

Diplomarbeit

Umbau eines Elektromotorprüfstandes und Verbesserung der Messsoft- und Hardware

Höhere Technische Bundeslehr- und Versuchsanstalt
Anichstraße 26-28, 6020 Innsbruck

Abteilung Wirtschaftsingenieurwesen

Ausbildungsschwerpunkt Betriebsinformatik

Ausgeführt im Schuljahr 2016/17 von:

Mahlknecht Lukas

5AHWII

Katalog-Nr. 10

Schöffmann Manuel

5AHWII

Katalog-Nr. 20

Betreuer:

Prof. Dipl.-Ing. Christian Fischer

Innsbruck, am 03.04.2017

Eidesstattliche Erklärung

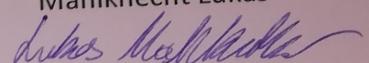
Ich erkläre hiermit an Eides statt durch meine eigenhändige Unterschrift, dass ich die vorliegende Diplomarbeit selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet habe. Alle Stellen, die wörtlich oder inhaltlich den angegebenen Quellen entnommen wurden, sind als solche kenntlich gemacht.

Die vorliegende Arbeit wurde bisher in gleicher oder ähnlicher Form noch nicht als Diplomarbeit eingereicht.

Verfasser/Verfasserinnen:

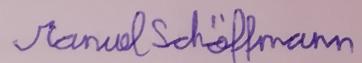
Innsbruck, am 03.04.2017

Mahlknecht Lukas



Unterschrift:

Schöffmann Manuel



Unterschrift:

Danksagung

An dieser Stelle möchten wir uns bei allen bedanken, die uns während der gesamten Diplomarbeit unterstützt und motiviert haben.

Als erstes gebührt unser Dank **Herrn Prof. Dipl.-Ing. Christian Fischer**, der unsere Diplomarbeit betreut und während der gesamten Zeit durch viele hilfreiche Anregungen und konstruktiver Kritik tatkräftig unterstützt hat. Zusätzlich wollen wir uns für die Bereitstellung vieler technischer Komponenten bedanken.

Ebenfalls möchten wir uns bei **Herrn Mag. Dr. Martin Huber** bedanken, der uns bei diversen elektronischen und messtechnischen Problemen Beistand geleistet hat.

Ein besonderer Dank gilt **Herrn. Ing. BEd. Klaus Ruetz**, der uns während der gesamten mechanischen Fertigungszeit beraten und unterstützt hat.

Bedanken möchten wir uns natürlich auch bei **allen anderen Professoren und Fachlehrern**, die uns immer bei Fragen oder Problemen zur Seite standen.

Abschließend möchten wir uns bei **unseren Eltern** für den emotionalen Rückhalt und die motivierenden Worte während der gesamten Diplomarbeit bedanken, denn ohne deren Zutun würde diese Diplomarbeit nicht in dieser Art und Weise vorliegen.

Kurzfassung

Es soll ein bereits vorhandener Prüfstand verbessert, umgebaut und überarbeitet werden. Bei dem Prüfstand handelt es sich um einen Kleinelektromotorenprüfstand, welcher Leistung und Wirkungsgrad, über Parameter wie Spannung, Stromstärke, Drehzahl und Drehmoment bestimmt.

Mechanisch soll die Bremswirkung durch eine neue Bremse verbessert und Schutzmaßnahmen für den Benutzer konzipiert werden.

Die Messung erfolgt über einen Computer, der direkt mit dem Prüfstand verbunden ist. Dabei ist es besonders wichtig, dass die Messmethoden flexibel für verschiedene Prüfmotoren einsetzbar sind und die Messung ein nachvollziehbares Ergebnis in Form von Diagrammen ergibt.

Der Prüfstand soll für die Schule in verschiedenen Unterrichtseinheiten, wie Laborunterricht, Werkstatt oder Automatisierungstechnik nutzbar sein.

Abstract

An already existing electric engine test stand should be improved and remodelled. The test stand is used to measure power output and efficiency via different parameters like voltage, current, revolution and torque.

A new brake and some user safeguarding should be constructed and manufactured.

The measurement works with a PC which is directly connected to the test stand. The most important fact is that the methods used to measure ought to be flexible for other types of electric engines. On the PC a documented result of the measurement should be saved to draw a representative graphs.

The test stand should be usable in a versatile manner of various educational purposes like laboratory and workshop or automation technology classes.

