

Villamos berendezések diagnosztikája a szórási fluxus változásának alapján

1. rész: A külső mágneses terek számítása

The diagnosis of electrical equipment based on the changes of the leakage flux

Part I. The computation of the external magnetic fields

Diagnoza echipamentelor electrice bazată pe modificările fluxurilor de scăpări

Partea I-a: Calcularea câmpurilor magnetice exterioare

Dr. Tóth Ferenc¹, Dr. Szabó Loránd²

¹ Miskolci Egyetem, Magyarország

² Kolozsvári Műszaki Egyetem, Románia

Abstract: *Our life without the use of electrical energy is unimaginable. Hence there is a great interest for the faults detection of the electrical equipment. There are a lot of diagnosis methods. Between them also the leakage flux monitoring could be mentioned. Observing the changes of the leakage flux several faults can be detected. In the first part of a series of papers some results of the field computation of the external magnetic fields performed via finite elements method will be presented.*

Rezumat: *Funcționarea fără defecțiuni a echipamentelor electrice este indispensabilă în multe domenii. Din această cauză se manifestă un interes deosebit pentru sistemele de diagnoză ale acestor echipamente. Monitorizarea fluxurilor de scăpări este una dintre metodele de diagnoză frecvent utilizate. Din observarea schimbării fluxurilor de scăpări se pot deduce diferite defecțiuni ale echipamentelor electrice. În prima parte a unei serii de articole prezentăm rezultatele calculului câmpurilor exterioare ale diferitelor echipamente electrice obținute prin utilizarea metodei elementelor finite.*

Összefoglaló: *A villamos berendezések hibamentes működése elengedhetetlen az élet számos területén. Emiatt a meghibásodások felismerését szolgáló eszközök iránt nagy az érdeklődés. Sokféle módszer ismeretes a villamos berendezések diagnosztikájára, ezekhez tartozik a szórási fluxus megfigyelése is. Ennek változásából következtetni lehet többféle hibára. Cikksorozatunk első részében a villamos berendezések külső mágneses terének számításával foglalkozunk. Többféle villamos berendezés (gyűjtősín, fojtótekerccs és burkolatlan háromfázisú transzformátortól) esetében számítottuk a mágneses mező intenzitását a végeselem módszer segítségével.*

Kulcsszavak: elektromágneses mező, mágneses indukció, végeselem módszer

1. BEVEZETÉS

Villamos energia alkalmazásának mellőzése a mai modern társadalomban elképzelhetetlen. Ahol viszont egy vezetéken váltakozó áram folyik, ott egy változó mágneses mező jelenlétével is számolnunk kell. Ez a mágneses mező elkerülhetetlenül befolyásolja a környezetét is, hatással van az emberekre, állatokra, sőt a növényzetre is [1, 2].

A Világ Egészségügyi Szervezet (WHO) megállapított bizonyos határértékeket [3, 4], amelyeket célszerű betartani. Így például az 50 Hz-es táphálózatnál ez a határérték a mágneses mező sűrűségére $100 \mu\text{T}$, villamos térerősségre pedig 5 kV/m . Ennek ismeretében a már üzemben lévő és emberi környezetben található berendezéseknél is célszerű megvizsgálni, a környezetükben fellépő elektromágneses intenzitások értékét [5, 6].

A villamos berendezések külső mágneses terének változása (a káros élettani hatása mellett) hasznosítható a berendezések hibáit érzékelő diagnosztizáló rendszerekben [7, 8, 9].

