



02/2016

Differenzstrom-Überwachung (RCM) kontra Fehlerstromschutzschaltung (RCD) bei grösseren Leckströmen für höhere Anlagenverfügbarkeit

Frage eines Elektrotechnikers ans ESTI:

Ich habe eine Frage, die gerade in der Praxis häufig zu Diskussionen führt.

Ausgangslage:

- In Gebäuden, welche nicht vom Netz getrennt werden können, soll anstelle der Isolationsmessung eine Isolationsüberwachung fest eingebaut werden.
- Diese soll zum einen durch dauernde Überwachung einen Fehler frühzeitig erkennen und auf dem Gebäudeleitsystem anzeigen können (Betriebssicherheit).
- Zum anderen soll sie für die Durchführung der periodischen Kontrolle als Ersatz der Isolationsmessung dienen, sodass die Anlagen nie vom Netz getrennt werden müssen.
- Klar ist natürlich, dass bei einem anstehenden Fehler Teilmessungen zur Fehlersuche gemacht werden müssen und die Anlage im schlimmsten Falle trotzdem für weitere Messungen vom Netz genommen werden muss.
- Weiter hat eine Isolationsüberwachung (z.B. Bender RCMS460-D) eine Mess- und Anzeigegenauigkeit von 6 mA, was eigentlich für die periodische Kontrolle mit 0,1 mA Messgenauigkeit nicht genügend wäre. (Mitteilung ESTI 15/2004 und 5/2007)
- Aber dies liegt auch in der Kompetenz des jeweiligen Kontrolleurs, ob er einen solchen Messwert trotzdem akzeptieren könnte.
- Sie haben mir gesagt, dass die Durchführung einer periodischen Kontrolle mit dieser Messgrundlage für Sie denkbar wäre.
- Ich denke, die Messeinrichtung müsste in einem gewissen Intervall vor Ort geeicht werden, um deren Messwerte dauerhaft als Leckstromwerte akzeptieren zu können.

Was meinen Sie, was ist da der richtige Weg? Haben Sie noch eine Idee?

Die Antworten zu dieser komplexen Frage finden wir in der EN 62020 detailliert und auch in der NIN 2015 als Grundlage. Auszüge aus der EN-Norm.

1. Anwendungsbereich EN 62020 Differenzstrom-Überwachungsgeräte

Diese internationale Norm gilt für Differenzstrom-Überwachungsgeräte für Hausinstallationen und ähnliche Verwendungen mit einer Bemessungsspannung, die 440 V AC nicht überschreiten darf, und einem Bemessungsstrom, der 125 A nicht überschreiten darf.

Aufgabe dieser Geräte ist es, den Differenzstrom des Stromkreises zu überwachen und ein Warnsignal zu geben, wenn der Differenzstrom zwischen einem spannungsführenden Teil und einem leitfähigen berührbaren Teil oder Erde einen festgelegten Wert überschreitet.

Es ist nicht beabsichtigt, dass RCMs nach dieser Norm als Schutzgeräte eingesetzt werden.

RCMs erfassen plötzlich auftretende oder langsam steigende Differenzwechselströme und pulsierende Differenzgleichströme (siehe 8.16 der Norm).

ANMERKUNG:

Ein RCM unterscheidet sich von einem Isolations-Überwachungsgerät (IMD) dadurch, dass es in seiner Überwachungsfunktion passiv arbeitet und nur auf unsymmetrischen Strom in der zu überwachenden Installation anspricht. Ein IMD ist in seinen Überwachungs- und Messfunktionen aktiv, wodurch es den symmetrischen und unsymmetrischen Isolationswiderstand oder die Impedanz in der Installation messen kann (siehe IEC 61557-8). Diese Norm gilt nicht für Isolations-Überwachungsgeräte (IMDs), die unter den Anwendungsbereich von IEC 61557-8 und -15 fallen.



