



FREQUENZUMRICHTER – ANTRIEBE **(Spannungs-Frequenz-Steuerung)**

Versuchsaufgabe

Ziel dieses Versuches ist die Aufnahme der U/F- Kennlinie und der M,n Ebene sowie die Beurteilung des dynamischen Verhaltens. Dazu werden Testläufe (Führungsverhalten) sowie das Störverhalten auf Laststöße und der zulässige Stellbereich ermittelt.

Versuchsdurchführung

Die Messungen werden an den bekannten LE-Versuchsständen durchgeführt. Der Aufbau eines Standes besteht aus einer Gleichstrommaschine (GNM) mit Umkehrstromrichter (4Q-SR) und einer Drehstromasynchronmaschine (DAM) mit Frequenzumrichter incl. Rückspeiseeinheit (FU).

Zur oszilloskopischen Darstellung werden die Spannungen potentialfrei über Differentialastköpfe und die Ströme potentialfrei über Meßzangen gemessen.

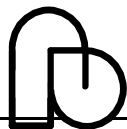
Aufgabenstellung

1. Messungen

1. Messen der Zeitverläufe von Spannungen und Strömen bei Leerlauf und Belastung mit dem Oszilloskop bei verschiedenen Schaltfrequenzen (2 bis 16kHz): u_a , i_a , f_a .
2. Aufnahme der Spannungs-Frequenz-Kennlinien $U_{a,1} = f(f_a)$ im DAM-Leerlauf.
Messen: f_a , $U_{a,1}$, I_{arms} , n .
3. Aufnahme der stationären Belastungskennlinien $n = f(M)$ der mit dem FU gesteuerten DAM in allen 4 Quadranten.
Messen: f_a , I_e , P_e , P_a , n , M .
4. Messung eines Hochlauf-, Reversier- und Bremsvorgangs bei $f_a = 50\text{Hz}$ mit Hilfe eines Speicheroszilloskops: $n = f(t)$, $M = f(t)$, $i_a = f(t)$.
(Führungsverhalten)
5. Erzeugen von Laststößen zur Ermittlung des Stellbereiches
(Störverhalten)

2. Auswertung

- zu 1. Die beobachteten Verläufe sind zu diskutieren. Wie kann der Effektivwert der Grundschwingung von der pulsweitenmodulierten Spannung U_a bestimmt werden?
- zu 2. Grafische Darstellung der Spannungs-Frequenz-Kennlinie $U_{a,1} = f(f_a)$.
- zu 3. Grafische Darstellung der Lastkennlinien $n = f(M)$ im 4Q-Diagramm. Zuordnung der Quadranten und FU-Betriebsart (Wechselrichter – Gleichrichter - Rückspeisung).
Berechnen: P_{mech} , η_{FU} , η_{DAM} , η_{ges} .
- zu 4. Grafische Darstellung des gesamten Schaltvorganges. Ermittlung der Hochlauf-, Reversier- und Bremszeit. Zuordnung der Quadranten und FU-Betriebsarten.
- zu 5. Ermittlung des Stellbereichs :



Versuchsdatum:

Bearbeiter:

Daten des Frequenzumrichters

Lenze Umrichter 9325 mit Versorgungs- und Rückspeisemodul 9341

$P_N = 5,5\text{kW}$; $S_N = 8,3\text{kVA}$; $I_a = 12\text{A}$; $I_e = 13\text{A}$; $P_{DC} = 7,2\text{kW}$; $I_{DC} = 13\text{A}$; $P_V = 210\text{W} + 100\text{W}$ (bei 13A)

Daten der Drehstromasynchronmaschine

Lenze DF 112 M4

220/380V; 15,6/9,0A; 50Hz; 4,0kW; 1420min⁻¹; cosφ 0,82

1. Inbetriebnahme und oszilloskopische Beobachtungen bei $f_{\text{chop}} = 2, 4, 8, 16\text{ kHz}$ (C18).

Vergleichen Sie die eingestellten Parameter des Umrichters mit den Vorgabewerten aus dem Programm GDC (Datei: LE5.GDC) mit Hilfe des über CAN-Systembus angeschlossenen Notebooks.

2. Spannungs-Frequenz-Kennlinie $U_a = f(f_a)$ im Leerlauf.

Einstellung am FU9325: C06: U/f Kennliniensteuerung, C16: $U_{\text{min}}(\text{Boost}) = 0\%$, C18: 16kHz

U = Strangwerte ! GNM ausschalten.

