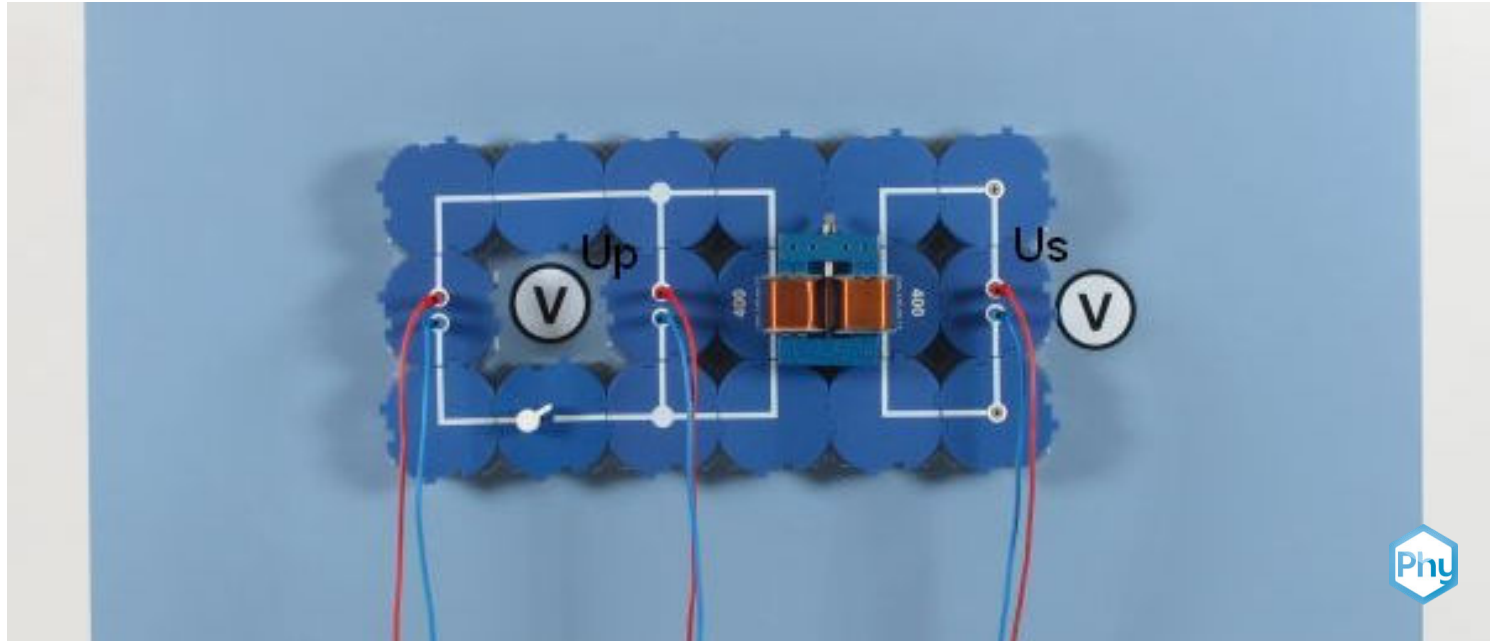


Spannungstransformation



P1399500 - Mithilfe eines Transformators aus Aufbauteilen soll demonstriert werden, wie man gegebene Wechselspannungen in höhere oder niedrigere umformen kann und welche Gesetzmäßigkeiten dabei gelten.

Physik

Elektrizität & Magnetismus

Elektromagnetismus & Induktion



Schwierigkeitsgrad

mittel



Gruppengröße

-



Vorbereitungszeit

10 Minuten



Durchführungszeit

10 Minuten

This content can also be found online at:



<http://localhost:1337/c/6401b63c52a3eb0002b19bef>

PHYWE



Allgemeine Informationen

Anwendung

PHYWE



Umspannwerk

Ein Transformator ist ein elektronisches Bauteil, das in der Lage ist, eine Wechselspannung umzuwandeln. Mit ihm kann eine Spannung in eine höhere oder niedrigere Spannung umgewandelt werden. Ein Trafo besteht meistens aus zwei Spulen, die auf einem Eisenkern aufgewickelt sind. Transformatoren findet man hauptsächlich in Energieversorgungsanlagen aber auch in vielen technischen Geräten, wie z.B. Netzteilen die man zum Aufladen von Smartphones und Laptops benötigt.

Sonstige Informationen (1/3)

PHYWE

Vorwissen



Es sollte ein grundlegendes Wissen über einfache elektrische Schaltungen und zum Thema Magnetismus vorhanden sein (Kräfte zwischen Magneten, Magnetpole, Magnetfelder, etc.).

Prinzip



Ein Transformator besteht aus einer Feldspule (Primärspule) und einer Induktionsspule (Sekundärspule), die einen gemeinsamen geschlossenen Eisenkern haben. Wird an die Primärspule eine Wechselspannung angelegt, dann wird in der Sekundärspule eine Wechselspannung induziert

Sonstige Informationen (2/3)

PHYWE

Lernziel



Die Schüler sollen ein Verständnis über die Funktionsweise einer Spannungstransformation entwickeln.

