

# VARAKTÖR DİYOT KONTROLLÜ BANT-GEÇİREN MİKROŞERİT FİLTRE TASARIMI

Adnan Sondaş, Mustafa H.B. Uçar, Yunus E. Erdemli  
Kocaeli Üniversitesi  
Elektronik-Bilgisayar Eğitimi Bölümü  
Umuttepe, Kocaeli  
{asondas, mhbucar, yunusee}@kocaeli.edu.tr

**Özet:** Bildiride, frekans-ayarlamalı bant-geçiren yeni bir mikroşerit filtre tasarımı ve ilgili sayısal analiz sonuçları yer almaktadır. Önerilen filtre, çift-yarıklı halka yapısının yarığına yerleştirilmiş bir adet varaktör diyot ile giriş/çıkış kapılarının bağlandığı iki adet mikroşerit hattın meydana gelmektedir. Varaktör diyotun sahip olduğu kapasitans değerine bağlı olarak, filtrenin bant geçirme karakteristiği 2,5–3,3 GHz aralığında farklı frekanslara ayarlanabilmektedir.

## 1. Giriş

Teknolojinin gelişmesiyle birlikte yüksek frekans uygulamalarında, yüzey uyumlu mikroşerit yapıların kullanılması ön plana çıkmıştır. Mikroşerit hatlar uygun bir kombinasyonda bir araya getirildiğinde, manyetik (endüktif) ve/veya elektriksel (kapasitif) kuplaj etkisi göstermekte ve bu özellikleriyle de filtre uygulamalarında tercih edilmektedirler. Hatların boyutları değiştirilerek [1], hatlar arasına yüklemeler [2, 3] veya uygun konumlara varaktör diyot [4, 6] yerleştirilerek ayarlanabilir mikroşerit filtre performansı elde edilebilmektedir.

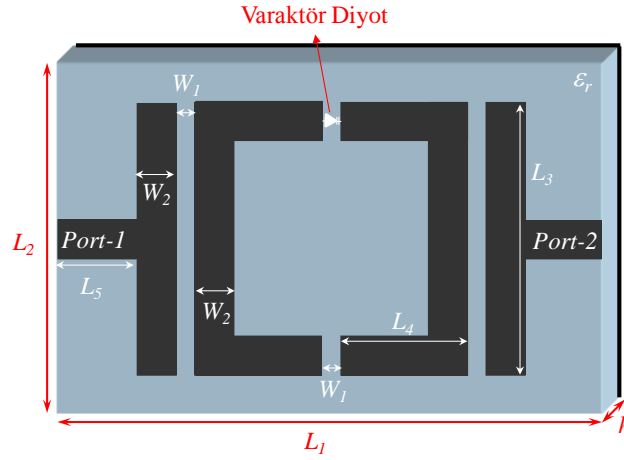
Önceki bir çalışmada [3], iç içe yerleştirilmiş halka yapıları arasında dört çift aç/kapa anahtar kullanımıyla mikroşerit bant-geçiren filtrenin iletim bandının değiştirilebildiği incelenmişti. Bu çalışmada ise, ilgili tasarım daha basit bir filtre konfigürasyonuna dönüştürülmüş ve sadece bir adet varaktör diyot kullanılarak benzer bir frekans ayarlamasının gerçekleştirilebileceği gösterilmektedir. Önerilen filtre yapısı, çift-yarıklı halka yapısının yarığına yerleştirilmiş bir adet varaktör diyot ile giriş/çıkış kapılarının bağlandığı iki adet mikroşerit hattın meydana gelmektedir. Yarık halka rezonatörü üzerine monte edilmiş varaktör diyot sayesinde, frekans-ayarlamalı bant-geçiren filtre performansı sağlanmaktadır. Filtrenin iletim karakteristiği; halka elemanının kendine has endüktif, halka yarıklarındaki kapasitif ve halka ile mikroşerit hatlar arasında oluşan kapasitif etkileşimin sonucunda gerçekleşmektedir. Yarıklardan birine yerleştirilen varaktör diyot sayesinde ilgili kapasitif etki dışarıdan dinamik olarak kontrol edilebilmekte ve filtrenin iletim bandı farklı frekanslara kaydırılabilmektedir. Önerilen filtrenin tasarımı, CST Microwave Studio simülatörü ile gerçekleştirilmiş olup, varaktör diyot elemanı farklı değerlerdeki kondansatörler ile modellenmiştir. Bildiride, önerilen filtre tasarımına ait sayısal analiz sonuçlarına yer verilmektedir.

