



SICHERHEIT IM UMGANG MIT ELEKTRISCHER ENERGIE

Versuchsanleitung

- **einfach**
- **schnell**
- **sicher**

DE715-9C

SICHERHEIT IM UMGANG MIT ELEKTRISCHER ENERGIE

Versuchsthemen:

- ES 01 Überlastung und Sicherung
- ES 02 Kurzschluss
- ES 03 Der Widerstand des menschlichen Körpers
- ES 04 Der Mensch im Stromkreis
- ES 05 Einpolige Berührung kann tödlich sein
- ES 06 Einpolige Berührung durch Körperschluss
- ES 07 Tödliche Fehler
- ES 08 Standortisolierung
- ES 09 Schutztrennung
- ES 10 Schutzerdung
- ES 11 Die Schutzkontakt - Steckdose
- ES 12 Nachteile der Schutzerdung
- ES 13 Tod in der Dusche – Potentialausgleich
- ES 14 Der Fehlerstrom-Schutzschalter (FI-Schalter)
- ES 15 Der Vorteil der Fehlerstrom-Schutzschaltung
- ES 16 Die Prüfung des Fehlerstrom-Schutzschalters

ÜBERLASTUNG UND SICHERUNG

Material:

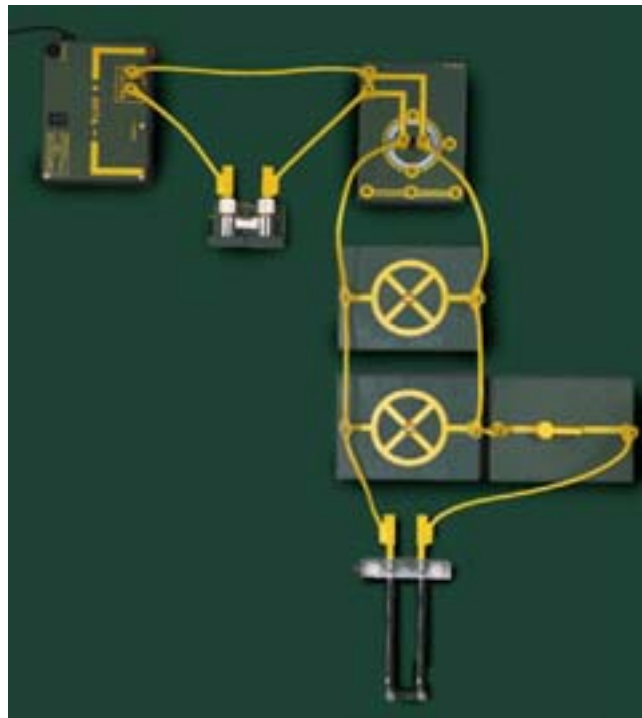
- 1 Aufbauplatte, komplett
- E9 1 Box - „Leitungsschutzschalter LS“
- E9 1 Box - „Modell Steckdose“
- E1 2 Box - Lampenfassung E 10
- E1 1 Box - Schalter EIN-AUS
- E4 2 Klemmbuchse
- E4 1 Heizwendel
- EZ 2 Glühlampe 6 V/1 A, E10
- EZ 1 Box - Festspannungstrafo
- EZ 1 Konstantendraht, $D = 0,5 \text{ mm}$
- EZ 1 Universalmultimeter I
- EZ 1 Sicherheitsverbindungsltg., gelb, Satz

Elektrische Energie erhalten wir über Zuleitungsdrähte, die vom durchfließenden Strom erwärmt werden. Wenn zuviel Leistung entnommen wird („Überlastung“), kann die Erwärmung durch die große Stromstärke zu Brandgefahr führen.

Um uns gegen die Folgen der Überlastung zu schützen, bauen wir in die Zuleitungen Sicherungen in Form von Schmelzsicherungen oder Leitungsschutzschalter („Sicherungsautomaten“) ein. Da die Erwärmung erst nach einer von der Stärke der Überlastung abhängigen Zeit unzulässig groß wird, kann die Abschaltung ebenfalls verzögert (beim Leitungsschutzschalter durch einen Bimetallauslöser) erfolgen.

Zu jedem Leiterquerschnitt gehört eine Maximalstromstärke, bei deren Überschreiten die Abschaltung gemäß dem Grad der Überlastung mehr oder weniger schnell erfolgen muss. Leiterquerschnitte und Sicherungen müssen also gut aufeinander abgestimmt sein.

