

## Praktikum: "Mechatronische Komponenten – Sensoren/Aktoren"

### Versuch 4: Elektrische Sicherheit

Semester:

4

Gruppe:

2

Teilnehmer (Name, Vorname):

Peschke, Noah

Debray, Leonard

Jacobs, Christopher

Versuch durchgeführt am:

22.04.'26

Testat für Durchführung:

Testat für Befragung:

Testat für Ausarbeitung:

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einführung</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Literatur</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Versuchsaufgaben</b>	<b>3</b>
3.1	Versuchsvorbereitung . . . . .	3
3.1.1	Welche Schutzart hat Ihre Mobiltelefon und das zugehörige Netzteil? Was bedeutet die erste Ziffer, was die zweite? . . . . .	3
3.1.2	Wo befindet sich in Ihrer Wohnung der „Sicherungskasten“? Können Sie die Leitungsschutzschalter und den RCD identifizieren? Falls ein RCD zu finden ist, welches Netz liegt vor? . . . . .	3
3.1.3	In einem Altbau erfolgt die Energieversorgung über ein TN-C-Netz. Zu jeder Schutzkontaktsteckdose führen ein Außenleiter L1 und ein PEN-Leiter. Neutralleiter- und Schutzleiteranschluss sind in der Steckdose mit einem Drahtstück überbrückt. An der Steckdose ist eine ortsveränderliche Kochplatte (Schutzklasse I) angeschlossen (siehe Abbildung 12). Bei welchem Fehler tritt eine extreme Gefährdung des Benutzers auf? . . . . .	3
3.2	Widerstand des menschlichen Körpers . . . . .	4
3.2.1	Körperwiderstand zwischen linker und rechter Hand . . . . .	4
3.2.2	Schlussfolgerung . . . . .	4
3.2.3	Wechselspannung . . . . .	4
3.3	Isolationswiderstand . . . . .	5
3.3.1	Gossen GO-MAT 0100 . . . . .	5
3.3.2	Gossen-Metrawatt PROFITEST 2 . . . . .	5
3.3.3	Überschlägige Berechnung des Ableitstroms . . . . .	5
3.4	Messung des Ableitstroms . . . . .	6
3.4.1	Grafik . . . . .	6
3.4.2	Ableitstrom . . . . .	6
3.5	Leitungsschutzschalter . . . . .	7
3.5.1	Aufbau, Strompfad und Wirkmechanismus . . . . .	7
3.5.2	Wirkungsweise der Lichtbogenlöschkammer . . . . .	7
3.6	RCD . . . . .	8
3.6.1	Fehlerstrommessung . . . . .	8
3.6.2	Weitere Messungen . . . . .	9
3.6.3	Aufbau und Wirkungsmechanismus des RCD . . . . .	10
3.6.4	Nutzen der Sicherheits-Steckdosenleiste . . . . .	10
<b>4</b>	<b>Fragen zur Ausarbeitung</b>	<b>10</b>
4.1	Was sind parasitäre Kapazitäten? . . . . .	10
4.2	Ableitströme und Fehlerströme . . . . .	10

# 1 Einführung

## 2 Literatur

## 3 Versuchsaufgaben

### 3.1 Versuchsvorbereitung

#### 3.1.1 Welche Schutzart hat Ihre Mobiltelefon und das zugehörige Netzteil? Was bedeutet die erste Ziffer, was die zweite?

Das Mobiltelefon hat Schutzart IP 68.

IP6X: Schutz gegen Eindringen von Staub

IPX8: Schutz gegen Süßwasser bei bis zu 1,5m Wassertiefe für 30min

#### 3.1.2 Wo befindet sich in Ihrer Wohnung der „Sicherungskasten“? Können Sie die Leitungsschutzschalter und den RCD identifizieren? Falls ein RCD zu finden ist, welches Netz liegt vor?

Der Sicherungskasten liegt direkt hinter der Haustür rechts.

Es liegt ein TN-C-S oder ein TT-Netz vor. Dabei kommt auf den Hausanschluss an.

