



Geprüfte/-r Industriemeister/-in Elektrotechnik Handlungsspezifische Qualifikationen

1. Situationsaufgabe Handlungsbereich: Technik Infrastruktursysteme und Betriebstechnik (T1)

Ausgangssituation zu allen Aufgaben:

In dem Zulieferbetrieb der Automobilbranche MOT-ELEK mit ca. 500 Mitarbeitern sind Sie als Meister der Produktion und zentralen Instandhaltung beschäftigt. MOT-ELEK produziert elektronische Steuerungen für die Automobilindustrie.

Die Fertigung arbeitet bisher im Zweischichtbetrieb und soll auf Dreischichtbetrieb umgestellt werden, weil ein neuer Kunde die Herstellung einer neuen anderen elektronischen Motorensteuerung bei MOT-ELEK beauftragt hat.

Bisher wurde die Wartung und Instandhaltung in den Schichtpausen durchgeführt. Mit der Umstellung auf Dreischichtbetrieb muss eine andere Lösung gefunden werden. Es ist davon auszugehen, dass es mit der bisherigen Anlagenkonfiguration nicht möglich ist, diese Zeiten zusätzlich bereitzustellen.

Anlagenbeschreibung:

Die Produktionsanlage besteht aus mehreren Produktionsmaschinen für die vollautomatische Bestückung von Leiterplatten gemäß beiliegender Darstellung.

An den gezeichneten drei Stellen der Anlage ist ein manueller Eingriff in den Produktionsprozess möglich. An der mit Durchgangsmo-
dul bezeichneten Stelle können die Mitarbeiter an die Rückseite der Anlage gelangen, um dort notwendige Arbeiten vorzunehmen.

Mit der Durchsaterhöhung und der verbundenen Einführung des Dreischichtbetriebes soll auch die Instandhaltung komplett umstrukturiert werden.

Das Materiallager und die Zuführungskonzepte für das Material sollen mit dieser Produktionserweiterung optimiert werden, um den vorhandenen Lagerraum weiterhin nutzen zu können.

Sie sind in Ihrem Aufgabenbereich verantwortlich für zwölf Facharbeiter (davon sind vier Elektrofachkräfte) und einen 16-jährigen Auszubildenden im ersten Ausbildungsjahr des Berufes Elektroniker für Automatisierungstechnik.

Als Meister der Instandhaltung sind Sie auch für die elektrische Sicherheit, die Funktion und die Optimierung der Fertigungseinrichtungen zuständig und haben folgende Aufgaben:

- Instandhaltung, Wartung und Pflege der Betriebsausstattung
- Optimierung der Produktionseinrichtungen
- Beschaffung von Ersatzteilen
- Kostenkontrolle der Instandhaltung
- Planung des Mitarbeitereinsatzes
- Personalentwicklung und -weiterbildung Ihrer Mitarbeiter
- Terminüberwachung

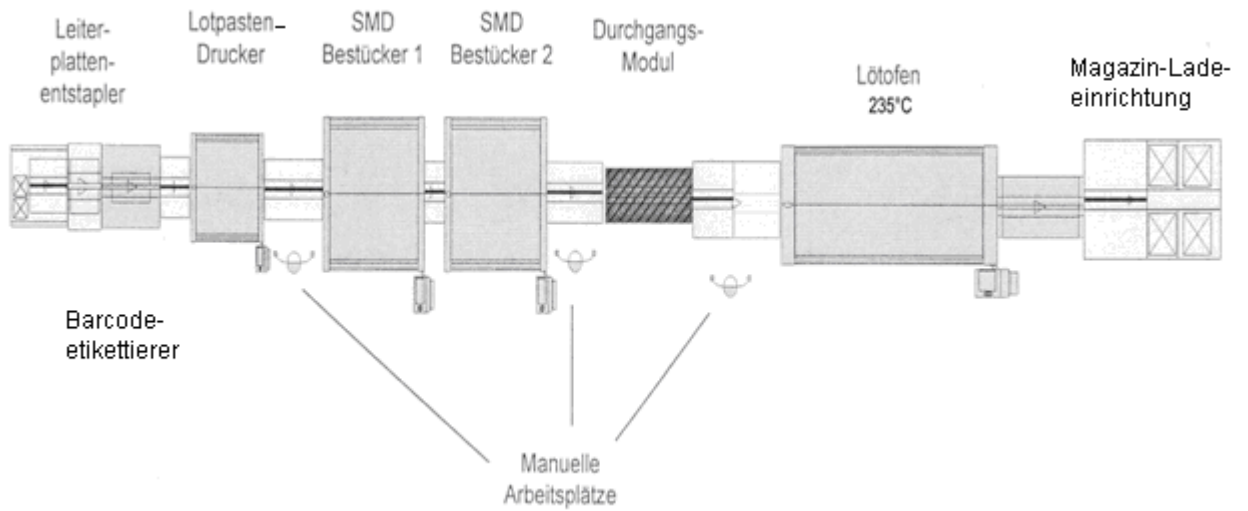
Sie sind Mitglied des Projektteams, das für die Einführung des Dreischichtbetriebes sowie die hierfür erforderliche Planung verantwortlich ist. Die Erneuerung der Betriebsdatenerfassung und des Datennetzes ist in die Überlegungen mit einzubeziehen.

