

Application Note: AN-102

Ansteuerung von Proportionalventilen in explosionsgefährdeten Bereichen

POS-123-P
und optional für unsere verschiedenen Leistungsverstärker



Inhaltsverzeichnis

1	Erläuterung der Problematik.....	3
2	Realisierung / Schaltplan.....	4
3	Auslegung	5
4	Lösungsansatz	7
5	Impressum.....	7

1 Erläuterung der Problematik

Heute sind am Markt einige Proportionalventile erhältlich, die in explosionsgefährdeten Bereichen betrieben werden können. Zusammen mit explosionsgeschützten Wegmesssystemen lassen sich damit elektrohydraulische Positionierantriebe realisieren.

Für die elektronische Ansteuerung dieser Antriebe gibt es zwei Möglichkeiten:

- (Leistungs-) Elektronik im Ex – Bereich als OBE auf dem Ventil
- Die Elektronik befindet sich in einer sicheren Zone und ist über ggf. längere Leitungen mit den Ventilsolenen verbunden, oder sie befindet sich in einem explosionsgeschützten Schaltkasten vor Ort.

Gegen die erste Variante sprechen einige Argumente:

- Die Wartung und Einstellung vor Ort ist schwieriger als beim Schaltschrankbau, insbesondere für explosionsgeschützte Geräte. Ggf. ist auch die Montageposition schwer mit Programmiergeräten zu erreichen.
- Die On – Board Elektronik ist immer mit dem Ventil eines Herstellers gepaart. Der Systemintegrator verliert die Flexibilität, verschiedene Fabrikate alternativ einzusetzen oder muss sich jedes Mal in ein neues System einarbeiten.
- Meist beinhaltet die OBE für den Ex – Bereich keine Positionierungssteuerung und es ist ohnehin ein weiteres Modul an anderer Stelle nötig.
- OBE – Elektroniken sind einer erhöhten Temperaturbelastung ausgesetzt, somit kann sich die Lebensdauer reduzieren.
- Schwingungen und Stöße können weitere, vermeidbare Belastungen darstellen.

Aus diesen Gründen ist die Verwendung einer abgesetzten Elektronik inklusive Leistungsverstärker gerade im Ex – Bereich sehr empfehlenswert. Allerdings gibt es hier noch folgenden Aspekt, der unbedingt zu beachten ist:

Die verwendbaren Ventile verfügen i.d.R. über die Schutzart EX d. Das bedeutet, eine entsprechende druckfeste Kapselung vermeidet, dass Explosionen ausgelöst werden. Die Energie im elektrischen Steuerkreis muss daher nicht begrenzt werden, wie dies in der Zündschutzart EX i der Fall ist.

Wichtig ist aber auch, dass die Oberflächentemperatur der Solen nicht den für die jeweilige Temperaturklasse erlaubten Wert überschreiten kann. Explosionen könnten sich sonst an der heißen Oberfläche entzünden.

Die Ventilhersteller bieten Produkte für verschiedene Temperaturklassen in unterschiedlichen Explosionsschutzonen an. Voraussetzung ist jedoch die Einhaltung des Nennstroms oder alternativ der Nennspannung, da bei höheren Werten die Erwärmung der Spule die Grenzwerte überschreiten kann.

Möchte man eine längere Leitungsstrecke zwischen Elektronik und Ventil überbrücken oder ist eine höhere Regeldynamik erforderlich, dann bietet sich der Einsatz von Magnetsolenen mit geringerer Nennspannung (bezogen auf die Versorgungsspannung) an, damit der Spannungsabfall auf der Leitung keine Probleme bereitet. Solen, die für eine Spannung von z.B. 12 V ausgelegt sind, lassen sich gut über längere Distanz betreiben, wenn die Versorgungsspannung der Endstufe 24 V beträgt.

Im Normalzustand wird der Strom von der Leistungsendstufe auf den dort eingestellten Wert begrenzt, und somit besteht keine Überhitzungsgefahr.