Diagramm: $U_{a,1} = f(f_a)$ zeichnen !

f_a / Hz	n / min^{-1}	$U_{a,1} / \text{V}$
5		
10		
20		
30		
40		
50		
60		
70		

Erläutern Sie die sogenannte „Feldschwächung“.

Warum geht der Leerlaufstrom $I_{a,1}$ im „Feldschwächbereich“ zurück ?

3. Stationäre Belastungskennlinien $n = f(M)$.Achtung ! Bei Drehmomentanzeige Vorzeichen vertauschen. $\rightarrow M_{DAM} = - M_{GNM}$ $P_{v,FU} = 310W$ bei $I_a = 13 A$ (aus FU-Datenblatt)

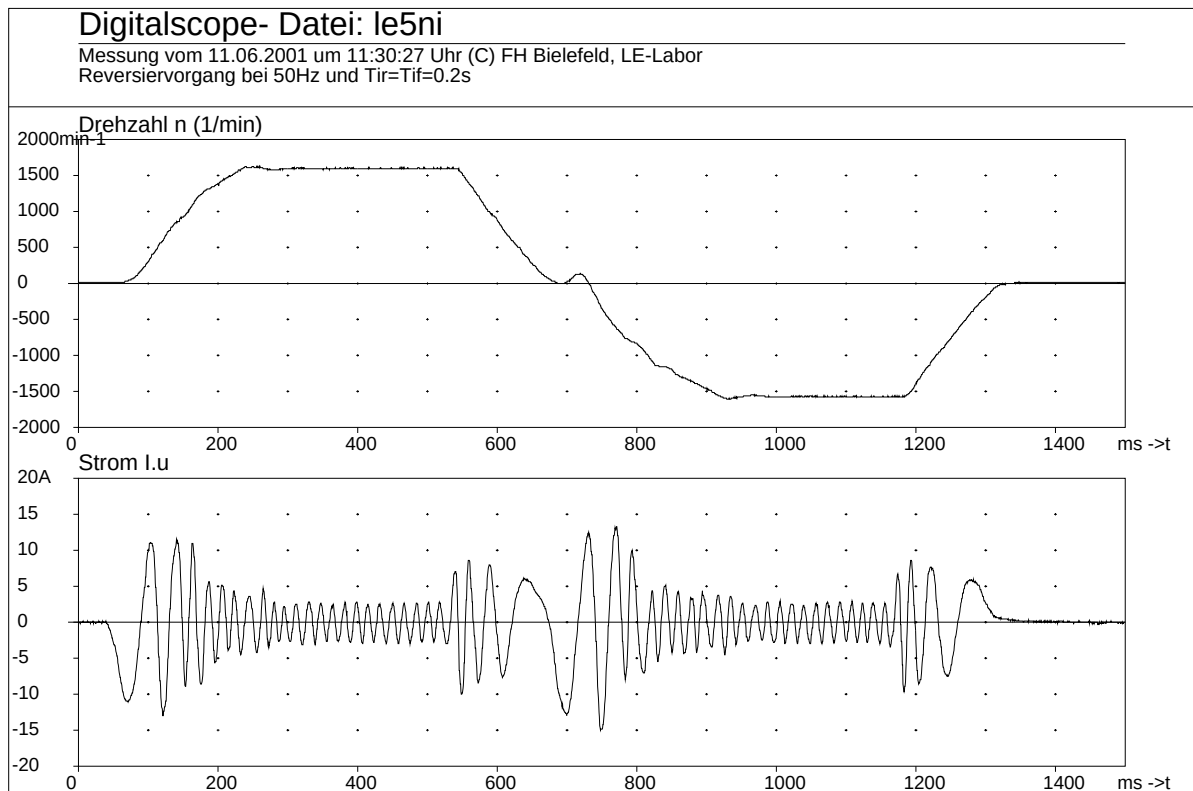
f_a / Hz	Drehr.	I_e / A	P_e / kW	$U_{a,1} / V$	$I_{a,1} / A$	P_a / kW	n / min^{-1}	M_{DAM} / Nm	P_{mech} / kW	$\eta_{FU} / \%$	$\eta_{DAM} / \%$	$\eta_{ges} / \%$
50	Rechts							0				
50	Rechts							+27				
50	Rechts							-27				
25	Rechts							0				
25	Rechts							+27				
25	Rechts							-27				
25	links (-)						-	0				
25	links (-)						-	-27				
25	Links (-)						-	+27				
50	Links (-)						-	0				
50	Links (-)						-	-27				
50	Links (-)						-	+27				

Diagramm: $n = f(M_a) !$ Formeln: $P_{mech} = M_{DAM} \Omega$; $\eta_{FU,Mot} = \frac{P_a}{P_e}$; $\eta_{FU,Gen} = \frac{P_e}{P_a}$; $\eta_{DAM,Mot} = \frac{P_{mech}}{P_a}$; $\eta_{DAM,Gen} = \frac{P_a}{P_{mech}}$; $\eta_{ges} = \eta_{FU} \eta_{DAM}$

4. Dynamik des Frequenzumrichter-Antriebs

Messung an 4,0 kW-Maschine mit Frequenzumrichter bei $f_a = 50$ Hz.