Prinzip der Leiterplattenfertigung

Prinzip-SMD-Fertigung



Anlagen-Layout SMD Bestückungsbereich



Geprüfte/-r Industriemeister/-in Handlungsspezifische Qualifikationen

1. Situationsaufgabe Handlungsbereich: Technik Infrastruktursysteme und Betriebstechnik (T1)

Aufgabe

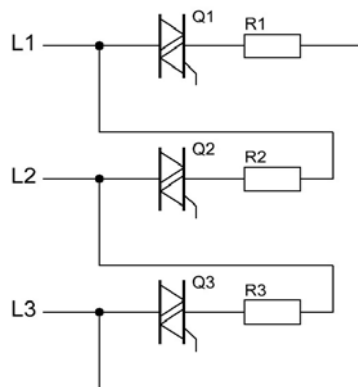
Der Lötöfen wird elektrisch beheizt. Die Heizung (Gesamtleistung 24 kW) ist als ohmscher Verbraucher anzusehen. Die Heizung wird an einem Drehstromnetz 400 V/230 V betrieben.

- a) Entwerfen Sie für die Temperaturregelung ein entsprechendes elektronisches Stellglied, das mittels Schwingungspaketsteuerung arbeitet. Dazu sollen alle drei Phasen genutzt werden. **(3 Punkte)**
- b) Geben Sie alle Parameter an, die für eine Stellgröße von 30 % sowie von 80 % nötig sind (Schalthäufigkeit: 30/min). **(2 Punkte)**
- c) Zeichnen Sie das Blockschaltbild der Temperaturregelung für den Lötöfen. Geben Sie dabei den erforderlichen Reglertyp in Abhängigkeit von der Regelstrecke an und verwenden Sie das jeweils dazugehörige normgerechte Element im Blockschaltbild. **(3 Punkte)**

Hilfsmittel: Taschenrechner, Zeichenmaterial, Tabellenbuch

Lösungshinweis

a)



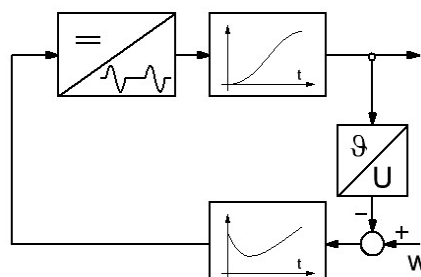
b) Jedes Heizelement setzt ein Drittel der Gesamtleistung um.

Schalthäufigkeit 30/min → Schaltdauer 2 s:

30 %: 30 Perioden (600 ms) an, 70 Perioden (1 400 ms) aus

80 %: 80 Perioden (1 600 ms) an, 20 Perioden (400 ms) aus

c) Reglertyp: PI oder PID Regelstrecke: PT_2 oder PT_3





Geprüfte/-r Industriemeister/-in Handlungsspezifische Qualifikationen

1. Situationsaufgabe Handlungsbereich: Technik Infrastruktursysteme und Betriebstechnik (T1)

Aufgabe

Die Betriebsdatenerfassung der Bestückungsanlage soll in einen Raum oberhalb der Fertigungshalle gelegt werden. Dazu sollen alle Rechner über abgeschirmte Kupferleitungen vernetzt werden.

Vor ca. 30 Jahren ist im Bürotrakt über der Halle die elektrische Energieversorgung installiert worden. Zu diesem Zeitpunkt war sie auf dem aktuellen Stand. Nachträglich sind für sämtliche Steckdosenstromkreise RCDs (I_{FN} 30 mA) installiert worden.