Es müssen jedoch auch Fehlerfälle betrachtet werden und eine geeignete Schutzmaßnahme definiert werden. Hier wäre dies ein Kurzschluss in der Endstufe des Leistungsverstärkers.

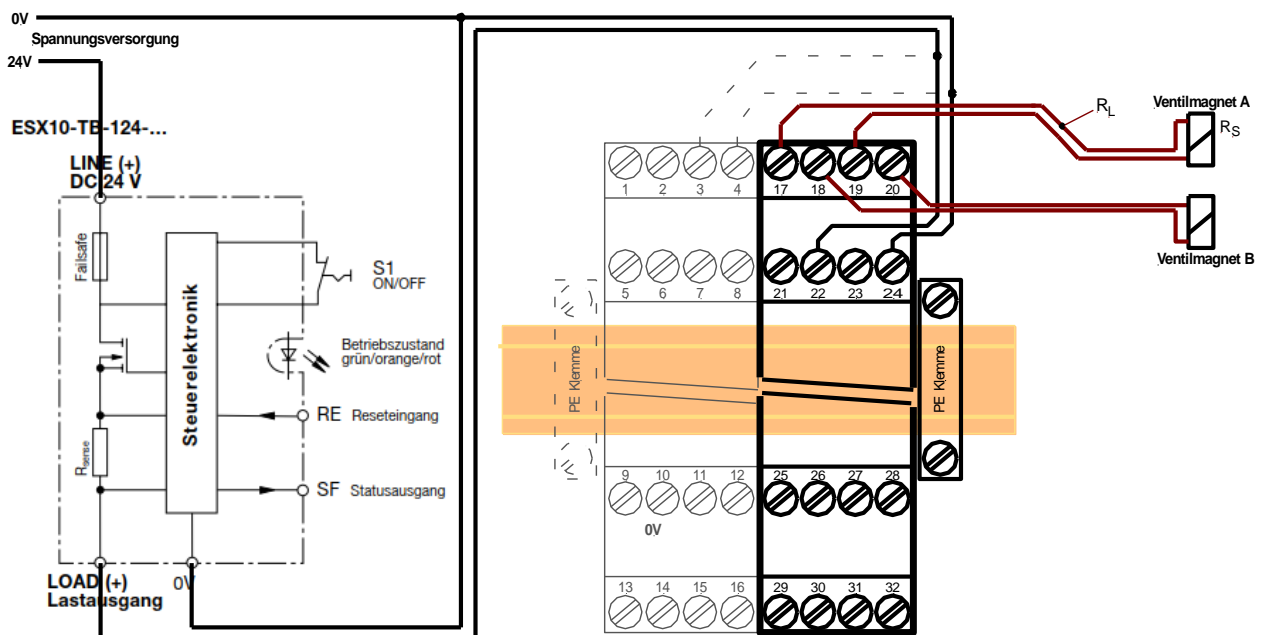
Die Aufgabenstellung besteht also darin, eine Schutzmaßnahme zu definieren und auszulegen, die im Fehlerfall eine Abschaltung und im Normalbetrieb keine Einschränkung der Funktion bewirkt.

2 Realisierung / Schaltplan

Für den hier geforderten Überstromschutz verwendet man am besten einen elektronischen Sicherungsautomaten, der für DC (Gleichspannung) im Bereich der Versorgungsspannung ausgelegt ist.

Die Serie ESX10-T.-DC 24 V der Firma E-T-A ist zum Beispiel gut geeignet. Wichtig ist die Wahl eines Automaten, der die pulsierende Stromaufnahme der PWM – Endstufen korrekt verarbeitet¹ und der eine möglichst geringe Toleranz des Abschaltstroms aufweist. Schmelzsicherungen oder thermische Schutzschalter sind daher nicht zu empfehlen.

