

Praktikum Elektrische Antriebe

Versuchsprotokoll zu Versuch 4: BLDC

Name: Benjamin Haid		Studiensemester: 6
Datum: 18.10.2014	Testat:	
Mitarbeiter: Johannes Kopp, Tobias Soldan		



Aufgabe 1

Siehe Skript Elektrische Antriebe Anhang A.2 S.123.

Aufgabe 2

a) In den folgenden Graphiken (siehe Abb. 2.1) sehen Sie die Signale der Hallsensoren (siehe Abb. 2.1) und die idealisierten Stromverläufe (siehe Abb. 2.2).

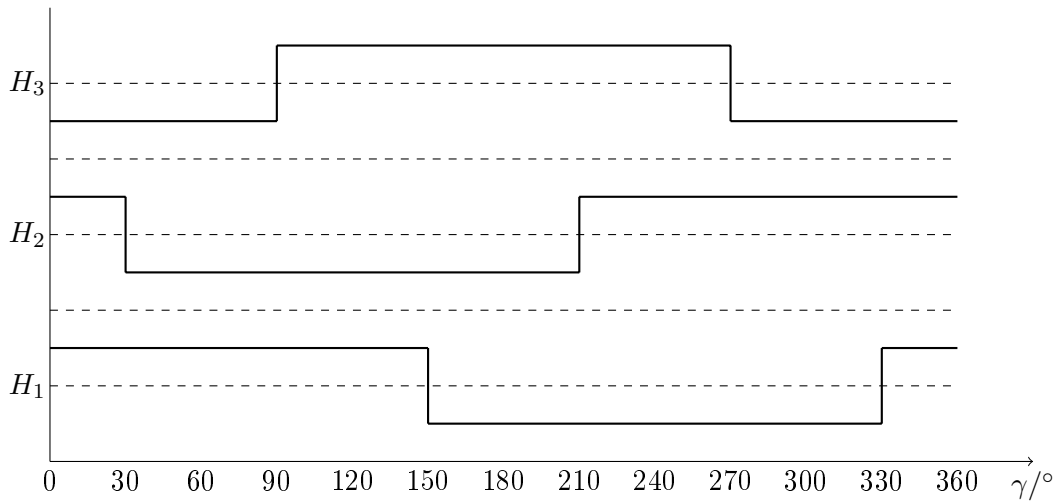


Abbildung 2.1: Signale der Hallsensoren

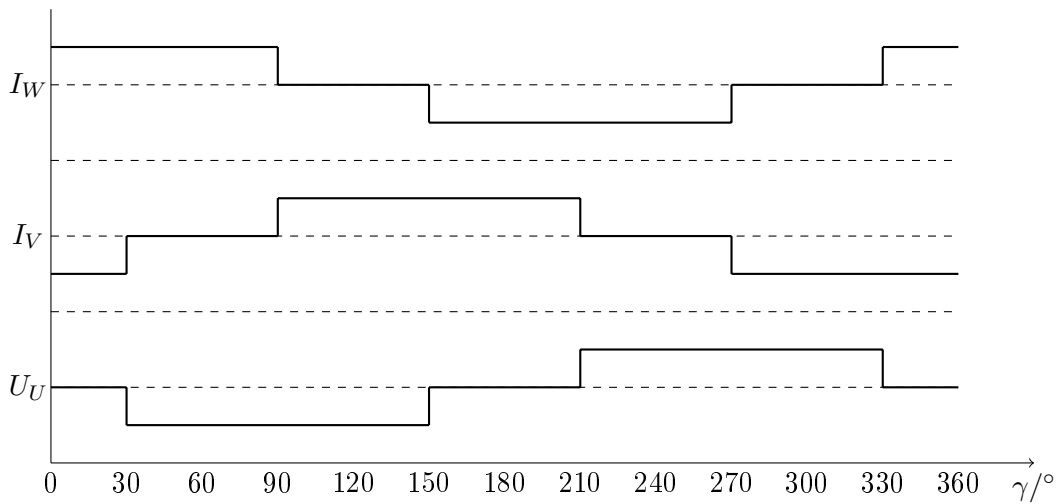


Abbildung 2.2: Idealisierte Stromverläufe

