

ETKİN DİELEKTRİK SABİTİ KULLANARAK ÇOKLU BAĞLAŞIK ASKILI ŞERİT HATLI SÜZGEÇ TASARIMI

Nevzat Yıldırım
ORTADOĞU TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü
ODTÜ, Ankara
nyil@metu.edu.tr

Bülent Alıcıoğlu
ASELSAN A.Ş. , Ankara
balici@aselsan.com.tr

Askılı şerit hat yapısında etkin dielektrik sabiti havanıninkine yakın olduğundan şerit hatlarla gerçekleştirilemeyen empedanslar mümkün olmaktadır. Çoklu bağlaşıklık hat (multiple coupled line) yapısı az yer kaplaması nedeniyle tercih edilir. Çoklu bağlaşıklık hatların parametreleri şerit hatlar için grafik yöntemlerle hesaplanabilmektedir. Askılı şerit hatlar için böyle bir imkan yoktur. Bu nedenle klasik olarak bu tür süzgeçler iki yaklaşık yöntemle tasarınırlar. Birinci yöntemde tasarım pratik ölçümler ile yapılır. İkinci yöntemde süzgeç, rezonatörler tek tek eklenerek elektromanyetik benzeşimle tasarınırlar. Birinci yöntem süzgecin üretilmesini gerektirmektedir. İkinci yöntemde her adımda benzeşim yapıldığından zaman almaktadır. Bu makalede etkin dielektrik sabiti kavramı kullanılarak bir yaklaşım geliştirilmiş ve uygulanmıştır.

1. Giriş

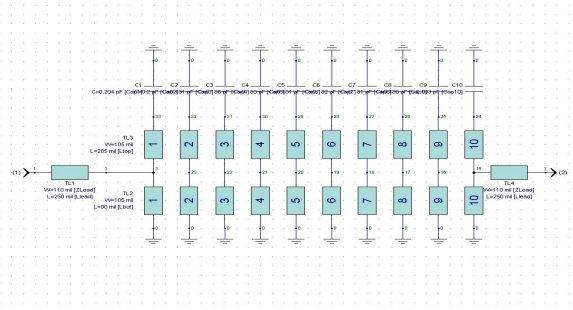
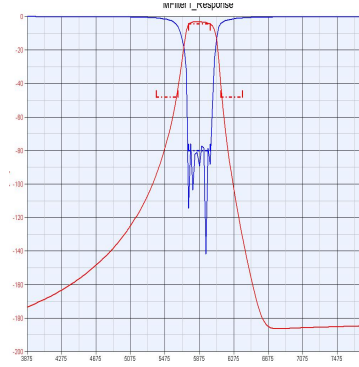
Günümüz elektronik sistemlerinde kullanılan elemanların boyut ve ağırlıkları göz önünde tutulması gereken en önemli parametreler arasındadır. Bu tür sistemlerde kullanılan mikrodalga süzgeçleri, minyatürleşmesi en zor olan elemanlardandır. Bu nedenle bu tür süzgeçlerin değişik yöntemlerle tasarımı mikrodalga alanının önemli konuları arasında yer alır. Bu alanda mikro şerit hat (microstrip), şerit hat (stripline), askılı şerit hat (suspended stripline) ve kavite türü süzgeç yaklaşımları kullanılmaktadır. Bu yapıların içinde en güncel olanı askılı şerit hat yapısıdır.

Askılı şerit hat yapısında etkin dielektrik sabiti havanın dielektrik sabitine yakın olduğundan şerit veya mikro şerit hatlarla gerçekleştirilemeyen empedanslar mümkün olmaktadır. Askılı şerit hat süzgeçler kavite süzgeçlere göre oldukça az yer kaplar. Çoklu bağlaşıklık hat (multiple coupled line) yapısı bu tür süzgeçlerde en az yer kaplaması nedeniyle tercih edilir. Ancak çoklu bağlaşıklık hatların geometrik parametreleri yalnızca şerit hatlar için grafik veya analitik yöntemlerle hesaplanabilmektedir. Askılı şerit hatlar için ise böyle bir imkan yoktur. Bu nedenle klasik olarak bu tür süzgeçler iki yaklaşık yöntemle tasarınırlar. Birinci yöntemde tasarım genelde pratik ölçümlerin modellenmesi (bağlaşım bant genişliği ve düğüm rezonans frekanslarının belirlenip bunların doğrusal tasarımıyla uyuşana kadar ayarlanması [4],[2]) ile yapılır. İkinci yöntemde ise süzgeç, rezonatörler tek tek eklenerek elektromanyetik benzeşimle tasarınırlar [3]. Birinci yöntem süzgecin üretilmesini gerektirmektedir. İkinci yöntem ise her adımda benzeşim yapıldığından çok zaman almaktadır. Bu makalede askılı şerit hat yaklaşımıyla gerçekleştirilen çoklu bağlaşıklık hat türü, dar ve geniş bantlı süzgeçler için geliştirilen bir tasarım yöntemi sunulacaktır.

