## Ismerkedés a FEKO szimulátor programmal

Nagy Sándor okl. villamosmérnök, sx.sandor@gmail.com

A FEKO egy professzionális elektromágneses tér szimulációs program. Segítségével nem csak különálló antennák sugárzási tulajdonságai vizsgálhatók, hanem például egy gépkocsira vagy repülőre telepített antennáé is. Egy ilyen program elkészítése igen nagy szakmai munkát igényel, és mivel relatív kis számban adható el, ezért az ára rendkívül magas. Szerencsére a programfejlesztő cégek, hogy bemutassák termékeiket, készítenek a program működését megismerhetővé tevő úgynevezett "lite" verziót is. Egy ilyen programnak az áttanulmányozása a felhasználó részéről rengeteg energiába kerül, és lehet, hogy csak hosszú idő után derül ki, hogy az egyszerű verzió semmire sem használható. Egy-két ilyen eset után az ember már nem szívesen kezd újabbnál újabb programok megismerésébe...

A FEKO programnak is van LITE verziója, de ez egyszerűbb esetekben jól használható, és segítségével a program működése megismerhető. Regisztráció után ez a verzió egy évig használható. Ezen kívül lehetőség van olyan ingyenes licence igénylésére, amellyel a program 45 napig teljes verzióban korlátozás nélkül használható. Ezen leírás célja, hogy egyszerű példákon keresztül bemutassa a program használatát. A példa programok a LITE verzióban is működőképesek, és alapos áttanulmányozásukkal a program alap szinten megismerhető.

## A FEKO LITE letöltése és telepítése

A program letöltése a FEKO honlapról lehetséges, de a folyamat azért nem teljesen egyszerű.

A Download menüpontnál Download or Register FEKO LITE pontot kell kiválasztani, amelyben igényelni kell a program letöltését. Erre válaszul e-mailben küldenek egy linket, ahonnan a program letölthető. 2013 elején jött ki V6.2 verzió, amely tömörített formában is kb. 500 MB. A letöltés után kezdődhet a telepítés. A program angol nyelvű, a telepítés folyamán feltesz egy pár kérdést, mint például milyen alkotóelemeket telepítsen. Ennél a FEKO Solvert és a FEKO LITE-t kell kipipálni, az ezt követő kérdésnél a "not use as remote host"-ot kell kiválasztani. A telepítés végén a program felkínálja a regisztráció lehetőségét. Ezt nem szükséges azonnal elvégezni. A sikeres telepítés után a program 30

napig használható, de célszerű a határidő lejárta előtt elvégezni a regisztrációt, amely a program induló oldalán lévő linkre kattintással kezdeményezhető. Ki kell jelölni a telepített program license könyvtárában a request nevű fájlt, amiben előtte a személyes adatokat be kell írni. Ezután küldik a secfeko fájlt, melyet be kell másolni a telepített FEKO program license könyvtárába. Ezzel a program egy évig használható. A procedúra egy kicsit komplikált, de ingyenes. Lehet továbbá kérni 45 napos korlátozás nélküli licencet. A program ugyan az, csak a korlátozások megszűnnek. Előtte érdemes a Lite verzióval megismerkedni, és ha olyan feladat adódik, ami nem oldható meg ezzel, akkor kérni a teljes verziót.

A CADFEKO-val történő ismerkedés előtt tisztázni kell, hogy ez nem egy antennatervező program. Erre a feladatra az Antenna Magus nevű program szolgál, melynek demó verziója szintén letölthető a FE-KO honlapról. Az ezzel tervezett antenna adatai átvihetők a CAD-FEKO szimulátorba. A CADFEKO szimulátorral meglévő antennák sugárzási tulajdonságai vizsgálhatók.

Több féle számítási módszer létezik az antennák és elektromágneses terek jellemzőinek számítására. A FEKO program több módszert is képes használni. A leggyakrabban alkalmazott számítási eljárás a Method of Moments nevű. E módszerrel szabad téri fém és szigetelőanyagból álló struktúrák számolhatók. A módszer lényege, hogy a struktúrát egy képzeletbeli vezető hálóval helyettesíti, és e vezetők elemi részeiben folyó áramok elektromágneses tereinek eredőjeként, komoly mátrix számítások eredményeként alakul ki az eredmény. A módszer ismerete nem szükséges a program használatához.

A program nagyon összetett, ezért a menüpontok részletes tárgyalása helyett, konkrét szimulációs példákon keresztül juthatunk el, csak az adott szimulációs feladat elvégzéséhez szükséges funkciók ismertetésével, a program megismeréséhez.

A telepítés után az asztalon a CADFEKO szimulátor, és a kiszámított adatok megjelenítésére szolgáló POSTFEKO programok ikon-jai találhatók. A CADFEKO ikonra kattintva a kezdőlap jelenik meg (ld. 1. ábra), melyen sok információ található a regisztrációról, példaprogramok a programot bemutató linkekkel. Az Example könyvtárban sok hasznos szimulációs példa van, melyek tanulmányozása sokat segíthet a program megértésében. Viszont vannak olyan példaprogramok, melyek hibajelzéssel megállnak. Ezek a LITE verzió limitált lehetőségei miatt történnek.

Jelen cikkben négy példa kerül ismertetésre. Az első egy dipólantenna, amelyben a szimuláció folyamatának ismertetésére kerül sor. A második egy, a Rádiótechnikában korábban ismertetett egyszerű iránymérő antenna. A harmadik egy szekunder sugárzóval ellátott ISM sávú irányított antenna. A negyedik egy nyák-lapon realizált 2,4 GHz-es antenna.

