

EAT FS 2019

# Labor Synchronmaschine

Testat Laborbericht

Dozent: Prof. Dr. Adrian Omlin

Abgabe: 21. Dezember 2018

Autoren: Andy Fischer / Pascal Steck / Theo Zwahlen

## **Einführung**

Im Rahmen des Moduls Leistungselektronik und elektrische Antriebssysteme (EAT) stehen mehrere Labortage zur Verfügung um das theoretische Wissen zu festigen und ein praktisches Verständnis zu erhalten. Unterschiedliche Aufgabenstellungen zu verschiedenen Themen aus dem Unterricht können dazu genutzt werden. Zu einer der Aufgabenstellungen soll ein Laborbericht verfasst werden.

Dieses Dokument setzt sich mit der Synchronmaschine auseinander und fasst den Schaltungsaufbau, die Messresultate und die Erkenntnisse daraus zusammen.

Insbesondere wird das Verhalten der SM am Netz als Generator und Motor, sowie als Generator im Inselbetrieb untersucht.

## **Zusammenfassung**

blablabalabalaall de Andy hed alles eleige gmacht blablablablabal ond hed en riese Penis blablanal

## Versuche

### Laboreinrichtung

hier Foto von Versuchsaufbau allgemein, mit den drei Maschinen

### Maschinensatz

| <i>Bez.</i>         | $P_{Nenn}$ | $p$ | $f$   | <i>Spannung <math>\Delta</math> / Y</i> | $n_{Nenn}$           |
|---------------------|------------|-----|-------|---|----------------------|
| Synchronmaschine    | 8.7 kW     | 2   | 50 Hz | 220/380 V                               | 1500 $\frac{1}{min}$ |
| Gleichstrommaschine | 8.5 kW     | -   | -     | 220 VDC                                 | 1500 $\frac{1}{min}$ |
| Schleifring ASM     | 10 kW      | 2   | 50 Hz | 230/400 V                               | 1420 $\frac{1}{min}$ |

### Messeinrichtungen

| <b>Bezeichnung</b>                      | <b>Nr</b> |
|---|-----------|
| Messtrennverstärker 1                   | xxx       |
| Messtrennverstärker 2                   | xxx       |
| Amperezange                             | xxx       |
| Oszilloskop                             | xxx       |
| Multimeter                              | xxx       |
| Drehzahl-und Drehmomentmessung          | -         |
| Polradwinkel-Messgerät                  | -         |
| Dreiphasiges Leistungsmessgerät PM 3000 | -         |
| Wattmeter                               | -         |

### Speisungen und Belastungen

| <b>Bezeichnung</b> | <b>Anwendungszweck</b> |
|--------------------|------------------------|
| Chopper            | zur Erregung der SM    |
| Kastenwiderstand   | Belastung ohmsch       |
| Variac Einrichtung | Belastung reaktiv      |

## Inbetriebsetzung

Als erstes sollen die Gleichstrommaschine sowie die ASM in Betrieb genommen werden und für die folgenden Messungen eingestellt werden.

### Gleichstrommaschine

Die GM wird so eingestellt, dass sie beim Einschalten auf eine Drehzahl von  $1500 \frac{1}{min}$  hochfährt. Dies entspricht gerade der Nenndrehzahl der SM.

### ASM

Die Asynchronmaschine wird im späteren Verlauf als Dämpfung für den SM genutzt. Da es sich um eine Schleifringläufer ASM handelt, kann über den Rotorkreis ein Widerstand zugeschalten werden. Dieser begrenzt den Anlaufstrom. Nach dem Hochfahren werden die Schleifringe kurzgeschlossen und die ASM kann als Kurzschlussläufer betrachtet werden.

## Maschinenkennwerte

In diesem Abschnitt werden die charakteristischen Kennwerte der SM ermittelt.

### Leerlaufkennlinie

Mit der Leerlaufkennlinie wird der Zusammenhang der induzierten Phasenspannung (Effektivwert) in Abhängigkeit des Erregerstroms dargestellt. Für diesen Versuch muss die SM mit der Gleichstrommaschine bei Nenndrehzahl gehalten werden ( $1500 \frac{1}{min}$ ). Da die SM unbelastet ist, fließt kein Strom  $I_1$  durch die Statorwicklung,  $\Delta U$  beträgt 0 und die Polradspannung (induzierte Spannung) entspricht der Phasenspannung  $U_1$  resp.  $U_{ph}$ .

