

# Praktikum I

## Cuboid: Regelung eines EC-Motors

RT1 – 29. Oktober 2025

Dieses Praktikum behandelt die Regelung des Antriebsmotors des *Cuboid*. Die Vorlage ist bewusst schlank: klare Typografie, wenige Abhängigkeiten, konsistente Einheiten (**siunitx**).

Dieses Praktikum behandelt die Regelung des Antriebsmotors des *Cuboid*. Die Vorlage ist bewusst schlank: klare Typografie, wenige Abhängigkeiten, konsistente Einheiten (**siunitx**).

## 1 Einleitung

Der vorliegende Antrieb besteht aus einem Maxon EC90 Motor mit Maximalstrom 15 A und Maximaldrehzahl 2000 rpm ( $\approx 33.3$  Hz,  $\approx 209.4$  rad/s). Die Schwungmasse (Scheibe) wurde entfernt; im Fokus steht der EC-Motor.

In der Praxis werden Drehzahlen häufig in Umdr./min angegeben; für Modellierung und Regelung arbeiten wir konsequent mit SI-Einheiten (rad/s).

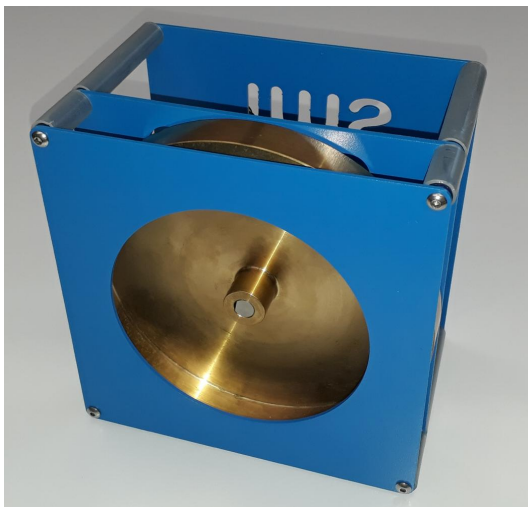


Abbildung: Cuboid (Foto)

CHARACTERISTICS	
Terminal resistance	2.28 $\Omega$
Terminal inductance	2.5 mH
Torque constant	217 mNm/A
Speed constant	44 rpm/V
Speed / torque gradient	0.462 rpm/mNm
Mechanical time constant	14.8 ms
Rotor inertia	3060 gcm <sup>2</sup>

Abbildung: Ausschnitt aus dem EC90-Datenblatt

Häufig werden unterschiedliche Begriffe für ähnliche Regelkreise verwendet; meist ist dasselbe gemeint:

- Lageregler  $\equiv$  Winkelregler  $\equiv$  Positionsregler
- Drehzahlregler  $\equiv$  Geschwindigkeitsregler

## 2 Systemidentifikation und Modellbildung

Wir betrachten den Pfad  $i_{\text{soll}}(t) \rightarrow \omega(t)$ . Ein einfaches rotatives Modell lautet:

$$J \dot{\omega}(t) + b \omega(t) = k_T i(t) - \tau_L(t),$$

mit Trägheitsmoment  $J$ , Reibung  $b$ , Drehmomentkonstante  $k_T$  und Störmoment  $\tau_L$ .

Tabelle 1: Relevante Parameter (Beispielwerte)

Größe	Wert
Maximalstrom	15 A
Maximaldrehzahl	2000 rpm
Encoderauflösung	$4 \times 6400$ Inkr./Umdrehung

### Aufgaben

1. Führen Sie eine Frequenzgangmessung  $i_{\text{soll}} \rightarrow \omega$  durch. Hinweis: fast reibungsfrei  $\Rightarrow$  integrierendes Verhalten; einfache P-Regelung ist geeignet.
2. Modellieren Sie das System aus dem Datenblatt (Newton rotativ) und schätzen Sie  $J$ ,  $b$ ,  $k_T$ .
3. Verbessern Sie das Modell schrittweise (Bandbreite des Stromreglers, Totzeit, Messpfad der Geschwindigkeit).
4. Skizzieren Sie das gemessene System als Blockschaltbild (mit Einheiten).

## 3 Demonstration aller Stil-Elemente

### Mathematische Kurzformen

Die Ableitung nach der Zeit wird als

$$\frac{d\omega}{dt}$$

geschrieben. Die Lösung eines exponentiellen Ansatzes:

$$x(t) = x_0 e^{-\alpha t}.$$

### Automatisches Abbildungsverzeichnis

### Aufgaben-Umgebung mit anderem Titel

### Zusatzaufgaben

1. Diskutieren Sie die Vor- und Nachteile der Modellvereinfachung.
2. Erweitern Sie Ihr Modell um ein nichtlineares Reibglied.

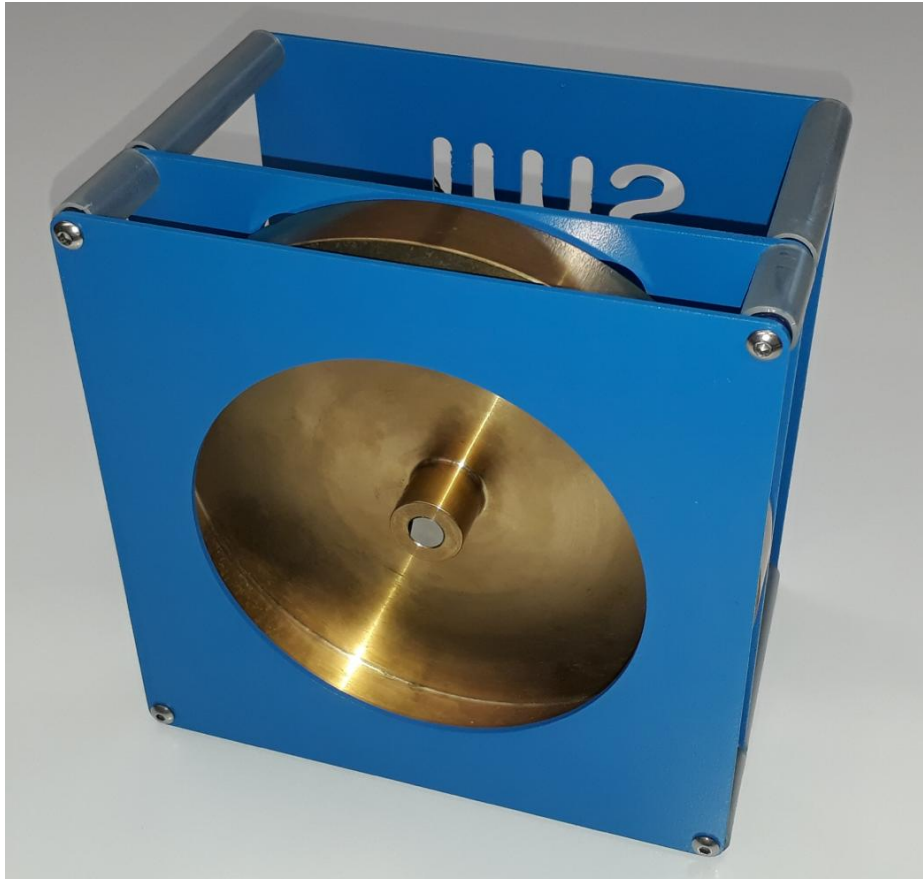


Abbildung 1: Beispiel: automatische Bildumgebung mit Label `fig:cuboid_foto_sm`.

## Links und Farben

Weitere Infos unter [Maxon Motor AG](#). Beachten Sie die Farbdefinition `labColor` aus `labstyle.sty`.

## 4 Drehzahlregelung

Wir verwenden einen PI-Regler, Ziel: ausreichende Phasenreserve und keine Überschreitung von 15 A.

### Aufgaben — Drehzahlregelung

1. Parametrieren Sie  $k_p$  und  $T_n$  für drei Varianten (500 ms, 100 ms, 10 ms).
2. Untersuchen Sie Führungsverhalten (Sprung) und Störverhalten (Drehmomentsprung 1 N m).
3. Ergänzen Sie ggf. ein Lead-Glied, um die Phasenreserve zu verbessern.

### Hinweise

- Bilder liegen in `figures/` (alternativ `Figures/`); Pfad ist im Stilpaket gesetzt.
- Für Einheiten und Werte stets `\qty` und `\si` aus `siunitx` verwenden.
- Kompilieren Sie mit `lualatex` oder `pdflatex`.
