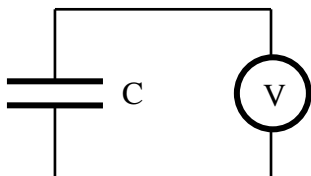


FYS 1120: Oblig 1 – Grunnleggende måleteknikk

1. Indre resistans i et voltmeter



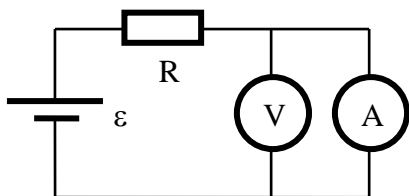
Ved potensialmålinger med et voltmeter regner vi som regel at den indre resistansen i voltmeteret er svært høy, dvs at det ikke går noe strøm av betydning gjennom voltmeteret. Det er likevel viktig å vite hva den faktiske verdien av voltmeterets indre resistans er for å kunne vurdere om denne tilnærmingen kan brukes eller ikke i et konkret tilfelle. Vi skal derfor se på en metode for å bestemme indre resistans.

En kondensator med kjent kapasitans C skal lades opp ved hjelp av et batteri (ikke vist på figuren). Kondensatoren utlades så gjennom et voltmeter.

Potensialforskjellen $V = V_0 e^{-t/\tau}$ over

kondensatoren avleses samtidig som funksjon av tid på det samme voltmeteret under utladningen (ta 2-3 målinger per minutt i 6-7 minutter). Tegn inn måleresultatet på millimeter-papir ($\ln V$ versus t) og bestem tidskonstanten τ fra grafen. Bruk deretter definisjonen $\tau = RC$ til å bestemme voltmeterets indre resistans R .

2. Indre resistans i et amperemeter



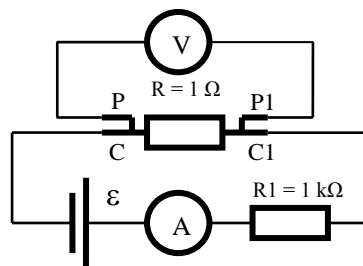
Tilsvarende regner man ofte den indre resistansen i et amperemeter som ubetydelig, slik at man ikke trenger å ta hensyn til noe spenningsfall over amperemeteret når man måler strømmen i en krets. Vi skal her se på en metode for å finne den faktiske verdien av den indre resistansen i et amperemeter.

En motstand R kobles i serie med amperemeteret og strømmen I gjennom amperemeteret og potensialforskjellen V over amperemeteret, måles. Velg følgende verdier for R :

R [Ω]	500	700	1000	1200	1500
------------------	-----	-----	------	------	------

Tegn inn måleresultatene på et millimeter-papir (I langs x-aksen og V langs y-aksen). Punktene bør ligge på en rett linje gjennom origo slik at $V = R_i \cdot I$. Bestem amperemeterets indre resistans R_i . NB! Den indre resistansen R_i avhenger av måleområdet som benyttes.

3. Firepunktsmåling av resistans

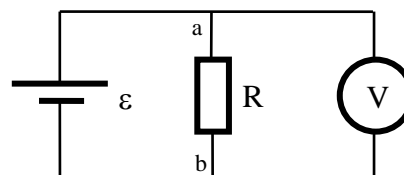


Ved måling av veldig små resistansverdier vil vi få inn kontaktresistansen ved tilkoblingen til motstanden som feilkilde. Vi kan løse dette problemet ved å måle potensialforskjellen over motstanden i andre tilkoblingspunkter enn de vi bruker til å sende strøm gjennom motstanden. Resistansen i tilkoblingspunktene for voltmeteret betyr ikke noe siden denne resistansen er mye lavere enn den indre resistansen i voltmeteret.

Oppgaven går ut på å bestemme den faktiske resistansen til en motstand med nominell resistans 1Ω ved 20°C . Bruk koblingen som er vist i figuren over. Legg merke til at motstanden har fire kontakter: C og C1 for "current", og P og P1 for "potential". NB! Seriemotstanden på $1 \text{ k}\Omega$ må ikke utelates.

Anslå hvor stor feil vi gjør ved eventuelt ikke å bruke firepunktsmåling, ved å gjøre en topunktsmåling og så sammenlikne resultatene.

