

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Of Teknoloji Fakültesi
Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Bölümü
Mikrodalga ve Anten Laboratuvarı

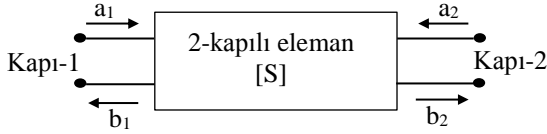
HATLARDA EMPEDANS VE ZAYIFLAMANIN FREKANSLA DEĞİŞİMİ

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

Ön Bilgiler

S-Parametreleri :

S-parametreleri, bir mikrodalga elemanının 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.

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

$a_1=0$ 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.

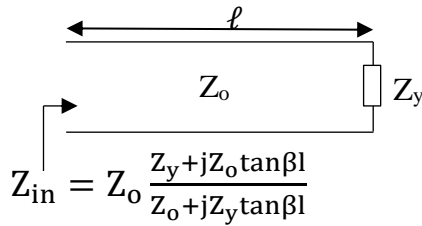
ℓ uzunluklu bir hattın toplam zayıflatmasının ($\alpha\ell$) frekansla değişimi bir Network Analizör yardımıyla belirlenebilir. Bunun için, kalibrasyon işlemi yapılmış analizörün Z_0 empedanslı 1- ve 2- nolu kapıları arasına aynı Z_0 karakteristik empedanslı hat bağlanarak S_{12} veya S_{21} in logaritmik değerinin frekansla değişimi incelenir. Analizörün ekranında görüntülenen değişim, hattın $\alpha\ell$ toplam zayıflatmasının frekansla değişimidir.



PicoVNA

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 $Z_{in} = Z_0^2/Z_y$ olur.

Hat omik bir $Z_y=R_y$ yükü ile sonlandırılırsa,
 $Z_y = R_y > Z_0$ ise $Z_{max}=Z_0 S=R_y$, $Z_{min}=Z_0/S$

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

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 kablonun zayıflatmasının belirlenmesi

1.1 PicoVNA'yı S_{21} parametresini ölçecek şekilde hazır duruma getiriniz.

1.2 Denev masasında bulunan uzun koaksiyel kabloyu ($l=2m$) cihazın kapıları arasına bağlayınız. Analizörde Marker tuşuna basınız.

1.3 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 PicoVNA'yı S_{11} parametresini ölçecek şekilde hazır duruma getiriniz.

2.2 Denev masasında yaklaşık 32 cm lik koaksiyel kablonun bir ucuna 100 ohm'u bağlayınız. Diğer ucu analizörün 1 nolu kapısına bağlayınız.

2.3 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 $l \approx 43,3$ cm'dir.

İstenenler :

1. 1.deneyde bulduğunuz sonuçlarla verilen katalog değerleri karşılaştırarak yorumlayınız.

2. 2.deneyde ölçülenler ile hesaplananlar arasında ilişkilendirme yaparak; elde edilen sonuçları beklenen değerlerle karşılaştırınız ve yorumlayınız.