270

h

ſſ



## 1. ábra

## Első példaként

válasszuk az "Open an existing model"-t. Keressük meg a telepített program examples könyvtárában az "ExampleGuide\_models/Example A01" alkönyvtárában a "Dipole\_ Example" fájlt és nyissuk meg.

A megnyitott példaprogramban egy háromdimenziós koordináta rendszerben berajzolva látható egy dipólantenna (2. ábra). Az ernyő felső részén több sorban találhatók a program működtetéséhez szükséges ikonok és fülek. Ezek közül a leginkább használtak a Construct, amely a szimulálandó objektum koordinátarendszerbe történő berajzolásához szükséges eszközöket tartalmazza. A Source/Load a szimuláció paramétereinek beállítását teszi lehetővé. A Request a kiszámítandó paraméterek kijelölésére és megjelenítési módjának kiválasztására szolgál. A Mesh fülön a szimulálandó objektum számításokhoz szükséges "behálózásának" módja adható meg. A Solve/Run a szimuláció elvégzéséhez szükséges beállításokat tartalmazza.

Az ernyő bal oldalán a Configurations oszlop Construct mezőben a vizsgálandó objektum adatai és felépítése követhető. A Variables mező a változók definiálására szolgál. Ezek egy része már induláskor megtörténik (c0, eps0), a másik részét meg kell adni. Célszerű a szimulálandó objektum adatait változóként definiálni, mert szemben a numerikusan megadott értékekkel, ezeket könnyen meg lehet változtatni. Jelen esetben ezek a freq, h, lambda, radius. Az alkalmazandó hosszegységet az elején a Construct mezőben kell kiválasztani. Jelen esetben ez méter. Ennek megfelelően lambda = 4 m, a dipólhossz h = 2 m. A freq a hullámhosszból adódik, a dipól vastagsága, radius = 2 cm.

A Model mező része a Geometry, amely azt mutatja, hogy a dipól a Construct menüben található Line nevű vonalból áll. Erre jobb egérgombbal rákattintva a Properties kiválasztásával megjelenő ablakban látszanak a dipole-nak elnevezett line (vonal) kezdő- és végpontjainak koordinátái. A 0 pontban a dipól közepén lévő piros gömb egy portot jelöl. Portot kell definiálni minden olyan ponton, ahol gerjesztést vagy lezárást akarunk alkalmazni. A Port1 tulaidonságaira kattintva látható, hogy az a Wirel vezeték közepén van elhelyezve. A koordináta rendszer középpontján látható négyzet a szimmetriasík, amelynek kijelölésével szimmetrikus antennák esetén a számítási idő csökkenthető.

A Configuration Global alpontjában van a szimulációs frekvencia, amelyet a program a lambda változóból számolt ki. A Sources (gerjesztés) tulajdonságaira kattintva látható, hogy a Port1 helyen egy 1 V amplitúdójú, 50 ohm belső ellenállású, source nevű generátor van definiálva. Megjegyzendő, hogy a szimulációnál mindig egy adóantenna által sugárzott terek kerülnek kiszámításra. Vevőantenna esetében ez vételi iránykarakterisztikát jelent. A Configuration/specific Request Farfields ff\_UN tulajdonságaira kattintva beállítható a szimuláció eredményeként kirajzolandó, ff\_UN- nek elnevezett, UNsíkú sugárzási karakterisztika. A kiválasztott szimulációs sík kör alakban látható, a beállított szög-felbontással együtt. A teljes verzióval

2. ábra

szép térbeli diagramokat is lehet rajzoltatni, de a LITE verzió esetében hamar korlátba lehet ütközni.

A következő feladat a behálózás. ez a Mesh mező alatt automatikusan történik. Lehet választani Standard, Fine, Coarse, valamint felhasználói Custom hálózást. A LITE verzióban itt is korlátba lehet ütközni. Ha a Standard opció nem működik, akkor a durva, vagy ha az sem, akkor a Custom lehetőséget kell használni olyan háló mérettel, aminél a hibaüzenet megszűnik. A Mesh menüben kell megadni a Mesh rádiuszt, ami a háló látszólagos vezetékeinek az átmérőjét adja. Huzal antennáknál ezt az antenna átmérőjével azonos értékűre szokták választani.

Ezután a Solve/Run fül aktiválásakor láthatóvá váló menüsorban újabb ikonok jelennek meg. Az első a Symmetry, amivel szimmetriasíkokat lehet definiálni, ami gyorsítja a számítást. Ezután célszerű lefuttatni a CEM validate programrészt, ami megmutatja az esetleges formai hibákat. Ha ez hibaüzenet nélkül lefut, akkor lehet indítani a FEKO solvert, ami a szimulációs számítást végzi. Itt is lehetnek problémák a LITE verzió miatt. Gyakori eset, hogy a Request menüben túl finom felbontást írtunk elő a karakterisztika számítására vonatkozóan. Sikeres számítás után a POSTFEKO elindításával kirajzoltathatjuk az eredményeket. A POSTFEKO ernyőkép közepén ismét látható a dipól, és ha rákattintunk a Far field (távoltér) gombra és alatta kiválasztjuk az ff\_UN-t, akkor kirajzolódik az ismert nyolcas alakú karakterisztika. Mellette színekkel ábrázolva látható a Total Gain, a nyereség, külön-

Ľ