b) In dem folgenden Diagramm (siehe Abb.2.3) werden die Ansteuersignale der sechs Transistoren für den Rechtslauf dargestellt. Der Einfachheit halber werden für W, V und U je Highside leitend als 1, Lowside leitend als -1 und gesperrt als 0 bezeichnet. Somit gleichen die Ansteuersignale dem idealisierten Stromverlauf aus dem Skript elektrische Antriebe S.102, Abb. 8.3.

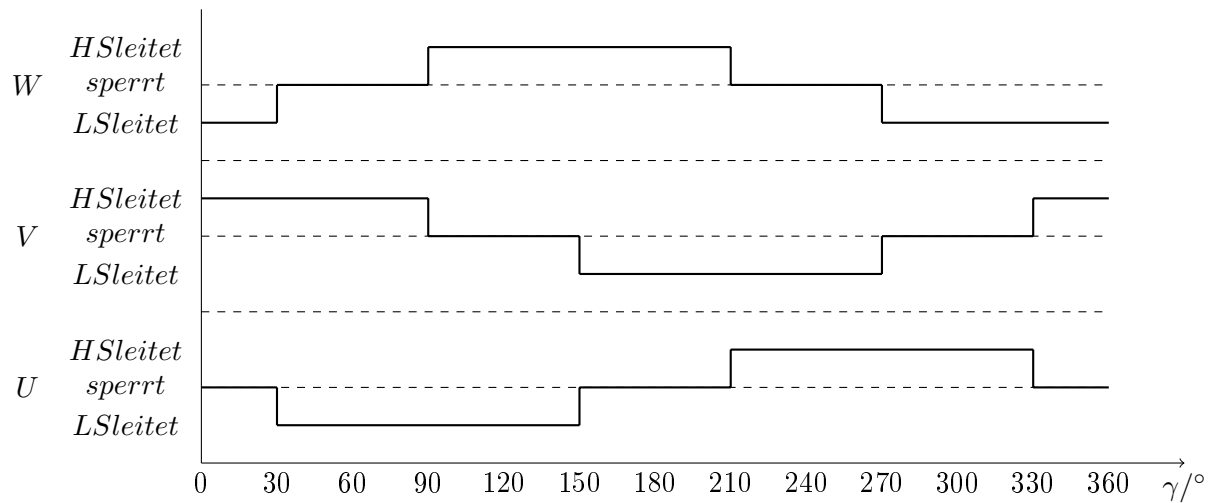


Abbildung 2.3: Ansteuersignale der 6 Transistoren - Rechtslauf

c) Die Ansteuerung der Transistoren entspricht wie in (b) erwähnt dem idealisierten Stromverlauf.

