

C Bant Kenar Kuplajlı Bant Geçiren Filtre

Oğuzhan ORHAN, Dr. Hüseyin H. ERKUT
C Tech Bilişim Teknolojileri San. ve Tic. AŞ.
İstanbul

oguzhan.orhan@ctech.com.tr, hhuseyin.erkut@ctech.com.tr

Kerem ÖZSOY
Antsis Elektronik San. ve Tic. Ltd. Şti.
İstanbul
kerem.ozsoy@antsiselektronik.com.tr

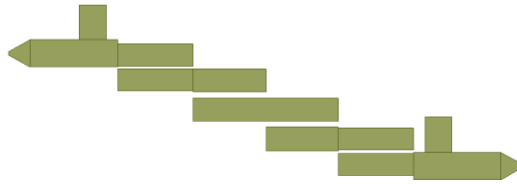
Özet: Bu bildiriye C Bant kenar kuplajlı mikroşerit filtre tasarımı sunulmuştur. Geniş bantlı C Bant uygulamalarda kullanılabilecek bu filtre, PCB üzerindeki mikrodalga iletim hatlarıyla tasarlanmış olup, yüksek frekanslarda düşük alan kaplamasıyla ve düşük maliyetiyle avantajlıdır. Filtre, Çebişov metoduyla üç dereceli olarak tasarlanmıştır. Tasarlanan üç dereceli kenar kuplajlı mikroşerit bant geçiren filtre 4.3 GHz ile 5 GHz frekans aralığını kapsamaktadır ve bant içinde maksimum 1.7 dB'lik araya girme kaybına sahiptir. Filtrenin tasarımı dielektrik kalınlığı 1.524 mm ve dielektrik sabiti 3.55 olan Rogers RO4003C kartı üzerinde yapılmıştır.

Abstract: In this work, C Band Microstrip edge coupled filter is presented. This filter, which can be used in wideband C Band applications, is designed by using transmission lines on PCB. It is advantageous with its low cost and compact structure. The filter is designed using Chebyshev method with three degrees and operates in the frequency band between 4.3 GHz and 5 GHz with the maximum insertion loss of 1.7 dB in the frequency band of interest. The design of the filter was done on Rogers RO4003C PCB substrate with thickness of 1.524 mm.

1. Giriş

Birçok uydu iletişim sistemlerinde, Wi-Fi cihazlarında, telsiz telefonlarda ve hava radar sistemleri gibi çeşitli uygulamalarda C Bant frekans bandı kullanılmaktadır. Bu sistemlerin çoğunda istenmeyen, frekans bandı dışında kalan işaretleri eleyecek, düşük maliyetli ve küçük ebatlı filtrelerin kullanılması gerekmektedir. Bu tip filtreler kenar kuplajlı bant geçiren, açık halka rezonans üretici, firkete bant geçiren gibi topolojiler kullanılarak tasarlanabilmektedir. Baskı devre üzerinde tasarlanan bu tip filtrelerin performansları (frekans tepkisi, araya girme kaybı, vb.) benzerlik göstermektedir. Bu bildiriye, diğer topolojilere göre karmaşıklığı daha düşük olan geniş bant kenar kuplajlı bir mikroşerit bant geçiren filtre sunulmuştur. Bant geçiren filtreler, istenilen frekans bandındaki sinyalleri geçiren, dışında kalan frekans bantlarını durduran filtrelerdir. Bu tip filtrelerin önemli parametreleri; araya girme kaybı, bant durdurma değeri ve geri dönüş kaybıdır. Kenar kuplajlı mikroşerit bant geçiren filtreler düşük araya girme kaybına sahip olup, yüksek bant genişlikleri sağlamanın yanında [1] bant durduran frekanslara geçişte yüksek frekans tepkisi keskinliğine sahiptirler. PCB'nin üst katmanını alt katmanına bağlayan delikler ve delik içi metal kaplaması gerektirmemesi, görece düşük boyutu ve yüksek kalite faktörü bu filtrenin başlıca avantajlarından [2]. Filtre çok yüksek ve çok düşük empedanslı hatların birbirine bağlanmasıyla oluşturulmuştur [3,4]. Bu bildiriye analizi yapılan filtre yüksek frekansta çalışan devrelerde kullanılmakta olan 1.524 mm Rogers RO4003C kartı üzerinde gerçekleştirilmiştir.

2. Filtrenin Yapısı



Şekil 1. Filtre Yapısı.