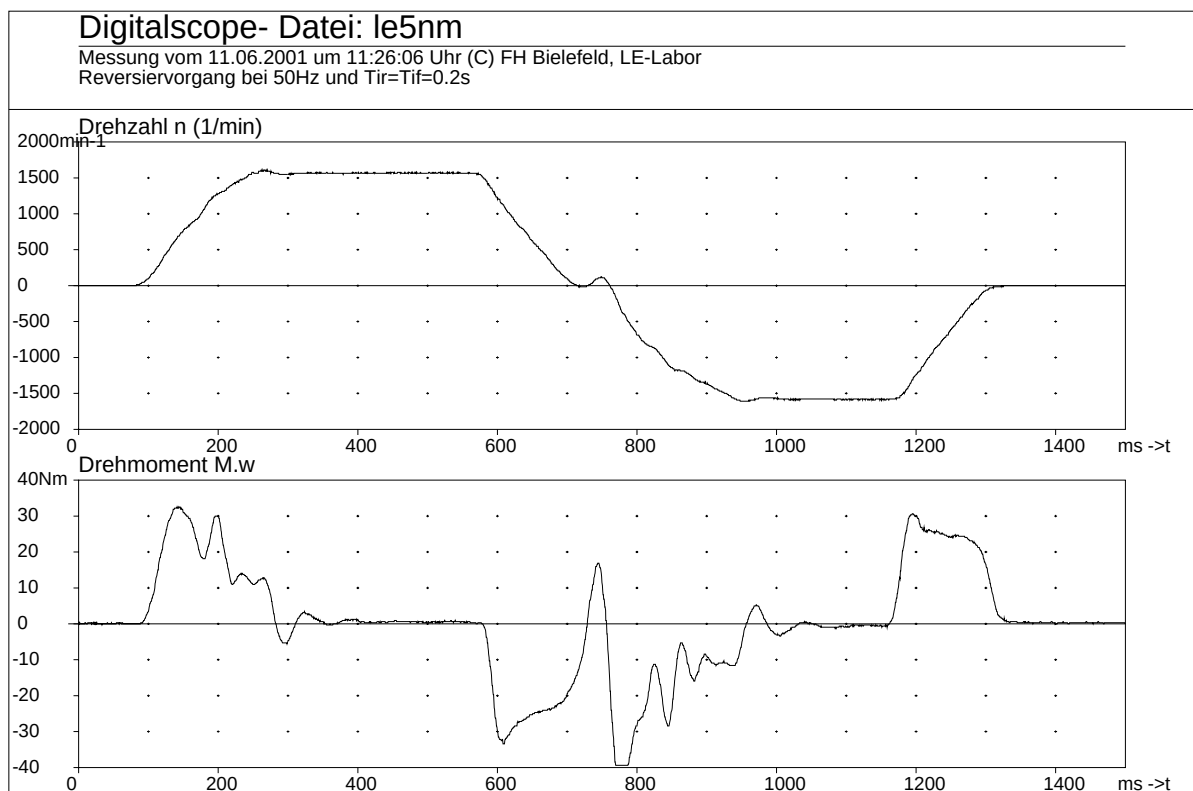
Am FU eingestellte Hoch- und Ablaufzeit: $T_{ir} = T_{if} = 0,2$ s. (Parameter-Satz 1: $C12 = C13 = 0,2$ s)



