

Beantworten Sie bitte nachstehende Fragen (kurz) bzw. erstellen Sie Hand – Skizzen auf gesonderten, mit Ihrer Matrikel-Nummer gekennzeichneten Blättern unter Angabe der jeweiligen Aufgaben – Nr.:

1. R&I-Schema, Kennzeichnung

In einer Industrieanlage wird für einige Vorgänge Prozessdampf in zeitlich unterschiedlicher Menge benötigt, der in einem Kessel mit zwei Öl-Brennern erzeugt wird. Das Öl wird durch eine Pumpe aus einem Vorratsbehälter gepumpt, an die Ölventile der Brenner geleitet und über ein Regelventil (als „Bypass“) wieder in den Behälter zurückgeleitet. Die Pumpe läuft mit gleicher Drehzahl durch, der Öldruck (und damit die Feuerleistung) wird über das Bypassventil eingestellt. Die Verbrennungsluft wird durch ein Drehzahl-geregeltes

1. R&I-Schema, Kennzeichnung

17 Punkte, 15 Minuten

In einem Industriebetrieb werden zwei Tanks zur Zwischenlagerung eines flüssigen Grundstoffs benutzt (nicht explosiv). Jeder Tank ist über ein Ventil an eine Sammelleitung angeschlossen, an die ebenfalls je eine Pumpe zum Füllen und eine zum Leeren angeschlossen sind. Vor und hinter jeder Pumpe ist je ein Absperrventil. In beiden Tanks wird das Niveau gemessen (für Anzeige), hinter jeder Pumpe Durchfluss (Steuerung, Anzeige).

Skizzieren Sie ein Anlagenfließbild mit den Messungen. Kennzeichnen Sie Pumpen, Ventile, Tanks und Messungen (Referenz-Kennzeichen). Die Zwischenlagerung soll „CM“ heißen, und auch die Tanks heißen „CM“. Jede Pumpe (mit Ventilen) und jeder Tank (mit Ventil) sei eine eigene Teilanlage. Die Kennzeichnungs- Level L2 und L3 reichen aus, die „Gemeinsame Zuordnung“ entfällt.

2. Geräte und Verbindungen (unabhängig von Aufg. 1 lösbar)

33 Punkte, 30 Minuten

Ein Zwischenlager für einen flüssigen Grundstoff (nicht explosiv, vgl. Aufg. 1) ist ein eigener Bereich und soll vor-Ort eine Steuerungseinrichtung erhalten. Diese soll mit einem auf DIN-Schiene steckbarem System realisiert werden. Es stehen CPU, Schnittstellengeräte und Ein-/Ausgabegeräte mit jeweils zwei Kanälen und Sensorspeisung (2-Draht-Anschluss) zur Verfügung. Die elektrischen Antriebe haben max. 4 kW und sollen über Schütze geschaltet werden, die Hilfskontakten für Rückmeldungen EIN/AUS besitzen.

Steuerung und Schütze sollen vor-Ort in einen Schrank eingebaut werden.

Für die Bedienung soll auf der Schrank-Vorderseite ein Touch-Panel eingebaut werden (spezielle Schnittstelle). Außerdem sollen Bedienung und Diagnose über Bildschirme in einer 500 m entfernten Warte möglich sein. Diese Verbindung soll hohe Verfügbarkeit besitzen.

In der Anlage gibt es 2 Pumpen, 6 Ventile (Elektromotor-Antrieb mit Initiatoren als Endschalter) und 4 analoge Messungen (L, F). Für diese Messungen sollen Parametrierung und Diagnose von der Warte aus möglich sein.

a) Skizzieren Sie die notwendigen Geräte. Pro Typ reicht ein „Kästchen“ mit Angabe der Geräte-Anzahl. Zeichnen Sie Verbindungen einpolig ein. Geben Sie die el. Signalbereiche bzw. bei BUS-Verbindungen den BUS-Typ an.