Sie beauftragen einen Ihrer Facharbeiter, die Anlage zu überprüfen und die EDV-Anlage entsprechend der oben genannten Vorgaben zu realisieren. Bei der Bestandsaufnahme wird festgestellt:

- Energiesystem

In dem TN-C-System des Gebäudes 400 V/230 V führt von der Hauptverteilung eine vieradrige Leitung zu den Unterverteilungen der einzelnen Etagen.

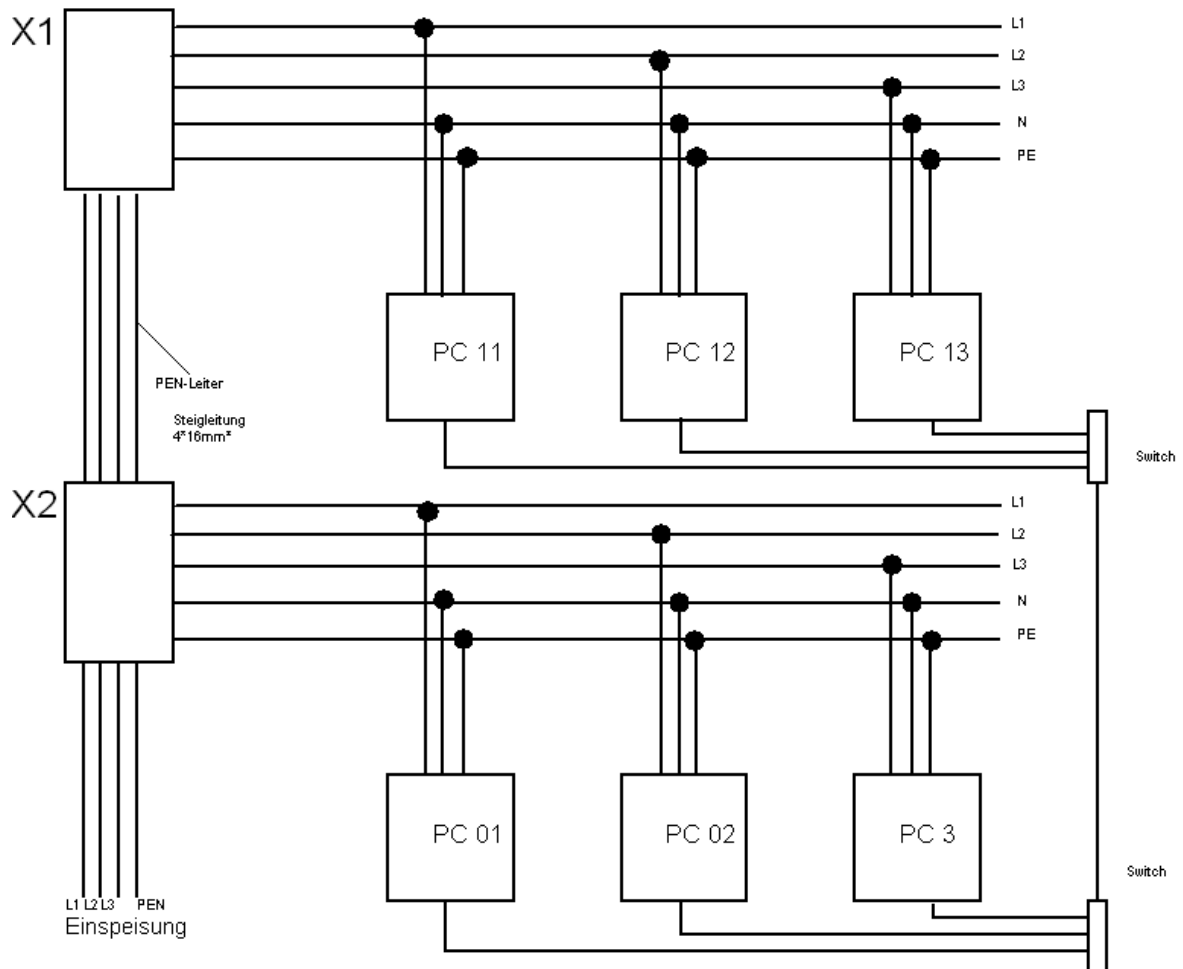
- Stromkreise

Für die Steckdosen existieren in jeder Etage drei Stromkreise (TN-S-System).

