7	8	9	11	67
	6	6	6	7	9	9	11	66
	6	6	7	7	8	9	11	66
	6	6	6	7	8	9	11	66
	6	6	6	7	8	9	11	66
	6	6	7	7	9	9	11	65
	6	6	6	7	8	9	11	66
Média	6	6	6,2	7	8,2	9	11	65,7
Desvio Padrão	0	0	0,4	0	0,4	0	0	0,640312424

Distância	d = 16 mm	d = 18 mm	d = 20 mm	d = 22 mm	d = 24 mm	d = 26 mm	d = 28 mm	d = 30 mm
	123	161	183	201	208	217	221	224
	124	160	182	201	209	216	220	225
	125	160	184	201	208	217	220	226
	125	162	184	199	207	217	219	224
	124	162	183	199	210	217	219	226
	124	161	185	198	209	217	222	226
	124	160	183	198	209	219	221	225
	125	160	184	198	210	219	223	225
	125	160	185	199	210	220	220	225
	125	162	184	198	209	217	224	227
Média	124,4	160,8	183,7	199,2	208,9	217,6	220,9	225,3
Desvio Padrão	0,663324958	0,871779789	0,9	1,2489996	0,943398113	1,2	1,577973384	0,9

Distância	d = 35 mm	d = 40 mm	d = 45 mm	d = 50 mm	d = 60 mm	d = 80 mm	d = 100 mm	s/ objeto
	234	237	236	245	245	245	249	244
	234	236	236	245	246	246	249	245
	234	236	234	243	247	247	247	246
	234	234	233	246	249	248	258	242
	234	234	235	242	249	249	248	245
	234	236	237	244	250	250	250	243
	235	235	234	245	247	247	248	245
	234	235	233	242	248	248	248	242
	232	234	235	245	247	247	248	244
	235	236	237	245	248	248	246	241
Média	234	235,3	235	244,2	247,6	247,5	249,1	243,7
Desvio Padrão	0,774596669	1,004987562	1,414213562	1,326649916	1,428285686	1,360147051	3,144837039	1,55241747

Verifica-se que o sensor perde sua precisão quando o objeto encontra-se muito distante do mesmo ($d > 30\text{mm}$). Após a aquisição dos dados utilizamos o programa Oringi para plotar gráficos que representassem os valores lidos pela handyboard para cada distância. Verificamos que podemos caracterizar o sensor por meio de dois intervalos de funcionamento, o primeiro intervalo engloba distancia entre 3 e 12 mm, no qual encontramos uma relação de grau 2 para as medidas, com precisão considerável. O segundo intervalo engloba toda a faixa de funcionamento do sensor ($3 < d < 100\text{mm}$), para este encontramos uma relação de grau 4, porém o erro inerente a essa aproximação é bastante alto, sendo assim concluímos que o melhor intervalo para operação do sensor é o intervalo de 3 a 12mm.





Para verificar a validade da regressão feita anteriormente posicionamos um bloquinho a aproximadamente 11mm do robô e fizemos algumas medidas. A conversão do sinal analógico para digital nos deu o valor 9, sem variações. Plotando a distância 11mm na regressão($d=0,062x^2-0,37x+6,535$), encontramos o valor 9,96, valor que podemos considerar coerente, uma vez consideradas as incertezas relativas às medições.

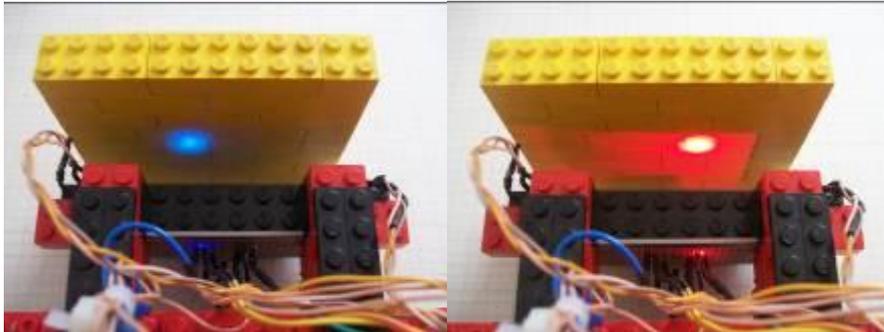
Além da análise para a medição de distâncias verificamos se haviam interferências nas medidas devido à luz ambiente e ao acionamento dos motores no momento de leitura. Os dados abaixo demonstram esses testes.

Distância	d = 3 mm	d = 20 mm
	6	183
	6	184
	6	183
	7	182
	6	182
	6	183
	6	183
	6	184
	6	182
	6	183
Média	6,1	182,9
Desvio Padrão	0,3	0,7

Medidas Tomadas com Motores Acionados

linha. No modo de execução o robô se movimenta seguindo a trajetória marcada no piso utilizando um fator de correção fixo na velocidade de cada uma das rodas caso o sensor detecte a linha.

Na função de identificação de cores os dois leds coloridos são acionados alternadamente para identificar o bloco que se encontra a frente do robô conforme mostrado na Figura 5. Este modo de identificação foi utilizado ao invés da identificação utilizando apenas um led colorido para aumentar a confiabilidade do processo.



Acionamento dos Leds para identificação de cores.

No modo de calibração o programa solicita que o usuário aproxime dos sensores blocos de diferentes cores e pressione *start*. O sistema determina assim as faixas de valores que serão consideradas para cada uma das seis cores disponíveis (preto, azul, verde, amarelo, marrom e vermelho) e para cada um dos leds. No modo de execução, a partir do cruzamento das informações fornecidas pelos dois leds é possível determinar a cor dos blocos.

Conclusão:

AS duas tarefas do TP2 foram realizadas com sucesso, o robô foi capaz de identificar todos os 6 blocos disponíveis no laboratório, de maneira confiável. A função de seguir a trilha escura do campo foi executada de forma bem pragmática, o robô somente seguia linhas retas e quando identificava o fim da linha ou uma curva parava a sua trajetória. Foi implementado ainda a detecção e análise da cor de objetos durante o movimento do robô ao seguir trilha no campo.

Concluimos que o TP2 foi bem sucedido, todas as funcionalidades requisitadas foram implementadas com resultados satisfatórios.

Bibliografia:

Martin. FredG. Robotic explorations: a hands-on introduction to engineering.

