

4

DESENVOLVIMENTO E MONTAGEM DOS TESTES EXPERIMENTAIS

Neste capítulo será discutida a montagem do experimento destinada ao levantamento das curvas torque x velocidade angular.

Os testes realizados visaram, primariamente, à avaliação da capacidade de geração de torque pelo conjunto acionamento-motor para diversas velocidades angulares. Como é sabido [LIMA97], esta informação é fundamental para o dimensionamento de qualquer projeto de automação que envolve motores de passo. Dessa forma, obteve-se uma avaliação experimental do acionamento desenvolvido verificando-se seus melhores e piores pontos. Além do levantamento das curvas de torque, buscou-se uma avaliação qualitativa da suavidade de rotação.

Os experimentos foram realizados em uma bancada e o material utilizado constou de:

- Motor de passo modelo 103-807-6341 da Sanyo Denk, bifásico;
- Protótipo do circuito eletrônico;
- Fonte estabilizada MPS 3006 da MINIPA, com saída variável;
- Osciloscópio MO-1250S da MINIPA;
- Multímetro;
- Notebook PC K6-2 com frequência de 550 MHz e 128 Mbytes de memória RAM.

A seguir, serão apresentadas a montagem das experiências e a descrição de cada um dos testes, na ordem em que foram realizados. Informações sobre os componentes utilizados na montagem das experiências encontram-se em anexo no Apêndice D e E.

4.1

Montagem Experimental:

O motor de passo utilizado nos testes foi montado com eixo na horizontal. Uma polia com 4 cm de raio foi acoplada ao eixo para a produção do torque resistente mediante uma corda sustentando uma massa em sua ponta. As seqüências das figuras 4.1 e 4.2 mostram o arranjo experimental utilizado.

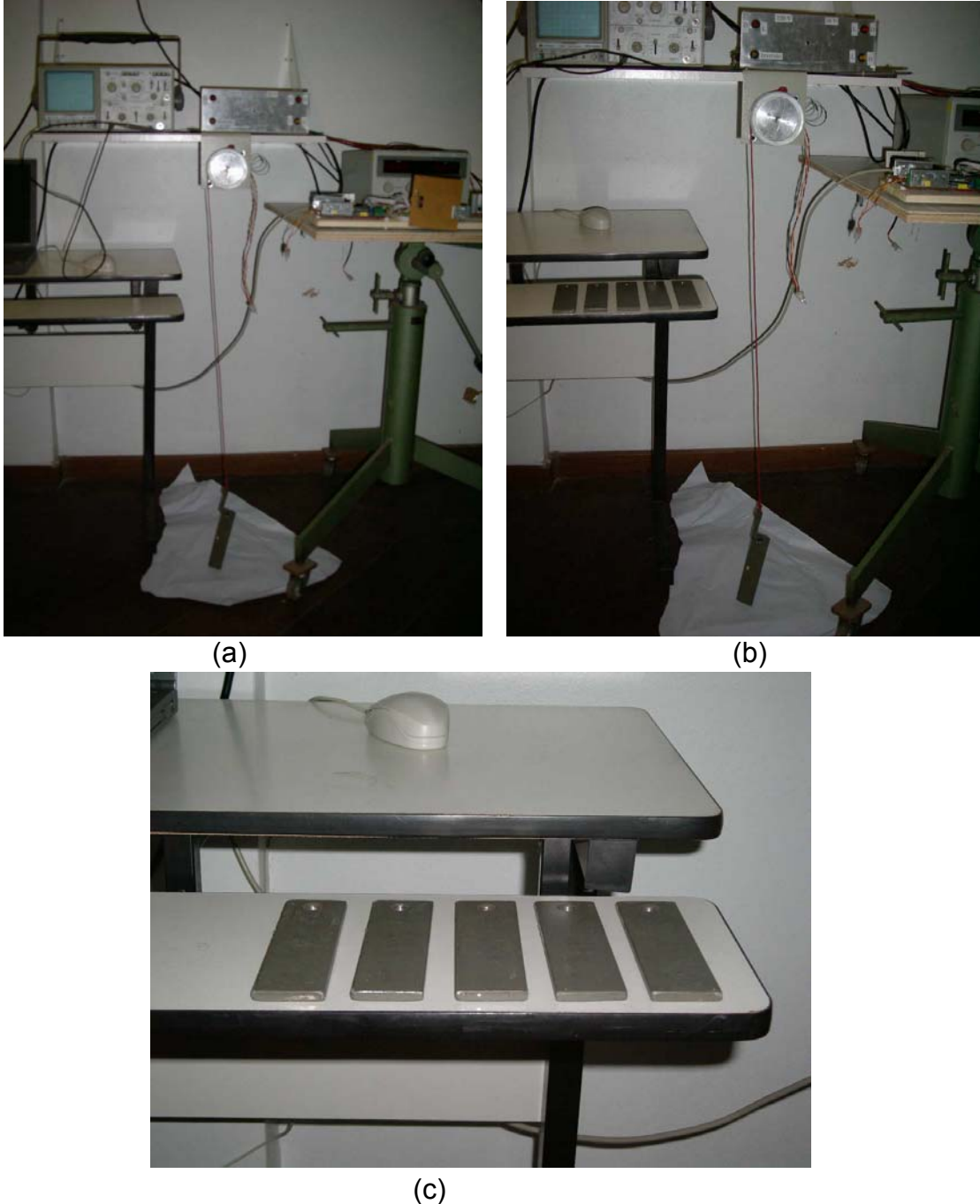
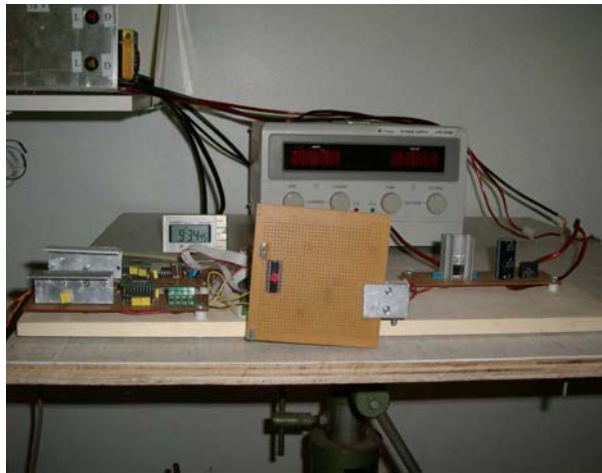