Paralel kuplajlı hatların herbiri çeyrek dalga boyu uzunluğunda olacaktır. Filtrenin her bir paralel katının empedansı 1, 2 ve 3 numaralı denklemler kullanılarak hesaplanmıştır [5] ve Tablo 1'de verilmiştir. Hesaplanan empedans değerlerini sağlayacak şekilde iletim hatlarının genişliği ve hatlar arasındaki mesafe tasarlanmıştır.

$$FBW = \frac{w_1 - w_2}{w_0} \quad (1)$$

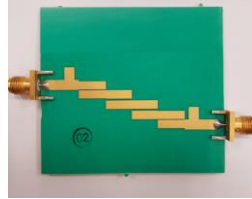
$$\frac{J_{n,n+1}}{Y_0} = \sqrt{\frac{\pi FBW}{2g_n g_{n+1}}} \quad (2)$$

$$(Z_{0e})_{j,j+1} = \frac{1}{Y_0} \left[1 + \frac{J_{j,j+1}}{Y_0} + \left(\frac{J_{j,j+1}}{Y_0} \right)^2 \right] \quad (3)$$

	1. Kat	2. Kat	3. Kat	4. Kat	
g_n	1,7058	1,2296	2,5408	1,2296	1,7058
Z_0	72Ω	67Ω	67Ω	72Ω	

Tablo 1: Empedans Tablosu

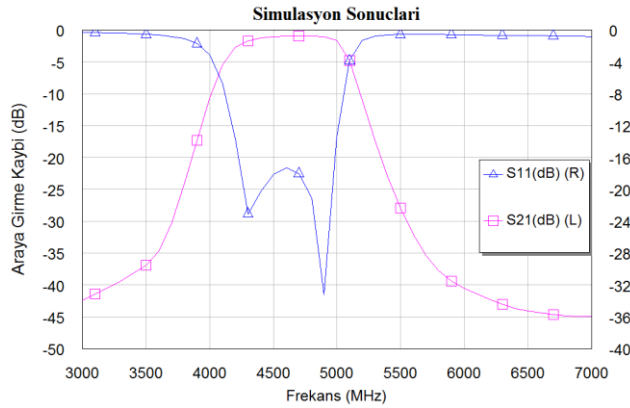
Şekil 1'de gösterilmiş olan filtre 45.85 mm x 63.9 mm boyutlara sahip olup, 56 mm x 63.9 mm boyutlu PCB üzerine basılmıştır. Bu filtre 50 Ω empedanslı sistemler için tasarlanmış olup, entegre edileceği sisteme 50 Ω karakteristik empedanslı hatlarla bağlanabilecektir. Üretilen filtre kartının alt katmanı tamamıyla toprak katmanından oluşmaktadır. Paralel hatları oluşturan hatların uzunlukları çeyrek dalga boyu uzunluğundadır [6]. Giriş ve çıkışlarda kullanılmış açık saplamalar filtrenin giriş ve çıkış empedans uyumlamasını sağlamaktadırlar. Üretilen filtrenin resmi Şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 2. Filtrenin Resmi.

3. Simülasyon Sonuçları

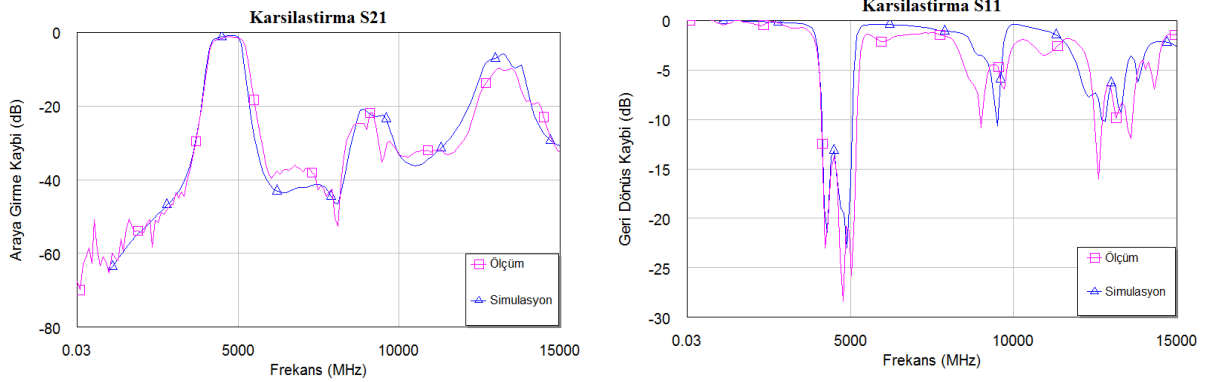
Tasarlanan filtrenin simülasyonları AWR11 deneme sürümü kullanılarak yapılmıştır. Simülasyonlarda araya girme kaybı ve geri dönüş kaybı performansı optimize edilmiştir. Simülasyonlarda elde edilen sonuçlar Şekil 3'te gösterilmiştir. Bu sonuçlara göre filtre, 4.3 GHz ile 5 GHz arasında maksimum 1.7 dB araya girme kaybına sahip olup, minimum -13 dB geri dönüş kaybına sahiptir. Bant dışı işaretleri 40 dB'den fazla bastırabilmektedir. Bantın ikinci harmonik değerinde 20 dB'nin üzerinde bir filtreleme sağlarken, üçüncü harmonikte sağlanabilen filtreleme 10dB'dir. Harmoniklerdeki filtrelemenin zayıflığı bu tip filtrelerin dezavantajlarındanadır.



