

Bir Kübik Kavitenin TE Rezonans Modunda Uyarılması İçin Kaynak Yerinin Belirlenmesine Yeni Bir Yaklaşım

Erkul Başaran⁽¹⁾, Serkan Aksoy^(1,2), A. Arif Ergin⁽¹⁾

⁽¹⁾ Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü
Elektronik Mühendisliği Bölümü, Gebze, Kocaeli.
Tel:0.262.6538497 Fax:0.262.6538490, e-mail: erkul@gyte.edu.tr, aergin@gyte.edu.tr

⁽²⁾ Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu
Malzeme ve Kimya Teknolojileri Araştırma Enstitüsü, Gebze, Kocaeli.
Tel: 0.262.6412300 Fax:0.262.6538490, e-mail: saksoy@gyte.edu.tr

Özet: Boş bir kübik kavitede istenilen bir kavite modunun rezonansa gelebilmesi için kaynak yerinin belirlenmesine yönelik zaman domeninde yeni bir yaklaşım sunulmuştur. Klasik kavite analizleri, Helmholtz denkleminin kaynaklı olarak çözülmesine dayandığından bu analizler istenilen kavite modunun uyarılması için uygun kaynak yeri ve özellikleri konusunda teorik olarak cevapsız kalmaktadır. Söz konusu problemin üstesinden gelebilmek için Elektromagnetik Teoriye Zaman Domeninde Yeni bir Yaklaşım (EZDY) adı verilen analitik bir metod yardımı ile analizler yapılarak istenilen kavite modları için kaynak yerleri formüle edilmiş ve Zaman Domeninde Sonlu Farklar (ZDSF) yöntemi ile sonuçlar TE_z modları için doğrulanmıştır.

1. Giriş

Kavite içerisindeki osilasyonlar elektromagnetik teori ve uygulamaları açısından temel bir problemdir. Klasik kavite analizleri frekans domeninde Helmholtz denkleminin kaynaklı olarak çözümüne dayandığından istenilen kavite modunun rezonansa getirilmesi için uygun kaynak yeri ve özelliklerinin incelenmesi matematiksel olarak zayıf görünmektedir. Klasik frekans domeni analizi, kavite ve dalga kılavuzu modları açısından kaynaklı olarak Helmholtz denkleminin çözümüne dayanmaktadır. Özellikle dalga kılavuzu modları açısından kaynakların sonsuz uzakta olduğu ve dalga kılavuzlarının da sonsuz uzun olduğu düşünülmektedir. Bu durum kavite analizleri açısından uygun olmamakta çünkü kapalı kaviteelerde kaynakları sonsuz uzakta düşünmek uygulama açısından önemli bir problem oluşturmaktadır. Söz konusu problemler sayısal bir metod olan ZDSF ile kavite analizi yapılmak istenildiği durumda da ortaya çıkmaktadır. Çünkü sayısal gerçeklemede kaynak yeri ve özellikleri belirli olmaksızın ya da kaynak olmaksızın alan analizlerinin özellikle zaman domeninde yapılabilmesi mümkün değildir.

2. Elektromagnetik Teoriye Zaman Domeninde Yeni bir Yaklaşım (EZDY) Metodu ile İnceleme

EZDY metodu zamana ve konuma bağlı kaynak ifadeleri ile kavite modlarının analitik olarak çözümlenmesine imkan sağlamaktadır. Böylece ayırık bir biçimde istenilen kavite metodunun rezonansa getirilebilmesi için farklı kaynak tipleri ve yerlerinin incelenmesi mümkün olabilmektedir. EZDY'ye göre zaman ve konum bağımlı kaynak fonksiyonunun ifadesi TE_z kavite modları için

$$J_n^h(t) = \frac{1}{V} \int_V \vec{J}_h(\vec{r}, t) \vec{H}_n^*(\vec{r}) dV, \quad (1)$$

biçiminde elde edilebilir [1]. Söz konusu denklemde V kavite hacmini, $*$ kompleks konjugeyi, $\vec{H}_n(\vec{r})$ istenilen TE_z modu ile ilgili olarak EZDY'ye göre çözülen Neumann sınır değer problemi sonucunda elde edilen n 'inci kavite moduna ilişkin magnetik alan ifadesini ve $\vec{J}_h(\vec{r}, t)$ ise uygulanan kaynakların konumu, yapısı ve zaman bağımlılığını içeren kaynak fonksiyonlarını tanımlar. Bu çalışmada zaman bağımlılığı monokromatik olarak ele alınmıştır. Buna göre uygulanan kaynakların matematiksel ifadesi

$$\vec{J}_h(\vec{r}, t) = I \delta(x - x_s) \delta(y - y_s) [H(z - z_s) - H(z)] \sin(\omega t) \vec{e}_z, \quad (2)$$