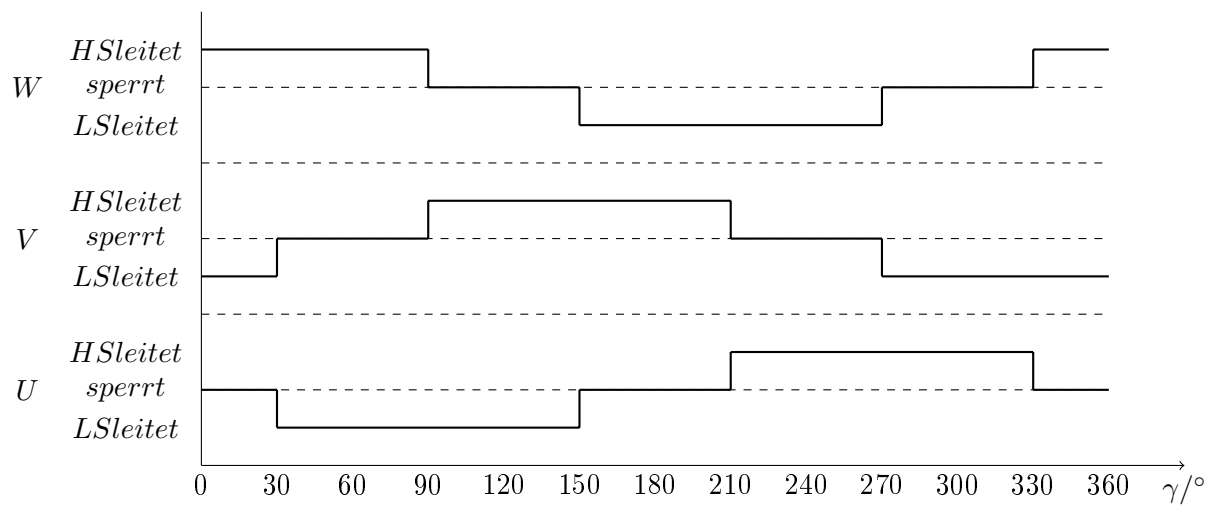


Abbildung 2.4: Ansteuersignale der 6 Transistoren - Linkslauf

d) Wir nutzen die Formel 5.9 aus dem Vorlesungsskript S.41.

$$U_a = R_a I_a(t) + L_a \frac{dI_a(t)}{dt} + U_I \quad (2.1)$$

Da $U_I = 0$ kommen wir zu folgender Formel:

$$I_a(t) = \frac{U_a - L_a \frac{dI_a(t)}{dt}}{R_a} \quad (2.2)$$

Umgeformt ergibt das:

$$\tau \frac{dI_a(t)}{dt} + I_a(t) = \frac{U_a}{R_a} \quad (2.3)$$

Die Lösung der Differentialgleichung ergibt:

$$I_a(t) = \frac{U_a}{R_a} (1 - e^{-\frac{t - 1ms}{\tau}}) \quad (2.4)$$

Für $R_a = 0.8\Omega$ und $L_a = 1.1mH$ und einem Spannungsverlauf, wie im Skript (siehe S.105 Abb. 8.7) dargestellt, ergibt es im Strang U einen Ankerstrom der folgendermaßen verläuft (siehe Abb.2.5):

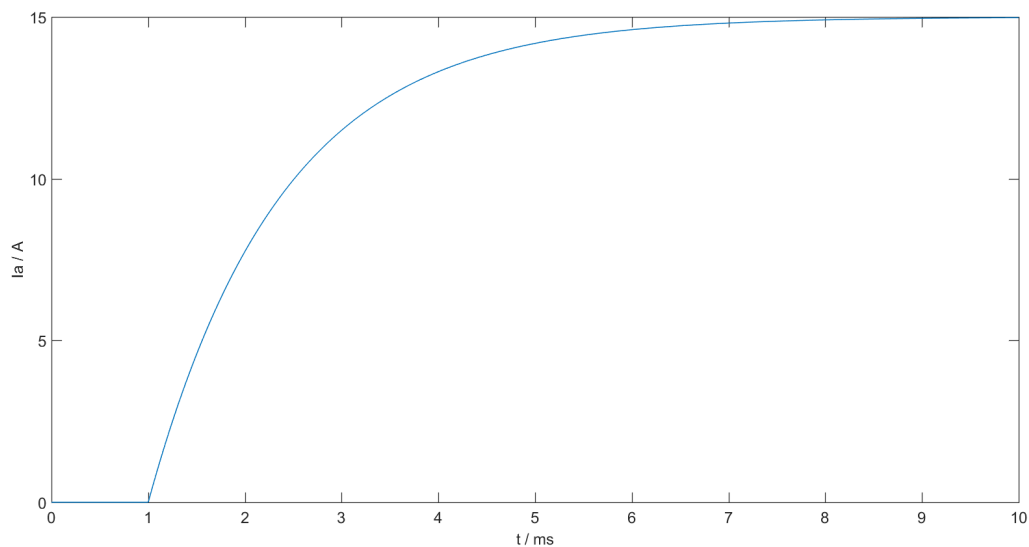


Abbildung 2.5: Verlauf des Ankerstroms

Aufgabe 3

a) Im Signaldiagramm 3.1 wird der Verlauf der Signale der Hallsensoren bei einer Poolpaarzahl 2 dargestellt.

