

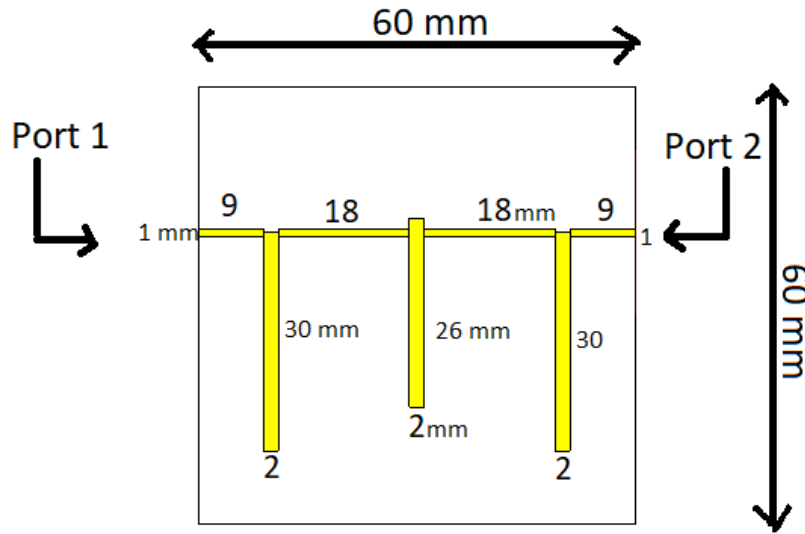
MİKRODALGA FİLTRE TASARIMI

Deneyin Amacı:

Bu çalışmada Mikrodalga ve Haberleşme devrelerinde çokça kullanılan mikrodalga filtre devrelerinin frekans karakteristiğinin belirlenmesi çalışılacaktır. En temel filtre devrelerinin çalışması incelenecek ve seçilen frekanslar için **CST MWS Student Edition** programında simülasyonu yapılacaktır. Ardından fiziksel olarak gerçekleştirilen filtre devresinin, ölçüm düzeneği yardımıyla S parametreleri ölçülecektir. Ölçüm ve simülasyon sonuçlarının karşılaştırılması ile de ne derece doğru tasarım yapıldığı raporda değerlendirilecektir.

Deneyin Ön hazırlığı:

Bu çalışmada yüksek geçiren filtre devresi tasarlanacaktır. Derste ölçüleceğiniz yüksek geçiren filtre devresinin boyutları Şekil 1’de verilmiştir.



Plaket: 1,5 mm kalınlığında FR4
Dielektrik: 4,3
Bakır kalınlığı 0,035 mm
Arkası yüzey bakır kaplı

Literatürde pek çok mikrodalga filtre çeşidi bulunmakla birlikte; en temel filtre çeşitleri alçak geçiren filtre, yüksek geçiren filtre, bant geçiren filtre ve bant durduran filtrelerdir [1]. Bu filtrelerin temel özellikleri isimlerine göre frekans karakteristikleri göstermeleridir. Elektromanyetik dalgayı ilettikleri frekanslarda yansımaları düşük, iletimi yüksek; diğer frekanslarda ise tam tersi (yansıma oldukça fazla ve sinyal iletimi çok zayıf) özellik göstermektedirler[2,3].

