

S Bandı Uygulamaları için Band Söndüren Mikroşerit Süzgeç Tasarımı

Agâh Oktay Ertay*, Serkan Şimşek*
İstanbul Teknik Üniversitesi
*Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Bölümü
Maslak/İstanbul
aoertay@itu.edu.tr, simsekser@itu.edu.tr

Özet: Bu çalışmada S bandı (2GHz-4GHz) uygulamaları için band söndüren mikroşerit bir süzgeç tasarımı sunulmaktadır. Bu tasarım üç aşamadan oluşmaktadır. Birinci aşamada sonu açık devre ile sonlandırılmış mikroşerit hatlar kullanılarak en uygun band söndüren süzgeç tasarımı yapılmıştır. İkinci aşamada, birinci aşamada tasarlanmış olan mikroşerit süzgecin üst frekanslarında oluşan durdurma bandlarının minimize edilmesi ve mevcut durdurma bandının daha keskin olabilmesi için uygun geometrik değişiklikler yapılmıştır. Son aşamada ise merkez frekansı 3GHz olan, üst frekansları iyileştirilmiş ve S-bandını söndüren bir mikroşerit süzgeç tasarımı elde edilmiştir. Tasarımın gerçekleşmesinden önce devre ve elektromanyetik benzetim aşamaları AWR, SONNET ve CST programlarında yapılmıştır. Bu tasarım için tüm programlar oldukça tutarlı sonuçlar vermektedir.

Abstract: In this study, a bandstop microstrip filter design is presented for S-band applications. This design includes three steps. In the first step, an optimum bandstop filter design is obtained by using open circuited microstrip structures. In the second step, suitable geometric modifications are applied to minimize stopbands which occurs at higher frequencies and have sharper rejection of the microstrip filter of the first step. In the last step, a microstrip filter design is obtained with improved high frequencies, 3GHz center frequency and bandstop behavior of S-band. Circuit and electromagnetic simulation steps are performed in AWR, SONNET and CST before implementation of the design. All programs are quite consistent results with each other for this design.

1. Giriş

Mikroşerit yapılar, modern mikrodalga haberleşme sistemlerinin önemli elemanlarından biridir [1]. Bilindiği üzere bu yapılar ile alçak geçiren [2], yüksek geçiren [3], band geçiren [4] veya band söndüren [5] süzgeçler tasarlanabilmektedir.

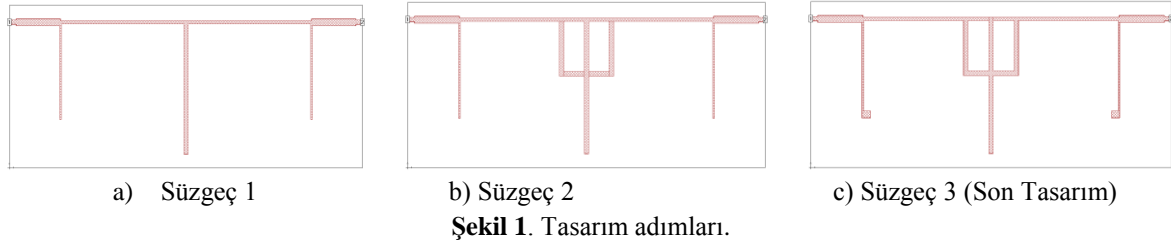
Band söndüren süzgeçler haberleşme sistemlerinde kullanılan önemli alt bloklardan biridir. İstenmeyen sinyallerin, haberleşme sistemlerinde girişime yol açmaması için keskin geçişli durdurma bandına sahip tasarımların yapılması arzu edilebilmektedir.

Bu çalışmanın amacı, 2GHz-4GHz (S bandı) frekans bandını geçirmeyen ve 10GHz'e kadar uzanan geçirme bandlarına sahip bir band söndüren mikroşerit süzgeç tasarımıdır. Bu amaç için üç aşamalı bir tasarım yöntemi ileri sürülmüştür. Her bir adımda band söndüren süzgeç karakteristiğinde iyileşmelerin olduğu gözlenmiştir. Tasarımların benzetim işlemleri AWR [6], SONNET [7] ve CST [8] ortamlarında yapılmıştır. Kullanılan programların oldukça tutarlı sonuçlar verdiği görülmüştür.

