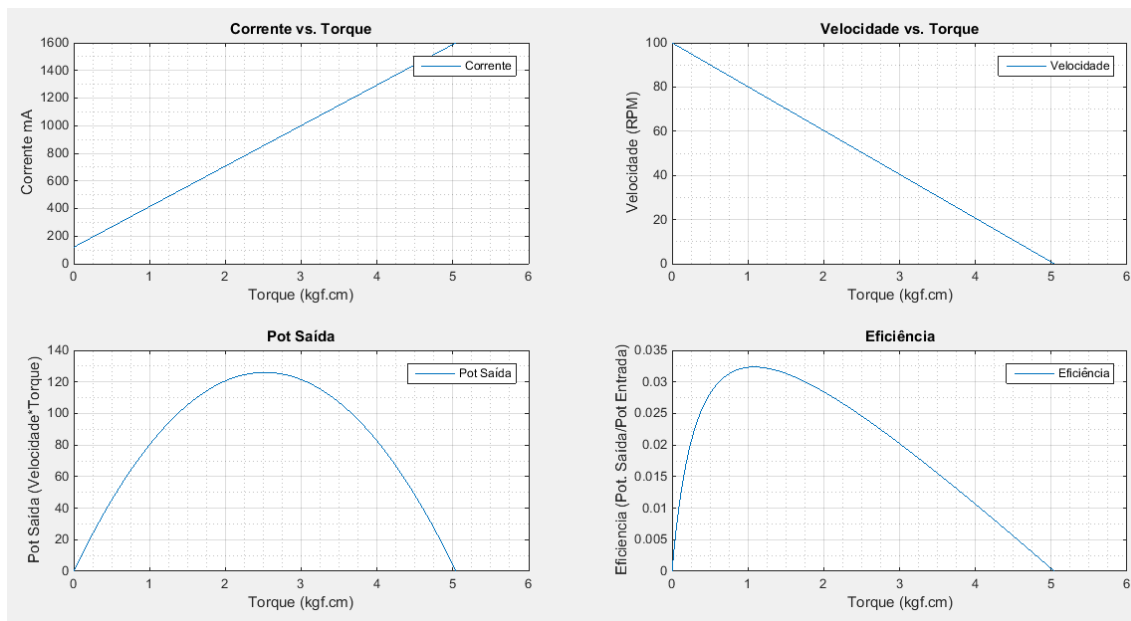


Motores das portas:

O motor utilizado no momento é o N20 da Polulu ([link](#)). O motor pode ser alimentado de 1,5 a 12V. Ele é acoplado a uma caixa de redução de 298:1, convertendo parte de sua rotação em torque. O torque a 6V é aproximadamente 5,04 kgf·cm (0,5N·m) a vazio e cerca de 1kgf·cm com carga. Tem uma velocidade de 100 rpm a 6V.

| | | | | | | |
|------------|--|---------|----------|-----------|------------------------------|---|
| 6 V | high-power (HP) (same specs as 6V HPCB above) | 1600 mA | 6000 RPM | 2 oz-in | 5:1 HP 6V | 5:1 HP 6V dual-shaft |
| | | | 3000 RPM | 4 oz-in | 10:1 HP 6V | 10:1 HP 6V dual-shaft |
| | | | 1000 RPM | 9 oz-in | 30:1 HP 6V | 30:1 HP 6V dual-shaft |
| | | | 625 RPM | 15 oz-in | 50:1 HP 6V | 50:1 HP 6V dual-shaft |
| | | | 400 RPM | 22 oz-in | 75:1 HP 6V | 75:1 HP 6V dual-shaft |
| | | | 320 RPM | 30 oz-in | 100:1 HP 6V | 100:1 HP 6V dual-shaft |
| | | | 200 RPM | 40 oz-in | 150:1 HP 6V | 150:1 HP 6V dual-shaft |
| | | | 140 RPM | 50 oz-in | 210:1 HP 6V | 210:1 HP 6V dual-shaft |
| | | | 120 RPM | 60 oz-in | 250:1 HP 6V | 250:1 HP 6V dual-shaft |
| | | | 100 RPM | 70 oz-in | 298:1 HP 6V | 298:1 HP 6V dual-shaft |
| | | | 32 RPM | 125 oz-in | 1000:1 HP 6V | 1000:1 HP 6V dual-shaft |



Para deslocar a porta na direção vertical, a força necessária deve ser maior do que a força de atrito.

