

III E4

Modul Elektrizitätslehre II

Transformator

Ziel dieses Versuches ist es, einerseits die Transformatorgesetze des unbelasteten Transformators experimentell zu überprüfen, andererseits soll das Verhalten von isolierendem und Autotransformator untersucht werden.

Versuch IIE4 - Transformator

Ziel dieses Versuches ist es, einerseits die Transformatorgesetze des unbelasteten Transformators experimentell zu überprüfen, andererseits soll das Verhalten von isolierendem und Autotransformator untersucht werden.

1.1 Fragen zur Vorbereitung

- Wie funktioniert ein Transformator? Erkläre in eigenen Worten.
- Wo werden Transformatoren im Alltag überall eingesetzt? Beispiele?
- Funktionieren alle modernen Transformatoren nach dem unten beschriebenen Prinzip?
- Leite eine Formel für den Zusammenhang von Primär- und Sekundärstrom her.

1.2 Theorie

Ein Transformator besteht im Wesentlichen aus zwei Spulen, die induktiv durch einen Eisenkern verbunden sind. Die Primärspule mit N_1 Windungen wird an eine Wechselspannung angeschlossen U_1 . Dadurch fließt ein Strom durch die Spule und erzeugt einen magnetischen Fluss $\Delta\Phi$. Dies wird durch das Induktionsgesetz beschrieben:

$$U = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \quad (1.1)$$

Dieser Fluss wird durch den Eisenkern in die Sekundärspule geleitet und induziert dort wiederum einen Strom und dadurch eine Spannung gemäß (1.1). Also:

$$\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -\frac{U_1}{N_1}$$

eingesetzt in

$$U_2 = -N_2 \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

ergibt:

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2} \quad (1.2)$$

Da die Energieerhaltung auch hier gewährleistet wird, muss die Leistung ($= \frac{\text{Energie}}{\text{Zeit}}$) ebenfalls erhalten werden. Daraus folgt, dass die Leistung der Primärspule derjenigen der Sekundärspule entspricht. Die elektrische Leistung ist wie folgt definiert:

$$P = U \cdot I \quad (1.3)$$

Damit kann ein Zusammenhang zwischen Primär- und Sekundärstrom in Abhängigkeit der Windungen hergestellt werden.

1.3 Experiment

1.3.1 Versuchszubehör

Komponente	Anzahl
Multimeter	2
Experimentierkabel	6
Verbindungsbrücken	4
Spannungsquelle	1
Übungstransformator	1