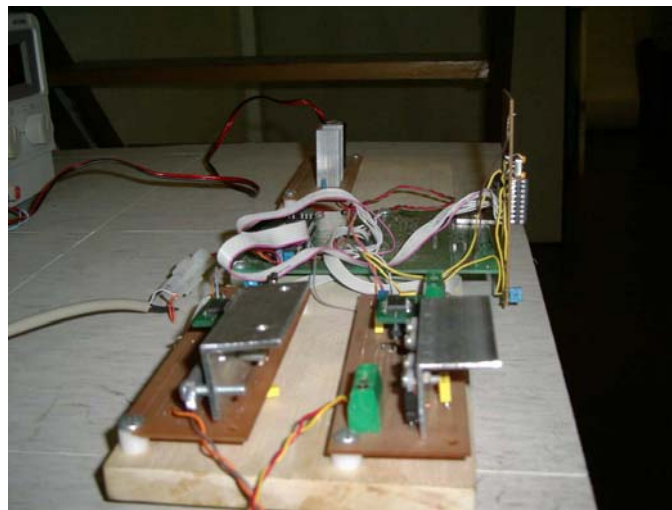
Figura 4.1: Fotografias (a) e (b) ilustrando a montagem do motor carregando uma massa antes do início de uma corrida. Em (c) são mostradas as massas utilizadas nos ensaios.



