



Deney 2: Yansıma (Geri Dönüş Kaybı) ve Bant Genişliği Ölçümü

1 Amaç

1. Bir mikrodalga devrenin (anten, cihaz, kablo vb.) S_{11} parametresini frekansa göre ölçmek ve yansıma-sını (geri dönüş kaybını) frekans boyunca belirlemek.
2. Böylelikle cihazın hangi frekansta çalıştığını ve bant genişliğini tespit etmek.
3. Bir mikroşerit yama antenin S_{11} parametresini yönlü kuplör ve spektrum analizörle ölçüp hesaplamak, vektör network analizör ölçümüyle karşılaştırmak.

2 Ön Hazırlık Soruları

1. S parametrelerinden yansımayı ifade eden parametre hangisidir? Nasıl hesaplanır?
2. Geri dönüş kaybı ne demektir? Nasıl hesaplanır? Gerilim için geri dönüş kaybı ile güç için geri dönüş kaybı arasında nasıl bir fark vardır? Denklemleri yazarak aradaki farkın neden kaynaklandığını bulunuz.
3. Bir antenin çalıştığının göstergesi olarak kabul edilen S_{11} parametresi için kabul edilen eşik değeri nedir? (Cevap: -10 dB.) Bu eşik değeri neyi anlatır?
4. SWR nedir? S_{11} ve SWR arasındaki matematiksel bağıntıyı yazınız.
5. Bant genişliği ne demektir? Şekil 2-1'deki grafik için aşağıdaki boşlukları doldurunuz. Yansıma için sınır: $\Gamma = 0.316$ (reel); iletim için sınır: -3 dB (logaritmik).
 - (1) Merkez frekansı:
 - (2) (Yansıma) alt kesim frekansı:
 - (3) (Yansıma) üst kesim frekansı:
 - (4) (Yansıma) bant genişliği:
 - (5) (İletim) bant genişliği:
6. **Önemli:** Deneye gelmeden önce "RF sinyal üretici, spektrum analizör ve yönlü kuplör kullanılarak S parametresi nasıl ölçülür?" sorusunu araştırmış olarak geliniz. Matematiksel formülleri de hazırlayınız. Matematiksel hesaplamaları MATLAB'da yapacağınız için bu hazırlık, deneye alınmanız için çok önemlidir.

3 Temel Kavramlar

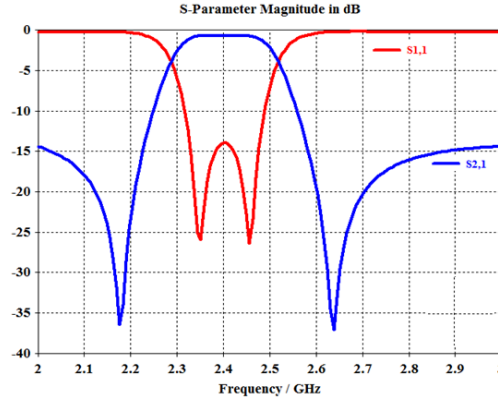
3.1 Giriş

Geri dönüş kaybı, en temel mikrodalga parametrelerinden birisi olduğu için teorik ve uygulamalı olarak nasıl ölçülebileceği çok iyi bilinmelidir.

Mikrodalga tekniğinde devreye ait giriş ve çıkışlar kapılarla (port) karakterize edilir. Her bir kapıda sinyalin girişi ve çıkışı genellikle S parametreleri ile ifade edilir. Bu S parametreleri, kapılar arasındaki sinyalin geriliminin iletim, yansıma, izolasyon ve araya girme gibi parametrelerinin ölçüsüdür.

S parametrelerini Mikrodalga Tekniği dersinde öğrendiniz. Mikrodalga ve Antenler Laboratuvarında ise uygulamalı olarak bir devrenin S parametrelerini belirlemeyi öğreneceğiz.

3.2 Örnek S Parametresi Grafiği



Şekil 2-1. Örnek bir iletim hattının frekans spektrumu (kırmızı: S_{11} , mavi: S_{21}).

3.3 Spektrum Analizör ve Yönlü Kuplör ile S_{11} Hesabı

Örnek bir hesaplama:

- Giriş gücü (incident): $P_{inc} = 0$ dBm
- Kuplör kuplaj (coupling) katsayısı: $C = 15$ dB
- Kablo ve konnektör kaybı ihmal edilebilir.

İlgili olabilecek formüller:

$$P_{ref} = P_{meas} + C \quad (2-1)$$

$$S_{11} \text{ (dB)} = P_{ref} - P_{inc} \quad (2-2)$$

Yönlü kuplörün kuplaj değeri biliniyorsa, spektrum analizörde okunan güç değerlerinden doğrudan geri dönüş kaybı (S_{11}) kolayca hesaplanabilir (Tablo 2-1).

Tablo 2-1. Spektrum analizörde okunan güce karşılık S_{11} hesabı ($C = 15$ dB, $P_{inc} = 0$ dBm).