- Erstellen Sie eine Handskizze der oben beschriebenen Anlagensituation unter Berücksichtigung des vorgesehenen Netzwerkes. **(3 Punkte)**
- Nach der Erstellung des Netzwerkes kommt es zu häufigen Auslösungen der RCDs. Beschreiben Sie die Ursache dieser Störungen. **(2 Punkte)**
- Während der Umbaumaßnahmen ist der PEN-Leiter zwischen Einspeisung und Unterverteilung der oberen Etage unterbrochen worden. Beschreiben Sie zwei wesentliche Auswirkungen dieses Fehlers unter der Voraussetzung, dass die Rechner in Betrieb sind. **(3 Punkte)**

Lösungshinweis

a)



- b) Bedingt durch die Abschirmungen der Datenleitungen innerhalb des Netzwerkes können sich bei unsymmetrischer Last Ausgleichsströme ergeben, welche nicht über den RCD zum Sternpunkt des Netzes zurückfließen. Sind diese Ströme größer als der Bemessungsfehlerstrom des RCD, kommt es zur Auslösung.
- c) – Durch die Unterbrechung des PEN-Leiters wird der Sternpunkt des Netzes praktisch aufgehoben. Die Spannungen im System werden ausschließlich durch die Größe der Verbraucherwiderstände definiert. Damit besteht die Gefahr, dass die angeschlossenen PCs beschädigt werden oder nicht funktionsfähig sind.
- Alle Gehäuse der Geräte, die mit dem PE verbunden sind, führen Spannung.

