

DENEY NO : 5

DENEYİN ADI : Wilkinson Güç Bölücü (Wilkinson Power Divider)

Deneyde Kullanılacak Cihazlar ve Malzemeler

- 1) RF Sinyal Üretici (minimum -75 dBm, maksimum 7 dBm çıkış gücü; maksimum 1 GHz çıkış frekansı).
- 2) Spektrum Analizör (1 GHz).
- 3) 1 (bir) adet 600 MHz merkez frekansında tasarlanmış Wilkinson güç bölücü.
- 4) 1 (bir) adet yönlü bağlaştırmacı. 600 MHz için bağlaşım değeri ölçümler sırasında size verilecektir.
- 5) 4 (dört) adet 50 Ω BNC(m) yük.

Önemli Not

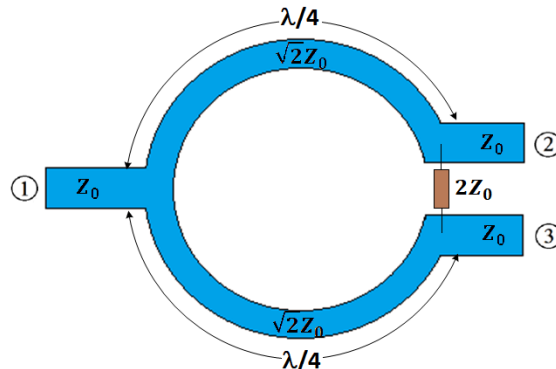
Deney için gerekli simülasyonlar ücretsiz olarak temin edilebilen CST STUDIO SUITE® Student Edition [1] ile gerçekleştirilebilir.

Amaç

Bu deneyin amacı, RF ve mikrodalga devrelerinde sıklıkla kullanılan Wilkinson güç bölücünün çalışma prensibini anlamak, tasarımı ve benzetimini gerçekleştirmek ve üretimi yapılmış bir devre üzerinden ölçümlerini gerçekleştirerek konunun uygulamalı olarak kavranmasını sağlamaktır.

Giriş

Wilkinson güç bölücü (Wilkinson power divider) devresi adından da anlaşılacağı üzere RF ve mikrodalga bölgelerinde gücün bölünmesini sağlayan bir devredir. Wilkinson güç bölücü tasarım yöntemi ile N-yollu ya da eşit olmayan güç bölümü yapabilen güç bölücü tasarımı mümkün olmakla birlikte [2, 3] bu deneyin konusunu olarak gücü iki eşit genlik (3 dB) ve fazda bölen bir Wilkinson güç bölücüsü tasarımı ve uygulaması belirlenmiştir. Bu kapsamda 3 dB bir Wilkinson güç bölücüsünün şematik görünümü Şekil 5.1'de gösterilmiştir [3, 4]. Burada ideal bir devre için giriş sinyali 1 numaralı kapıdan uygulandığı zaman çıkış, 2 ve 3 numaralı kapılardan eşit genlikte ve fazda elde edilir, bir başka ifade ile devre 1 numaralı kapıdan uygulanan sinyali 2 ve 3 numaralı kapılara eşit olarak böler [2-4]. 2 ve 3 numaralı kapılar arasında kullanılan $2Z_0$ değerindeki toplu (lumped) eleman direncin güç bölümünde etkisi yoktur, yalnız sinyal 2 veya 3 numaralı kapılardan uygulandığı zaman empedans uyumlama sağlar ve sinyalin geri yansımalarını engeller [2, 3].



Şekil 5.1. Wilkinson güç bölücü devresi şematik görünümü [3].

İdeal bir Wilkinson güç bölücü devresinin çalışma prensibinin daha iyi anlaşılması için devrenin saçılma parametreleri matrisi (5.1) de verilmiştir [3, 4]. Buna göre devre 1 numaralı kapıdan beslendiğinde güç aynı fazda ile 2 ve 3 numaralı kapılar arasında eşit olarak paylaşılmaktadır. Devre 2 numaralı kapıdan beslendiği zaman gücün yarısı 1 numaralı kapıya iletilecek, 3 numaralı kapıya güç aktarılmayacaktır. Bu durumda gücün kalan yarısı $2Z_0$ değerindeki dirençte soğurulacaktır. Benzer durum 3 numaralı kapıdan besleme durumu için de geçerlidir [2, 3].

$$[S] = \frac{-j}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (5.1)$$

Wilkinson güç bölücü ile ilgili CST uygulama notuna [4] numaralı referanstan ulaşabilirsiniz.