Vorzugswerte des Bemessungsstroms (I_n) gemäss Norm 5.3.2

Vorzugswerte des Bemessungsstroms sind (nur für RCMs nach 4.9.2):

10 – 13 – 16 – 20 – 25 – 32 – 40 – 63 – 80 – 100 – 125 A.

ANMERKUNG:

Für RCMs nach 4.9.1 ist der Bemessungsstrom durch die physikalische Grösse des Stromwandlers begrenzt, extern oder intern auf das RCM selbst.

Vorzugswerte des Bemessungs-Ansprechdifferenzstroms ($I_{\Delta n}$) gemäss Norm 5.3.3

Vorzugswerte des Bemessungs-Ansprechdifferenzstroms sind:

0,006 – 0,01 – 0,03 – 0,1 – 0,3 – 0,5 A.

Wenn RCMs über Mehrfacheinstellung des Ansprechdifferenzstroms verfügen, bezieht sich die Bemessung auf die höchste Einstellung.

5.3.9 Längste Ansprechzeit (T_{max})

Die längste Ansprechzeit für Differenzströme gleich oder grösser als $I_{\Delta n}$ ist 10 s.

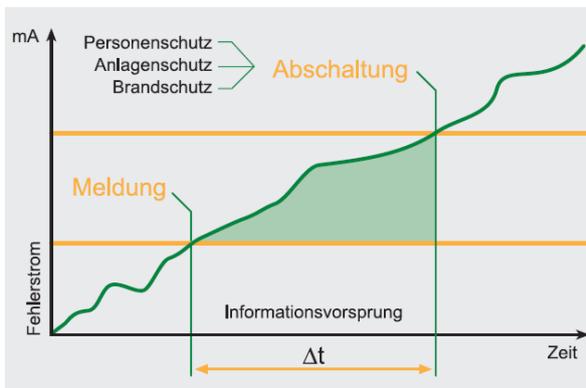
< 180 ms ($1 \times I_{\Delta n}$); < 30 ms ($5 \times I_{\Delta n}$)

Der Unterschied: RCM – RCD

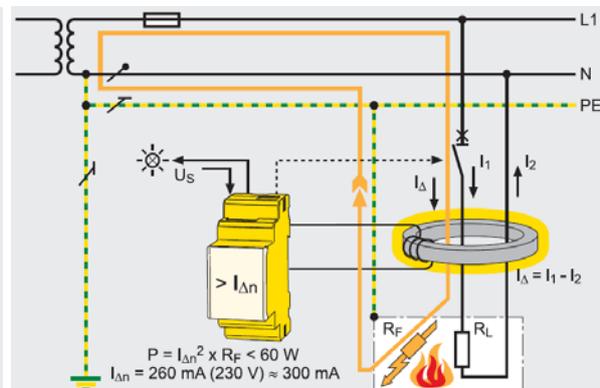
RCMs (Residual Current Monitors) überwachen Differenzströme in elektrischen Anlagen, zeigen den aktuellen Wert an und melden das Überschreiten von Ansprechwerten. Sie können wahlweise zum Melden und/oder zum Schalten verwendet werden. Sie entsprechen DIN EN 62020 (VDE 0663): 2005-11 «Elektrisches Installationsmaterial – Differenzstrom-Überwachungsgeräte für Hausinstallationen und ähnliche Verwendungen (RCMs) (IEC 62020: 2003-11)».

Im Gegensatz dazu dienen **RCDs** (Residual Current Protective Devices, Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen) als Schutz in elektrischen Installationen nach der Normenreihe DIN VDE 0100 bzw. IEC 60364, z.B. in Badezimmern. RCDs bewirken immer eine Abschaltung.

Informationsvorsprung durch RCM



Funktionsprinzip RCM Typ A, Brandgefahr durch Isolationsfehler (ab 60 W)



Bilder: Dipl.-Ing. W. Bender GmbH & Co KG



RCMs in der Praxis – zentralen Erdungspunkt (ZEP) überwachen

Stromversorgungen in modernen Gebäuden der Informationstechnik müssen als TN-S-System (N und PE getrennt) mit einem zentralen Erdungspunkt aufgebaut werden. Dies fordern z.B.