Há dois valores distintos para esta força. Um é o valor quando a porta ainda não venceu a inércia, que seria a força de atrito estático, e outro valor é quando a porta já está em movimento, que é a força de atrito dinâmico.

Consultando tabelas obtemos alguns valores de coeficientes de atritos dinâmicos ([link](#)). No caso em estudo trata-se de atrito madeira e aço, não lubrificados, cujo valor é de 0,40. O atrito estático é cerca de 0,54. A massa da porta da esquerda é de 1,592 kg contando os suportes e roldanas.

$$F_{at_{estático}} = m_{esquerda} \cdot \vec{g} \cdot \mu_{estático}$$

$$F_{at_{estático}} = 1,592 \cdot 9,807 \cdot 0,540$$

$$F_{at_{estático}} = 8,431N$$

O torque inicial necessário ao sistema será a força aplicada ao ponto médio do pinhão, que é 0,1375mm:

$$\tau_{inicial} = F_{at_{estático}} \cdot d$$

$$\tau_{inicial} = 8,431 \cdot 0,001375$$

$$\tau_{inicial} = 0,011593 Nm$$

Para o mercado de motores este valor é correspondente a aproximadamente 0,12kgf cm.

$$F_{at_{dinâmico}} = m_{esquerda} \cdot \vec{g} \cdot \mu_{dinâmico}$$

$$F_{at_{dinâmico}} = 1,592 \cdot 9,807 \cdot 0,400$$

$$F_{at_{dinâmico}} = 6,245N$$

$$\tau_{movimento} = F_{at_{dinâmico}} \cdot d$$

$$\tau_{movimento} = 6,245 \cdot 0,001375$$

$$\tau_{movimento} = 0,008587 Nm$$

Para o mercado de motores este valor é correspondente a aproximadamente 0,09kgf cm.

A velocidade de abertura da porta deve ser de no máximo 3,9 segundos ([link](#) [pg 33]). A porta deve se deslocar 25cm.

$$v_{abertura} = \frac{25 cm}{3,9s} \rightarrow \frac{3,846m}{min}$$

O pinhão tem 5,5mm de diâmetro.

$$C_{pinhão} = 0,0173m$$

Número de giros necessários para deslocamento total da porta:

$$giros = \frac{0,250}{0,0173} \rightarrow 14,451$$

A velocidade angular será então:

$$\omega = \frac{14,451}{3,9s} \rightarrow 222,32 \text{ rpm}$$

$$\omega = 23,28 \text{ rad/s}$$

A velocidade é diretamente proporcional à tensão aplicada nos terminais do motor, logo a tensão que deve ser aplicada a este motor para alcançar a rotação de 222,32rpm é de 13,34V. O motor não deve ser alimentado acima de 12V, segundo o fabricante, então a rotação final do motor será de 200rpm, que levará a porta a se abrir em 3,905s, o que não prejudica a velocidade desejada.

A potência na ponta do eixo será:

$$P = \tau_{movimento} \cdot \omega$$

$$P = 0,008587 \cdot 23,28$$

$$P = 0,200 \text{ W}$$

Para uma tensão de 6V a corrente necessária para tirar a porta da inércia é de 180mA, consultando as curvas de corrente vs torque, e para manutenção do movimento:

$$i_{movimento} = \frac{P}{V} \rightarrow \frac{0,2}{12} = 33,31 \text{ mA}$$