

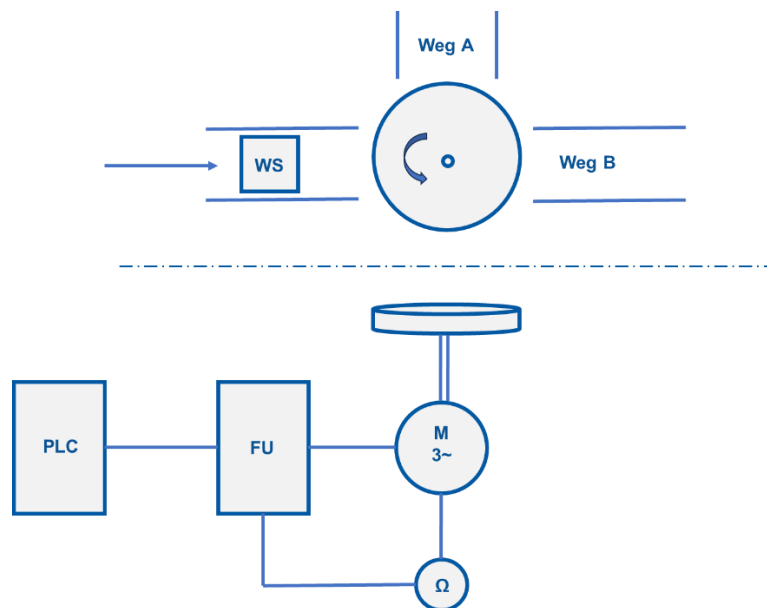


Akademie für Lehrerfortbildung

Digitale Transformation

Frequenzumrichter in einem CPPS

M2.5



Interdisziplinäre Qualifizierung von Lehrkräften in den Berufsfeldern Elektrotechnik, Metalltechnik und Informationstechnologie



Inhalt

Impressum	2
Didaktische Überlegungen.....	3
Exemplarische Lernsituationsbeschreibung	4
Technische Überlegungen	6
Lab 01 – Lokale Inbetriebnahme am FU	7
Lab 02 – Entfernte Inbetriebnahme (Steuerung).....	9
Lab 03 – Anlaufdrehmoment anpassen (Boost).....	11
Lab 04 – Entfernte Inbetriebnahme (Remote).....	13
Lab 05 – Drehzahlsteuerung über SPS	15
Lab 06 – Positionieraufgabe	18
LAB 07 – safe Torque Off	20
LAB 08 – safe Stopp.....	22
Ausstattung für Laborübungen	24
Digitale Transformation - Fortbildungsmodule.....	25

IMPRESSUM

Herausgeber: Akademie für Lehrerfortbildung und Personalführung
Kardinal von Waldburg-Str. 6-7
89407 Dillingen/Donau

Redaktionsgruppe: Daniel Sperandio, Staatliche Berufsschule 1 Schweinfurt
Sebastian Willenberg, Staatl. Berufl. Schulzentrum Bamberg
Frank Müller, Staatliche Berufsschule 1 Schweinfurt

Redaktionsleitung: Michael Lotter, Akademie Dillingen

URL: <http://alp.dillingen.de>

Mail: m.lotter@alp.dillingen.de

Stand: März 2024



Dieses Dokument steht unter einer CC BY-SA 4.0-Lizenz. Urheber ist die genannte Redaktionsgruppe der Akademie für Lehrerfortbildung und Personalführung, Dillingen.

DIDAKTISCHE ÜBERLEGUNGEN

Aktuelle elektrische Antriebe finden z. B. in Werkzeugmaschinen, Kränen, Förderbändern, Aufzügen, Pumpen, Lüftern, Extrudern und Achsantrieben Verwendung.

In diesen Einsatzszenarien müssen die Antriebe in ihrer Drehzahl und ihrem Drehmoment veränderbar sein. Neben Steuerungsaufgaben ist der elektrische Antrieb als Aktor Gegenstand eines Regelkreises. Ein Industrieroboter für Handhabungsaufgaben benötigt hochdynamische Antriebe, d. h. hohe Beschleunigungen bei hoher Positioniergenauigkeit. Mehrere Achsantriebe müssen über Steuereinheiten miteinander kommunizieren. Letztlich muss den Anforderungen der Maschinenrichtlinie zum Zweck der Unfallverhütung entsprochen werden.

Die vielfältigen Anforderungen werden im Zusammenspiel von Drehstrommotoren, mit Frequenzumrichtern, Sensoren und vernetzten Steuerungen erreicht.

Tätigkeiten an diesen Systemen im industriellen Umfeld umfassen die Montage, die Inbetriebnahme, Fehlersuche, Wartung und Optimierung.

In der Facharbeit sind es z. B. Elektroniker:innen für Automatisierungstechnik, Mechatroniker:innen, Elektroniker:innen für Energie- und Gebäudetechnik, Elektroniker:innen für Betriebstechnik, die diese Tätigkeiten teilweise oder vollständig bewältigen.

