

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi
Elektrik – Elektronik Mühendisliği Bölümü
Mikrodalga Laboratuvarı

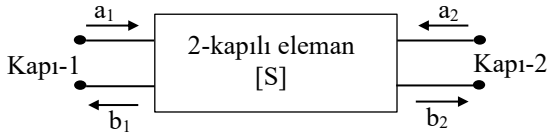
HATLARDA EMPEDANS VE ZAYIFLAMANIN FREKANSLA DEĞİŞİMİ

Bu deneyde Network analizörü yardımıyla bir koaksiyel kablonun zayıflatması ile hattın girişindeki empedansın frekansla değişimi incelenecektir.

Ön Bilgiler

S-Parametreleri :

S-parametreleri, bir mikrodalga elemanın kapı ya da uçları arasındaki giriş-çıkış ilişkisini tanımlar. Şekildeki 2-kapılı için bu ilişki;



$$b_1 = S_{11}a_1 + S_{12}a_2$$
$$b_2 = S_{21}a_1 + S_{22}a_2$$

denklemleri ile verilir. Bu denklemlerde, a_1 ve a_2 gelen normalize güçler, b_1 ve b_2 ise yansıyan normalize güçlerdir.

Bir 2-kapılı için S-parametreleri aşağıdaki gibi tanımlanır.

$$S_{11} = \left. \frac{b_1}{a_1} \right|_{a_2=0} : \text{Kapı-1'deki yansıma katsayısı}, S_{22} = \left. \frac{b_2}{a_2} \right|_{a_1=0} : \text{Kapı-2'deki yansıma katsayısı}$$
$$S_{21} = \left. \frac{b_2}{a_1} \right|_{a_2=0} : \text{İleri yön iletim katsayısı}, S_{12} = \left. \frac{b_1}{a_2} \right|_{a_1=0} : \text{Ters yön iletim katsayısı}$$

$a_1=0$ ve $a_2=0$ olması, ilgili kapıların uyumlu yüklerle sonlandırıldığı anlamına gelir.

S-parametreleri genelde karmaşık büyüklüklerdir. Bir vektör network analizörü ile bu parametrelerin genlik ve fazları ölçülebilir.

Resiprok bir 2-kapılı eleman için $S_{22}=S_{11}$ ve $S_{21}=S_{12}$ dir. İletim hatları (örneğin ℓ uzunluklu bir koaksiyel hat) resiprok elemanlardır.

Hat Zayıflatması :

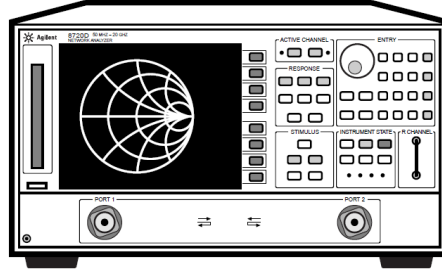
İletim hatlarının zayıflatması, zayıflama sabiti α ile tanımlanır.

$$\alpha = \alpha_i + \alpha_d \text{ (Np/m) veya } \alpha = 8,686(\alpha_i + \alpha_d) \text{ (dB/m)}$$

α_i : iletkenlik zayıflatması, α_d : dielektrik zayıflatması

Bir iletim hattının (örneğin koaksiyel kablo) zayıflatmasının frekansla değişimi üretici firma tarafından dB/m veya dB/100m olarak verilir.

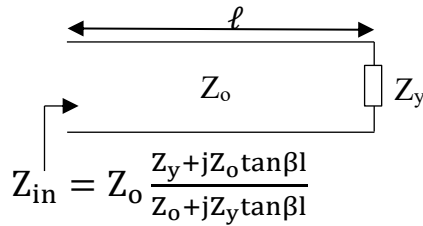
ℓ uzunluklu bir hattın toplam zayıflatmasının ($\alpha\ell$) frekansla değişimi bir Network Analizör yardımıyla belirlenebilir. Bunun için, kalibrasyon işlemi yapılmış analizörün Z_o empedanslı 1- ve 2- nolu kapıları arasına aynı Z_o karakteristik empedanslı hat bağlanarak S_{12} veya S_{21} in logaritmik değerinin frekansla değişimi incelenir. Analizörün ekranında görüntülenen değişim, hattın $\alpha\ell$ toplam zayıflatmasının frekansla değişimidir.



Network Analizörü

Hat Girişindeki Empedansın Frekansla Değişimi :

Şekildeki gibi, bir Z_y empedansı ile sonlandırılmış ℓ fiziksel uzunluklu kayıpsız bir hattın girişinden görünen empedans



Hattın girişine uygulanan işaretin frekansı değiştirilirse, bu durumda hattın elektriksel uzunluğu da (ℓ/λ) frekansla değişir. Hattın uzunluğunun $\ell = n\lambda/2$ olduğu frekanslarda $Z_{in}=Z_y$, $\ell = (2n + 1)\lambda/4$ olduğu frekanslarda ise $Z_{in} = Z_o^2/Z_y$ olur.

