

Aufgabe 1

Aufgabe 2

Aufgabe 3

Die Aufgabe besteht darin, zu der Asynchronmaschine aus dem Labor nun eine U/f-Kennliniensteuerung zu entwerfen.

a) Für den Statorfrequenzbereich von $0 - 100\text{Hz}$ soll der Verlauf der U/f-Kennlinie unter den folgenden Bedingungen realisiert werden:

- Die Amplitude der Statorspannung soll für Frequenzen $> 50\text{Hz}$ konstant gehalten werden. Es gilt hierbei: $U_{1K} = 317\text{V}$. U_{1K} entspricht hier dem Scheitelwert der Strangspannung.
- In dem obig genannten Statorfrequenzbereich sei der Betrag der Statorflussverkettung konstant zu halten.

Zuerst muss aus der gegebenen Scheitelwertspannung der Effektivwert bestimmt werden. Um die Außenleiterspannung der Sternschaltung zu berechnen ziehen wir den bereits berechneten Effektivwert der Strangspannung heran. Die benötigte Formel wurde aus dem Skript aus der Umrechnungstabelle 2.1 entnommen. Wie oben bereits erwähnt soll im Bereich zwischen $0 - 50\text{Hz}$ die Statorflussverkettung konstant gehalten werden. Berechnet werden kann die Statorflussverkettung mit der Formel (3.1).

$$\psi_{1k} = \frac{U_{1k}}{2\pi f} = \frac{317\text{V}}{2\pi * 50\text{Hz}} = 1.009\text{Vs} \quad (3.1)$$

Unser ermittelter Wert $\psi_{1k} = 1,009$ stellt die Statorflussverkettung im Bereich $0 - 50\text{Hz}$ dar. Diese ist konstant. Entsprechend tut dieser Wert der Steigung der U/f-Kennlinie im Bereich $0-50\text{Hz}$. Die Abbildung 3.1 zeigt die erstellte Spannungs-Frequenz-Kennlinie.

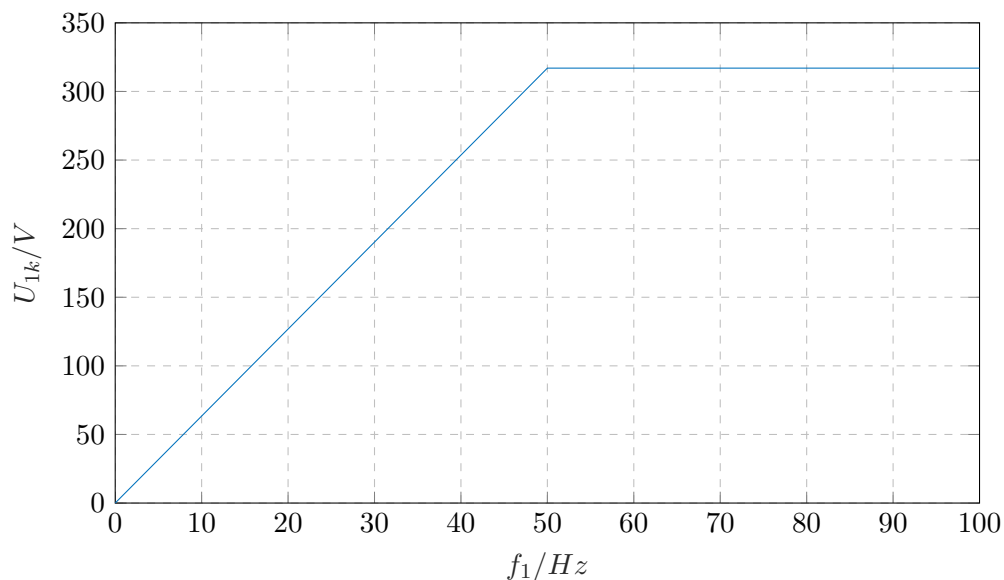


Abbildung 3.1: U/f_1 - Kennlinie

b) Es soll nun ein Modell mit Simulink erstellt werden, welches ein Subsystem zeigt, mit dem die Darstellung der in Aufgabenteil a) entwickelten Funktionalität darstellen lässt.

