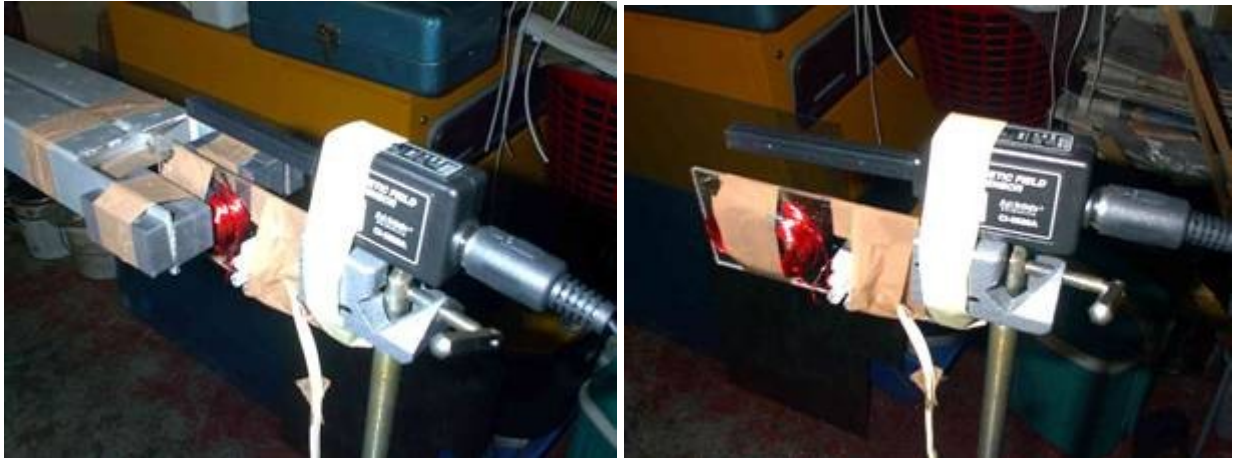


Målinger på Bølgevippen, WGPC-III

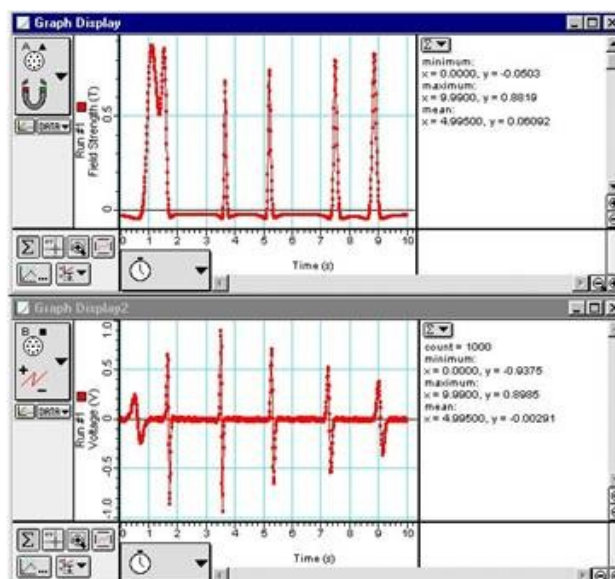
Indledende undersøgelser v/ Povl-Otto Nissen

Vippegeneratoren er her opstillet med vægtstangsforholdet 30: 94, idet midten af magnetsættet på den lange arm er 94 cm fra omdrejningsaksen. Flyderen trækker på den korte arm på 30 cm. Denne måling foretages i en opspænding uden vand, hvor vippegeneratoren efter igangsætningen svinger i egenfrekvensen, og hvor amplituden dæmpes over tid på grund af friktionen.