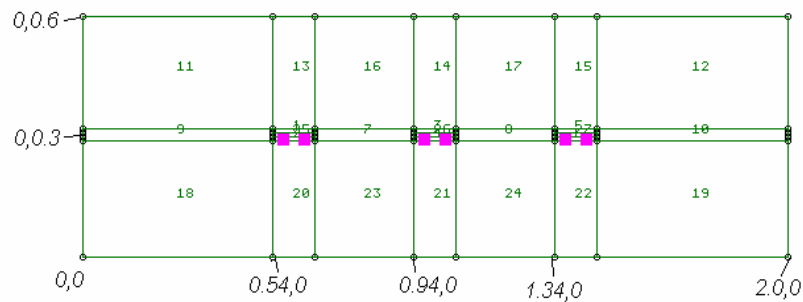
2. GYŰJTŐSÍNEK MÁGNESES TERE

1.1. Egyes gyűjtősín mágneses tere

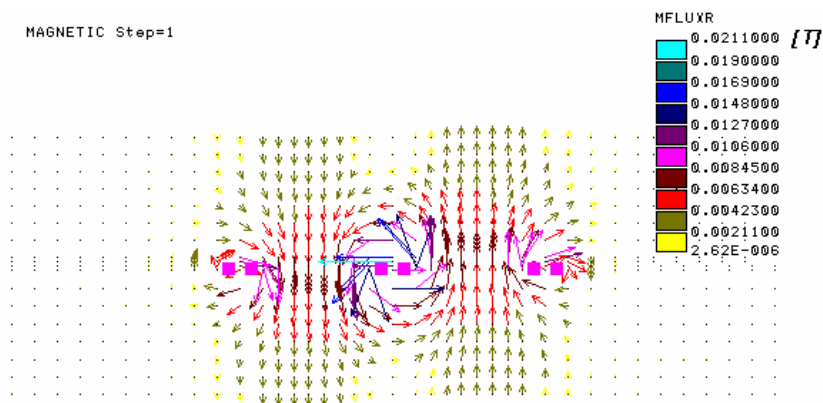
A mágneses tér számításánál alkalmazott egyes gyűjtősín mérete $3 \times 120 \times 10 \text{ mm}$, anyaga alumínium. A gyűjtősín síkbeli elhelyezésének és környezetének méreteit, és a végelem számításához szükséges modellt mutatja az 1a. ábra.

A gyűjtősín körüli mágneses indukció értékét mutatja az 1b. ábra, ha az áram maximális értéke a középső sínben 3000 A , a másik két sínben 1500 A (ellentétes irányban a középső gyűjtősínhez viszonyítva).

Egyes gyűjtősín végelem modelljénél a határoló méretek



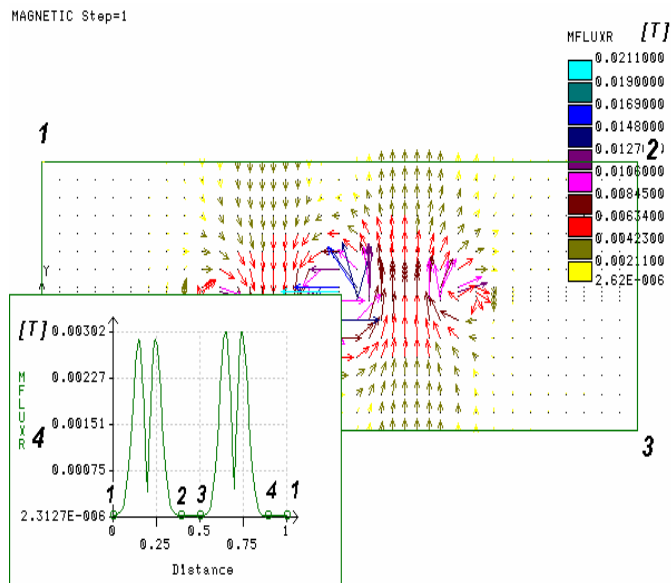
a)



b)

1. ábra

A mágneses indukció helyi értékei láthatók a 2. ábrán bejelölt zárt szakasz mentén (1-2-3-4-1 pontok között), a gyűjtősín felett és alatt $0,3 \text{ m}$ magasságban és a gyűjtősíntől jobbra és balra $0,5 \text{ m}$ távolságban, az 1a. ábrán vázolt gyűjtősín elrendezésénél és az 1b. ábrán ábrázolt indukció értéknek megfelelő áramoknál. Az ábrán látható indukció értékek T (tesla)-ban értendők.

