

Spannungstransformation (mit Aufbautransformator)

(Artikelnr.: P1434102)

Curriculare Themenzuordnung



Schwierigkeitsgrad



Leicht

Vorbereitungszeit



10 Minuten

Durchführungszeit



20 Minuten

empfohlene Gruppengröße



2 Schüler/Studenten

Zusätzlich wird benötigt:

Versuchsvarianten:

- Demo-Hafttafel

Schlagwörter:

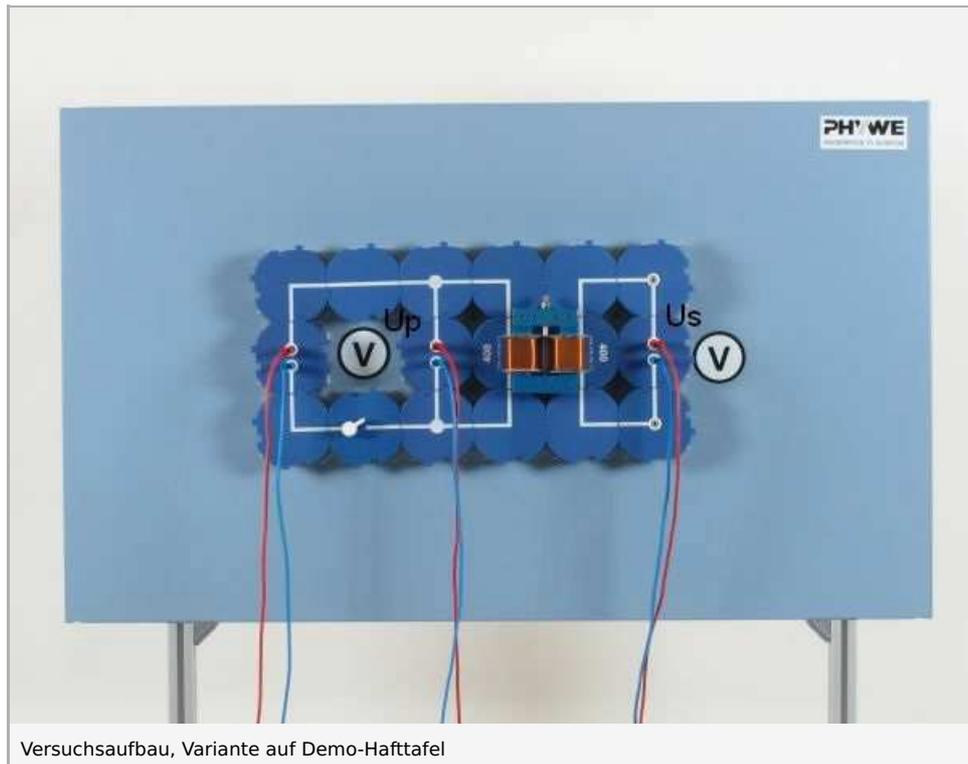
Aufgabe und Material

Einleitung

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



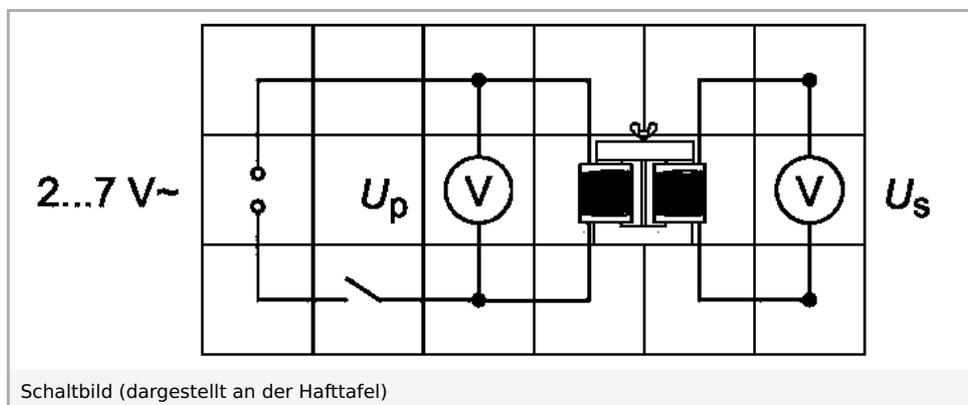
Versuchsaufbau



Aufgabe

Spannungstransformation

Zusammenhang zwischen den Windungszahlen und den Spannungen.



