

Überstromschutzrelais MRS13R

Das Überstromschutzrelais MRS13R ist für die schnelle Erkennung und Reaktion auf Überstrombedingungen in Bahnanwendungen konzipiert. Es verhindert Schäden an elektrischen Geräten und Systemen, indem es Kurzschlüsse oder Überlastungen erkennt und eine schnelle Schaltreaktion auslöst. Im Gegensatz zu herkömmlichen Sicherungslösungen bietet das Relais einen reversiblen Schaltzustand, der eine Rückstellung ermöglicht, sobald der Fehlerzustand beseitigt ist.



Überblick über die Funktionalität

- **Überstromschutz:** Reagiert auf Überstrombedingungen innerhalb von 20 ms.
- **Zuverlässige Rückmeldung:** Zwangsgeführte Kontakte garantieren eine exakte Rückmeldung des Schaltzustandes an ein Leitsystem.
- **Diagnostischer Eingang:** Ist ein spezieller Eingang für die externe Auslösung des Relais zur Überprüfung der mechanischen Schaltintegrität, unabhängig von einem Überstromzustand.
- **Status-Anzeige:** Zeigt den Betriebsstatus und die Parametereinstellungen in Echtzeit an. Eine LED-Anzeige signalisiert Überstrombedingungen.
- **Menügestützte Konfiguration:** Mit einer Drei-Tasten-Benutzeroberfläche für die Navigation durch Menüs und die Einstellung von Parametern, wodurch die Verwendung von Potentiometern überflüssig wird.
- **Einhaltung der Vorschriften:**
 - IEC 61810-3 (Typ A) für zwangsgeführte Kontakte
 - EN 50155 und EN 45545-2 für Schienenfahrzeuge
 - EN 61373 für Schock- und Vibrationsschutz

Der MRS13R wurde für den Einsatz in Kombination mit einem Stromwandler und Leistungsschalter konzipiert, es können aber auch direkte Lasten angeschlossen werden. Die Anwendungen reichen von Schwachstrom- bis zu Kilo-Ampere (kA)-Anwendungen.

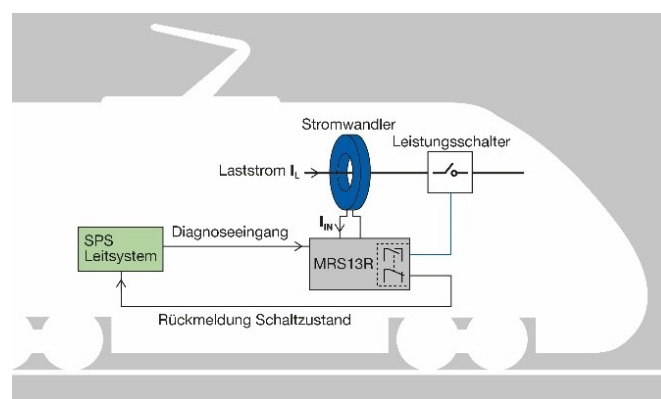


Abbildung 1: Funktionsübersicht des MRS13R

1 Sicherheit

Lesen Sie die beiliegende Anleitung vor dem Gebrauch sorgfältig durch! Die Nichtbeachtung der Anweisungen kann zu Schäden am Gerät und/oder schweren Verletzungen führen.



Dieses Symbol weist auf elektrische Gefahren hin, die das Personal und die Infrastruktur gefährden können.

Die Nichtbeachtung dieser Warnung kann zu **schweren Verletzungen, Tod, Geräteschäden oder Feuer** führen.



Dieses Symbol weist auf eine erforderliche Maßnahme hin, um Schäden am Gerät und an den umliegenden Geräten zu vermeiden.

Die Nichtbeachtung kann zu **Fehlfunktionen, Systemausfällen oder Geräteschäden** führen.



ACHTUNG: Das Gerät darf nur von qualifiziertem Personal installiert werden, das mit den für die Region geltenden nationalen und internationalen Gesetzen, Richtlinien und Normen vertraut ist.

ACHTUNG: Dieses Gerät ist nicht für den Einsatz in Feuchträumen, explosionsgefährdeten Bereichen (z. B. in Bereichen, in denen die Luft hohe Konzentrationen von brennbaren Chemikalien, Dämpfen oder Partikeln wie Getreide, Staub oder Metallpulver enthält) geeignet.

ACHTUNG: Montieren und demontieren Sie das Gerät nur, wenn es von jeder Stromquelle getrennt ist. Dies gilt sowohl für die Stromversorgung als auch für alle Ein- und Ausgänge.

ACHTUNG: Während des Betriebs stehen die elektrischen Anschlussstellen des Geräts unter gefährlicher Spannung! Diese Anschlussstellen dürfen nicht berührt werden.

WARNUNG: Für einen sicheren Betrieb sind die Detektionsgrenzen des Geräts zu beachten.

Siehe Abschnitt 6.1 für weitere Einzelheiten.



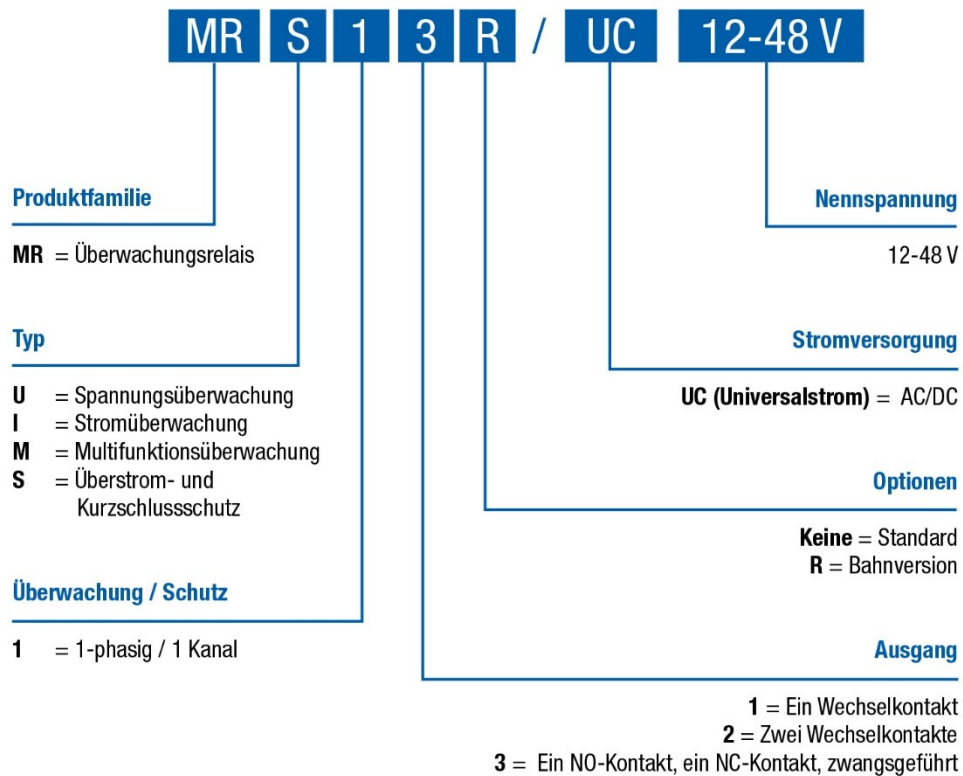
WARNUNG: Stellen Sie sicher, dass die Stromimpulse die maximal zulässige Dauer nicht überschreiten, um eine Beschädigung des Geräts zu vermeiden; insbesondere bei Verwendung von Direktlasten. Siehe Abschnitt 6.3 für Details.

WARNUNG: Halten Sie ausreichend Abstand zwischen dem MRS13R und Komponenten, die Magnetfelder erzeugen. Externe Magnetfelder können die Strommessung beeinträchtigen. Siehe Abschnitt 6.5 für Details.

2 Inhalt

1	Sicherheit	2
2	Inhalt	3
3	Produktschlüssel	4
4	Funktionsprinzip	5
5	Betriebsverhalten und Statusanzeige	7
5.1	Reaktionszeiten	8
5.2	Statusanzeige während der Startverzögerung	10
5.3	Statusanzeige während des Betriebs	10
5.4	Relaistest über den Diagnoseeingang	11
5.5	Abschaltung der Spannungsversorgung	11
6	Gerätespezifische Einschränkungen	12
6.1	Detektionsgrenzen	12
6.2	Temperaturabhängigkeit des Überstromauslösers	12
6.3	Derating bei transienten Strömen und Pulsen	13
6.4	Alterungsdrift des Überstromauslösers	13
6.5	Magnetische Interferenz	14
6.6	Isolierung	14
7	Konfiguration des MRS13R	15
7.1	Hinweis zum Einsatz neuer Stromwandler	16
7.2	Werkseinstellungen	17
7.3	Betriebsanleitung	17
7.4	Menü Navigation	19
8	Elektrisches Anschlussschema	20
9	Spezifikationen	21
10	Technische Zulassungen, Konformitäten	24
11	Dokumenthistorie	25

3 Produktschlüssel



Weitere Varianten entnehmen Sie bitte der MRS-Broschüre oder kontaktieren Sie uns für neue Konfigurationen.

