

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

TRABALHO PRÁTICO 1

Introdução à Robótica
Professor: Mário Fernando Montenegro Campos

Grupo 5 – Gigante Guerreiro Daileon:
Leonardo Palhares
Moisés Lisboa
Rafael Pissolato
Tiago Amadeu

Objetivo:

Familiarizar o aluno com a construção de estruturas mecânicas com LEGO.

Sobre as idéias iniciais e experiências:

Ao tomarmos notícia da tarefa que o robô teria de realizar, desenhar 3 quadrados 30cmX30cm sobrepostos, a primeira ação do grupo foi de pensar na estrutura mecânica e nos movimentos que o robô teria de fazer para realizar a tarefa com sucesso.

A primeira estrutura que veio em nossas mentes foi a de um robô com duas rodas apenas, e o pincel que desenharia o quadrado se localizaria no centro do eixo dessas duas rodas. Essa seria a solução mais simples, visto que para rotacionar o robô bastaria girar as duas rodas na mesma velocidade em sentidos opostos, e a rotação se daria em torno do eixo localizado no centro das duas rodas. Evidentemente, teríamos ainda todo o trabalho de calibração dos motores, como em qualquer outra situação.

Porém, com o incentivo do professor na construção de um robô onde o pincel não se localizaria no eixo central das rodas, pensamos em outras possíveis soluções. Uma delas foi a de fazer um robô que se movesse lateralmente. Dessa forma, o pincel poderia se localizar em qualquer posição. A dificuldade nesse projeto seria que o motor responsável pela tração deveria girar em uma base juntamente com a roda, separadamente do resto do corpo do robô. A falta de simetria do conjunto também poderia causar problemas ao tentarmos mover o robô em linha reta lateralmente. Devido a esses problemas, e ao fato de outras idéias terem surgido simultaneamente, não chegamos a implementar um protótipo para esse projeto, que foi abandonado.

A idéia que passou a ser predominante no grupo foi a seguinte: Um robô de três rodas, duas traseiras ligadas ao mesmo eixo e uma dianteira, esta responsável tanto pela tração como pela rotação. Com isso, o pincel se localizaria ao lado externo da roda traseira do lado para onde a rotação seria feita. A tarefa de rotação seria realizada com o robô primeiramente parado, então giraríamos o eixo da roda dianteira aproximadamente 90° em sentido horário (na perspectiva de cima do robô), e então o robô movia-se o suficiente para rotacionar 90°. Nesse giro, nota-se que a roda traseira direita se mantém fixa, e o pincel dessa forma não se moveria durante a rotação. Então o resto da tarefa era executado repetindo esses processos.

Seguimos então na implementação desse projeto. O primeiro desafio foi a redução. Tentamos várias combinações de engrenagens, até chegarmos a uma boa redução. Porém, a caixa de engrenagens era muito grande e limitada, e dificultava sua junção ao resto do robô. Surgiu então a idéia de se construir uma redução usando rosca sem fim, e devido a sua boa redução e ao fato de ser bem compacta, além de travar o eixo dianteiro quando queremos mover em linha reta, adotamos essa redução como favorita.

Seguindo com a montagem do robô, nos deparamos com um problema estrutural. Quando percebemos que o robô estava muito frágil, começamos a usar travamentos com as próprias peças Lego nas laterais do robô. Já tendo isso em mente, toda a estrutura da máquina foi construída já pensando em como poderíamos fazer esse travamento posteriormente.

Com o robô quase pronto, percebemos um problema estrutural que poderia nos trazer problemas. O eixo dianteiro estava muito sobrecarregado. A estrutura para sustentar o motor de tração junto à roda dianteira tinha se tornado muito complexa e grande, e tínhamos dificuldade em acoplar essa parte dianteira do robô ao restante. Nesse ponto, surgiram duas grandes idéias que modificaram bastante o perfil do robô.

A primeira foi de transferir a tração do eixo dianteiro para o eixo traseiro. Isso resolveria o problema da sobrecarga do eixo dianteiro, que agora ficaria responsável unicamente pela rotação. Porém, se essa idéia não fosse associada à segunda, seria impossível realizar uma rotação sobre algum eixo próximo do robô.