#### 3.1.3 In einem Altbau erfolgt die Energieversorgung über ein TN-C-Netz. Zu jeder Schutzkontaktsteckdose führen ein Außenleiter L1 und ein PEN-Leiter. Neutralleiter- und Schutzleiteranschluss sind in der Steckdose mit einem Drahtstück überbrückt. An der Steckdose ist eine ortsveränderliche Kochplatte (Schutzklasse I) angeschlossen (siehe Abbildung 12). Bei welchem Fehler tritt eine extreme Gefährdung des Benutzers auf?

Eine extreme Gefährdung geht von einem Gehäuseschluss (Körperschluss) aus. Hierbei liegt Spannung am Gehäuse an und der Schutzleiter wird stromführend.

## 3.2 Widerstand des menschlichen Körpers

### 3.2.1 Körperwiderstand zwischen linker und rechter Hand

Körperwiderstand  $R_K = 2M\Omega$

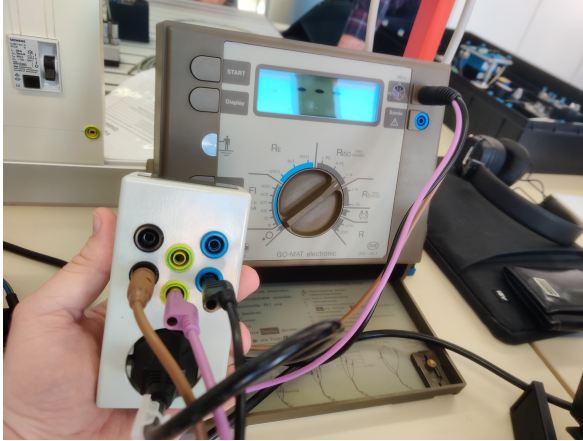
### 3.2.2 Schlussfolgerung

Nein, die Schlussfolgerung ist nicht richtig, weil die Messung nicht korrekt ist und der eigentliche Körperwiderstand  $2,4k\Omega$  beträgt. Damit wäre die Stromstärke deutlich höher. Zudem fließt der Strom bei linker und rechter Hand direkt durchs Herz, was eine zusätzliche Gefährdung bedeutet.

### 3.2.3 Wechselspannung

230 V AC sind gefährlich, weil es durch die Wechselspannung leichter zu Herzrhythmusstörungen kommen kann.

### 3.3 Isolationswiderstand



#### 3.3.1 Gossen GO-MAT 0100

Messung  $R_{Iso} > 100M\Omega$

Ausgeschaltet: Der Messbereich wurde überschritten.

Eingeschaltet: Der Messbereich wurde auch überschritten. Außer wenn von L zu N gemessen wurde. Dabei war  $R_{Iso} = 0,01M\Omega$ . Das erklärt sich, weil das Gerät im Betrieb den L und N Leiter über die Primärspule verbindet.