4 Funktionsprinzip

Der MRS13R misst kontinuierlich den Laststrom (I_L) über einen Stromwandler oder direkt und vergleicht ihn mit zwei Schwellenwerten:

- **Überstromschwelle (I_{Th}):** Der konfigurierbare Schwellenwert zur Erkennung von Überstrombedingungen, die zu Schäden durch Überhitzung führen können.
- **Sättigungsstromschwelle (I_{sat}):** Dieser Schwellenwert ermöglicht eine schnelle Erkennung von besonders kritischen Überstromzuständen einschließlich elektrischer Kurzschlüsse. Dieser Schwellenwert ist durch die Sättigung des internen Stromsensors gegeben und daher nicht konfigurierbar.

Überschreitet der gemessene Strom einen der Schwellenwerte, wird das Relais mit seinen zwangsgeführten Kontakten (1 Schließer, 1 Öffner) geschaltet. Über diese Kontakte kann ein Leistungsschalter angesteuert und ein Alarmsignal an ein übergeordnetes Leitsystem gesendet werden, wie in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** dargestellt.

Wenn der externe Fehler behoben ist, d. h. der gemessene Strom unter die Hystereseschwelle fällt, kehrt das Relais in seine normale Position zurück. Im Gegenzug kehrt das betätigte System, z. B. ein Leistungsschalter, in seinen normalen Betriebszustand zurück, und eine entsprechende Rückmeldung wird an das Leitsystem gesendet.

Der Diagnoseeingang ermöglicht die Funktionsprüfung des Relais über ein übergeordnetes Leitsystem (oder manuell) ohne Überstrombedingung.

Detektionszeiten

- Die Überstromerkennung erfolgt innerhalb von **4,5 ms**.
- Die Sättigungserkennung erfolgt innerhalb von **3,1 ms**.
- Das Gerät sucht alle **1,5 ms** nach Überstromereignissen, wobei mindestens drei von fünf Abtastungen erforderlich sind, um ein Überstromereignis zu bestätigen, wie in Abbildung 2 dargestellt.

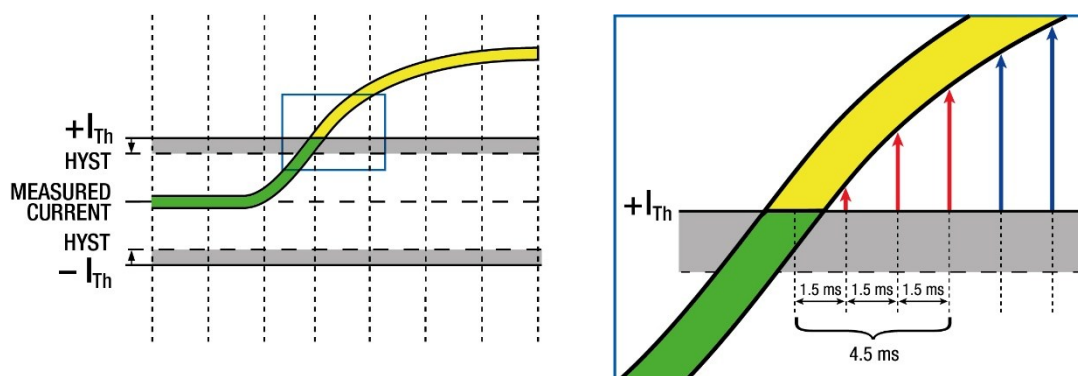


Abbildung 2: Überstromdetektion

Hysterese

Die Hysterese (HYST) gewährleistet eine stabile Rücksetzung nach einem Überstromzustand. Sobald der Strom unter einen festgelegten Schwellenwert fällt, muss er unter $|I_{Th} - (I_{Th} \times HYST)|$ fallen, bevor er wieder in den Normalbetrieb übergeht. Dies verhindert ein unbeabsichtigtes schnelles Umschalten zwischen Normal- und Fehlerzustand aufgrund kleiner Stromschwankungen in der Nähe des Schwellenwerts.

5 Betriebsverhalten und Statusanzeige

Das detaillierte Betriebsverhalten des MRS13R ist in Abbildung 3 für drei beispielhafte Ereignisse dargestellt. Das Verhalten bei der Überstromerkennung ist polaritätsunabhängig.

Start: Der gemessene Laststrom beginnt innerhalb der eingestellten Kontrollgrenzen. Das Relais befindet sich in seiner normalen Position und es liegt kein Alarm vor.

Ereignis 1: Standard-Überstromerkennung

Der Laststrom sinkt und fällt unter den unteren Stromgrenzwert. Innerhalb von t_{D1} wird der (negativ gepolte) Überstrom erkannt und verarbeitet ($t_{\mu C}$). Die LED der Geräte blinkt, um die Erkennung des Ereignisses anzuzeigen, und bleibt dann eingeschaltet, während der Öffnerkontakt geöffnet (t_{Op}) und der Schließerkontakt geschlossen wird (t_B). Die LED-Anzeige bleibt eingeschaltet, bis der Strom in den normalen Bereich zurückkehrt, blinkt während der konfigurierten Ausschaltverzögerung (t_{Doff}) und erlischt, wenn das Relais in seinen normalen Zustand zurückkehrt (t_{Rel} , t_B).

Ereignis 2: Sättigungsüberstromerkennung

Als zweites Ereignis wird ein Sättigungsereignis (positiver Polarität) gezeigt; das Verhalten des MRS13R ist dasselbe wie beim ersten Ereignis, jedoch mit einer schnelleren Erkennungszeit (t_{D2}).

Ereignis 3: Relaistest über den Diagnoseeingang

Als drittes Ereignis wird der Diagnoseeingang verwendet, um das Relais manuell auszulösen, wobei die Reaktion auf ein Überstromereignis mit negativer Polarität nachgeahmt wird (ohne dass ein tatsächlicher Überstromzustand vorliegt). Das DI-Eingangssignal wird verarbeitet ($t_{\mu C}$), das Relais wird sofort aktiviert (t_{Op} , t_B) und das Ereignis wird von der LED angezeigt. Wenn das Ausschalten des Diagnosesignals verarbeitet wird, wird das Relais ohne (konfigurierbare) Verzögerung in seinen normalen Zustand zurückgesetzt (t_{Rel} , t_B).

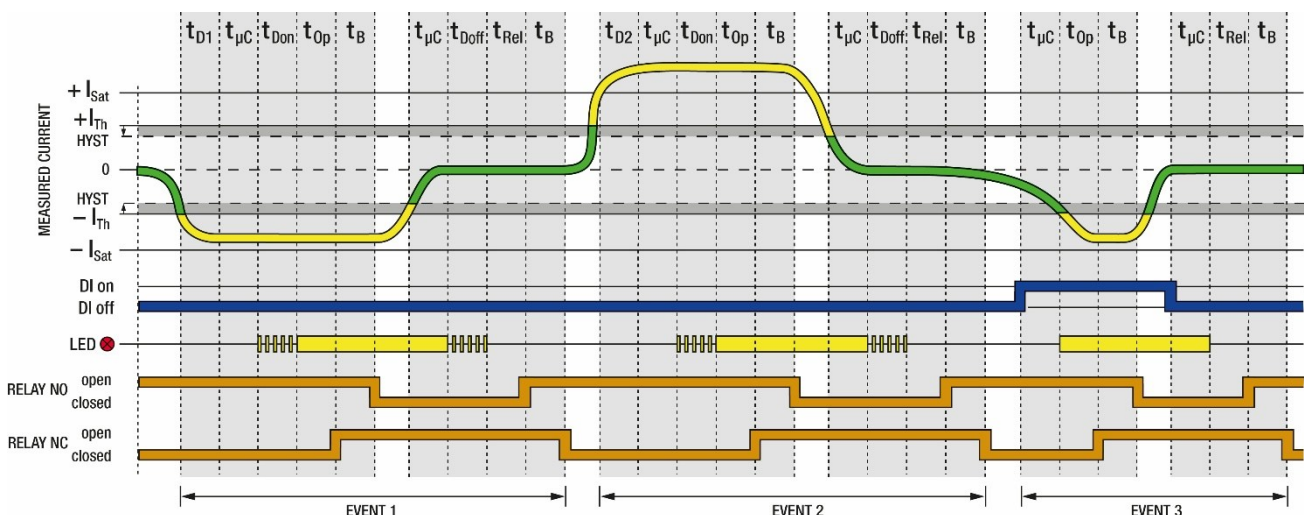


Abbildung 3: Detailliertes Verhalten des MRS13R bei Überstromereignissen

5.1 Reaktionszeiten

Die vollständige Reaktionszeit für die Aktivierung bzw. Deaktivierung des Systems (z. B. Leistungsschalter) und die Rückmeldung an das Leitsystem setzt sich wie folgt zusammen:

Erkennungszeit (Überstrom)	t_{D1}	$\leq 4,5 \text{ ms}$
Erkennungszeit (Sättigung)	t_{D2}	$\leq 3,1 \text{ ms}$
Intrinsische Reaktionszeit der Firmware	$t_{\mu C}$	$\leq 1,3 \text{ ms}$
Reaktionszeit des Schliesserkontakts zum Schließen	t_{OpNO}	$\sim 10 \text{ ms}$
Prellzeit des Schließers	t_{BNO}	$\sim 2 \text{ ms}$
Reaktionszeit des Öffnerkontakts zum Öffnen	t_{OpNC}	$\sim 3 \text{ ms}$
Prellzeit des Öffnerkontakts	t_{BNC}	$\sim 15 \text{ ms}$
Abfallzeit des geschlossenen NO / geöffneten NC-Kontakts	t_{Rel}	$\sim 3 \text{ ms}$
Einschaltverzögerung	t_{Don}	Konfigurierbar 0,0 - 999,9 s Voreinstellung: 0,0 s
Ausschaltverzögerung	t_{Doff}	Konfigurierbar 0,1 - 999,9 s Standard: 3,0 s

Je nachdem, ob das angesteuerte System mit dem Schließer- oder Öffnerkontakt verbunden ist, variiert die Gesamtansprechzeit.

Die folgende Tabelle fasst die Gesamtansprechzeiten für den Schließer- und Öffnerkontakt mit einer Standard-Ansprechverzögerung $t_{Don} = 0 \text{ s}$ zusammen:

Ereignis	Gesamtreaktionszeit für den Schliesserkontakt	Gesamtreaktionszeit für den Öffnerkontakt
Überstrom	$t_{D1} + t_{\mu C} + t_{OpNO} + t_{BNO} + t_{Don} \approx 17,8 \text{ ms}$	$t_{D1} + t_{\mu C} + t_{OpNC} + t_{BNC} + t_{Don} \approx 23,8 \text{ ms}$
Sättigung	$t_{D2} + t_{\mu C} + t_{OpNO} + t_{BNO} + t_{Don} \approx 16,4 \text{ ms}$	$t_{D2} + t_{\mu C} + t_{OpNC} + t_{BNC} + t_{Don} \approx 22,4 \text{ ms}$

Hinweis: Wie bei den meisten Relais öffnet sich der Öffnerkontakt (NC) schneller als der Schliesser (NO) schließt. Dennoch ist die Gesamtansprechzeit des Öffners länger als die des Schliessers. Dies ist auf die deutlich längere Prellzeit des Öffners von 15 ms gegenüber 2 ms beim Schliesser zurückzuführen. Eine grafische Darstellung der Ansprechzeiten finden Sie in Abbildung 4.

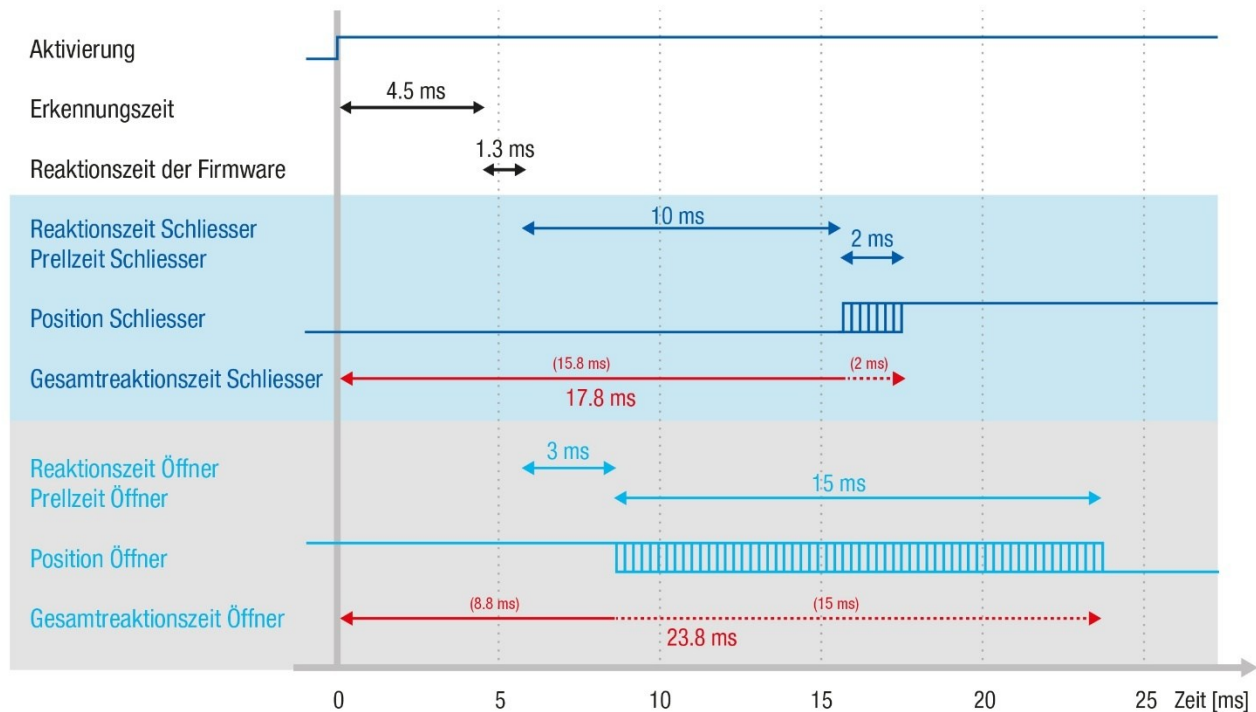


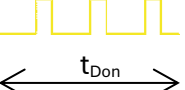
Abbildung 4: Zusammensetzung der Gesamtreaktionszeit des zwangsgeführten Relais

5.2 Statusanzeige während der Startverzögerung

In der folgenden Tabelle ist der Schaltzustand während der Einschaltverzögerung für jeden Laststrom und unabhängig vom Diagnoseeingang aufgeführt.

Einstellung für die Inbetriebnahme	LED	Relais	Schaltzustand Öffner (NC)	Schaltzustand Schliesser (NO)
			zwangsgeführte Kontakte	
Standardeinstellung "Alarm aus"	Aus 	Aus	Geschlossen	Offen
Standardeinstellung "Alarm ein"	Dauerhaft eingeschaltet  	An	Offen	Geschlossen

5.3 Statusanzeige während des Betriebs

Stromversorgung	Laststrom	Diagnoseeingang	LED	Relais	Schaltzustand Öffner (NC)	Schaltzustand Schliesser (NO)
					zwangsgeführte Kontakte	
Aus	unabhängig	unabhängig	Aus 	Aus	Geschlossen	Offen
Ein	$I_L \leq I_{th}$	0	Aus 	Aus	Geschlossen	Offen
Ein	$I_L > I_{th}$	0	Dauerhaft an  	An	Offen	Geschlossen
Ein	$I_L \leq I_{th}$	1	Dauerhaft an  	An	Offen	Geschlossen
Ein	$I_L > I_{th}$	1	Dauerhaft an  	An	Offen	Geschlossen
Ein	$I_L \leq I_{th} \rightarrow I_L > I_{th}$ 	0	Blinkt schnell  t_{Don}	Aus ↓ An	Geschlossen ↓ Offen	Offen ↓ Geschlossen
Ein	$I_L > I_{th} \rightarrow I_L \leq I_{th}$ 	0	Blinkt langsam  T_{Doff}	Aus ↓ An	Offen ↓ Geschlossen	Geschlossen ↓ Offen

5.4 Relatest über den Diagnoseeingang

Der Diagnoseeingang DI dient zur Durchführung eines Funktionstests des Relais, mit dem sichergestellt wird, dass die Schaltfunktion, und die damit einhergehende Lastabschaltung und die Rückmeldung an die Steuerung überprüft werden.

