

Constantes do motor

A **constante de tamanho do motor** (K_M) e **constante de velocidade motora** (K_v , *alternativamente chamada de constante EMF traseira*) são valores usados para descrever características de motores elétricos.

Constante

K_M é a constante do motor^[1] (às vezes, *constante de tamanho do motor*). Em unidades SI, a constante do motor é expressa em newton metros por watt de raiz quadrada ($N \cdot m/\sqrt{W}$):

$$K_M = \frac{\tau}{\sqrt{P}}$$

onde

- τ é o torque do motor (unidade SI: newton-metro)
- P é a perda de potência resistiva (unidade SI: watt)

A constante do motor é independente do enrolamento (desde que o mesmo material condutor seja usado para os fios); por exemplo, enrolar um motor com 6 voltas com 2 fios paralelos em vez de 12 voltas um único fio dobrará a constante de velocidade, K_v mas K_M permanece inalterado. K_M pode ser usado para selecionar o tamanho de um motor para usar em uma aplicação. K_v pode ser usado para selecionar o enrolamento a ser usado no motor.

Desde o torque τ é atual I multiplicado por K_T então K_M Fica

$$K_M = \frac{K_T I}{\sqrt{P}} = \frac{K_T I}{\sqrt{I^2 R}} = \frac{K_T}{\sqrt{R}}$$

onde

- I é a corrente (unidade SI, ampere)
- R é a resistência (unidade SI, ohm)
- K_T é a constante de torque do motor (unidade SI, newton-metro por ampère, N·m/A), veja abaixo

Se dois motores com o mesmo K_v e trabalho de torque em conjunto, com eixos rigidamente conectados, o K_v do sistema ainda é o mesmo supondo uma conexão elétrica paralela. O K_M do sistema combinado acrescido de $\sqrt{2}$, porque tanto o torque quanto as perdas dobram. Alternativamente, o sistema poderia funcionar com o mesmo torque de antes, com torque e corrente divididos igualmente entre os dois motores, o que reduz pela metade as perdas resistivas.

Unidades

A constante do motor pode ser fornecida em uma das várias unidades. A tabela abaixo fornece conversões entre unidades SI comuns

$k_t, \frac{Nm}{A_{pk}}$	$k_t, \frac{Nm}{A_{RMS}}$	$k_v, \frac{V_{LL, pk}}{\frac{rad}{s}}$	$k_v, \frac{V_{LL, RMS}}{\frac{rad}{s}}$	$k_v, \frac{V_{LL, pk}}{rpm}$	$k_v, \frac{V_{LL, RMS}}{rpm}$
1	$\sqrt{2}$	1	$\frac{1}{\sqrt{2}}$	$\frac{\pi}{30}$	$\frac{\pi}{30\sqrt{2}}$
$\frac{1}{\sqrt{2}}$	1	$\frac{1}{\sqrt{2}}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{\pi}{30\sqrt{2}}$	$\frac{\pi}{30}$
$\sqrt{2}$	2	$\sqrt{2}$	1	$\frac{\pi\sqrt{2}}{30}$	$\frac{\pi}{30}$
$\frac{30}{\pi}$	$\frac{30\sqrt{2}}{\pi}$	$\frac{30}{\pi}$	$\frac{30}{\pi\sqrt{2}}$	1	$\frac{1}{\sqrt{2}}$
$\frac{30\sqrt{2}}{\pi}$	$\frac{60}{\pi}$	$\frac{30\sqrt{2}}{\pi}$	$\frac{30}{\pi}$	$\sqrt{2}$	1

Constante de velocidade do motor, constante EMF traseira

K_v é a velocidade do motor, ou velocidade do motor,^[2] constante (não confundir com kV, o símbolo de *quilovolt*), medida em rotações por minuto (RPM) por volt ou radianos por volt segundo, rad/V·s:^[3]

$$K_v = \frac{\omega_{no-load}}{V_{peak}}$$

O K_v A classificação de um motor sem escovas é a razão entre a velocidade de rotação descarregada do motor (medida em RPM) e a tensão de pico (não RMS) nos fios conectados às bobinas (o *EMF traseiro*). Por exemplo, um motor descarregado de $K_v = 5.700$ rpm/V fornecido com 11,1 V funcionará a uma velocidade nominal de 63.270 rpm (= 5.700 rpm/V × 11,1 V).

O motor pode não atingir essa velocidade teórica porque há perdas mecânicas não lineares. Por outro lado, se o motor é acionado como um gerador, a tensão sem carga entre os terminais é perfeitamente proporcional ao RPM e fiel ao K_v do motor/gerador.

Os termos K_e ,^[2] K_b também são usados,[4] assim como os termos *constante EMF de voltagem*,^{[5][6]} ou a *constante elétrica genérica*.^[2] Em contraste com K_v o valor K_e é frequentemente expresso em unidades SI volt-segundos por radiano (V·s/rad), portanto, é uma medida inversa de K_v .^[7] Por vezes, é expresso em unidades não SI volts por quilorrevolução por minuto (V/krpm).^[8]

$$K_e = K_b = \frac{V_{\text{peak}}}{\omega_{\text{no-load}}} = \frac{1}{K_v}$$

O fluxo de campo também pode ser integrado na fórmula:^[9]

$$K_\omega = \frac{E_b}{\phi \omega}$$

onde E_b está de voltagem EMF, K_ω é a constante, ϕ é o fluxo, e ω é a velocidade angular.

Pela lei de Lenz, um motor em funcionamento gera um back-EMF proporcional à velocidade. Uma vez que a velocidade de rotação do motor é tal que o back-EMF é igual à tensão da bateria (também chamada de tensão de linha DC), o motor atinge sua velocidade limite.

Constante de torque do motor

K_T é o torque produzido dividido pela corrente de armadura.^[10] Pode ser calculado a partir da constante de velocidade do motor K_v .

$$K_T = \frac{\tau}{I_a} = \frac{60}{2\pi K_{v(\text{RPM})}} = \frac{1}{K_{v(\text{SI})}}$$

onde I_a é a corrente de armadura da máquina (unidade SI: ampere). K_T é usado principalmente para calcular a corrente de armadura para uma dada demanda de torque:

$$I_a = \frac{\tau}{K_T}$$

As unidades SI para a constante de torque são newton metros por ampere (N·m/A). Como 1 N·m = 1 J, e 1 A = 1 C/s, então 1 N·m/A = 1 J·s/C = 1 V·s (mesmas unidades da constante EMF posterior).

A relação entre K_T e K_v não é intuitivo, a ponto de muitas pessoas simplesmente afirmarem que torque e K_v não estão relacionados de forma alguma. Uma analogia com um hipotético motor linear pode ajudar a convencer que é verdade. Suponha que um motor linear tenha um K_v de 2 (m/s)/V, ou seja, o atuador linear gera um volt de back-EMF quando movido (ou acionado) a uma taxa de 2 m/s. Inversamente $s = VK_v$ (s é a velocidade do motor linear, V é tensão).

The useful power of this linear motor is $P = VI$, P being the power, V the useful voltage (applied voltage minus back-EMF voltage), and I the current. But, since power is also equal to force multiplied by speed, the force F of the linear motor is $F = P/(VK_v)$ or $F = I/K_v$. The inverse relationship between force per unit current and K_v of a linear motor has been demonstrated.

To translate this model to a rotating motor, one can simply attribute an arbitrary diameter to the motor armature e.g. 2 m and assume for simplicity that all force is applied at the outer perimeter of the rotor, giving 1 m of leverage.

Now, supposing that K_v (angular speed per unit voltage) of the motor is 3600 rpm/V, it can be translated to "linear" by multiplying by 2π m (the perimeter of the rotor) and dividing by 60, since angular speed is per minute. This is linear $K_v \approx 377 \text{ (m/s)/V}$.

Now, if this motor is fed with current of 2 A and assuming that back-EMF is exactly 2 V, it is rotating at 7200 rpm and the mechanical power is 4 W, and the force on rotor is $\frac{P}{V * K_{v(\text{SI})}} = \frac{4}{2 * 377}$ N or 0.0053 N. The torque on shaft is 0.0053 N·m at 2 A because of the assumed radius of the rotor (exactly 1 m). Assuming a different radius would change the linear K_v but would not change the final torque result. To check the result, remember that $P = \tau 2\pi \omega / 60$.