É justamente o diferencial a segunda grande idéia, que quando colocada no eixo traseiro, juntamente com a tração, resolveria todos os problemas! O diferencial permite que as rodas traseiras girem em velocidades diferentes, e essas velocidades estão relacionadas pela inércia que cada roda apresenta em um determinado momento. Quanto maior a inércia da roda para efetuar um movimento, menor sua velocidade.

Características do Gigante:

Juntando todas as idéias expostas no tópico anterior, construímos um robô com as seguintes características:

- Estrutura firme e rígida, usando travamentos com peças Lego.
- Três rodas: uma dianteira e duas traseiras. A dianteira realiza movimentos de rotação em torno de seu eixo central vertical e gira livremente em torno de seu eixo axial. As rodas traseiras realizam o movimento de translação e não tem liberdade de rotação. O diferencial nesse eixo traseiro determina uma relação inercial para a velocidade de cada roda: quanto maior a inércia, menor a velocidade.
- Dois sistemas de redução baseados em rosca sem fim. Um para a rotação e outro para a translação.
- Pincel localizado próximo a uma das rodas traseiras; aquela do lado para onde o robô irá rotacionar.

Seu nome: Gigante Guerreiro Daileon!

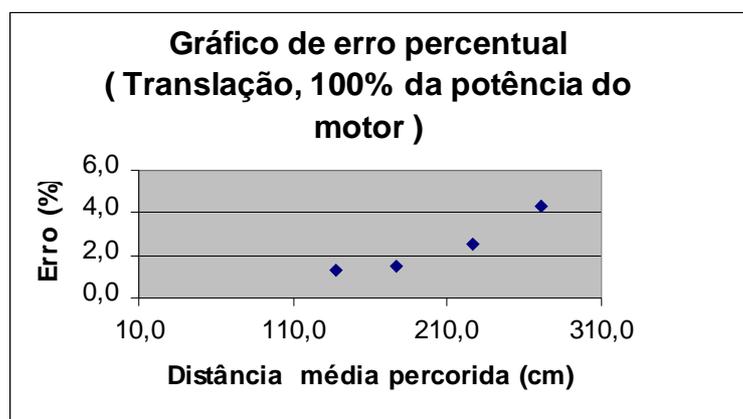
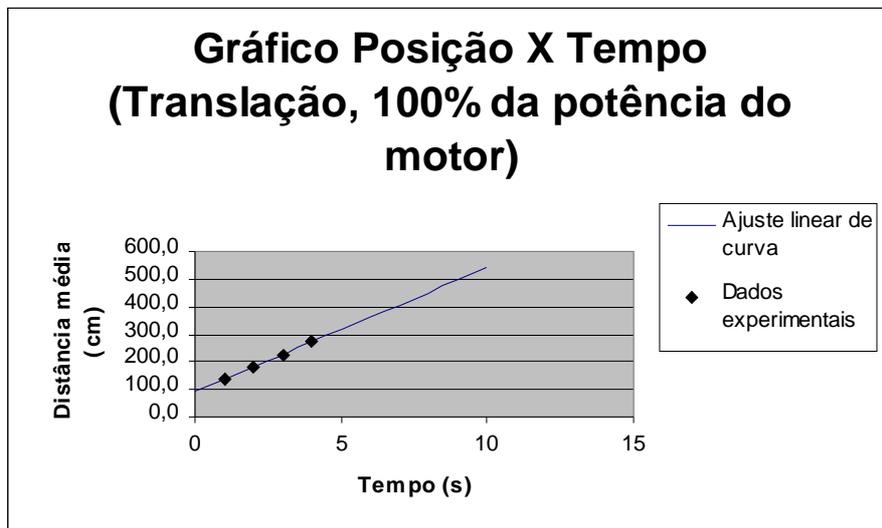
Erros de translação:

Abaixo, apresentamos os valores medidos da distância percorrida pelo robô (translação) em função do tempo e da potência do motor:

POTÊNCIA = 100:

tempo (s)	d1 (cm)	d2(cm)	d3(cm)	media		
1	137,5	138,5	137,5	137,8		
2	177,5	180	175	177,5		
3	227	228	226,5	227,2		
4	271	271,5	272	271,5		
					media	%do valor
erro (cm)						
1	2,3	1,6	1,6	1,8		1,3
2	3,1	3	1,7	2,6		1,5
3	5,2	5,6	6,2	5,7		2,5
4	12	11,8	11	11,6		4,3

Graficamente, temos:



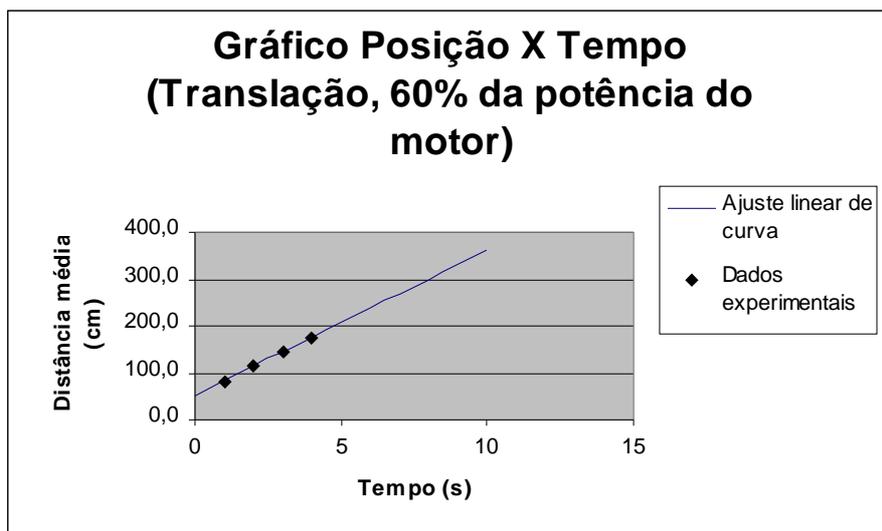
E os valores adquiridos do ajuste são:

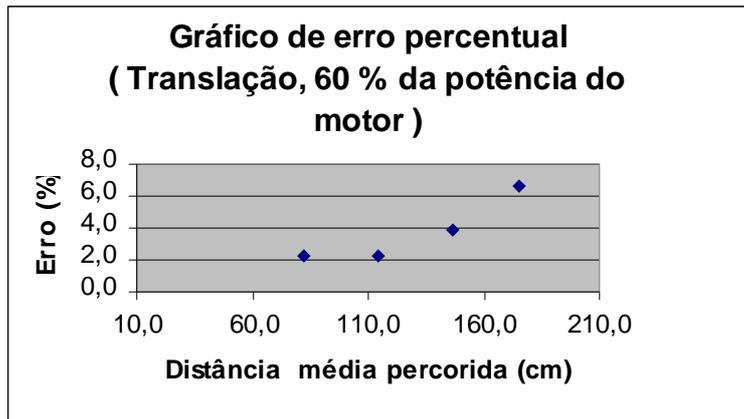
tempo (s)	dados	ajuste
0		90,8
1	137,8	135,9
2	177,5	181,0
3	227,2	226,0
4	271,5	271,1
5		316,2
6		361,2
7		406,3
8		451,4
9		496,4
10		541,5

POTÊNCIA = 60:

tempo (s)	d1 (cm)	d2(cm)	d3(cm)	media	
1	84	80,5	83	82,5	
2	114,5	113,8	116	114,8	
3	146,5	147,6	146	146,7	
4	179	175	171	175,0	
erro (cm)				media	%do valor
1	2,3	1,6	1,6	1,8	2,2
2	3,1	3	1,7	2,6	2,3
3	5,2	5,6	6,2	5,7	3,9
4	12	11,8	11	11,6	6,6

Graficamente, temos:





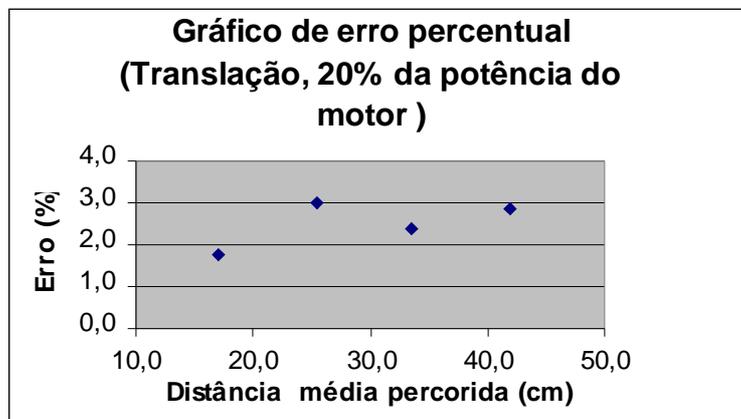
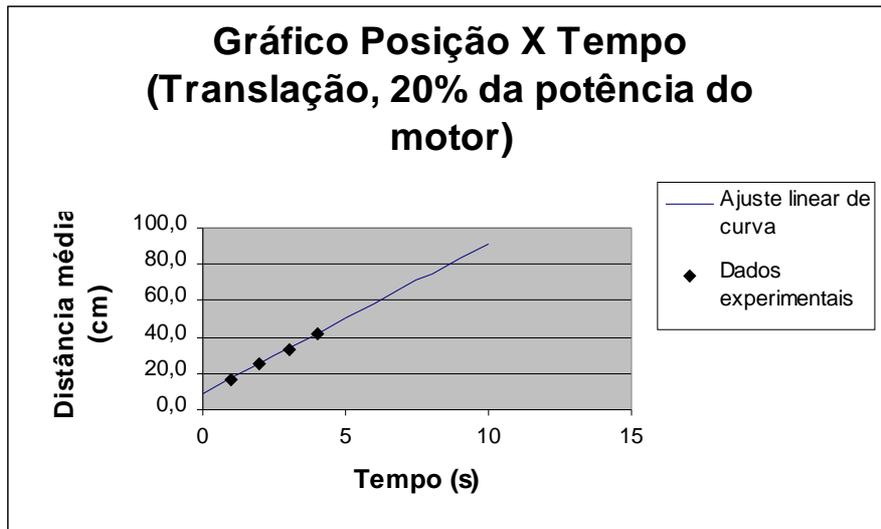
E os valores adquiridos do ajuste são:

tempo (s)	dados	ajuste
0		52,4
1	82,5	83,3
2	114,8	114,3
3	146,7	145,2
4	175,0	176,2
5		207,1
6		238,0
7		269,0
8		299,9
9		330,9
10		361,8

POTÊNCIA = 20:

tempo (s)	d1 (cm)	d2(cm)	d3(cm)	media	
1	17,1	16,5	17,4	17,0	
2	26	25,5	25	25,5	
3	33,5	34,5	32,5	33,5	
4	42,5	41,5	41,7	41,9	
erro (cm)				media	%do valor
1	0,3	0,5	0,1	0,3	1,8
2	1	0,7	0,6	0,8	3,0
3	0,5	1,2	0,7	0,8	2,4
4	1,5	1,4	0,7	1,2	2,9

Graficamente, temos:



E os valores adquiridos do ajuste são:

tempo (s)	dados	ajuste
0		8,8
1	17,0	17,1
2	25,5	25,3
3	33,5	33,6
4	41,9	41,9
5		50,2
6		58,4
7		66,7
8		75,0
9		83,2
10		91,5

Relatório sobre os erros de translação:

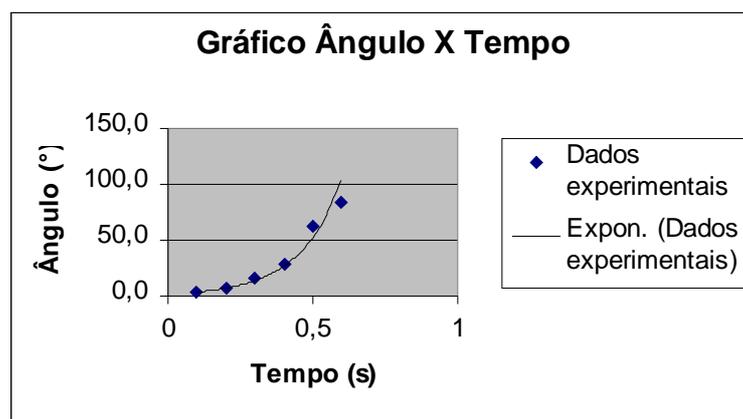
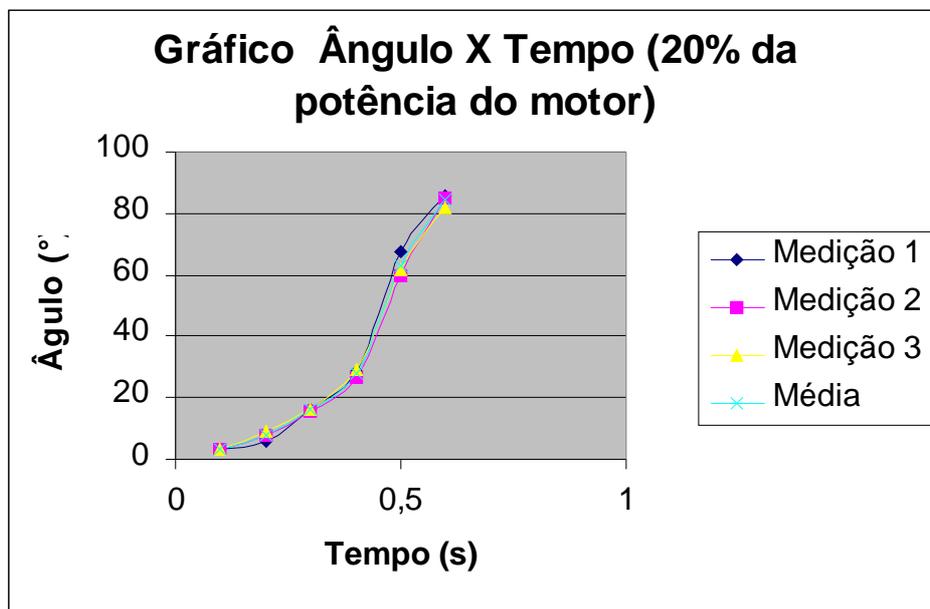
Tentamos primeiramente ajustar a reta de regressão de forma que ela passasse pela origem, pensando no caráter linear. Porém, esse ajuste não condizia com as respostas do robô, e deixamos o ajuste sobre a melhor reta, independente de ela passar pela origem ou não.

Erros de rotação do eixo:

Abaixo, apresentamos os valores medidos do ângulo de giro do eixo da roda dianteira do robô (rotação) em função do tempo:

tempo (s)	t1	t2	t3	media
0,1	3,3	3	3	3,1
0,2	6	8	9	7,7
0,3	16,5	15,5	16	16,0
0,4	28,5	26,5	29,5	28,2
0,5	67,5	60	62	63,2
0,6	86	85	81,5	84,2

Graficamente, temos:



Relatório sobre os erros de rotação do eixo:

Diferentemente do esperado, a curva que obtemos nesse ajuste foi uma exponencial, ao invés de uma reta. Esse fato é justificado quando pensamos no pequeno intervalo de tempo para se ter uma rotação grande do eixo. Dessa forma, a inércia inicial é muito grande, porém vai diminuindo com o movimento da roda, gerando esse aspecto exponencial na curva.