- Wenn eine Spannung am Diagnoseeingang über 14 V anliegt, schließt sich der Schließer und der Öffner öffnet sich. Dies simuliert ein Überstromereignis und löst die entsprechende Rückmeldung an das Leitsystem aus.
- Wenn die Spannung am Diagnoseeingang unter 5 V abfällt, kehrt das Gerät in den Normalbetrieb zurück, bei dem der Schließerkontakt geöffnet und der Öffnerkontakt geschlossen wird - ein Zeichen dafür, dass das System unterhalb der Überstromschwelle funktioniert.

5.5 Abschaltung der Spannungsversorgung

Um eine definierte Abschaltung zu gewährleisten und undefinierte Gerätezustände zu vermeiden, wird empfohlen, die Stromversorgung auf der 24-V-Sekundärseite abzuschalten. Ist eine Abschaltung auf der Netzseite (230 V) erforderlich, kann der langsame Spannungsabfall durch die internen Kondensatoren des MRS13R in undefinierte Zustände führen. In diesem Fall sollte ein Ableitwiderstand verwendet werden, um eine kontrollierte Entladung der Kondensatoren zu gewährleisten, wie in Abbildung 5 dargestellt.

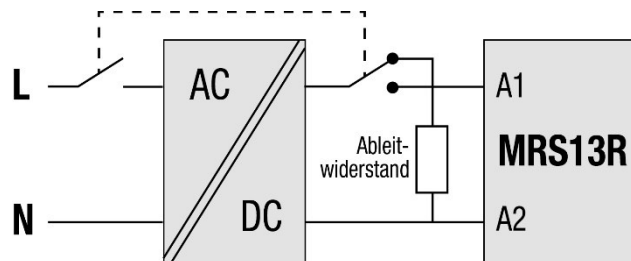


Abbildung 5: Abschaltung des MRS13R über das Stromnetz.

6 Gerätespezifische Einschränkungen

6.1 Detektionsgrenzen

Die Detektionsgrenzen des MRS13R unterliegen bestimmten Zeit- und Stromschwellenwerten, die die Genauigkeit und Zuverlässigkeit bestimmen. Wie bereits beschrieben, erfolgt eine zuverlässige Überstromerkennung bei Überstromereignissen innerhalb von 4,5 ms und bei Sättigungsereignissen innerhalb von 3,1 ms.

Unter 3,1 ms (Überstromereignis) bzw. 1,5 ms (Sättigungsereignis) ist keine Detektion möglich.

Bei Überstromereignissen ist die Detektion im Zeitraum zwischen 3,1 ms und 4,5 ms möglich, aber nicht garantiert

Bei Sättigungsereignissen ist eine Detektion im Zeitraum zwischen 1,5 ms und 3,1 ms möglich, aber nicht garantiert.

Dieses Verhalten ist in Abbildung 6 dargestellt. Es ist unabhängig von der Polarität.

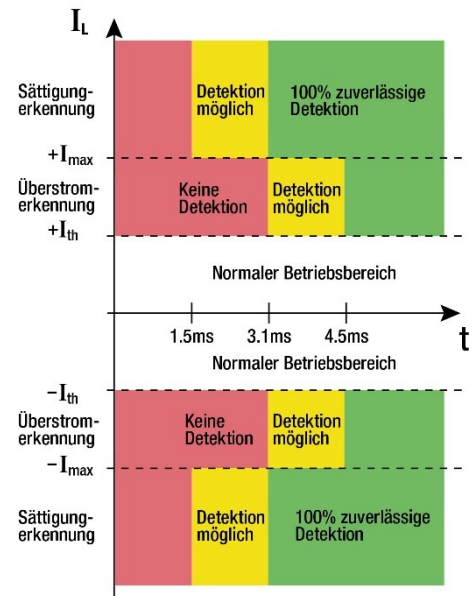


Abbildung 6: Minimale Detektionszeiten

6.2 Temperaturabhängigkeit des Überstromauslösers

Die effektive Auslösung der Überstromschwelle hängt von der Temperatur und der Höhe des Überstroms ab. Das Gerät ist für erhöhte Temperaturen bei hohen Strombelastungen optimiert. Abbildung 7 veranschaulicht die relative Abweichung bei der Auslösung über Schwellenströme von 400 A bis 1,6 kA und Temperaturen von -40 °C bis 70 °C. Innerhalb des Bereichs von 0 °C bis 70 °C bleibt die Abweichung unter 5 %, was eine stabile Leistung gewährleistet.

Hinweis: Die angegebenen Werte berücksichtigen keine möglichen Alterungseffekte des Stromsensors.

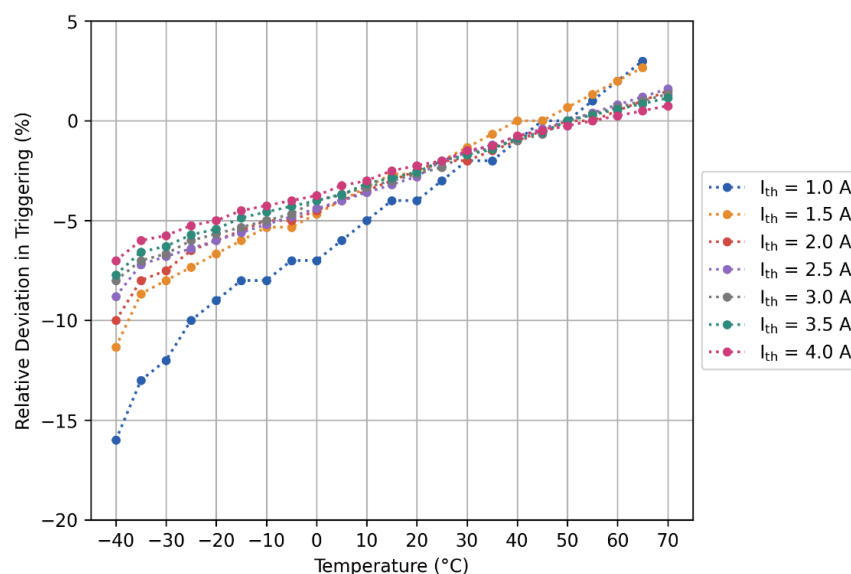


Abbildung 7: Temperaturabhängigkeit des Überstromauslösers

6.3 Derating bei transienten Strömen und Pulsen

Der MRS13R ist mit einem Sensor ausgestattet, der für einen maximalen Dauerstrom von 5 A ausgelegt ist. Der Sensor kann zwar transiente Ströme über diesem Grenzwert tolerieren, doch sind solche Bedingungen nur zulässig, wenn die Dauer des Transienten innerhalb der festgelegten Grenzen bleibt.

Um einen ordnungsgemäßen Betrieb zu gewährleisten und Schäden zu vermeiden, müssen die Benutzer die in Abbildung 8 dargestellte Derating-Kurve einhalten. Diese Kurve definiert die maximal zulässige Dauer eines rechteckigen Strompulses als Funktion des angelegten Stroms von 20 s bei 50 A bis 1,8 ms bei 400 A.

Es ist wichtig die Derating-Kurve für alle transienten Stromereignisse einzuhalten. Jede Abweichung von den angegebenen Grenzwerten kann die Integrität des Sensors und die Gesamtleistung des MRS13R beeinträchtigen.

Wenn das MRS13R in Kombination mit einem Stromwandler (CT) verwendet wird, werden transiente Ströme in der Regel aufgrund der Sättigung des CTs gedämpft, wodurch der interne Stromsensor wirksam geschützt wird. Bei Anwendungen mit direkter Last - insbesondere bei Gleichstrom (DC) - ist dieser Schutzeffekt jedoch nicht gegeben, und der Sensor ist Einschaltspitzen oder Transienten direkt ausgesetzt. In solchen Fällen liegt es in der Verantwortung des Anwenders, sicherzustellen, dass alle transienten Ströme innerhalb der spezifizierten Grenzen der Derating-Kurve bleiben.

Hinweis: Die Integrität des Stromsensors kann mit dem Diagnoseeingang nicht überprüft werden.

