

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 Ausschlalt – Verzögerung!) (2)

$$R = \frac{U}{I_{DC}} = \frac{U^2}{P} = 32\Omega \quad Z = \frac{U_{AC}}{I_{AC}} = \frac{30}{0,155} = 193,5\Omega \quad L = \frac{\sqrt{Z^2 - R^2}}{\omega} = \frac{190,8}{6,28 \cdot 50} = 0,6H$$

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

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

4. EMV

24 Punkte, Vorgabe: 25 Minuten

Ein Schrittmotor soll über ein 15 m langes normales Niederspannungskabel (ungeschirmt, unverdrillt) von einem elektronischen Steuergerät angesteuert werden. Die Position soll mit einem Potentiometer von in 3-Leiter-Schaltung gemessen werden (+10V, Abgriff, Null). Es soll aus Kostengründen über das gleiche Kabel angeschlossen werden. Die Auswertung erfolgt in einem metallgekapselten Gerät neben dem Steuergerät durch einen Verstärker, der die Potentiometer-Stellung mit einer Soll-Position vergleicht. Für eine sichere Funktion darf eine Einstreuung max. 1% vom Maximalwert des Messbereichs betragen. Die Spannungsversorgung des Auswertegerätes hat eine Restwelligkeit von 50 mV.

Geplant sind ein 10 k Ω - Potentiometer und ein Verstärker- Eingangswiderstand von 10 k Ω .

Bei einer Simulation wurden während der Motoransteuerung auf der Leitung 200 mV Störspannung gemessen, im gekapselten Verstärker-Gerät 10 mV.

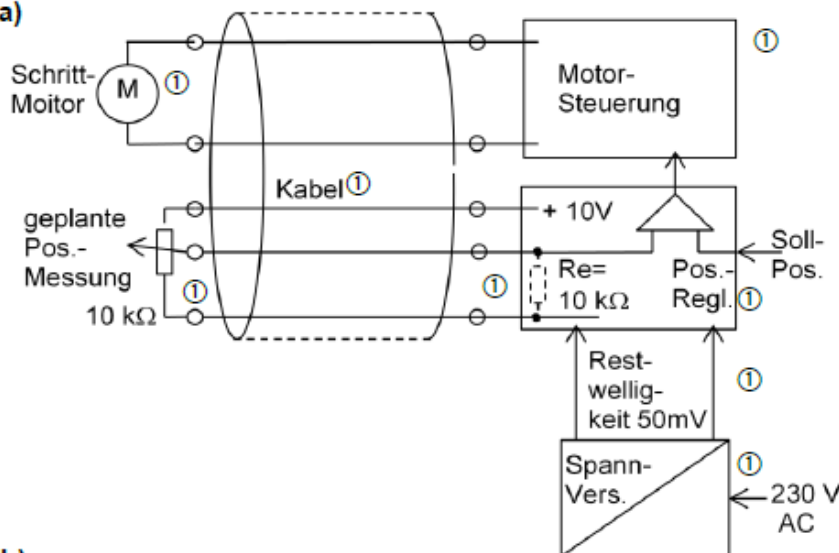
a) Skizzieren Sie die Anordnung (Motoransteuerung, Positionsmessung). (8 Pkte)

b) Erstellen Sie eine Kopplungsmatrix (9 Pkte)

c) Wie könnte man die Beeinflussung in dieser Anordnung verringern, wenn sie sich als unzulässig hoch erweist? (7 Pkte)

Die Verwendung von nur einem Kabel soll beibehalten werden.

zu a)



8

Zu b)

	① Quellen	① Mot.-Leitung	① Spann.Vers.
① Senken			
① Mess-Leitg. (100 mV)		200 mV ①	50 mV ①
① Verstärker (100 mV)		10 mV ①	50 mV ①

9

Zu c) Maßnahmen:

- anderes Kabel: Messleitungen (abgeschirmt (1), besser verdrillt) (1)
- Beschaltung des Motors (1), z.B. mit einem SHCV (1)
- anderer Positionsgeber mit Stromausgang (1)
- kleinere Widerstände für Poti (1) und Verstärker- Eingang (1)

7

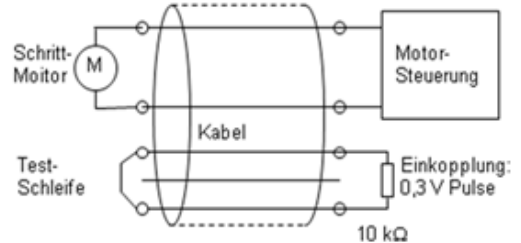
4. EMV

19 Punkte, Vorgabe: 20 Minuten

Ein Schrittmotor soll über ein 10 m langes normales, mehradriges Niederspannungskabel (ungeschirmt, unverdrillt) mit ca. 10 Pulsen pro Sekunde angesteuert werden. Seine Position soll über ein Potentiometer in 3-Leiter-Schaltung gemessen werden (+10V, Abgriff, Null). Geplant ist ein Potentiometer von 10 kΩ und eine Auswerteschaltung mit einem Ersatz-Eingangswiderstand gegen Null von 5 kΩ. Die vorgesehene Spannungsversorgung für Potentiometer und Auswerteschaltung hat eine Restwelligkeit von 50 mV.