Código para a tarefa final:

```
#define MOTOR_DE_ROTACAO 0
#define MOTOR_DE_TRANSLACAO 2
#define TEMPO_ENTRE_VELOC_MOT 0.4
int main()
{
    int potencia;
    int i;
    off(0);
    off(2);
    while(1)
    {
        while(1)
        {
            sleep(0.4);
            if(start_button())
            {
                sleep(0.2);
                break;
            }
        }

        /*numero de retas a serem realizadas na trajetoria (3 quadrados = 12 retas)
        i = 12;
        while(i>=1)
        {
            /*Aciona motor de translacao para andar 30 cm*/
            aciona_motor(MOTOR_DE_TRANSLACAO,60);
            desliga_motor(MOTOR_DE_TRANSLACAO,60);

            /*gira roda dianteira 80 */
            motor(MOTOR_DE_ROTACAO, 20);
            sleep(1.2);
            off(MOTOR_DE_ROTACAO);

            /*realiza rotacao*/
            aciona_motor(MOTOR_DE_TRANSLACAO,60);
            sleep(0.1);
            desliga_motor(MOTOR_DE_TRANSLACAO,60);

            /*Faz a roda dianteira voltar para posicao inicial*/
            motor(MOTOR_DE_ROTACAO, -20);
            sleep(0.5);
            off(MOTOR_DE_ROTACAO);

            i--;
        } //fim while i > 1
    }
}
```

```

_/* A funcao "aciona_motor" liga o motor representado por "nmotor"
com uma potencia igual ao valor de "potencia". O acionamento
do motor e' feito de modo gradual para evitar solavancos.*/
void aciona_motor(int n_motor,int potencia)
{
    int i = 0;

    _/*Aumenta gradualmente a potencia no motor*/
    for(i = 5; i>=1; i--)
    {
        motor(n_motor,potencia/i);
        sleep(TEMPO_ENTRE_VELOC_MOT);
    }
}

_/* A funcao "desliga_motor" desliga o motor cujo numero
e' passado como parametro em "n_motor". Novamente,
assim como no acionamento, o desligamento ocorre
gradualmente*/
void desliga_motor(int n_motor,int potencia)
{
    int i = 0;

    _/*Diminui gradualmente a potencia no motor*/
    for(i = 1; i<=3; i++)
    {
        motor(n_motor,potencia/i);
        sleep(TEMPO_ENTRE_VELOC_MOT);
    }

    _/*Desliga o motor*/
    off(n_motor);
}

```

Conclusão:

Fazer um robô funcionar é muito mais difícil do que pensávamos! Tarefas simples como desenhar três quadrados sobrepostos se tornam complicadas quando estamos lidando com erros. O mínimo de erro pode ir se acumulando e no fim pode-se ter resultados não muito bons. Esses erros são encontrados nas mais diversos setores envolvidos no movimento do robô: Carga da bateria da Handy Board, superfície onde se encontra o robô, atrito, etc.

Uma boa opção que fizemos, que nos livrou de mais trabalho, foi escolher apenas um motor para tração, pois assim andar em linha reta foi uma das tarefas mais simples. Claro que a calibração nos deu trabalho, mas com certeza não tanto quanto se tivéssemos optado por dois motores de tração.

Porém, ganhamos muito trabalho ao termos de realizar a rotação. Além do próprio erro da rotação do eixo dianteiro, que fica em torno de 90°, tivemos que lidar também com o erro durante a rotação do robô, no momento onde ele efetivamente muda de direção. Aqui se concentrou a maior dificuldade de todo o trabalho. Ao realizarmos os testes de rotação, percebemos que o atrito na roda dianteira era muito grande, e o robô não se comportava de forma repetitiva. Os tempos de calibração variavam de acordo com a posição que a roda se encontrava anteriormente e variavam mais ainda de superfície para superfície.

Devido à isso, determinar a curva de rotação se tornou uma tarefa impraticável.

Nos vangloriamos do nosso sistema de redução por ser compacto. Porém, ao final, percebemos que se tivéssemos mais redução, os erros poderiam diminuir mais ainda, principalmente no caso da rotação do eixo que é muito rápida, e não conseguimos uma boa precisão.

De forma geral, aprendemos muito com esse primeiro protótipo do Gigante Guerreiro Daileon! Quando percebemos que ele não conseguiria realizar a tarefa já era muito tarde para modificá-lo, pois isso significaria recomeçar quase todo o projeto, e o tempo não permitia. Porém a experiência foi muito boa! Quem sabe com alguns sensores ele não seja capaz de realizar essa tarefa? Mas sem sensores, o robô da forma como construímos se comporta de maneira caótica. Fomos seduzidos pelo sentimento de inovação e a tentativa de se fazer algo diferente. Tivemos muitas idéias, seguimos por vários caminhos, sempre em direção ao que nos pareceu mais adequado, contudo no final não obtivemos o resultado esperado. Nos restou a experiência.