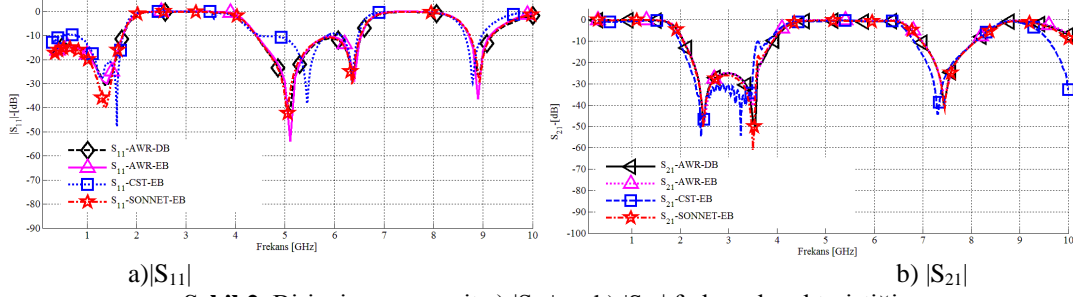
2. Band Söndüren Mikroşerit Süzgeç Tasarım Adımları

Bu çalışmada S-bandını söndüren bir mikroşerit süzgeç tasarımı amaçlanmıştır. Bunun yanında durdurma bandı geçişlerinin keskinleştirilmesi ve üst frekanslarda oluşan durdurma bandlarının minimize edilmesi tasarım hedefleri arasında bulunmaktadır. Tasarlanmak istenen band söndüren mikroşerit süzgecin merkez frekansı 3GHz ve kesirsel band genişliği (FBW)'nin %65ten büyük olması istenmektedir.

Bu doğrultuda üç adımdan oluşan bir süzgeç tasarım yöntemi Şekil 1'de görüldüğü gibi ileri sürülmüştür. Bu yöntemde göre, birinci aşamada (BA) literatürde mevcut olan en uygun dağılım parametrelili band söndüren süzgeç metodu (optimum distributed bandstop filter) [1] kullanılarak sonu açık devre ile sonlandırılmış mikroşerit hatlardan oluşan bir süzgeç tasarımı amaçlanmıştır. Tasarımın küçük olması açısından devre eleman sayısı 5 ve Chebyshev alçak geçiren süzgeç prototipi [1] seçilmiştir. Tasarımda 3.02 bağıl dielektrik sabiti olan ve 0.0016 kayıp tanjantına sahip Rogers 3203 dielektrik malzeme kullanılmıştır. Bu malzemenin yüksekliği 0.25mm seçilmiştir.

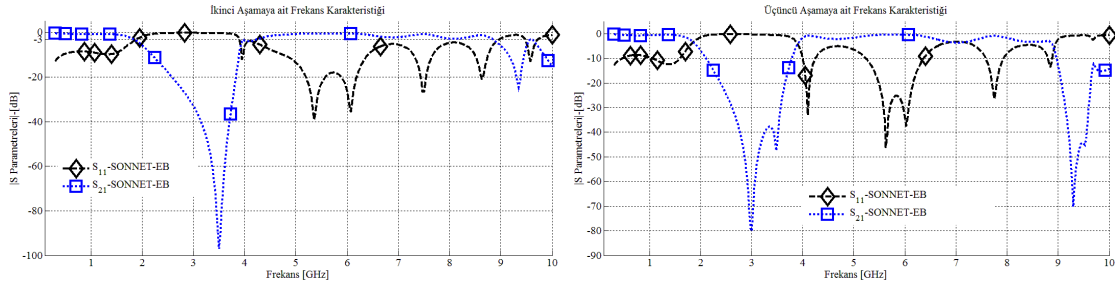


Mikroşerit hatlar 0.01mm kalınlığında bakır seçilerek benzetimler gerçekleştirilmiştir. AWR tasarım ortamında band söndüren filtrenin elde edilmesi için öncelikle devre benzetimi(DB) yapılmıştır. Bu benzetimlerde istenen karakteristiği çıkarabilmek için optimizasyon yapılmıştır. En uygun çıkan tasarımın elektromanyetik benzetimi(EB) için sırasıyla AWR, SONNET ve CST yazılımları kullanılarak modellenme yapılmıştır. Şekil 2 a'da ve b'de tüm programların sonuçlarını içeren frekans karakteristikleri verilmiştir. Şekil 2'den görüleceği üzere S bandını söndüren bir mikroşerit filtre tasarlanmıştır. Bununla beraber ilgili metodun matematiksel özelliklerinden dolayı [1] (Süzgeç fonksiyonunun periyodik olması) üst frekanslarda durdurma bandları oluşabilmektedir.



