

λ/4 EMPEDANS TRANSFORMATÖRÜ VE UYGULAMALARI

λ/4 EMPEDANS DÖNÜŞTÜRÜCÜ

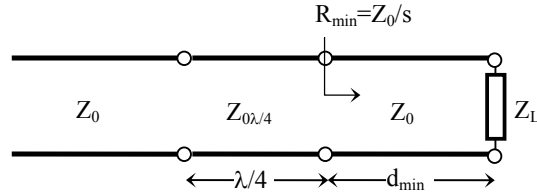
Empedans uygunlamak için, rezistif bir yük ile karakteristik empedansı Z_0 olan bir iletim hattı arasına bağlanan bir çeyrek dalgaboyu empedans dönüştürücünün karakteristik empedansı, yük ile iletim hattının karakteristik empedansının geometrik ortalamasıdır, yani

$$Z_{0\lambda/4} = \sqrt{Z_0 Z_L}$$

ile hesaplanır. Eğer yük empedansı kompleks ise, çeyrek dalgaboyu empedans uygunlaştırıcının karakteristik empedansı,

$$Z_{0\lambda/4} = \frac{Z_0}{\sqrt{s}}$$

ile hesaplanır.



PROBLEM 1: Yük empedansı 100 ohm olan uyumlu bir transmisyon hattı karakteristik empedansı 25 ohm olan başka bir transmisyon hattına uygunlaştırılacaktır. Uygulama için çeyrek dalga boyu transformatör kullanılacağına göre, transformatörün karakteristik empedansını ve transformatör üzerindeki duran dalga oranını hesaplayınız.

ÇÖZÜM 1: 100 ohm'luk yüke bağlı olan transmisyon hattı uyumlu olduğundan karakteristik empedansı 100 Ω 'dur. Buna göre bu hattın başından gözükten empedans $R = Z_{02} = 100 \Omega$ 'dur. Bu empedans çeyrek dalga boyu transformatörün yükü gibi davranacağından, $\lambda/4$ hattın karakteristik empedansı,

$$Z_0 = \sqrt{R \cdot Z_{01}} = \sqrt{100 \cdot 25} = 50 \Omega$$

olur. $Z_0 < R$ olduğundan, transformatörün duran dalga oranı,

$$s = \frac{R}{Z_0} = \frac{100}{50} = 2$$

olarak bulunur.

PROBLEM 2: Karakteristik empedansı 240 Ω olan bir iletim hattı ile $(120+j0) \Omega$ 'luk bir yük empedansını 450 MHz'de uygunlamak için kullanılması düşünülen Z_{01} karakteristik

empedansına ve d_1 uzunluğuna sahip olan bir transformatörün, uzunluğunu (cm cinsinden), karakteristik empedansını ve transformatör üzerindeki duran dalga oranını bulunuz.

ÇÖZÜM 2: Yük empedansının imajiner kısmı sıfır olduğundan, yük empedansı minimum yada maksimum voltaj noktasındadır. $Z_L < Z_0$ olduğundan, yük empedansı minimumdur.

Ayrıca yük empedansı saf rezistif olup, yansıma açısı $\theta = 0$ 'dır. Böylece;

$$\theta_L = 0 = -\pi + 2\beta d_{\min}$$

$$d_{\min} = \frac{\pi}{2\beta} = \frac{\pi}{2 \cdot 2\pi/\lambda} = \frac{\lambda}{4}$$

bulunur. Buna göre transformatör çeyrek dalgaboyu ($\lambda/4$) uzunluğundadır. Sonuç olarak,

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \cdot 10^8}{4.5 \cdot 10^8} \cong 0.67 \text{ m}$$

$$d_{\min} = \lambda/4 \cong 16.7 \text{ cm}$$

$$Z_{01} = \sqrt{Z_0 \cdot Z_L} = \sqrt{240 \cdot 120} = 169.7 \Omega$$

$$s = \frac{Z_{01}}{Z_L} = \frac{169.7}{120} = 1.414$$

bulunur.

PROBLEM 3: Kayıpsız iletim hattından yapılan bir $\lambda/4$ -empedans dönüştürücünün giriş ve yük empedansının her ikisi birden Z_0 , transformatörün karakteristik empedansından büyük veya küçük olabilir mi?

