

DİKDÖRTGEN BİÇİMLİ BİR KAVİTENİN ANTİ-SİMETRİK TM_z REZONANS MODLARINDA UYARILMASI

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

e-mail: erkul@gyte.edu.tr - saksoy@gyte.edu.tr - aergin@gyte.edu.tr

⁽¹⁾Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Elektronik Mühendisliği Bölümü
41400, Gebze, Kocaeli

⁽²⁾TUBITAK, MAM, MKTAE, Türk Ukrayna Ortak Araştırma Laboratuvarı, 41400, Gebze, Kocaeli

ABSTRACT

A new analytical method in time domain is used to find suitable source location to excite resonances in a rectangular, empty cavity which has perfect electrically conducting walls. Because classical cavity analyses are based on the source-free solution of Helmholtz equation, these are not suitable to determine the source location and types for desired resonant cavity modes. To overcome this weakness, a new method which is called the Evolutionary Approach to Electromagnetics (EAE) is used and thus source location and types for desired cavity modes are determined. Later, the temporal responses of anti-symmetric TM_z modes to certain source locations and types which are obtained by EAE are verified by using Finite Difference Time Domain (FDTD) method. A good agreement is found between EAE and FDTD analyses.

Anahtar Kelimeler: Kavite, Anti-Simetrik Modlar

I. GİRİŞ

Elektromanyetik teoremin temel uygulamalarından biri olan kavite problemleri klasik anlamda frekans domeninde Helmholtz denkleminin kaynaksız olarak çözümüne dayanmaktadır. Helmholtz denkleminin kaynaksız olarak çözülmesiyle kavite modlarının rezonansı açısından kaynak yerlerinin uygunluğunun ve kaynakların özelliklerinin detaylı analizleri mümkün olamamaktadır. Helmholtz denkleminin kaynaksız çözümü dalga kılavuzu modlarının incelenmesinde de kullanılan bir teknik olup bu durumda kaynakların sonsuz uzaklıkta olduğu varsayımı ile dalga kılavuzları modları için çözüm elde edilebilmektedir. Fakat bu tür bir yaklaşım özellikle kapalı kavite için pek uygun görülmemektedir.

II. EZDY METODU İLE İNCELEME

EZDY metodu zamana ve konuma bağlı olarak kaynak fonksiyonları ile kavite modlarının incelenmesine imkan sağlamaktadır. EZDY metodu kullanılarak kubik kavite için TM_z ve TE_z modlarının elde edilmesi için

uygun kaynak yerlerinin tespiti daha önceki çalışmalarda yapılmıştır [3,4]. Buradaki çalışmada ise kubik kavite için incelenen simetrik modların yerine dikdörtgen biçimli kavite için salınan anti-simetrik TM_z modları incelenmiştir. EZDY'ye göre zamana ve konuma bağımlı kaynak fonksiyonunun ifadesi TM_z kavite modları için

$$j_n^e(t) = \frac{1}{V} \int_V \vec{J}_e(\vec{r}, t) \vec{E}_n^*(\vec{r}) dV \quad (1)$$

biçiminde elde edilebilir [1]. Bu denklemde V kavite hacmini, $*$ kompleks konjugeyi, $\vec{E}_n(\vec{r})$ istenilen TM_z modu ile ilgili olarak EZDY'ye göre Neumann sınır değer problemi sonucunda elde edilen n 'inci kavite moduna ilişkin elektrik alan ifadesini ve $\vec{J}_e(\vec{r}, t)$ 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

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

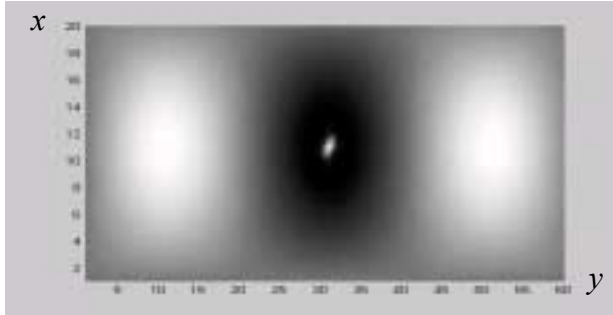
biçiminde bir elektrik dipol olarak düşünülmüştür. Burada I uygulanan akımın genliğini, x_s, y_s kavite tabanında kaynağın yerini, z_s ise dipol yapısındaki kaynağın z yönündeki uzunluğunu göstermektedir. Buna göre $\vec{E}_n(\vec{r})$ ifadeleri yardımı ile, (1) integrali alınır [1]

$$j_{pqz}^e(t) = \begin{cases} \frac{IB}{\pi s} \sin\left(\frac{x_s \pi p}{a}\right) \sin\left(\frac{y_s \pi q}{b}\right) \sin\left(\frac{z_s \pi s}{d}\right) \sin(2\pi f_{op} t), & s \neq 0 \\ \frac{IB}{d} \sin\left(\frac{x_s \pi p}{a}\right) \sin\left(\frac{y_s \pi q}{b}\right) z_s \sin(2\pi f_{op} t), & s = 0 \end{cases} \quad (3)$$

