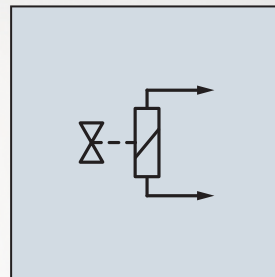


Anwendungsleitfaden

Magnetventile – Ventilsteuerbausteine

Handbuch



Es gelten die Allgemeinen Lieferbedingungen für Erzeugnisse und Leistungen der Elektroindustrie, herausgegeben vom Zentralverband Elektroindustrie (ZVEI) e. V. in ihrer neuesten Fassung sowie die Ergänzungsklausel: "Erweiterter Eigentumsvorbehalt".

Weltweit

Pepperl+Fuchs-Gruppe

Lilienthalstr. 200

68307 Mannheim

Deutschland

Telefon: +49 621 776 - 0

E-Mail: info@de.pepperl-fuchs.com

<https://www.pepperl-fuchs.com>

1	Einleitung	5
1.1	Inhalt des Dokuments	5
1.2	Zielgruppe, Personal	6
1.3	Verwendete Symbole	6
2	Ansteuerung eigensicherer Magnetventile	7
3	Der Ventilsteuerbaustein	8
3.1	Leitungsfehlerüberwachung und Leitungsfehlertransparenz	9
4	Das Magnetventil	10
5	Zusammenschaltung von Magnetventil und Ventilsteuerbaustein – Funktionale Berechnung	12
6	Das elektronisch verstärkte Magnetventil oder Booster-Ventil	14
7	Zusammenschaltung von elektronisch verstärktem Magnetventil und Ventilsteuerbaustein	16
8	Spezifische Kabelparameter	19
9	Ventildaten und Berechnungslisten der Magnetventile	20

1 Einleitung

1.1 Inhalt des Dokuments

Dieses Dokument beinhaltet Informationen, die Sie für den Einsatz Ihres Produkts in den zutreffenden Phasen des Produktlebenszyklus benötigen. Dazu können zählen:

- Produktidentifizierung
- Lieferung, Transport und Lagerung
- Montage und Installation
- Inbetriebnahme und Betrieb
- Instandhaltung und Reparatur
- Störungsbeseitigung
- Demontage
- Entsorgung



Hinweis!

Dieses Dokument ersetzt nicht die Betriebsanleitung.



Hinweis!

Entnehmen Sie die vollständigen Informationen zum Produkt der Betriebsanleitung und der weiteren Dokumentation im Internet unter www.pepperl-fuchs.com.



Hinweis!

Sie finden spezifische Geräteinformationen wie z. B. das Baujahr, indem Sie den QR-Code auf dem Gerät scannen. Alternativ geben Sie die Seriennummer in der Seriennummernsuche unter www.pepperl-fuchs.com ein.

Die Dokumentation besteht aus folgenden Teilen:

- Vorliegendes Dokument
- Betriebsanleitung
- Datenblatt

Zusätzlich kann die Dokumentation aus folgenden Teilen bestehen, falls zutreffend:

- EU-Baumusterprüfbescheinigung
- EU-Konformitätserklärung
- Konformitätsbescheinigung
- Zertifikate
- Control Drawings
- Handbuch funktionale Sicherheit
- Weitere Dokumente

1.2 Zielgruppe, Personal

Die Verantwortung hinsichtlich Planung, Montage, Inbetriebnahme, Betrieb, Instandhaltung und Demontage liegt beim Anlagenbetreiber.

Nur Fachpersonal darf die Montage, Inbetriebnahme, Betrieb, Instandhaltung und Demontage des Produkts durchführen. Das Fachpersonal muss die Betriebsanleitung und die weitere Dokumentation gelesen und verstanden haben.

Machen Sie sich vor Verwendung mit dem Gerät vertraut. Lesen Sie das Dokument sorgfältig.

1.3 Verwendete Symbole

Dieses Dokument enthält Symbole zur Kennzeichnung von Warnhinweisen und von informativen Hinweisen.

Warnhinweise

Sie finden Warnhinweise immer dann, wenn von Ihren Handlungen Gefahren ausgehen können. Beachten Sie unbedingt diese Warnhinweise zu Ihrer persönlichen Sicherheit sowie zur Vermeidung von Sachschäden.

Je nach Risikostufe werden die Warnhinweise in absteigender Reihenfolge wie folgt dargestellt:



Gefahr!

Dieses Symbol warnt Sie vor einer unmittelbar drohenden Gefahr.

Falls Sie diesen Warnhinweis nicht beachten, drohen Personenschäden bis hin zum Tod.



Warnung!

Dieses Symbol warnt Sie vor einer möglichen Störung oder Gefahr.

Falls Sie diesen Warnhinweis nicht beachten, können Personenschäden oder schwerste Sachschäden drohen.



Vorsicht!

Dieses Symbol warnt Sie vor einer möglichen Störung.

Falls Sie diesen Warnhinweis nicht beachten, können das Produkt oder daran angeschlossene Systeme und Anlagen gestört werden oder vollständig ausfallen.

Informative Hinweise



Hinweis!

Dieses Symbol macht auf eine wichtige Information aufmerksam.



Handlungsanweisung

Dieses Symbol markiert eine Handlungsanweisung. Sie werden zu einer Handlung oder Handlungsfolge aufgefordert.

2 Ansteuerung eigensicherer Magnetventile

Die Zusammenschaltung eines Feldgeräts mit einer Trennbarriere ist von vielen Faktoren abhängig. Feldgeräte können Magnetventile, Anzeigen oder akustische Alarmer sein. Die Trennbarriere ist in diesem Fall ein Ventilsteuerbaustein.