## 2. Filtre Tasarımı

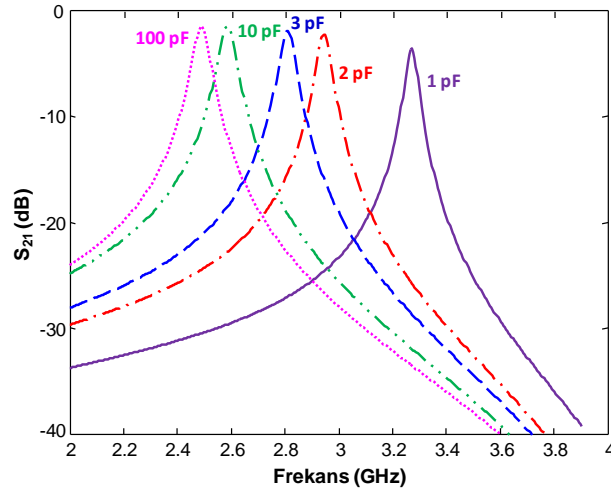
Önerilen mikroşerit filtre tasarımı Şekil 1’de verilmektedir. Görüldüğü üzere, filtre yapısı, çift-yarıklı halka yapısının yarığına yerleştirilmiş bir adet varaktör diyot ile giriş/çıkış kapılarının bağlandığı iki adet mikroşerit hattın meydana gelmektedir. Mikroşerit hatlar simülatörde modellenirken bakır malzemesi ( $\sigma=5,8 \times 10^7$  S/m) kullanılmış, metalik şeritler ise alt yüzeyi metal kaplamalı (toprak) 1.27 mm kalınlığındaki Rogers RO3210 ( $\epsilon_r=10,2$ ,  $\tan\delta=0,0027$ ) dielektrik malzemesi üzerine yerleştirilmiştir. Filtre tasarımının bütününde 1 mm genişliğinde 50  $\Omega$ ’luk mikroşerit hatlar kullanılmıştır.

Önerilen varaktör diyot kontrollü bant-geçiren mikroşerit filtrenin iletim ( $S_{21}$ ) ve yansıma ( $S_{11}$ ) karakteristikleri sırasıyla Şekil 2 ve Şekil 3’te verilmektedir. Görüldüğü üzere, varaktör diyotun kapasitans değeri değiştirildiğinde (1–100 pF), filtrenin iletim bandı 2,5–3,3 GHz aralığındaki farklı frekanslara kaydırılabilmektedir. Kapasitans değeri arttıkça, iletim bandı düşük frekanslara doğru kaymakta ve düşük frekanslara doğru gidildikçe değişim azalmaktadır. Örneğin kapasitans değeri 1 pF’tan 2 pF’a çıkarıldığında rezonans frekansında 0,3 GHz’lik bir değişim olmasına rağmen, kapasitans 10 pF’tan 100 pF’a çıkarıldığında frekans değişimi sadece 0,1 GHz’dir. Şekil 4’te kapasitans değerine bağlı olarak filtrenin çalışma frekansının değişimini gösteren tasarım eğrisi yer almaktadır. Bu tasarım eğrisi referans alınarak, uygulama frekansı dinamik olarak

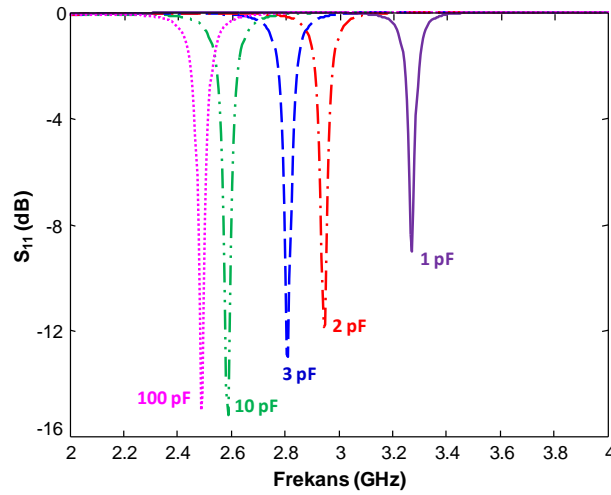
ayarlanabilecektir. Ayrıca, Şekil 2 ve Şekil 3'ten görüleceği üzere,  $C > 1$  pF için, ilgili frekanslarda  $S_{21}$  seviyeleri  $-3$  dB'nin üstünde ve  $S_{11}$  seviyeleri ise  $-10$  dB'nin altında gözlenmektedir.