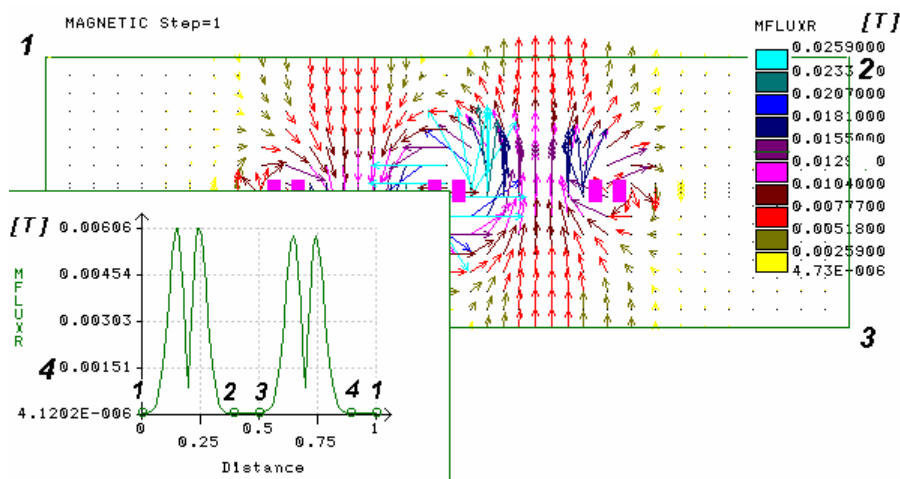


2. ábra

A 2. ábra alapján megállapítható, hogy a gyűjtősín alatt és felett (1-2 és 3-4 szakaszok) nagyságrendekkel nagyobb a mágneses indukció értéke, mint a gyűjtősín két oldalánál, a (2-3 és a4-1) szakaszokon.

1.2. Kettős gyűjtősín mágneses tere

A kettős gyűjtősín geometriai elrendezése megegyezik az egyes gyűjtősínével, csak ennél az elrendezésnek megfelelően egy-egy fázisnál $2 \times 120 \times 10$ mm-es gyűjtősínt vettünk figyelembe. A mágneses indukció vektoros ábrázolása, ha az áram maximális értéke a középső sínben 6000 A, a másik két sínben 3000 A folyik ellentétes irányban az ábrázolt pillanatban (3. ábra).



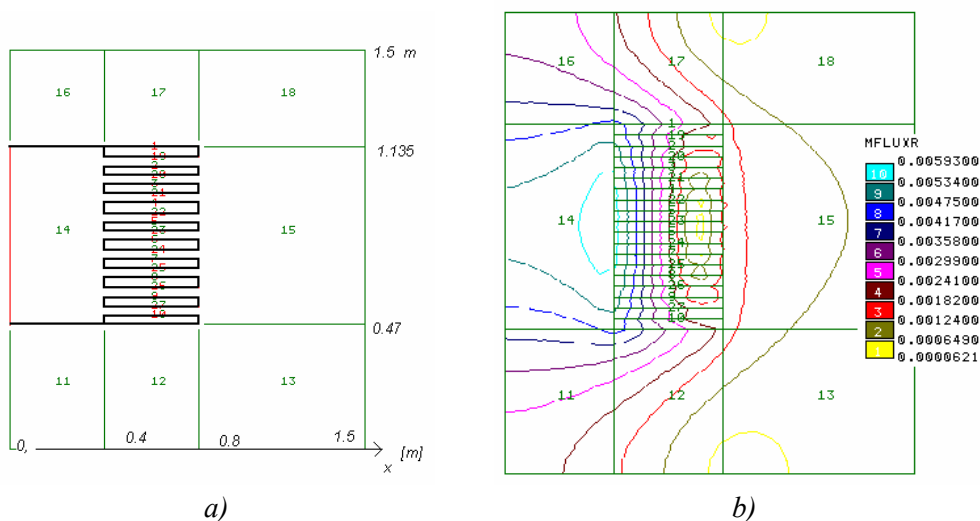
3. ábra

A helyi értékek (az 1-2-3-4-1 vonal mentén), a gyűjtősín felett és alatt 0,3 m magasságban valamint a gyűjtősíntől 0,5 m oldaltávolságban.

Az. ábra alapján megállapítható, hogy itt is a gyűjtősín alatt és felett (1-2 és 3-4 szakaszok) lényegesen nagyobb a mágneses indukció értéke, mint a gyűjtősín két oldalánál (2-3 és 4-1 szakaszok).