(a)



(b)



(c)

Figura 4.2: (a), (b) e (c) ilustrando as vistas de frente, planta e perfil respectivamente da placa de acionamento

Em todas as experiências, a entrada foi programada para gerar 2,29 rotações, o que resulta num deslocamento linear ao longo do percurso. O valor d calculado abaixo indica a distância total percorrida.

$$d = 2 \times \pi \times NV \times r, \quad (4.1)$$

onde:

NV – número de voltas

r - raio da polia

Assim,

$$d = 2 \times \pi \times 2,29 \times 4 = 57,55 \text{ cm} \quad (4.2)$$

Para ter-se uma maior precisão na determinação da velocidade angular, o programa executa um movimento de vai-e-vem de 6 percursos para cima e para baixo. Assim, a distância angular total percorrida é:

$$\theta_{\text{total}} = 12 \times 2,29 = 27,48 \text{ revoluções} \quad (4.3)$$

A velocidade angular média $\bar{\omega}$, em rps, é dada por:

$$\bar{\omega} = \frac{\theta_{\text{total}}}{T} \quad (4.4)$$

onde:

T – é o tempo total do percurso

4.2

Avaliação do Torque

O torque resistente é dado de acordo com a figura 4.1 por:

$$\tau = r \cdot p \quad (4.5)$$

onde:

τ – torque resistente

r – raio da polia

p – força na corda

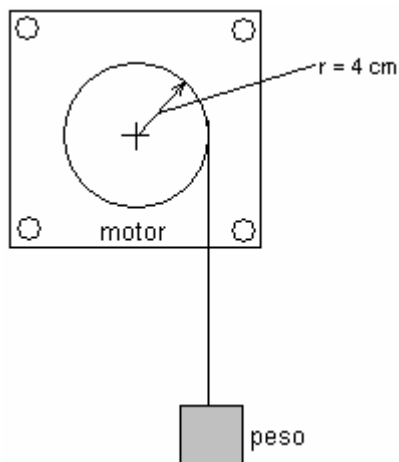


Figura 4.3: Diagrama de aplicação de peso para a geração do torque resistente

O cálculo de p é dado por:

$$p = m(g + a) \tag{4.6}$$

onde:

m – massa na ponta da corda

g – aceleração da gravidade

a – aceleração média durante a rampa de aceleração devido a inversão da velocidade

A aceleração média a é obtida conforme a demonstração seguinte:

$$a = \frac{\Delta V}{\Delta t} \tag{4.7}$$

onde:

ΔV – variação da velocidade linear

Δt – tempo de duração da rampa de aceleração

Por outro lado,

$$\Delta V = V_{\text{subida}} - V_{\text{descida}} \tag{4.8}$$

$$V_{\text{subida}} = \pi \times \bar{\omega} \times r$$

$$V_{descida} = - \pi \times \bar{\omega} \times r$$

$$\Delta V = 2 \bar{\omega} \pi r \quad (4.9)$$

Substituindo (4.9) em (4.6), tem-se:

$$p = m \left(g + \frac{2 \bar{\omega} \pi r}{\Delta t} \right) \quad (4.10)$$

Considerando $\Delta t \approx 0,3$ segundos e $g = 9,8 \text{ m/s}^2$, tem-se, finalmente:

$$\tau = rm \left(g + \frac{2 \bar{\omega} r \pi}{\Delta t} \right) \quad (4.11)$$

$$\tau = n \cdot 4(9,8 + 0,27 \pi \bar{\omega}) \quad (4.12)$$

onde:

τ – torque resistente em N.cm

m – massa em Kg

$\bar{\omega}$ - velocidade angular média em rps

Como mostrador para detectar a perda de passo, foi feito um traço na polia com continuidade na base do motor, conforme figura 4.4.