Stellen Sie auch notwendige Spannungsversorgungs-Geräte und die Bedienungs-Geräte dar.

b) Skizzieren Sie, was Sie bei einer „modernen“ Lösung anders machen würden (in einer zweiten Skizze), und geben Sie die Vorteile gegenüber a) in Stichpunkten an.

Geräte, die außerhalb des Schrankes montiert werden sollen, müssen für IP67 geeignet sein

3. Funktionsplanung (unabhängig von Aufg. 1 lösbar)

20 Punkte, 20 Minuten

Eine „Förderpumpe 1“ (vgl. Aufg. 1) soll mit einem Standard-Antriebssteuerbaustein AST (siehe nebenstehende Tabelle) gesteuert werden.

Die Pumpe wird von Tasten (nicht sichtbar) oder einer übergeordneten Automatik geschaltet.

Sie darf nur eingeschaltet werden, wenn

- Tank-Ventil 1 oder 2 OFFEN ist UND
- Pumpe 2 AUS ist, UND
- Pumpen-Ventil 1 UND 2 ZU sind.

Sie muss zu ihrem Schutz abgeschaltet werden, wenn

- ein Pumpenventil ZU ist UND die Pumpe schon länger als 20 Sekunden EIN ist.

Funktionsbaustein AST, Anschlüsse:

AE / AA	Automatikbefehle „soll EIN / AUS“
FE / FA	Freigabe-Eing. zum EIN / AUS-schalt.
SA	Eingang für Schutz-Aus
RE / RA	Rückmelde-Eing. „ist EIN / AUS“
BE / BA	Befehls-Ausgänge EIN / AUS an Leistungsschaltgeräte

Skizzieren Sie einen Funktionsplan der Antriebssteuerung der Förderpumpe 1 mit Symbolen und Regeln der DIN 61131 (SPS-Norm). Sie können den „Continuous Function Chart“ benutzen.

Die Signale können Sie in abgekürztem Klartext eintragen (siehe Aufgabenstellung). Signalkennzeichen nach Kennzeichnungsnorm bringen 4 Punkte mehr.

b) Tragen Sie in den Zeichnungskopf des Funktionsplans ein, was zur Kennzeichnung nötig ist.

4. EMV

10 Punkte, 10 Minuten

Eine SPS schaltet mit einem Ausgabegerät, das im Geräterahmen der SPS eingebaut ist, direkt ein Magnetventil mit 24 V. Bei der Inbetriebnahme stellt sich heraus, dass beim Abschalten des Magnetventils Störungen in der Elektronik auftreten.

- a) **Welche Punkte würden Sie prüfen und, falls nicht geschehen, welche Maßnahmen würden Sie durchführen?**
- b) **Welches Bauelement mit welchen Daten könnten Sie verwenden**, wenn Sie ein zusätzliches Bauelement benötigen würden?
- Magnetventil-Daten: Spule: 24 V DC, 18 W. Vergleichsmessung: bei 30 V AC 50 Hz: 155 mA, wird maximal 3 mal / Sekunde geschaltet. Die Spulen-Spannung kann bis zu 30 V betragen

5. Sicherheit

10 Punkte, 10 Minuten

Ein Industrie-Roboter setzt Teile zusammen und bewegt sich dabei sehr schnell. Ein Arbeiter, der etwa jede Stunde prüfen muss, ob die richtigen Teile zur Verfügung stehen, könnte erfasst und so verletzt werden, dass er medizinische Behandlung benötigt um wieder geheilt zu werden.

Für die Risikobewertung soll die Norm DIN EN 62 061 benutzt werden. Sowohl die Eintrittswahrscheinlichkeit als auch die Möglichkeit zur Vermeidung werden als „möglich“ eingestuft.

Der Roboter arbeitet in einem abgeäugten Bereich, der nur über eine Türe betretbar ist. Wenn diese nicht geschlossen ist wird der Roboter gestoppt bzw. blockiert. Ob sie geschlossen ist soll ein induktiver Geber melden. Von diesem ist bekannt, dass er max. 2 mal in 10^6 Std. fälschlicherweise „geschlossen“ meldet und 3 mal in 10^6 Stunden fälschlicherweise „offen“. Beide Fehler können nicht erkannt werden.