Şekil 2. Birinci aşamaya ait a) $|S_{11}|$ ve b) $|S_{21}|$ frekans karakteristiği

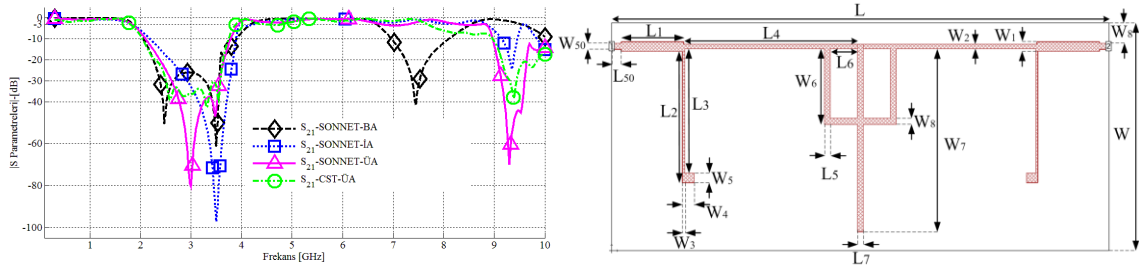
İstenmeyen durdurma bandlarının minimize edilebilmesi amacıyla ikinci aşamaya (İA) geçilmiştir. Bu kapsamda BA'da tasarlanan süzgecin orta kısmındaki sonu açık devre ile sonlandırılmış paralel yan hatta simetrik olacak biçimde katlanmış mikroşerit hatlar yerleştirilmiş ve SONNET ortamında benzetim gerçekleştirilmiştir. Yapılan bu değişiklikle, durdurma bandının üst geçiş bölgelerinde daha keskin inişlerin olduğu ve üst frekanslardaki durdurma bandlarının giderek kaybolmaya başladığı Şekil 3a'da görülmektedir. Durdurma bandının alt geçiş bölgelerinin de daha keskin olabilmesi ve merkez frekansının 3GHz olabilmesi için üçüncü tasarım adımına geçilmiştir.



a) İkinci aşamaya ait $|S_{21}|$ ve $|S_{11}|$ frekans karakteristiği b) Üçüncü aşamaya ait $|S_{21}|$ ve $|S_{11}|$ frekans karakteristiği

Şekil 3. Son iki aşamayı içeren grafikler

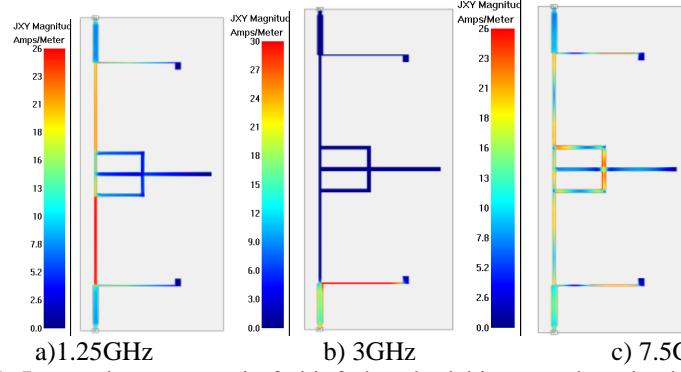
Üçüncü aşamada (ÜA), ikinci adımda elde edilen süzgeçteki kalan paralel yan hatlara, uzunlukları Çizelge 1'de verilen mikroşerit hatlar eklenmiştir. Bu yapıların eklenmesiyle, Şekil 3b'de görüldüğü gibi durdurma bandının alt geçiş bölgesi ikinci adıma göre daha keskin olmuş ve merkez frekansında iletim sıfır noktası oluşmuştur. SONNET programı sonucu tüm aşamaların frekans karakteristiğini ve CST programı sonucu en son yapının frekans karakteristiğini gösteren grafik Şekil 4a'da verilmiştir. Tasarım programlarının oldukça uyumlu sonuçlar verdiği Şekil 4a'da görülmektedir. Son çıkan süzgeç yapısının şematik görünümü Şekil 4b'de verilmektedir. Tasarlanan süzgecin durdurma ve geçirme bandındaki davranışlarının analizi açısından yüzey akım dağılımlarının incelenmesi SONNET ortamında yapılmış ve Şekil 5'te verilmiştir. Şekil 5a'da 1.25GHz de akım yoğunluğu daha çok kapı yönündeki hatlar boyunca toplanmış olup süzgecin geçirme bandı davranışı sergilediği görülmektedir. Şekil 5b'de 3GHz'de yüzey akım yoğunluğu birinci kapının girişinde yoğunlaşmış ve ikinci