Ön Hazırlık Teorik Çalışması

- 1) Wilkinson güç bölücü için ABCD parametreleri kullanarak çift-tek (even-odd) mod analizini gerçekleştirin ve elde ettiğiniz sonuçları kullanarak devrenin çalışma prensibini açıklayınız.
- 2) S parametrelerini kullanarak devrenin resiprok ve kayıpsız olduğunu (çıkış kapıları uyumlu yüklerle bağlı iken) gösteriniz.
- 3) Eşit genlik ve fazda güç bölen Wilkinson güç bölücü tasarımı nasıl yapılır, tasarım parametreleri nelerdir? Gerekli grafik/şekiller ile destekleyip açıklayınız.
- 4) İki numaralı deneyden öğrendiğiniz bilgi birikimini kullanarak, spektrum analizör ve sinyal üretici kullanarak dal hatlı bağlaştırıcının girişten görülen geri dönüş kaybının ölçümü için bir deney düzeneği öneriniz.
- 5) Wilkinson güç bölücü eğer 2 ve 3 numaralı kapılardan aynı anda beslenirse, devre davranışı nasıl olurdu tartışınız.
- 6) Wilkinson güç bölücü devrenin kullanım alanlarını araştırınız ve her bir kullanım alanı için somut örnekler veriniz.
- 7) Güç bölümü çıkışta N eşit parçaya bölünmek istenseydi, tasarımda ne gibi değişiklikler yapılabilirdi? Literatür araştırması ile çözüm önerileri sununuz.
- 8) Güç bölümü çıkışta eşit olmayan genliklerde yapılmak istenseydi, tasarımda ne gibi değişiklikler yapılabilirdi? Literatür araştırması ile çözüm önerileri sununuz.

Ön Hazırlık Uygulama Çalışmaları ve Deney

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

- 1) **Tasarım:** Bu işlem adımı, deney grubunuza atanan çalışma frekansı için (bkz. deney föyü sonu) için bir Wilkinson güç bölücü tasarlanacaktır. Tasarımlar sırasında elinizde dielektrik kalınlığı 1,5 mm, dielektrik sabiti $\epsilon_r = 4,26$ ve kayıp tanjantı $\tan \delta_c = 0,0058$ ve bakır kalınlığı 35 μm olan bir taban malzemesi (substrat) olduğu düşünülecektir.
- 2) **Benzetim:** Tasarımı yapılan dal hatlı karma devresinin CST STUDIO SUITE® Student Edition ile benzetimleri yapılacaktır. Benzetimler sonucu elde edilecek frekansa bağlı tüm S parametreleri grafikleri kullanarak denklem (5.1) de verilen S-parametre değerlerinin ne kadar yakınlıkla elde edildiği tartışılacaktır. Ayrıca ön hazırlık çalışmanızda S_{11} , S_{21} , S_{31} , S_{32} , S_{23} , S_{22} , S_{33} grafikleri raporlanacaktır.
- 3) **Ölçüm:** Ölçümler 600 MHz için tasarlanmış ve üretimi yapılmış Wilkinson güç bölücü için yapılacaktır. Ölçümler sırasında RF sinyal üretici, spektrum analizör ve 50 Ω BNC(m) konnektörlü RF yükler kullanılarak olup ölçümünü yapacağınız dal hatlı bağlaştırıcı ve yansıma ölçümleri için

kullanılacak olan yönlü bağlaştırıcı deney sırasında verilecektir. Elde edilen değerler teorik bilgiler ve benzetim sonuçları göz önünde bulundurularak raporlanacaktır.

Raporda Bulunması Gerekenler

- 1) Tasarımı yapılan Wilkinson güç bölücü için tasarım kriterleri belirtilecektir. Tasarımın hangi parametreye göre değişim gösterdiği ve bu değişimin tasarımda nelerin değişimine sebep olduğu belirtilecektir.
- 2) Ölçüm için Wilkinson güç bölücünün port (kapı) numaraları açık olarak gösterilerek deney ölçüm düzeneğini şematik olarak çizilecektir. Yansıma ölçümleri için kullanılan deney düzeneği ayrıca şematik olarak gösterilecektir.
- 3) Deney sırasında elde edilen sonuçlar tablo şeklinde gösterilecek ve sonuçlar yorumlanacaktır.
- 4) Tasarlanan yapının benzetim çıktıları rapora mutlaka eklenecektir.
- 5) Benzetim sonucu çıktıları S-parametreleri cinsinden grafiksel olarak gösterilecektir.
- 6) Her öğrenci ayrı ayrı deney hakkında yorum yazıp raporun sonuna ekleyecektir.

Gruplara Göre Simülasyon Frekansları (Tüm Deneyler için Geçerlidir)

Grup No	Frekans	Frekans
1.Grup	500 MHz	950 MHz
2.Grup	600 MHz	850 MHz
3.Grup	700 MHz	750 MHz
4.Grup	800 MHz	650 MHz
5.Grup	900 MHz	550 MHz

Kaynaklar

- [1] <https://www.cst.com/academia/student-edition>
- [2] E. J. Wilkinson, "An N-Way Hybrid Power Divider," *IRE Transactions on Microwave Theory and Techniques*, Vol. 8, Issue. 1, pp. 116-118, Jan. 1960.
- [3] David M Pozar, *Mikrodalga Mühendisliği*, Palme Yayıncılık, 2014.
- [4] <https://www.cst.com/academia/examples/wilkinson-power-divider>