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|--------|---|----|
| 1. | Allgemeines | 9 |
| 1.1. | Einleitung | 9 |
| 1.2. | Ideenfindung..... | 10 |
| 1.3. | Ausgangslage | 10 |
| 1.4. | Ziel..... | 11 |
| 2. | Physikalische Größen..... | 12 |
| 2.1. | Stromstärke (I) | 12 |
| 2.2. | Spannung (U) | 12 |
| 2.3. | Drehzahl (n)..... | 13 |
| 2.4. | Winkelgeschwindigkeit (ω)..... | 13 |
| 2.5. | Drehmoment (M)..... | 13 |
| 2.6. | Leistung (P) | 14 |
| 2.6.1. | Mechanische Leistung..... | 14 |
| 2.6.2. | Elektrische Leistung..... | 14 |
| 2.7. | Wirkungsgrad (η) | 15 |
| 3. | Vorstudie | 16 |
| 3.1. | Elektromotor..... | 16 |
| 3.2. | Bremse | 16 |
| 3.2.1. | Scheibenbremse..... | 17 |
| 3.2.2. | Wirbelstrombremse | 18 |
| 3.2.3. | Hysteresebremse | 19 |
| 3.2.4. | Entscheidung Bremswahl..... | 20 |
| 3.3. | Magnete..... | 20 |
| 3.3.1. | Dauermagnete | 20 |
| 3.3.2. | Elektromagnete | 20 |
| 3.3.3. | Entscheidung Magnetwahl..... | 21 |
| 3.4. | Messwerkzeuge | 22 |
| 3.4.1. | myDAQ | 22 |
| 3.4.2. | Strommesszange/Zangenamperemeter | 23 |
| 3.4.3. | Arduino..... | 24 |
| 3.5. | LabVIEW | 25 |

| | | |
|--------|-------------------------------------|----|
| 4. | Mechanische Adaption | 26 |
| 4.1. | Bremse | 26 |
| 4.1.1. | Rotor | 26 |
| 4.1.2. | Stator | 27 |
| 4.2. | Anschlag | 27 |
| 4.3. | Schutz | 28 |
| 4.4. | Sonstiges | 29 |
| 5. | Konstruktion | 34 |
| 6. | Fertigung | 34 |
| 6.1. | Stator | 34 |
| 6.1.1. | Grundteil | 37 |
| 6.1.2. | Nuten | 38 |
| 6.1.3. | Bohrungen | 39 |
| 6.1.4. | Magnete | 40 |
| 6.2. | Rotor | 44 |
| 6.3. | Anschlag | 46 |
| 6.4. | Schutz | 48 |
| 7. | Messprinzipien und Messaufbau | 49 |
| 7.1. | Spannungsmessung | 50 |
| 7.2. | Strommessung | 52 |
| 7.3. | Drehmomentmessung | 53 |
| 7.4. | Drehzahlmessung | 54 |
| 7.4.1. | Drehzahlsensor | 54 |
| 7.4.2. | Messung über Arduino | 55 |
| 7.4.3. | Messung über myDAQ | 56 |
| 7.5. | Spindelvorschub | 57 |
| 7.6. | Gesamter Messaufbau | 58 |
| 8. | Software | 58 |
| 8.1. | LabVIEW | 58 |
| 8.1.1. | Blockdiagramm | 58 |
| 8.1.2. | Frontpanel | 61 |
| 8.2. | Messanleitung | 62 |

| | | |
|--------|------------------------------------|----|
| 8.2.1. | Vorbereitung | 62 |
| 8.2.2. | Einstellung der Software | 63 |
| 8.2.3. | Start der Messung | 64 |
| 9. | Interpretation der Messdaten | 65 |
| 9.1. | Fazit | 66 |
| 10. | Zusammenfassung | 67 |
| 11. | Abbildungsverzeichnis | 69 |
| 12. | Literaturverzeichnis | 71 |
| 13. | Stundenprotokoll | 73 |

1. Allgemeines

1.1. Einleitung

Elektromotoren werden heute immer mehr und vielseitiger eingesetzt. In beinahe allen Lebensbereichen können sie eingesetzt werden indem sie elektrische Energie in Bewegung umwandeln. Die Verbreitung der elektrischen Antriebe nimmt immer weiter zu, da fossile Brennstoffe immer knapper werden und Strom zu den regenerativen Energien zählt.

Elektromotoren sind klein in der Bauweise und verursachen keinen Schadstoffausstoß. Diese Eigenschaften machen sie perfekt für die Verwendung in geschlossenen Räumen oder Betriebshallen. Obwohl Elektromotoren so klein gebaut werden können, erreichen sie sehr gute Wirkungsgrade im Vergleich zu Verbrennungsmotoren. Auch in Kleingeräten im Haushalt kommen hauptsächlich Elektromotoren zum Einsatz.

Angaben die durch Vertreiber zu den einzelnen Motoren gemacht werden stimmen häufig nicht mit der Realität überein. Um diese Werte zu überprüfen haben wir uns entschlossen uns mit dem Kleinelektromotorprüfstand zu befassen.