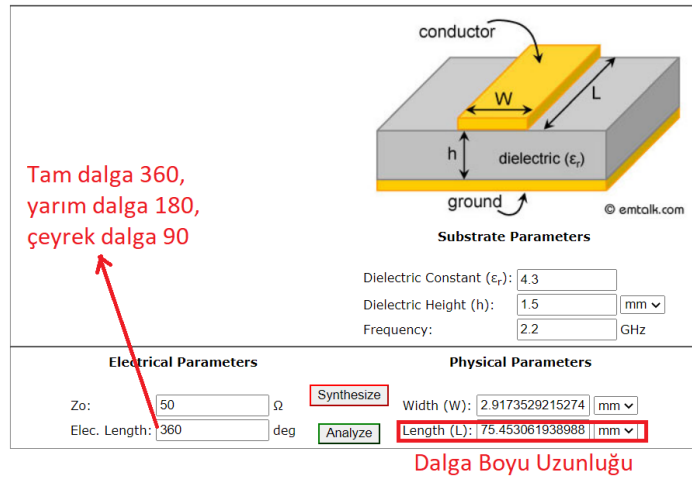
Deney Ön Hazırlık Çalışması

- 1) Filtre nedir, geçirme bantlarına göre filtre çeşitlerini yazınız.
- 2) Bant geçiren filtre uygulamaları nelerdir, en az üç tane yazınız.
- 3) Alçak ve yüksek geçiren filtre uygulamalarına örnekler bulunuz.
- 3) Mikroşerit hatlar yardımı ile bant geçiren filtre nasıl tasarlanabilir, açıklayınız.
- 4) Aşağıda verilen terimleri kısaca açıklayınız
 - a. Bant genişliği
 - b. Merkez frekansı
 - c. Kesim frekansı
 - d. -3 dB bant genişliği
 - e. Frekans aralığı
 - f. Kalite faktörü
 - g. Geri dönüş kaybı

Deney Ön hazırlık adımları:

- 1) Yüksek geçiren filtre devrenizin tasarım uzunluklarını neye göre belirlediğinizi açıklayınız.
- 2) Bir filtre tasarlarken kullandığınız seçeceğiniz bir frekans için Etkin dalga boyu ifadesinin neyi ifade ettiğini öğreniniz. Kullanılacak FR4 bakır plaket malzeme için 2.1 GHz'de tam dalga, yarım dalga ve çeyrek dalga boyu uzunlukları hesaplayınız. (hesaplama kolaylık olması için [3]'teki linki kullanabilirsiniz. Ya da [1,2,4]'ten faydalanabilirsiniz.

Microstrip Line Calculator



Şekil 1 Mikroşerit hat Dalga Boyu hesaplama aracı

- 3) Filtre devresinde geri dönüş kaybı nasıl hesaplanır? Mevcut laboratuvar ekipmanları ile ölçüm düzeneğini şematik olarak çiziniz. (Sinyal Üretici-VCO, yönlü kuplör, Spektrum analizör ile yapılan deneyi hatırlayınız.)

K.T.Ü. Of Teknoloji Fakültesi Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Bölümü

Mikrodalga ve Anten Laboratuvarı Deney Föyü

- 4) Filtre devrelerinde iletim ve geri dönüş kaybı kavramları S parametreleri olarak hangilerine denk gelir. Nedeniyle açıklayınız.
- 5) Simetrik bir mikrodalga filtre devresinde S parametrelerinden hangilerinin birbirine eşit olduğunu belirtiniz.
- 6) Filtre devrelerinde Araya Girme Kaybı nedir? Nasıl hesaplanır?

Deney Adımları: Önhazırlık, Simülasyon ve Ölçüm

Ön hazırlık uygulama çalışmaları ve deney, temel olarak üç temel işlem adımıyla oluşmaktadır. Bu adımlar aşağıdaki gibi sıralanabilir:

1) Tasarım:

Bu işlem adımı, 2100 MHz kritik frekansı için yüksek geçiren filtre devresi tasarımı gerçekleştirilecektir. Tasarım sırasında, dielektrik kalınlığı 1,5 mm, dielektrik sabiti $\epsilon_r = 4.3$ ve kayıp tanjantı $\tan\delta = 0.025$, üst ve alt bakır kalınlığı 35 m olan bir taban malzemesi olan FR4 malzeme seçiniz.

2) Simülasyon:

Tasarımları yapılan mikroşerit yönlü bağdaştırıcı devrelerinin CST STUDIO SUITE® Student Edition [5] ile benzetimleri yapılacak ve benzetimler sonucu elde edilecek S parametreleri grafiklerinden;

- a. Geri dönüş kaybı, çıkış geri dönüş kaybı
- b. Araya girme kaybı (Insertion Loss),
- c. İletim değerleri elde edilecektir.

Tasarımınızın üst katman görselini telefonda, bilgisayardan ya da bilgisayar çıktısı olarak ders esnasında hazır bulundurunuz.