3. A FOJTÓTEKERCS MÁGNESES TERE

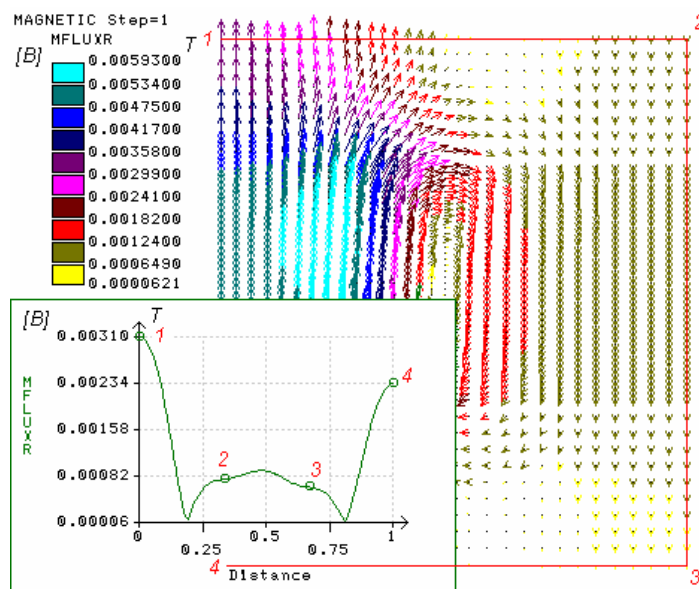
A zárlatkorlátozó légmagos fojtótekercs geometriai méreteinek és környezetének végeleselem számításához felvett modell pontjainak koordinátáit mutatja a 4a. ábra.



4. ábra

A végeselem programmal számított mágneses indukció vonalas eloszlását mutatja a 4b. ábra, ha tekercsben folyó áram 560 A. Az indukció értékei, a mellékelt számértékeknek megfelelően (tesla)-ban vannak feltüntetve.

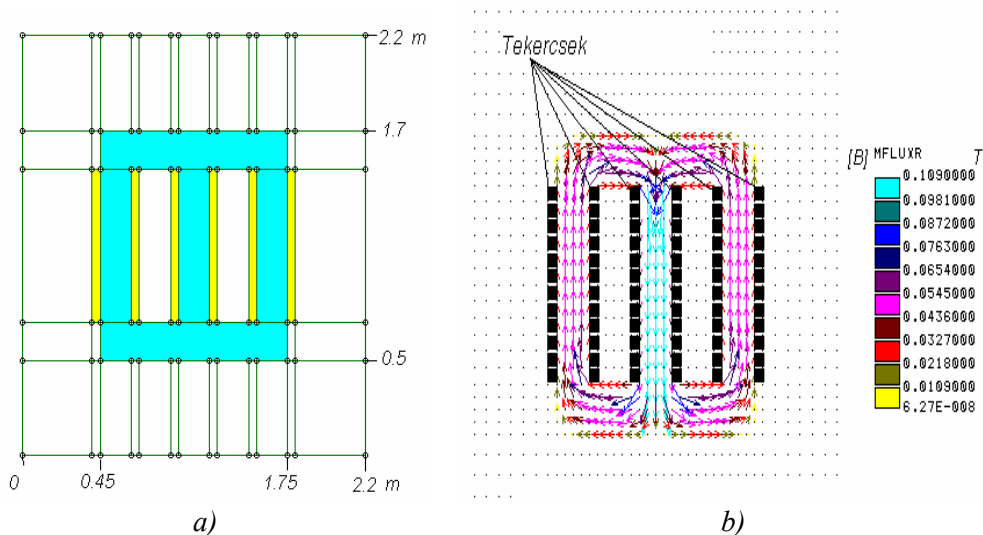
A mágneses indukció vektoros ábrázolását mutatja az 5. ábra a 4b. ábrának megfelelő terhelésnél, valamint a helyi értékek alakulása az 1-2-3-4 vonalszakaszok mentén (azaz a fojtó felett és alatt kb. 0,5 m távolságban és a fojtón oldalától 0,7 m távolságban). Az 5. ábra alapján megállapítható, hogy a fojtótekercs oldalán (2-3 pontok között) is jelentős az indukció nagysága, habár nincs akkora értéke, mint a fojtó középvezetékében.