Geprüfte/-r Industriemeister/-in Handlungsspezifische Qualifikationen

1. Situationsaufgabe Handlungsbereich: Technik Automatisierungs- und Informationstechnik (T2)

Aufgabe

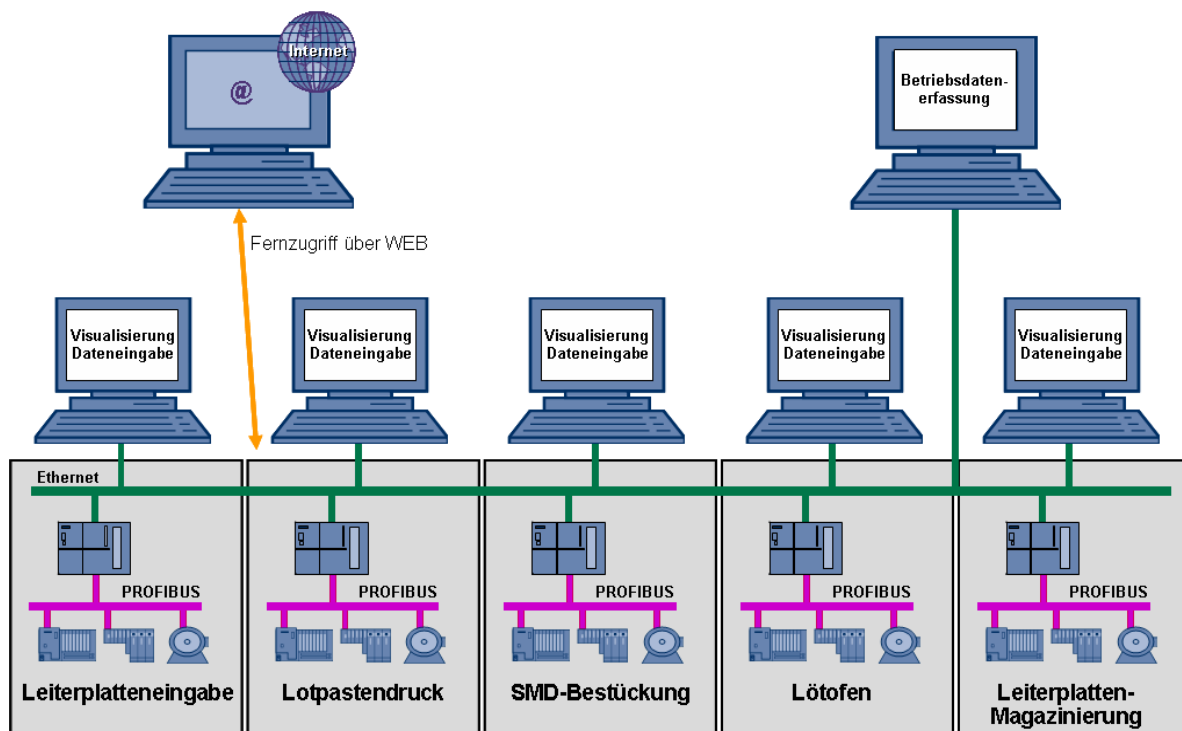


Bild: vernetztes Anlagenschema

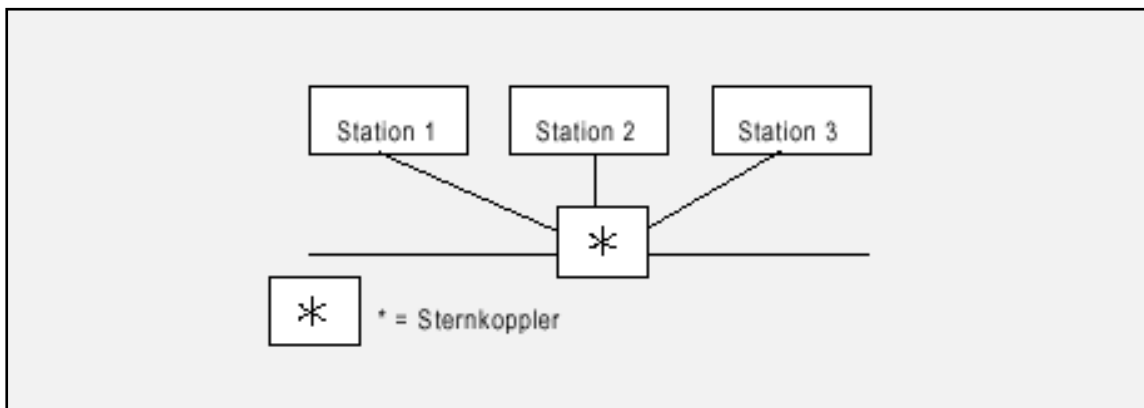
Die Anbindung der Sensoren und Aktoren der einzelnen Produktionsmaschinen soll mithilfe eines PROFIBUS-DP-Feldbussystems realisiert werden.

- Erläutern Sie Ihrem Auszubildenden kurz die typischen Merkmale von PROFIBUS-DP. **(2 Punkte)**
- Beschreiben Sie den Zusammenhang zwischen Baudrate und zulässiger Leitungslänge. **(2 Punkte)**
- Die Netzstruktur ist in der gegebenen Abbildung festgelegt.
Benennen Sie zu den zwei hier vorhandenen Bussystemen **(4 Punkte)**
 - Ethernet und
 - Profibus

die typische Netztopologie und führen Sie je einen Vor- und einen Nachteil auf.

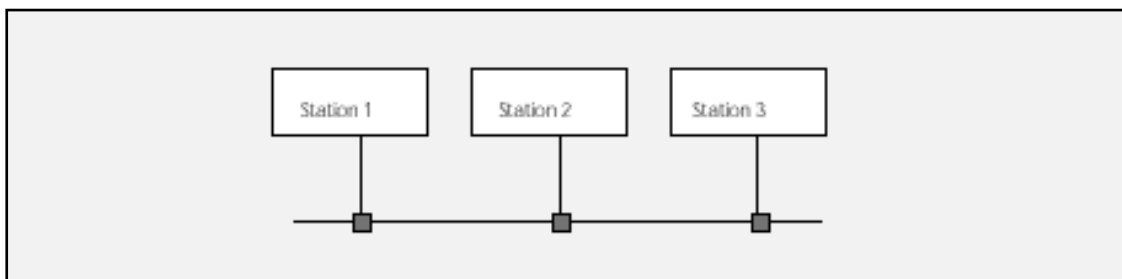
Lösungshinweis

- a) PROFIBUS-DP ist ein offenes digitales Kommunikationssystem mit breitem Anwendungsbereich vor allem in der Fertigungs- und Prozesstechnik für schnelle, zeitkritische und komplexe Prozessdatenübertragungssysteme. Das typische PROFIBUS-DP-System ist ein Mono-Master-System mit einem DP-Master und einer Anzahl von DP-Slaves mit digitalen Eingängen sowie digitalen Ausgängen bzw. analogen Eingängen und analogen Ausgängen. Die Hauptaufgabe des Masters ist die Durchführung einer zyklischen Prozessdatenübertragung nach dem Master-Slave-Verfahren.
- b) Die Datenrate wird in bit pro Sekunde angegeben. Eine hohe Datenrate weist auf hohe Frequenzen hin. Signale mit höherer Frequenz erfahren auf der Übertragungsleitung eine stärkere Dämpfung als Signale mit niedrigerer Frequenz. Für die PROFIBUS-RS485-Leitung wird der Zusammenhang zwischen zulässiger Leitungslänge eines Bussegmentes und der Datenrate durch Richtwerte angegeben.
- c) – Bevorzugte Topologie bei Ethernet ist der Stern.