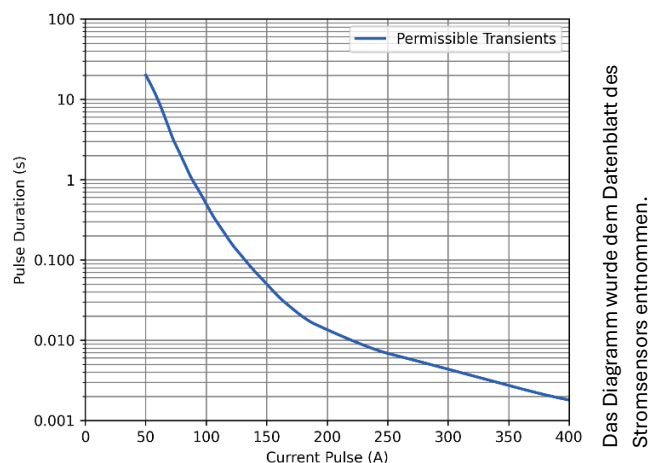


Abbildung 8: Derating für Stromimpulse

6.4 Alterungsdrift des Überstromauslösers

Die relative Alterungsdrift beim Auslösen der effektiven Überstromschwelle wird von der Alterung des Stromsensors dominiert.

Typisch	Min/Max. (3 σ)
$\pm 1\%$	$\pm 3\%$

Diese Drift tritt allmählich im Laufe der Lebensdauer des Geräts auf.

6.5 Magnetische Interferenz

Die Strommessung basiert auf dem Hall-Effekt. Ein solcher Hall-Sensor misst den Strom, indem er das induzierte Magnetfeld um einen Leiter erfasst und in ein proportionales elektrisches Signal umwandelt, was eine galvanische Trennung und minimalen Leistungsverlust gewährleistet.

Um genaue Strommessungen zu gewährleisten, ist es wichtig, einen ausreichenden Abstand zu anderen magnetischen Komponenten einzuhalten. Externe Magnetfelder von nahegelegenen Komponenten wie Transformatoren, Leistungsschaltern oder Schützen können durch Verzerrung der lokalen magnetischen Umgebung Messfehler verursachen. Um eine optimale Leistung zu erzielen, sollten stromführende Komponenten in einem sicheren Abstand platziert werden:

Komponente in der Nähe	Minimaler Abstand zum MRS13R
Stromführende Drähte und Schütze 5 A / 50 A / 1000 A	10 mm / 50 mm / 200 mm
Stromwandler 400:1, ~kA Primärstrom	300 mm
Stromkreisunterbrecher	500 mm

Bei beengten Platzverhältnissen kann eine magnetische Abschirmung helfen, Störungen zu mindern.

6.6 Isolierung

Das Überstromschutzrelais MRS13R misst den Strom mit Hilfe eines Hallsensors, dessen Eingang galvanisch getrennt ist. Siehe Abbildung 9 für das vollständige Isolationsdiagramm und die Tabelle unten für die Prüfspannungen für jeden Isolationspfad.

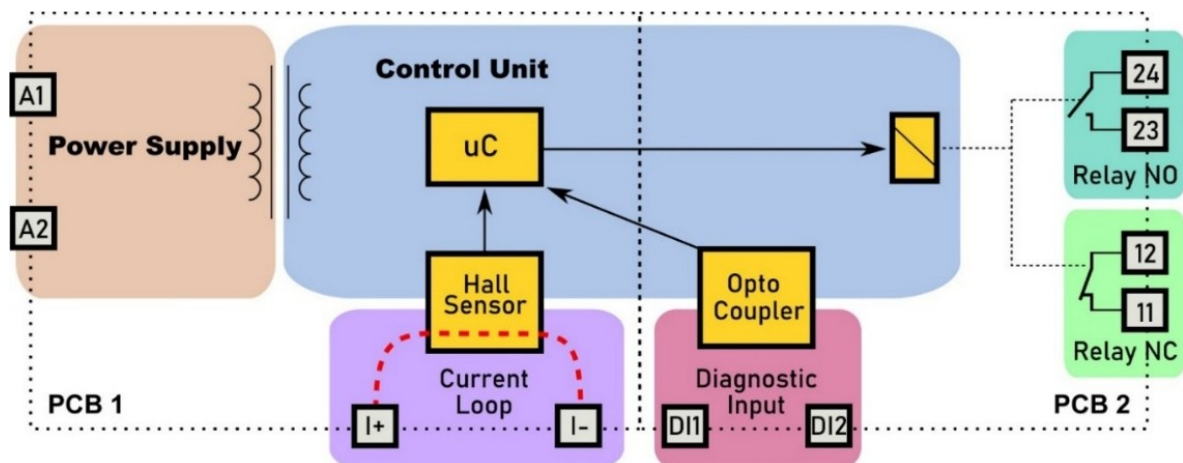


Abbildung 9: Isolationsdiagramm.

Isolierung Pfad	Prüfspannung (1 Min)
Stromversorgung - Stromschleife	3,0 kV
Stromversorgung - DI-Eingang	3,0 kV
Stromversorgung - Relais NO	3,0 kV
Stromversorgung - Relais NC	3,0 kV
Relais NO - Relais NC	2,5 kV

Isolierung Pfad	Prüfspannung (1 Min)
Stromschleife - DI Eingang	3,0 kV
Stromschleife - Relais NO	3,0 kV
Aktuelle Schleife - Relais NC	3,0 kV
DI-Eingang - Relais NO	2,0 kV
DI-Eingang - Relais NC	2,0 kV

7 Konfiguration des MRS13R

Das MRS13R kann mit den folgenden Parametern konfiguriert werden:

Die Überstromschwelle (**overcurrent threshold, I_{th}**) sollte hoch genug eingestellt werden, um unbeabsichtigte Abschaltungen durch Strom- oder Spannungstransienten am Messeingang zu verhindern. Um Fehlauflösungen zu vermeiden, konfigurieren Sie die Überstromschwelle mindestens 150 mA über der erwarteten Stromamplitude. Dieser Puffer stellt sicher, dass normale Stromschwankungen den Schutzmechanismus nicht auslösen.

Hinweis: Wenn die Skalierung aktiviert ist, passt sich der Überstromschwellenwert an den Laststrompegel an. Bei einem Skalierungsfaktor von 100 wird der Schwellenwert (I_{th}) beispielsweise auf 1 kA gesetzt, und der Überstromschutz wird ausgelöst, wenn der gemessene Eingangsstrom 10 A überschreitet, was einem Laststrom von 1 kA entspricht.

Die Hysterese (**hysteresis**) stabilisiert den Erfassungsprozess, indem sie ein schnelles Ein- und Ausschalten verhindert, wenn der Strom in der Nähe des Schwellenwerts schwankt. Um einen zuverlässigen Betrieb zu gewährleisten, stellen Sie die Hysterese auf mindestens 5 % ein. Diese Einstellung verringert das Risiko unnötiger Unterbrechungen, die durch geringe Stromschwankungen verursacht werden.

Siehe Abbildung 10 für Empfehlungen für die Einstellung von I_{th} und Hysterese.