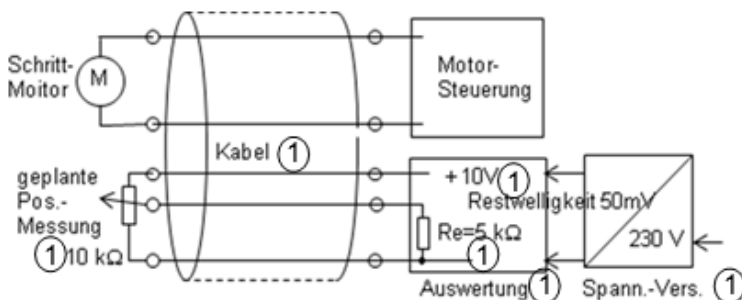
Aus Kostengründen soll die Messung über das gleiche Kabel angeschlossen werden. Für einen fehlerfreien Betrieb „verträgt“ die Messung eine Störspannung von max. 1% des Maximalwertes (10V). Geht das?

Um die tatsächliche Beeinflussung zu testen wurde aus zwei Leitungen des Kabels eine Leiterschleife gebildet und mit 10 kΩ abgeschlossen (siehe Abbildung). An diesem Widerstand wurden bei Motoransteuerung 0,3 V Impulse gemessen.



- a) Skizzieren Sie die geplante Anordnung Schrittmotor – Kabel – Motorsteuerung mit Positionsmessung, Kabel, Auswerteschaltung und Spannungsversorgung.

6



- b) Welche Störspannung ist am Eingang der geplanten Positionsmessung zu erwarten? Stellen Sie sich dazu vor, der Abgriff des Potentiometers stehe dabei in Mittelstellung!

Beide Anschlüsse der Stromversorgung sind für Störspannungen ein Kurzschluss. Der höchste Widerstand des Messkreises ergibt sich mit 5 kΩ bei Mittelstellung des Potentiometers, der Kreis hat dann 10 kΩ, entspricht also der Testschleife, an Re also: 0,15 V (2)

2

- c) Erstellen Sie eine Kopplungsmatrix

① Quellen	Motorleitung	Spannungsversorgung ①
Senken		
① Potentiometer (0,1 V)		0,05 V ①
① Messleitung (0,1 V)	0,15 V ①	

7

- d) Wie könnte man die Beeinflussung in dieser Anordnung verringern, wenn mit einer unzulässig hohen Beeinflussung zu rechnen ist? Auf welchen Wert könnte die Maßnahme die Störspannung verringern? (Bei veränderter Auslegung des Messkreises können Sie mit gleicher Störleistung der Quelle rechnen!) Eine begründete Schätzung reicht!

4

- Poti und Re niederohmig auslegen, z.B. je 1 kΩ, (2) geschätzt: ca. 1/5 = ca. 0,03 V (2)

$$\text{Störleistung an } 10 \text{ k}\Omega: P = \frac{U^2}{R} = \frac{0,0225}{10 \cdot 10^3} = 2,25 \cdot 10^{-6} \text{ W} \quad (2)$$

$$\text{bei } 0,5 \text{ und } 1 \text{ k}\Omega: I = \sqrt{\frac{P}{R}} = \sqrt{\frac{2,25 \cdot 10^{-6}}{1,5 \cdot 10^3}} = 1,5 \cdot 10^{-5} \quad U = I \cdot R = 1,5 \cdot 10^{-5} \cdot 1 \cdot 10^3 = 15 \text{ mV} \quad (2)$$