Spektrumda okunan P_{meas} (dBm)	$P_{ref} = P_{meas} + 15$ (dBm)	$S_{11} = P_{ref} - 0$ (dB)
-15 dBm	$-15 + 15 = 0$ dBm	0 dB
-25 dBm	$-25 + 15 = -10$ dBm	-10 dB
-35 dBm	$-35 + 15 = -20$ dBm	-20 dB

- Eğer spektrumda -15 dBm görüyorsanız $\rightarrow S_{11} = 0$ dB
- Eğer spektrumda -25 dBm görüyorsanız $\rightarrow S_{11} = -10$ dB
- Eğer spektrumda -35 dBm görüyorsanız $\rightarrow S_{11} = -20$ dB

4 Gerekli Ekipmanlar

- Spektrum analizör (3 GHz)
- RF sinyal üretici (3 GHz)
- Vektör network analizör
- Yönlü kuplör
- 50 Ω sonlandırma yükü
- Kablo ve konnektörler
- Mikroşerit yama anten (2.4 GHz)

5 Deneyin Yapılışı

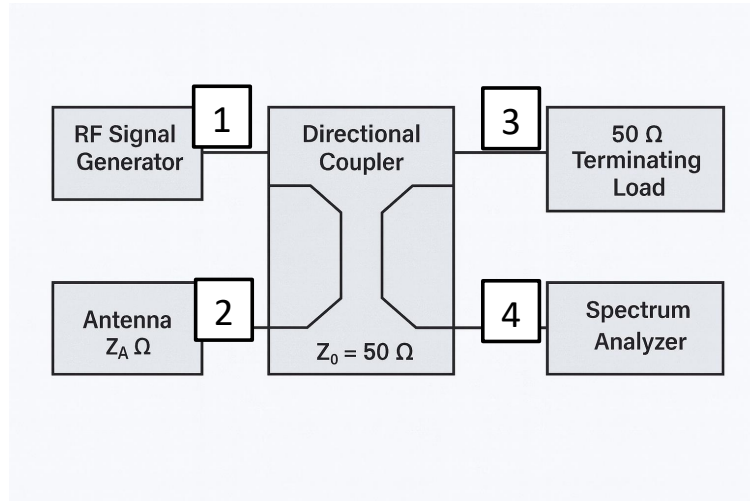
5.1 Deneyin Aşamaları

Deney iki aşamadan oluşmaktadır:

- Spektrum analizör ile yansımaya katsayısı ölçümü ve
- Network analizör ile yansımaya katsayısı ölçümü.

5.2 Spektrum Analizör ile Yansımaya Katsayısı Ölçümü

1. Anteni yönlü kuplör, spektrum analizörü ve RF sinyal jeneratörü ile Şekil 2-2'deki gibi bağlayınız.



Şekil 2-2. Yönlü kuplör ile anten S_{11} ölçüm düzeneği.

2. Sinyal jeneratöründen RF gücünü 0 dBm olarak ayarlayınız. (P_{in})
3. Sinyal jeneratöründen sırasıyla Tablo 2-2'de verilen frekansları ayarlayarak RF_{out} tuşunu aktif ediniz.
4. Çıkışta okuduğunuz güç değerlerini not ediniz. (P_{out})
5. Tabloda olmayan fakat kritik olduğunı düşündüğünüz frekansları da ölçebilirsiniz. (Boş satırları doldurunuz.)
6. Ön çalışmada sizden istenen formülleri kullanarak antenin S_{11} parametresini tablodaki frekanslar için ayrı ayrı hesaplayınız.



Tablo 2-2. Spektrum analizör ölçümü: frekansa göre okunan çıkış gücü.

Frekans (MHz)	P_{out} (dBm)
2000	
2200	
2350	
2400	
2450	
2500	
2600	

7. Alt kesim frekansını, üst kesim frekansını, bant genişliğini ve merkez frekansını belirleyiniz. (Kuplaj katsayısı olarak $C = 15$ dB alabilirsiniz.)

5.3 Vektör Network Analizör ile Yansıma Katsayısı Ölçümü

1. Deneyin ikinci aşaması olarak şimdi de antenin S_{11} parametresini vektör network analizörde ölçünüz.

5.4 Raporda Bulunması Gerekenler

1. Deney sonuçları tablo ve grafikler ile desteklenerek sunulacaktır. (Gerekirse spektrum analizör ve network analizör çıkış grafiği için dijital fotoğraf kullanabilirsiniz.)
2. Vektör network analizörün ekranında okuduğunuz S_{11} parametresi size verilecektir. Antene ait, hesapladığınız S_{11} değerleri ile vektör network analizörden aldığınız S_{11} değerlerini karşılaştırmalı olarak frekansa göre bir tabloda veriniz.
3. Tablodaki tüm S_{11} sonuçlarını karşılaştırmalı olarak MATLAB’da çizdirerek grafiği rapora yerleştiriniz.
4. Vektör network analizörden aldığınız veriyi kullanarak antenin SWR grafiğini çizdiriniz.
5. Bu deneyden öğrenilenler maddeler hâlinde yazılacaktır.



6 Deney Sonu Soruları

1. Anten yansıma ölçüm düzeneğini ölçerken neden yönlü kuplör kullandığımızı araştırarak raporunuza ekleyiniz.
2. İki ölçüm düzeneği arasında ne fark var? (Deneyin amacı ile uyumu hakkındaki yorumlarınızı buraya yazınız.)
3. Antenin bant genişliğini literatürdeki örneklerle göre değerlendiriniz. Sizce bu antenin bant genişliği nasıldır? (Dar bant, geniş bant, ultra geniş bant; neye göre karar vermeliyiz?)
4. Spektrum analizör ve yönlü kuplörle hesapladığınız S_{11} değerleri ile vektör network analizörden okunan değerler arasında fark varsa bunun olası nedenleri nelerdir?