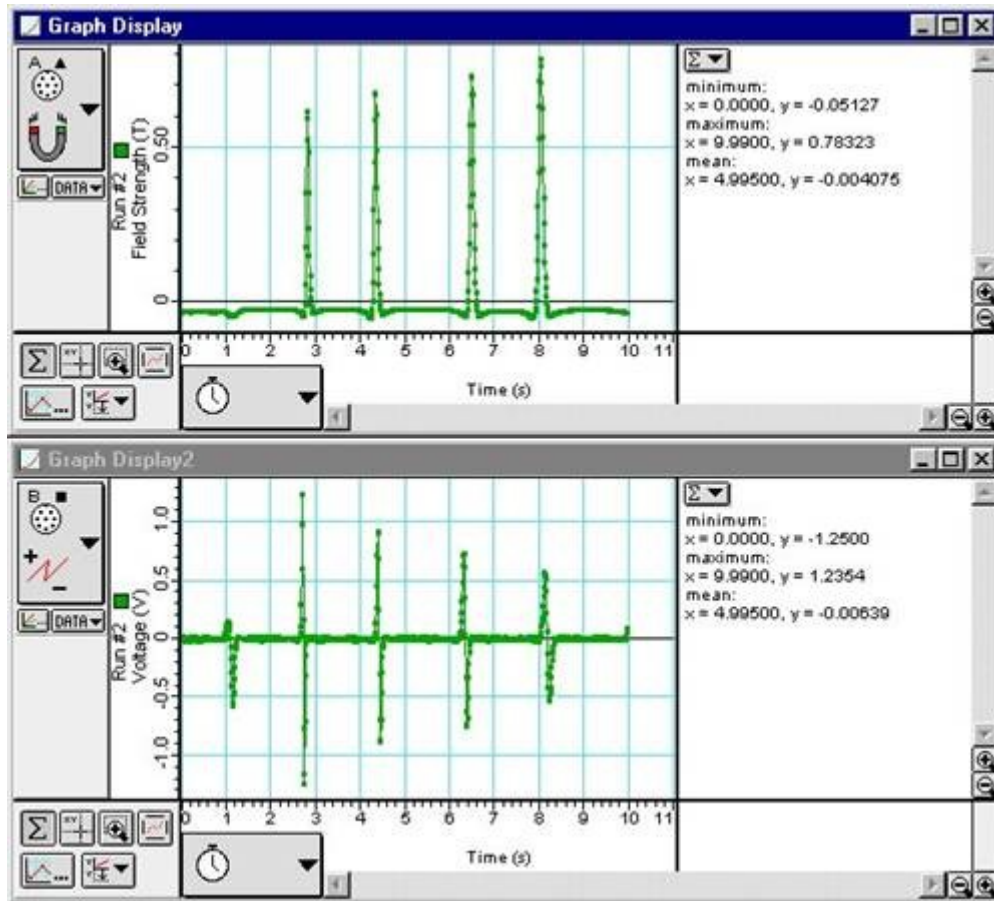


I første måleserie måles såvel spændingen som magnetfeltstyrken, når magnetsættet passerer forbi spolen. Magnetsættet, der danner et aksialparallelt felt, som passerer spolen under svingningen, består af 3 lag af de givne magneter til hver side. Gabet mellem magneterne er 28 mm. Feltstyrken midt i gabet, hvor spolen passerer, er målt til 0,7 Tesla. Spolen på 200 vindinger optager 20 mm af gabet midt i, så der er 4 mm fra spolen og ud til magneterne til hver side. Der er ingen jernkerne i spolen i dette målesæt. Start betingelsen er i øvrigt, at vægten af belastningen på den lange arm (94 cm) er ubalanceret af flyder og kontravægt på den korte arm (30 cm), således at vægtstangens centerlinie er vandret.

Første måleserie, 1. måling: Der måles i 10 sekunder.



Første måleserie, 2. måling: Der måles i 10 sekunder.



Af graferne fremgår, at svingningen er lidt "haltende". Dette skyldes, at den asymmetriske vægtstang er ophængt i "stadig ligevægt" med centerlinien cirka 2,5 cm under omdrejningspunktet, hvorved magnetsættet opholder sig længere tid under nul-linien end over. Den midlede egenfrekvens i denne opstilling er beregnet til 0,275 Hz. Dæmpningen fremgår tydeligt af spændingskurverne. Dæmpningsfaktoren er beregnet til $b = -0,0624$, bestemt ved hjælp af $y = a10^{(bx)}$. Da maskinen under normal funktion vil arbejde ved tvungne svingninger fra bølgerne, giver dæmpningsfaktoren mulighed for at beregne energitabet i selve systemet.