Hochlaufzeit: $t_{Anlauf} = \dots\dots\dots$ s

Reversierzeit: $t_{Revers} = \dots\dots\dots$ s

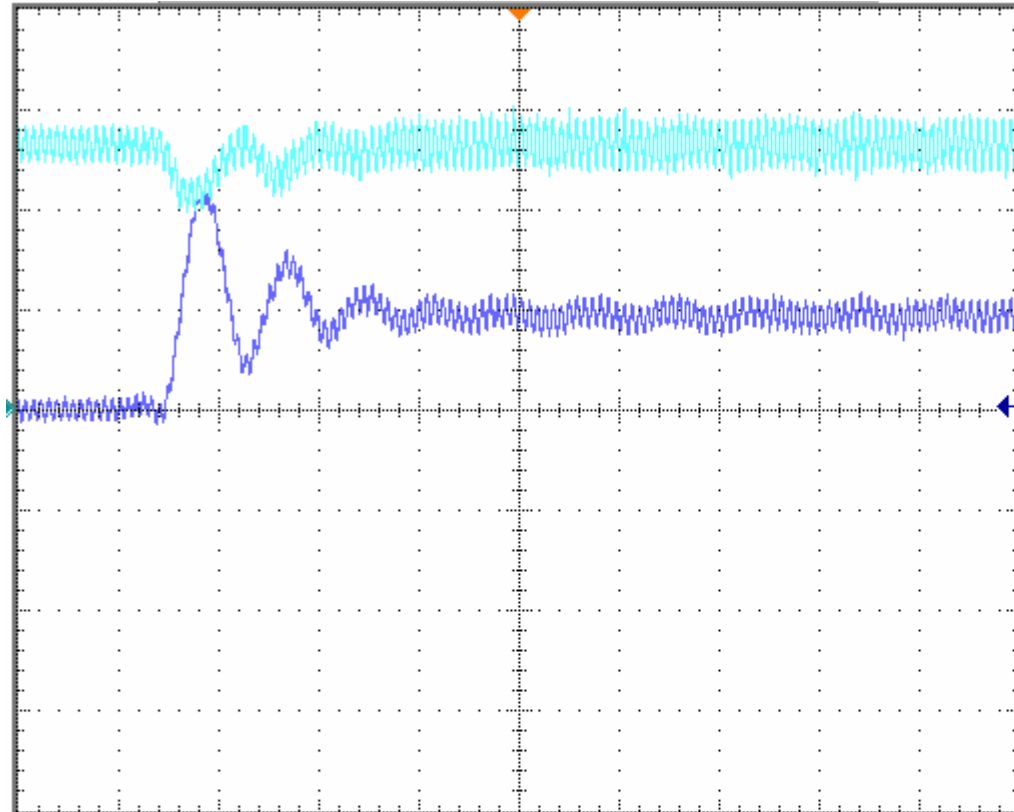
Bremszeit: $t_{Brems} = \dots\dots\dots$ s



4. Dynamik des Frequenzumrichter-Antriebs**4. Störungsverhalten**

Es wird ein Laststoß auf den Antrieb gegeben, welchen der Regler ausregeln muss. Ein Maß für die Dynamik eines Antriebes ist der Stellbereich. Als Stellbereich bezeichnet man das Verhältnis aus Nenndrehzahl und minimaler Drehzahl, bei welcher der Antrieb die Solldrehzahl noch halten kann.

Stellbereich = $n_{\min} : n_{\text{nenn}} = \dots : \dots$





FREQUENZUMRICHTER – ANTRIEBE

Testfragen

1. Erläutern Sie Aufbau und Funktionsweise eines frequenzumrichter gespeisten Drehstromantriebs.
2. Skizzieren Sie die Strom- und Spannungsverläufe in Frequenzumrichtern.
3. Wodurch kann der Grundswingungsgehalt in Strom und Spannung erhöht werden?
4. Geben Sie die Drehzahl-Drehmomenten Kennlinie von frequenzumrichter gespeisten Drehstromasynchronantrieben an.
5. Wie arbeitet der Frequenzumrichter in den einzelnen Quadranten ?
6. Durch welche Spannungs-Frequenz-Kennlinie kann der Hauptfluß in Asynchronmaschinen konstant gehalten werden ?
7. Welchen Nachteil hat die Frequenzsteuerung von Drehstromasynchronantrieben ?
8. Warum werden bei Standardumrichtern Bremschopper eingesetzt ?
9. Erläutern Sie die Funktionsweise der Energierückspeisung.
10. Nennen Sie die Einsatzgebiete für Frequenzumrichter-Antriebe.
11. Welche Vorteile bieten Drehstromantriebe in Elektrofahrzeugen ?

Literatur

- [1] Hofer, K.: Moderne Leistungselektronik und Antriebe. VDE-Verlag, Berlin & Offenbach, 1995.
- [2] Hofer, K.: Lineare Drehstromantriebe für Fahrzeuge. VDE-Verlag, Offenbach 1993.
- [3] Heumann, K.: Grundlagen der Leistungselektronik. Teubner-Verlag, Stuttgart, 1989.

Blockschaltbild eines Frequenzumrichterantriebs

