

Elektrische Schutztechnik

6. Auflage - V 0119



SystemTechnik

Competence in Training

© hps SystemTechnik

Lehr- + Lernmittel GmbH

Altdorfer Straße 16
88276 Berg

Telefon: 07 51 5 60 75 70
Telefax: 07 51 5 60 75 77
Internet: www.hps-systemtechnik.com
E-mail: support@hps-systemtechnik.com

Bestell-Nr.: V 0119

Alle Rechte, auch der Übersetzung, vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form (Druck, Fotokopie oder einem anderen Verfahren) ohne schriftliche Genehmigung von hps SystemTechnik reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden. Hiervon sind die in §§ 53, 54 UrhG ausdrücklich genannten Ausnahmefälle nicht berührt.

Inhaltsverzeichnis

1	Hinweise zum Umgang mit dem SAFETY BOARD	7
2	Schutz gegen direktes und bei indirektem Berühren	9
2.1	Grundlagen	9
2.1.1	Wirkungsbereich von Körperströmen	9
2.1.2	Aktive Teile	9
2.1.3	Körper	9
2.1.4	Schutz gegen direktes Berühren (Basisschutz)	10
2.1.5	Schutz bei indirektem Berühren (Fehlerschutz)	10
2.1.6	Fehlerarten	10
2.1.7	Fehlerstrom I_F	11
2.1.8	Fehlerspannung U_F	11
2.1.9	Maximal zulässige Berührungsspannung U_L	11
2.2	Versuchsteil	14
2.2.1	Direktes Berühren	14
2.2.2	Indirektes Berühren und geeignete Schutzmaßnahmen	16
3	Sicherheit durch Schutzkleinspannung	19
3.1	Grundlagen	19
3.1.1	Schutzklassen für elektrische Betriebsmittel	19
3.1.2	Definitionen	19
3.1.3	Vorschriften für den Stromkreis	21
3.2	Versuchsteil	22
3.2.1	Berührungsspannung U_B und Fehlerstrom I_B	22
4	Spartransformator	25
4.1	Grundlagen	25
4.2	Versuchsteil	26
4.2.1	Gefahren des Spartransformators	26
5	Überstrom-Schutzeinrichtungen	29
5.1	Grundlagen	29
5.1.1	G-Sicherungen	29
5.1.2	Auslösecharakteristiken und Anwendungen von LS-Schaltern	29
5.1.3	Schutzmaßnahmen und Netzformen	31
5.1.4	Der LS-Schalter des SAFETY BOARD	31
5.2	Versuchsteil	32
5.2.1	Überstrom-Schutzeinrichtungen im TN-C-System	32
5.2.2	Überstrom-Schutzeinrichtungen im TT-System	34

6	Summenstromwandler	37
6.1	Grundlagen.....	37
6.1.1	Summenstromwandler	37
6.1.2	Induktionsspannung U_{ind}	37
6.2	Versuchsteil.....	38
6.2.1	Ströme durch den Summenstromwandler.....	38
7	Fehlerstrom-Schutzeinrichtung	43
7.1	Grundlagen.....	43
7.1.1	Allgemeines	43
7.1.2	Funktionsweise eines Fehlerstrom-Schutzschalters (RCD).....	44
7.2	Versuchsteil.....	45
7.2.1	RCD (FI-Schutzschalter)	45
8	Schutzmaßnahmen im TN-System	49
8.1	Grundlagen.....	49
8.1.1	TN-Systeme.....	49
8.1.2	TT-Systeme	49
8.1.3	IT-Systeme	49
8.1.4	Schutzmaßnahmen in den Systemen	50
8.1.5	Zuordnungen der Schutzeinrichtungen zu den Systemen.....	50
8.1.6	Hauptpotenzialausgleich	50
8.1.7	Zusätzlicher Potenzialausgleich	52
8.1.8	Abschaltzeiten	52
8.1.9	Spannungsbegrenzung bei Erdschluss eines Außenleiters	53
8.1.10	Schleifenimpedanz Z_S	53
8.2	Versuchsteil.....	54
8.2.1	Erdschluss eines Außenleiters	54
8.2.2	Bestimmung der Schleifenimpedanz Z_S	57
8.2.3	Fehler im TN-System	61
9	Schutzmaßnahmen im TT-System	63
9.1	Grundlagen.....	63
9.1.1	TT-System	63
9.1.2	Abschaltbedingungen	63
9.1.3	Erdung der Körper	63
9.2	Versuchsteil.....	64
9.2.1	Überprüfung des RCDs	64
9.2.2	Auslöseverhalten des RCDs in Abhängigkeit vom Erdungs- und Fehlerwiderstand. 66	66
10	Messen des Erdungswiderstandes	69
10.1	Grundlagen.....	69
10.1.1	Allgemeines	69
10.1.2	Strom-Spannungs-Messverfahren	69
10.2	Versuchsteil.....	70
10.2.1	Erdung über Erdungswiderstand R_A	70
10.2.2	Direkte Erdung über Staberder	72

