

KOMPLEKS YAPILARDA ANTEN ANALİZLERİ

Bahattin TURETKEN Fatih USTUNER

TÜBİTAK – UEKAE EMC TEMPEST Test Merkezi, Gebze 41470 KOCAELİ.

Tel: +90-262-648 10 00, Faks: +90-262-648 11 00

e-posta: bahattin@uekae.tubitak.gov.tr

Özet:

Bu çalışmada bir gemi platformunda bulunan yüksek frekans antenleri (HF) arasında oluşan kuplaj ve geminin ana gövdesinin, kulesinin, havuz kısımlarının...vb. anten ısıma diyagramları üzerine etkisi araştırılmıştır. Çalışma 3 adet HF anteni için, 2-30 MHz frekans aralığında MoM yöntemi kullanılarak yapılmıştır. Geminin ızgara modeli, gemi üst yapısında bulunan kule, baca, havuz kısmı, ayrı ayrı veya birlikte oluşturularak değişik konfigürasyonların kuplaj ve ısıma paternine etkisi araştırılmıştır. Bunlara ek olarak, yüksek güçlü yayımlı yapan HF verici antenlerin çevresinde yakın alan ısıma analizinde yapılarak, değerlerin insan sağlığı açısından uluslararası standartlara uygunluğu araştırılmıştır.

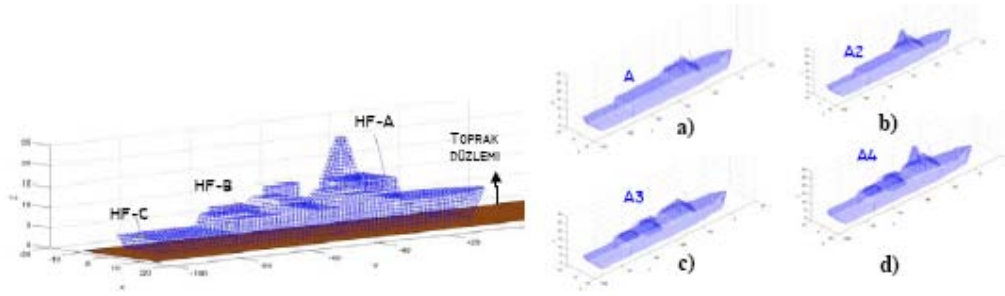
1. Giriş

Son yıllarda, elektrik enerjisini kullanan komponent, cihaz ve alt sistemlerin oluşturdukları kompleks platformlarda Elektromanyetik Uyumluluk (EMC) konusu oldukça önem arz etmiştir. Bu platformlarda elektromanyetik ortam oldukça yoğun olup, cihazların performanslarını yerine getirmeleri hususunu olumsuz etkilemektedir. Bundan dolayıdır ki bu tür platformların EMC açısından incelenip belirli kuralların doğrultusunda oluşturulması zorunlu hale gelmiştir. Elektromanyetik (EM) dalgalarının çeşitli süreksizlik yüzeylerinde saçılma, ısıma ve kırınım problemleri incelenirken, kompleks problemin bilinen kanonik problemlere ayrıştırılarak çözülmesi yöntemi aklı gelmiş bir yöntemdir. Fakat geometrinin buna imkan vermediği durumlarda değişik sayısal benzetim yöntemleri araştırmacılar tarafından önerilmiştir. Bu yöntemler moment methodu (MoM), sonlu eleman metodu, iletim hattı modelleme methodu...vb gibi olup yaklaşık çözümlere ulaşmamıza yardımcı olmaktadır.

2. Anten Analiz ve Modelleme

Elektromanyetik teoride anten problemleri genelde açık sınırlı (open boundary) problemler sınıfına girer. Bu tip problemlerin çözümünde en etkin sayısal yöntem MoM yöntemidir. Bu yöntem Maxwell denklemlerinin tam dalga çözümünü amaçlar. MoM yöntemi ısıyan yapı üzerindeki akımın hesaplanmasına dayalıdır. Tam dalga çözümü söz konusu olduğu için bu yöntem teorik olarak tüm frekanslarda anten problemleri için kullanılabilir. Ancak akımların hesaplanacağı yapının (anten ve bağlı bulunduğu kompleks geometrik yapı) büyüklüğü pratikte hesaplama ortamı ve zamanı açısından kısıtlar oluşturmaktadır. MoM yönteminde kompleks yapı tel segmanlarla modellenir ve akım hesaplaması her tel segman üzerinde ayrı ayrı yapılır [1]. Dolayısıyla tel segman adedi büyüdükçe tel segman adedinin karesiyle orantılı olarak bilgisayar hafıza gereksinimi ve hesaplama süresi artmaktadır. Gerçeğe yakın simülasyon sonuçları almak için tel segman boyu simülasyonun yapılacağı frekansın dalgaboyunun en fazla onda biri kadar olmak zorundadır. Bu nedenle çok yüksek frekanslarda (örneğin 10 metrelik bir yapı için 1 GHz'in üstü) MoM yönteminin kullanılması pratik olarak mümkün değildir [2-3]. MoM programı izolasyon verisini anten besleme segmanlarının admitans parametrelerinden (Y-parametreleri) yola çıkarak vermektedir. Birbirleri arasında izolasyonun bir başka deyişle kuplajın araştırıldığı iki anten iki portlu bir devre olarak düşünülmektedir. İki portlu bir devrede maksimum kuplaj hesabında yüksek frekans transistörli yükselteç tasarımında kullanılan Linville [4] yönteminden yararlanılmaktadır.