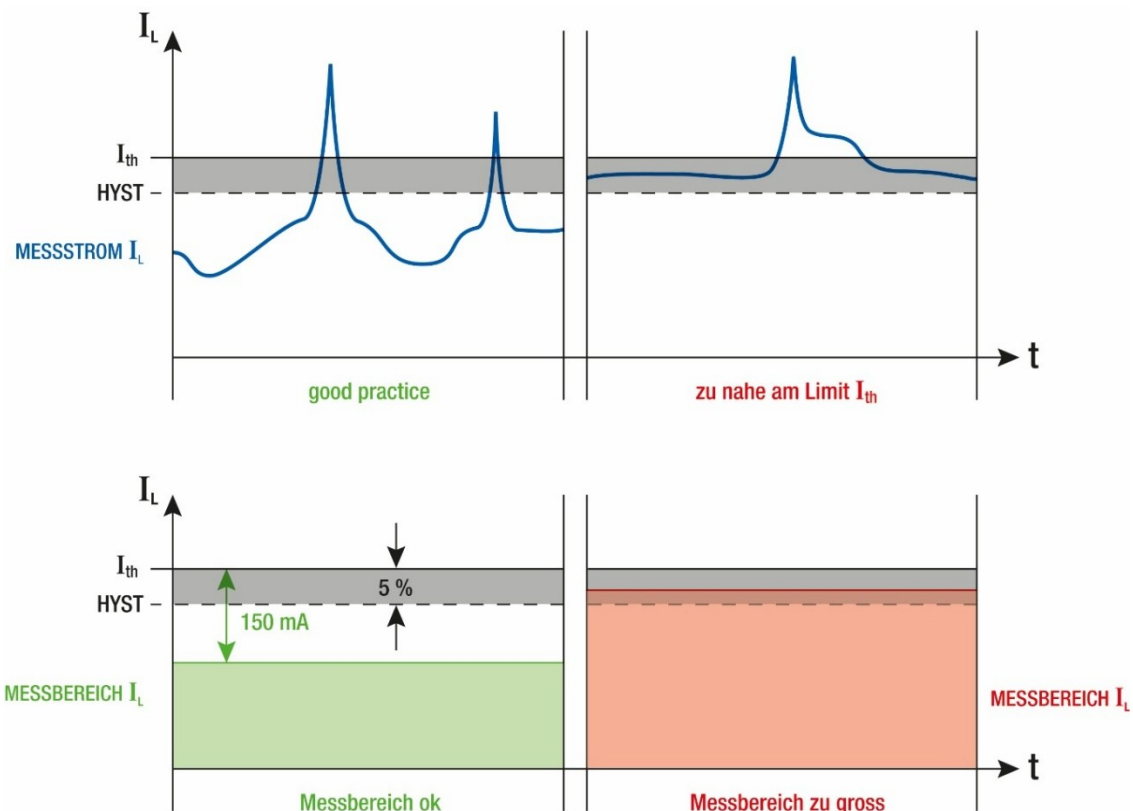


Abbildung 10: Konfiguration von Überstromschwelle und Hysterese

Der Skalierungsfaktor (**scaling factor**, I_L/I_{Th}) basiert auf dem Verhältnis zwischen dem Stromwandler und dem gemessenen Strom. Eine genaue Skalierung stellt sicher, dass das MRS13R die Messsignale korrekt interpretiert und die Schuttschwellen auf den tatsächlichen Laststrom abstimmt. Für eine ordnungsgemäße Überstromerfassung muss der Stromwandler innerhalb seines linearen Arbeitsbereichs arbeiten, damit der gemessene Strom proportional zum Laststrom bleibt. Daher muss der Arbeitsbereich des Wandlers entsprechend dimensioniert sein.

Wenn eine Last direkt an den Messeingang angeschlossen ist, kann die Skalierung deaktiviert werden.

Hinweis: Wenn der Stromschwellenwert bei aktivierter Skalierung $> 5\text{ A}$ ist, fällt er auf 5 A zurück, sobald die Skalierung ausgeschaltet wird. In diesem Fall ist eine manuelle Anpassung des Stromschwellenwerts erforderlich.

Die Einschaltverzögerung (**on delay**, t_{Don}) und die Ausschaltverzögerung (**off delay**, t_{Doff}) steuern den Zeitpunkt der Aktivierung und Rückstellung des Schutzmechanismus. Die Einschaltverzögerung gibt an, wie lange der Strom den Schwellenwert überschreiten muss, bevor die Schutzfunktion ausgelöst wird, wodurch kurzfristige Transienten, die kein wirkliches Risiko darstellen, herausgefiltert werden. Die Ausschaltverzögerung legt fest, wie lange das System nach der Rückkehr des Stroms in den Normalzustand wartet, bevor es die Schutzfunktion zurücksetzt. Dies verhindert häufige Rücksetzungen aufgrund von kurzzeitigen Stromeinbrüchen. Die korrekte Konfiguration dieser Verzögerungen gewährleistet einen stabilen Betrieb und reduziert Fehlalarme.

Der Startzustand (**startup state**) bestimmt die Ausgangsstellung der Relais beim Einschalten des Geräts. Bei der Einstellung "Alarm aus" startet das Gerät mit den Relais in ihrer normalen Position (NC geschlossen und NO offen). Bei der Einstellung "Alarm ein" startet das Gerät mit den Relais in ihrer geschalteten Position (offener NC und geschlossener NO).

Die Startverzögerung (**startup delay**) definiert das Zeitintervall zwischen dem Einschalten des Geräts und dem Auslösen des konfigurierten Einschaltzustands. Diese Verzögerung ermöglicht es dem System, sich zu stabilisieren, bevor die Relais ihre spezifizierten Positionen einnehmen, um Fehlalarme oder unbeabsichtigte Schaltvorgänge aufgrund von transienten Bedingungen während des Starts zu verhindern.

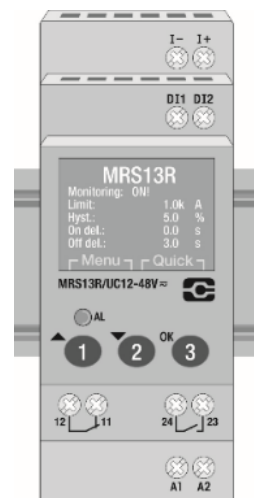
7.1 Hinweis zum Einsatz neuer Stromwandler

Die Auswahl des richtigen Stromwandlers ist der Schlüssel zu einer präzisen Systemleistung. Berücksichtigen Sie bei der Planung eines neuen Systems den maximalen Laststrom und den erforderlichen Schwellenwert für die Aktivierung des Leistungsschalters. Um die Zuverlässigkeit zu gewährleisten, sollten Sie einen angemessenen Spielraum einkalkulieren, der sich an den in diesem Kapitel beschriebenen Empfehlungen für gute Praktiken orientiert. Um die höchste Genauigkeit zu erzielen, wählen Sie ein Stromwandlerverhältnis, das eine Stromerkennung zwischen 2 A und 4 A am MRS13R-Eingang ermöglicht. So können Sie präzise und konsistente Messungen erzielen.

7.2 Werkseinstellungen

Das MRS13R wird mit den folgenden Werkseinstellungen ausgeliefert:

Monitoring Überwachung	ON Ein
Limit (current threshold) Grenzwert (Stromschwelle)	1,2 kA Der Wert wird auf den Laststrompegel skaliert, wenn die Skalierung aktiviert ist.
Hysteresis Hysterese	5.0 %
On delay (t_{Don}) Einschaltverzögerung	0.0 s
Off delay (t_{Doff}) Ausschaltverzögerung	3.0 s
Scaling factor (I_L/ I_{th}) Skalierungsfaktor	400
Startup delay Startverzögerung	2.5 s
Startup state Output 1 Startzustand Ausgang 1	Alarm ein Überstromalarm ist während der Startverzögerung eingeschaltet



Andere Werkseinstellungen sind auf Anfrage erhältlich.

7.3 Betriebsanleitung

- ▲ Erhöht den numerischen Wert oder geht zum nächsten Parameter über.
- ▼ Verringert den numerischen Wert oder geht zum nächsten Parameter über.
- OK Bestätigt den ausgewählten Wert und wechselt zum nächsten Menüpunkt.
Gedrückt halten: Kehrt zum vorherigen Menü zurück oder verlässt das Menü, ohne Änderungen zu speichern.
- ▲ ▼ Ruft das vollständige Menü auf
- ▼ OK Ruft das Schnellmenü auf, um nur den aktuellen Schwellenwert (Limit) einzustellen.

Struktur des Menüs

- **Settings** enthält alle Einstellungen zur Konfiguration des MRS13R gemäß Kapitel 7.
- **Output test** ermöglicht das manuelle Schalten des Relais. Die LED zeigt den aktuellen Zustand an.
- **Device test** zeigt die interne Temperatur des Geräts und eine Referenzspannung (nur für den internen Gebrauch).
- **Factory reset** ermöglicht das Zurücksetzen aller Parameter auf die Werkseinstellungen.
- **Setup** konfiguriert den Startstatus und die Startverzögerung gemäß Kapitel 7.
- **Infos** zeigt die Firmware-Version des Geräts an.