- a) **Welcher Safety Integrity Level ist zu fordern?**
- b) **Welche Fehler-Wahrscheinlichkeit (PFD oder PFH?) ist für den induktiven Geber zu fordern**, wenn man die „Standard-Verteilung“ über die gesamte Sicherheitseinrichtung anwendet?
- c) **Ist der induktive Geber geeignet?** (nur PFD / PFH betrachten, nicht FMEDA)
Begründung:

Viel Erfolg!

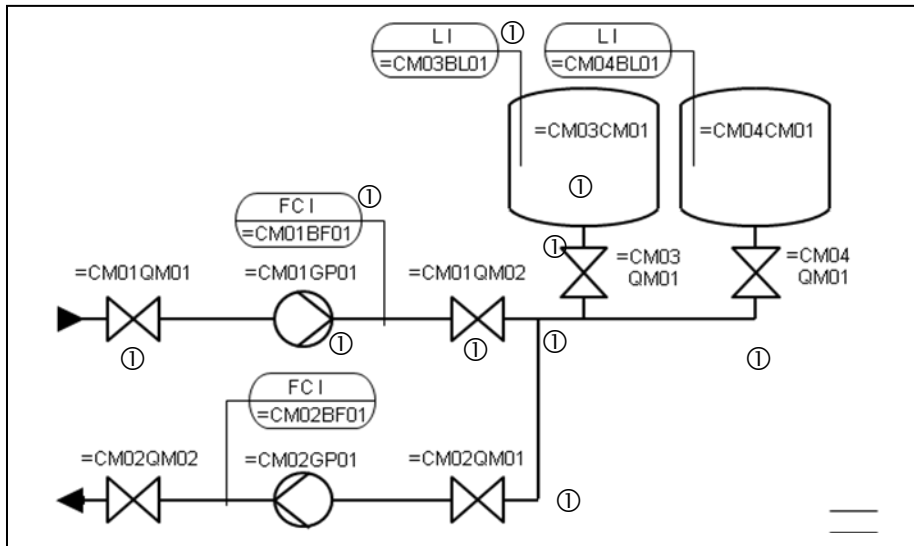
Lösungen

1. Anlagenfließbild mit MRS-Stellen, Kennzeichnung

17 Punkte, 15 Minuten

In einem Industriebetrieb werden zwei Tanks zur Zwischenlagerung eines flüssigen Grundstoffs benutzt (nicht explosiv). Jeder Tank ist über ein Ventil an eine Sammelleitung angeschlossen, an die ebenfalls je eine Pumpe zum Füllen und eine zum Leeren angeschlossen sind. Vor und hinter jeder Pumpe ist je ein Absperrventil. In beiden Tanks wird das Niveau gemessen (für Anzeige), hinter jeder Pumpe Durchfluss (Steuerung, Anzeige).

Skizzieren Sie ein Anlagenfließbild mit den Messungen. Kennzeichnen Sie Pumpen, Ventile, Tanks und Messungen (Referenz-Kennzeichen). Die Zwischenlagerung soll „CM“ heißen, und auch die Tanks heißen „CM“. Jede Pumpe (mit Ventilen) und jeder Tank (mit Ventil) sei eine eigene Teilanlage. Die Kennzeichnungs- Level L2 und L3 reichen aus, die „Gemeinsame Zuordnung“ entfällt.



17

Kennzeichnung:

Unterteilung in Teilanl.: (2)

Messungen:

Klassifizierungen: (2)

Vollständige Kennz.: (2)

Mess-Alphabet angew.: (1)

2. Geräte und Verbindungen (unabhängig von Aufg. 1 lösbar)

33 Punkte, 30 Minuten

Ein Zwischenlager für einen flüssigen Grundstoff (nicht explosiv, vgl. Aufg. 1) ist ein eigener Bereich und soll vor-Ort eine Steuerungseinrichtung erhalten. Diese soll mit einem auf DIN-Schiene steckbarem System realisiert werden. Es stehen CPU, Schnittstellengeräte und Ein-/Ausgabegeräte mit jeweils zwei Kanälen und Sensorspeisung (2-Draht-Anschluss) zur Verfügung. Die elektrischen Antriebe haben max. 4 kW und sollen über Schütze geschaltet werden, die Hilfskontakten für Rückmeldungen EIN/AUS besitzen.

