

Technikerabschlussarbeit

IFBA-Die Schule „Technikerschule Dr. W. Blindow, Stadthagen“

Im Rahmen der zweijährigen Weiterbildung zum staatlich geprüften Techniker in den Fachrichtungen Elektrotechnik und Maschinentechnik, mit dem Schwerpunkt Mechatronik zur Abschlussprüfung im September 2015.

Neuentwicklung und Konstruktion einer Wickelmaschine für Hochleistungstransformatorspulen



Verfasser: Nico Schwarze
Markus Schnieder
Martin Ziemann
Daniel Lindenberg

Betreuende Lehrkraft: Dipl.-Ing. Puyan Kachani

In Zusammenarbeit mit dem Unternehmen: BR TECHNOLOGIES GmbH & Co. KG

Vorstellung der Firma:

BR Technologies bietet Wickelmaschinen in vollautomatischer, halbautomatischer oder konventioneller Bauweise zur Produktion von Transformatorspulen, Messwandlerspulen, Hochspannungsspulen und ähnlichen Wickelgütern an. Abgerundet wird die Produktpalette durch Folienwickelmaschinen sowie ein breites Angebot an Zubehörkomponenten.

Einleitung und Aufgabenstellung

Ziel der Projektarbeit ist eine neue Spulenwickelmaschine zu entwickeln bzw. zu konstruieren. Weitere Bestandteile des Projektes sind die mechanischen sowie elektrischen Komponenten zur Realisierung des Projektes auszuwählen.

Zusätzlich sollte die Maschine sowohl den Anforderungen des Kunden entsprechen, als auch für jeden Kunden finanziell erschwinglich sein. Das Ergebnis soll eine universell einsetzbare Low-Cost Spulenwickelmaschine sein.

Lastenheft der Fima:

- universell einsetzbare Low-Cost Spulenwickelmaschine
- Entwicklung, Konstruktion und Auslegung der Maschine
- Gesamtlimit soll 25.000,- € nicht übersteigen

Mechanische Konstruktion:

- ergonomische Arbeitshöhe von ca. 900mm – 1000mm
- maximales Spulengewicht 500 KG
- Durchmesser des zu verarbeitenden Drahtes von 0.5mm – 5.0mm
- Spindelstock mit Wickelantrieb, Maschinen-Gestell und Reitstock sowie Draht-Verlegung mit Rollen-Drahtführer

Elektrische Konstruktion:

- Betriebsspannung 3x400V +/- 5% /+N /+PE ,50Hz
- Steuerspannung 24 V
- Not-Aus-Kreis
- SPS Siemens S7-1200
- Antriebsregler für Wickelantrieb und ggf. Drahtverlegung (wenn nicht integriert)

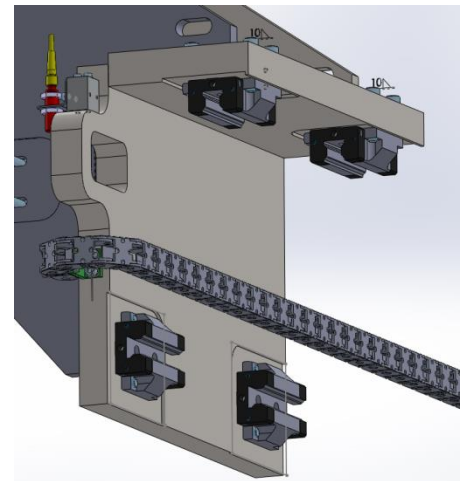
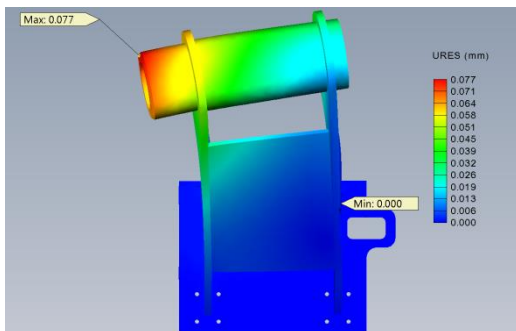
Software:

- Windungszähler (vorwärts / rückwärts)
- Frei programmierbare Stopps (Genauigkeit der Stopp-Position +/- 0,02 Windungen)
- Frei programmierbarer Vorschub der Drahtverlegung
- Netzausfallsichere Speicherung der Daten

Mechanische Konstruktion:

Um die Belastungen in den jeweiligen Baugruppen zu bestimmen wurden verschiedene Berechnungen durchgeführt und anschließend mit SolidWorks 2015/16 konstruiert, ausgelegt und umgesetzt. Relevante Bauteile wurden mithilfe der FEM-Analyse begutachtet und bei kritischer Belastung mechanisch bauteiloptimiert, um maximale Festigkeit gepaart mit minimalem Werkstoffeinsatz zu erreichen.

- Antriebsgehäuse
- Drahtführer/Verlege Achse
- Reitstock
- Querträger



Elektrische Konstruktion:

Für die elektrische Konstruktion mussten aus verschiedenen Bereichen Komponenten ausgewählt werden. Der Schaltplan wurde mit dem Programm EPLAN Education erstellt.

- Steuerungskomponenten
- Schaltschrank
- Antriebe und Frequenzumrichter



Softwareprogrammierung:

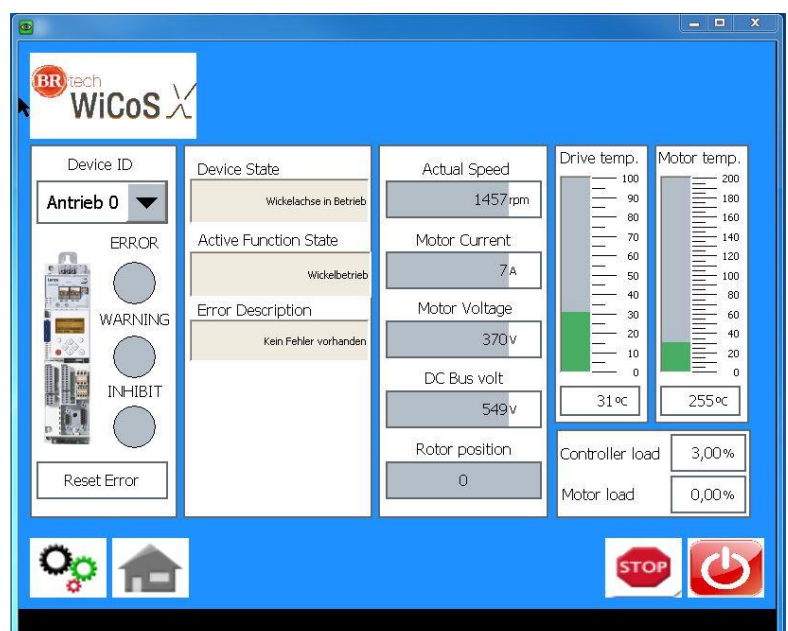
Programmierung und Visualisierung erfolgten mit dem Controller P300 PLC.

Hierbei wurde der komplette Ablauf selbstständig entwickelt und den Anforderungen der Wickelmaschine angepasst. Die Grafikoberfläche wurde auf einfache Handhabung und Übersichtlichkeit ausgelegt.