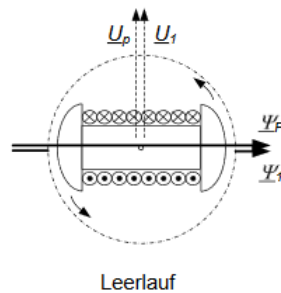


Abbildung 1 – Leerlaufbetrieb <sup>1</sup>

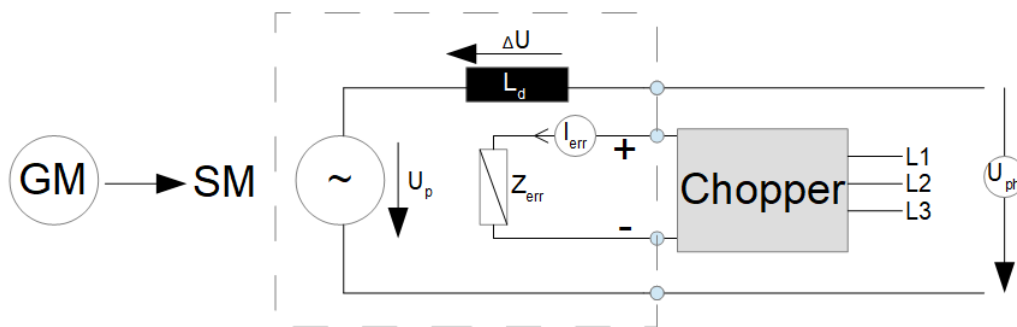
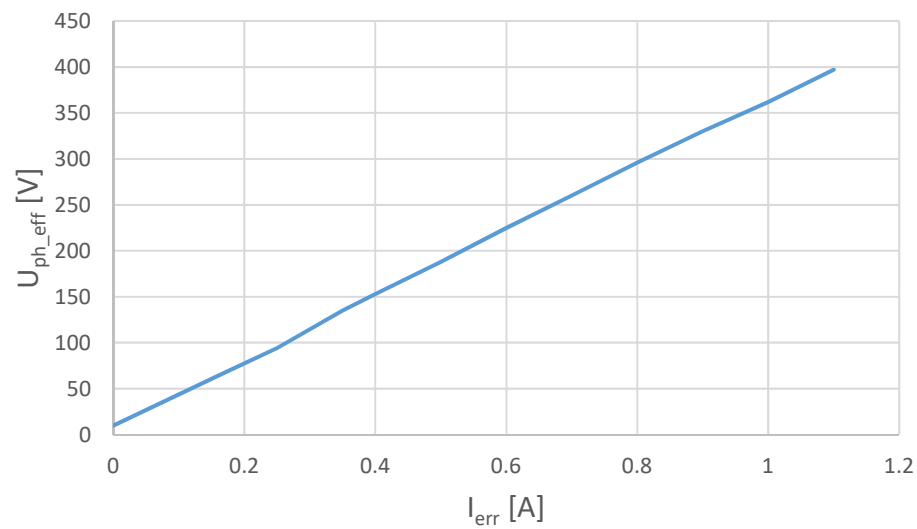


Abbildung 2 – Schaltungsaufbau im VZS

<sup>1</sup>Aus dem Skript 'Leistungselektronik und elektrische Antriebe' Kapitel 'Drehfeldmaschinen'



**Abbildung 3** – Phasenspannung in Abhängigkeit des Erregerstroms

Der Grafik ist zu entnehmen, dass die Phasenspannung durch das Erhöhen des Erregerstroms linear zunimmt. Die Kennlinie entspricht der Magnetisierungskennlinie der Synchronmaschine.

**Verwendete Messwerkzeuge:** Multimeter ( $I_{err}$ ), Oszilloskop und Messtrennverstärker  $1(U_{ph})$

## Kurzschlusskennlinie

Im Kurzschlussfall ( $U_1 = 0V$ ) fällt die induzierte Spannung  $U_p$  über der Statorwicklung  $\Delta U$  ab. Abhängig vom Erregerstrom verändert sich die induzierte Spannung und somit auch der Phasenstrom  $I_1$  resp.  $I_{ph}$ . Mit der Kurzschlusskennlinie soll dieser Zusammenhang grafisch dargestellt werden. Auch in diesem Aufbau wird die SM mit der Gleichstrommaschine bei der Nenndrehzahl betrieben.