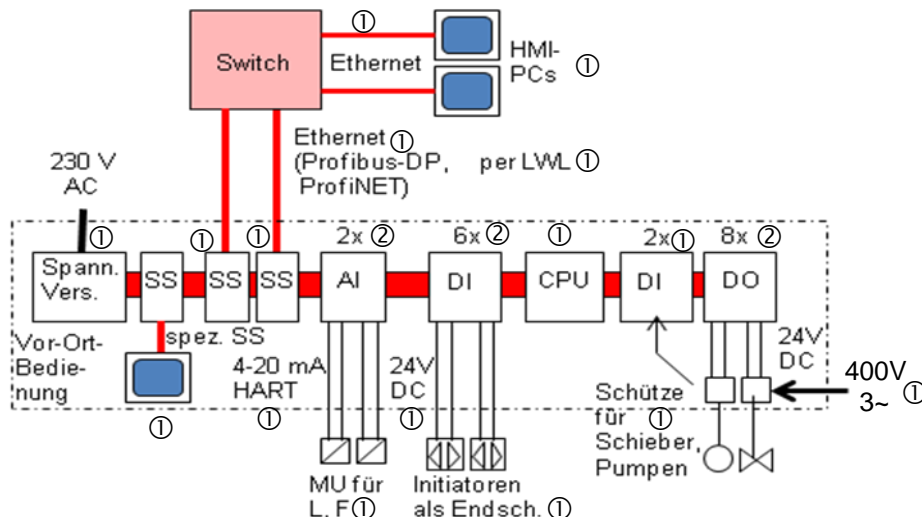
Steuerung und Schütze sollen vor-Ort in einen Schaltschrank eingebaut werden.

Für die Bedienung soll auf der Schrank-Vorderseite ein Touch-Panel eingebaut werden (spezielle Schnittstelle). Außerdem sollen Bedienung und Diagnose über Bildschirme in einer 500 m entfernten Warte möglich sein. Diese Verbindung soll hohe Verfügbarkeit besitzen.

In der Anlage gibt es 2 Pumpen, 6 Ventile (Elektromotor-Antrieb mit Initiatoren als Endschalter) und 4 analoge Messungen (L, F). Für diese Messungen sollen Parametrierung und Diagnose von der Warte aus möglich sein.

a) Skizzieren Sie die notwendigen Geräte. Pro Typ reicht ein „Kästchen“ mit Angabe der Geräte-Anzahl.

Zeichnen Sie Verbindungen einpolig ein. Geben Sie die el. Signalbereiche bzw. bei BUS-Verbindungen den BUS-Typ an. Stellen Sie auch notwendige Spannungsversorgungs-Geräte und die Bediungs-Geräte dar.



22

Geräte, die außerhalb des Schrankes montiert werden sollen, müssen für IP67 geeignet sein!

11



- Weniger Verkabelung in der Anlage, (1)
- weniger Verkabelung im Schrank, (1)
- keine Schütze (Platz, Störungen), (1)
- höhere Verfügbarkeit der Eingaben, (1)
- mehr Informationen von Sensoren und Aktoren (1)



20 Punkte. 20 Minuten

- ein Pumpenventil ZU ist UND die Pumpe schon länger als 20 Sekunden EIN ist.

Die Signale können Sie in abgekürztem Klartext eintragen (siehe Aufgabenstellung). Signalkennzeichen nach Kennzeichnungsnorm bringen 4 Punkte mehr.