Hat omik bir $Z_y=R_y$ yükü ile sonlandırılırsa,
 $Z_y = R_y > Z_o$ ise $Z_{max}=Z_o S=R_y$, $Z_{min}=Z_o/S$

Bu durumda; $\ell = n\lambda/2$ olan frekanslar için $Z_{in} = R_y = Z_{max}$
 $\ell = (2n + 1)\lambda/4$ olan frekanslar için $Z_{in}= R_y/S^2 = Z_{min}$, $(n=0,1,2,...)$

Sonu bir R_y omik yükü ile kapatılmış belli bir uzunluktaki bir hattın girişinden görülen empedansın Z_{max} ve Z_{min} olduğu frekanslar; tek yönlü (bir kapı için) kalibrasyon işlemi yapılmış Network Analizör yardımıyla S_{11} parametresinin veya Smith diyagramı üzerinde empedansın frekansla değişimi gözlenerek belirlenebilir.

Deneyde kullanılacak M17/084-RG223 koaksiyel kablonun hız faktörü %66 dır.

Denevin Yapılışı :

1. M17/084-RG223 koaksiyel kablunun zayıflatmasının belirlenmesi
 - 1.1 HP8719D Network analizörün ön panelindeki Line tuşuna basarak beslemesini On yapınız
 - 1.2 . Analizörün Save/Recall tuşuna basınız ve ekranda çıkan kalibrasyon dosyalarından REG14'ü seçerek Recall State tuşuna basınız. Ardından Measure tuşuna basınız ve S-parametrelerinden S_{21} parametresinin görüntülenmesini sağlayacak şekilde yandaki tuşlardan seçim yapınız.
 - 1.3 Deney masasında bulunan uzun koaksiyel kabloyu ($l=2m$) cihazın kapıları arasına bağlayınız. Analizörde Marker tuşuna basınız.
 - 1.4 Ekranda görünen S_{21} Parametresinin değişiminden, aşağıdaki tabloda yer alan frekanslar için S_{21} değerini okuyarak ilgili satıra kaydediniz.

Frekans (MHz)	Zayıflama α (dB/m) Katalog (tipik)	Zayıflama α (dB/m) Katalog (max)	Analizörden okunan zayıflama $\alpha l = -S_{21}$ (dB)	Hesaplanan (dB/m) $\alpha = -S_{21}/l$
100	0,13	0,21		
400	0,269	0,394		
1000	0,439	0,689		

2. Hat girişindeki empedansın frekansla değişimi
 - 2.1 Analizörün Save/Recall tuşuna basınız ve ekranda çıkan dosyalardan REG16'yı seçerek Recall State tuşuna basınız. Ardından Measure tuşuna basınız ve S-parametrelerinden S_{11} parametresinin görüntülenmesini sağlayacak şekilde yandaki tuşlardan seçim yapınız.
 - 2.2 Deney masasında yaklaşık 32 cm lik koaksiyel kablunun bir ucuna 100 ohm'u bağlayınız. Diğer ucu analizörün 1 nolu kapısına bağlayınız.
 - 2.3 Format tuşuna basarak Smith Chart görünümünü seçiniz. Marker tuşuna basınız.
 - 2.4 Frekansı 500 MHz den 1000 MHz e kadar değiştirerek empedansın değişimini gözleyiniz.
 - 2.5 Aşağıdaki tabloda ilgili yerlere kayıt yapınız.

Yatay eksen üzerinden okunan :		Hesaplanan	
Empedans (Ω)	Frekans (MHz)	$\lambda=0,66c/f$	ℓ/λ

100 ohm'luk yükün bağlandığı uçlar ile ölçümün yapıldığı uçlar arası uzaklık $\ell \approx 43,3$ cm'dir.

Hazırlık Raporu Soruları:

1. S-parametreleri nedir? İki kapılı bir mikrodalga elemanı için S_{11} , S_{21} , S_{12} ve S_{22} parametrelerini tanımlayınız ve fiziksel anlamlarını açıklayınız.
2. Resiprok (karşılıklı) bir iki kapılı eleman ne demektir? Bir iletim hattının neden resiprok olduğu S-parametreleri cinsinden açıklayınız.
3. İletim hatlarında zayıflama sabiti α nasıl tanımlanır? İletkenlik zayıflatması ve dielektrik zayıflatması nedir? Zayıflamanın frekansla değişimi hakkında genel bilgi veriniz.
4. Kayıpsız bir iletim hattının giriş empedansı hangi bağıntı ile ifade edilir? Hattın uzunluğu $\ell = n\lambda/2$ ve $\ell = (2n+1)\lambda/4$ olduğunda giriş empedansı nasıl değişir?

Denev Sonu Raporunda İstenilenler:

1. 1.deneyde bulduğunuz sonuçlarla verilen katalog değerleri karşılaştırarak yorumlayınız.
2. 2.deneyde llenler ile hesaplananlar arasında ilişkilendirme yaparak; elde edilen sonuçları beklenen değerlerle karşılaştırınız ve yorumlayınız.
3. 100 Ω 'luk yük ile sonlandırılmış yaklaşık 32 cm uzunluğundaki koaksiyel hattın giriş empedansı frekansla neden değişmektedir?