

Aufgabe

Untersuche an einer Parallelschaltung zweier Glühlampen die Wirkung einer Spule, die in einem der Zweige einge- baut ist.

Material

| | | |
|--------------------------------------|----------|-----|
| Steckplatte | 06033.00 | 1 |
| Ausschalter | 39139.00 | 1 |
| Lampenfassung E10 | 17049.00 | 2 |
| Glühlampe 4 V/0,04 A, E10, 2 St. aus | 06154.03 | (1) |
| Widerstand 47 Ω | 39104.62 | 1 |
| Spule 400 Wdg. | 07829.01 | 1 |
| Spule 1600 Wdg. | 07830.01 | 1 |
| U-Kern | 07832.00 | 1 |
| Joch | 07833.00 | 1 |
| Spannschraube | 07834.00 | 1 |
| Leitungsbaustein | 39120.00 | 3 |
| Verbindungsleitung, 25 cm, rot | 07313.01 | 2 |
| Verbindungsleitung, 25 cm, blau | 07313.04 | 1 |
| Verbindungsleitung, 50 cm, rot | 07314.01 | 1 |

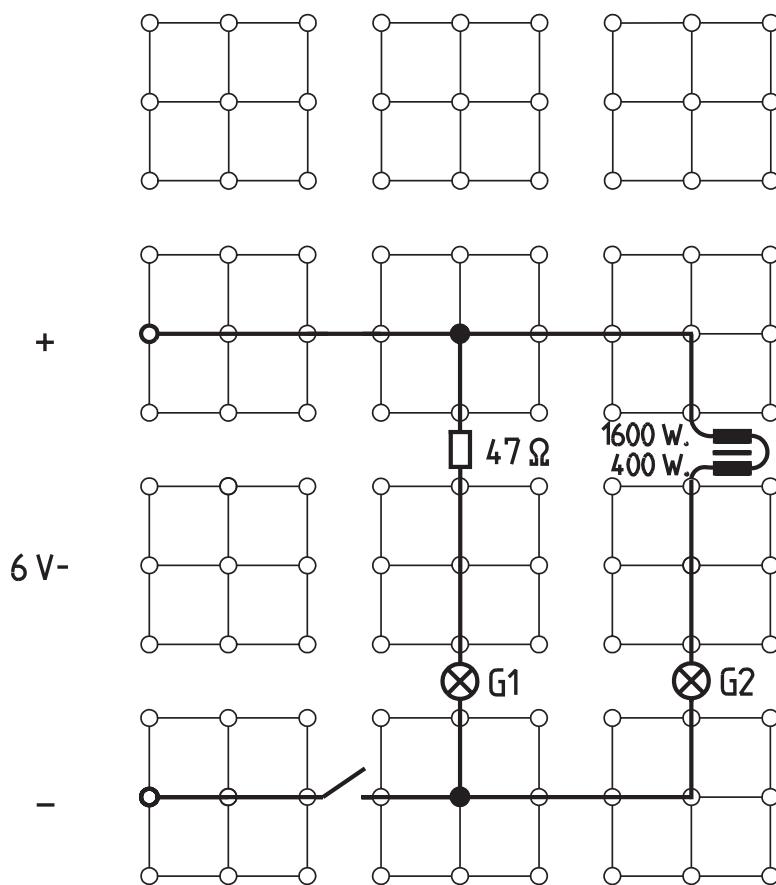
Verbindungsleitung, 50 cm, blau
Netzgerät 0...12 V-, 6 V~, 12 V~

07314.04 1
13505.93 1

Aufbau und Durchführung

- Spulen auf den U-Kern setzen
- U-Kern und Joch mit der Spannschraube fest aufeinander pressen
- Versuch entsprechend Abb. 1 aufbauen; Schalter zu- nächst öffnen
- Netzgerät einschalten und Gleichspannung 6 V ein- stellen
- Schalter wiederholt schließen und öffnen; dabei die beiden Glühlampen G1 und G2 **gleichzeitig** beobachten; Beobachtungen notieren (1)
- Spannschraube lösen und Eisenkern aus den Spulen nehmen
- Schalter wiederholt schließen und öffnen; dabei wie- derum die Glühlampen gleichzeitig beobachten; Be- obachtungen notieren (2)
- Netzgerät ausschalten

Abb. 1



Beobachtungen

(1) Stromkreis wird geschlossen:

Stromkreis ist weiterhin geschlossen:

Stromkreis wird geöffnet:

(2)

Auswertung

1. Wie kann das unter (1) beschriebene Verhalten der Spule beim Einschaltvorgang erklärt werden?

Hinweis: Nutze für Deine Erklärung Deine Kenntnisse über den Elektromagneten sowie über die elektromagnetische Induktion.

