

Elektromágneses Terek (VIHVMA08)

csoportos házi feladat

Föld alatti fémkeresés örvényáramú vizsgálattal

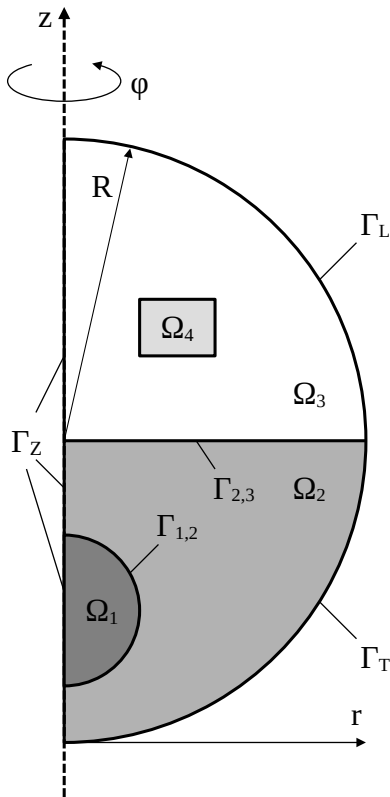
Gekkó csapat: Bak Bálint, Kozma Dávid Márk, Szilágyi Gábor

Konzulens: Dr. Pávó József

Budapest, 2022. november 26.

1. Bevezetés

A feladatkiírásban felvázolt probléma egy forgásszimmetrikus elrendezés, emiatt az 1. ábrán látható fél-síkmetszet vizsgálata elég a probléma megoldásához.



1. ábra. A szimulált elrendezés.

A tartományok és határfelületek (határvonalak) jelentése:

Ω_1 – vasgömb

Ω_2 – talaj

Ω_3 – levegő

Ω_4 – tekercs

Γ_Z – szimmetriatengely

Γ_L – vizsgált levegővel kitöltött térrész határa

Γ_T – vizsgált talajjal kitöltött térrész határa

Mivel csak egy adott ω körfrekvencián kell vizsgálnunk, emiatt elég a szinuszos állandósult állapotot foglalkoznunk.

$$\frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \rightarrow j\omega \vec{B} \quad (1)$$

A kérdéses ω körfrekvencián az elektromágneses hullámok szabad-téri hullámhossza (mert $\epsilon_r = 1$):

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{c}{\frac{\omega}{2\pi}} = \frac{3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}}{\frac{2\pi 500 \text{ s}^{-1}}{2\pi}} = 6 \times 10^5 \text{ m} \quad (2)$$

Emiatt λ az 1000 km nagyságrendjébe esik, míg az elrendezés fizikai méretei néhányszor 10 cm-esek, így élhetünk a magneto-kvázionárius közelítéssel:

$$\frac{\partial \vec{D}}{\partial t} \rightarrow 0 \quad (3)$$

Ebben az esetben a vizsgált tartományon belül a Maxwell-egyenleteknek a következő alakja érvényes:

$$\operatorname{rot} \vec{H} = \vec{J} \tag{4}$$

$$\operatorname{rot} \vec{E} = -j\omega \vec{B} \tag{5}$$

$$\operatorname{div} \vec{B} = 0 \tag{6}$$

$$\vec{B} = \mu \vec{H} \tag{7}$$

$$\vec{J} = \sigma \vec{E} + \vec{J}_i \tag{8}$$

$$\sigma(\vec{r}) = \begin{cases} \sigma, & \text{ha } \vec{r} \in \Omega_1 \\ \sigma_t, & \text{ha } \vec{r} \in \Omega_2 \\ 0, & \text{ha } \vec{r} \in \Omega_3 \cup \Omega_4 \end{cases} \tag{9}$$

Az R sugarat megfelelően nagyra kell választani ahhoz, hogy a kialakuló teret ne befolyásolja jelentősen a vizsgált Ω tartomány $\Gamma_T \cup \Gamma_L$ „távoli” peremének a közelsége.

2. Szilágyi Gábor szekciója

Szeretném én az egyenletek rendezgetését MATLAB-ba tuszakolását megcsinálni.

3. Bak Bálint szekciója

dolgok

4. Kozma Dávid Márk szekciója

dolgok elso probalkozas

Házi feladat

Elektromágneses terek (VIHVMA08)

Feladat címe: Föld alatti fémkeresés örvényáramú vizsgálattal
Konzulens: Pávó József [pavo.jozsef@vik.bme.hu]

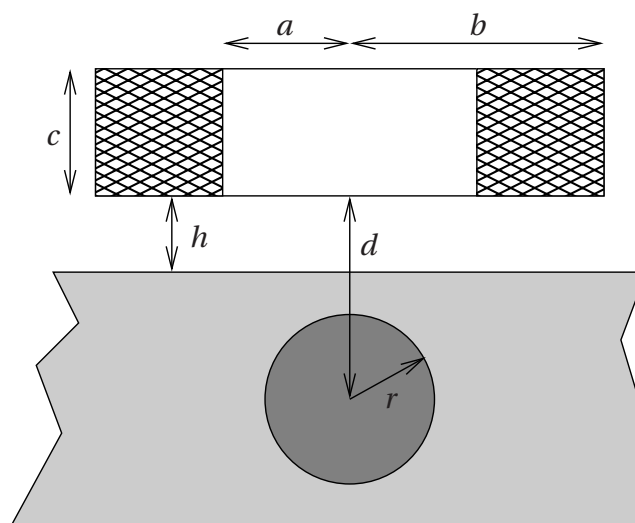
A föld felszíne alatti lévő fémek felderítésére (pl. aknakeresés) szolgáló eszköz egy egyszerűsített vázlatra látható az 1. ábrán. A módszer elvi alapja az, hogy a váltakozó árammal táplált tekercs impedanciája megváltozik, ha közelébe vezető (fém) anyag kerül, mivel az utóbbiban örvényáramok indukálódnak, és ezek mágneses tere „visszahat” a tekercs feszültségére.

Az ábrán egy igen egyszerű modell keresztmetszete látható. A c magasságú, a belső és b külső sugarú tekercs légmagos, sűrűn tekercselt, menetszáma N , a benne folyó szinuszos áram körfrekvenciája ω . A tekercs tengelyére illeszkedik az r sugarú fémgömb középpontja. A tekercs és a föld közötti távolság h .

Jelölje a tekercs impedanciáját Z_0 abban az esetben, ha nincs jelen a fémgömb. A fémgömb jelenlétében az impedancia legyen $Z_0 + \Delta Z$, ahol a mérőműszer jelének ezt a ΔZ impedanciaváltozást tekintjük.

Vizsgálja meg, hogy miként függ az impedancia változása a gömb sugara és annak tekercstől való távolsága függvényében, amennyiben a talaj szigetelőnek tekinthető. Ezt követően vizsgálja meg, hogy miként változtatja meg az eredményt az, ha a talaj vezetőképessége széles határok között változik.

Kiinduló adatok: $a = 5$ cm, $b = 7$ cm, $c = 3$ cm, $N = 2000$ és $\omega = 2\pi 500$ 1/s, a gömb fajlagos vezetőképessége $\sigma = 35$ MS/m, relatív permeabilitása $\mu_r = 1$. A tekercshuzal tökéletes vezető, a talaj vezetőképessége $\sigma_t = 1$ S/m.



1. ábra. Talajban lévő fém gömb detektálása örvényáramú méréssel.