

Anahtarlanabilir Yarık-Halkalı Bant-Geçiren Mikroşerit Filtre Tasarımı

Cumhur Cenk, Adnan Sondaş, Yunus E. Erdemli
Kocaeli Üniversitesi
Elektronik ve Bilgisayar Eğitimi Bölümü
Umuttepe, 41380 Kocaeli
cumhurcenk@gmail.com, asondas@kou.edu.tr, yunusee@kou.edu.tr

Özet: Bildiride, yeni bir anahtarlanabilir bant-geçiren mikroşerit filtre tasarımı önerilmektedir. Önerilen filtre, yarık halka rezonatörü ve mikroşerit hattından meydana gelmektedir. Rezonatör halkaları arasına yerleştirilen aç/kapa anahtarlar sayesinde, frekans ayarlamalı bant-geçiren filtre performansı sağlanmaktadır.

1. Giriş

Son yıllarda, ϵ -negatif ve/veya μ -negatif özellik gösteren metamateriyal yapılar, mikrodalga uygulamalarının ilgi odağı haline gelmişlerdir [1], [2]. Belirli bir frekans bandında μ -negatif özellik gösteren yarık-halka rezonatörleri (split-ring resonator: SRR) ve ϵ -negatif özellik gösteren metal şerit dizileri, metamalzemelere örnek olarak verilebilir. SRR elemanları uygun bir konfigürasyonda bir araya getirildiğinde, manyetik (endüktif) ve/veya elektriksel (kapasitif) kuplaj etkisi göstermekte ve bu özellikleriyle mikroşerit filtre uygulamalarında tercih edilmektedirler [3], [4]. Özel olarak, SRR yarıklarına varaktör diyotlar [5], [6] veya SRR halkaları arasına aç/kapa anahtarlar [7] yerleştirilerek, filtre karakteristiği dinamik olarak farklı frekans değerlerine kaydırılabilmektedir.

Bu çalışmada, yeni bir frekans-ayarlamalı bant-geçiren mikroşerit filtre tasarımı önerilmektedir. Önerilen filtre konfigürasyonu Şekil 1’de verilmiştir. Görüldüğü üzere filtre yapısı, iç içe geçmiş iki adet yarık halka rezonatörü ve yarıklı bir mikroşerit hattından meydana gelmektedir. Rezonatör halkaları arasına yerleştirilen üç çift aç/kapa anahtar sayesinde, frekans ayarlamalı bant-geçiren filtre performansı sağlanmaktadır. SRR halkaları ve mikroşerit hat arasındaki kuplaj etkisi, filtrenin sahip olduğu iletim karakteristiğini belirlemektedir. Anahtarlar sayesinde ise bu kuplaj etkisi dinamik olarak kontrol edilebilmekte ve filtrenin iletim bandı farklı frekans değerlerine kaydırılabilmektedir. Önerilen mikroşerit filtre, Ansoft Designer simülatörü kullanılarak tasarlanmıştır.

2. Filtre Tasarımı

Anahtarlanabilir mikroşerit filtre konfigürasyonu Şekil 1’de verilmiştir. Bu optimum filtre yapısına ulaşıncaya dek bir dizi parametrik çalışma gerçekleştirilmiştir. Bu süreçte; filtre karakteristiğine (özellikle frekans bandına) önemli derecede etkisi gözlenen parametreler şunlardır: dielektrik kalınlığı (h), dielektrik sabiti (ϵ_r), dış (kare) halka boyutu (L_r), halka genişliği (t), yarık aralığı (g), halka-şerit aralığı (b), halka yarıklarının konumu. Anahtarsız (veya tüm anahtarlar açık konumdayken) filtre, 2.5 GHz frekansında iletim sağlayacak şekilde tasarlanmıştır (Şekil 2). Aç/kapa anahtar çiftlerinin (S_1 , S_2 , S_3) simülatörde modellenmesi, Şekil 1’de görüldüğü üzere, halkalar arasına yerleştirilen metalik parçalar aracılığıyla gerçekleştirilmiştir. Her bir anahtarın kapalı veya açık pozisyonları, sırasıyla, metalik parçanın ilgili konumda bulunması veya bulunmaması ile tanımlanmaktadır.

Şekil 2’de, S_1 ve S_2 anahtar çiftlerinin filtre karakteristiğine olan etkileri gözlenmektedir. S_1 ve S_2 anahtarlarının ayrı ayrı kapatılması ile filtrenin iletim karakteristiği 2.5 GHz’ten, sırasıyla, 3.35 GHz ve 3.2 GHz frekanslarına kaymakta, böylece frekans-ayarlamalı tek-bant filtre performansı elde edilmektedir. S_3 anahtar çiftinin tek başına kapatılmasıyla da filtrenin çift-bant iletim performansı sağlanabilmektedir. Şekil 3’te görüldüğü üzere, bu durumda, filtre aynı anda hem 2.55 GHz hem de 3.45 GHz frekanslarında iki farklı iletim bandına sahiptir. Her bir anahtarlama konumunda, filtrenin 3-dB iletim-bant genişliğinin %1 olduğu hesaplanmıştır.