4. Indre resistans i et termoelement (Peltier-element)



Generatoren ϵ (et Peltier-element plassert mellom en kobbersylinder og en metallkopp fylt med varmt vann) kobles til en motstandsbox (R på figuren). Vi velger følgende resistansverdier:

$R [\Omega]$	1	1,5	2,5	4	10
--------------	---	-----	-----	---	----

For hvert valg av resistansen R måles potensialforskjellen U_{ab} med et voltmeter med stor indre resistans. Strømmen I_R gjennom motstandsboxen er gitt ved:

$$I_R = \frac{U_{ab}}{R}$$

Strømmen I gjennom generatoren er gitt ved

$$I = I_R + I_V$$

der I_V er strømmen gjennom voltmeteret. Siden voltmeterets indre resistans er $10 \text{ M}\Omega$ blir $I_V \ll I_R$, slik at vi med god tilnærming kan skrive

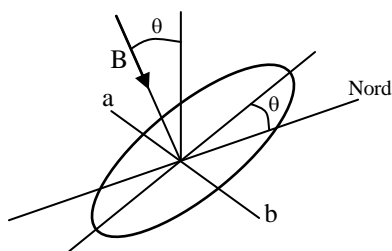
$$I = I_R = \frac{U_{ab}}{R}$$

Potensialforskjellen U_{ab} fremstilles grafisk som funksjon av strømmen I på millimeterpapir. Punktene forventes da å ligge på en rett linje som kan skrive som

$$U_{ab} = \varepsilon - R_i I$$

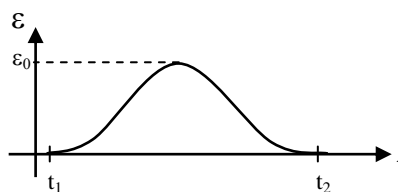
der ε er generatorens elektromotoriske spenning og R_i er generatorens indre resistans. Bruk grafen til å bestemme R_i .

5. Jordas magnetfelt



Når vi skal måle den jordmagnetiske flukstettheten, trenger vi en spole med stort areal og mange vindinger. Geometrien i forsøket er vist skjematisk i figuren over. Spolen holdes slik at feltet står normalt på spoleflaten. Vinkelen θ mellom en loddrett linje og feltet B måles med en *inklinator*.

Spolen (jordinduktoren) kobles til et mikrovoltmeter med viser. Så dreies spolen 180° om en horisontal vest-øst akse ab . (Du trenger et kompass når du skal orientere stativet med spolen). Under bevegelsen induseres en ems ε i spolen. "Spenningspulsens" tidsforløp er antydnet i figuren under.



Den magnetiske fluksen gjennom spolen betegnes med Φ . Vi integrerer Faradays induksjonslov

$$\varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt}$$

og får

$$\Phi(t_2) - \Phi(t_1) = -\int_{t_1}^{t_2} \varepsilon(t) dt$$

Spolen har areal A og vindingstall N . Vi orienterer spoleflaten slik at $\Phi(t_i) = NAB$, slik at

$$NAB = \frac{1}{2} \int_{t_1}^{t_2} \varepsilon(t) dt$$

Spenningspulsens er tilnærmet trekantformet, slik at

$$\int_{t_1}^{t_2} \varepsilon(t) dt \approx \frac{1}{2} \varepsilon_0 (t_2 - t_1)$$

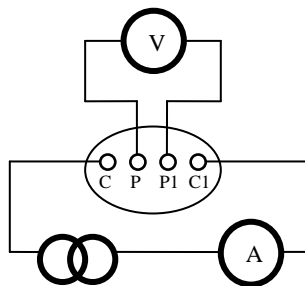
der ε_0 er viserens maksimale utslag. Vi får derfor

$$B \approx \frac{\varepsilon_0 (t_2 - t_1)}{4NA}$$

NB! Denne fremgangsmåten kan bare gi en tilnærmet riktig verdi for flukstettheten B . Får å få en mer nøyaktig verdi må vi bruke en spenningsintegrator. Mål tiden og spenningsstoppen flere ganger og regn ut et gjennomsnitt for B .

6. Resistans i en superleder

Vi benytter en skive av YBaCu-oksid. Skiven har fire kontakter C, C1, P, P1.



Skiven kobles til en strømkilde med innebygget amperemeter og et voltmeter, som vist i figuren. Vi

legger skiven i et kar av isopor. Strømmen innstilles på ca. 500 mA. Denne strømmen bør være konstant (grønt lys under CC (= constant current) på strømkilden). Så kjøles skiven ned med flytende nitrogen (benytt beskyttelsesbriller). Legg merke til hvordan potensialforskjellen mellom punktene P og P1 varierer.