ÇÖZÜM 3: $\lambda/4$ -empedans dönüştürücünün karakteristik empedansı Z_0 ; giriş empedansı Z_{in} ve yük empedansı Z_L 'nin geometrik ortalaması yani ;

$$Z_0 = \sqrt{Z_L \cdot Z_{in}}$$

olduğundan, hem Z_L hem de Z_{in} aynı anda Z_0 ' dan büyük yada küçük olamaz.

PROBLEM 4: $\lambda/4$ kayıpsız iletim hattının giriş ve yük empedansının reaktansları aynı işarete sahip olabilir mi?

ÇÖZÜM 4: Z_{in} ve Z_L empedansları

$$Z_{in} = A + jB$$

$$Z_L = C + jD$$

olsun . Burada reel bileşenler rezistif elemanı gösterdiğinden $A, C > 0$ olmalıdır. Bu durumda

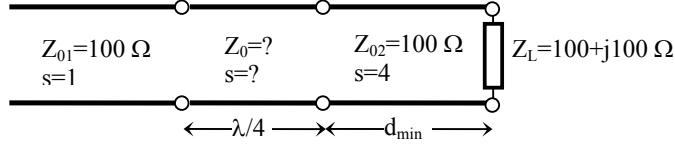
$$Z_0^2 = Z_{in} \cdot Z_L = (AC - BD) + j(AD + BC)$$

dir. Eğer hat kayıpsız yani $Z_0 = R_0$ (saf reel) ise ,

$$AD + BC = 0$$

olmalıdır. Böylece $A, C > 0$ olduğundan B ve D aynı işarete sahip olamazlar.

PROBLEM 5: Aşağıdaki şekilde görüldüğü gibi $Z_L=100+j100$ ohm'luk yük ile $Z_{01}=100$ ohm'luk bir transmisyon hattını uygunlamak için çeyrek dalgaboyu transformatör kullanılmıştır. d_{\min} uzunluğundaki hattın amacını en fazla iki cümle ile açıklayarak, yükten d_{\min} uzaklıktaki noktadan gözükten empedansı, $\lambda/4$ transformatörün karakteristik empedansını ve transformatör üzerindeki DDO'nı hesaplayınız.



ÇÖZÜM 5: d_{\min} uzunluğundaki hattın amacını kompleks yük empedansını reel (saf rezistif) hale getirmektir. Çünkü minimum noktada empedans minimum ve saf rezistiftir. d_{\min} noktasındaki empedans;

$$R_{\min} = \frac{Z_{02}}{s} = \frac{100}{4} = 25\Omega$$

olur. Transformatörün karakteristik empedansı

$$Z_0 = \sqrt{Z_{01} \cdot R_{\min}} = \sqrt{100 \cdot 25} = 50\Omega$$

ve Transformatör üzerindeki VSWR,

$$s = \frac{Z_0}{R_{\min}} = \frac{50}{25} = 2$$

dir.

PROBLEM 6: Karakteristik empedansları Z_1 ve Z_2 olan iki transmisyon hattı, karakteristik empedansları Z_3 olan çeyrek dalgaboyu hat ile uygunlanacaktır. Manyetik permeabiliteleri eşit ve birinci hattın bağıl dielektrik sabiti $\epsilon_{r1} = 3$, ikinci hattınki ise $\epsilon_{r2} = 4$ olduğuna göre, $\lambda/4$ uzunluğundaki transformatörün bağıl dielektrik sabitini hesaplayınız.

ÇÖZÜM 6: $\lambda/4$ hattın karakteristik empedansı,

$$Z_3 = \sqrt{Z_1 \cdot Z_2}$$

olduğundan,

$$\sqrt{\frac{\mu_3}{\epsilon_3}} = \sqrt{\sqrt{\frac{\mu_1}{\epsilon_1}} \cdot \sqrt{\frac{\mu_2}{\epsilon_2}}}$$

$$\frac{1}{\sqrt{\epsilon_3}} = \sqrt{\frac{1}{\sqrt{\epsilon_1}} \cdot \frac{1}{\sqrt{\epsilon_2}}}$$

$$\epsilon = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r$$

$$\frac{1}{\sqrt{\epsilon_3}} = \sqrt{\frac{1}{\sqrt{\epsilon_{r1} \epsilon_{r2}}}}$$

$$\epsilon_{r3} = \sqrt{\epsilon_{r1} \cdot \epsilon_{r2}} = \sqrt{3 \cdot 4} = 3.46$$

bulunur.