Aufgaben



Es soll untersucht werden, wie man mithilfe eines Transformators gegebene Wechselspannungen in höhere oder niedrigere umformen kann und welche Gesetzmäßigkeiten dabei gelten.

Sonstige Informationen (3/3)

PHYWE

Auch der Fall $N_p : N_s = 1 : 1$ ist technisch von Bedeutung, dann nämlich, wenn Gefahren beim Umgang mit elektrischem Strom mithilfe eines Schutz-Transformators herabgesetzt werden sollen.

Weil das Gesetz $U_p : U_s = N_p : N_s$ nur für einen idealen Transformator (im Leerlauf) gilt, ist es ratsam, im Unterricht der Realität zu entsprechen und mit der Näherungsform $U_p : U_s \approx N_p : N_s$ zu arbeiten.

Sicherheitshinweise

PHYWE



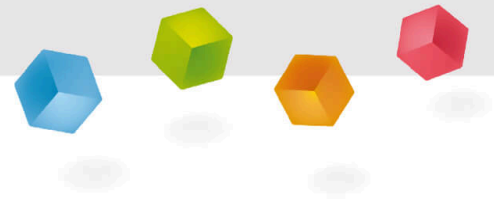
Für diesen Versuch gelten die allgemeinen Hinweise zum sicheren Experimentieren im naturwissenschaftlichen Unterricht.

Material

Position	Material	Art.-Nr.	Menge
1	PHYWE Hafttafel mit Gestell, Demo Physik	02150-00	1
2	Leitungs-Baustein, gerade, DB	09401-01	1
3	Leitungs-Baustein, winklig, DB	09401-02	6
4	Leitungs-Baustein, T-förmig, DB	09401-03	2
5	Leitungs-Baustein, unterbrochen, DB	09401-04	3
6	Leitungs-Baustein, winklig mit Buchse, DB	09401-12	2
7	Ausschalter, DB	09402-01	1
8	Spule 400 Windungen, DB	09472-01	2
9	Spule 1600 Windungen, DB	09472-02	1
10	Schüler - Eisenkern, U-förmig, geblättert	07832-00	1
11	Schüler - Eisenkern, I-förmig, geblättert	07833-00	1
12	Spannschraube für Schüler - Eisenkern	07834-00	1
13	Verbindungsleitung, 32 A, 1000 mm, rot Experimentierkabel, 4 mm Stecker	07363-01	3
14	Verbindungsleitung, 32 A, 1000 mm, blau Experimentierkabel, 4 mm Stecker	07363-04	3
15	PHYWE Demo-Multimeter ADM 3: Strom, Spannung, Widerstand, Temperatur	13840-00	2
16	PHYWE Stelltrafo mit Gleichrichter, RiSU 2019 DC: 12 V, 5 A / AC: 15 V, 5 A	13540-93	1
17	Elektrische Symbole für Demo-Tafel, 12 Stück	02154-03	1
18	Schraubzwinde	02014-00	2

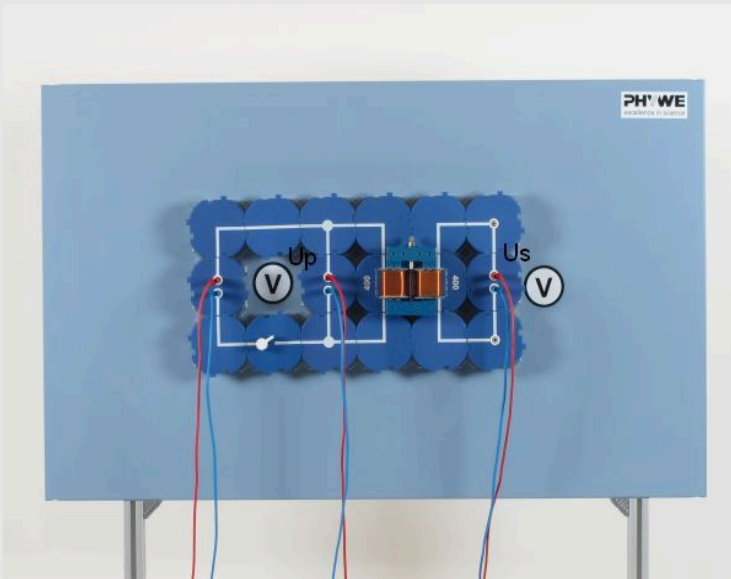
PHYWE

Aufbau und Durchführung



Aufbau

PHYWE



- Baue den Versuch entsprechend der Abbildung, zunächst mit gleichen Spulen ($N_1 = N_2 = 400$) auf.
- Wähle für die Primärspannung U_p den Messbereich $10V-$ und für die Sekundärspannung U_s den Messbereich $3V-$.
- Presse den U-Kern und das Joch mithilfe der Spannschraube fest aufeinander.