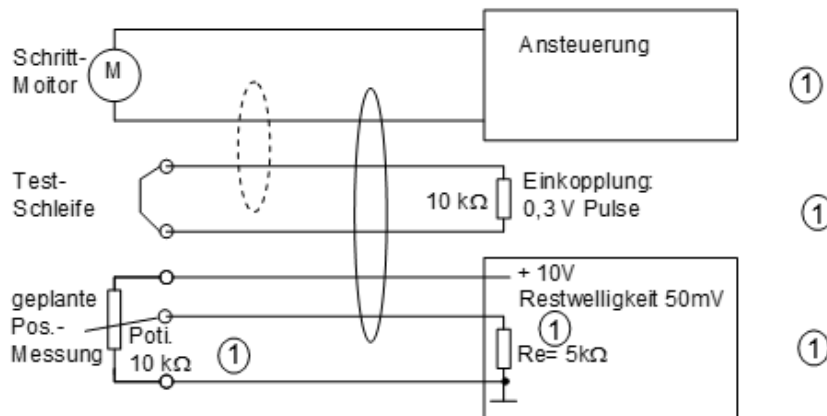
alternativ

4. EMV

20 Punkte, Vorgabe: 20 Minuten

Ein Schrittmotor soll über ein 10 m langes normales Niederspannungskabel angesteuert werden (ungeschirmt, unverdrillt). Die Position soll mit einem Potentiometer in 3-Leiter-Schaltung gemessen werden (+10V, Abgriff, Null). Es soll über das gleiche Kabel angeschlossen werden. Der Schrittmotor wird mit ca. 10 Pulsen pro Sekunde angesteuert, die Positionsmessung soll nicht mehr benötigte Pulse verhindern und kann dazu max. 1% Störspannung (vom Maximalwert) verkraften. Um die Beeinflussung der Positionsmessung durch die Pulse an den Motor zu testen wurden zwei Kabeladern auf einer Seite verbunden und auf der anderen mit einem Widerstand von 10 k Ω abgeschlossen, an dem bei Motoransteuerung Pulse von 0,3 V gemessen wurden. Geplant ist ein Potentiometer von 10 k Ω und eine Auswerteschaltung mit einem Ersatz- Eingangswiderstand gegen Null von 5 k Ω . Die Spannungsversorgung für das Potentiometer hat eine Restwelligkeit von 50 mV.

a) Skizzieren Sie die Anordnung (Motoransteuerung, Testmessung, Positionsmessung)



5

b) Welche Störspannung ist am Eingang der geplanten Positionsmessung zu erwarten?

c) Erstellen Sie eine Kopplungsmatrix

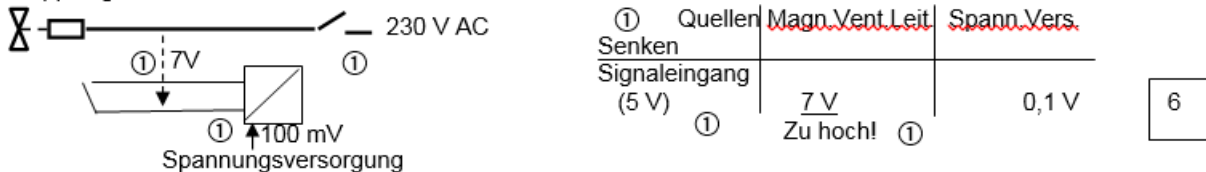
d) Wie könnte man die Beeinflussung in dieser Anordnung verringern, wenn mit einer unzulässig hohen Beeinflussung zu rechnen ist? Auf welchen Wert könnte die Maßnahme die Störspannung verringern? (Bei veränderter Auslegung des Messkreises können Sie mit gleicher Störleistung rechnen!)

5. Elektro-Magnetische Verträglichkeit

13 Punkte, Vorgabe: 10 Minuten

Ein Signalkabel (schwach verdreht, ungeschirmt) mit Rückmeldungen von Hilfskontakten an Leistungsschaltern liegt aus Platzgründen auf ca. 10 m Länge nahe an einem Niederspannungskabel, über das ungeschaltete Magnetventile geschaltet werden. Bei deren Abschalten werden auf dem Signalkabel Spannungsspitzen von ca. 7 V induziert. Die Rückmeldungen sind mit Digital- Eingabegeräten für 24V DC verbunden, die bis 5 V sicher „L“ erkennen und ab 12 V sicher „H“. Die Spannungsversorgung der Eingabegeräte- Eingangskreise hat eine Restwelligkeit von 100 mV.

- a) **Gibt es hier eine unzulässig hohe Beeinflussung?** Skizzieren Sie die Situation und erstellen Sie eine Kopplungs- Matrix



- b) **Wie könnten Sie die Magnetventile beschalten?** Die Spulen nehmen bei 230 V AC / 50 Hz 40 mA auf und bei 24 V DC 22 mA. Die Magnetventile werden maximal einmal pro Sekunde geschaltet

$$R = \frac{24}{22} = 1,091 k\Omega \quad \text{①} \quad Z = \frac{230}{0,040} = 5.750 \Omega \quad \text{①}$$

$$L = \frac{\sqrt{Z^2 - R^2}}{\omega} = \frac{\sqrt{33 \cdot 10^6 - 1,19 \cdot 10^6}}{2 \cdot 3,14 \cdot 50} = \frac{5640}{314} = 17,96 H$$

$$P = \frac{0,5 \cdot L \cdot I^2}{T} = \frac{0,5 \cdot 17,96 \cdot 0,0016}{1} = 0,014 W \quad \text{Varistor: } 14 mW / 250 V$$

- c) **Was könnte man am Signalkabel verbessern?**

-> auswechseln gegen eines mit höherer Verdrehung ① und Abschirmung ①