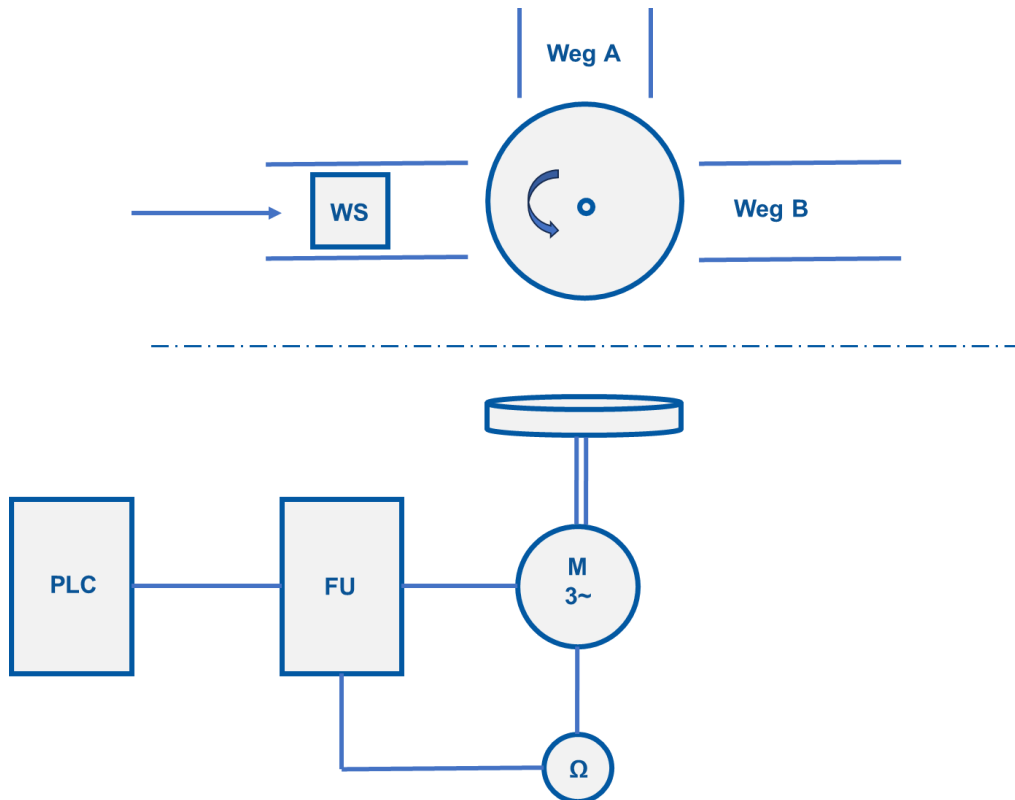
Die berufliche Erstausbildung hat die Aufgabe die Handlungsfähigkeit der Facharbeit anzubahnen. Das Fortbildungsmodul M2.5 Frequenzumrichter in einem CPS hat die Absicht Anregungen für den Lernfeldunterricht mitzugeben und diese in einem IFU umzusetzen. Die Struktur der einzelnen Laborübungen bilden die beruflichen Tätigkeiten im Umfeld des Unterrichts ab und sind unterrichtserprobt.

EXEMPLARISCHE LERNSITUATIONSBESCHREIBUNG

Grundlegende Informationen
Beruf: Elektroniker:in für Automatisierungstechnik
Jahrgangsstufe: 12
Lernfeld: 10
Titel des Lernfelds: Automatisierungssysteme in Betrieb nehmen und übergeben
Ausgewählte Teilkompetenzen der Lernsituation <i>Die Schülerinnen und Schüler sollen...</i> <ul style="list-style-type: none">➤ einen Frequenzumrichter in ein Profinet einbinden und die Kommunikation zur SPS herstellen➤ Frequenzumrichter, verschiedene Drehzahlgeber und Motor anschließen➤ einen Frequenzumrichter in einer Projektierungsumgebung parametrieren.➤ ein Programm mit Hilfe eines Technologieobjekts erstellen, inbetriebnehmen und testen.
Geschätzter Zeitumfang: 4 x 45 Minuten

Lernsituation

Ein Drehteller nimmt ein Paket auf und dreht zu einer relativen oder absoluten Zielposition. Ein Frequenzumrichter (Slave, IO-Device) soll von einer übergeordneten Steuerung angesteuert bzw. geregelt werden. Die Positionsregelung übernimmt dabei die SPS.



TECHNISCHE ÜBERLEGUNGEN

Auf Grundlage der didaktischen Überlegungen die SuS in ihrer beruflichen Handlungskompetenz zu fördern sind Lern- und Lehrmaterialien eines IFUs entsprechend zu wählen. In der Fortbildung, die den Anspruch hat, unterrichtsnah zu dienen, wurde daher Wert darauf gelegt in den Laborübungen einen authentischen Bezug herzustellen, um die real vorhandene Komplexität abzubilden und diese für den Lernprozess begreifbar machen.

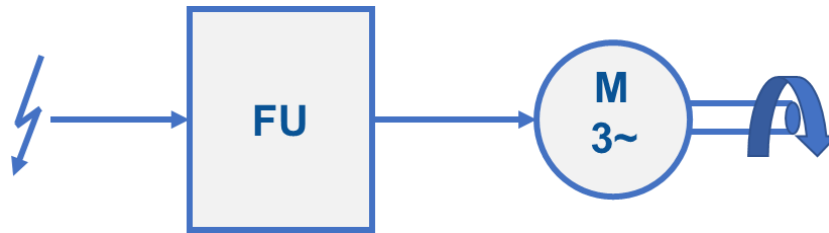
Jeder Servomotor -z. B. in der Robotik und in Werkzeugmaschinen - ist drehzahlregelt. Damit ein Lernender Einfluss auf diesen abstrakten Prozess nehmen kann, kommt in der Fortbildung eine mechanische Bremse zum Einsatz, die ohne Gefährdung genutzt werden kann.