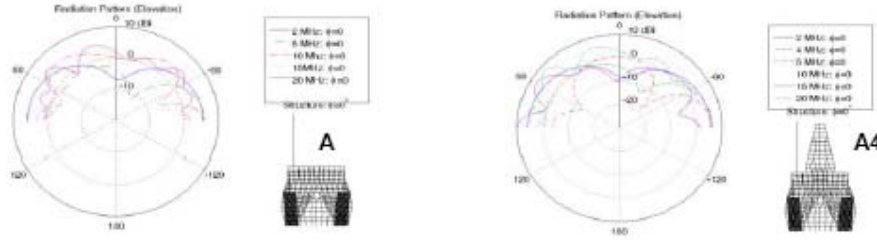
Çalışmada 99m uzunluğunda bir gemi kullanılmış ve üç adet HF (HF-A, HF-B, HF-C) anteni için analizler yapılmıştır (Şekil 1). MoM ile problem 4 ayrı basamakta modellenmiş ve her bir durum için ayrı ayrı analiz yapılmıştır. İlk olarak geminin ana gövdesi 5452 tel segman kullanılarak oluşturulmuştur (Şekil 1a). Sonra, kulesinin anten ısıma paterni üzerindeki etkisinin araştırılması amacıyla, gemi ana gövdesine kule eklenmiş ve 5765 segmanlık yeni bir kompleks platform elde edilmiştir (Şekil 1b). Daha sonra, orta havuz silah ve mühimmat kısımlarının, özellikle HF-B antenin uzak alan ve yakın alan ısıması üzerinde etkisini gözlemleyebilmek için, Şekil 1c'deki model oluşturulmuştur. En son olarak da gemi tüm şekliyle 6488 tel segman kullanılarak oluşturulmuş ve anten ısıma diyagram ve kuplaj verileri analiz yapılmıştır (Şekil 1d).



Şekil 1. Geni Izgara Modelleri ve HF anten konumları (A: Gemi ana gövdesi A2: Gemi ana gövdesi ve kule A3: Gemi ana gövdesine orta havuzlar A4: Gemi an gövdesi ve bileşenleri)

3. Analiz ve Sonuçlar

Analizler Pentium 4, 3GHz mikro işlemci ve 1 GB RAM i olan bir bilgisayar ile yapılmış, ve her bir antenin tam analizi (ışınma diyagramı, kuplaj ve yakın alan) yaklaşık 6 saat sürmüştür. HF-A antenin geminin değişik durumları için ve değişik frekanslardaki ışıma diyagramları 1 derecelik açılarda alınan değerler yardımı ile elde edilmiş ve azimuth /elevation grafikleri ile verilmiştir (Şekil 2-3).

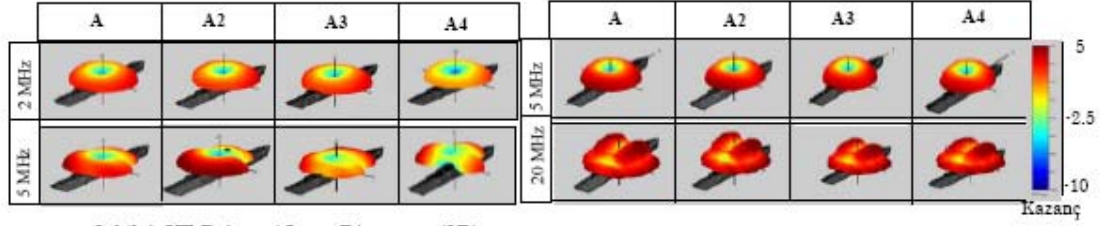


Şekil 2. HF-A anteni Işıma Diyagramları (azimuth, değişik frekanslara göre analiz)



Şekil 3. HF-A anteni Işıma Diyagramları (elevation, A=case1, A2=case2, A3=case3, A4=case4)

Gemi üst yapısındaki yapıların anten ışıma diyagramlarına etkisi şöyle özetlenebilir. HF-A anteni kuleye yakın olan antendir. 2Mhz'de anten normal (beklenen) ışıma paternine sahipken, yüksek frekanslara doğru çıktıkça örneğin 5 Mhz de kulenin etkisiyle ana lob merkeze kaymış ve iki adet yan lob oluşmuştur (Şekil 2). Bu tür bir etki HF-B antenin 3D ışıma diyagramlarında da görülmüştür. Kule gölge etkisini daha belirgin hisstirmiştir. Antenin ana lobu arkaya doğru yüksek ışımayı gerçekleştirmiştir. Orta havuz kısımlarının etkisi ile bu ana lob yanlara doğru yönelmiştir (Şekil 4) . HF-C antenin bulunduğu konumun , kule ve havuzlara uzaklığı ve toprak düzlemine olan mesafesi aynı olmadığı için, kulenin ve orta havuzların anten ışıma diyagramına belirgin etkisi gözlenmemiştir (Şekil 5). Antenin toprak düzlemine uzaklığı ışıma diyagramını etkileyen bir faktör olduğu gibi, antenin etrafındaki yapıların antenin giriş empedansına etkisinin yanı sıra ışıma diyagramına da etkidi olduğu gözlenmiştir.