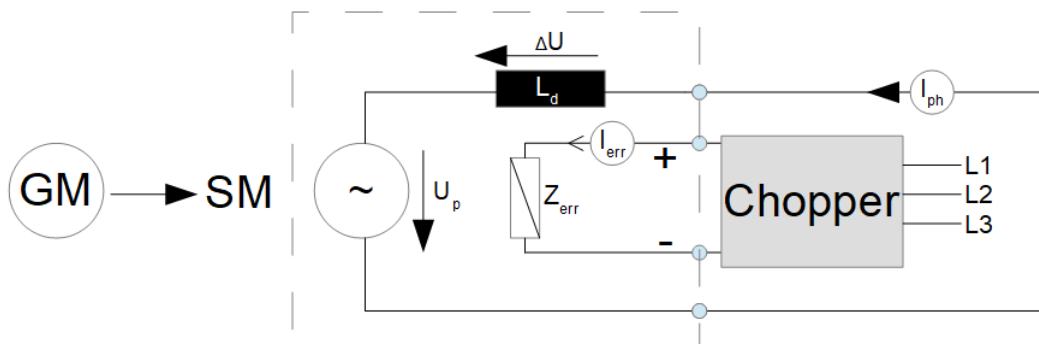
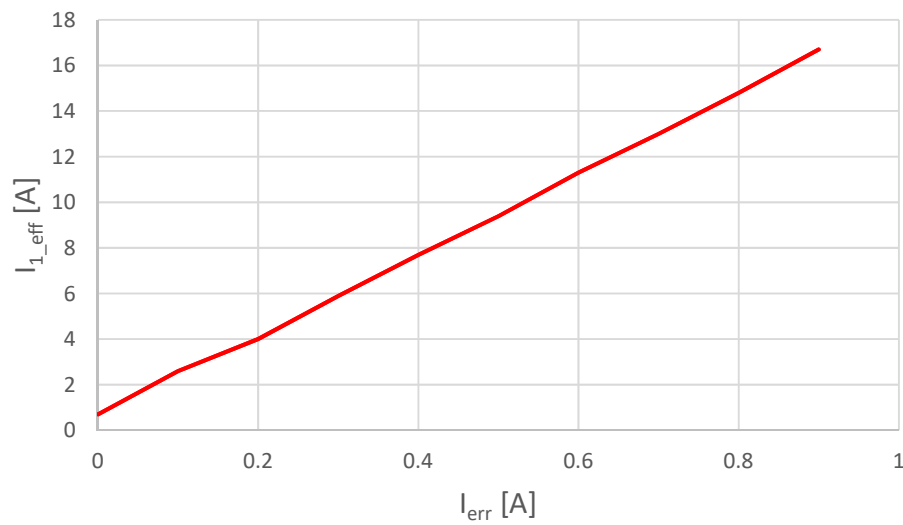


Abbildung 4 – Schaltungsaufbau im VZS



Abbildung 5 – Zeigferdiagramm im VZS



**Abbildung 6** – Phasenstrom in Abhängigkeit des Erregerstroms

Auch die Kurzschlusskennlinie verhält sich linear. Der Effektivwert des Phasenstroms nimmt proportional zum Erregerstrom zu.

**Verwendete Messwerkzeuge:** Multimeter ( $I_{err}$ ), Oszilloskop und Amperezange ( $I_{ph}$ )



**Längsreaktanz  $X_d$** 

Anhand der Messresultat vom Leerlauf-resp. Kurzschlussversuch lässt sich die Längsreaktanz  $X_d$  berechnen. Da die SM mit der Nenndrehzahl betrieben wurde, dreht sich der Rotor mit der selben Winkelgeschwindigkeit wie das Statordrehfeld. In diesem Betriebsfall kann entsprechend nur die Längsreaktanz bestimmt werden.

Es gilt:

$$\underline{\Delta U} = j \cdot X_d \cdot \underline{I_1}$$

resp:

$$X_d = \frac{\underline{\Delta U}}{j \cdot \underline{I_1}} = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L_d$$

Im Leerlauffall gilt unter Vernachlässigung des Wicklungswiderstands vom Stator

$$\Delta U = \underline{U_1}.$$

Der Phasenstrom  $I_1$  kann, bei selbem Erregerstrom, der Kennlinie beim

Kurzschlussversuch entnommen werden. Für einen Erregerstrom von 0.4A ergibt sich:

- $\underline{U_{ph_{eff}}} = \Delta U = 150 \text{ V}$
- $\underline{I_{1_{eff}}} = 8 \text{ A}$

und somit:

$$\underline{\underline{L_d}} = \frac{150V}{j \cdot 8A \cdot 2 \cdot \pi \cdot 50Hz} = \underline{\underline{59.7mH}}$$

# Schluss teil

## Fazit