5. ábra

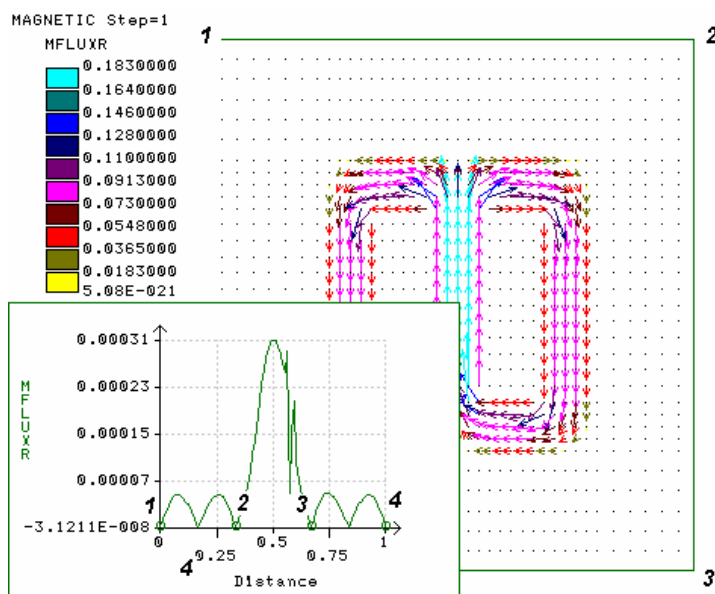
4. 1 MVA-ES TRANSZFORMÁTOR MÁGNESES TERE

A számításnál alkalmazott háromfázisú burkolatlan transzformátor geometriai elrendezésének, és környezetének méreteit, a végelem modelljét mutatja a 6a. ábra. A mágneses indukció vasban számított értékét ábrázolja a 6b. ábra, ha a transzformátor szekunder körében 600 A áram folyik.



6. ábra

A mágneses indukció értékét mutatja a burkolatlan transzformátor környezetében (kb. 0,5 m távolságban a transzformátor vastestétől, az 1-2-3-4 szakaszok mentén, ha a transzformátor egy oszlopán lévő tekercsek eredőárama 600 A (7. ábra).



7. ábra

A 7. ábrán mutatott számítási eredmény alapján megállapítható, hogy a transzformátor oldalán (2-3 pontok között) jelentősen nagyobb a mágneses indukció maximális értéke, mint a transzformátor felett vagy alatt.

5. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ez a publikáció részben a "Magyar–román kormányközi TÉT együttműködés 2006-2007" részét képező "Lineáris és forgó gépes villamos hajtások állapot-felügyelete fejlett adatfeldolgozó eszközök segítségével" című, RO-12/2005 számú kutatási projekt keretében elvégzett kutatómunka eredményei alapján készült.

A szerzők ez úton mondanak köszönetet a kutatási munka finanszírozásáért.

6. IRODALOM

- [1] Brüggemeyer, H., et al., "*Elektromagnetische Felder. Frequenzbereich 0 Hz-300 GHz*," Fakultät für Physik D3, Universität Bielefeld, Bielefeld (Németország), 1999. URL: <http://www.physik.uni-bielefeld.de/experi/d3/vorlesung/gsu/Elektromagnetische%20Felder.pdf>
- [2] "*Elektromagnetische Felder im Alltag*," Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, karlsruhe (Németország), 2002. URL: <http://www.physik.uni-bielefeld.de/experi/d3/vorlesung/gsu/Elektromagnetische%20Felder%20im%20Alltag.pdf>
- [3] Guglhör, P., Leininger, M., Schmidt, G., "*Elektromagnetische Felder Einwirkungen auf den Menschen*," Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen, München, 1994, URL: www.datadiwan.de/esmog/es_002d.htm.
- [4] "*Elektromagnetische Felder am Arbeitsplatz*," Bayerisches Landesamt für Arbeitsschutz, Arbeitsmedizin und Sicherheitstechnik, München, 2004, URL: www.lfas.bayern.de/technischer_as/medizinprodukte_strahlensch/strahlenschutz/elek_felder/emf.pdf.
- [5] Rejtő Ferenc, "*EMC alapok*," Magyar Elektrotechnikai Egyesület, Budapest, 2006.
- [6] "*Workplace safety in electromagnetic fields*," Narda Safety Test Solutions GmbH, Pfullingen (Németország), 2006.
- [7] Szabó L., "A villamos gépek tipikus meghibásodásai és diagnosztizálásuk," *XV. Diagnosztika Konferencia és Szakkiállítás*, Lajosmizse, 2005, pp. 19-33.
- [8] Thorsen, O.V., Dalva, M., "Methods of Condition Monitoring and Fault Diagnosis for Induction Motors," *ETEP*, vol. 8 (1998), no. 5, pp. 383-395.
- [9] Nandi, S., Toliyat, H.A., "Condition Monitoring and Fault Diagnosis of Electrical Machines – A Review," *Proceedings of the IEEE-IEMDC'99 Conference*, Seattle (USA), 1999, pp. 219-221.