Alle Teilnehmer sind mit einem zentralen Knoten verbunden.

- Vorteile:
 - Die Beschädigung einer Leitung beeinträchtigt nur einen Teilnehmer.
 - Änderungen der Zuordnung oder Trennung von Teilnehmern lassen sich zentral durchführen.
 - Mit der Sternverkabelung lassen sich alle denkbaren logischen Strukturen nachbilden.
- Nachteile:
 - Beim Ausfall des zentralen Knotens fallen alle Teilnehmer aus.
 - Durch die Einzelverkabelung eines jeden Teilnehmers erhöhen sich die Kabelkosten.
 - Es können Reichweitenprobleme auftreten.
- Bevorzugte Topologie bei PROFIBUS ist die Linie.



Alle Teilnehmer befinden sich an einem zentralen Kabel.

- Vorteile:
 - Verkabelung reduziert sich auf ein Kabel.
 - Bei der Nachinstallation neuer Teilnehmer werden diese an das Buskabel angeschlossen.
 - geringer Verkabelungsaufwand
- Nachteile:

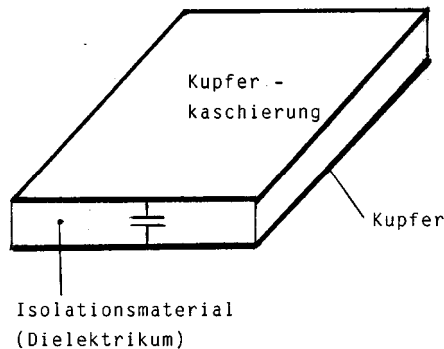
- Störungen auf der Busleitung beeinträchtigen den gesamten Bus.
- Unterbrechungen bringen den gesamten Datenverkehr zum Erliegen.
- Abhängig vom Kabeltyp müssen Restriktionen beim Anschluss neuer Teilnehmer beachtet werden (Mindestabstand zwischen zwei Teilnehmern).

Geprüfte/-r Industriemeister/-in Handlungsspezifische Qualifikationen

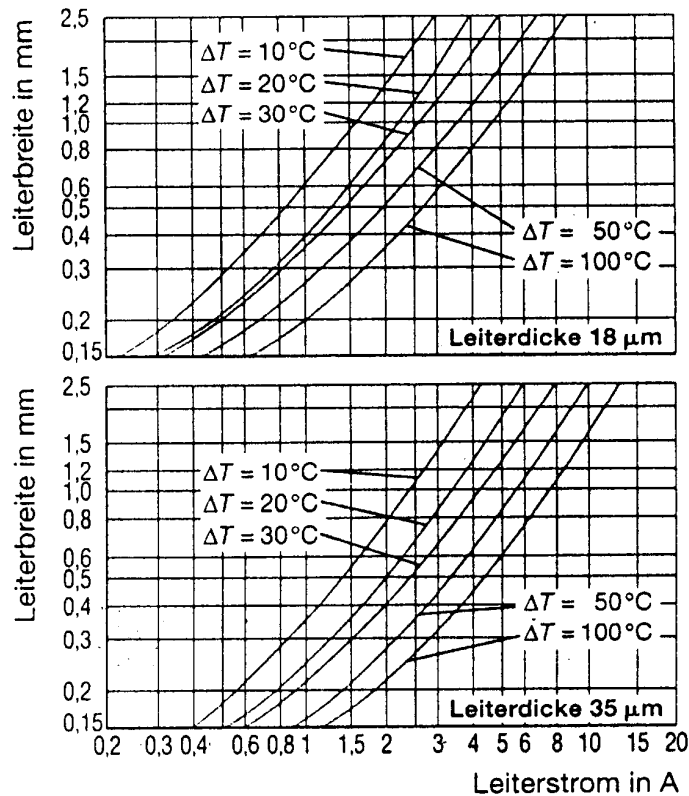
1. Situationsaufgabe Handlungsbereich Technik Automatisierungs- und Informationstechnik (T2)