Um sicherzustellen, dass die Magnetventile einwandfrei funktionieren und die Eigensicherheit einhalten, müssen verschiedene Faktoren berücksichtigt werden.

Verwenden Sie die technischen Daten der Geräte in einer Worst-Case-Berechnung, um den Betrieb des Magnetventils unter ungünstigen Bedingungen zu überprüfen, wie z. B.:

- Toleranzschwankungen: wenn die Toleranzen von Magnetventil und Ventilsteuerbaustein extrem sind
- Umgebungstemperatur: wenn sich die Umgebungstemperatur steigt

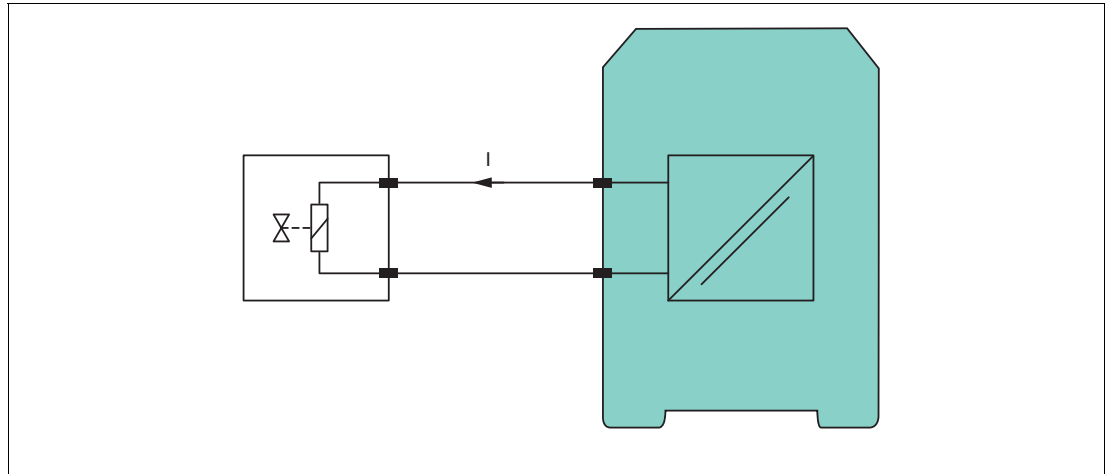


Abbildung 2.1 Zusammenschaltung Magnetventil und Ventilsteuerbaustein

Berechnung der Eigensicherheit

Die sicher begrenzten Energiewerte müssen durch den Nachweis der Eigensicherheit bestimmt werden. Der Nachweis der Eigensicherheit ist ein integraler Bestandteil des Explosionsschutzdokuments, das vor Beginn der Installationsarbeiten erstellt werden muss.



Hinweis!

Weitere Informationen finden Sie im Teil **Eigensicherheit und Feldbustechnik** des Explosionsschutz-Kompodiums.

3 Der Ventilsteuerbaustein

Der Ventilsteuerbaustein kann im Prinzip als Spannungsquelle betrachtet werden

- mit Leerlaufspannung U_s
- mit Strombegrenzung I_e
- mit Innenwiderstand R_i

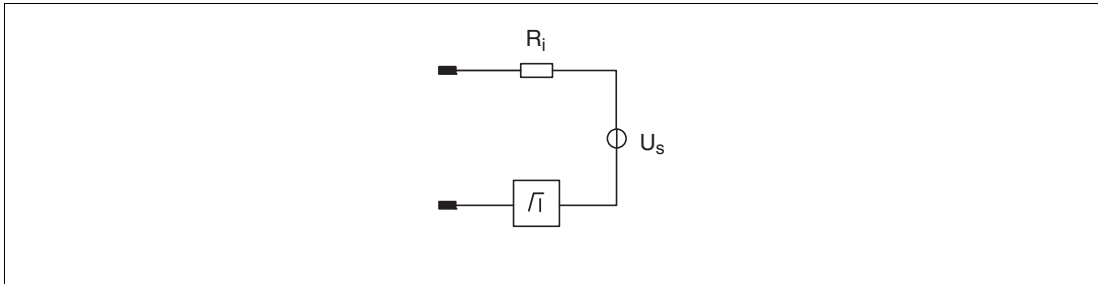


Abbildung 3.1 Anschaltung des Ausgangsstromkreises

Die daraus resultierende Ausgangskennlinie charakterisiert die verschiedenen Ventilsteuerbausteine im Portfolio von Pepperl+Fuchs:

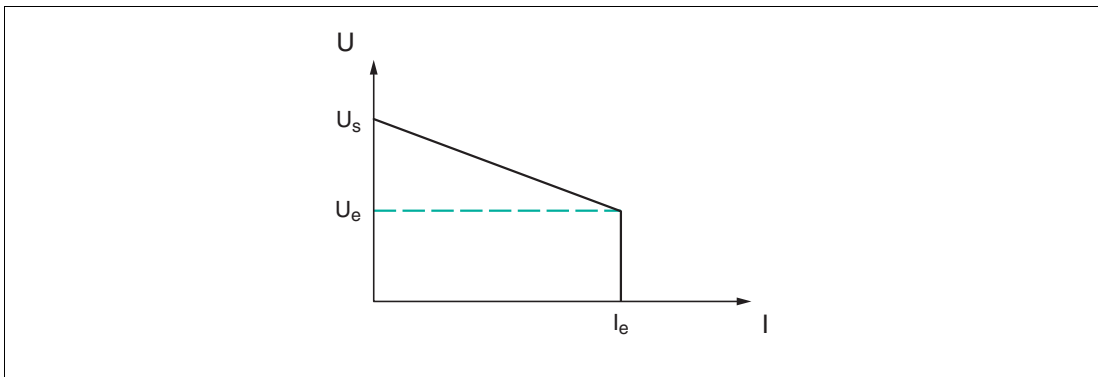


Abbildung 3.2 Ausgangskennlinie

Die Spezifikationen für die unten beschriebenen Schlüsselparameter finden Sie in den entsprechenden Datenblättern.

Einige Parameter, wie z. B. für die Leitungsfehlerüberwachung, sind nur für Ventilsteuerbausteine verfügbar, die diese Funktionalität unterstützen.

Leerlaufspannung U_s

Die Leerlaufspannung ist die Klemmenspannung am Ausgang ohne Feldstrom ($I = 0$).

Innenwiderstand R_i

Der Innenwiderstand reduziert in Abhängigkeit vom Ausgangsstrom die am Magnetventil zur Verfügung stehende Spannung. Dieser Widerstand R_i setzt sich aus dem Ex-Schutz und anderen internen Komponenten zusammen.

Strom I_e

Falls der Strom erreicht ist, wird die aktive Strombegrenzungsschaltung aktiviert. Dieser Strom ist der garantierte Mindeststrom.

Strombegrenzung I_{max}

Dieser Strom ist der Höchstwert der Strombegrenzung.

Unterstützter Lastwiderstand

Dieser Widerstand ist die ohmsche Last, die bei Betrieb und Leitungsfehlerüberwachung unterstützt wird. Ein Leitungsfehler wird für Kurzschluss und Leitungsbruch über den Ventilsteuerbaustein ausgegeben.

- Kurzschluss – Widerstandswert unterhalb des Betriebsbereichs
- Leitungsbruch – Widerstandswert oberhalb des Betriebsbereichs

Leitungsfehlerüberwachungsstrom I_{LFD}

Ventilsteuerbausteine speisen einen niedrigen Prüfstrom in den Feldstromkreis ein, um Kurzschlüsse und Leitungsbrüche im AUS-Zustand zu erkennen.

Zur Überwachung wird ein niedriger Strom von kleiner 500 μA und weniger verwendet, der auf eine niedrige Spannung begrenzt ist. Diese Einschränkungen verhindern, dass der Strom den Normalbetrieb des Ventilsteuerbausteins beeinträchtigt.

Dieser Strom kann den Datenblättern entnommen werden. Da der Strom linear begrenzt ist, hängt er auch von der Impedanz des Ventilsteuerbausteins ab und kann berechnet werden.

3.1 Leitungsfehlerüberwachung und Leitungsfehlertransparenz

Leitungsfehlerüberwachung

Die Leitungsfehlerüberwachung (LFD) ist eine wichtige Funktion, die in Trennbarrieren für digitale Eingangs- und Ausgangssignale integriert ist.

Die Leitungsfehlerüberwachung dient der Erkennung von Leitungsfehlern wie Kurzschluss und Leitungsbruch zwischen der Trennbarriere und dem Feldgerät.

Diese Funktion ist im EIN- und AUS-Zustand verfügbar und ermöglicht eine ständige Überwachung des Feldstromkreises während des Betriebs.

Leitungsfehlertransparenz

Die Leitungsfehlertransparenz (LFT) ist eine Weiterentwicklung der Leitungsfehlerüberwachung, die eine vollständige Integration des Fehlermanagements in moderne Steuer-/Regelungssysteme ermöglicht.

Das Funktionsprinzip der Leitungsfehlertransparenz besteht darin, einen auf der Feldseite vorhandenen Leitungsfehler durch eine Erhöhung der Eingangsimpedanz auf ∞ (offener Regelkreis) auszugeben, damit das Steuer-/Regelungssystem einen offenen Regelkreis als Folge erkennt.

Durch die Überwachung der Steuersignale für Leitungsfehler vom Steuer-/Regelungssystem werden auch Fehler in der Feldverdrahtung nach der Trennbarriere eindeutig erkannt.

4 Das Magnetventil

Vereinfacht kann ein Magnetventil wie ein elektromechanisches Relais betrachtet werden, welches aus einer Spule mit gekoppelter Mechanik besteht.

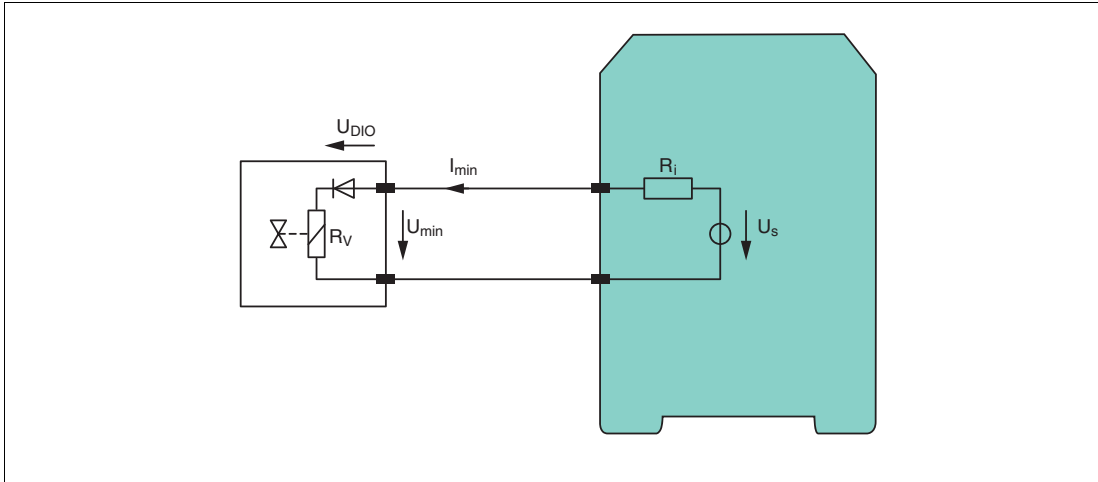


Abbildung 4.1 Elektrische Signale in Magnetventil und Ventilsteuerbaustein

Folgende Parameter sind für die zuverlässige Ansteuerung eines Magnetventils zu berücksichtigen.

Wicklungswiderstand R_v

Bei Berechnungen ist der maximale Wicklungswiderstand (bei maximaler Betriebstemperatur) zu verwenden. Der spezifische Widerstand von Metallen ist temperaturabhängig und steigt mit der Temperatur. Ist im Datenblatt nur der Widerstand bei Nenntemperatur angegeben, so kann über den Faktor 1,004/K (Kupfer) der Wert bei maximaler Betriebstemperatur berechnet werden.

Spannung der internen Dioden U_{dio}

Magnetventile enthalten häufig Dioden oder Brücken für den Verpolungsschutz. In diesem Fall muss der Spannungsfall U_{dio} dieser Dioden oder Brücken beliebiger Polarität berücksichtigt werden.

Diese Angaben sind selten in den Datenblättern angegeben und nur von Bedeutung, wenn U_{min} nicht angegeben ist.

Minimale Schaltspannung U_{min}

Oberhalb der minimalen Schaltspannung schaltet das Magnetventil. In diesem Wert sind alle internen Spannungsfälle berücksichtigt. Ist U_{min} nicht angegeben, so kann dieser Wert aus I_{min} , R_v und U_{dio} berechnet werden.

Mindestschaltstrom I_{min}

Oberhalb des Mindestschaltstroms zieht das Magnetventil sicher an.

Haltestrom I_{hold}

Ein für die praktische Anwendung bei klassischen Magnetventilen weniger relevanter Parameter ist der Haltestrom I_{hold} , bei dessen Unterschreitung das angezogene Magnetventil wieder abfällt.

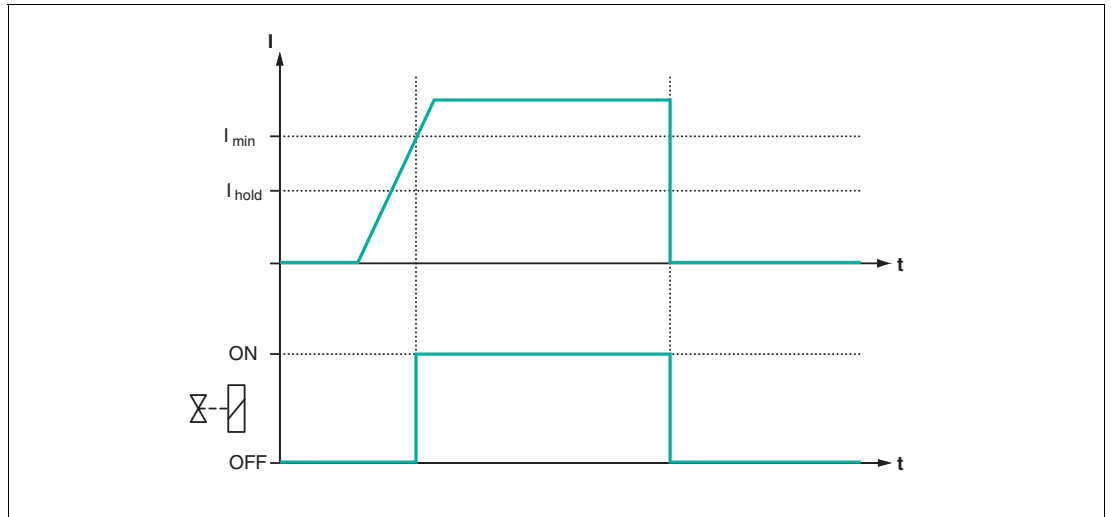


Abbildung 4.2 Stromkennlinie Magnetventil

Zusammenfassung

Abhängig vom Magnetventil sind nicht alle Betriebsparameter angegeben, in der Regel entweder die Parameter U_{min} und I_{min} oder die Parameter I_{min} , R_v und U_{dio} .

Mit der einfachsten internen Schaltung eines Magnetventils gilt die folgende Gleichung. Fehlende Parameter können unter dieser Annahme neu berechnet werden.

$$U_{min} = U_{dio} + R_v \times I_{min}$$

5 Zusammenschaltung von Magnetventil und Ventilsteuerbaustein – Funktionale Berechnung

Zusätzlich zu den Parametern von Magnetventil und Ventilsteuerbaustein muss auch der Leitungswiderstand berücksichtigt werden.

Unter Berücksichtigung des maximalen Leitungswiderstandes R_{Lmax} lässt sich mit den technischen Daten ein geeigneter Ventilsteuerbaustein zu einem bestehenden Magnetventil ermitteln. Ziel ist die Ermittlung eines Leitungswiderstands, der den Betrieb des Feldkreises ermöglicht.

In der folgenden Abbildung ist der Leitungswiderstand in den Stromkreis eingezeichnet.

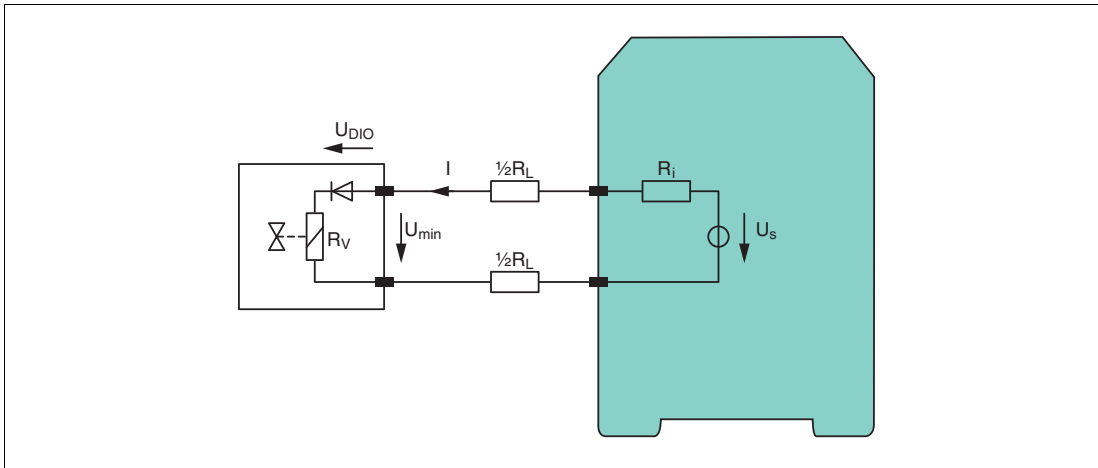


Abbildung 5.1 Feldstromkreis mit Leitungswiderstand

Vergleichen Sie den minimalen Schaltstrom des Magnetventils mit dem maximalen Strom, den der Ventilsteuerbaustein liefern kann.

Gleichung 1

$$I_{min} \geq I_{max}$$

Falls für die Berechnung die minimale Spannung U_{min} verwendet wird, berechnen Sie den Spannungsfall im gesamten Stromkreis wie folgt.

Stellen Sie die Gleichung auf den Leitungswiderstand R_L um. Berechnen Sie den Leitungswiderstand R_L . Der Leitungswiderstand R_L darf nicht überschritten werden.

Gleichung 2

$$U_s - U_{min} \geq (R_L + R_i) \times I_{min}$$

$$R_L = (U_s - U_{min} / I_{min}) - R_i$$

$$R_L > R_{Lmax}$$

Falls für die Berechnung der Wicklungswiderstand R_v und die interne Spannung U_{dio} verwendet wird, berechnen Sie den Spannungsfall im gesamten Stromkreis wie folgt.

Stellen Sie die Gleichung auf den Leitungswiderstand R_L um. Berechnen Sie den Leitungswiderstand R_L . Der Leitungswiderstand R_L darf nicht überschritten werden.

Gleichung 3

$$U_s - U_{dio} = (R_L + R_i + R_v) \times I_{min}$$

$$R_L = (U_s - U_{dio} / I_{min}) - R_i + R_v$$

$$R_L > R_{Lmax}$$

Negative Werte des Leitungswiderstands R_L in Gleichung 2 und 3 bedeuteten, dass der Betrieb nicht garantiert werden kann und ein anderes Magnetventil oder ein anderer Ventilsteuerbaustein ausgewählt werden muss.

In einigen Fällen kann eine maximale Spulentemperatur und ein relativer Wicklungswiderstand R_V angegeben werden, für die ein Betrieb möglich ist.

In den folgenden Beispielen soll die funktionale Zusammenschaltung von Magnetventil und Ventilsteuerbaustein anhand der Datenblattangaben exemplarisch dargestellt werden.

Beispiel 1

- **Magnetventil**
 $U_{\min} = 19 \text{ V}$
 $I_{\min} = 13 \text{ mA}$
- **Ventilsteuerbaustein**
 $R_i = 272 \text{ } \Omega$
 $U_s = 24 \text{ V}$

Aus Gleichung 2 ergibt sich der folgende maximale Leitungswiderstand:

$$R_{L\max} = (24 \text{ V} - 19 \text{ V}) / 0,013 \text{ A} - 272 \text{ } \Omega = 113 \text{ } \Omega$$

Mit einem spezifischen Kabelwiderstand von $59 \text{ } \Omega/\text{km}$ (bei $0,6 \text{ mm}^2$) berechnet sich die maximale Kabellänge zu ca. 2 km. Damit ist die Funktion des Feldkreises sichergestellt.

Beispiel 2

- **Magnetventil**
 $R_V (60 \text{ } ^\circ\text{C}) = 4640 \text{ } \Omega$
 $U_{\min} = 18,6 \text{ V}$
 $I_{\min} = 3,75 \text{ mA}$
- **Ventilsteuerbaustein**
 $R_i = 272 \text{ } \Omega$
 $U_s = 24 \text{ V}$

Aus Gleichung 3 ergibt sich der folgende maximale Leitungswiderstand:

$$R_{L\max} = (24 \text{ V} - 18,6 \text{ V}) / 0,00375 \text{ A} - 272 \text{ } \Omega = 1168 \text{ } \Omega$$

Auch hier ist die Funktion des Feldkreises sichergestellt.

6 Das elektronisch verstärkte Magnetventil oder Booster-Ventil

Elektronisch verstärkte Magnetventile oder Booster-Ventile sind spezielle Ventile mit einem integrierten elektronischen Stromkreis. Dieser Stromkreis optimiert die Leistung des Magnetventils, während das Magnetventil von einem eigensicheren Stromkreis mit begrenzter Energie betrieben wird.

Das kann eine kapazitive Aufladung beinhalten, die als **Reserve** dient, um während der Anzugsphase des Ankers und nach dem Aufladen des Stromkreises einen hohen Spitzenstrom bereitzustellen. Für diese Magnetventile muss die im vorherigen Kapitel beschriebene Vereinfachung genauer ausgeführt werden.

Da die begrenzte Energie des Ventilsteuerbausteins in der Regel zu niedrig ist, um den Anker zu betreiben, wird nach dem Einschalten ein interner kapazitiver Stromkreis geladen. Nach der Ladezeit, die oft vom Ladestrom abhängt, gibt ein interner Schalter die gespeicherte Energie an die Spule ab und betreibt den Anker mit einem höheren Strom.

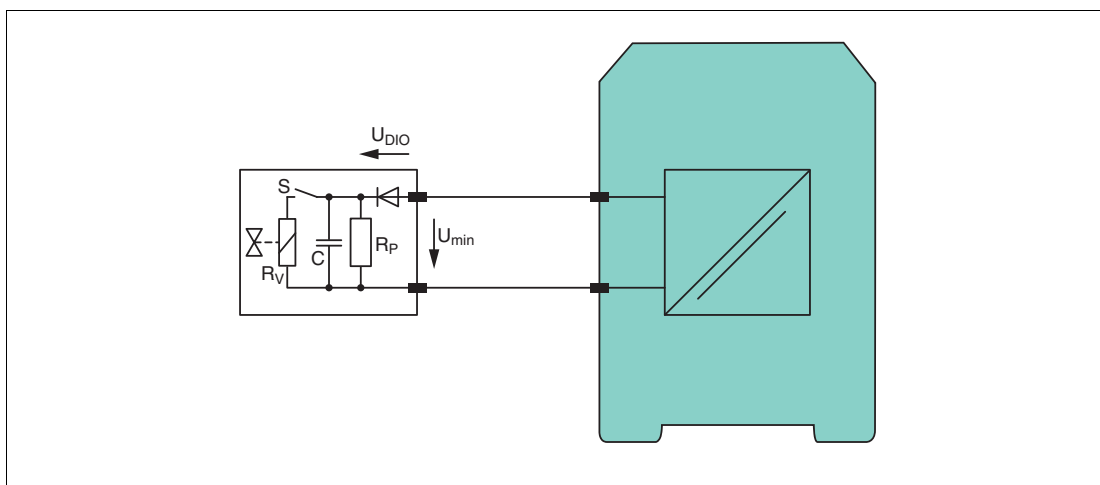


Abbildung 6.1 Elektronisch verstärktes Magnetventil

Die Schlüsselparameter von elektronisch verstärkten Magnetventilen sind:

Minimale Schaltspannung U_{\min} oder U_{boost}

Wie bei den Standardmagnetventilen ist auch hier die minimale Schaltspannung U_{\min} von Bedeutung. Nach dem Einschalten des Magnetventils wird der interne Boost-Kondensator aufgeladen, bis die notwendige Energie zum Schalten des Magnetventils erreicht ist. Zusammen mit der Diodenspannung ergibt sich dann die minimale Schaltspannung die an den Klemmen des Magnetventils anliegen muss.

Haltestrom I_{hold}

Im eingeschalteten Zustand benötigt das Magnetventil einen Strom I_{hold} um nicht wieder abzufallen.

Leitungsfehlerüberwachungsstrom I_{LFD} oder I_{quiet}

Ventilsteuerbausteine speisen einen niedrigen Prüfstrom in den Feldstromkreis ein, um Kurzschlüsse und Leitungsbrüche zu erkennen, siehe Kapitel 1. Stellen Sie sicher, dass dieser Strom das Magnetventil nicht stört.

Es ist möglich, dass die interne Elektronik den Durchfluss eines niedrigen Stroms nicht zulässt. Das führt zu einem Leitungsbruch, der vom Ventilsteuerbaustein signalisiert wird. In diesem Fall kann ein externer Leitungsabschlusswiderstand erforderlich sein, siehe Kapitel 1.

Spannung der internen Dioden U_{dio}

Der Spannungsfall U_{dio} von eventuell im Magnetventil eingesetzten Verpolungsschutzdioden muss berücksichtigt werden. Diese Angaben sind selten in den Datenblättern angegeben und nur von Bedeutung, wenn U_{min} nicht angegeben ist.

7 Zusammenschaltung von elektronisch verstärktem Magnetventil und Ventilsteuerbaustein

Unter Berücksichtigung des maximalen Leitungswiderstandes R_{Lmax} lässt sich mit den technischen Daten ein zu einem Magnetventil geeigneter Ventilsteuerbaustein ermitteln. Ziel ist die Ermittlung eines Leitungswiderstands, der einen Betrieb des Feldkreises ermöglicht.

Die folgende Abbildung zeigt die prinzipielle Zusammenschaltung von elektronisch verstärktem Magnetventil und Ventilsteuerbaustein inklusive Leitungswiderstand.

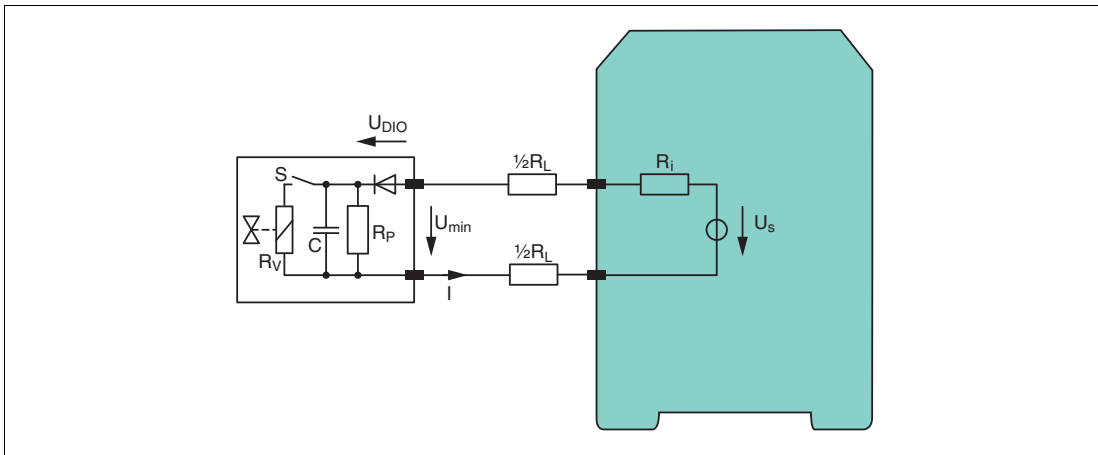


Abbildung 7.1 Elektrischer Stromkreis mit elektronisch verstärktem Magnetventil

Um das Verhalten des elektronisch verstärkten Magnetventils besser zu verstehen, muss das zeitliche Verhalten des Magnetventils beim Ein- und Ausschalten berücksichtigt werden.

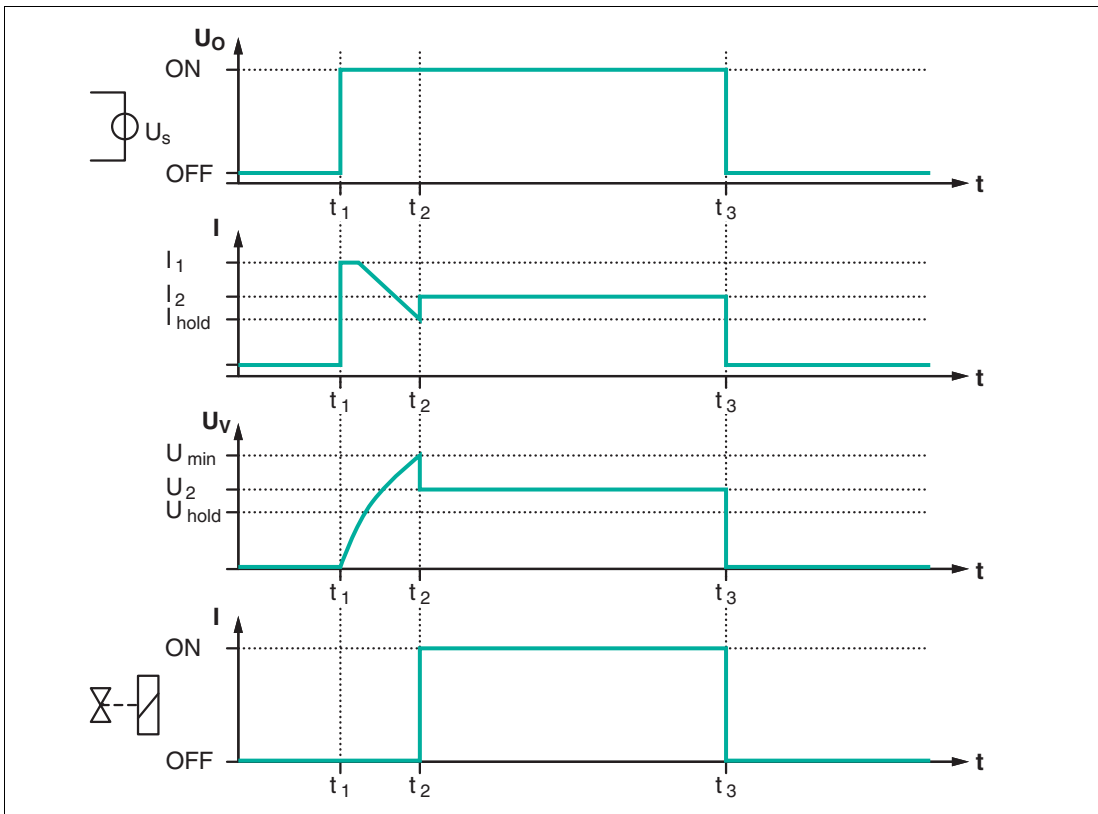


Abbildung 7.2 Zeitverlauf beim Einschalten des elektronisch verstärkten Magnetventils

Einschalten zum Zeitpunkt t_1

Der Ventilsteuerbaustein schaltet U_s an das Magnetventil. Der Strom I fließt im Stromkreis und lädt den anfangs ungeladenen Kondensator auf. Der Strom I_1 ist auf den maximalen Wert begrenzt, der durch den Ventilsteuerbaustein sowie durch seinen Innenwiderstand R_i und den Leitungswiderstand R_L bereitgestellt wird.

Der interne Stromkreis lädt sich auf und die Spannung steigt bis zur minimalen Schaltspannung U_{min} . Die vom Ventilsteuerbaustein bereitgestellte Leitungsbruchspannung U_s muss größer als U_{min} sein, damit das Magnetventil schalten kann. Falls angegeben, ist der minimale Ladestrom I_{boost} zu berücksichtigen.

Gleichung 4

$U_s > U_{min} + I_{quiet} \times (R_L + R_i)$
--

$R_{Lmax} < (U_s - U_{min}) / I_{quiet} - R_i$
--

Dieser Leitungswiderstand R_L darf nicht überschritten werden.

Zustand nach dem Einschalten zum Zeitpunkt t_2

Die Mindestschaltspannung U_{min} des Magnetventils ist erreicht. Die gespeicherte Energie im Kondensator wird für das Schalten des Magnetventils verwendet, wodurch die Spannung auf U_2 absinkt. Der Feldstrom I stellt sich auf den Wert I_2 ein.