Anahtarlı filtre tasarımı gerçekleştirilirken, anahtar konumları deneme-yanılma yöntemiyle optimize edilmiştir. Bu süreçte; S_1 anahtarları halka yarıklarından uzaklaştıkça ilgili iletim bandının düşük frekanslara, yarıklara

yaklaştıkça yüksek frekanslara kaydığı gözlenmiştir. Ayrıca, S_2 (veya S_3) anahtarları arasındaki mesafe artırıldığında ilgili iletim bandı yüksek frekanslara kaymaktadır. Şekil 1’de verilen optimum anahtar konumlarındaki bahsi geçen değişiklikler, frekans kaymalarının yanı sıra, filtrenin S_{11} ve S_{21} seviyelerinde de bozunuma neden olabilmektedir. Farklı frekans bantlarında performansın sağlanabilmesi için farklı anahtar konumları seçilebilir, ancak bu durumda, filtre parametrelerinin yeniden optimizasyonuna ihtiyaç duyulmaktadır.

3. Sonuçlar

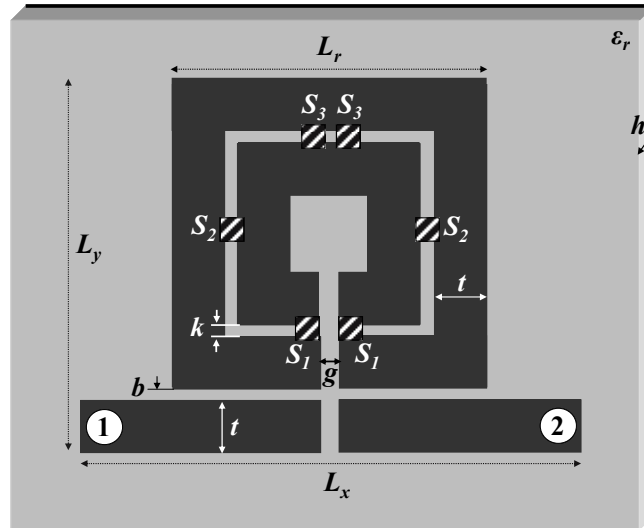
Bildiride, anahtarlanabilir bant-geçiren SRR mikroşerit filtre tasarımı tanıtılmıştır. Bu yeni tasarımın en önemli özelliği; basit aç/kapa anahtarlar aracılığıyla, frekans-ayarlanabilir tek-bant ve çift-bant filtre performansının sağlanabilmesidir. Ayrıca, birden fazla SRR yapısı kullanılarak oluşturulmuş farklı bir filtre tasarımı ile iletim-bant genişliğini arttırmak ve benzer şekilde anahtarlama yapmak mümkün olabilmektedir. Filtrenin gerçekleştirilmesinde, anahtarlama için PIN diyotların kullanılması öngörülmektedir. Kongrede, incelenen filtrelerin ölçüm sonuçlarına yer verilecektir.

Teşekkür

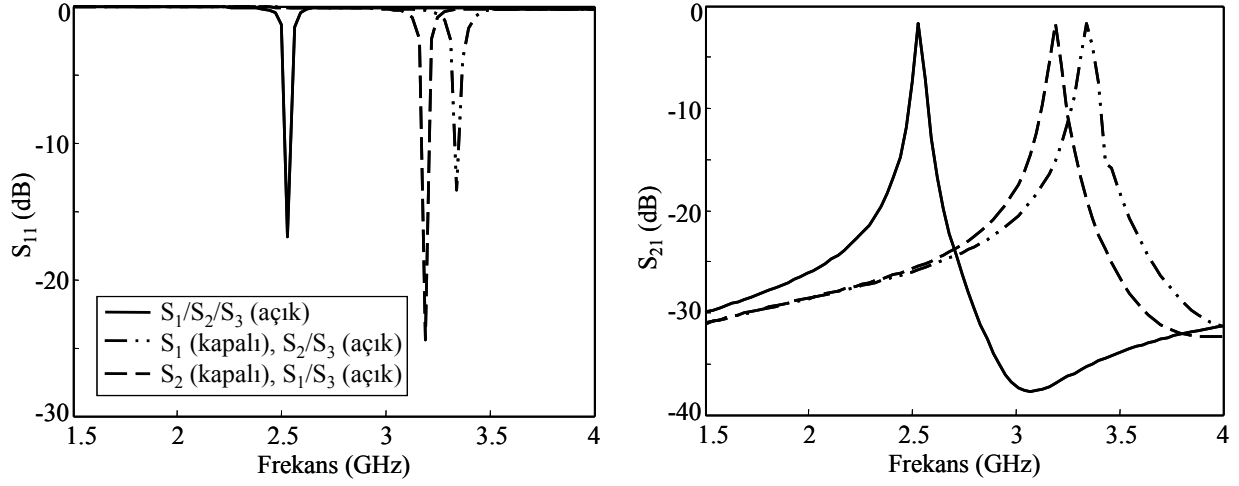
Bu çalışma, Kocaeli Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmektedir (No: 2005/15).