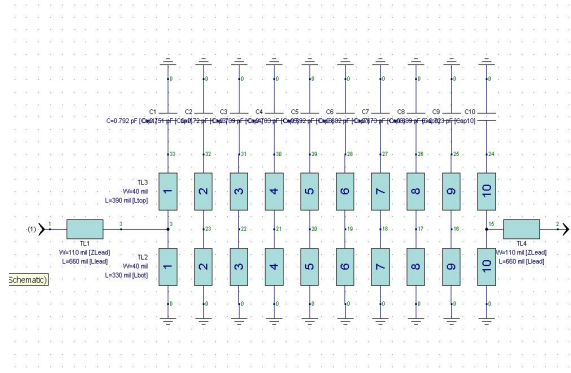
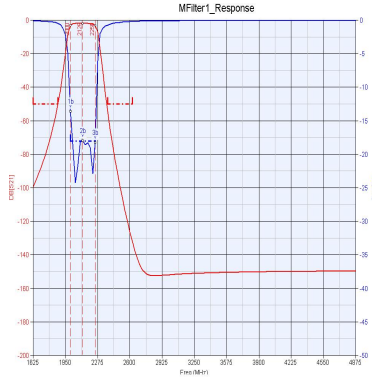
2. Önerilen Yöntem

Bu makalede etkin (effective) dielektrik sabiti kavramına dayanan yeni bir yaklaşım geliştirilmiş ve başarıyla uygulanmıştır. Bu yaklaşımda ilk aşamada süzgeç sanki şerit hat süzgeçmiş gibi [4] ve [2] 'ye göre tasarınırlar. Böylece süzgecin eldeki üretim teknikleriyle üretilebilmesi için gerekli olan etkin dielektrik sabiti belirlenir. İkinci aşamada etkin dielektrik sabitini askılı şerit ortamında gerçekleştirecek metal şerit genişliği, yüksekliği, hava boşluğu, dielektrik materyal kalınlığı ve gerçekte kullanılacak materyalin dielektrik sabiti analitik olarak [1] veya elektromanyetik simülatörde (deneme yanılma yoluyla) belirlenir. Son aşamada tasarlanan süzgecin elektromanyetik benzeşimi ile ince ayarlar yapılır. Aşağıda bu yöntemle sentezlenen filtrelerin çoklu bağlaşıklık hat yapıları ve doğrusal benzeşimleri verilmiştir. Öncelikle filtreler FILPRO [4]'da oluşturulmuş ve eşdeğer çoklu bağlaşıklık hat yapıları GENESYS [5] kullanılarak oluşturulmuştur. Şekil 1.'de 5.75

GHZ-6 GHz tarak hat (comblin) topolojisine dayanan askılı şerit hat filtreye ait model ve doğrusal filtre tepkisi verilmiştir. Şekil 2.'deyse 2 GHz-2.25 GHz tarak hat (comblin) topolojisine dayanan askılı şerit hat filtreye ait model ve doğrusal filtre tepkisi verilmiştir. filtrelere ait elektromanyetik benzeşimler bir sonraki bölümde verilmiştir. yapılan tasarımlar etkin dielektrik sabiti 1.1 ve kalınlık 85 mil olarak alınmıştır.



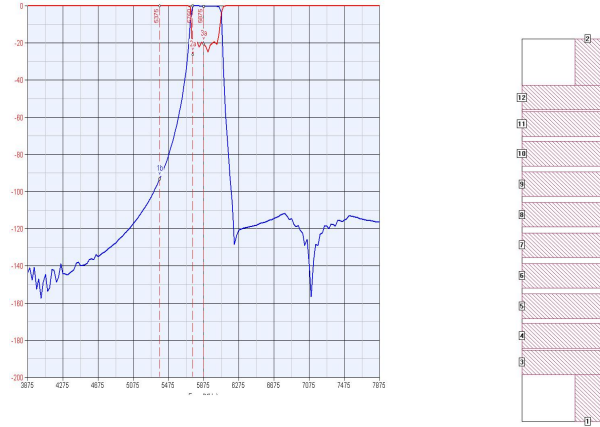
Şekil 1. 5.75 Ghz-6 GHz filtresine ait tepki ve eşdeğer çoklu bağlaşık hat modeli



