
TÉMA: Indukciós együtthatók és mágneses körök számítása.

1.) feladat

A \vec{B} , \vec{E} , \vec{D} , \vec{H} -t tartalmazó Maxwell egyenletekből egy „energia mérleg” írható fel. Az ebben szereplő $(\vec{D}\vec{E} + \vec{H}\vec{B})$ általános esetben nem egy térmennyiség (∂_t) idő szerinti deriváltja.

- Mutassuk meg, hogy lineáris (izotróp) anyag esetén ez egy w energiasűrűség idő szerinti (∂_t) deriváltja (**volt előadáson!**)
- Tekintsünk egy olyan elrendezést, ahol az anyag dielektromos tulajdonsága lineáris és izotróp, azaz létezik ϵ_r dielektromos állandó. Ugyanakkor a mágneses viselkedés $M(B)$ ill. $B(H)$ hiszterézist mutat. Mutassuk meg, hogy az energia-mérlegegyenletben megjelenő $\vec{M}\vec{B}$ tagot „forrásúrsúgként” kell értelmezni. Ez az energia disszipálódik az átmágnesezés során
- Mutassuk meg, hogy a $B(H)$ hiszterézis hurok által bezárt terület az egy ciklus során (hő formájában) disszipálódó energiát adja!

MEGJEGYZÉS: Egy vasmagos tekercs esetén a tekercs huzalban disszipálódó Joule hőt „rézvesztésnek”, a vasmagban (a hiszterézis miatt, fellépő hőt) „vasvesztésnek” hívják a műszaki életben.

2.) feladat

Adott két végtelen hosszú, egymással párhuzamos, egyforma, körkeresztmetszetű vezeték. A keresztmetszetek sugara „ r_0 ”, a középvonalak távolsága „ D ”. A vezetékekben, egymással ellentétes irányban, „ I ” egyenáram folyik.

- Határozza meg a \vec{B} mágneses teret a vezetékek síkjában, a két vezeték között.
 - Határozza meg a vezetékpár „ a ” hosszú szakaszán, a vezetékek közötti felület mágneses fluxusát!
 - Határozza meg a hosszegységre eső $L_{k\ddot{u}ls\ddot{o}}$ önindukciós tényezőt! Ennek neve „külső önindukciós tényező”. A nevét onnan kapta, hogy a mágneses teret csak a vezetéken kívül számoltuk ki. De, mint az közismert, véges keresztmetszetű huzal esetén van mágneses tér a vezető belsejében is. Ezt most elhanyagoltuk.
-

3.) feladat

Az előző feladat alapján joggal merül fel a kérdés, hogy miként kell figyelembe venni a vezetéken belül fellépő mágneses teret?

Tekintsünk egyetlen, végtelen hosszú „ r_0 ” sugarú körkeresztmetszetű vezetéket. A vezeték belsejében fellépő \vec{B} mágneses térnek is van energiája. Ismeretes, hogy a mágneses tér energiája kifejezhető az önindukciós tényezővel:

$$W = \frac{1}{2}LI^2 = \int_{\infty} \frac{1}{2}BHdV$$

- Határozza meg a $\vec{B}_{bels\ddot{o}}$ -t a vezeték belsejében és határozza meg az ebből adódó, hosszegységre eső, $W_{bels\ddot{o}}$ mágneses energiát!
 - Erre igaz lesz, hogy $W_{bels\ddot{o}} = L_{bels\ddot{o}}I^2$. Ez megadja az $L_{bels\ddot{o}}$ ún. „belső önindukciós tényezőt”. Határozzuk ezt meg ebben az esetben!
 - A kettős vezeték hosszegységre eső (teljes) önindukciós tényezője tehát: $L = L_{k\ddot{u}ls\ddot{o}} + L_{bels\ddot{o}}$.
-

4.) feladat

Tekintsünk egy $\vec{B}(\vec{r})$ mágneses mezőt, amelyet (folytonos) erővonalakkal szemléltethetünk. Jelöljük ki egy áramvonalak által határolt „ I ” hosszúságú „fluxuscsovet”!

- Mutassuk meg, hogy a cső mentén a Ψ fluxusra egy formális „Ohm törvény” írható fel, ha a „mágneses feszültséget” és a „mágneses ellenállást” megfelelő módon definiáljuk!
- Mutassuk meg, hogy tetszőleges geometriájú, tekercsel ellátott „vasmagos” elrendezés a fent kapott „mágneses Ohm törvénnyel” (az egyenáramú hálózatokhoz hasonlóan) számolható. Ekkor feltesszük, hogy gyakorlatilag a mágneses erővonalak mindvégig a vasmagban maradnak, azaz a szórt tereket elhanyagoljuk!
- A virtuális munka elvének alkalmazásával határozzuk meg egy „egyszerű” mágneses ajtózárbán fellépő erőt!

5.) feladat

Egy „ r_0 ” sugarú, körkeresztmetszetű vezetékben egy zárt körgyűrűt hajlítunk. A köralakú középvonal sugara „ R_0 ”. A vezetékben „ I ” áram folyik. Meg akarjuk határozni a körgyűrű $L = L_{k\ddot{u}ls\ddot{o}} + L_{b\ddot{e}ls\ddot{o}}$ (teljes) önindukciós tényezőjét. Tudjuk, hogy az $L_{b\ddot{e}ls\ddot{o}}$ geometriától független és ismert érték. Ezért most csak az $L_{k\ddot{u}ls\ddot{o}}$ -t kell meghatároznunk.

- A körgyűrű (külső) Ψ fluxusa, a vezeték által körbezárt köralakú felület fluxusa. Ez egy $R_0 - r_0$ sugarú kör. Ezen kör mentén a mágneses vektorpotenciált jelölje \vec{A} ! Határozzuk meg \vec{A} -t, ha feltesszük, hogy az „ I ” áram (koncentráltan) az „ R_0 ” sugarú középvonalon folyik.
- Az \vec{A} ismeretében írjuk fel a Ψ -t megadó matematikai formulát (kettős vonalintegrál). Ennek a neve „Neumann formula”. Ennek alapján adjuk meg az $L_{k\ddot{u}ls\ddot{o}}$ matematikai alakját!
- Adjuk meg a kapott integrál közelítő alakját, ha feltesszük, hogy $r_0 \ll R_0$!
- Mutassuk meg, hogy a kapott integrál a végtelenhez tart, ha $r_0 \rightarrow 0$. Tehát egy köralakú vonaláram önindukciós tényezője nem értelmezhető!