#### 3.3.2 Gossen-Metrawatt PROFITEST 2

Messung  $R_{Iso} > 300M\Omega$

Ausgeschaltet:  $R_{Iso} > 300M\Omega$  und  $U = 160V$

Angeschaltet:  $R_{Iso} > 300M\Omega$  und  $U = 160V$

#### 3.3.3 Überschlägige Berechnung des Ableitstroms

$$I_a = U/R_{Iso} = 230V/100 \cdot 10^6\Omega = 2,3 \cdot 10^{-6}A$$

## 3.4 Messung des Ableitstroms

### 3.4.1 Grafik



### 3.4.2 Ableitstrom

normaler Geräteanschlussstecker

aus:  $I_A = 0,018mA$

ein:  $I_A = 0,36mA$

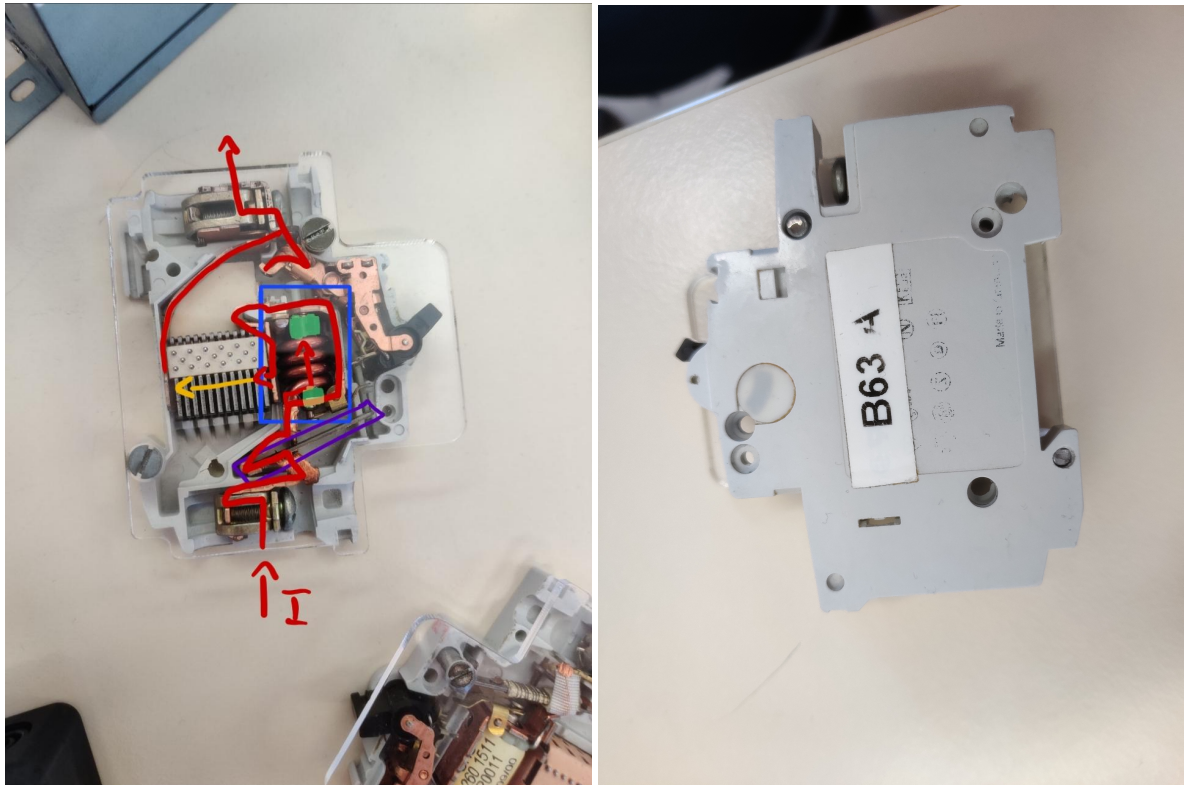
verdrehter Geräteanschlussstecker

aus:  $I_A = 0,019mA$

ein:  $I_A = 0,32mA$

Größter Wert:  $I_A = 0,36mA$

### 3.5 Leitungsschutzschalter



#### 3.5.1 Aufbau, Strompfad und Wirkmechanismus

in dem LS befinden sich zwei Mechanismen zur Stromtrennung und eine Lichtbogenlöschkammer. Der erste Mechanismus ist eine Spule (blau), durch die der Strom durch den Schutzschalter fließt. Wird der fließende Strom zu groß, baut sich ein großes Magnetfeld im inneren auf, welches den Eisenkern (grün) nach oben beschleunigt. Dieser drückt dann die Kontakte auseinander und öffnet den Stromkreis. Der zweite Mechanismus ist ein Bimetallstreifen (lila), der sich bei zu hoher Temperaturänderung verbiegt und den Schalter auftrennt.

#### 3.5.2 Wirkungsweise der Lichtbogenlöschkammer

Die Lichtbogenlöschkammer dient dazu, einen Lichtbogen am offenen Schutzschalter zu verhindern, um eine Beschädigung vorzubeugen. Wenn die Spannung groß genug ist, kann die Isolation der Luft durchbrochen werden und trotz offenem Schalter Strom leiten. Die Lichtbogenlöschkammer besteht aus Parallelen, durch Luft getrennten Blechen. Diese dienen dazu, den Lichtbogen in mehrere, kleine Segmente zu unterteilen.

In jedem Abteil gibt es dann einen kleineren Spannungsabfall als die 230V und der Lichtbogen zerfällt.

