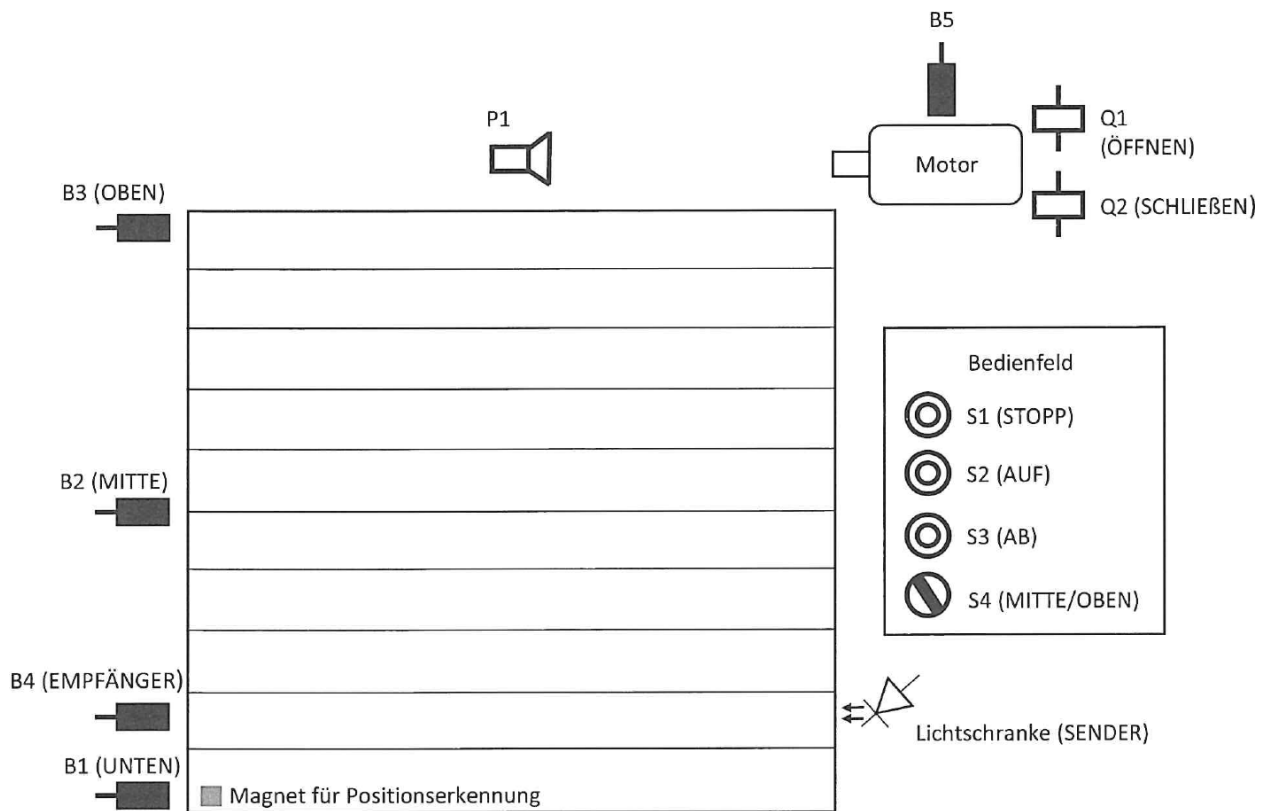




## tgt HP 2021/22-4: Flugzeughangar

Rolltor (vereinfachtes Technologieschema):



Das Rolltor eines Flugzeughangars wird mit Hilfe eines Motors geöffnet und geschlossen. Auf dem Bedienfeld im Innern des Hangars befindet sich der Taster STOPP **S1**, der Taster AUF **S2**, der Taster AB **S3** und der Waschalter **S4**. Im Außenbereich ist eine Hupe **P1** installiert.

Am Rolltor befinden sich drei induktive Näherungssensoren (**B1**, **B2** und **B3**), die auf den Magneten an der Unterkante des Rolltors reagieren.

Auf der Höhe von 0,5 m ist eine Einweglichtschranke **B4** installiert. Der Stromsensor **B5** überwacht die Stromaufnahme des Motors.

### Funktionsbeschreibung:

Über den Wahlschalter **S4** (Stellung MITTE oder Stellung OBEN) wird festgelegt, ob sich das Rolltor nach Betätigen von Taster AUF anschließend bis zur MITTE oder komplett bis OBEN öffnet.

**Hinweis:** Befindet sich das Tor im Öffnungsvorgang, wirkt sich ein Umstellen des Wahlschalters auf die Position aus, bis zu der das Tor geöffnet wird. Ist das Tor bereits über die MITTE hinaus geöffnet, muss es auf jeden Fall in der oberen Endlage gestoppt werden.

Beim Betätigen des Tasters AB wird das Tor geschlossen. Ist die Lichtschranke beim Schließen des Rolltors unterbrochen, stoppt das Rolltor.