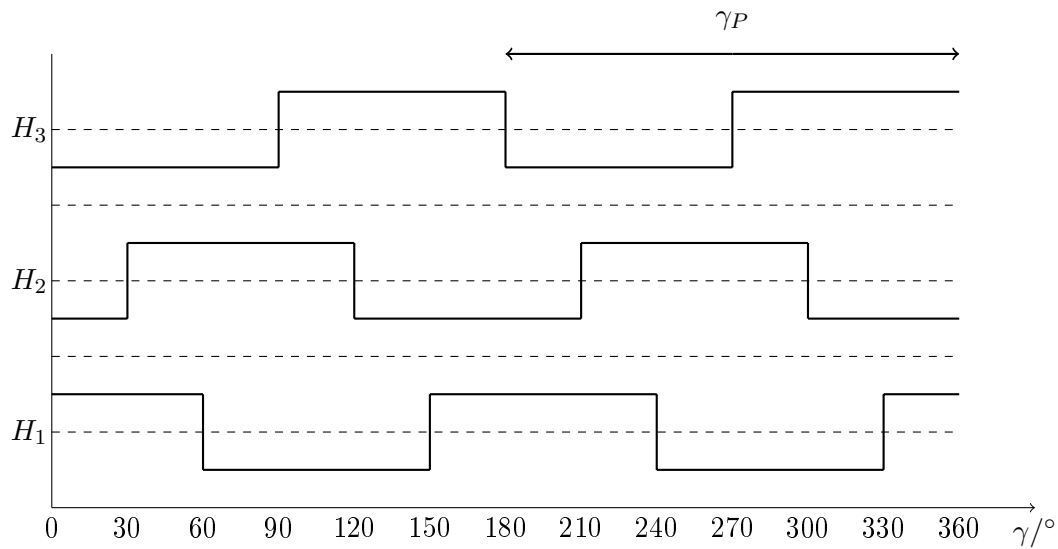


Abbildung 3.1: Signale der Hallsensoren bei $Z_P = 2$

b) Im Signaldiagramm 3.1 steht γ_P steht für eine Periode. Daraus kann die Poolpaarzahl errechnet werden:

$$Z_P = \frac{360^\circ}{\gamma_P} \quad (3.1)$$

Aufgabe 4

a) Im Bereich eines kompletten Phasendurchlaufes, wie die blaue obere Kurve in in Abb. 4.1 zeigt, finden zwei Perioden des Hallsensorsignals statt, dadurch ergibt sich eine Polpaarzahl von zwei. Dies wird durch die Formel 3.1 bestätigt.