Gleichung 5

$I_2 = (U_s - U_{DIO}) / (R_L + R_i + R_v)$

$R_{Lmax} < (U_s - U_{DIO}) / I_2 - (R_i + R_v)$
--

Der Strom I_2 muss größer sein als der oben beschriebene Haltestrom I_{hold} . Der Parallelwiderstand R_p kann hier vernachlässigt werden. Ist nicht nur der Haltestrom I_{hold} sondern auch die Haltespannung U_{hold} angegeben, so kann auch mit diesem Parameter gerechnet werden. Damit haben wir die Verhältnisse wie beim zuvor beschriebenen klassischen Magnetventil.

Gleichung 6

$U_2 > U_{hold} = U_s - I_{hold} \times (R_L + R_i)$
--

$R_{Lmax} < (U_s - U_{hold}) / I_{hold} - R_i$
--

Bei der Auswahl des Ventilsteuerbausteins müssen alle Bedingungen aus Gleichung 4, 5 oder 6 erfüllt sein.

Leitungsfehlerüberwachung und elektronisch verstärktes Magnetventil

Der Leitungsfehlerüberwachungsstrom I_{LFD} reicht normalerweise nicht aus, um die Elektronik mit der Lade-Nachbildung des Kondensators zu starten.

Wenn die interne Elektronik des Magnetventils keinen Stromfluss zulässt, erkennt der Ventilsteuerbaustein einen hochohmigen Stromkreis und einen Leitungsbruch.

Durch den Anschluss eines Leitungsabschlusswiderstands parallel zu den Magnetventilanschlüssen oder so nah wie möglich am Magnetventil kann diese Situation behoben werden. Die Leitungsfehlerüberwachung des Ventilsteuerbausteins kann weiterhin genutzt werden, obwohl sie vom Magnetventil nicht unterstützt wird.

Leitungsabschlusswiderstände liegen normalerweise im Bereich von 4,7 k Ω bis 15 k Ω . Es kann auch ein beliebiger Widerstandswert innerhalb des gültigen Bereichs für die Leitungsfehlerüberwachung des jeweiligen Ventilsteuerbausteins verwendet werden.

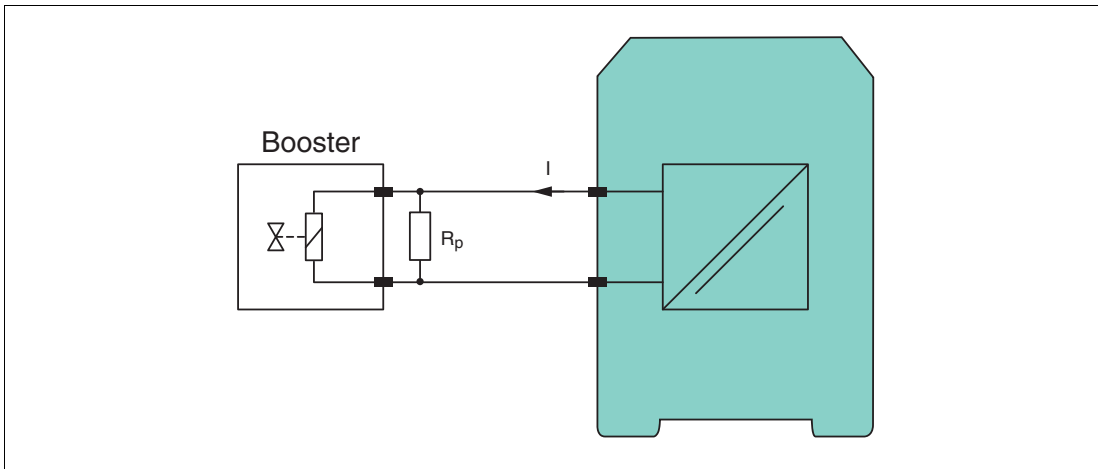


Abbildung 7.3 Parallelwiderstand in der Nähe des elektronisch verstärkten Magnetventils

8 Spezifische Kabelparameter

Die folgenden Kabelwiderstände werden in diesem Dokument für Berechnungen und Beispiele verwendet oder angenommen.

Leiterquerschnitt	Spezifischer Widerstand
0,6 mm ²	59 Ω/km
1,0 mm ²	35 Ω/km
1,5 mm ²	24 Ω/km

Tabelle 8.1

Nach IEC/EN 60079-14 müssen die genauen Kabeleigenschaften als Grundlage für die Projektplanung verwendet werden.

Die folgenden maximalen Kabelparameter werden in diesem Dokument für Berechnungen und Beispiele angenommen.

Kabelkapazität	1 mH/km
Kabelinduktivität	0,12 µF/km

Tabelle 8.2

9 Ventildaten und Berechnungslisten der Magnetventile

Pepperl+Fuchs stellt auf Anfrage Berechnungslisten für häufig verwendete Feldgeräte zur Verfügung. Bitte wenden Sie sich für detaillierte Berechnungen an die örtliche Pepperl+Fuchs-Niederlassung.

Your automation, our passion.

Explosionsschutz

- Eigensichere Barrieren
- Signaltrenner
- Feldbusinfrastruktur FieldConnex®
- Remote-I/O-Systeme
- Elektrisches Ex-Equipment
- Überdruckkapselungssysteme
- Bedien- und Beobachtungssysteme
- Mobile Computing und Kommunikation
- HART Interface Solutions
- Überspannungsschutz
- Wireless Solutions
- Füllstandsmesstechnik

Industrielle Sensoren

- Näherungsschalter
- Optoelektronische Sensoren
- Bildverarbeitung
- Ultraschallsensoren
- Drehgeber
- Positioniersysteme
- Neigungs- und Beschleunigungssensoren
- Feldbusmodule
- AS-Interface
- Identifikationssysteme
- Anzeigen und Signalverarbeitung
- Connectivity

Pepperl+Fuchs Qualität

Informieren Sie sich über unsere Qualitätspolitik:

www.pepperl-fuchs.com/qualitaet

