

Opdracht 1 Gelijkstroommotoren

Motor Specifications

Nominal Voltage ($U_{\text{klem_nom}}$):	24 V
Nominal Current ($I_{\text{klem_nom}}$):	10.71 A
Efficiency:	70%
No-load Speed ($n_{\text{no_load}}$):	1910 rpm ($T_{\text{nullast}} = 0 \text{ Nm}$)
Nominal Shaft Torque ($T_{\text{as_nom}}$):	1.0 Nm

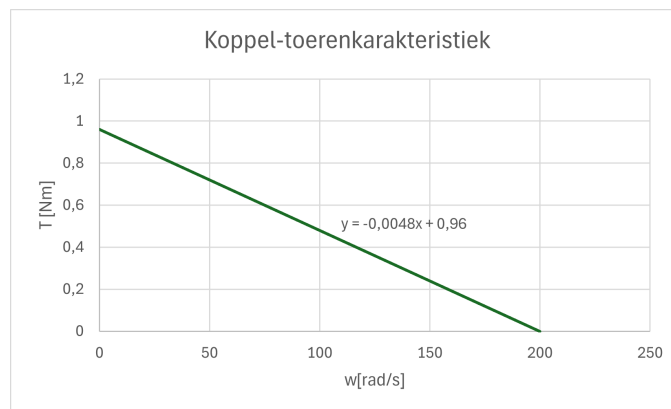
- a. Bepaal het nominale vermogen op de as van de motor ($P_{\text{as_nom}}$):

$$P_{\text{nominiaal}} = \text{Nominal Voltage} \times \text{Nominal Current} \times \text{Efficiency} = 24 \times 10,71 \times 0,70 = 179,93 \text{ W}$$

- b. Teken de koppeltoeren-karakteristiek van de motor. Geef duidelijk aan bij welke waarde de karakteristiek de verticale as snijdt en bij welke waarde de karakteristiek de horizontale as snijdt.

$$T_{\text{stall}} = 1 \text{ Nm}$$

$$\omega_{\text{null}} = 200 \text{ rad/s}$$



Figuur 1: koppel-toerenkarakteristiek

- c. Een belangrijke parameter van de motor is de motorconstante K_{em} . Bereken deze.

$$K_{\text{em}} = \frac{U_{\text{klem}}}{\omega_{\text{nullast}}} = \frac{24}{200} = 0,12 \text{ V / rad/s}$$

- d. De motor wordt gebruikt voor het aandrijven van een toerental onafhankelijke last van $T_{\text{last}} = 200 \text{ mNm}$. De klemspanning van de motor is ingesteld op 24V Bepaal nu het werkpunt van de motor: het toerental en het koppel. Wat is bij dit werkpunt de opgenomen stroom?

$$\text{toerental} - 0,2 = -0,0048x + 0,96 \Rightarrow x = 158,33 \text{ rad/s} = 1511,94 \text{ rpm}$$

$$\text{koppel} = 0,2 \text{ Nm}$$

$$\text{stroom} = \frac{\text{koppel}}{\text{motorconstante}} = \frac{0,2}{0,12} = 1,67 \text{ A}$$

- e. De motor wordt gebruikt voor het aandrijven van een toerental onafhankelijke last van $T_{\text{last}} = 200 \text{ mNm}$. Dus dat is nog dezelfde situatie als bij opgave d). De klemspanning wordt nu echter 12V. Bepaal nu weer het werkpunt van de motor: het toerental en het koppel. Wat is bij dit werkpunt de opgenomen stroom?

Er van uit gaande dat als de spanning halveert dat het toerental dan ook halveert =

$$\text{toerental} \Rightarrow 0,2 = -0,005x + 0,5 \Rightarrow x = 60 \text{ rad/s} = 572,96 \text{ rpm}$$

$$\text{koppel} = 0,2 \text{ Nm}$$

$$\text{stroom} = \frac{\text{koppel}}{\text{motorconstante}} = \frac{\text{koppel}}{\frac{U_{\text{klem}}}{\omega_{\text{nullast}}}} = \frac{0,2}{\frac{12}{100}} = 1,67 \text{ A}$$

Opdracht 2 Asynchrone motoren

Onderbouw je antwoorden altijd door beredenering en/of berekening.

Een driefasen asynchrone motor is aangesloten op een spanning van 400V/50Hz. De motor drijft een last aan waarvan het koppel recht evenredig is met het toerental. Bij het nominale toerental bedraagt het lastkoppel 100 Nm. Voor de combinatie motor en last is het nominale toerental 1440 rpm. Voor de motor geldt verder dat het aanloopkoppel 0,7 maal het nominale koppel is ($T_{aanloop} = 0,7 \times T_{nom}$) en dat het kippkoppel gelijk is aan $T_{kip} = 2 \times T_{nom}$.

- a. Wat is het aantal poolparen van deze motor? Bepaal de slip van de motor bij nominaal bedrijf.

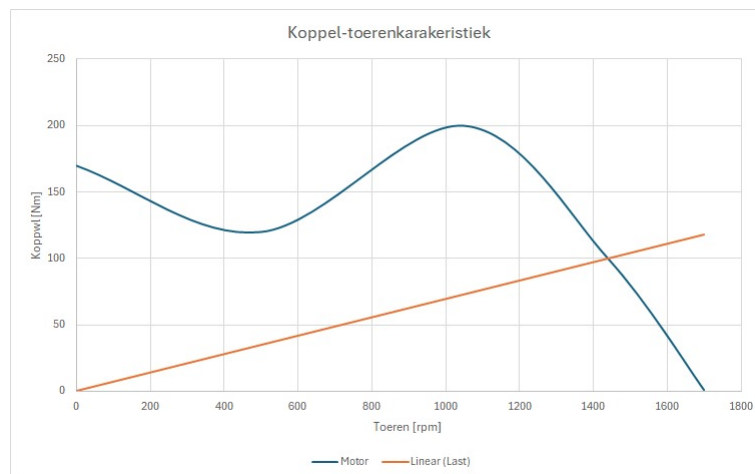
$$\text{Poolparen: } P = \frac{60 \times f}{n_s} = \frac{60 \times 50}{\approx 1440} \approx 2 \text{ poolparen}$$

$$\text{Slip: } slip = \frac{n_s - n_r}{n_s} = \frac{\frac{Hz \times 60}{P} - n_r}{\frac{Hz \times 60}{P}} = \frac{1500 - 1440}{1500} \times 100 = 4\% \text{ slip}$$

- b. Bereken het nominale asvermogen.

$$P_{nominale} = \frac{T_{nominale} \times 2\pi \times n_{nominale}}{60} = \frac{100 \times 2\pi \times 1440}{60} = 15079,65 \text{ Watt} \approx 15 \text{ kW}$$

- c. Teken in één grafiek: De koppeltoerenkarakteristiek van de motor en de koppeltoerenkarakteristiek van de last. Geef duidelijk de kenmerkende waarden aan en laat zien hoe je aan die waarden komt.



Figuur 2: koppel-toerenkarakteristiek

- d. Met behulp van een frequentieregelaar wordt het toerental gehalveerd ($n = 720 \text{ rpm}$). Wat moet de spanning en frequentie van de frequentieregelaar zijn om dit toerental in te kunnen stellen? Licht je antwoord kort toe.

$$\text{frequentie} = \frac{n \times P}{60} = \frac{720 \times 2}{60} = 24 \text{ Hz}$$

Wat betreft de spanning, wordt deze meestal gehandhaafd op de nominale spanning van de motor, in dit geval 400 V. De frequentieregelaar past de frequentie aan om het gewenste toerental te bereiken terwijl de spanning op het nominale niveau blijft om een goede werking van de motor te garanderen.

- e. Wat verandert er aan de motorkarakteristiek als de frequentie van de frequentieregelaar 100 Hz is en de spanning gelijk blijft? Schets de nieuwe motorkarakteristiek en licht je antwoord kort toe.

Hier moet het antwoord komen.