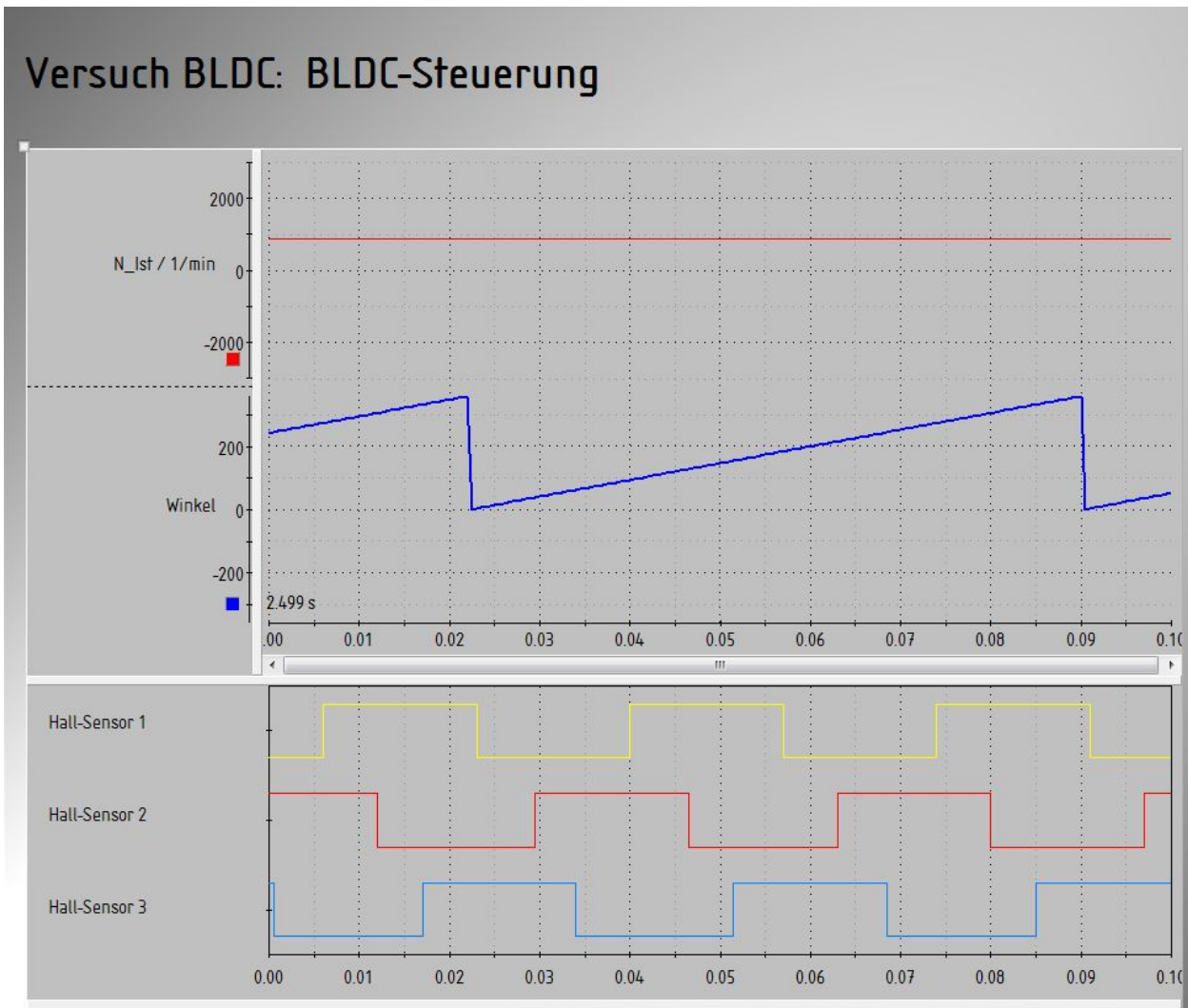


Abbildung 4.1: Aufgenommene Hallsensorsignale

b) Im der folgenden Tabelle (siehe Tab. 4.1) wird der Ansteuerwert für jeden Transistor dargestellt, der für jedes Hallsensorsignal in Frage kommt um eine Drehung zu verursachen.

H_1	H_2	H_3	U_{HS}	U_{LS}	V_{HS}	V_{LS}	W_{HS}	W_{LS}
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	1	0	0	1
0	1	0	1	0	0	1	0	0
0	1	1	1	0	0	0	0	1
1	0	0	0	1	0	0	1	0
1	0	1	0	1	1	0	0	0
1	1	0	0	0	0	1	1	0
1	1	1	0	0	0	0	0	0

Tabelle 4.1: Wertetabelle zur Ansteuerung der Transistoren

c) Die Implementierung erfolgte in Matlab/Simulink.

Aufgabe 5

a) In der Abb.5.1 werden die Drehzahlen des BLDCs, bei den Ankerspannungen von $U_A = 20V$, $U_A = 15V$ und $U_A = 10V$, in Abhängigkeit des zu belastenden Drehmoments gezeigt.