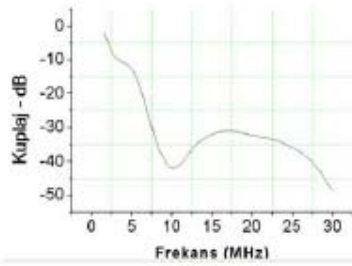


Şekil 4. HF-B Anteni Işıma Diyagramı (3D)

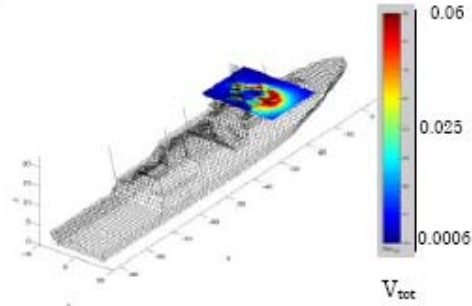
Şekil 5. HF-C Anteni Işıma Diyagramı (3D)

HF-A anteni ile HF-B anteni arasında ham kuplaj hesaplanmış ve Şekil 6' da verilmiştir. Frekans yükseldikçe Kullenin gölgeleme etkisinden dolayı kuplaj azalmaktadır.

Gemi tizerinde konuşlandırılmış verici HF antenlerinin yakın alan ışıması incelenmiştir. İnceleme sonucu yakın alan ışıma eğrileri her bir antenin 10mx10m' lik düzlemde ve ilgili frekansa bağlı olarak elde edilmiştir. Söz konusu sayısal analizler antenin giriş gerilimi 1V kabul edilerek yapılmıştır. Halbuki gerçek yaşamda antenlerin giriş gerilimi farklıdır. Her bir antenin giriş güçleri hesaba katılarak, elde edilen gerçek yaşamdaki giriş gerilimleri hesaplanabilmektedir. Örneğin HF1 antenin 1.6MHz deki yakın alan ışıması grafiğini ele alalım. Bu grafiğin göstergesindeki en yüksek değer 0.06 dır. Gerçek durumda ise bu değeri HF1 için verilen antene verilen gücün 1KW olduğu düşünilirse 0.06 katsayısını 12268.14 ile çarpmak gerekmektedir. Bu durumda göstergenin maksimum değeri 736.08 V/m olur. Elde edilen bu değer ve göstergenin renkleri göz önünde bulunarak ilgili bölgedeki alan seviyesi elde edilmiş olur. HF verici antenlerine ilişkin yakın alan eğrileri, antenin bulunduğu konum göz önüne alınarak personelin ulaşabileceği bölgelerde ve yaklaşık bir insan boyunun %60 (bazı durumlarda bir insan boyu veya alan değerinin maksimum olduğu yükseklik) yüksekliğindeki noktalardaki değerleri göstermektedir. Genel olarak yakın alan ışıma eğrilerine bakıldığında düşük frekanslarda (3MHz'e kadar) antenlerin çok yakınında alan seviyelerinin oldukça yüksek değerlerde olduğu ve antenden uzaklaştıkça bu seviyelerin kabul edilebilir oranda düştüğü, yüksek frekanslarda ise alan seviyelerinin antenin dip noktasından uzaklaştıkça hızlı bir düşüş gösterdiği bu düşüşünde limit seviyelerin altında olduğu anlaşılmaktadır.



Şekil 6. HF-A anteni ile HF-B anteni arasında oluşan ham kuplaj



Şekil 7. HF-A anteninin yakın alan ışıma diyagramı (frekans 1.6MHz, yükseklik 13.5m)

KAYNAKLAR

- [1] SuperNEC GUI Input User Reference Manual v. 2.55
- [2] Turetken B, Üstüner F, Demirel E, Dagdeviren A. "EMI/EMC Analysis of Shipboard HF Antenna By Moment Method", IEEE Symp. MMT06, sayfa :350-352 June 26-29,2006,
- [3] Dagdeviren A , Çerezci O , Üstüner F, Turetken B. "Mutual Coupling between Monopoles on F-4 Aircraft ant Transitions Frequencies: A Comparison between MoM and Mom/UTD Hybrid Method at UHF band ", ACES Journal Vol.21, No:2, sayfa: 111-114, July 2006
- [4] Rubin, D.: "The Linville Method of High Frequency Transistor Amplifier Design", Naval Weapons Center, Research Department, NWCL TP 845, Corona Laboratories, Corona, California, March 1969.