

Lange Steuerleitungen - Einfluss auf das Schaltverhalten von Schützen

Long control conductors - Influence on the switching performance of contactors

Sind für Steuerstromkreise von Schützen oder Relais lange Steuerleitungen erforderlich, kann es beim Schalten unter bestimmten Bedingungen zu Fehlfunktionen kommen. Diese können bewirken, dass die Schütze nicht ein- oder ausschalten.

Einschalten

Aufgrund des Spannungsfalls in langen Steuerleitungen ist es möglich, dass die anliegende Steuerspannung am Schütz unter den Schwellwert sinkt, bei dem das Schütz einschaltet. Die betrifft sowohl gleichstrom- als auch wechselstrombetätigte Schütze.

Folgende Gegenmaßnahmen können hier erfolgen:

- Änderung der Schaltungstopologie, so dass kurze Steuerleitungen eingesetzt werden,
- Erhöhung des Leitungsquerschnitts,
- Erhöhung der Steuerspannung,
- Einsatz eines Schützes mit geringerer Anzugsleistung der Magnetspule.

Berechnung der maximalen Leitungslänge:

Die maximal zulässige einfache Leitungslänge l_{zul} lässt sich mit folgenden Gleichungen näherungsweise berechnen.

	U_S	Bemessungssteuerspannung in V
Bei Wechselspannung:	R_{SL}	ohmscher Widerstand je Leiter und km der Steuerleitung in Ω/km
	U_{SL}	Spannungsfall auf der Steuerleitung in %
	S_{ein}, P_{ein}	Einschaltleistung des Schützes in VA/W
	$\cos \varphi_{ein}$	Leistungsfaktor der Schützspule beim Einschalten

$$l_{zul} = \frac{5 \cdot U_S^2 \cdot u_{SL}}{R_{SL} \cdot S_{ein} \cdot \cos \varphi} \quad (\text{in m})$$

$$l_{zul} = \frac{5 \cdot U_S^2 \cdot u_{SL}}{R_{SL} \cdot P_{ein}} \quad (\text{in m})$$

If control circuits of contactors or relays need long control conductors, under certain circumstances there can be errors during switching. As a consequence it is possible that the contactor does not switch on or off.

Switching on

Because of the voltage drop in long control conductors it is possible that the control supply voltage at the contactor drops underneath the threshold value, at which the contactor switches off. This affects DC-operated as well as AC-operated contactors.

Possible counteractions:

- Change of the circuit topology in order to use shorter control conductors,
- Increase of the conductor cross-section,
- Increase of the control supply voltage,
- Use of a contactor with a magnetic coil which has a low pickup power.

Calculation of the maximal length of conductor length:

The maximally permissible single length l_{perm} can be calculated approximately with the following equation.

	U_S	Rated control supply voltage in V
For AC-voltage:	R_{SL}	ohmic resistance per conductor and km of the control conductor in Ω/km
	U_{SL}	Voltage drop along the control conductor in %
	S_{on}, P_{on}	Power consumption of the contactor in VA/W
	$\cos \varphi_{on}$	Power factor of the contactor coil during switch-on

$$l_{perm} = \frac{5 \cdot U_S^2 \cdot u_{SL}}{R_{SL} \cdot S_{on} \cdot \cos \varphi_{on}} \quad (\text{in m})$$

$$l_{perm} = \frac{5 \cdot U_S^2 \cdot u_{SL}}{R_{SL} \cdot P_{on}} \quad (\text{in m})$$

Practical TIPS

SIEMENS

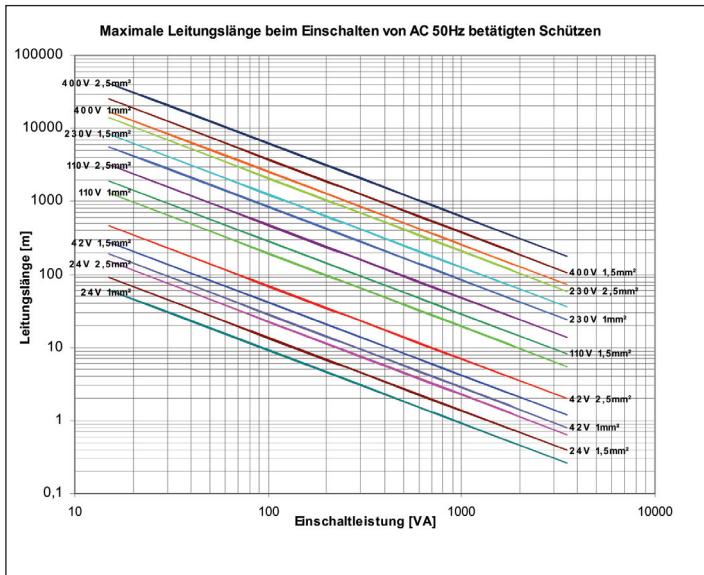
Hinweis:

Für unsere Geräte lassen wir einen maximalen Leitungsspannungsfall von $u_{SL} = 5\%$ zu.

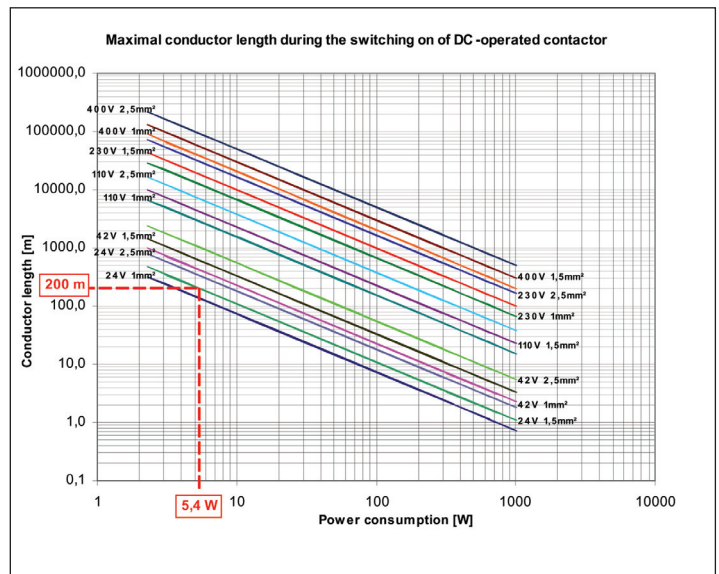
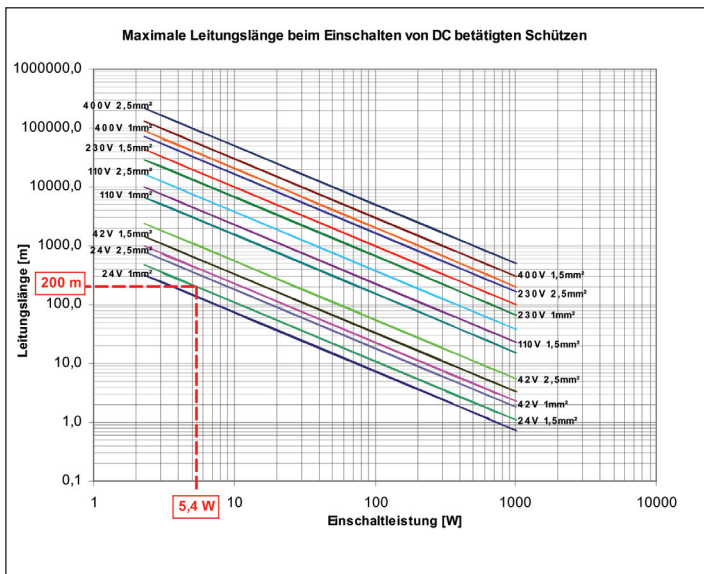
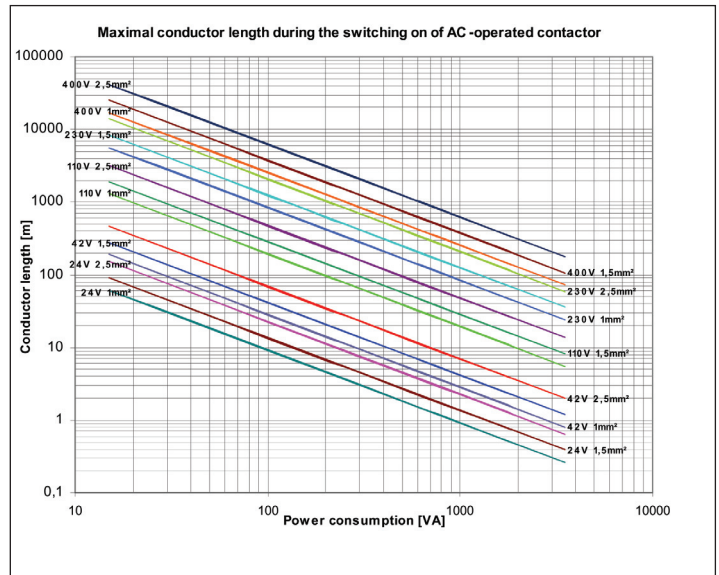
Note:

Permissible voltage drop along the control conductor $u_{SL} = 5\%$.

Graphische Darstellung



Diagrams



Beispiel:

Schütz 3RT102*, gleichstrombetätigt, 5,4 W Einschaltleistung,
Querschnitt der Steuerleitung 1,5 mm²
Maximal zulässige Länge der Steuerleitung: 200 m bei 24 V

Example:

Contacteur 3RT102*, DC-operated, 5,4 W power consumption,
cross-section of the control conductor 1,5 mm²
Permissible length of the control conductor: 200 m for 24 V

Ausschalten

Beim Ausschalten von wechselstrombetätigten Schützen kann es aufgrund einer zu großen Leitungskapazität der Steuerleitung dazu kommen, dass das Schütz nicht mehr ausschaltet, wenn der Steuerstromkreis unterbrochen wird.

Folgende Gegenmaßnahmen können hier erfolgen:

- Einsatz von gleichstrombetätigten Schützen,
- Änderung der Schaltungstopologie, so dass kürze Steuerleitungen eingesetzt werden,
- Verringerung der Steuerspannung,
- Einsatz ein Schützes mit größerer Halteleistung der Magnetspule,
- Parallelschaltung eines RC - Gliedes (besondere Dimensionierung erforderlich)
- Parallelschaltung eines ohmschen Widerstandes zur Erhöhung der Halteleistung.

Bemessung des Parallelwiderstandes: $R_p = \frac{1000}{C_L}$ (in Ω)

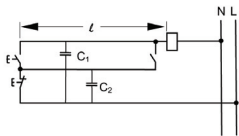
Die Leistung des Zusatzwiderstandes: $P_p = \frac{U_s^2}{R_p}$ (in W),

wobei aus wirtschaftlichen Gründen $P_p < 10$ W sein sollte

Berechnung der maximalen Leitungslänge:

Bei Tasterbetätigung

Bei der Tasterbetätigung mit einer dreiadrigen Leitung kann mit einer Leitungskapazität von $0,6 \mu\text{F/km}$ ($2 \times 0,3 \mu\text{F/km}$) gerechnet werden.



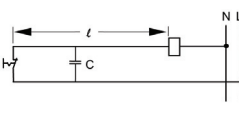
Schaltbild:
Tasterbetätigung mit einem
3-adrigen Kabel

$$l_{zul} = \frac{500 \cdot S_H}{2 \cdot 0,3 \cdot U_s^2} 10^3 \quad (\text{in m})$$

U_s Bemessungssteuerspannung in V
 S_H Halteleistung des Schützes in VA

Bei Dauerkontaktgabe

Bei der Dauerkontaktgabe mit einer zweiadrigen Leitung kann mit einer Leitungskapazität von $0,3 \mu\text{F/km}$ gerechnet werden.



Schaltbild:
Dauerbetätigung mit einem
2-adrigen Kabel

$$l_{zul} = \frac{500 \cdot S_H}{0,3 \cdot U_s^2} 10^3 \quad (\text{in m})$$

U_s Bemessungssteuerspannung in V
 S_H Halteleistung des Schützes in VA

Switching off

Because of a too large conductor capacitance of the control conductor while switching off AC-operated contactors, it is possible that the contactor will not turn off when the control circuit is interrupted.

Possible counteractions

- Use of DC-operated contactors,
- Change of the circuit topology in order to use shorter control conductors,
- Reduction of the control supply voltage,
- Use of a contactor with a magnetic coil which has a higher holding power,
- Parallel connection of an RC-element (special dimensioning necessary)
- Parallel connection of an ohmic resistance in order to increase the holding power.

Calculation of the resistive shunt load: $R_p = \frac{1000}{C_L}$ (in Ω)

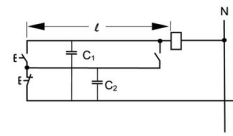
The power rating of the shunt resistance is given by: $P_p = \frac{U_s^2}{R_p}$ (in W)

where should be $P_p < 10$ W for economic reasons.

Calculation of the maximal conductor length:

For momentary-contact control

In the case of a momentary-contact control with a three-core conductor, a conductor capacitance of $0,6 \mu\text{F/km}$ ($2 \times 0,3 \mu\text{F/km}$) can be expected.



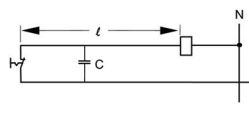
Circuit diagram:
Momentary-contact control
with a 3-core conductor

$$l_{perm} = \frac{500 \cdot S_H}{2 \cdot 0,3 \cdot U_s^2} 10^3 \quad (\text{in m})$$

U_s Rated control supply voltage in V
 S_H Coil power rating when closed (holding) in VA

For maintained-contact control

In the case of the maintained-contact control with a two-core conductor, a capacitance of $0,3 \mu\text{F/km}$ can be expected.



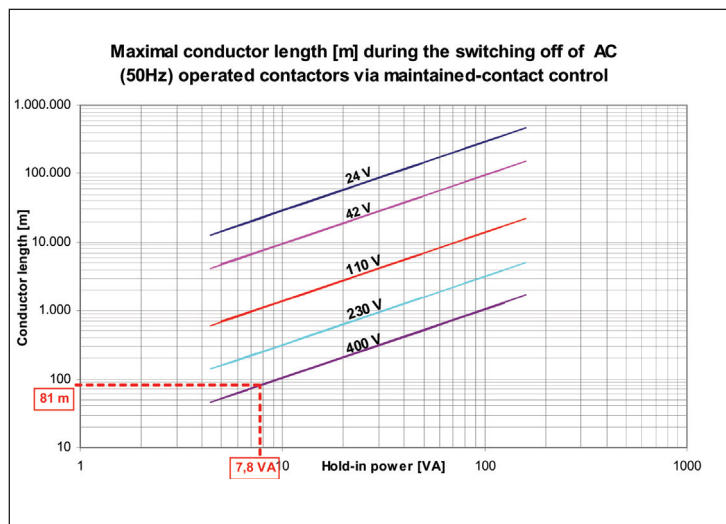
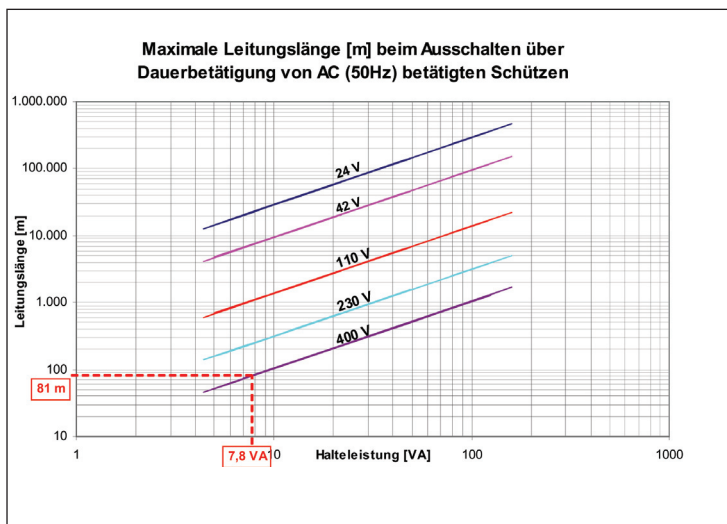
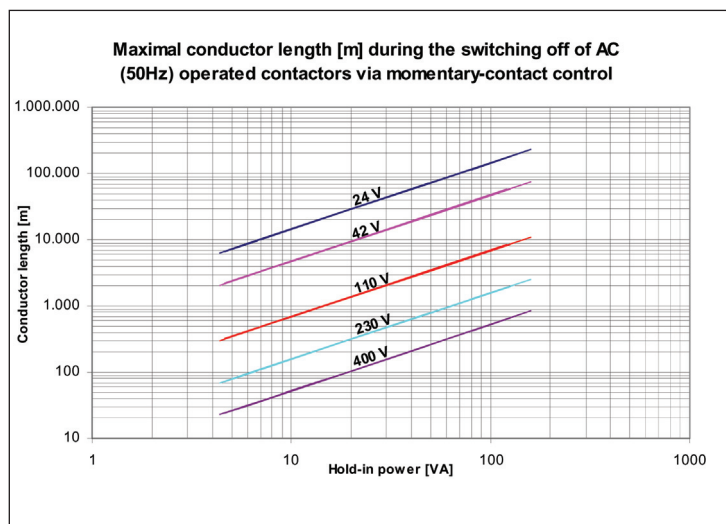
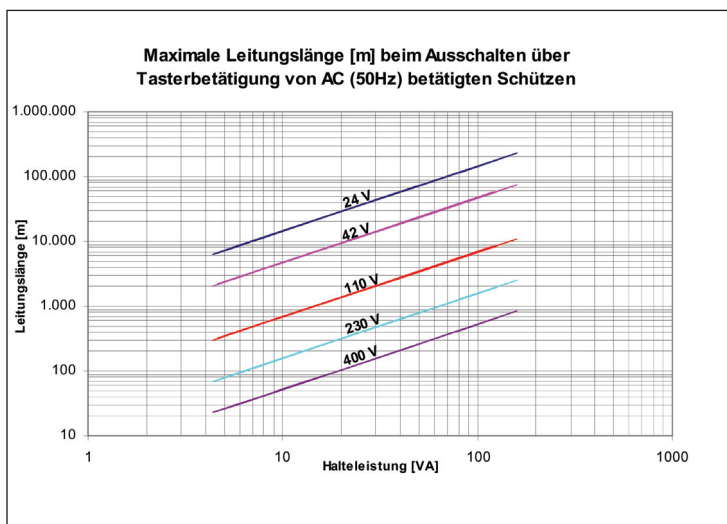
Circuit diagram:
Maintained-contact control
with a 2-core conductor

$$l_{perm} = \frac{500 \cdot S_H}{0,3 \cdot U_s^2} 10^3 \quad (\text{in m})$$

U_s Rated control supply voltage in V
 S_H Coil power rating when closed (holding) in VA

Graphische Darstellung

Diagrams



Beispiel:

Schütz 3RT102*, wechselstrombetätigt, 7,8 W Halteleistung, Steuerspannung 400 VAC
Maximal zulässige Länge der Steuerleitung: 81 m

Example:

Contacteur 3RT102*, AC-operated, 7,8 W holding power, control supply voltage 400 VAC
Permissible length of the control conductor: 81 m