PROBLEM 7: 300 MHz de $(150+j0) \Omega$ luk yük empedansını 300Ω luk transmisyon hattına uygulamak için uzunluğu d , karakteristik empedansı Z_{01} olan bir transformatör kullanılacaktır.

- Transformatörün uzunluğunu (cm olarak)
- Transformatörün karakteristik empedansını
- Transformatörün üzerindeki DDO nı bulunuz.

ÇÖZÜM 7: a) Yük empedansının imajiner kısmı sıfır olduğundan, yük empedansı maksimum veya minimum voltaj noktasındadır. $Z_L < Z_0$ olduğundan yük minimumdur. Yük saf rezistif olduğundan yansıma açısı da sıfırdır. Böylece,

$$\lambda = c/f = 1 \text{ m}$$

$$\theta = -\pi + 2\beta d \text{ min} = 0$$

$$d_{\text{min}} = \lambda/4 = 25 \text{ cm}$$

bulunur.

b) Yük empedansı saf rezistif olduğundan doğrudan,

$$Z_{01} = \sqrt{Z_0 Z_L} = 212.132 \Omega$$

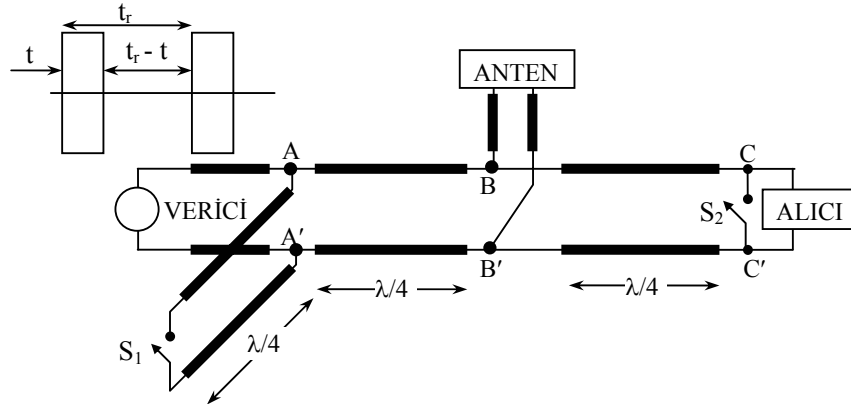
elde edilir.

d) Yük minimum voltaj noktasında bulunduğundan,

$$s = \frac{Z_{01}}{Z_L} = \frac{212.132}{150} = 1.414$$

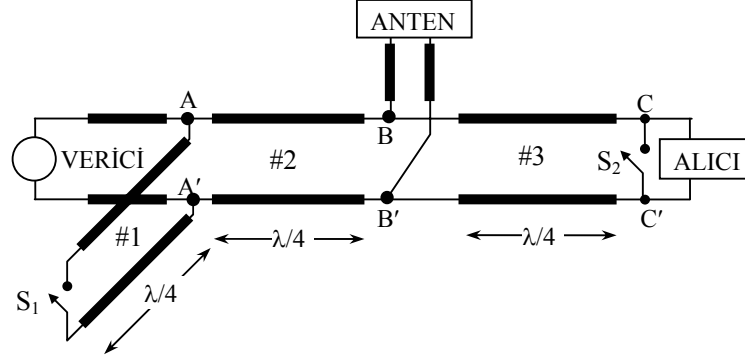
elde edilir.

PROBLEM 8: Şekilde bir radar için çeyrek dalgaboyu hatlarda gerçekleştirilmiş DUPLEXER devresi gösterilmiştir. Antenin t-süresince (yani verici aktifken) verici anten, ($t_r - t$) süresince (yani verici susmuşken) alıcı anten olarak çalışmaktadır.



- a) Antenin t-süresince verici anten olarak çalışması için S_1 ve S_2 anahtarlarının konumu ne olmalıdır?
- b) Antenin ($t_r - t$) süresince alıcı anten olarak çalışabilmesi için S_1 ve S_2 anahtarlarının konumu ne olmalıdır? Açıklayınız.