Şekil 3. Simülasyon Sonuçları.

4. Simülasyon ve Ölçüm Sonuçlarının Karşılaştırılması

Şekil 4'te gösterilmiş olan filtrenin araya girme kaybı ve geri dönüş kaybının simülasyon sonuçları ile ölçüm sonuçları kıyaslandığında, üretim sonrasında alınan sonuçların simülasyonda elde edilen sonuçlarla örtüştüğü görülmektedir. Araya girme kaybı grafiğinde filtrenin frekans cevabı, istenilen frekans bandından daha yüksek bir frekansa doğru bir genişleme eğilimi göstermiştir. Aynı durum geri dönüş kaybı grafiğinde de görülmektedir. Simülasyonlarda filtrenin giriş ve çıkış arayüzü olan SMA konektörlerin ve filtrenin yüzeyindeki bakır hatların oksitlenmesini engellemek amacıyla kullanılmış ENIG yüzey kaplamasının, filtrenin frekans cevabına etkisi göz önüne alınmamıştır. Simülasyon sonuçları ile ölçüm sonuçları arasındaki bu farkın, bu tip faktörler sebebiyle gerçekleşmiş olabileceği öngörülmektedir.



Şekil 4. S₂₁ ve S₁₁ Karşılaştırması.

5. Sonuç

Bu bildiriye, C Bantta geniş bant uygulamalarda kullanılabilecek düşük araya girme kayıplı, görece düşük boyutlu, PCB üst katmanını alt katmanına bağlayacak delik ve delik içi metal kaplaması gerektirmeyen, üretimi kolay ve tasarım karmaşıklığı düşük kenar kupaçlı mikroşerit filtre tasarımı sunulmuştur. Filtre, 1.524 mm kalınlıkta 3.55 yarı iletkenlik katsayılı Rogers RO4003C kartı üzerinde tasarlanmış ve üretilmiştir. 4.3 GHz ile 5 GHz frekans aralığı dışında kalan, istenmeyen frekanslardaki sinyalleri elemek üzere tasarlanmış olan bu filtre, 1.5 dB gibi düşük bir araya girme kaybına sahip olup, 700 MHz'lik geniş bir bantta sadece iletim hatlarının kullanımıyla, düşük maliyetle ve düşük boyutlarla sağlamaktadır. Filtrenin bu avantajlarının yanında, sinyalin harmoniklerini iyi bastıramama gibi dezavantajı da vardır. İstenilen frekans bandının dışında ilk harmonik değerine kadar 40 dB'nin üzerinde, geçirme frekans bandının ikinci harmonik frekans bandında 20 dB'nin üzerinde, üçüncü harmonik frekans bandında ise 10 dB seviyesinde bastırabilmektedir. Simülasyon sonuçları ile ölçüm sonuçları iyi derecede örtüşmektedir.

Kaynaklar

- [1]. Jia-Sheng Hong ve Lancaster, M. J., "Microstrip Filters for RF/Microwave Applications". John Wiley & Sons, Inc., New York, s. 127, 2001.
- [2]. K. Ma, Q. Sun, F. Cheng ve R. M. Jayasuriya, "A 11~20GHz Switched Filter Bank for Software Defined Radio System," Art of Miniaturizing RF and Microwave Passive Components, 2008. IMWS 2008. IEEE MTT-S International Microwave Workshop Series on, s. 75-78, Chengdu, 2008.
- [3]. E.H.Fooks ve R.A.Zakarevičius, "Microwave Engineering Using Microstrip Circuits", Prentice Hall, New York, s. 215-225, 1990.
- [4]. M. Schneider, "Microstrip Lines for Microwave Integrated Circuits", Bell Syst. Tech. J., 48, s. 1421- 1444, 1969.
- [5]. M. A. Othman, M. Sinnappa, M. N. Hussain, M. Z. A. A. Aziz, and M. M. Ismail, "Development of 5.8 GHz microstrip parallel coupled line bandpass filter for wireless communication system," International Journal of Engineering and Technology (IJET), vol. 5, no. 4, pp. 3227-3235, August - September 2013.
- [6]. Hunter, I. C., "Theory and Design of Microwave Filter", The Institution of Engineering and Technology, London, s. 195, 2006.