

Elektromágneses Terek (VIHVMA08)

csoportos házi feladat

Föld alatti fémkeresés örvényáramú vizsgálattal

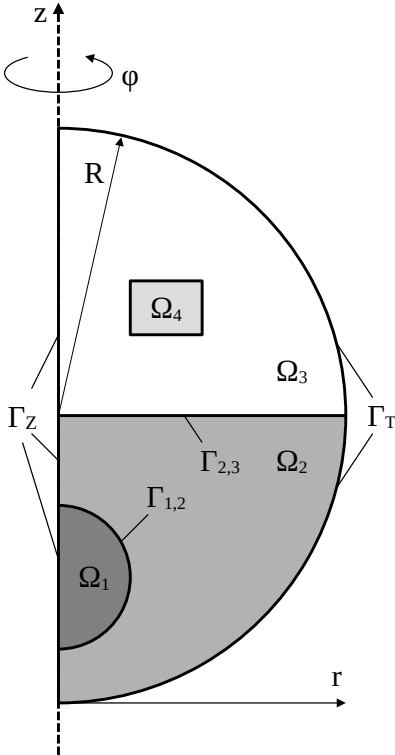
Gekkó csapat: Bak Bálint, Kozma Dávid Márk, Szilágyi Gábor

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.

$$\Omega = \Omega_1 \cup \Omega_2 \cup \Omega_3 \cup \Omega_4 \quad (1)$$

$$\Gamma = \Gamma_Z \cup \Gamma_T \quad (2)$$

$$\sigma(\mathbf{r}) = \begin{cases} \sigma_v, & \text{ha } \mathbf{r} \in \Omega_1 \\ \sigma_t, & \text{ha } \mathbf{r} \in \Omega_2 \\ 0, & \text{ha } \mathbf{r} \in \Omega_3 \cup \Omega_4 \end{cases} \quad (3)$$

A feladat alapvetően egy magneto-kvázistacionárius, vagyis örvényáramú probléma. Ezen kívül csak egy adott ω körfrekvencián kell vizsgálnunk, emiatt elég a szinuszos állandósult állapottal foglalkoznunk.

$$\frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t} \rightarrow 0 \quad (4)$$

$$\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} \rightarrow j\omega \mathbf{B} \quad (5)$$

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

$$\text{rot } \mathbf{H} = \mathbf{J} \quad (6)$$

$$\text{rot } \mathbf{E} = -j\omega \mathbf{B} \quad (7)$$

$$\text{div } \mathbf{B} = 0 \quad (8)$$

$$\mathbf{B} = \mu \mathbf{H} \quad (9)$$

$$\mathbf{J} = \sigma \mathbf{E} + \mathbf{J}_i \quad (10)$$

Az R sugarat megfelelően nagyra kell választani ahhoz, hogy a vizsgált tartományban kialakuló teret ne befolyásolja jelentősen a vizsgált Ω tartomány Γ_T „távoli” peremének a közelsége.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum

gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

2. Bak Bálint szekciója

dolgok

3. Kozma Dávid Márk szekciója

dolgok elso probalkozas

4. Szilágyi Gábor szekciója

dolgok

Házi feladat

Elektromágneses terek (VIHVMA08)

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

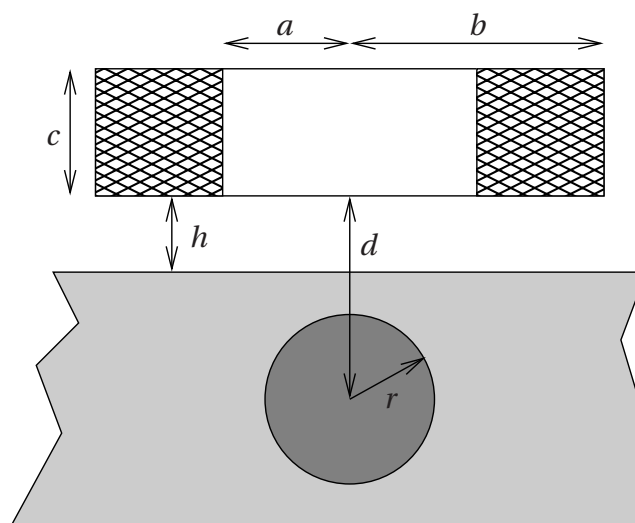
A föld felszíne alatti lévő fémek felderítésére (pl. aknakeresés) szolgáló eszköz egy egyszerűsített vázlatát látható az 1. ábrán. A módszer elvi alapja az, hogy a váltakozó árammal táplált tekercs impedanciája megváltozik, ha közelébe vezető (fém) anyag kerül, mivel az utóbbiban örvényáramok indukálódnak,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