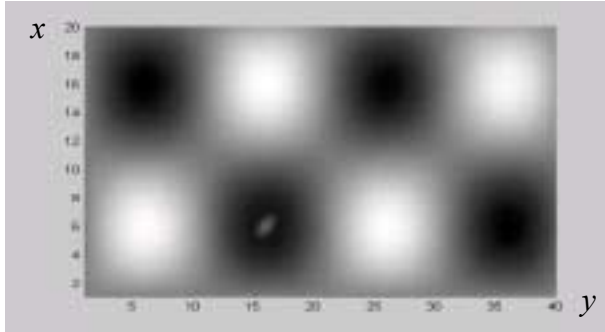
denklemini bulunur. Burada a, b, d büyüklükleri x, y, z koordinatları boyunca kavite boyutlarını, n ise p, q, s biçiminde istenilen kavite mod numarasını, f_0 da söz konusu rezonans kavite modunun rezonans frekansını gösterir. B büyüklüğü de EZDY metodu uyarınca hesaplanan bir sabitten ibarettir.

III. SAYISAL ÖRNEKLER

Söz konusu yaklaşıma örnek olarak farklı boyutlara sahip dikdörtgen biçimli kaviteler ele alınmış ve $z_s=d/2$ olarak seçilerek (3) denkleminin maksimum değerleri aldığı yerler araştırıldığında anti-simetrik TM_{130} ve TM_{240} modları için uygun kaynak koordinatları sırası ile $x_s = a/2$, $y_s = b/2$ ve $x_s = a/4$, $y_s=3b/8$ olarak bulunmuştur. Buna göre ZDSF metodu yardımı ile söz konusu koordinatlara elektrik bir dipol aracılığıyla elektrik alan uygulanmıştır. Buna göre elektrik alanın z bileşeninin dağılımı xy -düzleminde şekil 1.a ve şekil 1.b'de kaynak yerleri ile birlikte, dikdörtgen biçimli kavitelerin zaman cevabı ise şekil 2.a ve şekil 2.b'de sırası ile TM_{130} ve TM_{240} modları için gösterilmiştir.

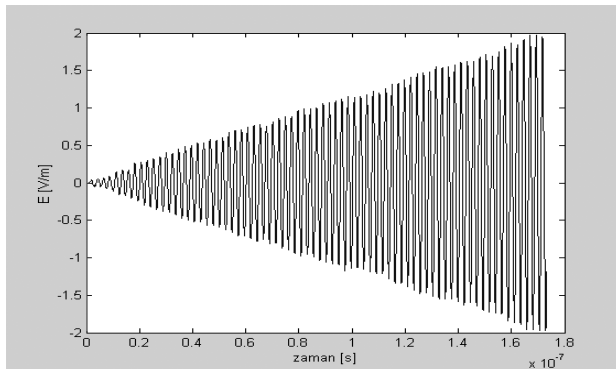


(a)

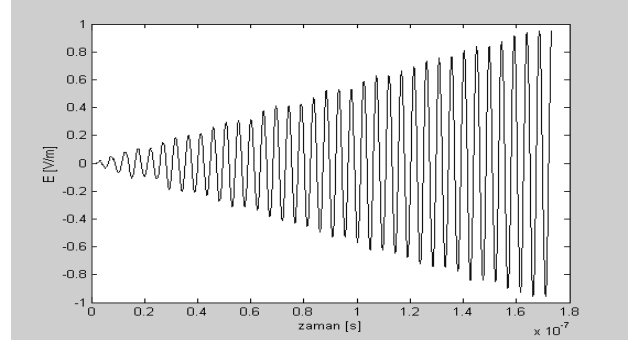


(b)

Şekil 1. E_z bileşeninin xy -düzlemi boyunca (a) TM_{130} ve (b) TM_{240} modları için alan dağılımı



(a)



(b)

Şekil 2. E_z bileşeninin (a) TM_{130} ve (b) TM_{240} kavite modları için zaman cevabı

İncelenen kaviteler sırasıyla $1 \times 3 \times 1$ m ($20 \times 60 \times 20$ hücre) ve $1 \times 2 \times 1$ m ($20 \times 40 \times 20$ hücre) boyutlarına sahiptir. Bu boyutlar için ele alınan TM_{130} ve TM_{240} modlarının rezonans frekansları sırası ile $f_{130} = 0.212$ GHz ve $f_{240} = 0.424$ GHz olarak hesaplanmıştır.

IV. SONUÇ

Dikdörtgen biçimli kavitelerde TM modları için kaynak yerlerinin rezonans üzerindeki etkisi numerek ve analitik olarak incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar EZDY ve ZDSF metodları açısından birbirleri ile uyumludur. Kaynak yerleri üzerindeki araştırmalar özellikle mikrodalga fırınlar ve tam yansıtıcı odaların elektromagnetik uyumlulukları açısından pratik anlamda son derece önemlidir. Gelecekte EZDY ve ZDSF aracılığı ile dikdörtgen biçimli kavitelerin kaynak yerlerinin TE modlarına etkisinin araştırılması hedeflenmektedir.

REFERANSLAR

- [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.
- [4] Erkul Başaran, Serkan Aksoy, A. Arif Ergin, "Bir Kübik Kavitenin TE Rezonans Modunda Uyarılması İçin Kaynak Yerinin Belirlenmesine Yeni Bir Yaklaşım", URSl 2002 Ulusal Kongresi, İTÜ, İstanbul, Türkiye, 18-20 Eylül 2002.