Sowohl in den übergeordneten Lernzielen des Bildungsauftrag als auch in den Lernfeldern sind Kompetenzen beschrieben, die erforderlich Anlagensicherheit und Unfallschutzmaßnahmen sicherzustellen. Die Maschinenrichtlinie DIN EN 60204-1 bietet eine detaillierte Grundlage für die Umsetzung dieser Anforderungen.

Beispielhaft an der Umsetzung einer sicheren Maschinenstillsetzung zur Unfallverhütung sind zwei Anwendungsszenarien aufgegriffen, die auch im Lernfeldunterricht umgesetzt werden können.

LAB 01 – LOKALE INBETRIEBNAHME AM FU

Ein Antrieb mit verstellbarer Drehzahl soll am Panel des FU in Betrieb genommen werden. Der elektrische Antrieb ist als Drehstromasynchronmotor ausgeführt. Die Ansteuerung erfolgt über einen Frequenzumrichter.



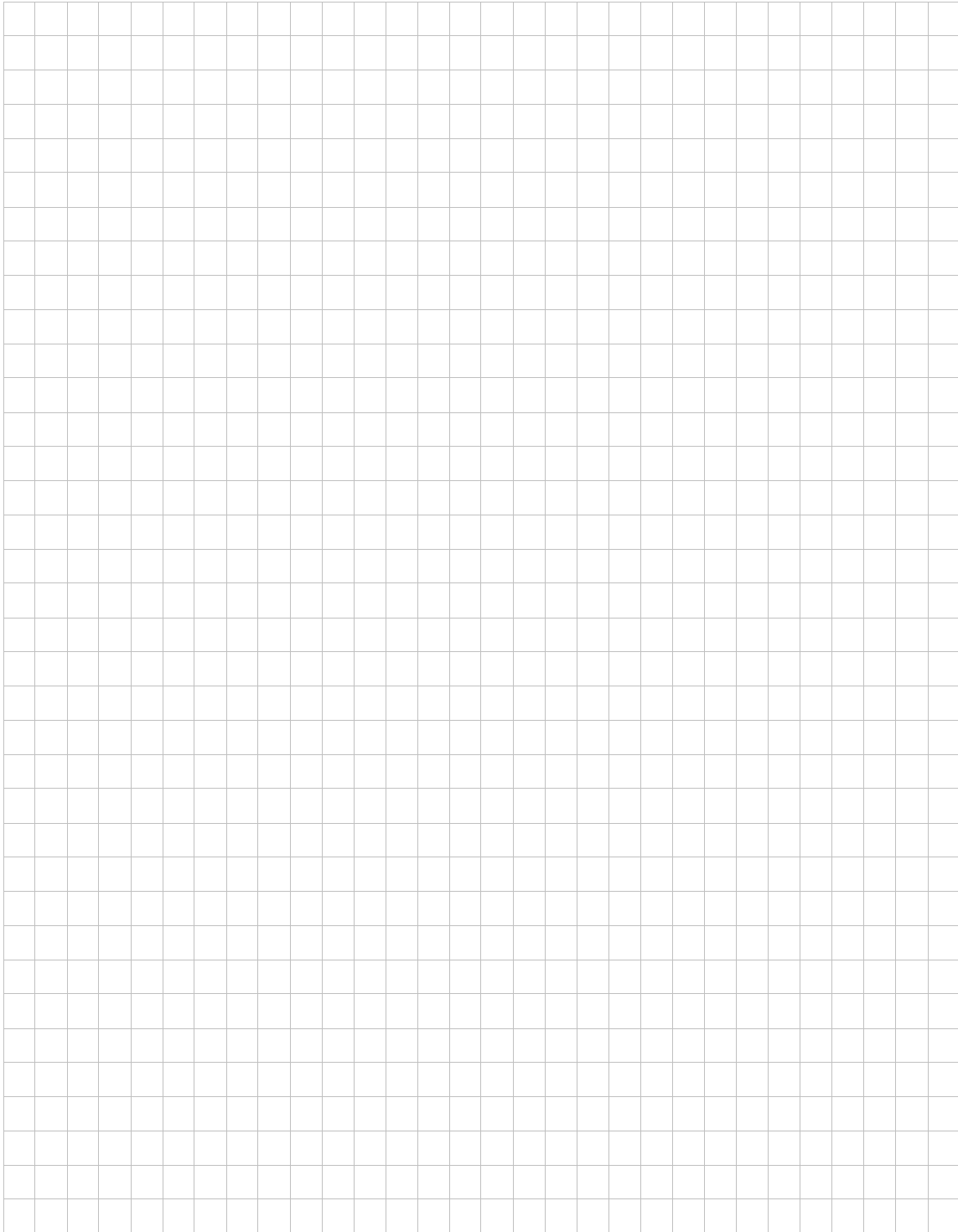
Vorbereitung

- Frequenzumrichter mit Bedienpanel
- Drehstromasynchronmotor

Aufgaben

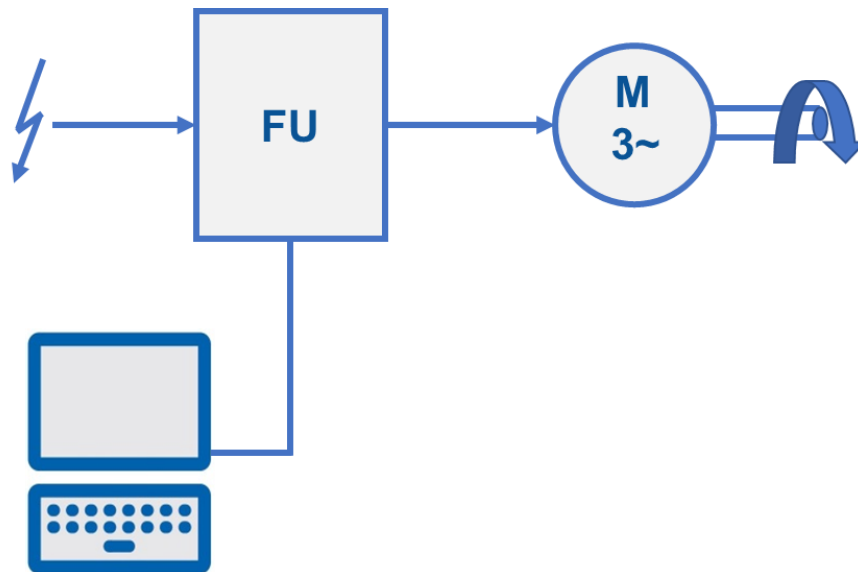
1. Setzen Sie den FU auf seine Werkseinstellungen zurück.
2. Geben Sie die Motortypenschilddaten am FU ein, damit der Motor vom FU korrekt angesteuert wird, um z. B. eine Überlastung des Motors zu vermeiden.
3. Drehzahlsteuerung über Analogwert
 - a. Parametrieren Sie den Frequenzumrichter, damit sich die Veränderung am Potentiometer (analoger Eingang) direkt proportional auf die Drehzahl des Motors (Frequenz der Ausgangsspannung) auswirkt.
 - b. Nehmen Sie den Motor mit Frequenzumrichter in Betrieb und testen Sie die Funktionen.
4. Drehzahlsteuerung über Festfrequenzen