11 Schutzmaßnahmen im IT-System	75
11.1 Grundlagen.....	75
11.1.1 Allgemeines	75
11.1.2 Isolationswächter.....	75
11.1.3 Abschaltbedingungen	76
11.2 Versuchsteil.....	76
11.2.1 IT-System mit einem Fehler	76
11.2.2 IT-System mit zwei Fehlern.....	78
12 Schutzisolierung	81
12.1 Grundlagen.....	81
12.1.1 Allgemeines	81
12.1.2 Schutz gegen direktes Berühren oder Basisschutz (Schutz gegen elektrischen Schlag unter normalen Bedingungen)	82
12.1.3 Sicherheitsbestimmungen für Isolierstoffumhüllungen.....	82
12.2 Versuchsteil.....	83
12.2.1 Isolationsfehler	83
13 Schutztrennung	85
13.1 Grundlagen.....	85
13.1.1 Schutztrennung	85
13.1.2 Bedingungen für die Anwendung von Schutztrennung	85
13.2 Versuchsteil.....	86
13.2.1 Einfach-, Doppel- und Mehrfachfehler.....	86
14 Erder	89
14.1 Grundlagen.....	89
14.1.1 Erder.....	89
14.1.2 Spannungstrichter	90
14.1.3 Erderspannung U_E	90
14.1.4 Schrittspannung U_S	90
14.2 Versuchsteil.....	91
14.2.1 Spannungstrichter und Schrittspannung U_S	91

Anhang

Fachbegriffe.....	A 1
Kurz- und Formelzeichen.....	A 3

Lösungsteil

Folie – SAFETY BOARD (Typ 2330)

Inhaltsverzeichnis

2	Schutz gegen direktes und bei indirektem Berühren	5
2.2.1	Direktes Berühren	5
2.2.2	Indirektes Berühren und geeignete Schutzmaßnahmen.....	5
3	Sicherheit durch Schutzkleinspannung	9
3.2.1	Berührungsspannung U_B und Fehlerstrom I_B	9
4	Spartransformator	11
4.2.1	Gefahren des Spartransformators	11
5	Überstrom-Schutzeinrichtungen	13
5.2.1	Überstrom-Schutzeinrichtungen im TN-C-System.....	13
5.2.2	Überstrom-Schutzeinrichtungen im TT-System	13
6	Summenstromwandler	15
6.2.1	Ströme durch den Summenstromwandler	15
7	Fehlerstrom-Schutzeinrichtung	17
7.2.1	FI-Schutzschalter (RCD).....	17
8	Schutzmaßnahmen im TN-System	19
8.2.1	Erdschluss eines Außenleiters.....	19
8.2.2	Bestimmung der Schleifenimpedanz Z_S	20
8.2.3	Fehler im TN-System	22
9	Schutzmaßnahmen im TT-System	23
9.2.1	Überprüfung des RCDs.....	23
9.2.2	Auslöseverhalten des RCDs in Abhängigkeit vom Erdungs- und Fehlerwiderstand	23
10	Messen des Erdungswiderstandes	25
10.2.1	Erdung über Erdungswiderstand R_A	25
10.2.2	Direkte Erdung über Staberder	25
11	Schutzmaßnahmen im IT-System	27
11.2.1	IT-System mit einem Fehler.....	27
11.2.2	IT-System mit zwei Fehlern.....	27
12	Schutzisolierung	29
12.2.1	Isolationsfehler	29
13	Schutztrennung	31
13.2.1	Einfach-, Doppel- und Mehrfachfehler	31
14	Erder	33
14.2.1	Spannungstrichter und Schrittspannung U_S	33