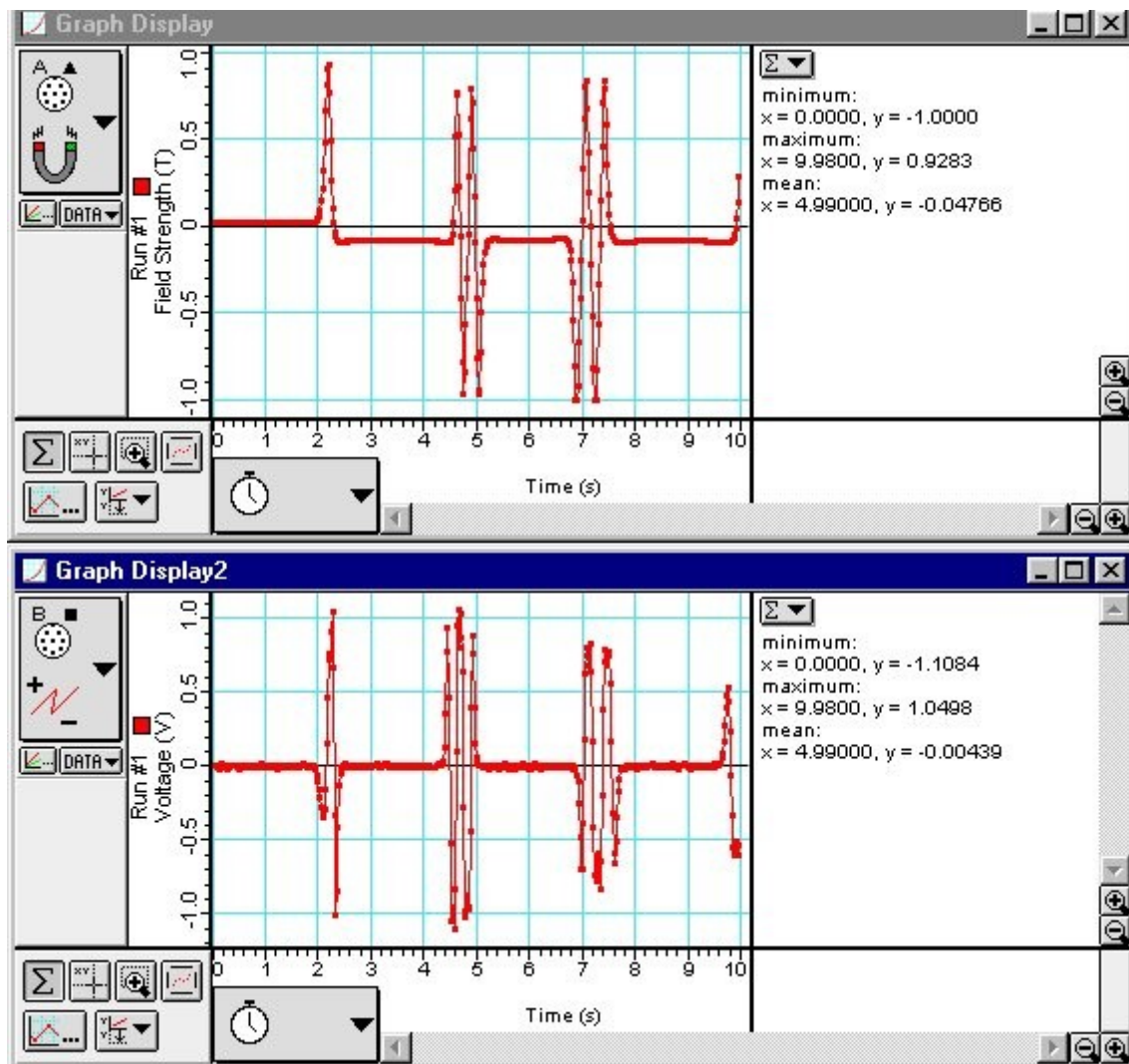
Det er også tydeligt, at spændingstoppe er højest der, hvor passagehastigheden er størst, og bliver mindre efterhånden som dæmpningen skrider frem, hvilket er i overensstemmelse med induktionsformlen $Emk = -N(d/dt)$, hvor $\Phi = B \cdot A$ er fluxen og dt er passagetiden. B er fluxtætheden og A er spolens åbningsareal. Paradoxalt nok ser det ud til, at magnetfeltstyrken er stigende ved langsommere passagehastigheder. Dette kunne skyldes en vis reaktionstid i Hall-sonden, der måler magnetfeltet. Dette undersøges nærmere.

