

Eksperiment nummer	136220	Emne	Ellære, vekselstrøm og ensretning		
Version	2018-08-20 / HS	Type	Elevøvelse	Foreslået til	9-10 / gymBC p. 1/4



Formål

Måling af effektivværdien af forskellige spændinger: Vekselspænding, halvbølge-ensrettet spænding samt ensrettet og udglattet spænding.

Princip

Effektivværdien af de forskellige spændinger findes ved at sammenligne lysudbyttet af to pærer, hvoraf den ene er tilsluttet en jævnspænding af kendt størrelse og den anden tilsluttes den spænding, der skal undersøges. Når pærene lyser lige meget, er den ukendte spændings effektivværdi netop det samme som jævnspændingen.

Apparatur

(Se detaljeret apparaturliste på s. 4)

Strømforsyning AC/DC

(DC-spændingen skal kunne varieres trinløst, og der skal være et voltmeter til DC – vores **361700** er et godt valg)

Glødelamper (pærer) 6 V 0,05 A (to *ens*)

Lampefatninger (to stk. – evt. på samme bundplade)

Ensretterdiode

Stor elektrolytkondensator (15000 μ F)

Ledninger

Strømforsyning uden voltmeter

Vores 361700 har indbygget voltmeter for DC-spændingen. En strømforsyning uden voltmeter kan også bruges, blot man tilslutter et eksternt voltmeter parallelt over strømforsyningens DC-bøsninger.

Det er en væsentlig pointe i denne øvelse, at det *kun* er denne spænding, man måler med voltmeter. (De fleste multimetre vil heller ikke kunne måle pulserende jævnspændinger korrekt.)

Udførelse

Lokalet må meget gerne have dæmpet belysning, men der skal ikke være egentligt mørkt.

I alle øvelsens fire dele skal lysstyrken fra to pærer sammenlignes – et godt resultat er helt afhængigt af, at I er omhyggelige og giver jer god tid til dette!

Vent med at tænde strømforsyningen, til opstillingen er færdig. Indstil vekselspændingen (AC) på 6 V. (Den ændres herefter ikke.)

Skru helt ned for jævnspændingen (DC).

1 – Vekselspændingen

Forbind DC-udgangen med den ene lampefatning med en rød og en sort ledning. (Se fig. 1.)

Forbind AC-udgangen til den anden fatning med de to blå ledninger.

I første omgang skal ensretteren, kondensatoren og de tre korte ledninger ikke bruges.

Tænd for strømforsyningen.

Juster stille og roligt DC-spændingen, indtil de to pærer lyser ens. Hold øje med både lysmængden og lysets farve. Tag jer god tid.

Aflæs DC-spændingen på voltmeteret. (Noteres.)

Skru ned for DC-spændingen og sluk.

2 – Spændingsfald i en diode

Inden vi bruger dioden til at ensrette vekselspændingen, skal vi se på, hvad den gør ved en jævnspænding.

Sæt dioden ind mellem strømforsyningens røde DC bøsning og lampefatningen. (Se fig. 2.)

Tænd igen og juster omhyggeligt DC-spændingen, til pærene igen lyser lige meget. Nu må *pæren* få lige så stor spænding som før.

Sker dette ved helt samme spænding på strømforsyningen som før? Notér den nye spænding.

Skru ned, sluk, og tag dioden ud af DC-kredsløbet, så denne pære igen er forbundet direkte til strømforsyningen.

3 – Halvbølgeensretning

Vi skal nu skære de negative halvdele af spændingen væk ved at indskyde ensretterdioden i den ene ledning mellem strømforsyningens AC-udgang og lampefatningen. (Se fig. 3.)

Tænd igen og juster igen omhyggeligt DC-spændingen, til pærene lyser lige meget. Da vi forhindrer de negative dele af vekselspændingen i at nå pæren, er det næppe overraskende, at den lyser mindre end før. Aflæs og notér den nye DC-spænding.

Skru ned, og sluk strømforsyningen.

4 – Ensretning og udglatning

Nu skal kondensatoren kobles i parallel med pæren. (Se fig. 4.) Kondensatoren skal vendes rigtigt i forhold til dioden.

Kontrollér for en sikkerheds skyld én gang til, at dioden og kondensatoren vender som vist!

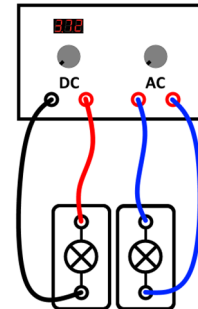


Fig. 1

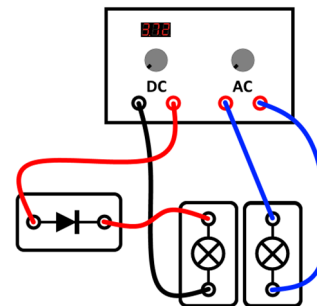


Fig. 2

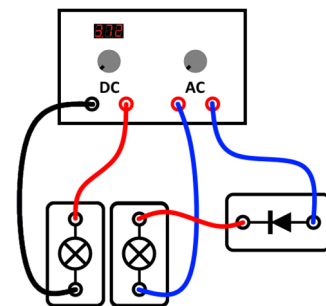


Fig. 3

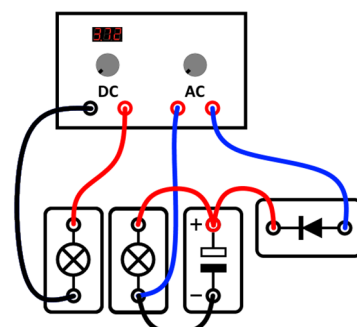


Fig. 4

Tænd nu for strømforsyningen og juster en sidste gang DC-spændingen, til pærerne lyser lige meget. Som tidligere skal dette gøres omhyggeligt.

Aflæs og noter DC-spændingen.
 Skru ned, og sluk strømforsyningen.

Teori

Fig. 5 viser, hvordan vekselspændingen varierer, når tiden går.

Den AC-spænding, som vælges på strømforsyningen er angivet som en *effektiv spænding*. Det betyder, at en DC-spænding af denne størrelse vil give *samme* opvarmning af en metaltråd som AC-spændingen – og dermed samme lysudbytte i en pære.

Del 1 af dette eksperiment er derfor en måling af effektivspændingen – og det er klart, at resultatet gerne skulle ligge tæt på de 6 V, I indstillede den til.

Da AC-spændingen en del af tiden er lav (den er jo nul hundrede gange i sekundet) – må den maksimale værdi – *spidsspændingen* – tilsvarende være højere end den effektive spænding.

Med en hel del matematik kan det beregnes, at spidsspændingen er præcis $\sqrt{2}$ gange større end den effektive spænding for en sinusformet vekselspænding. Det er ca. 1,41 gange større.

Når dioden fjerner de negative halvdele af vekselspændingen, falder lysudbyttet og dermed den effektive værdi for denne *pulserende* eller *halvbølgeensrettede jævnspænding*.

Tænker man sig en "ideel" diode, vil man få en kurveform som vist på fig. 6. Pudser man en matematiker på sagen, kan man få et vide, at den effektive værdi af den pulserende jævnspænding er en faktor $\frac{1}{\sqrt{2}}$ gange den effektive værdi af den oprindelige vekselspænding. I decimaltal er det ca. 0,71 gange.

I del 3 var det netop denne effektivværdi, I målte.

I del 4 tilføjes en kondensator. Den bliver ladet op, hver gang spændingen er nær ved spidsspændingen.

Tænker man sig en "ideel" diode og en meget stor kondensator, vil spændingen over kondensatoren være det samme som spidsspændingen. I praksis vil strømforbruget til pæren få spændingen til at falde lidt mellem opladningerne (fig. 7).

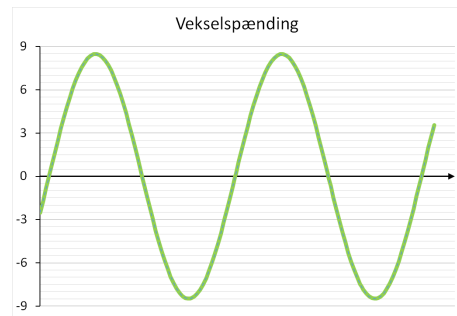


Fig. 5

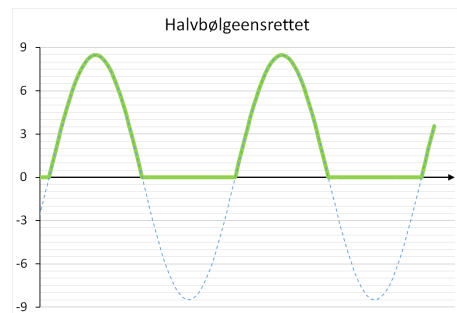


Fig. 6

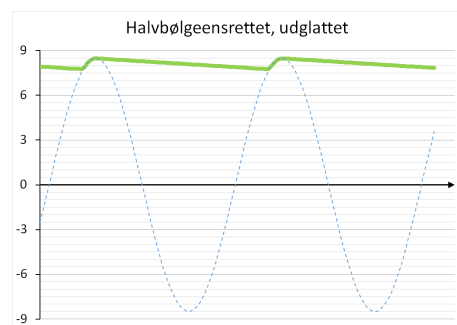


Fig. 7

Diskussion og evaluering

1 – Vekselspændingen

Hvor mange % ligger resultatet fra det forventede? (Dette giver en idé om målesikkerheden.)

2 – Spændingsfald i en diode

Hvad stort er spændingsfaldet gennem dioden, når den som her er koblet i lederretningen?

3 – Halvbølgeensretning

Hvor stor er den *teoretiske* værdi for den effektive spænding efter halvbølgeensretning?

Hvilken effektiv spænding *måler* I?

Forklar en evt. forskel.

4 – Ensretning og udglatning

Hvor stor er den *teoretiske* værdi for den effektive spænding efter ensretning og udglatning?

Hvilken effektiv spænding *måler* I?

Forklar en evt. forskel.

Noter til læreren

Benyttede begreber

Jævnspænding
 Vekselspænding
 Effektivværdi
 Ensretning
 Udglatning

Matematiske forudsætninger

Procentregning
 (Kvadratrødder)

Om apparaturet

Glødelamper er et industrielt produkt med en vis variation fra pære til pære. Elevernes udbytte stiger, hvis de ikke udsættes for denne variation, når de skal sammenligne pærernes lys.

Som lærer kan du inden timen sortere pærerne efter strømforbrug ved en given spænding. Brug et eksternt amperemeter. Tildel hvert øvelseshold to pærer med så ens strømforbrug som muligt.

Om teoretiske værdier

Det er velkendt, at spidsværdien for en vekselspænding er en faktor $\sqrt{2}$ højere end effektivværdien. (Skal man eftervise dette, kræves integralregning.)

Det er knap så velkendt, hvor stor effektivværdien af en halvbølgeensrettet, pulserende jævnspænding er i forhold til effektivværdien af den oprindelige vekselspænding (under antagelse af en ideel ensretter). Men det kan ret let indses, når man tænker på effektivværdien som en RMS-værdi (Root Mean Squared), dvs. kvadratroden af middelværdien af kvadratet på spændingen):

Middelværdien af kvadratet på spændingen må falde med en faktor $\frac{1}{2}$, når den ene halvbølge sættes til 0. Tager man derefter kvadratroden, får man netop faktoren $\frac{1}{\sqrt{2}}$.

Detaljeret apparaturliste

Specifikt for eksperimentet

361700 Strømforsyning
 412000 Lampefatning (2 stk.)
 434000 Ensretterdiode
 430070 Kapacitor 15000 uF

Standard laboratorieudstyr

105720 Sikkerhedskabel, 50 cm, sort
 105721 Sikkerhedskabel, 50 cm, rød
 105723 Sikkerhedskabel, 50 cm, blå (2 stk.)
 105710 Sikkerhedskabel, 25 cm, sort
 105711 Sikkerhedskabel, 25 cm, rød (2 stk.)

Diverse forbrugsstoffer

425025 Glødepære 6 V 0,05 A

Der skal bruges 2 pærer pr. øvelseshold – der er 10 stk. pr. pakke. Pærerne skal være nogenlunde ens – se *Noter til læreren*.

(Øvelsen er optimeret til og afprøvet med denne type pærer – andre typer glødelamper giver ikke nødvendigvis lige så gode resultater.)

Reklamationsret

Der er to års reklamationsret, regnet fra fakturadato. Reklamationsretten dækker materiale- og produktionsfejl.

Reklamationsretten 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 fragtbøbet 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.