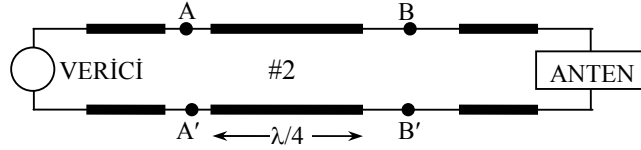
ÇÖZÜM 8:



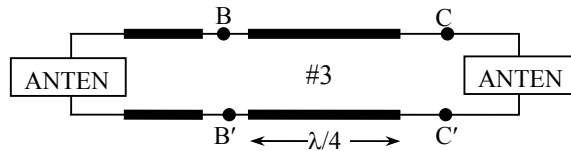
Bilindiği gibi, $\lambda/4$ uzunluğundaki hattın sonu kısa devre ise girişi açık devre (yani giriş empedansı sonsuz), hat sonu açık devre ise giriş kısa devredir. (Çünkü $Z(d=\lambda/4) = Z_0^2/Z_L$ dir).

Buna göre;

- a) S_1 ve S_2 anahtarları birlikte kapatılırsa (yani ilgili hat sonları kısa devre yapılırsa), AA' düzleminden #1 nolu yan hatta bakıldığında görünen empedans sonsuz olur. Bu nedenle vericiden gelen işaret tamamen #2 hattına iletilir. S_2 kapalıyken de #3 hattının girişi açık devre (yani giriş empedansı sonsuz) olacak ve işaret doğrudan antene iletilecektir. Bu durumda eşdeğer devre aşağıdaki gibi olur.



- b) S_1 ve S_2 anahtarları birlikte açık devre olursa; S_1 anahtarının açık olması nedeniyle AA' düzlemi kısa devre ve BB' düzlemi açık devre olur. Yani BB' düzleminden #2 hattına bakıldığında sonsuz empedans görüleceğinden, antenden gelecek işaret BB' düzleminin sol tarafına iletilemez. S_2 anahtarlarının açık olması ise, #3 hattının sonuna alıcının (yani bir yükün) bağlı olduğunu gösterir ve antenden gelen işaret doğrudan alıcıya gider ve eşdeğer devre aşağıdaki gibi olur.



PROBLEM 9: 100 ohm'luk yük empedansını 50 ohm'luk iletim hattına uygunlamak için üç-bölmeli Binom transformatörü tasarlayınız. Maksimum VSWR değeri 1.1 olduğuna göre elde edilebilecek band genişliğini bulunuz. Band karakteristiğini çiziniz.

ÇÖZÜM 9:

$$S_m = 1.1, \quad Z_L = 100, \quad Z_0 = 50 \Omega \quad N = 3$$

$$\ln \frac{Z_{n+1}}{Z_n} = 2^{-N} C_n^N \ln \frac{Z_L}{Z_0} \quad C_n^N = \frac{N!}{(N-n)!n!}$$

$$C_0^3 = \frac{3!}{(3-0)!0!} = 1 \quad C_1^3 = \frac{3!}{(3-1)!1!} = 3 \quad C_2^3 = 3$$

$$\ln \frac{Z_1}{Z_0} = \frac{1}{8} \ln \frac{Z_L}{Z_0} \quad \ln \frac{Z_2}{Z_1} = \frac{3}{8} \ln \frac{Z_L}{Z_0} \quad \ln \frac{Z_3}{Z_2} = \frac{3}{8} \ln \frac{Z_L}{Z_0}$$

$$Z_1 = Z_0 \left(\frac{Z_L}{Z_0} \right)^{1/8} = Z_0^{7/8} Z_L^{1/8} = 54.526 \Omega$$

$$Z_2 = Z_1 \left(\frac{Z_L}{Z_0} \right)^{3/8} = \sqrt{Z_0 Z_L} = 70.711 \Omega$$

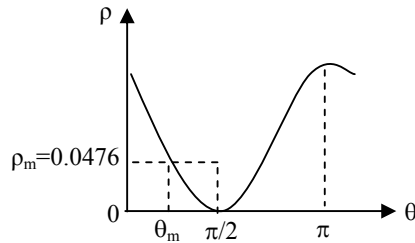
$$Z_3 = Z_2 \left(\frac{Z_L}{Z_0} \right)^{3/8} = Z_0^{1/8} Z_L^{7/8} = 91.718 \Omega$$

$$\rho_m = \frac{s_m - 1}{s_m + 1} = \frac{1.1 - 1}{1.1 + 1} = 0.0476$$

$$\theta_m = \cos^{-1} \left| \frac{2\rho_m}{\ln(Z_L/Z_0)} \right|^{1/N} = \cos^{-1} \left| \frac{2 \cdot 0.0476}{0.693} \right|^{1/3} = 58.94^\circ$$