2. måleserie:

Der måles på vippegeneratoren, hvor **fire magnetsæt er anbragt med skiftevis modsat feltretninger** axialparallelt i en afstand af 94 cm fra omdrejningsaksen. Hvert magnetsæt består af 4 magneter anbragt to og to overfor hinanden. De er til hver side fæstnet på en buetformet 1 mm jernplade, der tillader en vis magnetisk feltkobling fra sæt til sæt. Magneterne sidder fast på jernpladen ved egen tiltrækning.

Afstanden mellem magnetsættene langs buen er 56 mm Gabet mellem magneterne, hvor statorens spole er anbragt, målt til 25 mm. Spolelængden optager 18 mm. Der er således 3,5 mm gab fra magnet til spole på hver side. Magnetfeltstyrken (fluxtætheden) midt mellem magnetpolerne er målt til 1,0 Tesla. Den fysiske målesituation er den, at en spole på 200 vindinger i hver halvsvingning (op eller ned) påvirkes af feltet fra fire magnetsæt med skiftevis modsat feltretning.

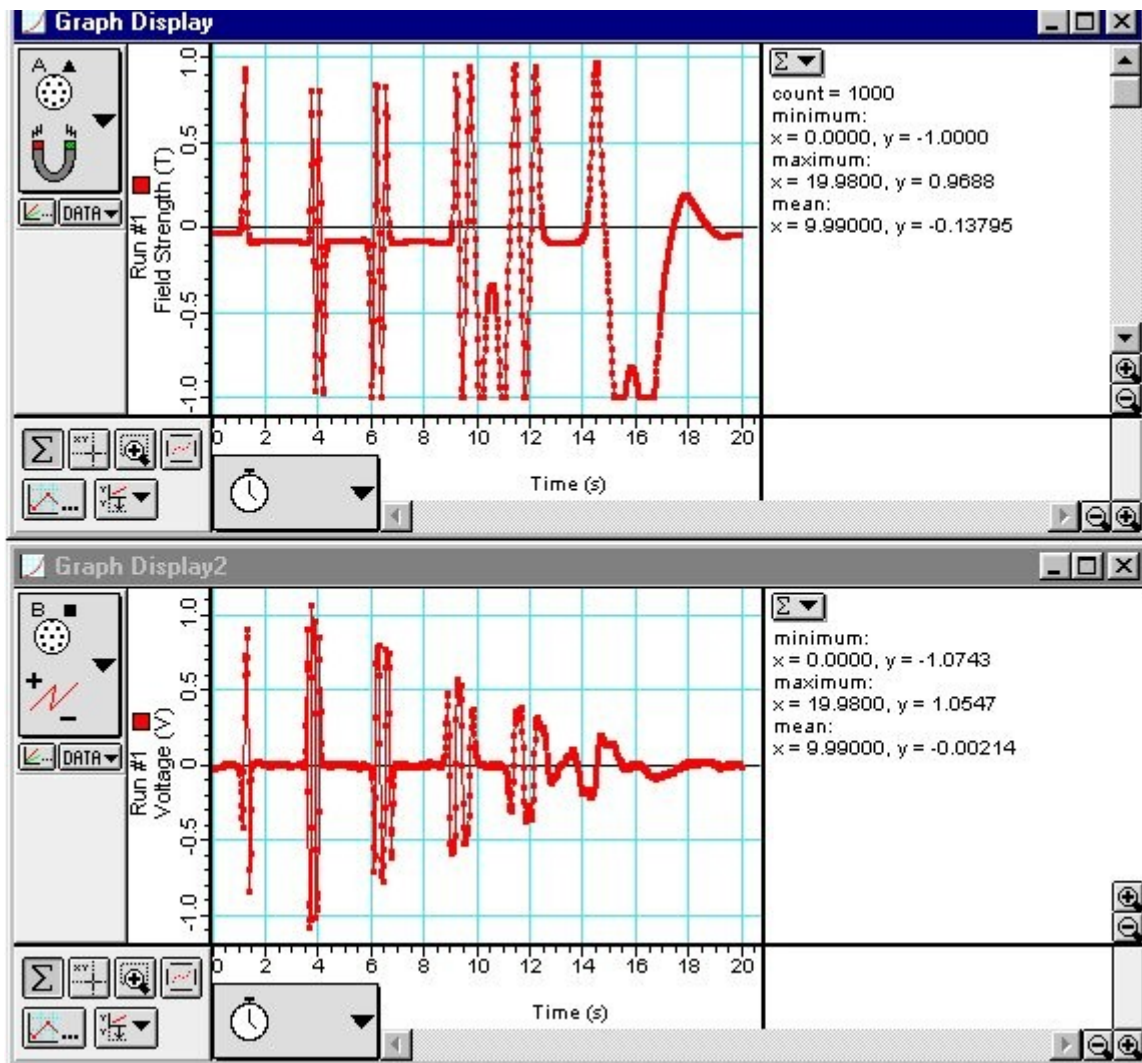
Måling 1:



