Aufgabe 1:

In dieser Aufgabe wird der bürstenlose Gleichstrommotor (BLDC) mit der Spannung UAP und dem Strom IAP betrieben. Der BLDC ist starr über eine Welle mit dem Gleichstrommotor (GM) verbunden. Der GM dient hierbei als Last für den BLDC. Der GM fungiert als Generator und wird durch den Antrieb des BLDC in Bewegung versetzt und erzeugt somit eine Spannung UAL, welche dann einen Strom IAL verursacht. Wir wollen diesen Strom IAL messen. Zu beachten ist, dass UAL nur Werte im Bereich [0V bis 24V] annehmen kann.

Vom Hersteller sind für die Belastungsmaschine folgende Daten gegeben:

RAL= 0,4 Ω CE × ΨPML = 0,4 Vs

Aufgabenteil a)

Skizzieren Sie die Leerlaufspannung der Belastungsmaschine in Abhängigkeit von der Drehzahl NP des bürstenlosen Gleichstrommotors im Bereich 0-3000 min-1

Zur Ermittlung der Kennlinie ziehen wir folgende Formel heran:

Ui = CE × Ψ × N (1.1)

Wir ermitteln anhand der Umdrehungen pro min die Anzahl der Umdrehungen pro s.

3000 min-1 = 50 s-1

Wir setzen nun die beiden Drehzahlen in die Formel (1.1) ein. Einmal berechnen wir den Wert, wenn der Motor 0 Umdrehungen pro s macht, sowie ein weiteres Mal, wenn der Motor 50 Umdrehungen pro s macht, (also der maximal geforderten Drehzahl). Da wir in den Berechnungen der beiden Werte nur N ändern ist die Änderung des Ergebnisses proportional, also direkt abhängig von der eingesetzten Drehzahl. Dies bedeutet es handelt sich bei dem zu skizzierenden Graphen um eine Gerade.

Ui [N=0] = 0,4 Vs × 0 = 0

Ui [N=50 s-1] = 0,4 Vs × 50s-1 = 20V

PLOT EINFÜGEN

Aufgabenteil b)

Für die Belastung des BLDC wird an die Ankerklemmen des konventionellen Gleichstrommotors

anstelle einer Spannungsquelle ein veränderlicher Widerstand RL angeschlossen. Welchen

Wert muss dieser Widerstand haben, um bei einer Drehzahl von NP = 2000 min-1 des

BLDC ein Lastmoment von ML = 0,25Nm zu erzeugen?

Zur Ermittlung des Wertes des Widerstands ziehen wir folgende Formel zur Bestimmung des Lastmomentes heran:

ML = CM × ΨPML × IA (1.2)

Da der BLDC starr gekoppelt ist mit dem GM gilt:

Lastmoment (ML) = Inneres Motormoment (MMi)

Aufgrund dieser Erkenntnis gilt:

MMi = ML = CM × Ψ ×IA = CM × ΨPML × = (1.3)

Wir erinnern uns an die vom Hersteller gegebenen Daten der Belastungsmaschine:

RAL= 0,4 Ω CE × ΨPML = 0,4 Vs

Diese werden wir jetzt wieder brauchen.

Formel (1.3) wird umgestellt nach RL. Es ergibt sich also nun folgender Zusammenhang:

RL = (1.4)

Damit wir RL bestimmen können, müssen wir zuerst Ui ermitteln, was wir im Folgenden getan haben.

Ui[N=33,3s-1] = 0,4Vs 33,3s-1 = 13,3V

Zum Schluss dieser Berechnung haben wir eine Einheitenprüfung durchgeführt. Somit ist die erhaltene Einheit plausibel.

Aufgabenteil c)

Bestimmen Sie den Zusammenhang NP(ML) für einen fest vorgegebenen Lastwiderstand RL.

Die Gleichung (1.1) aus Aufgabenteil a) wird im Folgenden mit einbezogen. Wir ersetzen Ui durch diese Formel. Daraus ergibt sich für RL nun folgender Zusammenhang:

RL =

Nach entsprechender Umstellung der Formel ergibt sich für NP die Formel:

NP(ML)

Aufgabe 2:

Wir haben in dieser Aufgabe die Signale der Hallsensoren, sowie die idealisierten Stromverläufe des BLDC im Linkslauf gegeben.

Aufgabenteil a)

Skizzieren Sie die entsprechenden Signale der Hallsensoren und die idealisierten Stromverläufe bei Rechtslauf.

PLOT EINFÜGEN

In unseren Abbildungen (NUMMER) kann man die Hallsensorsignale erkennen, sowie die dazugehörigen Stromverläufe der jeweiligen Wicklungen U,V und W. Sie sind hier im Rechtslauf dargestellt. Wenn man die Motorwelle von vorne betrachtet, dann sieht man, dass sie sich im Rechtslauf befindet (dies bedeutet, er dreht sich im Uhrzeigersinn). Wenn sich der Motor im linkslauf befindet, so dreht dieser sich gegen den Uhrzeigersinn.

Aufgabenteil b)

PLOT EINFÜGEN

In diesem Aufgabenteil sollen nun zu den rechtsläufigen Stromverläufen aus Aufgabenteil a) die entsprechenden binären Ansteuersignale der sechs Transistoren in einem Diagramm dargestellt werden. Ist der Transistor leitend, so entspricht dies einem positiven Ansteuersignal mit dem Wert 1. Wenn der Transistor sperrt, so entspricht dies dem binären Wert 0. (NUMMER)

Die folgende Abbildung zeigt die Ansteuerung der sechs Transistoren für den Stromverlauf.

Aufgabenteil c)

PLOT EINFÜGEN

Für den Linkslauf des BLDCs sollen jetzt die Ansteuersignale geändert werden.

Damit der Motor in den Linkslauf wechselt, müssen jeweils die Steuersignale zweier Transistoren eines Strangs miteinander getauscht werden: SVO + SUU, SVO + SVU und SWO + SWU. Dieser Tausch ist in der folgenden Abbildung nachzuvollziehen.

Aufgabenteil d)

Für den unseren BLDC sind folgende Parameter gegeben:

RAP = 0,8Ω LAP = 1,1 mH

Es soll nun für den Spannungsverlauf UU der Verlauf des Ankerstroms im Strang U skizziert werden. Für die Berechnung nehmen wir an, dass die innere Spannung gleich Null Volt ist.

Für die Berechnung der Zeitkonstante benutzen wir diese Formel:

=

Den maximalen Strangstrom berechnen wir wie folgt:

PLOT EINFÜGEN

Aufgabe 3:

Aufgabenteil a)