$$\theta_m = 1.029 \text{ radyan}$$

$$\frac{\Delta f}{f_0} = 2 - \frac{4}{\pi} \theta_m = 0.69^\circ$$



PROBLEM 10: (a) Normalized değeri 5 olan bir yük empedansını iletim hattına uygunlamak için kesin teoriyi kullanarak iki bölmeli Chebyshev transformatörü tasarlayınız. Kısmi band genişliğinin 0,6 olması için ρ_m ne olmalıdır?

(b) a-şıkındaki problemi üç bölmeli Chebyshev transformatörü tasarlayarak tekrarlayınız.

ÇÖZÜM 10: Problemler

$$\bar{Z}_L = 5 \text{ ve } \frac{\Delta f}{f_0} = 0.6$$

verildiğine göre,

$$\text{a) } \frac{\Delta f}{f_0} = 2 - \frac{4}{\pi} \theta_m \quad \theta_m = \frac{\pi}{4} \left(2 - \frac{\Delta f}{f_0} \right) = 1.1$$

$$\theta_m = 63.03^\circ$$

$$\theta_m = 1.1 = \cos^{-1}(\sqrt{2} \cos \theta_Z)$$

$$\cos \theta_Z = 0.321$$

$$\theta_Z = 71.275^\circ = 1.244 \text{ rad}$$

$$k^2 = \cot^4 \theta_Z \frac{(Z_L - Z_0)^2}{4Z_L Z_0} = \cot^4 \theta_Z \frac{(\bar{Z}_L - 1)^2}{4\bar{Z}_L} = 0.0106$$

$$k = 0.103$$

$$\rho_m = \sqrt{\frac{k^2}{1+k^2}} = 0.104$$

$$Z_1^2 = Z_0^2 \left[\frac{(Z_L - Z_0)^2}{4Z_0^2 \tan^4 \theta_Z} + \frac{Z_L}{Z_0} \right]^{\frac{1}{2}} + \frac{(Z_L - Z_0)Z_0}{2 \tan^2 \theta_Z}$$

$$\bar{Z}_1^2 = \left[\frac{(\bar{Z}_L - 1)^2}{4Z_0^2 \tan^4 \theta_Z} + \bar{Z}_L \right]^{\frac{1}{2}} + \frac{\bar{Z}_L - 1}{2 \tan^2 \theta_Z} = 2.48$$

$$\bar{Z}_1 = 1.575$$

$$Z_2 = \frac{Z_L}{Z_1}$$

$$\bar{Z}_2 = \frac{\bar{Z}_L}{\bar{Z}_1} = 3.175$$

bulunur.

$$\text{b) } \theta_m = \cos^{-1} \left(\frac{2}{\sqrt{3}} \cos \theta_Z \right) = 1.1 \quad \theta_Z = 82.47^\circ = 1.44 \text{ rad}$$

$$k^2 = \frac{(Z_L - Z_0)^2}{4Z_L Z_0} \left(\frac{2 \cos \theta_Z}{3\sqrt{3} \tan^2 \theta_Z} \right)^2$$

$$\rho_m = \sqrt{\frac{k^2}{1+k^2}}$$

$$\frac{Z_L - Z_0}{\tan^2 \theta_Z} = \frac{Z_1^2}{Z_0} + 2Z_1 \sqrt{\frac{Z_L}{Z_0}} - \frac{Z_L Z_0^2}{Z_1^2} - 2 \frac{Z_0^2}{Z_1} \sqrt{\frac{Z_L}{Z_0}}$$

$$\frac{\bar{Z}_L - 1}{\tan^2 \theta_Z} = \bar{Z}_1^2 + 2\bar{Z}_1 \sqrt{\bar{Z}_L} - \frac{\bar{Z}_L}{\bar{Z}_1^2} - 2\bar{Z}_1^{-1} \sqrt{\bar{Z}_L}$$

$$Z_2 = \sqrt{Z_L Z_0}$$

$$\bar{Z}_2 = \sqrt{\bar{Z}_L}$$

$$Z_3 = \frac{Z_L Z_0}{Z_1}$$

$$\bar{Z}_3 = \frac{\bar{Z}_L}{Z_1}$$

PROBLEM 11: 10 GHz' de, 100 Ω ' luk yükü 50 Ω ' luk iletim hattına uygulamak için gerekli çeyrek dalgaboyu transformatörün empedansını hesaplayınız. Yansıma katsayısının 0,1'den küçük olması için çalışma bandı ne olmalıdır ?