Af spændingsgrafen fremgår det, at de inducerede spændingsamplituder er lidt over 1 Volt, hvilket betyder en maximal induceret spændingsvariation på 2,16 Volt. Systemets egenfrekvens er i denne opstilling målt til 0,197 Hz, hvilket svarer til en svingningstid på $T = 5,066$ sekunder. Den længere svingningstid skyldes et større inertimoment fra flere magneter og større kontravægt.

2. måleserie, måling 2:

Denne måling forløber over 20 sekunder for at få værdier nok til at beregne dæmpningsfaktoren.



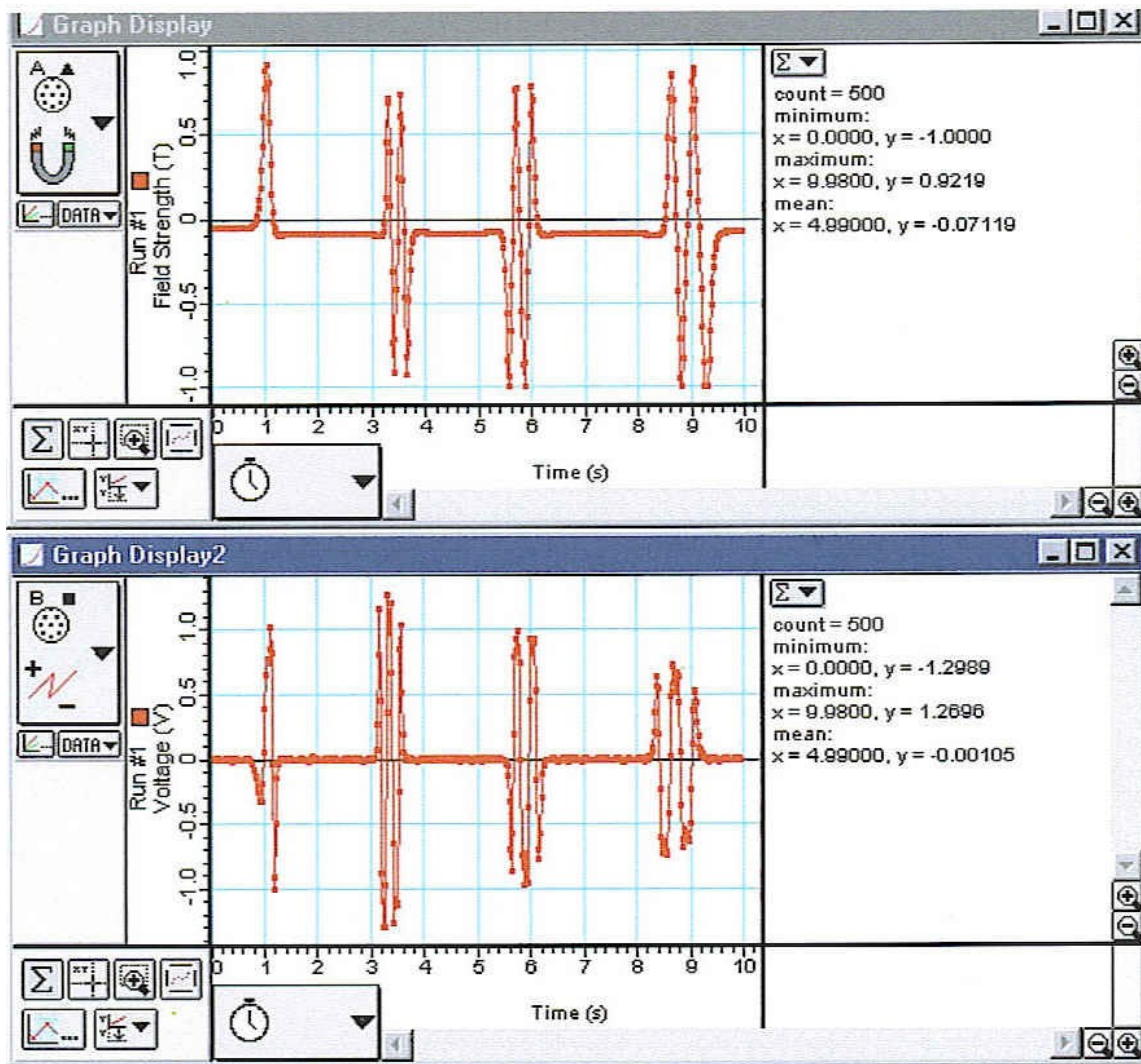
Egenfrekvensen er her bestemt til 0,19 Hz. Dæmpningsfaktoren er bestemt til $b = -0.0466$ ved hjælp af $y = a10^{(bx)}$