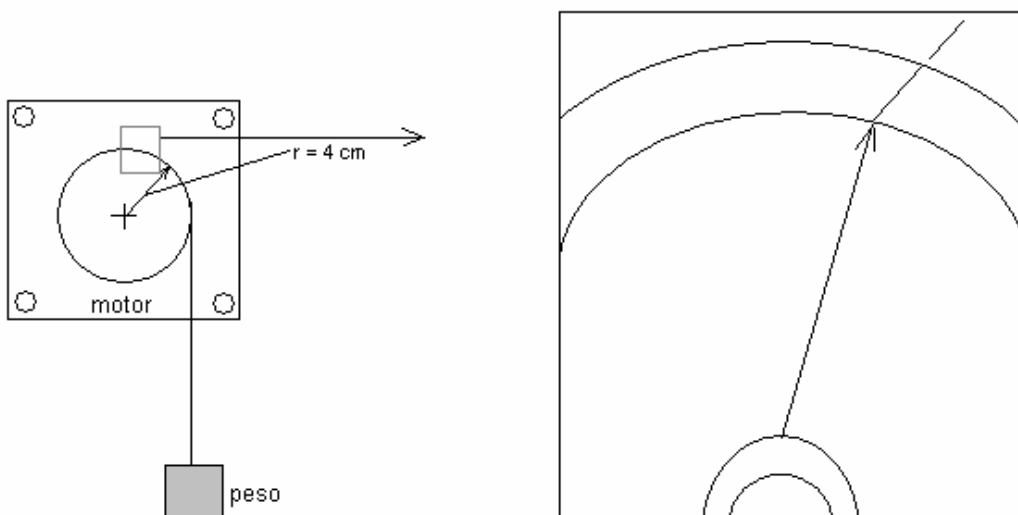


Figura 4.4: Vista do mostrador



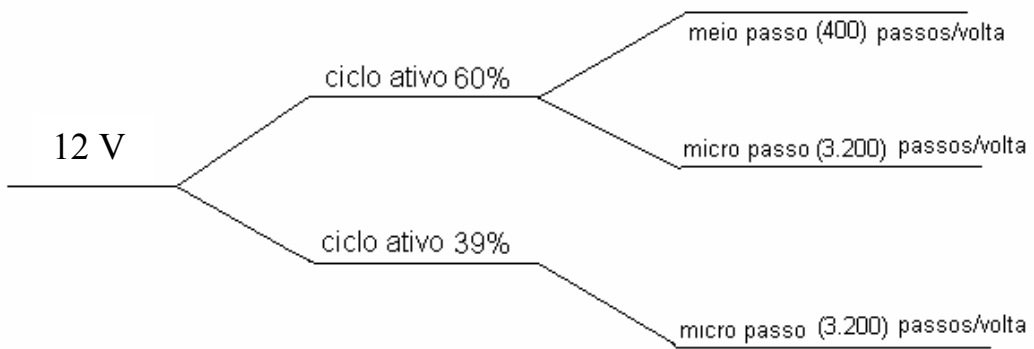
Figura 4.5: Fotografia ilustrando a montagem do motor carregando uma massa antes do início de uma corrida

Os testes foram executados de acordo com o seguinte procedimento: para cada carga, iniciava-se uma seqüência de corridas, elevando-se a velocidade de corrida para corrida. O teste era finalizado quando verificava-se a perda de passos. A seguir, iniciava-se um novo teste com nova carga, e assim por diante. Esse procedimento foi executado com o acionamento programado em meio passo e micropasso.

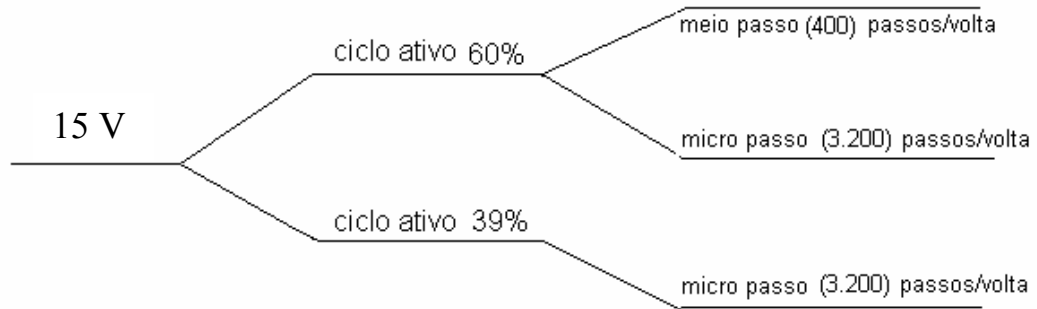
Cada corrida foi executada imprimindo-se 6 percursos alternados no sentido horário e sentido anti-horário. O tempo total de corrida era cronometrado para o cálculo da velocidade angular média de acordo com 4.4. Realizaram-se testes para dois níveis de ciclo ativo de 39% e 60%.

Abaixo é apresentado o mapa sintético de todas as experiências realizadas.

a) Testes com tensão de 12 V



b) Testes com tensão de 15 V



c) Testes com tensão de 18 V



Figura 4.6: Árvore mostrando seqüência de experimentos realizados para 12 V, 15 V e 18 V