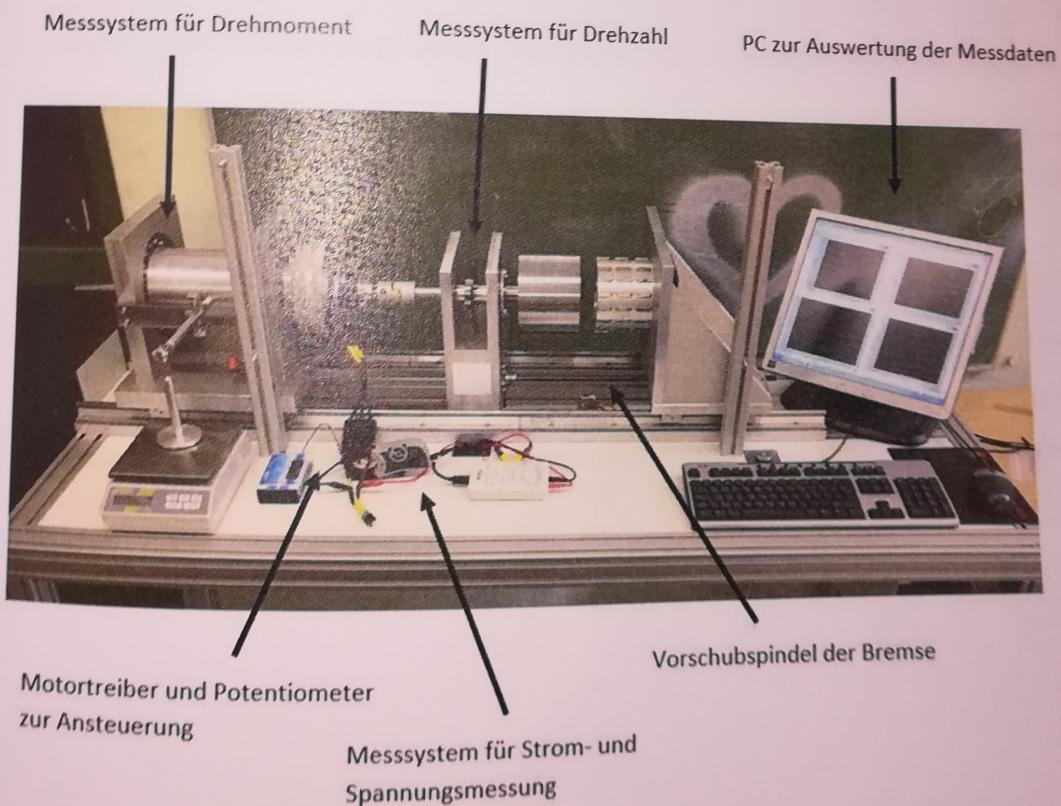


Abbildung 1: Erläuterung der Prüfstandkomponenten

1.2. Ideenfindung

Um ein möglichst breites Spektrum unseres Wissens in der Diplomarbeit zu realisieren, haben wir uns dafür entschieden nicht nur die erlernte Theorie anzuwenden, sondern auch praktisch etwas zu fertigen. Herr DI Prof. Fischer hatte uns auf die Idee gebracht, uns mit dem bereits vorhandenen Elektromotorprüfstand zu befassen. Es haben sich die Verbesserung der Messmethoden und das Programmieren des Arduino sowie die Konstruktion neuer Komponenten für diesen Prüfstand als Diplomarbeitsprojekt angeboten.

1.3. Ausgangslage

Als Ausgangsprojekt für unsere Diplomarbeit dient, der zuvor von der Maschinenbauabteilung konstruierte und gefertigte Kleinelektromotoren Prüfstand der Schüler Auer Christian, Fill Wolfgang Markus und Probst Claudio Florin aus der 5AHMI 2014/15.

Die ursprünglich verwendete Bremse war auch eine Hysteresebremse. Diese hatte jedoch eine zu geringe Bremswirkung. Die Magneträder waren nur 50 Millimeter lang und somit wurden die Bremswirkung der Magnete nur auf halber Länge in die Trommel genutzt. Die Magneten in der Bremstrommel, also dem Rotor, eingebaut, was aber Unwucht zur Folge hatte.

Es waren keinerlei Schutzmaßnahmen vorhanden, die den Benutzer des Prüfstandes vor fliegenden Teilen oder vor dem Hineinfassen in den laufenden Betrieb schützen.

Beim Start des Elektromotors wird außerdem ein Schlag von dem Drehmomentarm auf die Waage ausgeübt, welcher die Waage oder andere Bauteile beschädigen könnte.

Die gesamte Messung wurde bis jetzt mithilfe eines sogenannten UNI-Tests durchgeführt. Dies ist ein Universalmessgerät, welches normalerweise im Modellbau verwendet wird. Aufgrund seiner mangelnden Leistungsfähigkeit stellte der UNI-Test die bisherigen Messgrenzen des Prüfstandes dar, somit konnten keine größeren Motoren geprüft werden.