Durchführung (1/3)

PHYWE

- Schalte den Stelltrafo ein und stelle eine Spannung von $4V$ ein.
- Schließe und öffne den Schalter mehrmals. Beobachte dabei den Spannungsmesser im Sekundärstromkreis (1).
- Wähle bei geöffnetem Schalter die Messbereiche $10V$ und lege anstelle einer $4V$ – Spannung eine Spannung von etwa $2V$ an.
- Schließe den Schalter und miss die Spannung U_p (über der Primärspule) sowie U_s (über der Sekundärspule).
- Trage die Messwerte in eine Tabelle ein.

Durchführung (2/3)

PHYWE

- Erhöhe nacheinander U_p in geeigneten Schritten. Miss die jeweilige Werte für U_p und U_s und notiere sie in der Tabelle.
- Ersetze bei geöffnetem Schalter die Primärspule mit $400Wdg.$ durch die Spule mit $1600Wdg.$.
- Wähle den Messbereich $3V$ für U_s .
- Schließe den Schalter und erhöhe nacheinander wie vorher die Spannung an der Primärspule. Miss U_p und U_s und notiere die Messwerte in der Tabelle.
- Vertausche bei geöffnetem Schalter die Spulen; baue dazu den Transformator um 180° gedreht in die Schaltung, sodass nun $N_p = 400$ und $N_s = 1600$ gilt.
- Stelle für U_s den Messbereich $30V$ ein.
- Schließe den Schalter.

Durchführung (3/3)

PHYWE

- Wähle geeignete Werte für U_p . Miss jeweils U_s und notiere die Messwerte in der Tabelle.
- Entferne zuletzt das Joch und miss U_s für den zuletzt eingestellten Wert für U_p messen.
- Notiere die Messwerte.



PHYWE



Beobachtung und Auswertung

Beobachtung

PHYWE

Jedes Mal, wenn der Primärstromkreis geschlossen oder geöffnet wird, schlägt der Spannungsmesser über der Sekundärspule kurzzeitig ein wenig nach rechts oder links aus.

Für den Transformator ohne Joch gilt:

$$U_p = 6,6V; U_s = 10,0V$$

Exemplarische Messergebnisse befinden sich in Tabelle 1.

Tabelle 1

N_p	N_s	U_p/V	U_s/V	$N_p:N_s$	$U_p:U_s$
400	400	2,0	1,9	1,00	1,05
400	400	4,3	3,9	1,00	1,10
400	400	6,6	6,0	1,00	1,10
1600	400	2,2	0,45	4,00	4,89
1600	400	4,4	0,95	4,00	4,63
1600	400	6,7	1,45	4,00	4,62
400	1600	2,0	8,0	0,25	0,25
400	1600	4,3	16,0	0,25	0,27
400	1600	6,6	24,0	0,25	0,28

Auswertung (1/3)

PHYWE



Das Messgerät für U_s im ersten Versuchsteil schlägt deshalb aus, weil sich beim Ein- und Ausschalten des Stromes durch die Primärspule in dieser jedes Mal ein Magnetfeld auf- bzw. abbaut, das auch die Sekundärspule durchsetzt. Die kurzzeitigen Magnetfeldänderungen führen in der Sekundärspule zu kurzzeitigen Induktionsspannungen, die ihrerseits zu den Ausschlägen des Spannungsmessers an der Sekundärspule führen.

Damit ist die prinzipielle Wirkungsweise eines Transformators erklärt. Er besteht aus einer Feldspule (Primärspule) und einer Induktionsspule (Sekundärspule), die einen gemeinsamen geschlossenen Eisenkern haben. Wird an die Primärspule eine Wechselspannung angelegt, dann wird in der Sekundärspule eine Wechselspannung induziert.

Auswertung (2/3)

PHYWE

Wie der Versuch zeigt, besteht ein gesetzmäßiger Zusammenhang zwischen den Windungszahlen und den Spannungen. Aus der Tabelle 1 geht nach Bildung der Verhältnisse $N_p : N_s$ und $U_p : U_s$ hervor:

$$U_p : U_s \approx N_p : N_s;$$

die Spannungen verhalten sich also ungefähr wie die Windungszahlen.

Das ist in guter Näherung eine Bestätigung des Gesetzes:

$$U_p : U_s = N_p : N_s;$$

das für einen idealen Transformator gilt.

Ein Transformator funktioniert nur dann effektiv, wenn der magnetische Fluss möglichst voll ausgeschöpft wird.

Auswertung (3/3)

PHYWE

Der Versuch zeigt, dass bei $N_s > N_p$ eine gegebene Spannung hochtransformiert wird. Es gilt dann: $U_s > U_p$.

Bei $N_s < N_p$ wird sie herabtransformiert. Es gilt dann: $U_s < U_p$.

Beide Fälle treten bei der Überland-Leitung von Elektroenergie auf.