Beim Betätigen des Tasters STOPP stoppt das Rolltor. Meldet der Stromsensor eine Überlastung des Motors, muss er sofort abgeschaltet werden. Ein Betätigen des Tasters AB während des Öffnens bzw. des Tasters AUF während des Schließens des Rolltors hat keinerlei Auswirkungen.

Startet der Öffnungs- oder Schließvorgang, soll die Hupe **P1** für eine Dauer von drei Sekunden ertönen.



## 1 Speicherprogrammierbare Steuerung (SPS): Rolltor und Hupe

Das Rolltor wird von einer speicherprogrammierbaren Steuerung (SPS) angesteuert. In den folgenden Aufgaben sollen Sie das Programm nach und nach erarbeiten.

### Zuordnungsliste:

Eingänge		
S1	Taster STOPP betätigt	S1 = 0
S2	Taster AUF betätigt	S2 = 1
S3	Taster AB betätigt	S3 = 1
S4	Wahlschalter S4 in Stellung MITTE	S4 = 1
	Wahlschalter S4 in Stellung OBEN	S4 = 0
B1	Rolltor ist komplett geschlossen	B1 = 0
B2	Rolltor ist in Position MITTE	B2 = 0
B3	Rolltor ist komplett geöffnet	B3 = 0
B4	Lichtschranke ist unterbrochen	B4 = 0
B5	Motor ist überlastet	B5 = 0
B6	Näherungssensor für Drehsichtungserkennung, s. Aufgabe 2	
B7	Näherungssensor für Drehsichtungserkennung, s. Aufgabe 2	
Ausgänge		
Q1	Rolltoröffnen	Q1 = 1
Q2	Rolltor schließen	Q2 = 1
P1	Hupe ertönt	P1 = 1
P2	Anzeige Motor dreht rechts herum, s. Aufgabe 2	P2 = 1
P3	Anzeige Motor dreht links herum, s. Aufgabe 2	P3 = 1

Beim Entwurf der Netzwerke für die Ansteuerung von Q1 und Q2 muss eine softwaremäßige **Verriegelung der beiden Ausgänge** berücksichtigt werden.

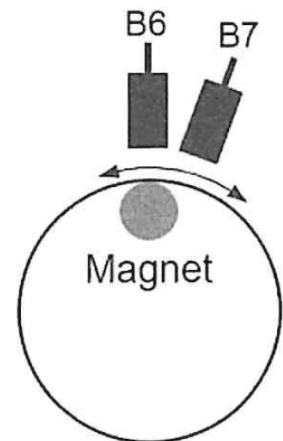
- 1.1. Entwerfen Sie das Netzwerk zur Ansteuerung des Ausgangs Q1. 4,0
- 1.2. Entwerfen Sie das Netzwerk zur Ansteuerung des Ausgangs Q2. 3,0
- 1.3. Entwickeln Sie das Netzwerk für die Ansteuerung des Ausgangs P1. 2,0
- 1.4. Erläutern Sie anhand Ihrer Lösung in 1.3 wie sich das Signal P1 verhält, wenn eine Sekunde nach Start eines Schließ- oder Öffnungsvorgangs der STOPP-Taster betätigt wird. 2,0



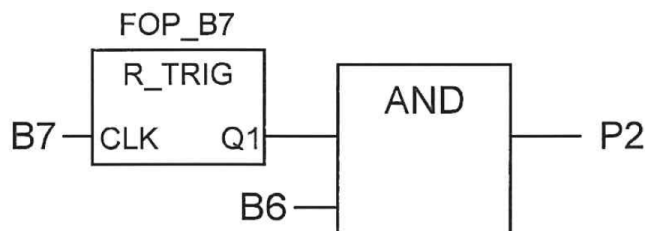
## 2 Speicherprogrammierbare Steuerung (SPS): Drehrichtungsanzeige

Das Bedienfeld soll um zwei Anzeigen P2 und P3 ergänzt werden. Diese sollen die Bewegungsrichtungen des Rolltors anzeigen. Dazu wird ein Magnet an der Stirnseite der Motorwelle sowie zwei induktive Näherungssensoren B6 und B7 angebracht, s. Abbildung rechts mit Sicht auf die Stirnseite.