Material

Position	Material	Bestellnr.	Menge
1	PHYWE Netzgerät, universal DC: 0...18 V, 0...5 A / AC: 2/4/6/8/10/12/15 V, 5 A	13500-93	1
2	Analog-Demo-Multimeter ADM 2, Strom, Spannung, Widerstand	13820-01	2
3	Eisenkern, stabf., kurz, geblättert	06500-00	1
4	Eisenkern, U-förmig, geblättert	06501-00	1
5	Stifte für Eisenkern, U-förmig	06502-00	1
6	Spannvorrichtung	06506-00	1
7	Spule, 300 Windungen	06513-01	2
8	Spule, 1200 Windungen	06515-01	1
9	Verbindungsleitung, 32 A, 500 mm, schwarz	07361-05	4
10	Verbindungsleitung, 32 A, 750 mm, schwarz	07362-05	2

Aufbau und Durchführung

Versuch entsprechend Abb. 1 zunächst mit gleichen Spulen (Windungszahlen $N_1 = N_2 = 300$) aufbauen.

- Für die Primärspannung U_p den Messbereich 10 V- und für die Sekundärspannung U_s den Messbereich 3 V- einstellen.
- U-Kern und Joch mithilfe der Spannschraube fest aufeinander pressen.
- Stelltrafo einschalten und Spannung 4 V- einstellen.
- Schalter mehrmals schließen und öffnen; dabei den Spannungsmesser im Sekundärstromkreis beobachten (Ergebnisse (1.)).
- Bei geöffnetem Schalter die Messbereiche 10 V~ wählen und anstelle 4 V- eine Spannung von etwa 2 V~ anlegen.
- Schalter schließen und die Spannung U_p (über der Primärspule) sowie U_s (über der Sekundärspule) messen; Messwerte in Tabelle 1 (Ergebnisse) eintragen.
- Nacheinander U_p in geeigneten Schritten erhöhen, jeweilige Werte für U_p und U_s messen und in Tabelle 1 notieren.
- Bei geöffnetem Schalter die Primärspule mit 300 Wdg. durch die Spule mit 1200 Wdg. ersetzen; Messbereich 3 V~ für U_s wählen.
- Schalter schließen und nacheinander wie vorher die Spannung an der Primärspule erhöhen, U_p und U_s messen; die Messwerte im mittleren Teil der Tabelle 1 notieren.
- Bei geöffnetem Schalter die Spulen vertauschen; dazu den Transformator um 180° gedreht in die Schaltung einbauen, sodass nun $N_p = 300$ und $N_s = 1200$ gilt; für U_s den Messbereich 30 V~ einstellen.
- Schalter schließen, geeignete Werte für U_p (vgl. Tabelle 1) wählen, jeweils U_s messen und Messwerte im unteren Teil der Tabelle 1 notieren.
- Zuletzt Joch entfernen und U_s für den zuletzt eingestellten Wert für U_p messen; Messwerte eintragen (Ergebnisse (2.)).

Ergebnisse und Auswertung

Ergebnisse

1. Jedes Mal, wenn der Primärstromkreis geschlossen oder geöffnet wird, schlägt der Spannungsmesser über der Sekundärspule kurzzeitig ein wenig nach rechts oder links aus.
2. Transformator ohne Joch: $U_p = 6,6\text{V}$; $U_s = 10,0\text{V}$.

Tabelle 1

N_p	N_s	U_p/V	U_s/V	N_p/N_s	U_p/U_s
300	300	2,0	1,9	1,00	1,05
300	300	4,3	3,9	1,00	1,10
300	300	6,6	6,0	1,00	1,10
1200	300	2,2	0,45	4,00	4,89
1200	300	4,4	0,95	4,00	4,63
1200	300	6,7	1,45	4,00	4,62
300	1200	2,0	8,0	0,25	0,25
300	1200	4,3	16,0	0,25	0,27
300	1200	6,6	24,0	0,25	0,28

Auswertung

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.

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

$$\frac{U_p}{U_s} \approx \frac{N_p}{N_s}$$

Die Spannungen verhalten sich also ungefähr wie die Windungszahlen. Das ist in guter Näherung eine Bestätigung des Gesetzes

$$\frac{U_p}{U_s} \approx \frac{N_1}{N_2}$$

das für einen idealen Transformator gilt.

Aus der Gleichung folgt, dass ein Transformator nur dann effektiv funktioniert, wenn der magnetische Fluss möglichst voll ausgeschöpft wird. Der Versuch zeigt, das:

Bei $N_s > N_p$ eine gegebene Spannung hochtransformiert wird; dann gilt:

$$U_s > U_p$$

Bei $N_s < N_p$ wird sie herab transformiert; dann gilt:

$$U_s < U_p$$

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

Anmerkungen:

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

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