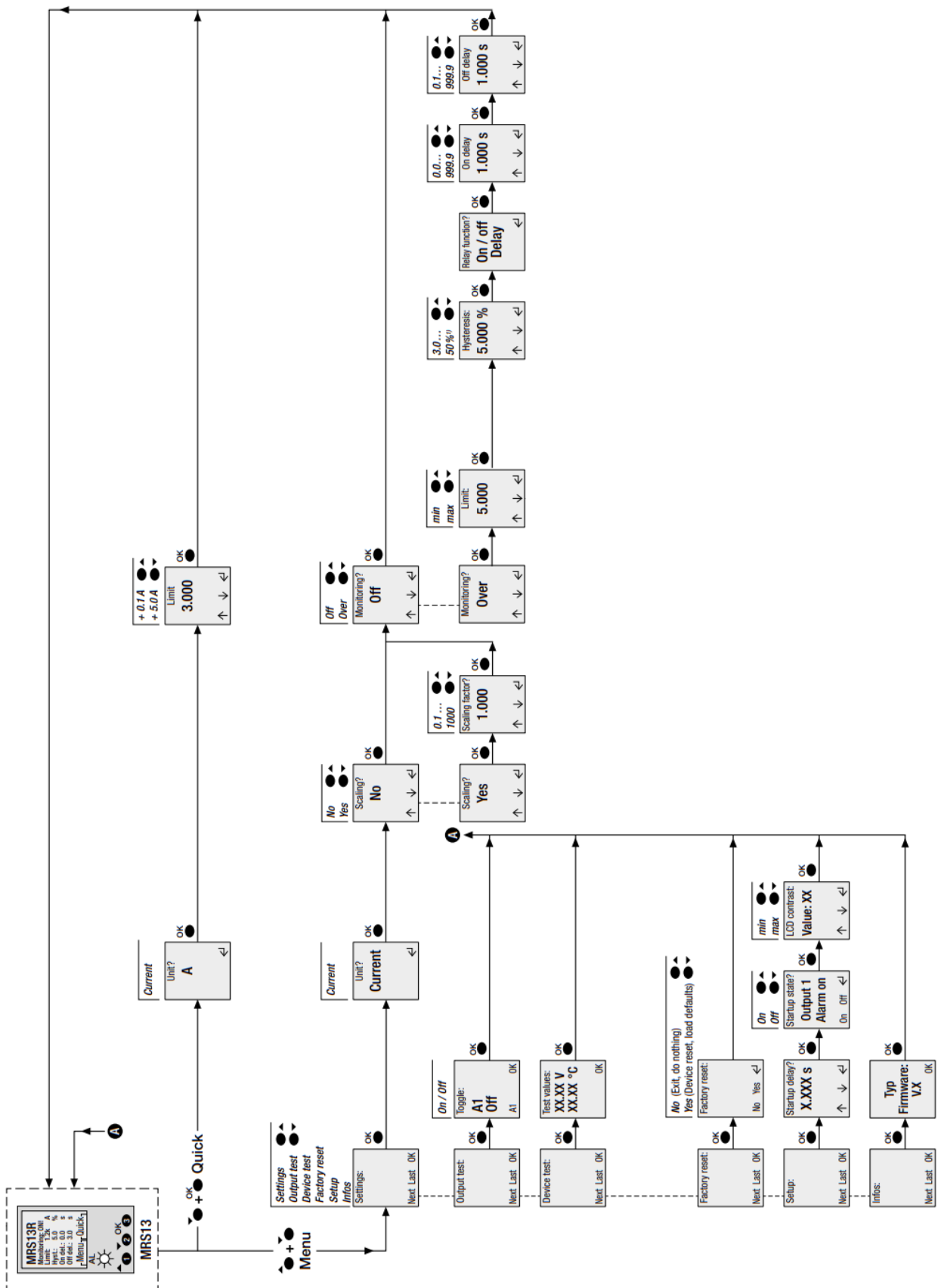
Über das **Quick Menu** kann die Überstromschwelle direkt geändert werden. Alle anderen Einstellungen sind über das vollständige Menü (unter Einstellungen) zugänglich.

- **Menüverhalten Menü-Zeitüberschreitung (60 s):** Wenn 60 Sekunden lang keine Taste gedrückt wird, kehrt das Gerät in den Messmodus zurück, ohne den letzten Parameter zu speichern.
- **Anzeige zurücksetzen (5 s):** Die Anzeige wird alle 5 Sekunden aktualisiert, was ein leichtes Flackern verursacht.
- **Anzeigeaktualisierung (0,5 s):** Die Anzeige wird im Messmodus alle 0,5 Sekunden aktualisiert.
- **Startverhalten:** Nach dem Hochfahren und dem Selbsttest schaltet das Display-Menü automatisch um und zeigt die aktuell eingestellten Parameter an.
- **Überwachungsverhalten:** Wenn die Überwachungsfunktion eingeschaltet ist, schaltet sie automatisch auf die Funktion OVER um.
- **Speichern von Parametern:** Nach Verlassen des Menüs werden die Parameter gespeichert. Während dieses Vorgangs (ca. 1 s) wird die Überwachung angehalten, und der Zustand des Relais bleibt unverändert. Während des Speicherns blinkt das Gerät.
- **Selbst-Diagnose:** Das Gerät führt kontinuierlich eine Selbstdiagnose durch. Wenn eine Störung oder ein Fehler auftritt, wird ein Alarm ausgelöst, und auf dem Display erscheint ein Fehlercode.
- **Anzeigeformat:**
 - Werte über 1000 werden mit einem 'k' angezeigt (z. B. 999k für 999000).
 - Der kleinste darstellbare Wert ist 0,001.

Fehlerbehandlung

Der MRS13R-Prozessor wird von einer Watchdog-Schaltung überwacht, die das System bei Bedarf automatisch neu bootet. Schlägt der Boot-Vorgang fehl, wird das zwangsgeführte Relais aktiviert, und auf dem Display erscheint eine Fehlermeldung. Im Falle eines Fehlers sollte der Benutzer den Fehlercode notieren und unser Support-Team um Hilfe bitten.

7.4 Menü Navigation



8 Elektrisches Anschlussschema

Das MRS13 kann an einen Stromwandler oder direkt an eine AC- oder DC-Last angeschlossen werden. Siehe Abbildung 11 und die Beschreibung darunter für Anschlüsse und Klemmenbezeichnungen.

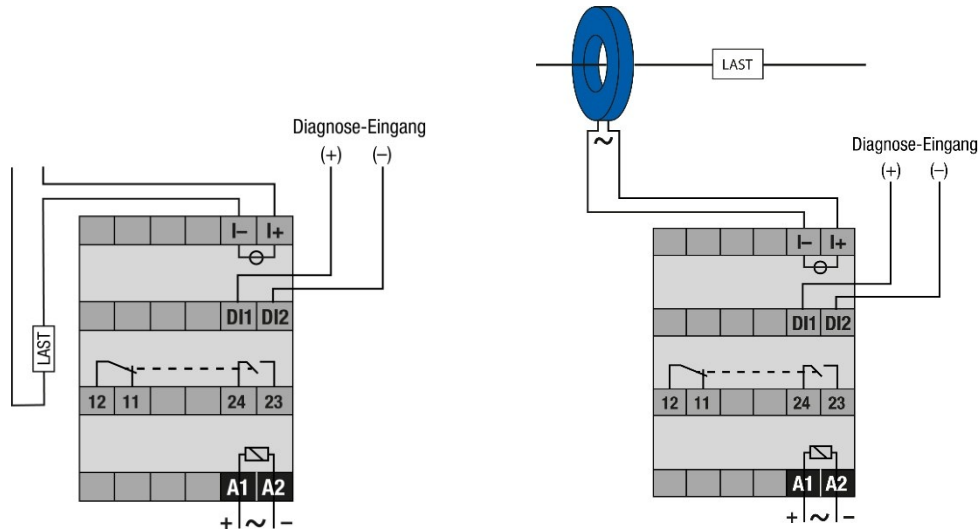
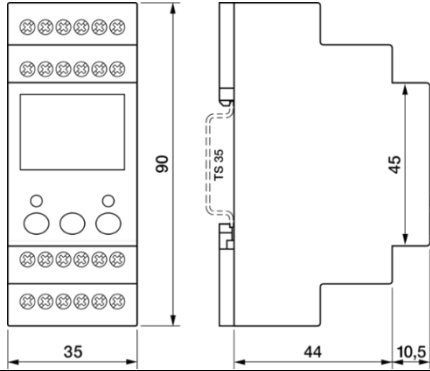


Abbildung 11: Elektrischer Anschlussplan ohne (links) und mit (rechts) Stromwandler

Terminal Bezeichnung

- **A1/A2:** Anschluss für die **Stromversorgung** des MRS13R. Unterstützt sowohl DC- (+/-) als auch AC- (~) Versorgung.
- **DI1/DI2: Diagnoseeingang** für die Funktionsprüfung, wie in Abschnitt 5.4 beschrieben. Polarität unabhängig.
- **I+/I-: Eingang** für die **Laststrommessung**. Die Klemmen funktionieren als Durchgangsverbindung.
- **11/12: Öffner (NC) Relaisanschlüsse**. Unterstützt sowohl DC- als auch AC-Lasten.
- **23/24: Schliesser (NO) Relaisanschlüsse**. Unterstützt sowohl DC- als auch AC-Lasten.