 - a. Parametrieren Sie den Frequenzumrichter, damit sich die Veränderung am Potentiometer (analoger Eingang) stufenweise auf die Drehzahl des Motors (Frequenz der Ausgangsspannung) auswirkt.
 - b. Nehmen Sie den Motor mit Frequenzumrichter in Betrieb und testen Sie die Funktionen.

Notizen



LAB 02 – ENTFERNT INBETRIEBNAHME (STEUERUNG)

Ein Antrieb mit verstellbarer Drehzahl soll aus sicherheitstechnischen Gründen remote in Betrieb genommen werden. Der elektrische Antrieb ist als Drehstromasynchronmotor ausgeführt. Die Ansteuerung erfolgt über einen Frequenzumrichter.



Vorbereitung

- Frequenzumrichter mit Ethernetschnittstelle
- Drehstromasynchronmotor
- PC mit Programmiersoftware

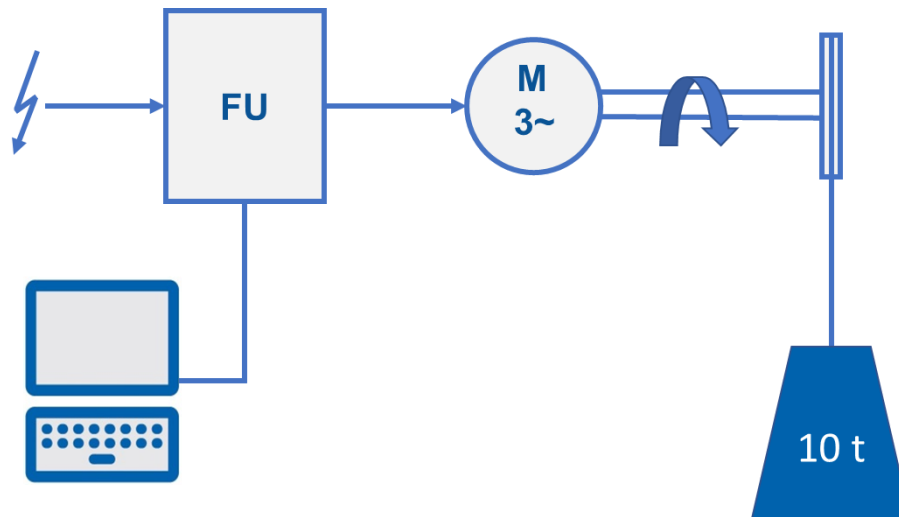
Aufgaben

A) Inbetriebnahme des Motors aus der Ferne.

1. Stellen Sie eine Netzwerkverbindung (Ethernet) zwischen dem Endgerät mit der Programmiersoftware und dem Frequenzumrichter her.
2. Laden Sie in den FU die Werkseinstellungen.
3. Verwenden Sie z. B. den Software-Assistenz für die Inbetriebnahme. Orientieren Sie sich dabei an der Vorgehensweise in Laborübung 1. Geben Sie die Motortypenschilddaten ein.
4. Übertragen Sie die Konfiguration in den FU.
5. Nehmen Sie den Motor mit Frequenzumrichter mit der Steuertafel der Programmiersoftware erstmals in Betrieb und testen eine fehlerfreie Funktion

LAB 03 – ANLAUFDREHMOMENT ANPASSEN (BOOST)

Im Rahmen der Inbetriebnahme eines Brückenkrans muss die hohe Last beim Anlauf des Antriebs berücksichtigt werden. Ohne Anpassung des Anlaufdrehmoments (Boost) des E-Motors kann die hohe Last nicht beschleunigt werden.