2. Wozu dient der Widerstand mit $47\ \Omega$?

3. Warum verlöschen die beiden Glühlampen beim Ausschalten gleichzeitig?

4. Warum tritt die beim Einschaltvorgang beobachtete Erscheinung nicht auf, wenn die Spulen keinen Eisenkern mehr haben?

(Welche Wirkung hat eine Spule beim Schließen eines Gleichstromkreises?)

Die Schüler wissen, dass in einer Spule eine Spannung induziert wird, solange sich das von der Spule umfasste Magnetfeld ändert. Sie kennen den Elektromagneten und wissen daher auch, dass eine stromdurchflossene Spule ein Magnetfeld besitzt und wovon die Stärke des Magnetfeldes abhängig ist.

Dieses Magnetfeld muss nach dem Schließen des Gleichstromkreises erst aufgebaut und nach dem Öffnen des Stromkreises abgebaut werden. Dadurch entsteht jeweils eine Selbstinduktionsspannung.

Die Schüler sollen mit dem vorgesehenen Versuch erkennen, dass beim Einschalten eine Selbstinduktionsspannung entsteht, die dem Anwachsen des Stromes entgegenwirkt.

Hinweise zu Aufbau und Durchführung

Da die Induktivität relativ gering ist, müssen die Schüler den Einschaltvorgang wiederholt auslösen, um ihren Blick für das spätere Aufleuchten der Glühlampe G2 zu schulen. Eventuell erkennen sie das besser, wenn sie den Versuch auch einmal mit einer niedrigeren Betriebsspannung durchführen.

Beobachtungen

- (1) Stromkreis wird geschlossen: Die Glühlampe G2 leuchtet später auf als G1.
Stromkreis ist weiterhin geschlossen: Beide Glühlampen leuchten gleich hell.
Stromkreis wird geöffnet: Beide Glühlampen erlöschen gleichzeitig.
- (2) Beide Glühlampen leuchten gleichzeitig auf und erlöschen gleichzeitig.

Auswertung

1. Nachdem der Stromkreis geschlossen ist, beginnt der Strom zu fließen und baut in den Spulen ein veränderliches (stärker werdendes) Magnetfeld auf. Dieses veränderliche, von den Spulen umfasste Magnetfeld ruft eine Induktionsspannung hervor, die der angelegten Betriebsspannung entgegen wirkt und das Anwachsen des Stromes so lange verzögert, bis dessen Höchstwert erreicht ist.

2. Die Lampen sollen offenbar möglichst gleich hell leuchten. Weil die Spulen zusammen einen Widerstand von 48Ω haben, muss der Widerstand mit 47Ω in Reihe mit der Glühlampe G1 geschaltet werden.
3. Nach Unterbrechung der Verbindung zum Netzgerät befinden sich beide Glühlampen in einer Reihenschaltung. Der durch das Zusammenbrechen des Magnetfeldes erzeugte Induktionsstrom muss durch beide Glühlampen fließen. Deshalb müssen beide gleichzeitig erlöschen.
4. Die Magnetfeldänderung (von null bis zum Maximalwert) ist dann so gering, dass sich die dadurch hervorgerufene Induktion nicht mehr beobachten lässt.

Anmerkungen

Die Spule wirkt gleichzeitig als Feld- und als Induktionsspule. Die durch die Änderung des Spulenstromes und die dadurch hervorgerufene Änderung der Magnetfeldstärke in der Spule entstehende Spannung heißt Selbstinduktionsspannung.

Sie wirkt nach dem lenzschen Gesetz ihrer Ursache stets entgegen.

Es gilt:

$$U_i = -L \cdot (dI / dt).$$

L ist der Selbstinduktionskoeffizient oder die Induktivität. Sie wird in der Einheit Henry (H) gemessen. Die zur Verfügung stehenden Spulen haben ohne Eisenkern die Induktivitäten 50 mH bzw. 3 mH. Bei geschlossenem Kern hat die Spule mit 400 Wdg. eine Induktivität in der Größenordnung von 100 mH, die Spule mit 1600 Wdg. eine von 700 mH.

L

**EEP
10.1**

Die Selbstinduktion beim Einschaltvorgang



(Welche Wirkung hat eine Spule beim Schließen eines Gleichstromkreises?)

Raum für Notizen