Norm (NIN 2015)

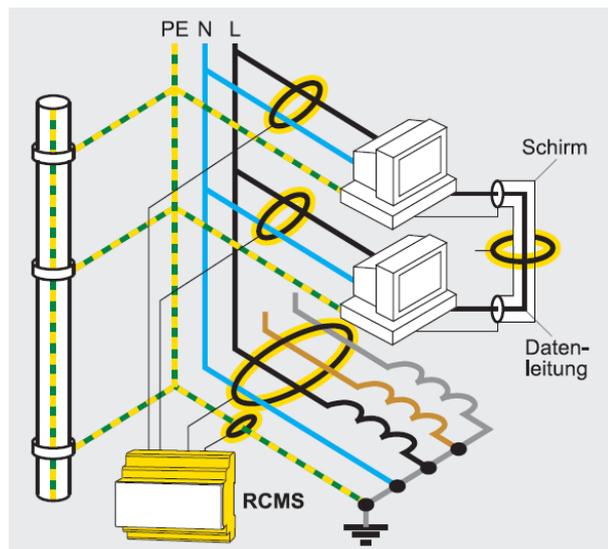
- N - 4.1.1.6, §3 In IT-Systemen dürfen die folgenden Überwachungsgeräte ...
 N - 4.4.4.4.3, §2 Anlagen in neu zu errichtenden Gebäuden müssen von der Einspeisung an als TN-S-Systeme errichtet werden ...
 N - 5.3.8.5 Einrichtungen zur Differenzstrom-Überwachung.
 N - 7.05.4.2.2, §17 Für den Brandschutz müssen Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) mit einem Bemessungsdifferenzstrom I_{Dn} 300 mA errichtet werden.

B+E (NIN 2015)

BE - 4.1.0.3, §3 Anwendungsbeispiele für Anlagen und Stromkreise.

Was sollten Sie tun?

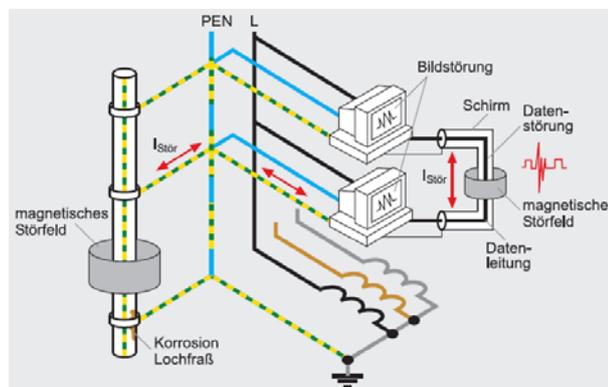
- Die Stromversorgung als TN-S-System (5 Leiter) aufbauen.
- Den N-Leiter nur an einer zentralen Stelle mit dem PE-/PA-System verbinden, damit Ströme gezielt zur speisenden Quelle zurückgeführt werden.
Wie können Sie «saubere» TN-S-Systeme überwachen?
Überwachen Sie permanent die Ströme:
- in der einzigen N-PE-Brücke.
- im zentralen Erdungspunkt (ZEP).
- in wichtigen Verbraucherabgängen.



EMV-günstiges TN-S-System (5 Leiter) für informations-technische Anlagen

Gefährdung durch unkontrollierte Ströme

Differenz- bzw. Fehlerströme durch Isolationsfehler können die Anlagen- und Betriebssicherheit beeinflussen. Trotz normgerechter Ausführung durch Planer und Bauherren verursachen moderne Verbraucher wie PCs, Kopierer usw. zunehmend Störungen.



