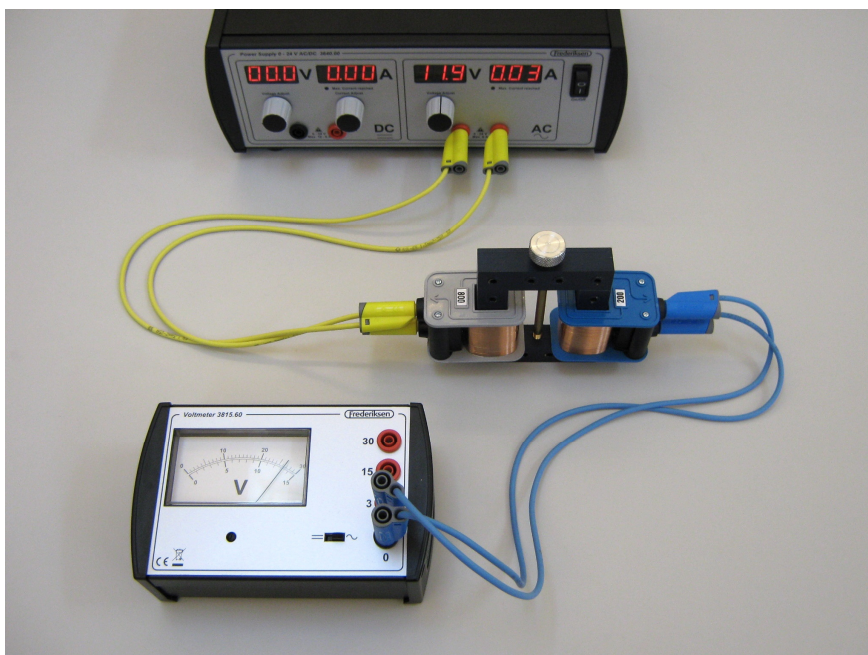


| | | | | | |
|---------|-----------------|------|-------------------------|---------------|------------|
| Nummer | 137710 | Emne | Magnetisme og induktion | | |
| Version | 2016-02-24 / HS | Type | Elevøvelse | Foreslået til | 9-10, gymC |
| | | | | p. | 1/4 |



Formål

Vi undersøger en transformator, bygget op med løse spoler og en UI-kerne. Resultaterne sammenholdes med teorien for den ideelle transformator.

Princip

Med de udskiftelige spoler er transformatoren nem at opbygge med mange forskellige kombinationer af vindingstal. Primærspændingen måles på strømforsyningens indbyggede voltmeter. *) Sekundærspændingerne måles med et eksternt voltmeter.

Apparatur

(Detaljeret apparaturfortegnelse på sidste side)

- 463000 U-I-kerne med skrue til elevspoler
- 462510 Spole elev 200 vindinger
- 462520 Spole elev 400 vindinger (2 stk. benyttes)
- 462525 Spole elev 800 vindinger
- 381560 Voltmeter
- Strømforsyning *)
- Ledninger

*) Benyttes en strømforsyning uden voltmeter, skal primærspændingen måles med et eksternt voltmeter. Evt. kan man bruge det samme som til sekundærspændingen – så skal det flyttes frem og tilbage for hver måling.

Alternative måleinstrumenter

Multimetre

I stedet for Frederiksens analoge måleinstrumenter kan man vælge at bruge digitale multimeter.

Med et auto-ranging multimeter skal I ikke tænke på at vælge område.

Hvis ikke multimeteret har auto-ranging, startes med et område, som kan måle 30 V. Hvis den målte spænding er lille nok, så den ligger indenfor det næste måleområde nedad, vælges dette.

Hvis der både er bøsninger mærket "mV" og "V", vælges den med "V" sammen med bøsningen "Com".

Kun ét voltmeter til begge spændinger

Undgå at bryde strømvejen i primærkredsen, når voltmeteret flyttes.

Følg anvisningen [i klammerne] på næste side.

Udførelse

I skal bruge vekselstrøm – AC på strømforsyningen. Voltmeteret skal også indstilles til vekselspænding.

Inden I går i gang – og *hver gang* I ændrer på det elektriske kredsløb – skal der være skruet ned på 0 på strømforsyningen.

Der må **kun** skrues væk fra 0, når spolerne er monteret på kernen, og kernen skruet godt sammen.



[Hvis I bruger ét eksternt voltmeter, som skal flyttes frem og tilbage mellem primær- og sekundærsiden, må I *ikke* skru ned midt i målingen. Sæt evt. to ekstra ledninger i, så I kun skal flytte selve instrumentet. Når der skiftes spole, skal der skrues ned.]

Transformatoren består af to spoler og en kerne. Kernen kan skilles ad, så spolerne kan skiftes ud. Når kernen samles, skal skruen strammes godt til.

Den ene spole forbindes til en vekselspænding (AC) – den kaldes *primærspolen*. Antallet af vindinger på primærspolen kaldes N_P . Den spænding, som primærspolen tilsluttes, kaldes *primærspændingen* U_P .

Den anden spole kaldes *sekundærspolen*. Den har vindingstallet N_S . Sekundærspolen afgiver en spænding – *sekundærspændingen* U_S – som typisk er forskellig fra U_P .

1) Vælg først denne kombination:

$$N_P = 200 ; N_S = 400$$

Opbyg opstillingen som vist på billedet.

I de første tre målinger skal primærspændingen være **ca. 6 V**. I skal ikke bruge tid på at ramme 6 V præcist, men I skal *måle den reelle spænding nøjagtigt* og notere værdien. Et skema som vist på næste side kan bruges til målingerne.

Mål sekundærspændingen og notér.

Mål også de to spændinger for kombinationerne

$$N_P = 200 ; N_S = 800$$

$$N_P = 400 ; N_S = 800$$

2) I de næste tre målinger skal primærspændingen være **ca. 12 V**.

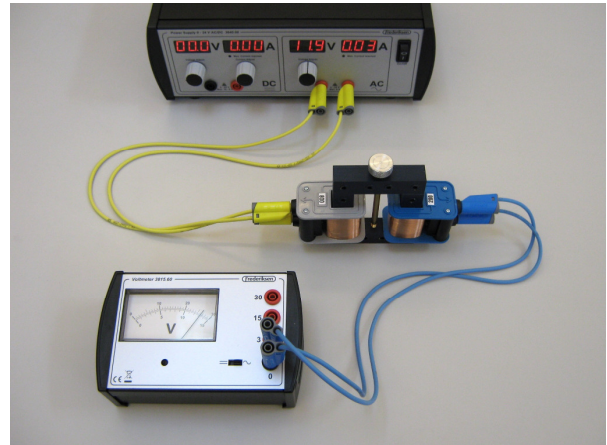
Mål U_P og U_S præcist for kombinationerne

$$N_P = 400 ; N_S = 400$$

$$N_P = 800 ; N_S = 400$$

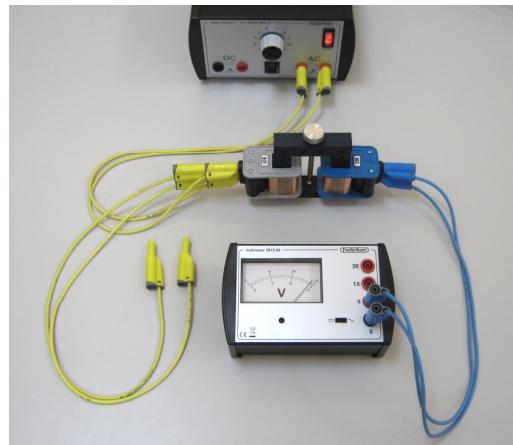
$$N_P = 800 ; N_S = 200$$

Normal opstilling



Strømforsyning med indbygget voltmeter for primærspændingen, eksternt voltmeter på sekundærsiden.

Alternativ opstilling (se tekst)



Hvis I *ikke* har voltmeter i strømforsyningen, og kun ét eksternt voltmeter.

Brug ledninger med forskellige farver til voltmeteret

Teori

Fra andre eksperimenter (med stangmagnet og spole) ved I, at et varierende magnetfelt inducerer en spænding i en spole.

I transformatoren virker primærspolen som en elektromagnet med et felt, som hele tiden varierer, fordi det er en vekselstrøm, der løber i spolen.

I en helt ideel transformator vil forholdet mellem primær- og sekundærspændingerne være det samme som forholdet mellem antallet af vindinger:

$$\frac{U_S}{U_P} = \frac{N_S}{N_P}$$

$$\left(\text{som kan omskrives til: } U_S = \frac{N_S}{N_P} \cdot U_P\right)$$

Hvis spændingen skal transformeres *op*, skal der være *flest vindinger på sekundærspolen*.

Hvis spændingen skal transformeres *ned*, skal der være *færrest vindinger på sekundærspolen*.

Hvis en transformator skal være helt ideel, skal alle feltlinjer fra primærspolen også gå gennem sekundærspolen. Det er jernkernens opgave at lede magnetfeltet fra den ene spole til den anden.

Ingen transformator er helt ideel. De fleste feltlinjer går igennem begge spoler, men nogle af dem kan finde vej udenom sekundærspolen (se figuren). Derfor vil sekundærspændingen være en vis procentdel lavere end givet ved formlen ovenfor.

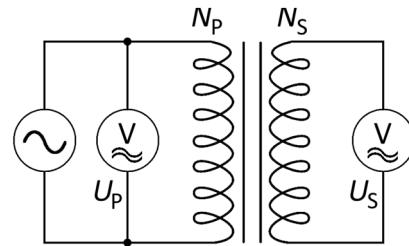
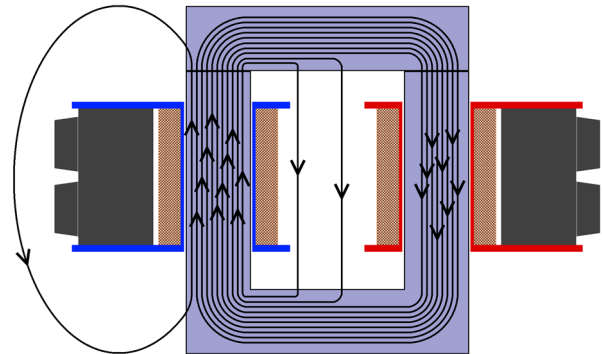


Diagram over opstillingen. Strømforsyningen er tegnet som en vekselstrømsgenerator.



Tværsnit af transformatoren.

Primærspolen er den blå, sekundærspolen den røde. Feltlinjerne er tegnet på. Der vises et "øjebliksbillede", da feltet skifter styrke og retning i takt med vekselstrømmen.

Beregninger

Resultaterne stilles op i en tabel som denne:

| N_P | N_S | U_P | U_S | $U_{S, \text{teori}}$ | Afvigelse |
|-------|-------|-------|-------|-----------------------|-----------|
| | | V | V | V | % |
| | | | | | |
| | | | | | |

De første fire kolonner er måleresultater, de sidste to kolonner er beregnede værdier.

$U_{S, \text{teori}}$ beregnes af formlen fra teori afsnittet.

Afvigelsen beregnes således:

$$afv. = \frac{U_S - U_{S, \text{teori}}}{U_{S, \text{teori}}} \cdot 100 \%$$

Diskussion og evaluering

Bliver spændingen transformeret op og ned som forventet?

Hvordan passer formlen for sekundærspændingen med jeres resultater?

Variere den procentvise afvigelse meget kraftigt, eller er det en ret konstant størrelse?

Prøv at give et bud på, hvor stor en procentdel af feltlinjerne, som løber udenom sekundærspolen i den transformator, I har målt på.

Der findes andre typer transformator-kerner end UI-kernen, f.eks. den såkaldte EI-kerne.

I kan finde billeder af en EI-kerne på nettet, hvor I også kan finde ud af, hvordan vindingerne anbringes.

Hvilken fordel kan en EI-transformator tænkes at have i forhold til en UI-transformator?

Noter til læreren

Benyttede begreber

Spænding
Feltlinjer

Begrebet flux er ikke anvendt, men kan evt. introduceres ved gennemgangen af teorien.

Matematiske forudsætninger

Procentregning

Om apparaturet

Voltmeteret 381560 er sikret mod overbelastning. Det holder også til at blive polet forkert ved DC-brug, men der kan kun aflæses positive værdier.

Når primærspolen *ikke* er forsynet med jernkerne, kan der gå så stor en strøm, at spolen overophedes og plastikformen ødelægges. De benyttede spoler har disse maksimalt tilladte strømstyrker:

| | | |
|--------|---------------|------------|
| 462510 | 200 vindinger | Max. 2 A |
| 462520 | 400 vindinger | Max. 1 A |
| 462525 | 800 vindinger | Max. 0,5 A |

Monteret på UI-kernen kan 462510 stadigvæk trække en smule mere end 2 A, hvis strømforsyningen skrues helt op på 24 V (i modstrid med anvisningerne i denne vejledning.) Denne marginale overbelastning holder spolen dog til i ganske lang tid.

Monteret på UI-kernen kan hverken 462520 eller 462525 trække så store strømme, at de kan tage skade.

Detaljeret apparaturliste

Specifikt for eksperimentet

| | | |
|--------|------------------------------------|----------|
| 463000 | U-I-kerne med skrue til elevspoler | |
| 462510 | Spole elev 200 vindinger | |
| 462520 | Spole elev 400 vindinger | (2 stk.) |
| 462525 | Spole elev 800 vindinger | |
| 381560 | Voltmeter | |

Standard laboratorieudstyr

| | | |
|--|----------------------------|----------|
| 364000 | Strømforsyning | |
| (Mange andre vil kunne bruges, men det er en fordel, hvis der er indbygget voltmeter.) | | |
| 105722 | Sikkerhedskabel 50 cm, gul | (2 stk.) |
| 105723 | Sikkerhedskabel 50 cm, blå | (2 stk.) |

Reklamerationsret

Der er to års reklamerationsret, regnet fra fakturadato. Reklamerationsretten dækker materiale- og produktionsfejl.

Reklamerationsretten dækker ikke udstyr, der er blevet mishandlet, dårligt vedligeholdt eller fejlmonteret, ligesom udstyr, der ikke er repareret på vort værksted, ikke dækkes af garantien.

Returnering af defekt udstyr som garantireparation sker for kundens regning og risiko og kan kun foretages efter aftale med Frederiksen. Med mindre andet er aftalt med Frederiksen, skal fragtbeløbet forudbetales. Udstyret skal emballeres forsvarligt.

Enhver skade på udstyret, der skyldes forsendelsen, dækkes ikke af garantien. Frederiksen betaler for returnering af udstyret efter garantireparationer.

© Frederiksen Scientific A/S

Denne brugsvejledning må kopieres til intern brug på den adresse hvortil det tilhørende apparat er købt. Vejledningen kan også hentes på vores hjemmeside