Aufgabe

In der Fertigung werden bisher Platinen auf Glasfaser-Epoxid-Basis verarbeitet. Das Basismaterial der Leiterplatten des neuen Kunden besteht aber aus beidseitig Cu-kaschierter Keramik. Sie nehmen die Gelegenheit wahr, den Auszubildenden darauf hinzuweisen, dass eine solche (unbehandelte) Anordnung im Prinzip einen Plattenkondensator mit einer definierten Kapazität darstellt (siehe Bild).



- a) Sie geben dem Auszubildenden den Auftrag, die Dielektrizitätskonstante **(4 Punkte)**
- von Glasfaserepoxid und
 - der Keramik
- zu bestimmen. Dazu ermittelt er an Platten gleicher Größe erst einmal die mechanischen Abmessungen:
- Fläche der Platten: 100 cm^2
- Abstand der Platten: $1,6 \text{ mm}$
- Die elektrischen Messungen ergeben 221 pF für Glasfaserepoxid und 497 pF für die Keramik als Dielektrikum.
- b) Der Auszubildende zeigt großes Interesse an diesen Zusammenhängen. **(2 Punkte)**
- Da die Platinen für die Elektronik des neuen Kunden unterschiedliche Leiterdicken aufweisen, stellen Sie ihm zusätzlich die Aufgabe, anhand der Strombelastungsdiagramme (siehe Kurven) die Temperaturerhöhung ΔT einer Leiterbahn von $1,2 \text{ mm}$ Breite zu ermitteln für den Fall, dass ein Strom von $2,5 \text{ A}$ durch eine Leiterdicke von $18 \text{ }\mu\text{m}$ fließt.
- c) Ferner soll er versuchen, den maximal zulässigen Strom durch eine Leiterbahn der Breite von $0,3 \text{ mm}$ und $35 \text{ }\mu\text{m}$ Dicke zu finden, sodass bei einer Umgebungstemperatur von $20 \text{ }^\circ\text{C}$ die Leiterbahn selbst gerade $50 \text{ }^\circ\text{C}$ annimmt. **(2 Punkte)**
- Um eine Kontrolle der Ergebnisse des Auszubildenden zu haben, berechnen bzw. bestimmen Sie ebenfalls die gesuchten Werte.



Hilfsmittel: Taschenrechner, Formelsammlung, Tabellenbuch

Lösungshinweis

a) Grundformel zur Berechnung eines Plattenkondensators:

$$C = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot \frac{A}{d} \text{ und aufgelöst nach } \epsilon_r = \frac{C \cdot d}{\epsilon_0 \cdot A}$$

– Glasfaser:

$$\epsilon_r = 221 \cdot 10^{-12} \text{ As/V} \cdot 1,6 \cdot 10^{-3} \text{ m} / 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ As/Vm} \cdot 100 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 =$$

$$\frac{3536}{885} = 4 \text{ (Die Einheiten kürzen sich weg.)}$$

– Keramik:

Analoge Rechnung nur mit $C = 497 \text{ pF}$ ergibt $\epsilon_r = 9$.

Oder einfacher mit der Überlegung:

Da sich mit ϵ_r nur C ändert, genügt es, die Konstante (4) für den Fall Glasfaserepoxyd zu ermitteln.

Die Konstante für die Keramik ist dann um den Faktor $\frac{497 \text{ pF}}{221 \text{ pF}} = 2,25$ größer, also $4 \cdot 2,25 = 9$.

b) Der gesuchte Wert ist direkt aus dem Diagramm (für $18 \mu\text{m}$) zu entnehmen:

$$\Delta T = 20 \text{ }^\circ\text{C}$$

c) Auswertung des unteren Diagramms (für eine Leiterdicke von $35 \mu\text{m}$) ergibt für $\Delta T = 50 \text{ }^\circ\text{C} - 20 \text{ }^\circ\text{C} = 30 \text{ }^\circ\text{C}$ einen Strom I von $1,5 \text{ A}$.



Geprüfte/r Industriemeister/in Elektrotechnik

2. Situationsaufgabe Handlungsbereich: Organisation

Aufgabe

Ermitteln Sie die unterschiedliche Anzahl der herzustellenden Produkte für einen maximalen Gewinn.