- Eingangsgröße System: Statorfrequenz; Ausgangsgröße System: Statorspannung

Es soll die Ausgangsspannung als Effektivwert der Außenleiterspannung zugegeben werden.

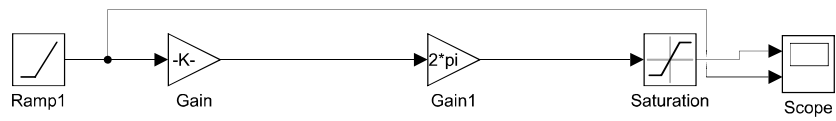


Abbildung 3.2: Simulink-Modell

Aufgabe 4

a) Es soll anhand der Angaben auf dem Leistungsschild die Polpaarzahl der Asynchronmaschine bestimmt werden. Dazu sollen nun Überlegungen angestellt werden. Auf dem Typenschild finden sich Angaben über die Nenndrehzahl N , die Frequenz f . Mit diesen Daten kann die Polpaarzahl näherungsweise bestimmt werden.

$$Z_P = 60 \frac{f}{N} \quad (4.1)$$

Der Faktor 60 kommt daher zustande, da die Drehzahl von s^{-1} in min^{-1} umgerechnet werden muss. Die Asynchronmaschine weist einen Schlupf auf, ohne diesen würde sie gebremst werden. Aufgrund dieses Schlupfes ist die Drehzahl auf dem Typenschild geringer als die Drehfelddrehzahl. Deshalb erhalten wir keinen ganzzahligen Wert für die Polpaarzahl. Das ist jedoch unzulässig, da es nur ganzzahlige Werte geben darf, weshalb hier auf die nächste ganzzahlige Anzahl abgerundet wird.

b) Anhand der zuvor getroffenen Überlegungen soll nun die Polpaarzahl der im Labor befindlichen Asynchronmaschine bestimmt werden. Auf dem Leistungsschild unseres Motors befinden sich folgende Angaben über die Frequenz des Motors, sowie zu dessen Nenndrehzahl:

$$f = 50Hz \quad N = 1370min^{-1}$$

Somit ergibt sich folgende Polpaarzahl:

$$Z_P = 60 \frac{50Hz}{1370min^{-1}} = 2.19 \approx 2 \quad (4.2)$$

c) Die Aufgabe besteht nun darin, das Nennmoment, den Wirkungsgrad im Nennpunkt der Asynchronmaschine aus den gegebenen Daten auf dem Leistungsschild der Asynchronmaschine zu bestimmen. Aus dem Typenschild lässt sich die Leistung $0,37kW$ ablesen. Das Moment berechnet sich aus dem Quotienten aus dieser Leistung, sowie der Nennkreisfrequenz pro Sekunde, daher finden im Nenner die benötigten Umrechnungen statt. Wir erhalten hier also ein Moment von $2,56Nm$.

$$M_N = \frac{P}{\Omega_N} = \frac{0.37kW}{2\pi \frac{1370}{60} \frac{1}{s}} \approx 2.56Nm \quad (4.3)$$

Um den Wirkungsgrad zu bestimmen, muss nach Definition die abgegebene Leistung durch die zugeführte Leistung geteilt werden. Der Wirkungsgrad der sich ergibt liegt bei $0,87$. Logischerweise ist dieser <1 , da es ja immer zu Verlusten in der Maschine kommt.

$$\eta_N = \frac{P_{ab}}{P_{zu}} = \frac{P}{UI \cos \varphi} = \frac{370W}{400V * 1.06A * \cos(0.74)} \approx 0,87 \quad (4.4)$$

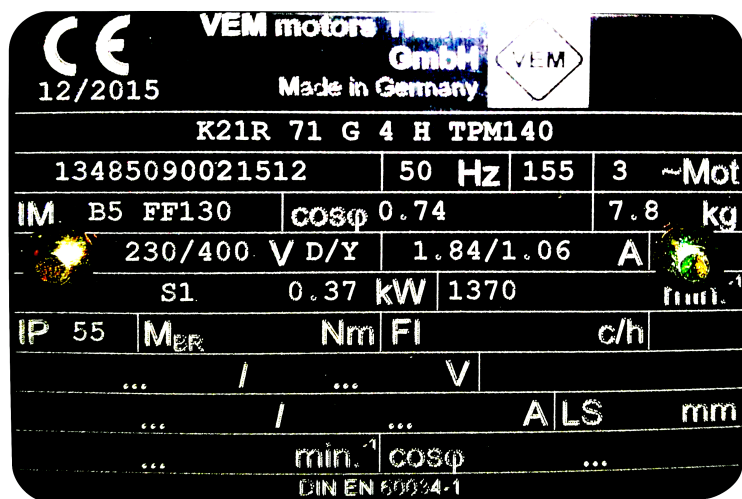


Abbildung 4.1: Leistungsschild der Asynchronmaschine

Aufgabe 5

a) Die Asynchronmaschine aus dem Versuchsaufbau im Labor Antriebstechnik soll im gesteuerten Betrieb mit den Drehzahlen aus Tabelle 5.1 betrieben werden. Hierzu wird durch die Formeln (5.1) und (5.2) die benötigte Statorfrequenz errechnet, deren Ergebnisse sind ebenfalls in Tabelle 5.1 sichtbar.

$$\Omega_R = \Omega_{RM} Z_P = 2\pi \frac{N}{60} Z_P \quad (5.1)$$

$$f_R = \frac{\Omega_R}{2\pi} = \frac{N}{60} Z_P \quad (5.2)$$

Solldrehzahl N_{Soll}	Statorkreisfrequenz Ω_R	Statorfrequenz f_R	Gemessene Drehzahl N_{Ist}
$600min^{-1}$	$125,7\frac{1}{s}$	$20Hz$	$586min^{-1}$
$1500min^{-1}$	$314,2\frac{1}{s}$	$50Hz$	$1483min^{-1}$
$2400min^{-1}$	$502,7\frac{1}{s}$	$80Hz$	$2364min^{-1}$

Tabelle 5.1: Berechnete Statorfrequenzen für gewünschte Drehzahlen

b) In Tabelle 5.1 wird die tatsächlich gemessene Drehzahl zu den in a) berechneten Statorfrequenzen gezeigt. Dabei ist die Ist-Drehzahl jeweils etwas geringer als die Soll-Drehzahl. Dies ist auf verschiedene Verluste zurückzuführen: beispielsweise die nicht-ideale Lagerung der Welle, allen voran jedoch der Lüfter. Durch diese Verluste wird ein geringes Lastmoment erzeugt, wodurch die Drehzahl leicht absinkt.

Aufgabe 6

a)

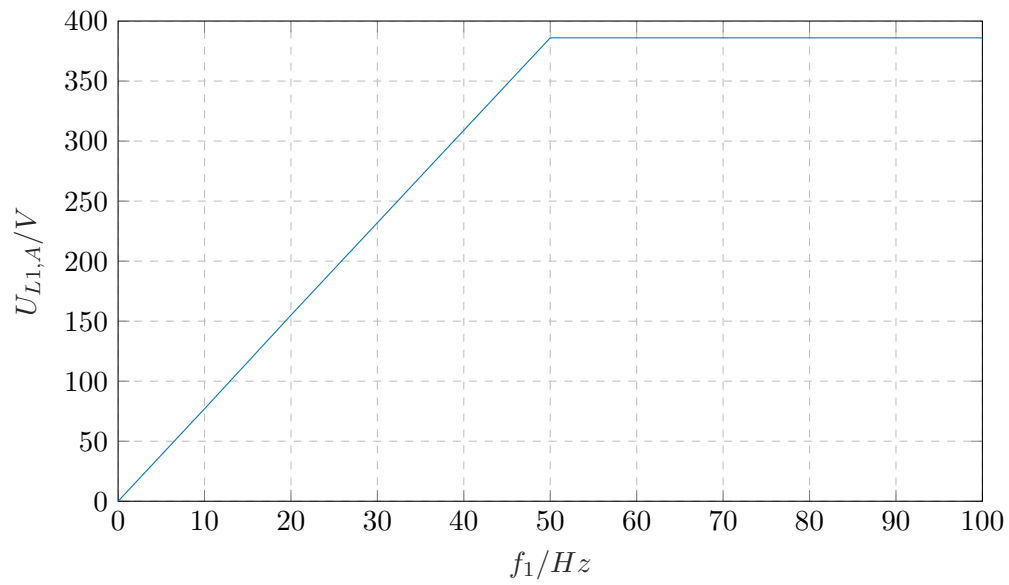


Abbildung 6.1: Gemessene Außenleiterspannung $U_{L1,A}$ über Statorfrequenz f_1

b)

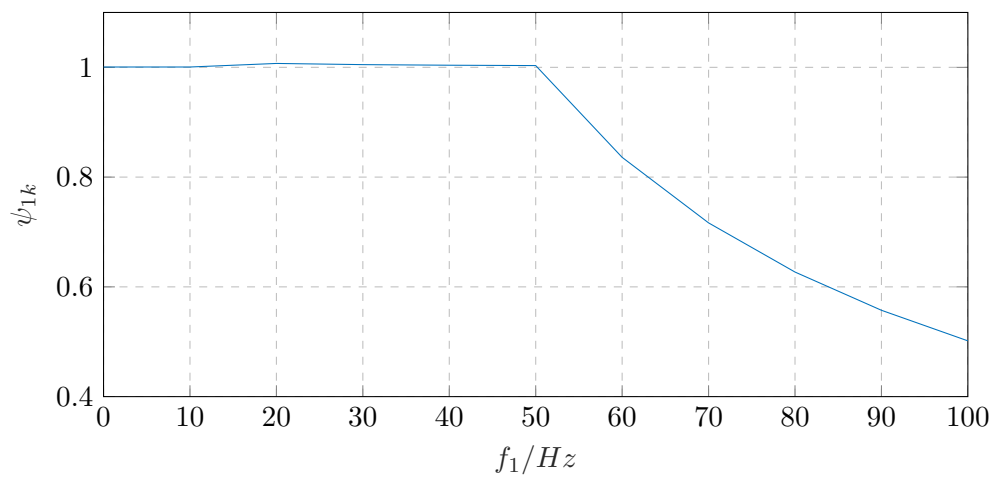


Abbildung 6.2: Statorflussverketung ψ_{1k} über Statorfrequenz f_1

c)

d)

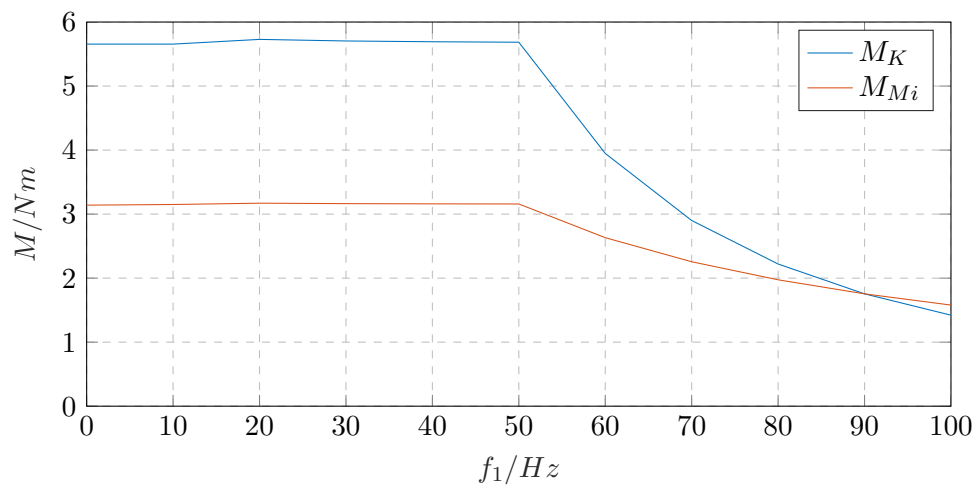


Abbildung 6.3: Kippmoment M_K und inneres Moment M_{Mi} über Statorfrequenz f_1

Aufgabe 7