

# Inhaltsverzeichnis

## Inhaltsverzeichnis

**Einführung** ..... 11

- 1. Betrachtung zur Entwicklung der Schutzmaßnahmen ..... 11
- 2. Erläuterungen zu den Übungsinhalten ..... 12
- 3. Hinweise zum Übungsgerät ..... 13
- 4. Hinweise zum Anhang ..... 13

**SB 1: Gefährdung bei Berührung aktiver Teile** ..... 15

- 1. Berührung zweier Außenleiter ..... 15
- 2. Berührung eines Außenleiters ..... 16
- 3. Einfluß der Einwirkungsdauer ..... 17

**SB 2: Gefährdung bei indirektem Berühren aktiver Teile** ..... 19

- 1. Gerät ohne Fehler ..... 19
- 2. Gerät mit vollkommenem Körperschluß ..... 20
- 3. Gerät mit unvollkommenem Körperschluß ..... 21
- 4. Standortisolierung ..... 22
- 5. Berührungsspannung, Fehlerspannung ..... 22

**SB 3: Schutzisolierung** ..... 25

- 1. Geräte mit Schutzisolierung ..... 25
- 2. Versuchsschaltung mit schutzisoliertem Gerät ..... 26
- 3. Schutzisoliertes Gerät mit angeschlossenem Schutzleiter ..... 27

**SB 4: Schutztrennung** ..... 29

- 1. Versuchsschaltung mit schutzisoliertem Trenntransformator ..... 29
- 2. Verbraucher mit Körperschluß ..... 29
- 3. Zwei Verbraucher am Trenntransformator ..... 30
- 4. Verbraucher mit Doppelfehler ..... 31
- 5. Potentialausgleich als Schutz gegen Doppelfehler ..... 31

**SB 5: Schutzkleinspannung, Funktionskleinspannung** ..... 33

- 1. Versuchsschaltung mit Schutzkleinspannung ..... 33
- 2. Verbraucher mit Körperschluß ..... 34
- 3. Geerdetes Verbrauchernetz ..... 35
- 4. Körperschluß im Transformator ..... 35

**SB 6: Schutzmaßnahmen im TT-Netzsystem:**

- Schutz durch ABSCHALTEN mit Überstromschutzeinrichtung ..... 37
- 1. Verbraucher am geerdeten Netz mit Unterbrechung der Betriebserdung  $E_B$  ..... 38
- 2. Zwei Verbraucher am ungeerdeten Netz mit Unterbrechung der Betriebserde  $E_B$  ..... 39
- 3. Vom Sternpunkt zur Betriebserde geerdetes Netz ..... 40

## **SB 7:** Schutzmaßnahmen im TT-Netzsystem:

Beispiel Staberder .....	43
1. Bestimmung des Spannungstrichters .....	43
2. Berührungsspannung .....	46
3. Schrittspannung .....	47
4. Dimensionierung eines Staberders .....	48

## **SB 8:** Schutzmaßnahmen im TT-Netzsystem:

Erdungswiderstand .....	49
1. Geerdeter Drehstrommotor mit Körperschluß .....	49
2. Bestimmung des größten, zulässigen Erdungswiderstands .....	50
3. Erdung durch das metallene Wasserrohrnetz .....	52
4. Zur Betrachtung der Fehlerschleife (Erderschleife) .....	53

## **SB 9:** Schutzmaßnahmen im TN-Netzsystem:

Schutz durch ABSCHALTEN mit Überstromeinrichtung .....	55
1. Versuchsschaltung mit Drehstrommotor .....	55
2. Körperschluß im Motor .....	56
3. Bestimmung des Schleifenwiderstandes $Z_S$ .....	57
4. Zusätzliche Erdung des Schutzleiters PE (bzw. $PEN \geq 10 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$ ) .....	59
5. Gefahr durch Bruch des Schutzleiters PE (bzw. $PEN \geq 10 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$ ) .....	60
6. Schutzmaßnahme ABSCHALTEN im TN - Netzsystem und Anschluß eines geerdeten Verbrauchers .....	60

## **SB 10:** Prüfung des Schutzes im TN-Netzsystem:

Schleifenimpedanz (Schleifenwiderstand) .....	63
1. Berechnung der Schleifenimpedanz $Z_S$ .....	63
2. Meßprinzip .....	64
3. Messung der Schleifenimpedanz $Z_S$ .....	65
4. Gefahren bei der Messung der Schleifenimpedanz $Z_S$ .....	66

## **SB 11:** Prüfung des Schutzes im TT-Netzsystem

Erdungswiderstand .....	69
1. Berechnung des größten, zulässigen Erdungswiderstands $R_A$ .....	69
2. Messung des Erdungswiderstands $R_{Sch}$ .....	69
3. Prüfung eines Erdungswiderstands $R_A$ .....	71
4. Fehler bei der Bestimmung des Erdungs-widerstands $R_A$ .....	72

## **SB 12:** ABSCHALTEN mit Fehlerstromschutzeinrichtung .....

1. Vergleich von Schutzeinrichtungen .....	75
2. Schutzebenen .....	77
3. Besonderheiten beim Einsatz von FI-Schutzeinrichtungen .....	78

# Inhaltsverzeichnis

<b>SB 13: ABSCHALTEN mit FI-Schutzeinrichtung im TT-Netzsystem</b>	81
1. Versuchsschaltung mit FI-Schutzeinrichtung $I_{\Delta n} = 0,03 \text{ A}$	81
2. Körperschluß im Motor	82
3. Ansprechschwelle des FI-Schutzschalters $I_{\Delta n} = 0,03 \text{ A}$	82
4. Unsymmetrische Verbraucher	83
5. Fehlermöglichkeiten	84
6. Berechnung des größten zulässigen Erdungswiderstandes $R_A$	85
<b>SB 14: Prüfung der FI-Schutzeinrichtung im TT-Netzsystem</b>	87
1. Erläuterung der Versuchsschaltung	87
2. Prüfung des FI-Schutzschalters	87
3. Meßmethode zur Prüfung der Wirksamkeit der gesamten FI-Schutzschaltung	88
4. Prüfung der FI-Schutzeinrichtung	89
5. Berechnung des größten, zulässigen Erdungswiderstands $R_A$	90
<b>SB 15: Schutzmaßnahmen im IT-Netzsystem:</b>	
MELDEN mit Isolationsüberwachungseinrichtung	91
1. Versuchsschaltung	92
2. Körperschluß in einem Verbraucher	92
3. Körperschlüsse in zwei Verbrauchern	92
4. Überwachen und MELDEN im IT-Netzsystem	93
5. Geerdeter Sternpunkt	95

## Anhang

<b>A1: Literaturhinweise</b>	97
1. Bezugsquellen für Vorschriften	97
2. Zeitschriften	97
3. Fachbücher	97
<b>A2: Prinzipien zur Vermeidung elektrischer Gefahren</b>	98
<b>A3: Die verschiedenen Schutzebenen bei den elektrischen Schutzmaßnahmen</b>	99
<b>A4: Erläuterungen zu den Netzsystemen</b>	100
<b>A5: Zuordnung der Schutzmaßnahmen zu den verschiedenen Netzsystemen</b>	101
<b>A6: Schutzmaßnahmen gegen gefährliche Körperströme</b>	102
<b>A7: Leitungsschutzschalter mit der Auslösecharakteristik B nach DIN VDE 0641</b> (für 13 A - 63 A)	103
<b>A8: Leitungsschutzschalter mit der Auslösecharakteristik C nach DIN VDE 0641</b> (für 13 A - 63 A)	104
<b>A9: Abkürzungen und Bezeichnungen</b>	105