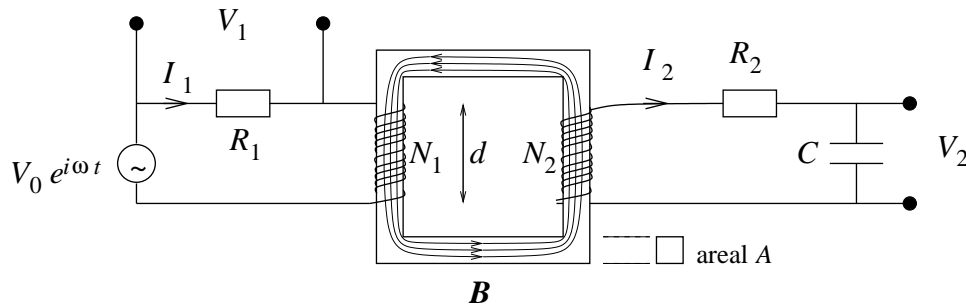


Øving 6

Veiledning: Mandag 3. og onsdag 5. oktober

Innleveringsfrist: Fredag 7. oktober

Figuren nedenfor viser en elektrisk krets som kan brukes til å måle magnetfeltet i jernkjernen midt i kretsen:



(Du skal senere bruke en tilsvarende krets på laben til å måle magnetisk hysteresse.) På jernkjernen er det viklet opp spoletråd med henholdsvis  $N_1$  og  $N_2$  viklinger på venstre og høyre side, begge over en lengde  $d$ . Dette er essensielt en transformator.

Spole 1 er en del av den såkalte *primærkretsen*, som i tillegg består av en motstand  $R_1$  og en vekselspenningskilde  $V_0 \cos \omega t$ , eventuelt  $V_0 \exp(i\omega t)$  på kompleks form.

Spole 2 er en del av *sekundærkretsen*, som i tillegg består av en motstand  $R_2$  og en kondensator med kapasitans  $C$ .

Vi ser av figuren at  $V_1$  og  $V_2$  er spenningen over henholdsvis motstanden i primærkretsen og kondensatoren i sekundærkretsen.

Jernets relative permeabilitet er  $\mu_r$ . Tverrsnittet av jernkjernen har areal  $A$ . Hvis det genereres et magnetfelt  $B$  ved at det sendes en strøm gjennom den ene eller andre spolen, vil magnetfeltlinjene med god tilnærming holdes inne i jernet. Dermed vil essensielt samme magnetiske fluks passere innenfor samtlige viklinger på begge de to spolene. Vi antar derfor at  $B = 0$  overalt utenfor jernkjernen.

a) Bestem selvinduktansene  $L_1$  og  $L_2$  til de to spolene. Du kan regne som om begge de to spolene er uendelig lange. (Dvs: Bruk det du vet om magnetfeltet inne i en uendelig lang og tett viklet spole. Se også øving 14 fra i vår.)

b) Bestem primærkretsens impedans  $Z_1(\omega)$ . ( $\omega$  representerer vinkelfrekvensen til den påtrykte spenningen  $V_0 \cos \omega t$ .)

c) Sekundærkretsen er en seriekobling av motstanden  $R_2$  og kapasitansen  $C$ . Hva er da sekundærkretsens impedans  $Z_2(\omega)$ ? (Merk at spole 2 ikke blir en del av  $Z_2$ , ettersom spolen

representerer spenningskilden i denne kretsen!) Vis at vi for vinkelfrekvenser  $\omega \gg 1/R_2C$  kan gjøre tilnærmelsen  $Z_2 \simeq R_2$ .

d) Vis at dersom vi kan gjøre tilnærmelsen  $Z_2 \simeq R_2$ , vil kondensatorens ladning, og dermed spenningsfallet over kondensatoren bli proporsjonal med magnetfeltet  $B$  inne i jernkjernen:

$$V_2 = \frac{Q}{C} = \frac{N_2AB}{R_2C}$$

Hvordan modifieres denne sammenhengen dersom vi *ikke* har så stor vinkelfrekvens at  $\omega \gg 1/R_2C$  (dvs: dersom vi ikke kan anta  $Z_2 \simeq R_2$ )?

Kommentar: Vi gjør samme antagelse her som i laboppgaven om magnetisk hysteresese, nemlig at  $R_2 \gg R_1$ . Da blir strømmen i sekundærkretsen mye mindre enn strømmen i primærkretsen, slik at gjensidig induksjon fra spole 2 til spole 1 kan neglisjeres.