## 3.6 RCD

### 3.6.1 Fehlerstrommessung

#### FI-Schutzschalter 30 mA

//

Ohne Diode

Beginn Messung: Ableitstrom  $I_A = 9,26mA$

Auslösen des RCD: Ableitstrom  $I_A = 20,87mA$

//

Mit Diode

Beginn: Ableitstrom  $I_A = 5,1mA$

Auslösen des RCD: Ableitstrom  $I_A = 21,4mA$

#### LS/DI-Schutzschalter 10 mA

//

Ohne Diode

Beginn Messung: Ableitstrom  $I_A = 6,08mA$

Auslösen des RCD: Ableitstrom  $I_A = 7mA$

//

Mit Diode

Beginn Messung: Ableitstrom  $I_A = 3,3mA$

Auslösen des RCD: Ableitstrom  $I_A = 6,6mA$

### Vergleich der Messergebnisse

Der Ableitstrom wird durch die Diode halbiert, da nur die Hälfte der Sinuswelle durchkommt. Die Auslöseströme stimmen ungefähr mit den auf dem Bauteil spezifizierten überein.

### 3.6.2 Weitere Messungen

#### Gossen GO-MAT 0100

//

RCD mit 30 mA

Spannung zwischen L1 und PE  $U = 237V$

Berührungsspannung  $U = 30,8V$

Schleifenwiderstand  $R_S = 0,96k\Omega$

Auslösezeit  $t_A = 45ms$

//

RCD mit 10 mA

Spannung zwischen L1 und PE  $U = 235V$

Berührungsspannung  $U = 10,3V$

Schleifenwiderstand  $R_S = 0,96k\Omega$

Auslösezeit  $t_A = 35ms$

#### Gossen-Metrawatt PROFITEST 2

//

RCD mit 30 mA

Netzspannung  $U_N = 230V$

Netzfrequenz  $f_N = 50Hz$

Berührungsspannung  $U_L = 50V$

Berührungsspannung  $UI\Delta N = 32.1V$

Berechneter Erdungswiderstand  $R_E = 1k\Omega$

Auslösezeit  $t_A = 37ms$

Gemessener Erdungswiderstand  $R_E = 1,01k\Omega$

//

RCD mit 10 mA

Netzspannung  $U_N = 230V$

Netzfrequenz  $f_N = 50Hz$

Berührungsspannung  $U_L = 50V$

Berührungsspannung  $UI\Delta N = 10,8V$

Berechneter Erdungswiderstand  $R_E = 1,02k\Omega$

Auslösezeit  $t_A = 32ms$

Gemessener Erdungswiderstand  $R_E = 1,02k\Omega$

### 3.6.3 Aufbau und Wirkungsmechanismus des RCD

Der RCD besteht aus einem Metallkreis, durch den die Hin- und Zurückleitungen in unterschiedliche Richtungen laufen. Normalerweise fließen durch beide Kabel die gleichen Ströme und diese heben sich gegenseitig auf.

Wenn irgendwo ein Strom abfließt, der nicht gewollt ist, fließen durch die beiden Kabel unterschiedliche Ströme und im Metallkreis entsteht ein magnetischer Fluss. Dieser induziert in der umlaufenden Spule eine Spannung, die wie bei einem LS Schalter in einer zweiten Spule einen Eisenkern beschleunigt und so die Verbindung auftrennt.

### 3.6.4 Nutzen der Sicherheits-Steckdosenleiste

Der RCD dient zum Schutz der Studenten und Messaufbaus, da dieser auslöst, sobald ausreichend Strom nicht über N zurückfließt.

## 4 Fragen zur Ausarbeitung

### 4.1 Was sind parasitäre Kapazitäten?

Parasitäre Kapazitäten sind eine physikalische Folge aller elektronisch leitfähigen Bauelementen. Sie kommen vor allem in der Hochfrequenz zum Tragen, da sich der Blindwiderstand eines Bauteils aus der Kapazität berechnet, und der Blindwiderstand für ungewollte scheinbare Tiefpässe sorgen kann.

### 4.2 Ableitströme und Fehlerströme

Ableitströme sind bauteilbedingt und müssen unter  $0,75mA$  liegen. Sie entstehen dadurch, da man keinen unendlich großen Widerstand zwischen N und PE einbauen kann. Fehlerströme hingegen sind ungewollte Stromflüsse, die bei Fehlern entstehen. Diese werden durch Sicherungen erkannt.