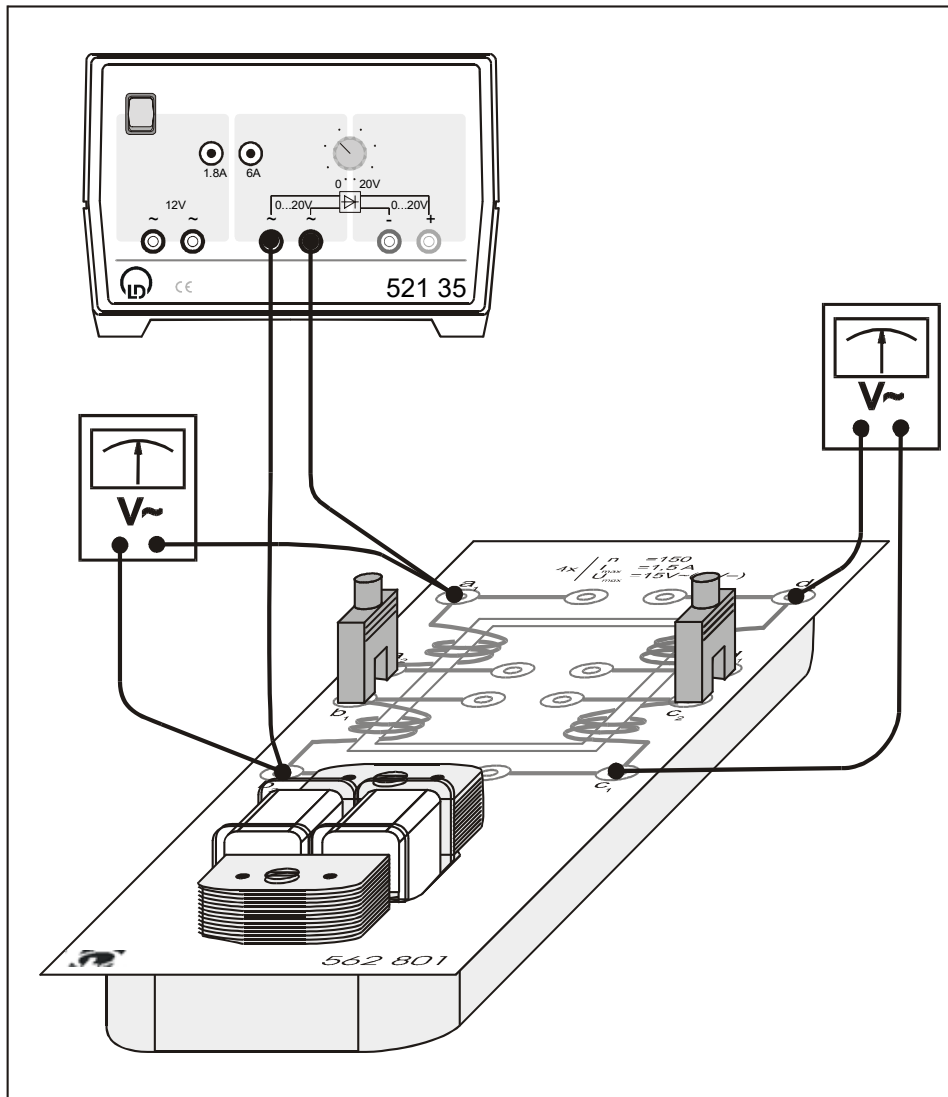


Abbildung 1.1: Schematischer Aufbau von Übungstransformator mit Spannungsquelle

1.3.2 Versuchsaufbau

Der Übungstransformator besteht aus zwei Primär- und zwei Sekundärspulen. Jede dieser vier Spulen besitzt 150 Windungen. Durch die Verbindungsbrücken können jeweils zwei Spulen zusammengeschaltet werden. Durch diesen Aufbau sind folgende Verhältnisse $\frac{N_1}{N_2}$ möglich: 150:150, 150:300, 300:150 und 300:300. Abbildung 1.1 zeigt schematisch wie die einzelnen Komponenten verbunden werden. Werden die Multimeter parallel zu den Spulen geschaltet, so kann die Spannung gemessen werden. Werden sie hingegen seriell verbunden, so misst man den (Kurzschluss-)Strom. Die Multimeter müssen dabei auf die entsprechende Position gestellt werden und die Experimentierkabel an die richtigen Buchsen angeschlossen werden. Während der Versuche muss darauf geachtet werden, dass der Strom durch die Primär- und Sekundärspulen den Wert von 1.5 A nicht überschreitet. Nach jedem Teilversuch und während des Umbaus muss die Spannungsquelle ausgeschaltet sein. Während dem Versuch darf die Spannung nur langsam hochgedreht werden.

1.3.3 Durchführung und Auswertung

Aufgabe a) Spannungsmessung

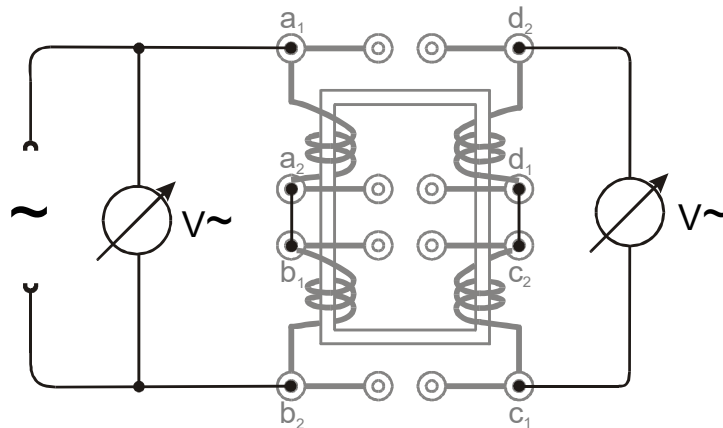


Abbildung 1.2: Schema für die Spannungsmessung

- Baue den Versuch für die Spannungsmessung auf.
- Wähle für die Windungen das Verhältnis 300:300.
- Variiere die Spannung an der Spannungsquelle schrittweise zwischen 0 V und 10 V und miss die Spannung an der Primär- sowie Sekundärspule.
- Trage die Wertepaare in einen Plot ein und bestimme die Steigung mit einem Fit.
- Plote zusätzlich den theoretischen Verlauf der Spannung gemäss Formel (1.2). Entsprechen die gemessenen Werte der Theorie?
- Wiederhole den Versuch für die Verhältnisse 150:300 und 300:150.

