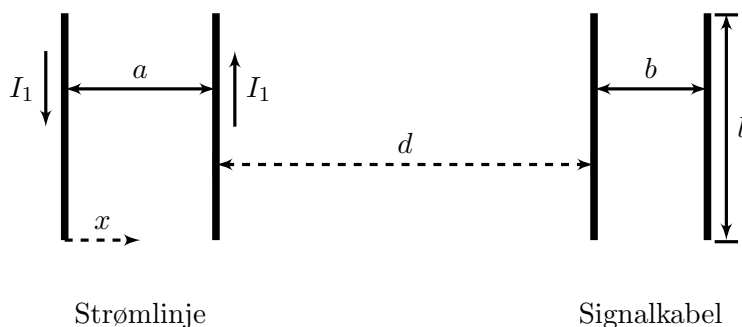


TFE4120 Elektromagnetisme

Øving 10

Oppgave 1

Parallelt med en signalkabel (evt. telefonlinje) går det en strømledning. Strømledningen og signalkabelen består av to tynne, parallelle ledere som vist i figuren under. Strømledningen kan antas å være uendelig lang, og signalkabelen kan antas å være en lukket, rektangulær sløyfe med lengde l og bredde b . Anta at tykkelsen på lederne er neglisjerbar i forhold til avstandene a , b , d , og l .



- Finne den gjensidige induktansen mellom strømledningen og signalkabelen. *Tips:* Bruk $L_{12} = \Phi_{12}/I_1$. Anta en strøm I_1 i strømledningen, og regn ut feltet strømledningen gir mellom lederne til signalkabelen.
- Finne amplituden til den induerte elektromotoriske spenningen i signalkabelen når det går en harmonisk varierende strøm med amplitude I_0 og frekvens f i strømledningen. Som et numerisk eksempel, bruk verdiene $f = 50\text{Hz}$, $I_0 = 100\text{A}$, $l = 500\text{m}$, $d = 10\text{m}$, $a = 50\text{cm}$, og $b = 10\text{cm}$. (Svar: 1.48mV .)
- Hvorfor kan det være lurt å tvinne signalledningene rundt hverandre?

Oppgave 2

- a) Den magnetiske fluksen gjennom en strømsløyfe C er definert som

$$\Phi = \int_S \mathbf{B} \cdot d\mathbf{S}, \quad (1)$$

der S er et areal som begrenses av C . Vis at fluksen kan skrives på formen

$$\Phi = \oint_C \mathbf{A} \cdot d\mathbf{l}, \quad (2)$$

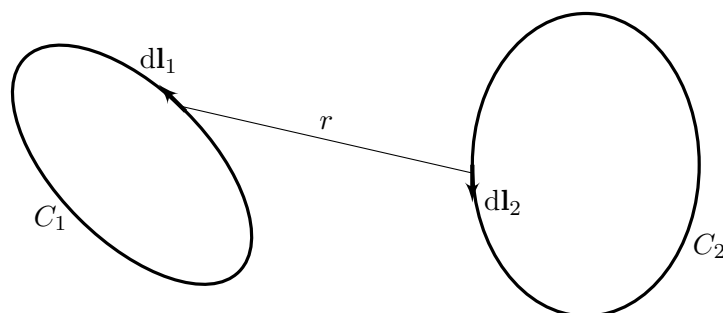
der \mathbf{A} er vektorpotensialet. Husk at \mathbf{A} er definert slik at $\mathbf{B} = \nabla \times \mathbf{A}$.

- b) Bruk definisjonen på gjensidig induktans, $L_{12} = \Phi_{12}/I_1$, og resultatet fra a) til å vise at

$$L_{12} = \frac{\mu}{4\pi} \oint_{C_2} \oint_{C_1} \frac{d\mathbf{l}_1 \cdot d\mathbf{l}_2}{r}, \quad (3)$$

der r er avstanden mellom elementene $d\mathbf{l}_1$ og $d\mathbf{l}_2$. Anta at mediet er lineært og har permeabiliteten μ .

Tips: Vektorpotensialet fra en sløyfe i vakuum er gitt ved lign. (3.44) i kompendiet. I et (lineært) materiale må μ_0 byttes ut med μ .



Her vises elementene $d\mathbf{l}_1$, $d\mathbf{l}_2$, samt avstanden r mellom dem.

- c) Forklar med utgangspunkt i (3) hvorfor $L_{12} = L_{21}$.