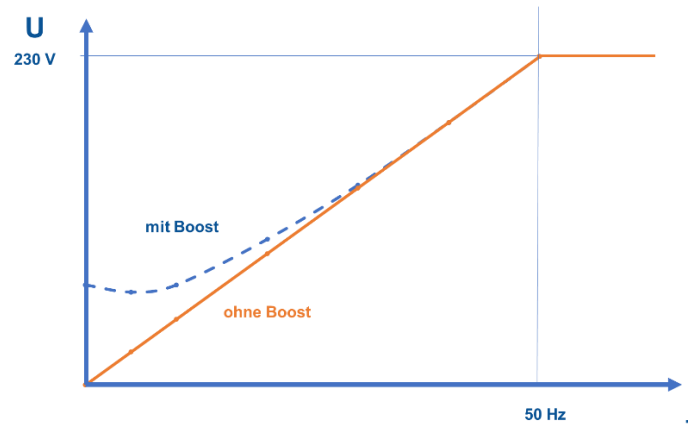


Vorbereitung

- Aufbau der Laborübung 2

Aufgaben

1. Im ersten Schritt soll die U/f-Kennlinie ohne Spannungsanhebung untersucht werden.
2. Die Spannung am Ausgang des FU's wird in Abhängigkeit der Frequenz bzw. Drehzahl angehoben. Die Wertepaare ergeben die U/f-Kennlinie wie im Bild dargestellt.



3. Im Umrichter können verschiedene Kennlinien ausgewählt werden.
 - a. Lineare Kennlinie
 - b. Parabolische Kennlinie

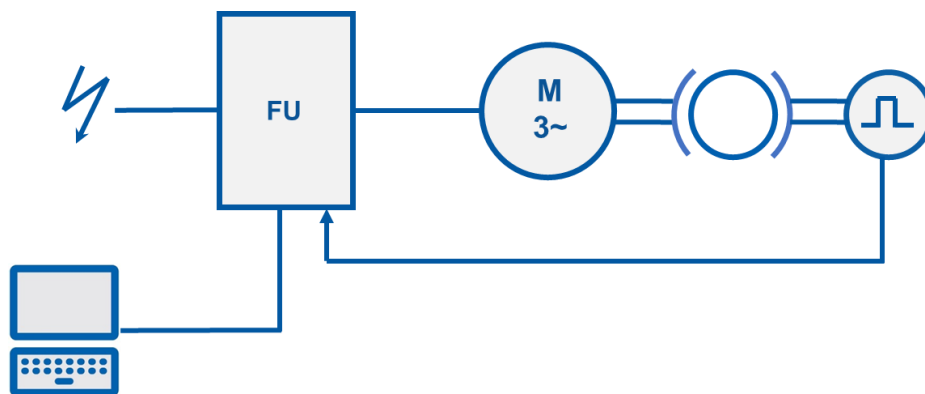
Wählen Sie diese Kennlinien in der Konfiguration aus uns und nehmen Sie den Antrieb in Betrieb. Dokumentieren Sie die Spannungen und Frequenzen in Form einer Wertetabelle (ohne Boost).

4. Überprüfen Sie die Kräfteverhältnisse an der Welle des Antriebs bei der Drehzahl 0. (Der Motor erzeugt kein Drehmoment).
5. Verändern Sie die Spannungsanhebung, dem sogenannten Boost zum Beispiel auf 50%.
6. Dokumentieren Sie die Spannungen und Frequenzen erneut in Form einer Wertetabelle (mit Boost).
7. Überprüfen Sie die Kräfteverhältnisse an der Welle des Antriebs bei der Drehzahl 0. (Der Motor erzeugt ein Drehmoment).

Im unteren Frequenzbereich der U/f-Kennlinie erkennen Sie ein Standard-Anlaufverhalten, welches der Hersteller des FU vordefiniert hat. Erhöhen Sie das Anlaufdrehmoments, damit es den Anforderungen der Anwendung (Brückenkran) genügt. Passen Sie dazu die Parameter (Spannungsanhebung) am FU an.

LAB 04 – ENTFERNT INBETRIEBNAHME (REMOTE)

Ein Antrieb mit geregelter Drehzahl soll remote in Betrieb genommen werden.



Voraussetzung

- regelbarer FU mit Geberanschluss
- Antrieb mit Ist-Wert-Geber
- Bremse am Antrieb
- Projektierungsumgebung

Aufgaben

1. Legen Sie ein neues Projekt in der Projektierungssoftware an.
2. Stellen Sie eine betriebsbereite Netzwerkverbindung zwischen Netzwerkkarte des PCs und dem FU her.
3. Konfigurieren Sie den Antrieb mit Hilfe des Inbetriebnahme-Assistenten damit mit Hilfe eines Gebers eine festgelegte Drehzahl geregelt wird und übertragen Sie die Konfiguration auf den FU.
4. Wechseln Sie zur Online-Ansicht des FU und beobachten Sie das Verhalten der Ist-Drehzahl bei verschiedenen Belastungssituationen.
5. Vergleichen Sie das beobachtete Verhalten auch in der Betriebsart „Steuern“.
6. Verändern Sie die Reglereinstellungen (P- und I-Anteile) und verfolgen Sie die Reaktion des Antriebs.