ÇÖZÜM 11: $f = 10$ GHz, $Z_L = 100 \Omega$, $Z_0 = 50 \Omega$ ve $\rho_m = 0.1$ olduğuna göre,

$$Z_2 = \sqrt{Z_1 Z_L} = \sqrt{5000} = 70.71 \Omega$$

$$\theta_m = \cos^{-1} \left| \frac{2\rho_m \sqrt{Z_1 Z_L}}{(Z_L - Z_1) \sqrt{1 - (\rho_m)^2}} \right|$$

$$\theta_m = 73.5^\circ = 1.283 \text{ rad}$$

$$\Delta f = 2 \left(f_0 - \frac{2f_0}{\pi} \theta_m \right)$$

$$\frac{\Delta f}{f_0} = 0.366$$

elde edilir.

ANALİTİK YÖNTEMLE EMPEDANS UYGUNLAMA

Analitik Yöntem: Kompleks yük empedansını hat empedansına uygunlamak için kullanılan seri yan hattın konumu,

$$d = d_0 + d_{\min}$$

ile hesaplanır. Burada,

$$d_0 = \frac{\lambda}{4\pi} \cos^{-1} \left(\frac{s-1}{s+1} \right) \pm \frac{\lambda}{2}$$
$$d_{\min} = \frac{\theta + \pi}{2\beta}$$

dır. Yan hattın giriş reaktansı,

$$x = \left(1 - \frac{1}{s} \right) \tan \beta d_0 = \frac{s-1}{\sqrt{s}}$$

ve yan hattın uzunluğu,

$$\ell_0 = \frac{\lambda}{2\pi} \left[\tan^{-1} \left(\frac{1-s}{\sqrt{s}} \right) + \pi \right]$$

ile hesaplanabilir.

Kompleks yük admitansını uygulamak için kullanılan paralel yan hattın yüke uzaklığı ise,

$$d = d_0 + d_{\min}$$

ile hesaplanır. Burada,

$$d_0 = \frac{\lambda}{2\pi} \tan^{-1} \left(\frac{1}{\sqrt{s}} \right)$$
$$d_{\min} = \frac{\theta + \pi}{2\beta}$$

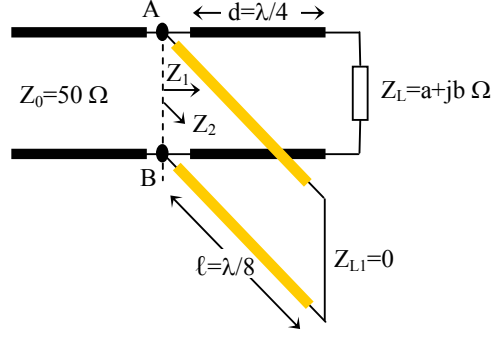
dır. Yan hattın uzunluğu da,

$$\ell_0 = \frac{\lambda}{2\pi} \left[\tan^{-1} \left(\frac{\sqrt{s}}{1-s} \right) + \pi \right]$$

ile hesaplanır.

Grafik Yöntem: Grafik yöntemi kullanarak empedans uygunlama işlemi Smith Abağı kullanılarak yapılır bundan sonraki bölümde verilecektir..

PROBLEM 1: Şekildeki yan hatlı devrede AB'den yansıma olmaması için yük empedansının reel (a) ve imajiner (b) kısımları kaç ohm olmalıdır?