Die folgende Darstellung zeigt den Systemaufbau bei Verwendung des o.g. Automaten:



Wie hier gezeigt, kann die Versorgung des Steuerteils der POS-123-P an den Klemmen 3/4 ebenfalls über den Automaten erfolgen oder separat abgesichert werden.

¹ Controller – basierte Lösungen wie zum Beispiel das Gerät Sitop Select der Fa. Siemens arbeiten abtastend und lösen daher bereits aus, wenn die Stromaufnahme zu den Zeitpunkten der Abtastung regelmäßig über dem Abschaltwert liegt. Es kann deshalb zu Fehlauflösungen kommen.

3 Auslegung

- 1.) Leitungswiderstand bzw. Querschnitt bei gegebener Länge
- 2.) Benötigter Nennstrom des Automaten

Zunächst muss der Widerstand der Magnetzuleitungen bestimmt werden. Bei kurzen Verbindungen reicht eine überschlagsmäßige Nachrechnung. Sind die Zuleitungen länger, ist zunächst der für die Funktion erforderliche Maximalwiderstand zu bestimmen.

Meistens werden für die Spulen lediglich Kaltwiderstände angegeben, auch diese sind ggf. beim Lieferanten zu erfragen². Bei Erwärmung steigt der Widerstand bis um den Faktor 1,57 gemäß der Gleichung

$$R_{S,warm} = R_{S,kalt} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T), \text{ mit } \alpha = 0,00393 \text{ für Kupfer, an.}$$

Dabei werden 165°C als mittlere Spulentemperatur angesetzt. Dieser Wert soll hier zur Abschätzung nach oben dienen. Liegen Herstellerangaben vor, sollten diese verwendet werden.

$$\text{Es ist also im Extremfall: } R_{Gesamt} = 2 \cdot R_L + R_{S,kalt} \cdot 1,57 \quad (1)$$

$$\text{Daraus folgt: } R_{L,max} = \frac{R_{Max,Gesamt} - R_{S,kalt} \cdot 1,57}{2} \quad (2)$$

Damit der volle Strom auch bei warmer Spule fließen kann, sollte nun ein PWM – Tastverhältnis von maximal 95 % berücksichtigt werden. Es ist daher:

$$R_{Max,Gesamt} = U_B / (I_{nem} \cdot 0,95) \quad (3)$$

Ein Rechenbeispiel hierzu:

- Nennstrom der Spule für Proportionalbetrieb 2,6 A
- Versorgungsspannung 24 V
- Spulenwiderstand (kalt) 3 Ohm

Aus dem Nennstrom und der Versorgungsspannung folgt: $R_{Max,Gesamt} = 24V / (2,6A \cdot 0,95) = 9,72 \Omega$

Durch Einsetzen in Gleichung 2 folgt: $R_{L,max} = 2,5 \Omega$

Anschließend ist bei längeren Leitungslängen ein passender Querschnitt auszuwählen, so dass der hier errechnete Wert nicht überschritten wird.

Achtung: Trotz großer Querschnitte ist auf jeden Fall ein geschirmtes Kabel zu verwenden (EMV)!

Beispiel: Die Kabellänge betrage 200 m. Wählt man einen Querschnitt von 2,5 mm², beträgt der Widerstand bei einem typ. Kabel 1,6 Ohm. Dies ist in Bezug auf die Funktion ausreichend.

Nennstrom des Automaten:

Wichtig ist, dass im Kurzschlussfall eine Auslösung erfolgt. Bei dem gewählten Leitungswiderstand und den gegebenen Spulendaten muss nun eine Nachrechnung erfolgen. Dabei ist auch eine ggf. mögliche Unterspannung zu berücksichtigen.

$$I_K = \frac{U_B}{R_{S,kalt} \cdot 1,57 + R_{L,gewählt} \cdot 2} \quad (4)$$

Im Beispiel: $I_K = 3,03 \text{ A}$.

² Eine Berechnung gemäß des ohmschen Gesetzes aus den Angaben für Nennstrom und -spannung oder Leistungsangaben ist nicht möglich.

