

Tabela 1: Parametry fizyczne, elektryczne i mechaniczne silnika, enkodera i przekładni^a.

Średnica	37 mm
Długość	68 mm
Masa	215 g
Średnica wału	6 mm
Przełożenie przekładni f	18.75:1
Napięcie znamionowe u_N	12 V
Prędkość znamionowa ω_N	52.36 rad s ⁻¹
Prąd znamionowy i_N	300 mA
Prąd zatrzymania silnika i_S	5000 mA
Moment zatrzymania silnika T_S	0.59 N m
Rezystancja ^b R	2.4 Ω
Stała SEM rotacji ^b K_e	0.2154 V rad ⁻¹ s ⁻¹
Stała momentu ^b K_t	0.2154 N m A ⁻¹
Współczynnik tarcia wiskotycznego ^b β	0.00161
Współczynnik tarcia suchego ^b b	0.019
Moment bezwładności przekładni i wału ^c J	0.00123

^a opracowanie własne na podstawie ...,

^b zidentyfikowano analitycznie, szczegóły poniżej,

^c zidentyfikowano eksperymentalnie, szczegóły poniżej.

Podstawowe równanie obwodu silnika (przyjęto zerową induktancję, $u_M = u \cdot u_N$ oraz $K = K_e = K_t$):

$$u_M = Ri + K\omega \quad (1)$$

Podstawowe równanie momentu silnika:

$$T = K_t i - J\dot{\omega} - \beta\omega - b \operatorname{sgn} \omega \quad (2)$$

Rezystancja obwodów silnika została obliczona dla sytuacji zatrzymania silnika (równanie 1, $\omega = 0$), kiedy mamy:

$$R = \frac{u \cdot u_N}{i_S} = 2,4[\Omega] \quad (3)$$

Z równania 1 wynika, że przy prędkości jałowej:

$$K = \frac{u \cdot u_N - Ri_N}{\omega_N} \quad (4)$$

co daje wartości $K_e = K_t = 0,2154$.

Współczynniki b oraz β zostały obliczone ze wzoru 2, przy ustalonej wartości prędkości obrotowej wału ($J\dot{\omega} = 0$) oraz przy ominięciu składnika momentu ($T = 0$):

$$Ki = \beta\omega + b \operatorname{sgn} \omega \quad (5)$$

$$\frac{K}{R}(u \cdot u_N - K\omega) = \beta\omega + b \operatorname{sgn} \omega \quad (6)$$

$$\frac{Ku_N}{R}u = \left(\frac{K^2}{R} + \beta\right)\omega + b \operatorname{sgn} \omega \quad (7)$$

$$\omega = \frac{Ku_N}{R(\frac{K^2}{R} + \beta)}u - \frac{b}{\frac{K^2}{R} + \beta} \operatorname{sgn} \omega \quad (8)$$

Stąd, wyznaczając współczynniki K_1 , K_2 regresji liniowej $y = K_1x + K_2$ możemy otrzymać wzory na β oraz b :

$$\beta = \frac{Ku_N - K_1K^2}{K_1R} \quad (9)$$

$$b = K_2(\frac{K^2}{R} + \beta) \quad (10)$$

W równaniu 10 pominięto kwestie znaku wynikające z użycia funkcji sgn .

Wartości współczynników K_1 , K_2 odczytane z wykresów:

Tabela 2: Współczynniki regresji liniowej.

Parametr	Ujemna prędkość obrotowa	Dodatnia prędkość obrotowa
K_1	5.0591527273	1.0680286292
K_2	5.068153533	-1.0789743494