Önemli: Ön hazırlık, Tasarım ve Simülasyonu (eksiksiz) yapmayanlar Ölçüme giremeyeceklerdir.

3) Ölçüm:

Ölçümler 2100 MHz için tasarlanmış ve üretimi yapılmış yüksek geçiren filtre ile yapılacaktır. Hâlihazırda laboratuvarında bu filtre devresi deney sırasında size verilecektir. Ölçümler sırasında RF sinyal üretici yerine RF gerilim kontrollü osilatör (VCO) kullanılacaktır. Spektrum analizör kullanılarak simülasyon aşamasında elde edilen geri dönüş kaybı ve iletim değerleri ölçümler yoluyla elde edilecektir.

Ölçüm olarak VCO'nun gerilim değeri ayarlanarak elde edilen giriş gücü 1800 MHz'den 2400 MHz'e kadar en az 5 frekans değeri için değiştirilecektir. Ve ölçümler bu giriş güçleri ile yapılacaktır. Bu değişen her değer için S parametreleri hesaplanacaktır (dB cinsinden Logaritmik).

Elde edilen simülasyon ve ölçüm sonuçları karşılaştırmalı olarak MATLAB veya Excell yardımıyla üst tüste çizdirilip karşılaştırılacaktır.

K.T.Ü. Of Teknoloji Fakültesi Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Bölümü Mikrodalga ve Anten Laboratuvarı Deney Föyü

Raporda olması gerekenler

- 1) Filtre ölçümünde Geri Dönüş Kaybı ölçümü için kullanılan yönlü bağdaştırıcının ve Yüksek geçiren filtrenin (kapı) numaralarını da gösterilerek deney ölçüm düzeneğini şematik olarak gösterilecektir.
- 2) Deney sırasında elde edilen sonuçlar tablo şeklinde gösterilecektir.
- 3) Benzetim ve ölçüm sırasında elde edilen Geri Dönüş Kaybı, araya girme kaybı ve iletim değerleri tablo şeklinde gösterilecek ve karşılaştırmalı olarak yorumlanacaktır.
- 4) Tasarlanan yapının benzetim (simülasyon) çıktıları ile ölçümün karşılaştırılması rapora mutlaka eklenecektir.
- 5) Benzetim (simülasyon) sonucu çıktıları S parametreleri cinsinden grafiksel olarak gösterilecektir (1800 MHz ile 2400 MHz arasında grafikler). Grafikteki S parametre değerlerinin bağdaştırıcının hangi parametresine karşılık geldiği belirtilecektir.
- 6) Deney raporu grup olarak topluca hazırlanabilir. Fakat her öğrenci ayrı ayrı deney hakkında yorum yazıp raporun sonuna ekleyecektir.

***NOT: Bu deney Föyü [6] ve [7]'deki laboratuvar eğitimleri ve deney föyleri dikkate alınarak hazırlanmıştır.**

Kaynaklar

- [1] D. M. Pozar, Microwave engineering, 3rd ed.: John Wiley and Sons, 2012.
- [2] D. K. Cheng, Fundamentals of Engineering Electromagnetics: Solutions Manual: Addison-Wesley Longman, Limited, 1993.
- [3] <https://www.emtalk.com/mscalc.php>
- [4] David M. Pozar, *Mikrodalga Mühendisliği*, Palme Yayıncılık, 2014.
- [5] <https://www.cst.com/academia/student-edition>
- [6] SDÜ elektrik Elektronik Mühendisliği Mikrodalga ve anten Laboratuvarı deney föyleri <https://muhendislik.sdu.edu.tr/assets/uploads/sites/152/files/deney-no-6-bant-geciren-filtre-tasarimi-15042020.pdf>
- [7] YTÜ Elektrik ve Haberleşme Mühendisliği Mikrodalga ve anten Laboratuvarı deney föyleri <http://www.ehm.yildiz.edu.tr/duyurular/EHM3162-Mikrodalga-ve-Anten-Laboratuvar-Dersi-Hakk%C4%B1nda/1318>