Aufgabe b) Strommessung

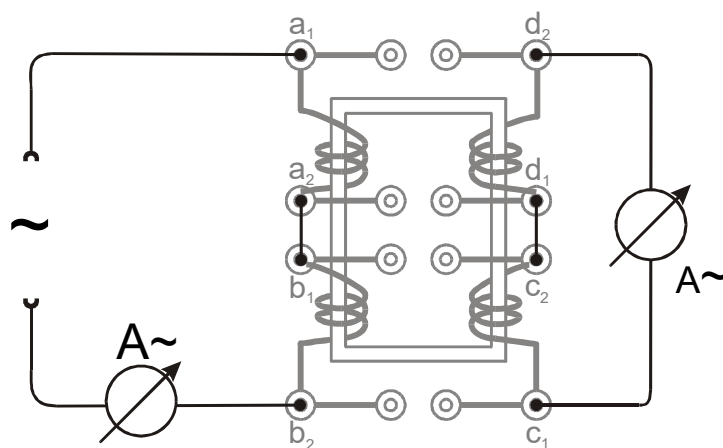


Abbildung 1.3: Schema für die Strommessung

- Baue den Versuch für die Strommessung auf.
- Wähle für die Windungen das Verhältnis 300:300.
- Variiere die Spannung an der Spannungsquelle schrittweise zwischen 0 V und 10 V und miss den Strom an der Primär- sowie Sekundärspule. !! Achte darauf das der Strom den Wert von 1.5 A nicht übersteigt !!
- Trage die Wertepaare in einen Plot ein und bestimme die Steigung mit einem Fit.
- Plote zusätzlich den theoretischen Verlauf des Stroms gemäss deiner Formel für den Strom der Primär- und Sekundärspule. Entsprechen die gemessenen Werte der Theorie?
- Wiederhole den Versuch für die Verhältnisse 150:300 und 300:150.

Aufgabe c) Der Autotransformator

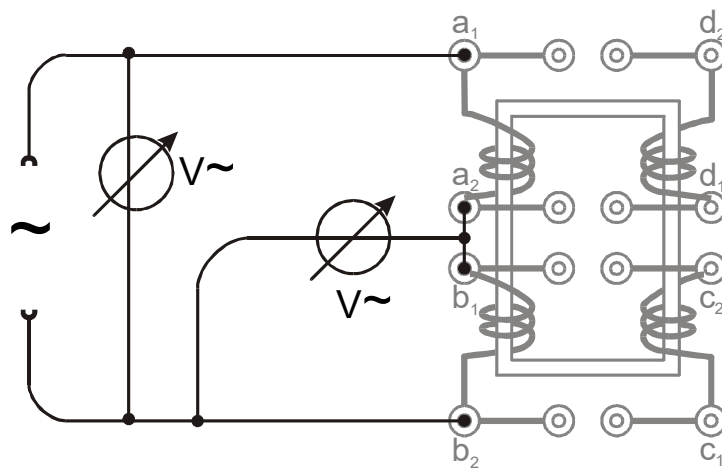


Abbildung 1.4: Schema für einen Autotransformator

- Baue den Autotransformator gemäss Abbildung 1.4 auf.
- Variiere die Spannung an der Spannungsquelle schrittweise zwischen 0 V und 10 V und miss die Spannung an der Primär- sowie Sekundärspule.
- Trage die Wertepaare in einen Plot ein und bestimme die Steigung mit einem Fit.
- Was fällt dir auf? Welches sind die Vor- und Nachteile dieses Aufbaus gegenüber dem Aufbau aus Aufgabe a)?

Aufgabe d) Der isolierende Transformator

- Abbildung 1.5 zeigt den Aufbau als isolierender Transformator.
- Beschreibe, wie sich die Spannung und der Strom an der Sekundärspule in Abhängigkeit der Primärspule verhalten. (Du hast eine ähnliche Situation bereits in Aufgabe a) und b) vermessen.)
- Wozu kann man einen solchen Aufbau verwenden?

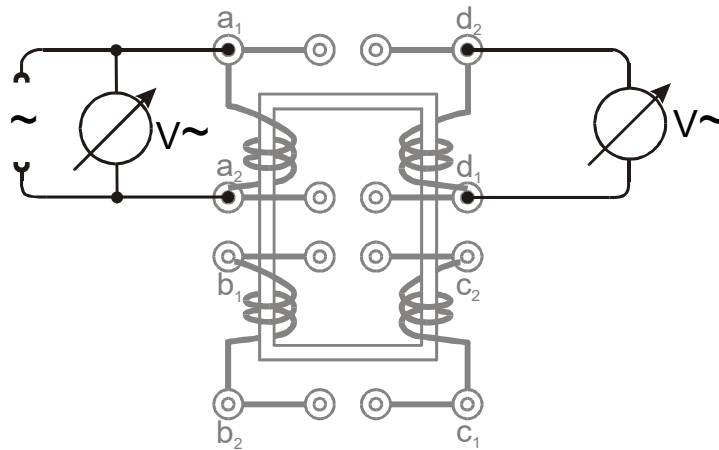


Abbildung 1.5: Schema für einen isolierenden Transformator

1.4 Literatur

- Paul A. Tipler, *Physik für Naturwissenschaftler und Ingenieure*, Spektrum
- Horst Stöcker, *Taschenbuch der Physik*, Verlag Harri Deutsch
- Horowitz & Hill, *The Art of Electronics*, Cambridge University Press