Kaynaklar

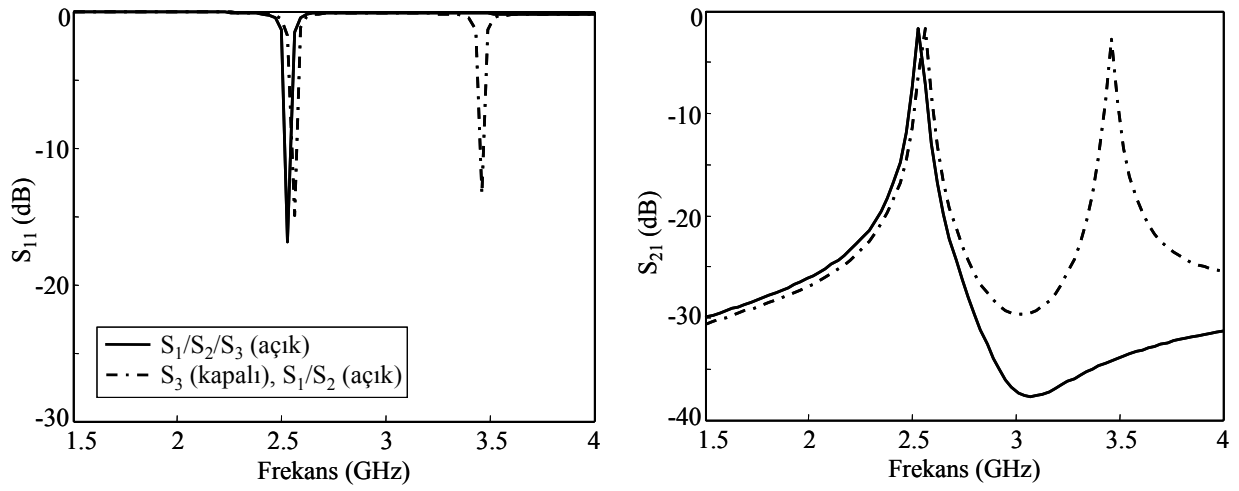
- [1]. “Special issue on metamaterials”, IEEE Trans. Antennas Propagat., 51(10), 2003.
- [2]. “Special issue on metamaterial structures, phenomena, and applications”, IEEE Trans. Microwave Theory Tech., 53(4), 2005.
- [3]. Hong J.-S. ve Lancaster M. J., “Couplings of microstrip square open-loop resonators for cross-coupled planar microwave filters”, IEEE Trans. Microwave Theory Tech., 44(12), s. 2099–2109, 1996.
- [4]. Yu C.-C. ve Chang K., “Novel compact elliptic-function narrow-band bandpass filters using microstrip open-loop resonators with coupled and crossing lines”, IEEE Trans. Microwave Theory Tech., 46(7), s. 952–958, 1998.
- [5]. Kumar S., Klymyshyn D. ve Mohammadi A., “Broadband electronically tunable microstrip ring resonator filter with negative resistance coupling”, Electron. Lett., 32(9), s. 809-811, 1996.
- [6]. Gil I., Garcia J., Bonache J., Martin F., Sorolla M. ve Marques R., “Varactor-loaded split ring resonators for tunable notch filters at microwave frequencies”, Electron. Lett., 40(21), s. 809-811, 2004.
- [7]. Erdemli Y. E. ve Sondaş A., “Dual-polarized frequency-tunable composite left-handed slab”, J. Electromagn. Waves and Appl., 19(14), s. 1907–1918, 2005.



Şekil 1. Anahtarlanabilir SRR filtre konfigürasyonu: S_1, S_2, S_3 (aç/kapa anahtarlar: 0.375×0.375), $L_x=14.5$, $L_y=8.45$, $L_r=7.125$, $g=0.5$, $k=0.375$, $b=0.235$, $t=1.125$, $h=1.27$ (hepsi mm), $\epsilon_r=10.2$.



Şekil 2. Mikroşerit filtrenin frekans-ayarlamalı tek-bant performansı.



Şekil 3. Mikroşerit filtrenin çift-bant performansı.