Tidsrummene mellem påvirkningerne skyldes her, at systemets udsving er større end buekantlængden af magnetsektionen. En udnyttelse af hele udsvinget er blot et spørgsmål om et tilstrækkeligt antal magneter. Buen med magnetsektionen måler i dette tilfælde 19,5 cm, hvilket ved et vægtstangsforhold på 3:1 kun giver mulighed for at udnytte 6,5 cm af bølgehøjden.

Ifølge officielle målinger over bølgehøjder i Nordsøen har den væsentligste del af bølgerne årligt (57, 8 procent) en middelbølgeperiode T_z på op til 6 sekunder og en signifikant bølgehøjde H_s på op til 1,5 meter. Andre 22,6 procent dækker bølgehøjder fra 1, 5 meter op til 2,5 meter. Hovedparten af disse bølger har en bølgeperiode på mellem 4 og 6 sekunder. Potentialet er således tilstede for en bedre udnyttelse ved optimering af vippegeneratoren med flere og stærkere permanentmagneter samt flere induktionsspoler med jernkerner samt flere vindinger.

3. måleserie, måling 3:

At magnetfeltets middelniveau ligger lidt under nullinien skyldes det umulige i at nulstille Hall-sonden et sted, der er helt fri for magnetfelter.



Den maximale spændingsvariation, der kan aflæses på denne graf går fra -1,2989 til + 1,2696 Volt, altså i alt 2,569 Volt. Det ses, at spændingen under bevægelsen vokser op i spolen, når f.eks. en magnet nærmer sig, - og vender, når magneten passerer spolen og fjerner sig, hvilket forstærkes af et modsat rettet magnetfelt, som nærmer sig osv.

Passagetiden for magnetsektionen er i dette tilfælde aflæst til 0,551 sek. Dette betyder at magnetsektionens passerer forbi spolen med en middelhastighed på $0,195 \text{ m} / 0,551 \text{ sek} = 0,35 \text{ m/sek}$.

28-12-2002

Povl-Otto Nissen

Povlonis Innovation

Tangevej 47 A, 6760 Ribe

75422922 /// 51260117

www.povlonis.dk