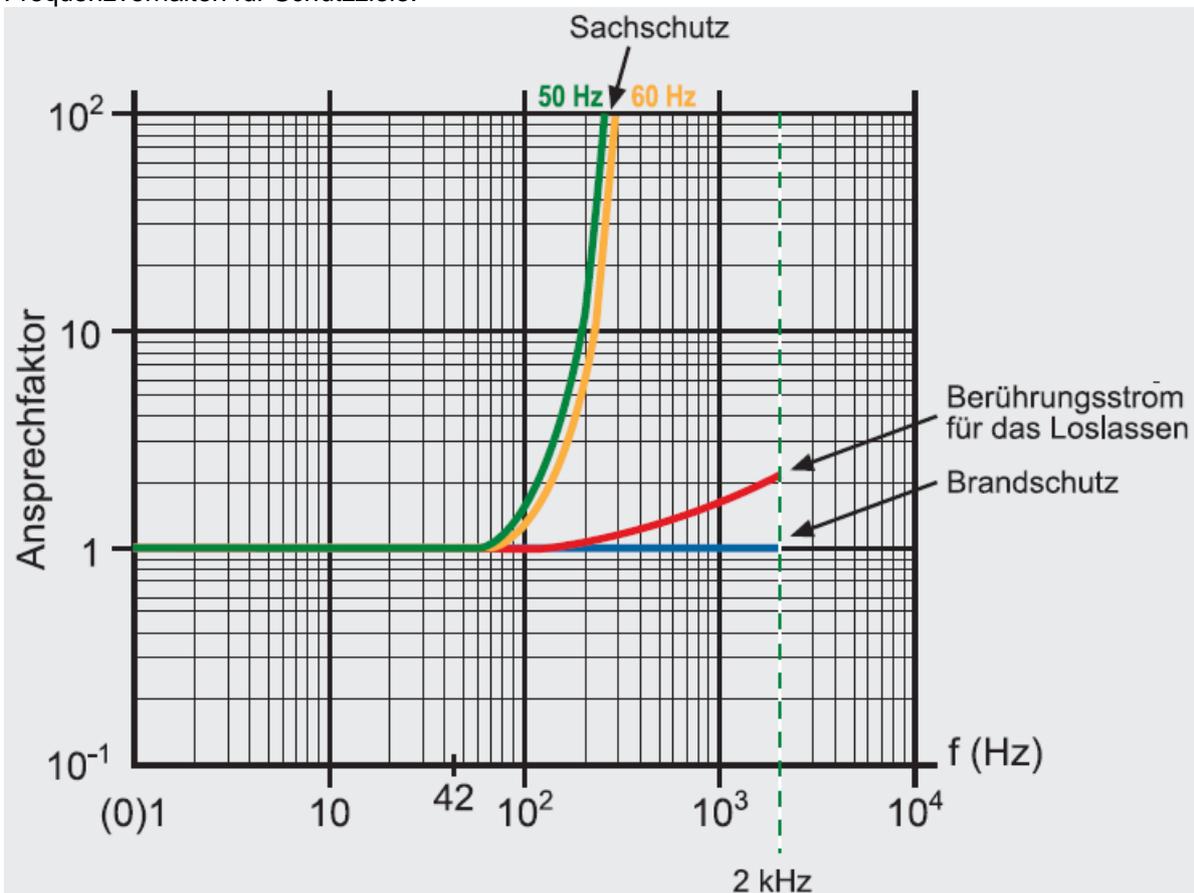
EMV-ungünstiges TN-C System (4-Leiter)



Die Auswirkungen:

- Ungewollte Betriebsunterbrechungen
- Brandschäden
- Beeinflussung von Schutzeinrichtungen
- Unerklärliche Funktionsstörungen
- Unerklärliche Schäden an Brandmelde-, Telekommunikations- und EDV-Anlagen
- Datenverluste
- Korrosionsschäden an Rohrleitungs-, Blitzschutzsystemen und Erdungsleitungen
- Hohe Betriebs- und Instandhaltungskosten

Frequenzverhalten für Schutzziele:



RCMs – flexibel für verschiedene Schutzziele

Das Frequenzverhalten der RCMs kann entsprechend dem gewählten Schutzziel, d.h. Personen-, Brand- und Sachschutz, pro Kanal eingestellt werden.

$$\text{Ansprechfaktor} = \frac{\text{Ansprechdifferenzstrom } (I_{\Delta})}{\text{Bemessungs-Ansprechdifferenzstrom } (I_{\Delta n})}$$



Für Antriebe mit FU oder Wechselrichter

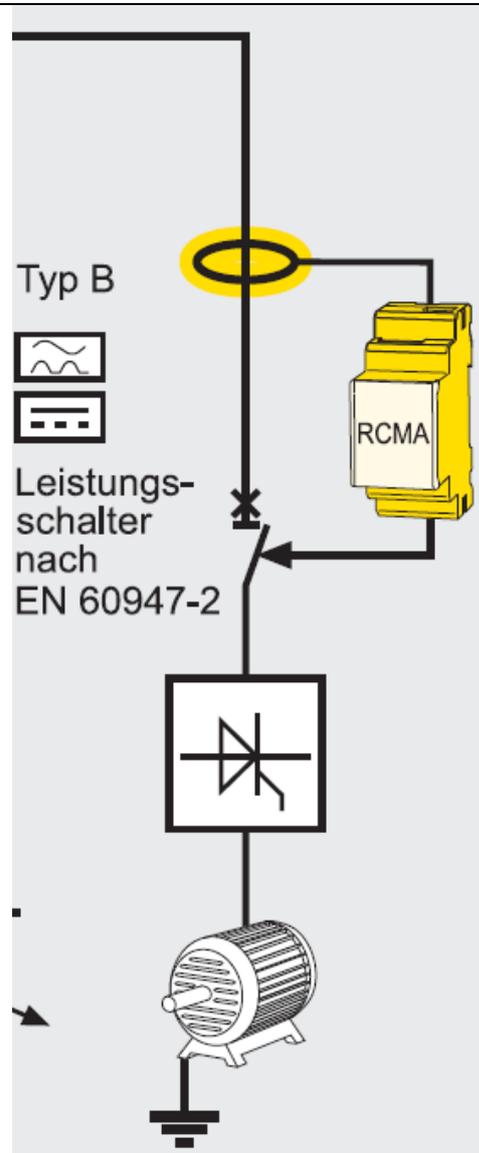
Was sollten Sie tun?

- Anlagen und Geräte auf mögliche glatte Fehlergleichströme prüfen.
- Für geregelte Antriebe DIN EN 50178 beachten.
- Verbrauchern mit glatten Gleichfehlerströmen einen eigenen Stromkreis zuweisen.
- Abgang oder Verbraucher mit einem allstromsensitiven RCMA überwachen.
- RCMA mit einem Leistungsschalter nach EN 60947-2 zur Abschaltung kombinieren.
- Erdungsvorschriften beachten
- «Topflex»- oder «Protoflex»-EMV-Kabel verwenden.
Symmetrisch geschirmte Kabel.

Filter haben Ableitströme. Diese können im Fehlerfall (Phasenausfall, Schiefelast) erheblich grösser werden als die Nennwerte. Um gefährliche Spannungen zu vermeiden, sind Filter daher vor dem Einschalten zu erden. Bei Ableitströmen $\geq 3,5$ mA AC muss nach EN 50178 bzw. EN 60335 entweder:

- der Schutzleiter ≥ 10 mm² sein,
- der Schutzleiter auf Unterbrechung überwacht werden oder
- ein zweiter Schutzleiter zusätzlich verlegt werden.

Da es sich bei den Ableitströmen um hochfrequente Störgrössen handelt, müssen die Erdungsmassnahmen niederohmig, grossflächig und auf kürzestem Weg vom Filter zum Erdpotential hergestellt werden.