Signalkennzeichen: (4)



(1)

(1)

(1)

3

4. EMV

10 Punkte, 10 Minuten

Eine SPS schaltet mit einem Ausgabegerät, das im Geräterahmen der SPS eingebaut ist, direkt ein Magnetventil mit 24 V. Bei der Inbetriebnahme stellt sich heraus, dass beim Abschalten des Magnetventils Störungen in der Elektronik auftreten.

a) Welche Punkte würden Sie prüfen und, falls nicht geschehen, welche Maßnahmen würden Sie durchführen? 4

- Schaltspannung von SPS-Versorgungsspannung trennen (Fremdspannung) (1)
- Als Hin- und Rückleitung zum/vom Magnetventil verdrehtes, abgeschirmtes Kabel verwenden (1)
- Auf Abstand zwischen MV-Kabel und anderen Leitungen / Bus-Leiterplatte achten (1)
- Magnetventil-Spule beschalten (1)

b) Welches Bauelement mit welchen Daten könnten Sie verwenden, wenn Sie ein zusätzliches Bauelement benötigen würden? 6

Magnetventil-Daten: Spule: 24 V DC, 18 W. Vergleichsmessung: bei 30 V AC 50 Hz: 155 mA, wird maximal 3 mal / Sekunde geschaltet. Die Spannung kann bis zu 30 V betragen.

Typ: Varistor oder Diode (längere Ausschalt – Verzögerung!) (2)

$$R = \frac{U}{I_{DC}} = \frac{24}{0,155} = 155 \Omega \quad Z = \frac{U_{AC}}{I_{AC}} = \frac{30}{0,155} = 193,5 \Omega \quad L = \frac{\sqrt{Z^2 - R^2}}{\omega} = \frac{190,8}{6,28 \cdot 50} = 0,6 H$$

$$I_{DC} = \frac{P}{U_{DC}} = \frac{18}{24} = 0,75 A \quad P = \frac{0,5 L I^2}{T} = \frac{0,5 \cdot 0,6 \cdot 0,56}{0,33} = 0,5 W$$

Leistung: $P \geq 0,5 W$, (3) bei Varistor Spannung: $U \geq 30 V$ (1)

5. Sicherheit

10 Punkte, 10 Minuten

Ein Industrie-Roboter setzt Teile zusammen und bewegt sich dabei sehr schnell. Ein Arbeiter, der etwa jede Stunde prüfen muss, ob die richtigen Teile zur Verfügung stehen, könnte erfasst und so verletzt werden, dass er medizinische Behandlung benötigt um wieder geheilt zu werden.

Für die Risikobewertung soll die Norm DIN EN 62 061 benutzt werden. Sowohl die Eintrittswahrscheinlichkeit als auch die Möglichkeit zur Vermeidung werden als „möglich“ eingestuft.

Der Roboter arbeitet in einem abgeäugten Bereich, der nur über eine Türe betretbar ist. Wenn diese nicht geschlossen ist wird der Roboter gestoppt bzw. blockiert. Ob sie geschlossen ist soll ein induktiver Geber melden. Von diesem ist bekannt, dass er max. 2 mal in 10^6 Std. fälschlicherweise „geschlossen“ meldet und 3 mal in 10^6 Stunden fälschlicherweise „offen“. Beide Fehler können nicht erkannt werden.

a) Welcher Safety Integrity Level ist zu fordern? $S=2, F=5, W=3, P=3, \rightarrow K=11, \rightarrow SIL 1$ (3) 3

b) Welche Fehler-Wahrscheinlichkeit (PFD oder PFH?) ist für den induktiven Geber zu fordern, wenn man die „Standard-Verteilung“ über die gesamte Sicherheitseinrichtung anwendet? 2

$$\rightarrow PFH_{Geber} \leq 0,25 \cdot 10^{-5} \quad (2)$$

c) Ist der induktive Geber geeignet? (nur PFD / PFH betrachten, nicht FMEDA) $\rightarrow ja$ (2)

Begründung: $PFH \sim \lambda_{DU} = 2 \cdot 10^{-6}, \quad (2) \quad < 0,25 \cdot 10^{-5} \quad (1)$ 5