So, a motor with $K_v = 3600 \text{ rpm/V} = 377 \text{ rad/V}\cdot\text{s}$ will generate 0.00265 N·m of torque per ampere of current, regardless of its size or other characteristics. This is exactly the value estimated by the K_T formula stated earlier.

EXAMPLE: Torque applied at different diameters, $K_v(\text{rpm/V}) = 3600 \text{ rpm/V} \approx 377 \text{ rad/s/V}$, $K_T \approx 0.00265 \text{ N.m/A}$ (each calcu

diameter = 2r	r = 0.5 m	r = 1 m	r = 2 m	Formula ($K_v(\text{rpm/V})$)	Formula ($K_v(\text{rad/s/V})$)
τ = motor torque (N.m/s)	0.005305 N·m	0.005305 N·m	0.005305 N·m	$\frac{30I}{\pi K_v(\text{rpm/V})}$	$\frac{I}{K_v(\text{rad/s/V})}$
linear K_v (m/s/V) @ diâmetro	188,5 (m/s)/V	377,0 (m/s)/V	754,0 (m/s)/V	$\frac{\pi r K_v(\text{rpm/V})}{30}$	$r K_v(\text{rad/s/V})$
linear K_T (N.m/A) @ diâmetro	0,005305 N·m/A	0,002653 N·m/A	0,001326 N·m/A	$\frac{30}{\pi r K_v(\text{rpm/V})}$	$\frac{1}{r K_v(\text{rad/s/V})}$
velocidade m/s @ diâmetro (velocidade linear)	377,0 m/s	754,0 m/s	1508,0 m/s	$\frac{\pi r V K_v(\text{rpm/V})}{30}$	$V r K_v(\text{rad/s/V})$
velocidade km/h @ diâmetro (velocidade linear)	1357 km/h	2714 km/h	5429 km/h	$\frac{3\pi r V K_v(\text{rpm/V})}{25}$	$3.6 V r K_v(\text{rad/s/V})$
torque (N.m) @ diâmetro (torque linear)	0,01061 N·m	0,005305 N·m	0,002653 N·m	$\frac{30I}{\pi r K_v(\text{rpm/V})}$	$\frac{I}{r K_v(\text{rad/s/V})}$
taquigrafia	Meio diâmetro = meia velocidade * torque duplo	diâmetro total = velocidade máxima * torque total	diâmetro duplo = velocidade dupla * meio torque	$K_v(\text{rad/s/V}) = \frac{2\pi K_v(\text{rpm/V})}{60} K_T(\text{N.m/A}) = \frac{60}{2\pi K_v(\text{rpm/V})}$	$K_v(\text{rpm/V}) = \frac{60 K_v(\text{rad/s/V})}{2\pi} K_T(\text{N.m/A}) = \frac{1}{K_v(\text{rad/s/V})}$

Referências

- "Cópia arquivada" (PDF). Arquivado do original (PDF) em 2021/04/13. Página visitada em 2014-01-04.
- "Ficha Técnica do Motor Misterioso" (PDF), *hadēs.mech.northwest.edu*
- "Motor sem escova Kv Constante Explicada • LearningRC". 29 de julho de 2015.
- "TERMINOLOGIA GERAL DE MOTORES" (PDF), *www.smma.org*
- "Modelo de motor DC com características elétricas e de torque - Simulink", *www.mathworks.co.uk*
- "Technical Library > DC Motors Tutorials > Motor Calculations", *www.micro-drives.com*, arquivado do original em 2012-04-04
- "Casa". *www.precisionmicrodrives.com*. Arquivado do original em 2014-10-28.
- http://www.smma.org/pdf/SMMA_motor_glossary.pdf
- "DC motor start and brake", *iitd.vlab.co.in*, arquivado do original em 2012-11-13
- Entendendo as constantes de motor Kt e K_{emf} para comparar motores CC sem escova*

Ligações externas

- "Development of Electromotive Force" (PDF), *biosystems.okstate.edu*, arquivado do original (PDF) em 2010-06-04

Retrieved from "https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Motor_constants&oldid=1160311652"