Berechnen Sie den maximalen Gewinn.

Produkt	Absetzbare Stückzahl	Verkaufserlös/ Stück in Euro	Selbstkosten/ Stück in Euro	Durchgangszeit in min/Stück
A	20 000	1,20	1,00	0,05
B	5 000	1,50	1,10	0,075
C	15 000	0,90	0,80	0,043

Fixkosten = 1 500,00 €

Arbeitszeit = 24 Stunden pro Tag im Drei-Schicht-Betrieb an einer Maschine **(12 Punkte)**

Hilfsmittel: Taschenrechner, Formelsammlung	
Lösungsweg	
A	0,20 € : 0,05 min = 4,00 €/ min
B	0,40 € : 0,075 min = 5,33 €/ min
C	0,10 € : 0,043 min = 2,33 €/ min
Arbeitszeit gesamt 24 Std. = 1440 min	
1 440 min - (20 000 St · 0,05 min / St) = 440 min	
440 min - (5 000 St · 0,075 min / St) = 65 min	
65 min : 0,043 min / St = 1 511 St	
A	20 000 St · 0,20 € / St = 4 000,00 €
B	5 000 St · 0,40 € / St = 2 000,00 €
C	1 511 St · 0,10 € / St = 151,10 €
4 000,00 €	
+ 2 000,00 €	
+ 151,10 €	
- 1 500,00 €	
<u>4 651,10 €</u> (Gewinn)	

Geprüfte/r Industriemeister/in Elektrotechnik

2. Situationsaufgabe Handlungsbereich: Organisation

Aufgabe

Im Rahmen der Erstinbetriebnahme stellen Sie bei der Sichtkontrolle fest, dass der Motor des Transportsystems mit einer 45 m langen Leitung Typ NYM-J 4 x 2,5 mm², die auf einer ungelochten Kabelwanne liegt, angeschlossen ist.

Das vorgeschaltete Überstromschutzorgan ist ein Leitungsschutzschalter Typ K mit einer Bemessungsstromstärke von 20 A.

Der Motor des Transportsystems hat folgende technische Daten:

- Bemessungsleistung: 7,5 kW
- Bemessungsspannung: 400 V
- Bemessungsstrom: 15,6 A
- Leistungsfaktor $\cos \varphi$: 0,85

a) Überprüfen Sie die Zulässigkeit der Zuleitung gemäß DIN VDE und geben Sie alle zu beachtenden Kriterien an. **(5 Punkte)**

b) Am Leitungsschutzschalter haben Sie mit dem Spannungsmesser 398 V ermittelt. **(5 Punkte)**

Berechnen Sie die Klemmenspannung am Motor unter Berücksichtigung der Bemessungsdaten des Motors und der in der Anlage verlegten Zuleitung.

c) Zur Überprüfung der Wirksamkeit der Schutzmaßnahme haben Sie mit dem VDE-Prüfgerät eine Schleifenimpedanz von 710 mΩ gemessen.

Überprüfen Sie die Schutzmaßnahme „Abschaltung durch Überstromschutzeinrichtung im TN-System rechnerisch auf ihre Wirksamkeit. **(5 Punkte)**

Hilfsmittel: Taschenrechner, Tabellenbuch

Lösungsweg

- a.)
- Verlegeart, zul. max. Spannungsabfall, Leitungsart, Strombelastung, Querschnitt, Umgebungstemperatur
 - Die Zuleitung hat einen Querschnitt von 2,5mm² mit der Verlegeart C und 3 stromführenden Leitern
 - Die Strombelastbarkeit ist laut Tabelle 25A bei 25° C Umgebungstemperatur
 - Das einsetzbare Überstromschutzorgan ein LS-Schalter Typ K 25A

b.)
$$u = \frac{\sqrt{3} \cdot 45\text{m} \cdot 15,6\text{A} \cdot 0,85}{56\text{m}/\Omega \cdot \text{mm}^2 \cdot 2,5\text{mm}^2} = 7,3 \text{ V}$$

- c.) $U_0 = \text{Bemessungsspannung gegen Erde } 231\text{V}$
 $\angle U_0 = 710\text{m}\Omega \cdot 300\text{A} = 213\text{V}$
 Die Wirksamkeit der Schutzmaßnahme ist gewährleistet.