Resümee:

Antwort des ESTI

- RCMs gehören in Endstromkreise, nicht in Anschluss- und Verteilstromkreise, weil ein RCM wie eine Sternschaltung funktioniert.
- Man sieht: Trotz 1,7 A Fehlerstrom im Polleiter (Aussenleiter) hat man «0 A» Differenzstrom in der Summe.
- Dann ist grundsätzlich alles in der Norm EN 62020 abgehandelt.
- Wie man sieht, darf man RCMs nie als Schutzgerät einsetzen und nur für ≤ 125 A, also eine reine Überwachung $\text{RCM} \leq 125$ A.
- Man kann und darf das einsetzen, aber nicht zum Schutz und von 6–500 mA und nur ≤ 125 A Endstromkreis, eben wegen der Symmetrie.
- Als Zusatz ist das eine gute Lösung, als Ersatz oder zum Schutz aber nicht erlaubt; EN 62020.
- Als Überwachung (Monitoring) zusätzlich mit Alarm als Endstromkreis gut.
In der Haus- oder Bezügerleitung fragwürdig, da kein 100%-Schutz.

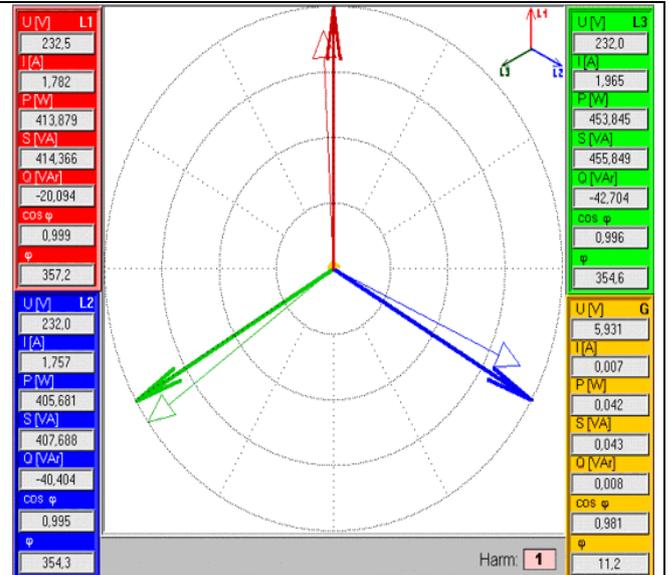


Gesamtmessung eines ganzen Hauses:

Die Leckströme in einem mehrphasigen System reduzieren sich nach der Sternpunktregel im symmetrischen oder asymmetrischen Verhältnis.

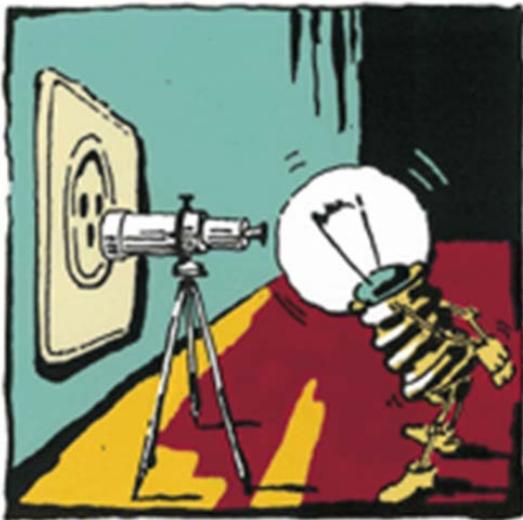
Man sieht: Trotz 1,7 A Fehlerstrom im Aussenleiter hat man 0 A Differenzstrom in der Summe.

Darum kann man ein RCM als Monitoring in Endstromkreisen mit Alarmfunktionen verwenden, das passiv arbeitet und nur auf **unsymmetrischen** Strom in der zu überwachenden Installation anspricht, wodurch es den **symmetrischen und unsymmetrischen** Isolationswiderstand oder die Impedanz in der Installation messen kann (siehe EN 61557-8).