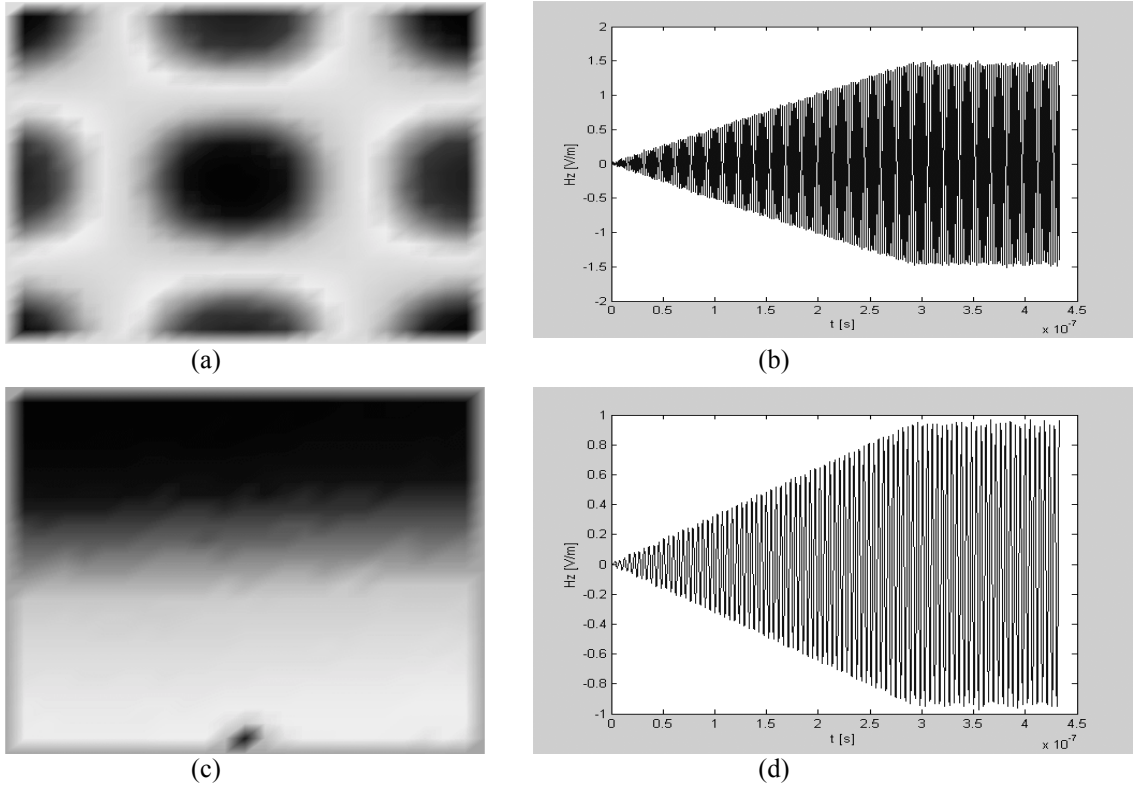
biçiminde manyetik bir dipol olarak düşünülmüştür. Burada I uygulanan akımın genliğini, x_s, y_s kavite tabanında kaynağın yerini, z_s ise dipol yapısındaki kaynağın z yönündeki uzunluğunu göstermektedir. Buna göre $\vec{H}_n(\vec{r})$ ifadeleri yardımı ile, (1) integrali alınır [1]

$$j_n^h(t) = \left\{ -A \cos\left(\frac{x_s \pi p}{a}\right) \cos\left(\frac{y_s \pi q}{b}\right) \left[\cos\left(\frac{z_s \pi s}{d}\right) - 1 \right] \sin(2\pi f_o t) \right\}, \quad (3)$$

denklemini bulunur. Burada a, b, d büyüklükleri x, y, z koordinatları boyunca kavite boyutlarını, n ise p, q, s biçiminde istenilen kavite mod numarasını, f_o ise söz konusu rezonans kavite modunun rezonans frekansını gösterir.

3. Sayısal Örnekler

Söz konusu yaklaşıma bir örnek olarak $1 \times 1 \times 1$ m boyutlarında kubik bir kavite ele alınmış $z_s = d/2$ olarak seçilmiş (3) denkleminin maksimum değerleri aldığı yerler araştırıldığında TE_{221} ve TE_{101} modları için uygun kaynak koordinatları sırası ile $x_s = a/2, y_s = b/2$ ve $x_s = 0, y_s = b/2$ olarak bulunmuştur. Buna göre ZDSF metodu yardımı ile söz konusu koordinatlara magnetik dipol aracılığıyla manyetik alan uygulanmıştır. Manyetik alanın z bileşeninin dağılımı $x-y$ eksenleri boyunca şekil 1.a ve şekil 1.b'de kaynak yerleri ile birlikte sırası ile TE_{221} ve TE_{101} modları için gösterilmiştir.



Şekil 1. a) $z_s = d$ değeri için $x - y$ eksenleri boyunca manyetik alanın z bileşiminin TE_{221} modu için dağılımı, b) TE_{221} modu için kavitenin zaman cevabı, c) $z_s = d$ değeri için $x - y$ eksenleri boyunca manyetik alanın z bileşiminin TE_{101} modu için dağılımı, d) TE_{101} modu için kavitenin zaman cevabı

Kaynaklar

- [1] O.A. Tretyakov, "Essentials of Nonstationary and Nonlinear Electromagnetic Field Theory", in Analytical and Numerical Methods in Electromagnetic Wave Theory, M.Hashimoto, M.Idemen, O.A.Tretyakov, Science House Company, Tokyo, Japan, 1993.
- [2] S.Aksoy, O.A. Tretyakov, "Excitation of Rectangular Cavity by Walsh Function", Second International Conference on Electrical and Electronics Engineering, Bursa, Turkey, pp:175-177,7-11, November 2001.
- [3] Erkul Başaran, Serkan Aksoy, A. Arif Ergin, "The Investigation Of Source Location Effect for Resonant Modes Of A Cubic Cavity", 3rd International Conference On Mathematical & Computational Applications, Selçuk University, Konya, Turkey, 4-6 September 2002.