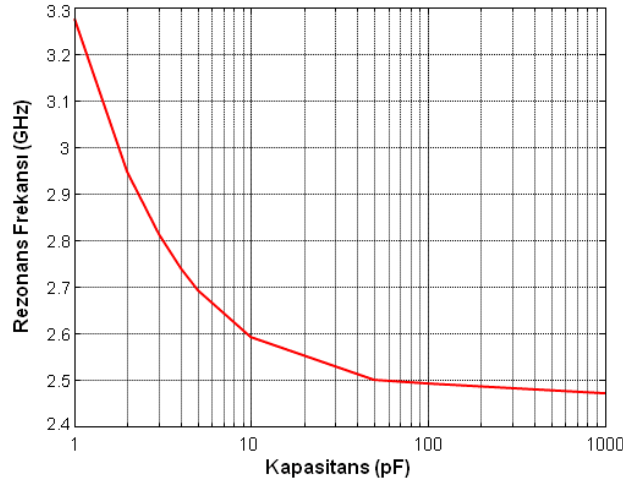
Şekil 1. Önerilen filtre tasarımı:  $L_1=14$ ,  $L_2=11$ ,  $L_3=7$ ,  $L_4=3.25$ ,  $W_1=0.5$ ,  $W_2=1$ ,  $h=1$  (mm),  $\epsilon_r=10.2$ .



Şekil 2. Önerilen mikroşerit filtrenin frekans-ayarlamalı iletim ( $S_{21}$ ) performansı.



Şekil 3. Önerilen mikroşerit filtrenin yansıma ( $S_{11}$ ) karakteristikleri.



Şekil 4. Önerilen mikroşerit filtrenin tasarım grafiği.

### 3. Sonuçlar

Bildiride, varaktör diyot kontrollü halka yapılı yeni bir mikroşerit filtre tasarımı tanıtılmış ve ilgili simülasyon sonuçları verilmiştir. Önerilen minyatür filtrenin boyutları  $0,15\lambda_0 \times 0,12\lambda_0$  ( $L_1 \times L_2$  @ 3,3 GHz) olup kullanılan varaktör diyot sayesinde, 2,5–3,3 GHz bandında frekans-ayarlamalı bant-geçiren filtre performansı sağlanabilmektedir. Kapasitans değeri arttıkça, iletim bandının düşük frekanslara doğru kaydığı ve düşük frekanslarda dinamik değişimin azaldığı gözlenmektedir. Prototip filtrenin ölçüm sonuçları konferansta sunulacaktır.

### Kaynaklar

- [1] Çakır G., Gündüz S., ve Sevgi L., Geniş Bantlı Mikroşerit Filtre Tasarımı, Eksen Yayıncılık, İstanbul, 2006.
- [2] Cenk C., Sondaş A., ve Erdemli Y. E., “ Tunable Split Ring Resonator Microstrip Filter Design,” Mediterranean Microwave Symposium (MMS’2006), Eylül 2006, Genova, İtalya, s. 20-23.
- [3] Sondaş A., Cenk C., ve Erdemli Y. E., “Frekans-Ayarlamalı Bant-Geçiren Mikroşerit Filtre Tasarımı,” Ulusal Teknik Eğitim, Mühendislik ve Eğitim Bilimleri Genç Araştırmacılar Sempozyumu, (UMES’2007), Haziran 2007, Kocaeli, Türkiye, s. 350-353.
- [4] Kumar S., Klymyshyn D., ve Mohammadi A., “Broadband Electronically Tunable Microstrip Ring Resonator Filter with Negative Resistance Coupling,” Electron. Lett., 32(9), s. 809-810, 1996.
- [5] 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. 1347-1348, 2004.
- [6] Tang W., ve Hong J.-S., “Varactor-Tuned Dual-Mode Bandpass Filters,” IEEE Trans. Microwave Theory Tech., 58(8), s. 2213-2219, 2010.