ÇÖZÜM 1:

$$Z(d) = Z_0 \frac{Z_L \cos \beta d + j Z_0 \sin \beta d}{Z_0 \cos \beta d + j Z_L \sin \beta d}$$

$$d = \frac{\lambda}{4}$$

$$\beta d = \frac{\pi}{2}$$

$$Z_1 = \frac{Z_0^2}{a + jb} \quad Z_{L1} = 0$$

olduğundan

$$Z_L = j Z_0 \tan \beta l$$

bulunur. AB den gözüken eşdeğer empedans ise;

$$Z_{AB} = \frac{Z_1 Z_2}{Z_1 + Z_2} = \frac{j Z_0^3 \tan \beta l}{Z_0^2 + (a + jb) \cdot j Z_0 \tan \beta l}$$

dir. AB den yansıma olmaması için $(\Gamma_{AB} = 0)$, $Z_{AB} = Z_0$ olmalıdır. Buna göre;

$$\frac{j Z_0^2 \tan \beta l}{Z_0 + j(a + jb) \tan \beta l} = Z_0$$

eşitliğinin reel ve imajiner kısımları eşitlenerek;

$$a = Z_0 = 50 \text{ } \Omega$$

$$b = \frac{Z_0}{\tan \beta l} = \frac{50}{\tan \frac{\pi}{4}} = 50 \text{ } \Omega$$

elde edilir. Yani;

$$Z_L = (50 + j50) \text{ ohm}$$

bulunur.

PROBLEM 2: VSWR 2.1 olan bir transmision hattı üzerindeki iki minimum voltaj noktasının yükten uzaklığı 1.25 ve 2.77 m.'dir. Bu transmision hattını uygunlamak için gerekli yan hat uzunluğunu ve yan hattın yükten uzaklığını bulunuz.

ÇÖZÜM 2: $d_{1\min} = 1.25 \text{ m}$ $d_{2\min} = 2.77 \text{ m}$ $\frac{\lambda}{2} = 2.77 - 1.25 = 1.52 \text{ m}$

olduğundan

$$\tan \beta d_0 = \frac{1}{\sqrt{s}} \quad d_0 = 0.292 \text{ m.}$$

$$d = d_0 + d_{\min} = 0.292 + 1.25 = 1.542 \text{ m}$$

bulunur. Ancak, bu uzunluk $\lambda/2$ 'den daha uzun olduğundan,

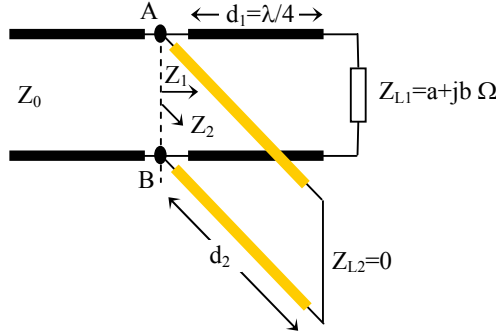
$$d = 1.542 - \frac{\lambda}{2} = 0.022 \text{ m}$$

alınabilir. Yan hattın uzunluğu ise,

$$\tan(\beta \ell - \pi) = \frac{\sqrt{s}}{1-s} \quad \ell = 1.074 \text{ m}$$

olarak bulunur.

PROBLEM 3: Şekildeki yan hatlı sistemde AB'den yansıma olmaması için yük empedansı ($Z_{L1} = a + jb$), Z_0 ve βd_2 terimleri cinsinden ne olmalıdır?



ÇÖZÜM 3: $Z_{L2} = 0$ olduğundan,

$$Z_2 = jZ_0 \tan \beta d_2$$

ve $d_1 = \frac{\lambda}{4}$ olduğundan,

$$\beta d_1 = \frac{\pi}{2} \text{ ve } Z_1 = \frac{Z_0^2}{Z_{L1}} = \frac{Z_0^2}{a + jb}$$

olur. AB uçlarından görülen eşdeğer empedans ise

$$Z_{AB} = \frac{Z_1 Z_2}{Z_1 + Z_2} = \frac{(Z_0^2/a + jb)(jZ_0 \tan \beta d_2)}{(Z_0^2/a + jb) + jZ_0 \tan \beta d_2}$$

$$= \frac{jZ_0^3 \tan \beta d_2}{Z_0^2 + j(a + jb)(Z_0 \tan \beta d_2)}$$

dır. AB 'den yansıma olmaması için $(\Gamma_{AB} = 0)$ $Z_{AB} = Z_0$ olmalıdır. Buna göre;

$$Z_{AB} = \frac{jZ_0^3 \tan \beta d_2}{Z_0^2 + j(a + jb)(Z_0 \tan \beta d_2)} = Z_0$$

eşitliğinden reel ve imajiner kısımlar eşitlenerek

$$a = Z_0 \Omega \quad b = \frac{Z_0}{\tan \beta d_2} \Omega$$

bulunur.