a) Tüm aşamaları içeren $|S_{21}|$ frekans karakteristiği b) Tasarlanan süzgeç
Şekil 4. Tasarlanan süzgecin frekans yanıtı ve şematik görünümü

Çizelge 1. Son tasarıma ilişkin uzunluk ve genişlik değerleri

Parametre	W_{50} L_{50}	W_1 L_1	W_2 L_2	W_3 L_3	W_4 L_4	W_5 $L_5=W_8$	W_6 L_6	W_7 L_7	W L
Değer	0.615mm 1mm	0.99mm 6.561mm	0.45mm 13.85mm	0.219mm 13.12mm	1.22mm 18.27mm	1mm 0.64mm	8mm 2.834mm	19.31mm 0.64mm	24mm 52.35mm



Şekil 5. Tasarlanan süzgecin farklı frekanslardaki yüzey akım dağılımları.

kapıya güç aktarımı oldukça azalmıştır. Bu durum bu frekansta yapının band söndürücü olduğunu göstermektedir. Şekil 5c'de 7.5GHz'de akım yoğunluğu simetrik bir dağılım göstermiş olup geçirme bandına yakın bir davranış olduğu görülmektedir.

3. Sonuç ve Değerlendirme

Bu bildiri S bandını söndüren bir mikroserit süzgeç için üç aşamalı bir tasarım yöntemi kullanılmış ve frekans karakteristiği iyileştirilmiştir. Tasarlanan band söndüren süzgeç 24mm×52.35mm boyutlarında olup merkez frekansı 3GHz, 0.3GHz'ten 2GHz'e ve 4GHz'ten 8.9GHz'e kadar uzanan birer geçirme bandına sahiptir. 4GHz'ten sonra oluşan geçirme bandı dalgalanmalarının minimize edilebilmesi için tasarlanan süzgeç yapısında değişiklikler yapılması gelecek çalışmalardan biridir.

Kaynaklar

- [1]. J.-S. G. Hong ve M. J. Lancaster, Microstrip filters for RF microwave applications. New York, NY: Wiley, John & Sons, 2011.
- [2]. A. O. Ertay, M. Abbak, ve S. Şimşek, "An improved stopband and sharp roll off microstrip low pass filter with defected ground structures," International Journal of Microwave and Wireless Technologies, cilt. 8, no. 03, s. 573–581, May. 2016.
- [3]. Z.-C. Hao ve J.-S. Hong, "UWB Bandpass filter using cascaded miniature high-pass and low-pass filters with multilayer liquid crystal polymer technology," IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, cilt. 58, no. 4, s. 941–948, Apr. 2010.
- [4]. L. Zhu, S. Sun, ve W. Menzel, "Ultra-wideband (UWB) bandpass filters using multiple-mode resonator," IEEE Microwave and Wireless Components Letters, cilt. 15, no. 11, s. 796–798, Nov. 2005.
- [5]. S. Şimşek, E. Topuz, ve E. Niver, "A novel design method for electromagnetic bandgap based waveguide filters with periodic dielectric loading," AEU - International Journal of Electronics and Communications, cilt. 66, no. 3, s. 228–234, Mar. 2012.
- [6]. AWR Corp., AWR Version 12, AWR Corporation, 2015
- [7]. SONNET, Version 10.52. Sonnet Software, Inc., 2007.
- [8]. CST Version, CST AG, 2015.