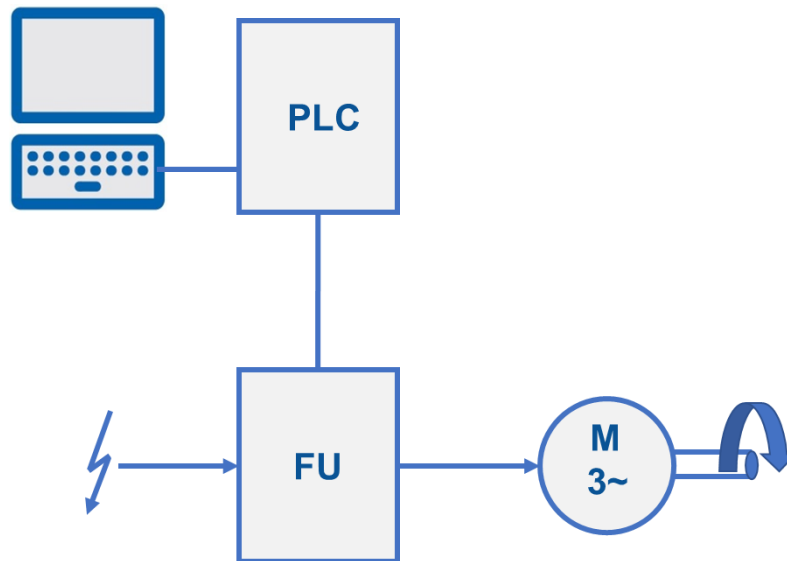
Notizen



LAB 05 – DREHZAHLSTEUERUNG ÜBER SPS

Ein Frequenzumrichter (Slave, IO-Device) soll über Profinet von einer PLC angesteuert werden.

Der Antrieb soll in dieser Konfiguration in Betrieb genommen werden.



Voraussetzung

- Frequenzumrichter mit Profinet-Schnittstelle
- Drehstromasynchronmotor
- PLC mit vorbereiteter Hardwarekonfiguration
- Projektierungsumgebung

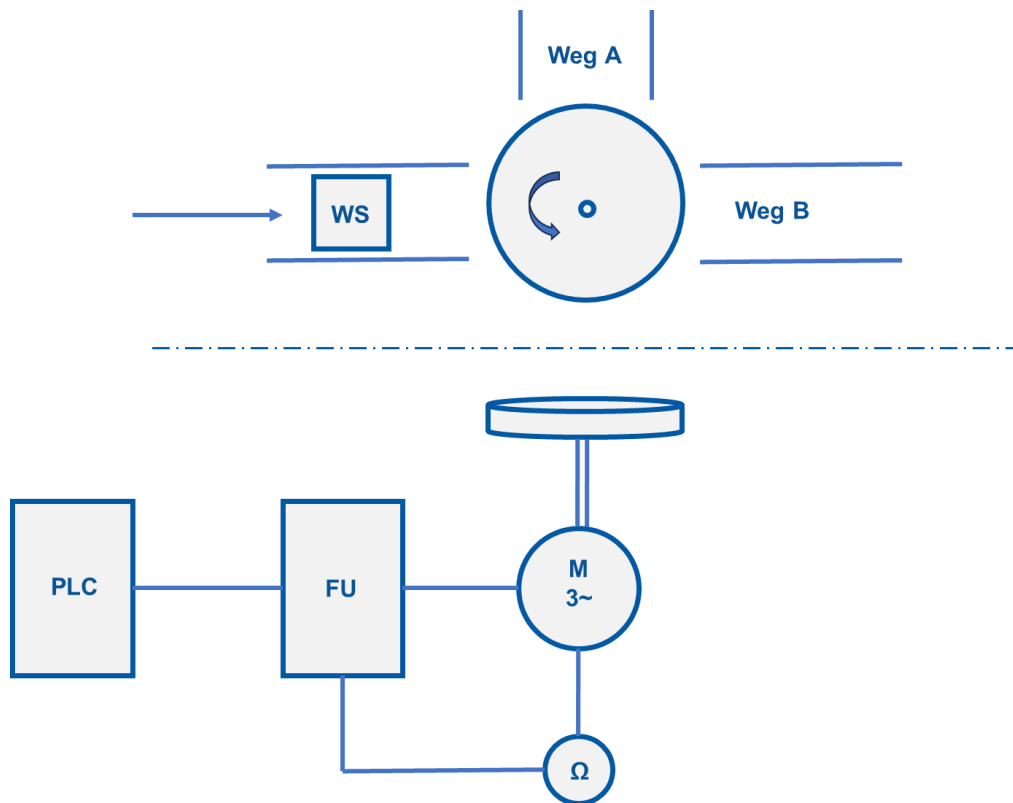
Aufgaben

1. Verbinden Sie die einzelnen Komponenten nach Vorgabe.
2. Laden Sie das vorgegebene Projekt in Ihre Projektierungsumgebung.
3. Suchen Sie mit den Mitteln der Projektierungsumgebung die Netzwerkteilnehmer und halten Sie das Ergebnis fest.
 - IP-Adressen inklusive Subnetzmaske (Frequenzumrichter, PLC)
4. Adressieren Sie die Komponenten (FU, PLC und PC) so, dass sich alle im gleichen IP-Netz befinden, jedoch unterschiedliche Host-Adressen haben.
5. Konfigurieren Sie die Profinet-Verbindung nach den Profinet-Konventionen.