9 Spezifikationen

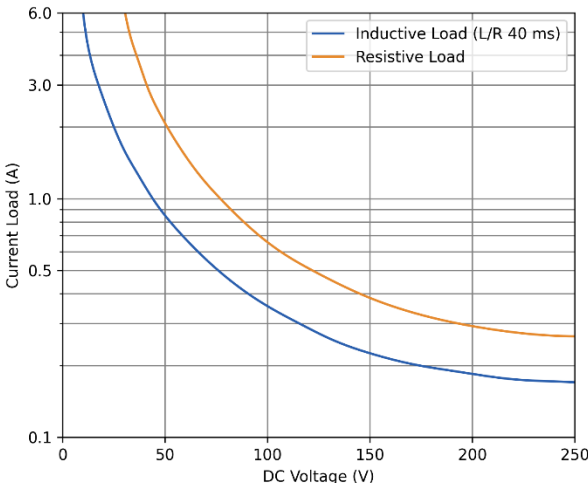
Mechanische Daten	
Äußere Abmessungen	Gehäusesystem DIN, B x H x T: 35 x 90 x 57 mm Höhe und Tiefe entsprechen der DIN-Norm 43880 
Anschlüsse	Schraubklemme, M3, PZ2
Querschnitt des Leiters	2,5 mm ² , AWG14 (Litze) / 4mm ² , AWG12 (Draht) Es dürfen nur Kupferleiter verwendet werden
Abisolierlänge	6 ... 7,5 mm / 0,24 ... 0,3"
Schraubenanzugsmoment min.	0,5 Nm
Schraubenanzugsmoment max.	0,6 Nm
Schutz	IP 20
Material des Gehäuses	PA
Gewicht	107 g
Befestigung	DIN-Schiene EN 60715
Schockfestigkeit (16 ms) (min.)	NO: 17g / NC: 10g
Vibrationsfestigkeit (10-200 Hz) (min.)	NO: 7g / NC: 3g
Einbaulage	beliebig

Umgebungsbedingungen	
Lagerung bei Umgebungstemperatur	-40 °C ... +85 °C
Betrieb bei Umgebungstemperatur	-40 °C ... +70 °C; (Anzeige -20 °C ... +70 °C)
Relative Luftfeuchtigkeit	10 % ... +95 % (nicht kondensierend)
Höhe der Einsätze	Max. 2'000 m über Meeresspiegel (ohne Derating)
Grad der Verschmutzung	2
Überspannungskategorie	III

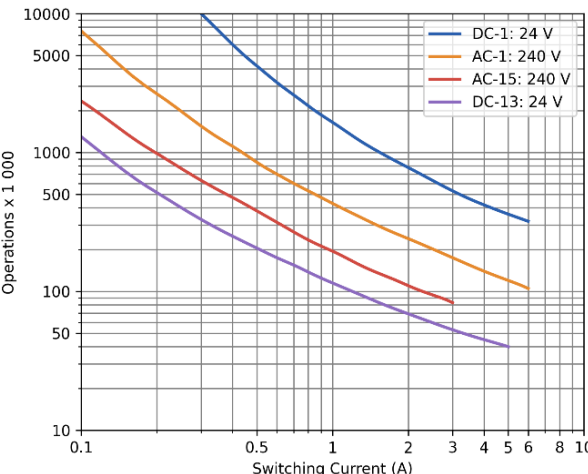
MTBF	
MTBF (IEC TR 62380) Umgebungstemperatur 40 °C relative Luftfeuchtigkeit ≤ 65 % Einschaltdauer 100%	> 1'080'000 Stunden (berechnet)

Stromversorgung	
Nennspannung	12 ... 48 V AC / DC
Betriebsspannungsbereich	10 ... 60 V AC / DC
Stromverbrauch	AC / DC 3,2 VA / 1,6 W
Einschaltstrom (MRS13R)	6,8 A, 50 μ s
Frequenzbereich	0; 16 ... 63 Hz

Relaiskontakt	
Anzahl der Kontakte	1 NO + 1 NC zwangsgeführt entspricht der IEC 61810-3 (Kategorie A)
Reaktionszeit	< 20 ms (siehe Kapitel 3 für Einzelheiten)
Kontaktmaterialien	AgCuNi + 0,2 ... 0,4 μ m Au
Nennspannung	240 V AC
Nennstrom	6 A
Minimale Belastung	3 mA, 15 V (40 mW)
Einschaltstrom (nur Relais)	30 A, 20 ms

Nennlast DC	
-------------	---

Nennlast AC-1	1500 VA
Mechanische Lebensdauer	10 000 000 Zyklen

Elektrische Lebensdauer bei Nennlast	
--------------------------------------	--

Messkreis*	
Gemessene Parameter (Laststrom)	I_L in A oder kA je nach Skalierung
Min. Einstellschritt, Auflösung	0.1 A
Überwachungsfunktion	Overcurrent (Überstrom) OFF
Messstrombereich	-5 ... 5 A
Sättigungserkennungsschwelle I_{Sat}	$ \pm 5 $ A
Maximaler Impulsstrom	50 bis 400 A je nach Pulslänge siehe Abschnitt 6.3 für Details
Überstrom I_{Th} Einstellbereich	0,1 ... 5 A, (siehe auch Kapitel 7)
Toleranz des effektiven Auslösestroms I_{th} in Abhängigkeit von der Temperatur	+5 % bis -15 % über den gesamten Spezifikationsbereich siehe Abschnitt 6.2 für Details
Innerer Widerstand	1,2 m Ω
Alarm-Einschaltverzögerung T_{Don}	0 ... 999.9 s
Alarm-Abschaltverzögerung T_{Doff}	0.1 ... 999.9 s
Hysterese	3% ... 50%,
Skalierungsfaktor $I_{Th Last} / I_{Th}$	0,1 ... 1000, Voreinstellung = 400
Mindestzeit für die Detektion von Überströmen	4,5 ms
Minimale Überstromzeit für die Erkennung einer Sättigung des Sensors	3,1 ms
Reaktionszeit bei einem Überstromereignis	< 20 ms, siehe Abschnitt 5.1
Alterungsdrift der Überstromschwelle während der Lebensdauer des Geräts	Typischerweise ± 1 % siehe Abschnitt 6.4 für Details

* In Kapitel 7 erfahren Sie, wie Sie das MRS13 richtig konfigurieren.

Test-/Diagnose-Eingang (DI)	
Maximale Spannung DI1 zu DI2 oder DI2 zu DI1	160 V DC
Schwellenspannung logisch 0 (DI1 - DI2)	< 5 V
Schwellenspannung logisch 1 (DI1 - DI2)	> 14 V
Abtastrate	1 / 1,5 ms

10 Technische Zulassungen, Konformitäten

LVD- und EMV-Konformität

EN 60255-1:2022

Bahnanwendungen - Fahrzeuge -
Elektronische Betriebsmittel

EN 50155:2021

EN 45545-2:2020

EN 50121-3-2:2017

EN 50124-1:2017

EN 50125-1:2014

EN 60068-2-1:2008

EN 60068-2-2:2008

EN 60068-2-30:2006

EN 61373:2011

Bahnanwendungen -
Brandschutz in
Schienenfahrzeugen - Teil 2:
Anforderungen an das
Brandverhalten von Materialien
und Komponenten
EMC

Überspannungsprüfungen
wurden mit 1,2/50 μ s 4 kV-
Impuls, 2 Ω am Sense-Eingang
durchgeführt
Koordinierung der Isolierung

Umweltbedingungen für
Fahrzeuge und
Fahrzeugausrüstung
Test A: Kalt

Test B: Trockene Hitze

Test Db: Feuchte Hitze
zyklisch 12 + 12 Stunden

Schock- und Vibrationstests für
rollendes Material

Eingebaute Installationsgeräte

DIN 43880:1988

Konformitätskennzeichnung



11 Dokumenthistorie

Dieses Dokument ist in Deutsch, Englisch, Französisch und Italienisch verfügbar. Im Falle von Unstimmigkeiten oder Mehrdeutigkeiten zwischen den Übersetzungen ist die englische Fassung maßgeblich.

Version	Einzelheiten der Änderungen	Datum der Veröffentlichung
001-004	Nur interne Versionen	k.A.
005	Erste veröffentlichte Version	19.06.2024
006	Neues Layout und neue Dokumentenstruktur Erweiterte Gefahrenwarnungen Umformatierung von Datenplots Erweiterte Informationen über Gerätebeschränkungen Erweiterte Informationen zur Gerätekonfiguration Navigationsmenü hinzufügen	02.05.2025
007	Ergänzung Gesamtreaktionszeit, inkl. Abbildung 4 Editorielle Änderungen	26.09.2025