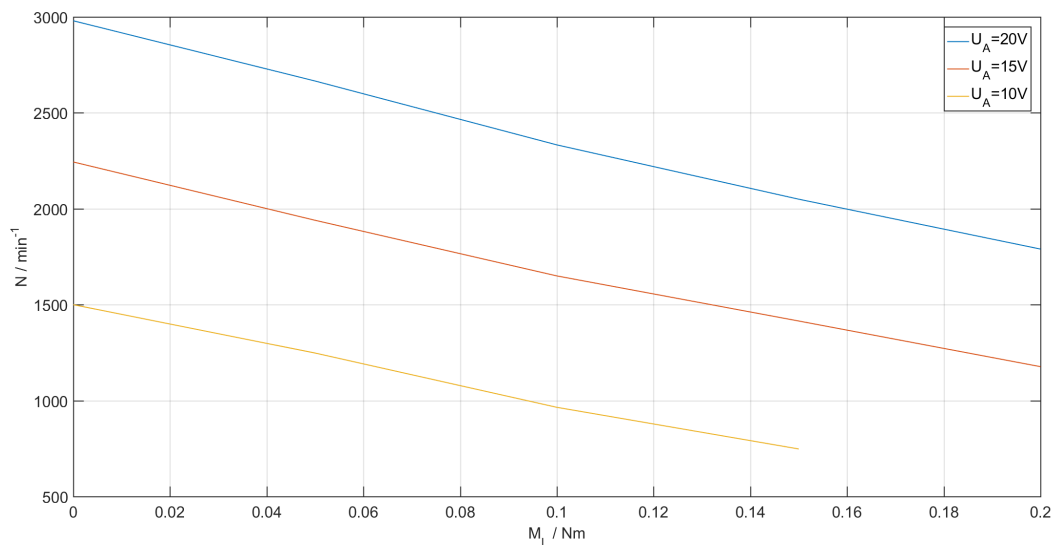


Abbildung 5.1: Drehzahl-Drehmomentkennlinie

b) In Abb. 5.1 erkennt man, dass bei einer Ankerspannung von $10V$ ein Drehmoment von $0.2Nm$ nicht mehr erreicht werden kann. Dies rührt daher, dass der BLDC den DC-Motor antreibt und dieser somit generatorisch wirkt und eine Spannung erzeugt, welche wieder den Strom treibt. Durch den Laststrom-Regler wird nur der Widerstand der Gleichstrommaschine verändert. Bei $10V$ hat der BLDC eine bestimmte Drehzal, somit kann nur eine bestimmte Spannung am Generator erzeugt werden. Wenn der Widerstant minimal ist, dann fließt eben der maximal möglich Strom. Wenn die Drehzal absinkt ab auf $700 \frac{N}{min}$, kann trotz minimalem Widerstand nur ein Strom von ca. $3A$ fließen.

Aufgabe 6

- a) Der Unterschied zwischen dem idealen und dem realen Stromverlauf ist der, dass ideal eine Rechteckform entsteht, real kann der Strom an der Spule, aufgrund des ohmschen Widerstandes, nicht springen, er verläuft näherungsweise nach einer Exponentialfunktion beim Einschalten der Phase. Der Motor besteht aus einer Induktivität und einem Widerstand, diese legen die Zeitkonstante τ fest, mit der die Exponentialfunktion ansteigt. Wenn nun der Strom kommutiert, das heißt der Strom fließt über die jeweils andere Phase, erfährt dieser einen Einbruch, weil in der anderen Wicklung derselbe Effekt auftritt.
- b) Aufgrund dessen, dass das Drehmoment durch den Strom erzeugt wird, bricht es im gleichen Maße ein, wie der Strom.
- c) Da es nicht klug ist, die Induktivität oder den ohmschen Widerstand des Motors zu verändern, um eine geringere Zeitkonstante zu erreichen, kann das Verhalten durch einen Stromregler verbessert werden.