Aus dem Datenblatt des Automaten geht der Toleranzbereich der Überstromabschaltung hervor. Der Nennstrom ist so zu wählen, dass er möglichst hoch liegt aber so niedrig, dass eine sichere Auslösung im Fehlerfall erfolgt.

Im Beispiel: Es soll ein Automat E-T-A ESX10-TB verwendet werden. Das Datenblatt gibt an, dass die Überlastabschaltung bei höchstens $1,35 \times I_N$ erfolgt. Somit ist die 2A – Variante geeignet.

An dieser Stelle kann es in anderen Fällen noch einmal nötig sein, den Leitungswiderstand zu verringern, um eine sichere Auslösung des Automaten zu erreichen.

Es fällt auf, dass der Auslösestrom der Überlastsicherung im Beispiel geringer ist als der Nennstrom des Magneten. Dies ist im Normalbetrieb kein Problem, denn die Leistungsstufe stellt zusammen mit dem Magneten einen Buck – Konverter (Tiefsetzsteller) dar, der die Eingangsleistung verlustarm auf die niedrigere Magnetspannung transformiert. Dadurch ist der Eingangsstrom niedriger als der Magnetstrom.

Im hier betrachteten Beispiel beträgt der theoretische Eingangsstrom bei kalter Spule und Spulen - Nennstrom 1,75 A.

Unter Extrembedingungen, insbesondere warmer Spule und niedriger Versorgungsspannung ist es aber durchaus möglich, dass der Auslösestrom des Automaten erreicht wird.

Dies hätte zur Folge, dass der Stellungsregelkreis ausfällt.

4 Lösungsansatz

Um Fehlauslösungen zu vermeiden und die Verfügbarkeit der Anwendung in jedem Fall zu gewährleisten, verfügt die POS-123-P nun über eine Funktion, um die maximale Eingangstromaufnahme zu begrenzen (Parameter IMS, siehe Anleitung der Baugruppe). Hierdurch wird die Dynamik des Systems nicht eingeschränkt und der volle Magnetstrom bleibt solange wie möglich erhalten.

Diese Funktion ist einzigartig und ermöglicht einen sicheren Betrieb von Proportionalventilen im Ex – Bereich, auch in Kombination mit langen Zuleitungen.

Durch die Realisierung der Sicherheitsfunktion im vorgeschalteten Automaten wird eine „Überlastungs- bzw. Übertemperaturschutzvorrichtung“ im Sinne der ATEX bereitgestellt. Das hier vorgeschlagene Gerät verfügt über entsprechende Zertifikate.

Der Leistungsverstärker bzw. die Positionierbaugruppe stellt selber keine Sicherheitsvorrichtung dar, ist aber in seiner Funktion optimal auf den Betrieb zusammen mit dem Automaten abgestimmt.

Auf diese Weise wird eine normgerechte Realisierung des Überlastungsschutzes mit minimalem Aufwand sichergestellt.

Die neue Funktion zur Eingangstrombegrenzung kann auf Anfrage auch in Leistungsverstärker integriert werden.

5 Impressum

W.E.St. Elektronik GmbH

Gewerbering 31
41372 Niederkrüchten

Tel.: +49 (0)2163 577355-0
Fax.: +49 (0)2163 577355 -11

Homepage: www.w-e-st.de
E-Mail: contact@w-e-st.de

Datum: 26.06.2020

Die hier beschriebenen Daten und Eigenschaften dienen nur der Produktbeschreibung. Der Anwender ist angehalten, diese Daten zu beurteilen und auf die Eignung für den Einsatzfall zu prüfen. Eine allgemeine Eignung kann aus diesem Dokument nicht abgeleitet werden. Technische Änderungen durch Weiterentwicklung des in dieser Anleitung beschriebenen Produktes behalten wir uns vor. Die technischen Angaben und Abmessungen sind unverbindlich. Es können daraus keinerlei Ansprüche abgeleitet werden.

Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt.