# Faradays induktionslov, undersøgt vha. oscilloskop

Formål, at undersøge nogle konsekvenser af Maxwells 2. lov (også kaldet Faradays induktionslov):

(1) $U\_{ind}=∮\_{}^{}\vec{E}∙d\vec{s}=-\frac{dΦ\_{B}}{dt}$

Apparatur: En tonegenerator med firkant-, sinus- og trekantssignal. Nevaspolerne 6533, 6536 (2 stk.) og 6537, samt et oscilloskop.

*Bemærk: Tidsskalaen på det gamle oscilloskop afhænger af Trig Level og Var Sweep, og kan således ikke bruges til måling.*

## Teori

Ændres den magnetiske flux gennem en spole med *n* vindinger, induceres der en spænding over spolen bestemt ved:

(2) $U\_{ind}=-n∙\frac{dΦ\_{B}}{dt}$

Den magnetisk induktion *B* midt i en lang spole med *N* vindinger, længde *l* og diameter *d* er:

(3) $B=μ\_{0}\frac{N⋅I}{l}  (mere præcist :B=μ\_{0}\frac{N⋅I}{\sqrt{l^{2}+d^{2}}})$

Anbringes en lille spole midt i en stor spole og er spændingen over den store spole *U*, induceres en spænding *U*ind i den lille spole bestemt ved

(4) $U\_{ind}=-n∙\frac{dΦ\_{B}}{dt}=-μ\_{0}\frac{n⋅N⋅A}{l⋅R}⋅\frac{dU}{dt}$

hvor *A* er den lille spoles tværsnitsareal.

### Opgave

Spændingen over den store spole kan have form som en trekantsspænding.

Tegn den hertil svarende inducerede spænding *U*ind.

Samme spørgsmål for en sinusspænding.

Begrund desuden for en trekantsspænding, at

$\left|\frac{dU}{dt}\right|=2f∙U^{pp}$, hvor $f=\frac{1}{T}$ er frekvensen for trekantsspændingen.

### Forsøgsopstilling og forsøgsbeskrivelse:

### Forsøg 1:

Vi sammensætter nu et kredsløb som vist på figuren. En spole 6536 er anbragt midt i spolen 6533. *Bemærk at begge sider, og begge ender, af 6533 skal forbindes.*

En trekantsspænding lægges over den store spole, og denne spænding måles på skopets *y*1 indgang. Den i den lille spole inducerede spænding måles på skopets *y*2 indgang.

Tonegeneratorens frekvens stilles (konstant) på 50 Hz. Tonegeneratorens spænding *U* varieres og det undersøges, om den inducerede spænding *U*ind er en firkantspænding og om den inducerede spænding *U*ind er proportional med $U^{pp}$ ($U^{pp}$ står for *U-peak-peak*, altså afstanden fra den største til den mindste spænding)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| $U^{pp}$/ V | 4 | 8 | 12 | 16 | 20 |
| 2·*U*ind / mV |  |  |  |  |  |

### Forsøg 2:

Samme opstilling, men denne gang varieres frekvensen og spændingen $U^{pp}$ holdes konstant (10 V), og det undersøges, om den inducerede spænding *U*ind er proportional med frekvensen.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *f* / Hz | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 |
| 2·*U*ind / mV |  |  |  |  |  |

### Forsøg 3:

Samme opstilling, men tonegeneratoren stilles på sinusspænding, 50 Hz og max 10 V.

Hvilken form har den inducerede spænding?

Hvad er faseforskellen mellem *U* og *U*ind?

### Forsøg 4:

Samme opstilling, men tonegeneratoren stilles på trekantspænding, 20 Hz og max. 10 V og oscilloskopet stilles på *x*-*y*.

Forklar, at billedet på oscilloskopet ser ud som vist på figuren.

Det undersøges nu, om den inducerede spæn-ding er proportional med den lille spoles vin-dingstal *n* og dens tværsnitsareal *A*.

For hver måling undersøges det, om den inducerede spænding stemmer overens med den beregnede.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Spole | 6536 | to 6536 | 6537 |
| *f* / Hz = | *n*, *A* (cm2) | 1000, 28 | 2000, 28 | 2000, 14 |
| *U* / V =  | 2·*U*ind / mV |  |  |  |

**Ps**. Nevaspolen 6533 har et tværsnitsareal *A* = 46,5 cm2, og et samlet vindingstal på *N*=16000 og en ohmsk modstand R =2208 .

**Ps**: som opvarmning til denne øvelse kan man lave følgende forsøg.

Sæt en meget langsom trekantsspænding over det ene lag vindinger i nevaspolen. Indsæt et analogt amperemeter i dette kredsløb. Sæt et analogt voltmeter over det andet lag vindinger. Iagttag visernes udslag.