Bei der PLC-Software handelt es sich um die eigentliche Logik der Maschine. Abgearbeitet wird die Software von dem Controller, der auch die Visualisierung realisiert. In diesem Teil der Projektarbeit steckt die meiste Arbeit. Die Software umfasst in etwa **10.000 Zeilen Quellcode** und **250 Variablen** die für die Realisierung der Logik wichtig sind. Geschrieben wurde die komplette Software auf Basis der EN 61131-3, einer weltweit gültigen Norm für Programmiersprachen von speicherprogrammierbaren Steuerungen. Sie definiert fünf verschiedene Programmiersprachen. Wir nutzten zwei von den Sprachen. Die FBS (Funktionsbaustein-Sprache) und die an Hochsprachen angelehnte Art, Strukturierter Text.



```
(*Hauptwindungszähler zurück setzen, dabei muss der Bediener mindestens 2 sekunden die Taste drücken  
Zudem muss bei betätigung zum Rücksetzen des Hauptwindungszählers der Offset vom Teilwindungszähler  
zurück gesetzt werden*)  
Hauptwindungszaeher:=Absolute_Position_Wickelachse-Offset_Hauptzaehler (*Offset_Wickelachse*);  
  
IF DI4_Hauptwindungszaeher_zuruecksetzen THEN  
  Var_Timer_Hauptwindungszaeher_PT:=T#2000MS;  
  Var_Timer_Hauptwindungszaeher_IN:=TRUE;  
  IF Var_Timer_Hauptwindungszaeher_Q THEN  
    Offset_Lagenzaehler:=0;  
    Offset_Hauptzaehler:=Absolute_Position_Wickelachse;  
    auswahl_des_stopps_step:=1;  
    step:=0;  
  END_IF  
ELSE  
  Var_Timer_Hauptwindungszaeher_IN:=FALSE;  
END_IF
```



Fazit:

Zum Abschluss unserer Technikerabschlussarbeit blicken wir auf eine interessante und anspruchsvolle Zeit während der Ausarbeitung zurück. Der Reiz dieser Abschlussarbeit bestand in seiner Vielfältigkeit. Die Aufgaben waren sehr individuell und da es, um eine komplette Neuentwicklung ging, wurde uns die Chance gegeben alle Facetten der Entwicklungs- und Konstruktionsarbeit kennenzulernen.

Für alle Gruppenmitglieder war die Aufgabe der Neukonzeption einer Maschine, komplettes Neuland. Daher wurden wir zu jedem Zeitpunkt vor neue Herausforderungen gestellt. Die Vielfältigkeit stellte sich in jedem Bereich dar, da wir uns in alle technischen Schwerpunkte einarbeiten mussten. Hierbei konnten wir unser bereits erlerntes Wissen in den unterschiedlichsten Sektionen unter Beweis stellen.

Aufgrund der Tatsache, dass die Maschine nicht nur geplant sondern letzten Endes auch gefertigt werden sollte, war unser Ansporn noch höher ein erfolgreiches Projekt durchzuführen.

Durch die Verwendung eines Komplettpaketes von Firma Lenze war die Anbindung von Motor und Frequenzumrichter durch mitgelieferten Datensatz recht unkompliziert. Außerdem ist der Monitor mit integrierter SPS vorteilhaft.

Die Software Programmierung wurde zu Beginn ein wenig unterschätzt aber letztendlich, mit sehr viel Zeitaufwand, zufriedenstellend gelöst.

Eine Vorgabe seitens der B&R Technologie war die Anforderung, dass die Kosten der Projektarbeit nicht über 25.000,- € hinausgehen. Die Herausforderung war dabei eine Maschine zu konstruieren, die unter dem finanziellen Limit des Betriebes liegt.

Damit wir während der gesamten Projektphase zu jeder Zeit einen Überblick über die laufenden Kosten hatten, haben wir die Kosten in Mechanik und Elektrik aufgeteilt und gelistet.

Kostenauflistung der Technikerarbeit:

Elektrik:

Alle Zukaufteile zusammen kosten: 6.681,77€

Mechanik:

Alle Zukaufteile zusammen kosten: 11.988,55€

Gesamtkosten der Zukaufteile: 18.670,32€

Anhand dieser Kostenübersicht konnten wir sehr genau feststellen, in welcher Höhe wir das Budget noch belasten können. Die Schwierigkeit bestand darin die Montagekosten für die Wickelmaschine abzuschätzen. Der Verbrauch von betriebseigenen Schüttgütern (Schrauben, Leitung, Aderendhülsen, etc.) ist hierbei nicht zu vernachlässigen.

Die fertige Anlage wird nun weltweit über die eigenen Partner vertrieben.