LAB 06 – POSITIONIERAUFGABE

Ein Drehteller nimmt ein Paket auf und dreht zu einer relativen oder absoluten Zielposition. Ein Frequenzumrichter (Slave, IO-Device) soll von einer übergeordneten Steuerung angesteuert bzw. geregelt werden. Die Positionsregelung übernimmt dabei die SPS.



Voraussetzung

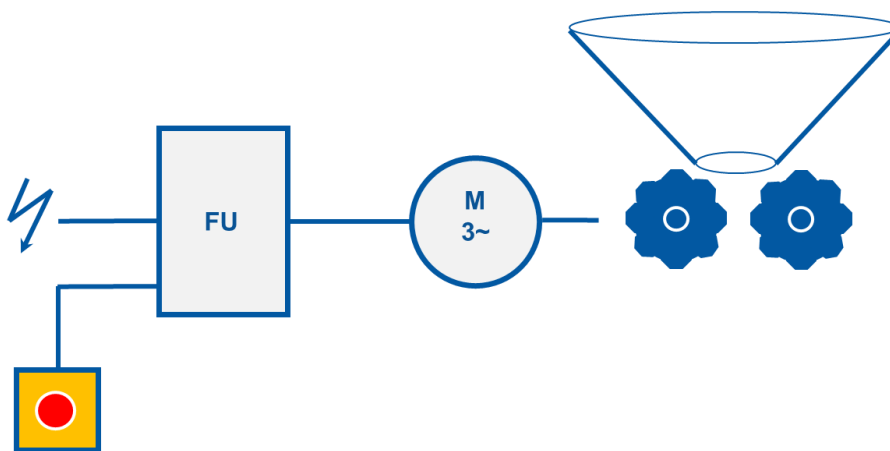
- Regelbarer FU mit Geberanschluss und Profinet Schnittstelle
- Antrieb mit Istwertgeber
- PLC mit vorbereiteter Hardwarekonfiguration
- Projektierungsumgebung

Aufgaben

1. Legen Sie den Frequenzumrichter und die PLC als neue Geräte in der Projektierungsumgebung an.
2. Nehmen Sie die Netzwerkkonfiguration vor.
3. Konfigurieren Sie die Profinet-Verbindung nach den Profinet-Konventionen.
4. Laden Sie die Konfiguration des Frequenzumrichters auf das Zielgerät, um einen definierten Grundzustand herzustellen.

LAB 07 – SAFE TORQUE OFF

Ein Brecher für Altglas wird von einem drehzahlgesteuerten Motor angetrieben. Die Maschinenrichtlinie DIN EN 60204-1 schreibt Anforderungen für den Personen und Anlagenschutz vor. In der vorliegenden Anwendung bedeutet dies, dass durch die Betätigung des Nothalts die Brecherwalzen keine Gefährdung darstellen, d. h. der antreibende Motor wird von der Energieversorgung sicher getrennt.



Voraussetzung

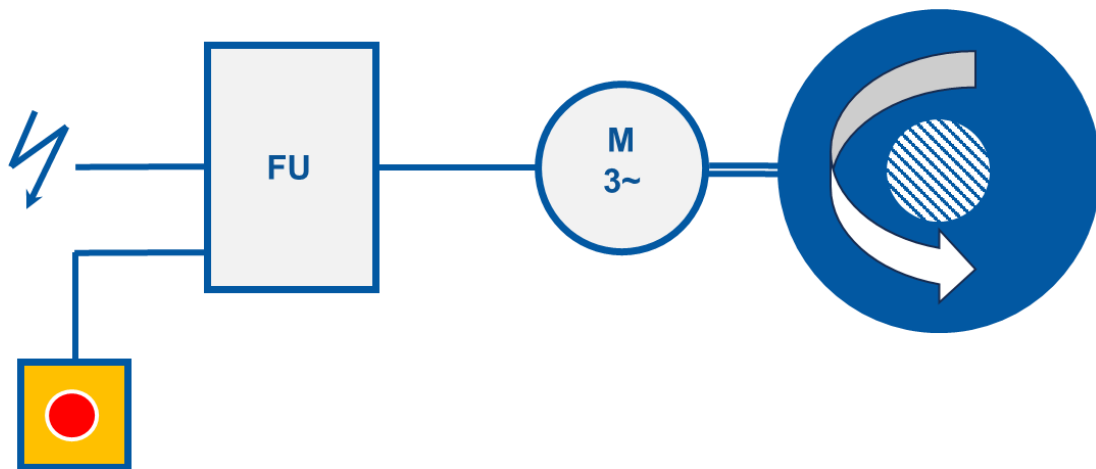
- FU mit integrierter Safety-Funktion
- Antrieb
- Projektierungsumgebung

Aufgaben

1. Suchen Sie den verwendeten FU in der Projektierungsumgebung und laden Sie die Werkseinstellung.
2. Stellen Sie sicher, dass die Sicherheitsparameter auf Werkseinstellungen gesetzt sind.
3. Nehmen Sie den Antrieb mit Anlagsollwert in Betrieb.
4. Schließen Sie den Nothalt gemäß des Stromlaufplans an.
5. Parametrieren Sie für die Safety-Funktion in der Projektierungsumgebung eine Safe-Stopp 1 – Verzögerungszeit von 0 s.
6. Starten Sie die Safety-Inbetriebnahme. Der Umrichter muss bei diesem Vorgang neu gestartet werden.
7. Testen Sie die Funktion Nothalt. Der Antrieb trudelt nach Betätigung aus.