Versuch 1:



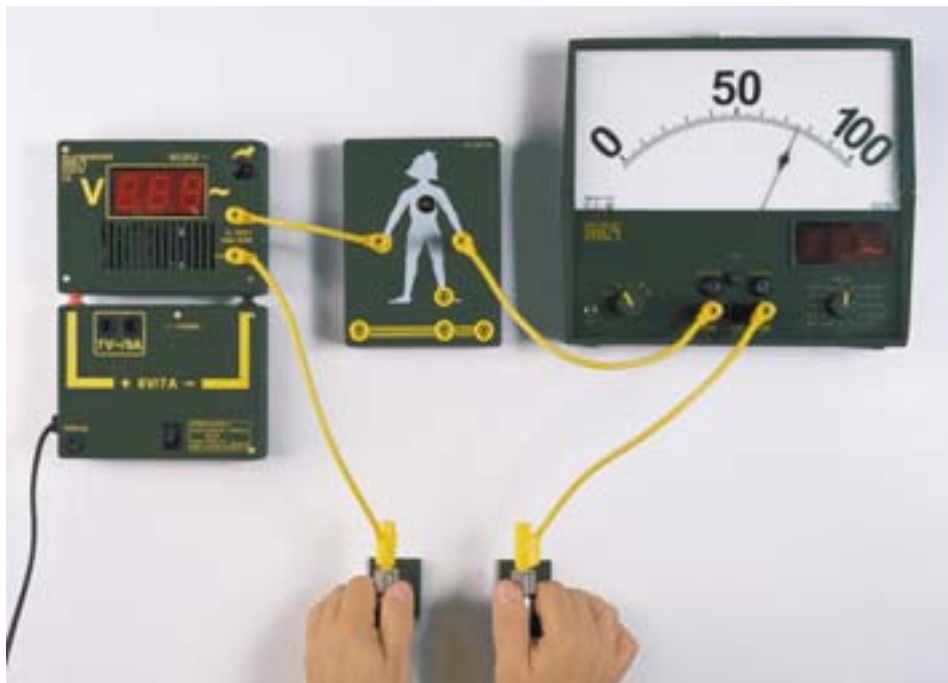
DER WIDERSTAND DES MENSCHLICHEN KÖRPERS

Material:

- 1 Aufbauplatte, komplett
- E9 1 Box - „Modell Mensch“
- E4 2 Klemmbuchse
- EZ 1 Box - Festspannungstrafo
- EZ 1 Box - AC-Konverter
- EZ 1 Universalmultimeter I
- EZ 1 Sicherheitsverbindungsltg., gelb, Satz

1. Es zeigt sich eine Abhängigkeit von der Berührungsfläche und eine starke Abhängigkeit von der Hautfeuchtigkeit.

2. Die Bestimmung des Widerstandes des menschlichen Körpers bei verschiedenen Spannungen zeigt, dass der Widerstandswert mit steigender Spannung immer mehr abnimmt.



Versuch:

- Aufbau gemäß Abbildung.
- a) Die beiden Metallteile der Klemmbuchsen werden in beiden Händen mit jeweils zwei Fingern gehalten. Die Stromstärke wird gemessen:
- b) Die beiden Metallteile der Klemmbuchsen werden mit den zwei Fingern kräftig gedrückt, die Stromstärke wird wie unter a) gemessen.
- c) Die beiden Metallteile werden wie unter a) jedoch mit feuchten Fingern gehalten, die Stromstärke wird gemessen.

DER MENSCH IM STROMKREIS

Material:

- 1 Aufbauplatte, komplett
- E9 1 Box - „Leitungsschutzschalter LS“
- E9 1 Box - „Modell Steckdose“
- E9 1 Box - „Modell Mensch“
- E9 1 Brückenstecker, gelb, gelb/grün, Satz
- EZ 1 Box - Festspannungstrafo
- EZ 1 Sicherheitsverbindungsltg., gelb, Satz

Die Netzspannung 230 Volt tötet den Menschen, wenn er in den Stromkreis gerät. Der Widerstand des menschlichen Körpers hängt von der Spannung ab, weil die Haut bei höherer Spannung immer mehr durchlässig wird. Während eine Messung mit einer Batterie einen Körperwiderstand von etwa 100 000 Ohm ergibt, beträgt dieser bei 230 Volt nur mehr etwa 1000 Ohm für eine Strombahn „Hand-Hand“ oder „Hand-Fuß“. An 230 Volt entsteht daher eine Stromstärke von etwa 200 mA, die absolut tödlich wirkt.

Wirkungen des durch den Körper fließenden Wechselstromes:

- 1 m Wahrnehmbarkeitsschwelle
- 15 mA Krampfschwelle
- 20 mA selbständiges Lösen aus dem Stromkreis nicht mehr möglich
- 50 mA Gefahrenschwelle
- 80 mA Bewusstlosigkeit und Tod bei Einwirkungsdauer über eine Sekunde

Da im Bereich um 70 Volt der Körperwiderstand mit 3500 Ohm angenommen werden kann und eine Stromstärke von 20 mA nicht erreicht werden soll, ergibt sich nach dem ohmschen Gesetz eine Gefahrengrenze unter 70 Volt ($0,02 \text{ A} \cdot 3500 \text{ Ohm} = 70 \text{ Volt}$). Deshalb wurde die Grenze zwischen Kleinspannung und Niederspannung vorerst mit 65 Volt festgelegt und liegt heute bei 42 Volt.

Versuch:



- Aufbau gemäß Abbildung.
- Beide Knebel des Leitungsschutzschalters nach oben drücken.
- Wechselspannung 7 V zuführen.
- Box – „Modell Mensch“ wird an die Box - Steckdose angeschlossen. Die rote Signalleuchtdiode ("Lebensgefahr-Leuchtdiode") am Menschen leuchtet auf, ein Folge-Summerton ertönt. Der tödliche Strom durch den menschlichen Körper wird damit angezeigt.