PROBLEM 4: Duran dalga oranı $s=2.1$ olan bir transmisyon hattı üzerindeki iki minimum voltaj noktasının yükten uzaklığı 1.25 m ve 2.77 m dir. Transmisyon hattını uygulamak için gerekli yan hat uzunluğunu (d) ve yan hattın yükten uzaklığını (ℓ);

- İşlemleri minimum voltaj noktasına göre
- İşlemleri maksimum voltaj noktasına göre yaparak bulunuz.
- Sonuçları karşılaştırarak yorumlayınız.

ÇÖZÜM 4: a) $d_{1\min} = 1.25m$ $d_{2\min} = 2.77m$ $\frac{\lambda}{2} = 2.77 - 1.25 = 1.52 m$

olduğuna göre,

$$\tan \beta d_0 = \frac{1}{\sqrt{s}} \quad d_0 = 0.292 m.$$

$$d = d_0 + d_{\min} = 0.292 + 1.25 = 1.542 m$$

bulunur. Yan hattın uzunluğu ise,

$$\tan(\beta \ell - \pi) = \frac{\sqrt{s}}{1-s} \quad \ell = 1.074 m$$

olarak bulunur.

b) $\tan \beta d_0 = \sqrt{s} \quad d_0 = 0.468 m.$

$$d = d_0 + d_{1\min} + \frac{\lambda}{4} = 0.468 + 1.25 + 0.76 = 2.478 m$$

$$\tan \beta \ell = \frac{\sqrt{s}}{s-1} \quad \ell = 0.446 m$$

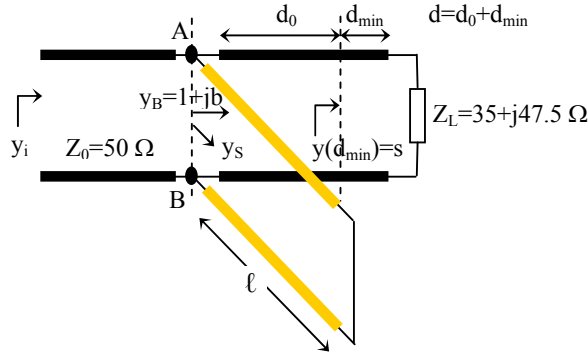
d) Bir transmisyon hattı yan hatla uygunlaştırıldığında, yük ile yan hat arasında daima duran dalgalar mevcut olup, bu bölgede hat uyumsuzdur. Bu yüzden yük ile yan hat arasındaki

mesafenin mümkün olduğu kadar kısa olması gerekir. Bu nedenle (a) şıkkı arzu edilen tipte bir uygulama işlemidir. Ayrıca, (a) şıkkında hesaplanan d -uzunluğu $\lambda/2$ 'den uzun olduğu için ve her $\lambda/2$ mesafede empedans tekrarlandığından,

$$d = 1.542 - \frac{\lambda}{2} = 0.022 \text{ m}$$

olmalıdır.

PROBLEM 5: Aşağıdaki şekilde verilen yan hatlı uyumlama devresinde d , ℓ ve b_B ne olmalıdır?



ÇÖZÜM 5:

$$\Gamma_L = \frac{\bar{Z}_L - 1}{\bar{Z}_L + 1} = \frac{0.7 - j0.95 - 1}{0.7 - j0.95 + 1} = \frac{0.996 \angle 72.5^\circ}{1.947 \angle -29.2^\circ} = 0.512 \angle 102^\circ$$

$$s = \frac{1 + |\Gamma_L|}{1 - |\Gamma_L|} = \frac{1.512}{0.488} \cong 3.1$$

$$y_B = 1 + jb_B$$

$$y_s = -jb_B$$

$$d_0 = \frac{\lambda}{2\pi} \tan^{-1} \left(\frac{1}{\sqrt{s}} \right) = 0.0822\lambda$$

$$d_{\min} = \frac{\theta + \pi}{2\beta} = \frac{102 + 180}{2\pi/\lambda} = 0.783\lambda$$

$$d = d_0 + d_{\min} = 0.8652\lambda \text{ veya } 0.3652\lambda$$

$$\tan(\beta\ell - \pi) = \frac{\sqrt{s}}{1 - s} \quad \ell = 0.388\lambda$$

$$b_B = \text{Cot}\beta\ell_0 = \frac{1 - s}{\sqrt{s}} = -1.193 \text{ mho}$$