LAB 08 – SAFE STOPP

Der drehzahlgesteuerte Motor einer Säulenbohrmaschine soll gemäß der Maschinenrichtlinie DIN EN 60204-1 mit einer Nothalt-Funktion so ausgestattet werden, dass ein gefährdendes Nachlaufen ausgeschlossen wird bzw. der Motor aktiv gebremst wird.



Voraussetzung

- FU mit integrierter Safety-Funktion
- Antrieb
- Projektierungsumgebung

Aufgaben

1. Suchen Sie den verwendeten FU in der Projektierungsumgebung und laden Sie die Werkseinstellung.
2. Stellen Sie sicher, dass die Sicherheitsparameter auf Werkseinstellungen gesetzt sind.
3. Nehmen Sie den Antrieb mit Anlagsollwert in Betrieb.
4. Schließen Sie den Nothalt gemäß des Stromlaufplans an.
5. Parametrieren Sie für die Safety-Funktion in der Projektierungsumgebung die Safe-Stopp-Funktion.
6. Starten Sie die Safety-Inbetriebnahme. Der Umrichter muss bei diesem Vorgang neu gestartet werden.
7. Testen Sie die Funktion Nothalt. Der Antrieb stoppt aktiv.

AUSSTATTUNG FÜR LABORÜBUNGEN

Zur Durchführung der Laborübungen wird neben den Computern und Notebooks der Schulen folgende Ausstattung vom Redaktionsteam empfohlen. Damit ist u. a. die didaktische Eignung und Industrietauglichkeit gewährleistet. Bei Abweichungen von den Ausstattungsempfehlungen ist auf diese Kriterien zu achten, damit die beabsichtigten Intentionen der Laborübungen für Lehrerfortbildung und Unterricht erreicht werden.

Nr.	Bezeichnung	Menge	Lab
1	Frequenzumrichter G120 Siemens 1phasig – Power Modul PM240-2, CU250S-2 PN Safety Integrated ST0, SPC, SS1 3phasig – Power Modul PM240-2, CU250S-2 PN Safety Integrated ST0, SPC, SS1	1	1 bis 8
2	Bedienerpanel für G120 (IOP-2)	1	1 bis 8
3	Drehstromasynchronmotor z.B. 0,25kW, Stern/Dreieck 400V/230V	1	1 bis 8
4	Mechanische Bremse/Belastungseinheit für Drehstrommotor	1	4
5	Drehzahlgeber z.B. Absolutwertgeber mit Drive-CliQ Interface oder Inkrementaler Drehgeber mit SUB-D-Schnittstelle	1	4, 6
6	SPS Siemens S7 -1500 CPU 1516-3 PN/DP	1	5, 6
7	Switch z.B. 5-Port Industrial Ethernet Switch	1	5, 6
8	Netzwerkkabel	3	1 bis 8
9	NOT-AUS- Taster 2 kanalig	1	7, 8
10	Inbetriebnahme Tool Starter	1	2, 3
11	Software TIA-Portal, V18 mit Startdrive Advanced V18	1	3 bis 8

DIGITALE TRANSFORMATION - FORTBILDUNGSMODULE



Digitale Transformation – Fortbildungsmodule der ALP Dillingen

Akademie für
Lehrerfortbildung
und Personalführung

FACHGRUPPEN		MODULE	
DATEN-KOMMUNIKATION FACHGRUPPE 1	Grundlagen der Kommunikationsnetze	AKTORIK/SENSORIK FACHGRUPPE 2	Pneumatik/ Elektropneumatik
	Digitale Kommunikation in einem Produktionssystem		Hydraulik/ Elektrohydraulik
	OPCuA Vertikale Kommunikation		Energieeffizienz in der E-Pneumatik
	IT-Sicherheit in Produktionsnetzen		Energieeffizienz in der E-Hydraulik
			Frequenzumrichter in einem CPS
DIGITALER PRODUKT-ENTWICKLUNGSZYKLUS FACHGRUPPE 3	CAD	ROBOTIK FACHGRUPPE 4	Grundlagen Robotik
	CAM		ABB Universal Robots
	CAM mit Inventor HSM (Fräsen)		Mitsubishi
	CAM mit SolidCAM (Drehen-Fräsen)		Kameraintegration – Robotik
	Grundlagenkurs – Dimensionale und geometrische Tolerierung auf Basis ISO GPS		
Aufbaukurs – Dimensionale und geometrische Tolerierung auf Basis ISO GPS FACHGRUPPE 3		STEUERUNG FACHGRUPPE 5	Kleinsteuerung LOGO
			Grundlagen der SPS-Programmierung (TIA-Portal)
			Grundkurs Ablaufsteuerung
			Aufbaukurs SPS-Programmierung
			Aufbaukurs Ablaufsteuerung
FACHGRUPPEN-ÜBERGREIFENDE MODULE FACHGRUPPE 1	Grundlagen IoT-Systeme	FACHGRUPPEN-ÜBERGREIFENDE MODULE FACHGRUPPE 1	Grundlagen Virtualisierung in der Automation
	Hackathon		Prozesssimulation in der Automation
	Virtualisierung in der Automation		Digitale Zwillinge in der Automation
	Maschinelles Lernen		