Die beiden Sensoren B6 und B7 liefern jeweils ein HIGH-Signal, wenn sie den Magnet in ihrer Nähe erkennen. So liefert in der dargestellten Lage B6 ein HIGH-Signal und B7 ein LOW-Signal. Befindet sich der Magnet zwischen den beiden Sensoren B6 und B7, so liefern beiden Sensoren ein HIGH-Signal



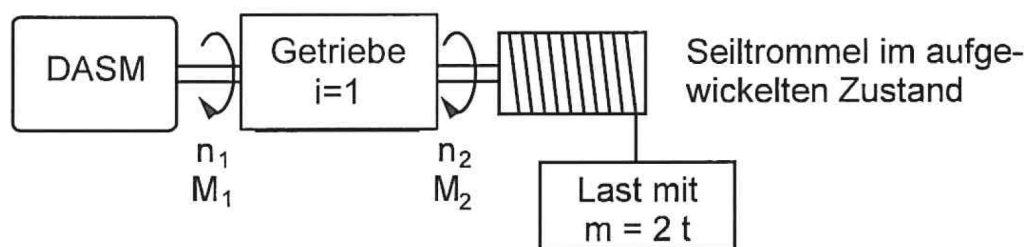
Für die Anzeige P2 (Welle dreht rechts herum) schlägt Ihnen ein professioneller SPS-Programmierer folgenden Funktionsplan (FUP) vor:



- 2.1. Erläutern Sie die Funktionsweise dieses Programmentwurfs hinsichtlich der gewünschten Funktion. 2,0
- 2.2. Diskutieren Sie kritisch, ob der Programmentwurf für die Anzeige P2 geeignet ist. Schlagen Sie gegebenenfalls Ergänzungen vor. 2,0

## 3 Portalkran mit Drehstromantrieb und Kompensation

Es wird ein Portalkran, mit dem Lasten angehoben und versetzt werden können, für die Service- und Reparaturarbeiten im Flugzeughangar eingesetzt. Ein DASM an 400 V / 230 V 50 Hz soll eine Last von maximal  $m = 2 \text{ t}$  heben. Der Durchmesser der Seiltrommel wird mit konstant  $d = 300 \text{ mm}$  angenommen.



- 3.1. Ermitteln Sie das notwendige Mindestdrehmoment  $M_2$  auf der Abtriebsseite des Getriebes, um die Last zu heben. 1,0  
Hinweis: Verwenden Sie für die Erdbeschleunigung  $g = 9,87 \text{ m/s}^2$
- 3.2. Berechnen Sie die Drehzahl  $n_2$  der Seiltrommel in Umdrehungen pro Minute für eine Seilgeschwindigkeit von  $v = 0,85 \text{ m/s}$ . 2,0



Zur Drehzahl- und Drehmomentanpassung wird ein Getriebe benötigt, das einen Wirkungsgrad von  $\eta_G = 0,97$  aufweist. Gehen Sie des Weiteren von  $n_2 = 54 \text{ min}^{-1}$  aus.

- 3.3. Berechnen Sie zunächst das Übersetzungsverhältnis  $i$  des Getriebes bei einer Antriebsdrehzahl von  $n_1 = 1460 \text{ min}^{-1}$ . 1,0
- 3.4. Wählen Sie mithilfe einer geeigneten Berechnung und der vorgegebenen Tabelle mit Bemessungswerten verschiedener DASM einen geeigneten Motor (Bauform) aus. 2,0

Baugröße	$P_n$ [kW]	$n_n$ [ $\text{min}^{-1}$ ]	$I_n$ @ 400 V [A]	$M_n$ [Nm]	$\cos \varphi_n$	$M_A / M_n$
112 M	4	1435	8,7	27	0,8	2,4
132 S	5,5	1450	11,3	36	0,83	2,7
132 M	7,5	1450	15	49	0,83	2,4
160 M	11	1460	21,2	72	0,85	2,8
160 L	15	1460	28,6	98	0,85	2,3
180 M	18,5	1455	35	121	0,84	2,3
180 L	22	1455	41	144	0,85	2,3
200 L	30	1465	55	196	0,86	2,6

- 3.5. Berechnen Sie für den in 3.4 ausgewählten Motor den Gesamtwirkungsgrad aus Motor und Getriebe. Gehen Sie dabei vom Bemessungsbetrieb des Motors aus. 3,0

Der DASM mit der Baugröße 180 M soll im Bemessungsbetrieb auf einen Leistungsfaktor von  $\cos \varphi_2 = 0,95$  kompensiert werden.

- 3.6. Zeichnen Sie ein maßstäbliches Zeigerbild der Leistungen  $P$  (Wirkleistungsaufnahme des Motors),  $S_1$  (Scheinleistung ohne Kompensation),  $Q_L$  (induktiver Blindleistung des Motors);  $S_2$  (Scheinleistung mit Kompensation) und  $Q_C$  (Kompensationsblindleistung). Maßstab:  $2,5 \text{ kW} \hat{=} 2,5 \text{ kVA} \hat{=} 2,5 \text{ kvar} \hat{=} 1 \text{ cm}$  3,0
- 3.7. Bestimmen Sie die Einzelkapazität der Kondensatoren. Die Kondensatoren werden in Dreieck an das Dreiphasenwechselstromnetz von  $400 \text{ V} / 230 \text{ V} 50 \text{ Hz}$  angeschlossen. 3,0

30,0



## Lösungen

1    fehlen