Aus Erfahrung lernen:

Differenzstrommessung: Worauf ist zu achten? EN 62020



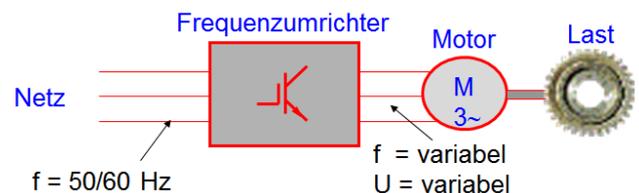
Mit einem Differenzstromrelais wird der Betriebszustand, d.h. der Ableit- und Fehlerstrom, dauernd überwacht. Ein RCM funktioniert wie ein Fehlerstromschutzrelais mit einstellbarem Grenzwert ohne Auslösung beim Ansprechen.

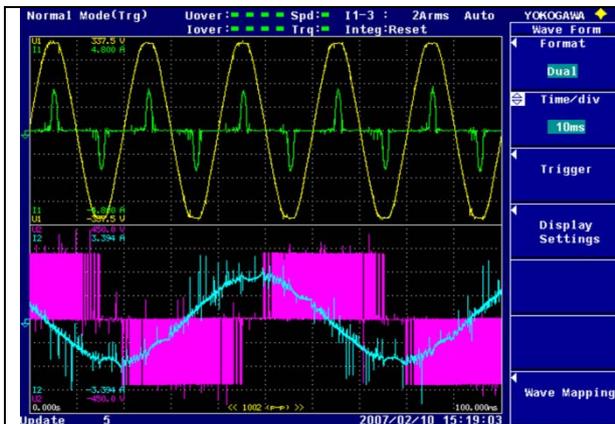
Netzformen: EMV-Eigenschaften

TN- S Netz: sehr gut
TT- Netz: gut
TN- C Netz: schlecht
IT- Netz: schlecht

Empfindlichkeit

Ansprechen bei 6 mA = Isolationswert: 38 kΩ
Erdschlüsse L-PE und N-PE werden erkannt.
Dauernde Anzeige des Ableitstroms.
Je grösser der Betriebsableitstrom, umso schwerer sind Isolationsfehler zu erfassen.





Bilder:

W. Bender GmbH & Co KG
André Moser

Einstellungen:

Betriebsdifferenzstrom mit Leckstromzange messen.
Alarmwert min. 20% über dem gemessenen Differenzstrom im Normalbetrieb einstellen.
Empfohlene Ansprechverzögerung min. 1 s.
Funktionsprüfung des RCM-Relais mit Prüftaste.

Fehlersuche:

Fehlersuche mit Leckstrommessungen pro Abgang oder Verbraucher mit einer Leckstromzange

Anwendung:

Nicht zulässig als Ersatz für vorgeschriebene RCDs.
Geeignet für ortsfeste Anschlüsse mit messbarem Betriebsfehlerstrom, z.B. USV-Netze, Rechenzentren, Maschinen, Produktionsanlagen usw.

Auswahl:

RCM Typ A für AC- und pulsierende DC-Ströme,
RCM Typ B zusätzlich für glatte DC-Ströme, wenn Frequenzumformer angeschlossen sind;
RCM Typ B+ für hohe Frequenzen
(Auszug: Messen gemäss NIN 2015)

Achten Sie bei der Planung und Installation von Frequenzumrichtern immer auf die wichtigsten Punkte:

- Erdung/Potenzialausgleich
- Schirmung
- Filterung
- Entstehung von Störungen
- Die Störungen von Frequenzumrichtern entstehen durch:
 - Eingangsgleichrichter
 - DC-Zwischenkreis/Bremschopper
 - Frequenzumrichterausgang

André Moser, Leiter Vollzug NIV

Eidgenössisches Starkstrominspektorat ESTI
Luppenstrasse 1, 8320 Fehraltorf
Tel. +41 44 956 12 12
Fax +41 44 956 12 22
info@esti.admin.ch
www.esti.admin.ch