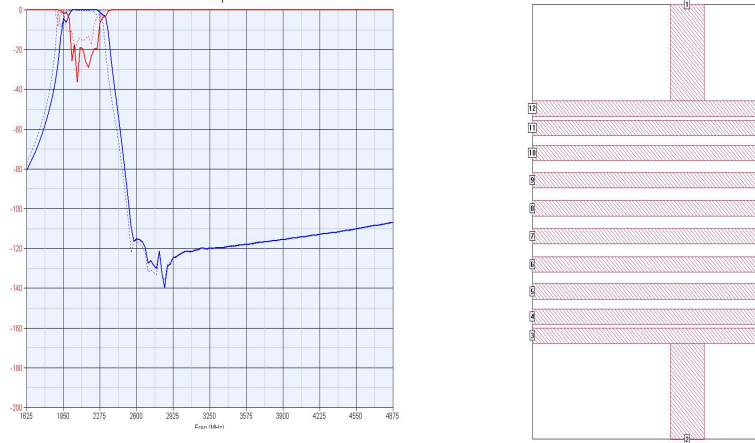
Şekil 2. 2 Ghz-2.25 GHz filtresine ait tepki ve eşdeğer çoklu bağlaşık hat modeli

3. Önerilen Yöntemle Elde Edilen Sonuçlar

Filtrelerin elektromanyetik benzeşimleri SONNET adlı yazılımla yapılmıştır. Şekil 3. 'te 5.75 Ghz-6 GHz filtresine ait SONNET modeli ve elde edilen elektromanyetik benzeşim sonucu verilmiştir. Şekil 4. 'te 2 Ghz-2.25 GHz filtresine ait SONNET modeli ve elde edilen elektromanyetik benzeşim sonucu verilmiştir. benzeşimlerde önce temel yapı SONNET ile simüle edilmiş , daha sonra bu yapı GENESYS'te optimize edilerek son halini almıştır. Benzeşimlerde askılı şerit hatta duroid olarak RTD 6002 (dielektrik katsayısı: 2.94, kalınlık 5 mil) kullanılmış, duroidin her iki tarafına da 52 mil hava boşluğu bırakılmıştır.



Şekil 3. 5.75 Ghz-6 GHz filtresine ait elde edilen elektromanyetik benzeşim sonucu ve SONNET modeli



Şekil 4. 2 Ghz-2.25 GHz filtresine ait elde edilen elektromanyetik benzeşim sonucu ve SONNET modeli

4. Sonuçlar ve Değerlendirme

Önerilen yöntem klasik yaklaşımlardan daha avantajlıdır. Bu yöntemde hem süzgecin üretilmesi gerekmekte hem de ikinci yöntemle göre daha az zaman almaktadır. Örnek uygulama olarak bu yöntemle 2-2.25 GHz, ve 5.75-6 GHz çoklu bağlaşık hat süzgeçleri FILPRO yazılımı kullanılarak tasarlanmıştır. Elektromanyetik benzeşimler SONNET EM [6] yazılımı ile yapılmıştır. Elektromanyetik benzeşim sonuçları önerilen yöntemin hem dar hem de geniş bantlı süzgeçlerde oldukça başarılı olduğunu göstermiştir. Dar bantlı süzgeçler üretilmiş ve benzeşim sonuçları ile uyumlu sonuçlar alınmıştır. Geniş bantlı süzgeç üretim çalışmaları sürmektedir, sonuçların başarılı olması beklenmektedir.

5. Kaynaklar

- [1] Pramanick, P. and P. Bathia, "Computer Aided Design Models for Millimeter Wave Finlines and Suspended Substrate Lines" IEEE MTT-33, No. 12, s. 1429-1435, Aralık. 1985.
- [2] E. Yamashita, M. Nakajima, K. Atsuki, "Analysis Method for Generalized Suspended Striplines," IEEE MTT-34, No. 12, s. 1457-1463, Aralık. 1986.
- [3] J.W. Bandler, R. Biernacki, S. H. Chen, "Microstrip Filter Design Using Direct EM Field Simulation," IEEE MTT-42, No. 7, s. 1353-1359, Haziran. 1994.
- [4] FILPRO Manual, ODTÜ.
- [5] GENESYS User's Manual, Eagleware Software Inc.
- [6] SONNET User's Manual, Sonnet Software Inc.