UNIVERSIDAD DISTRITAL FJDC
FACULTAD TECNOLÓGICA
ESPECIALIZACIÓN EN TELECOMUNICACIONES
MEDIOS DE TRANSMISIÓN
"EXAMEN FINAL-DIC/2000"

Prof. Francisco J. Zamora

Primera parte: 20%

1. Un cable coaxial tiene una impedancia característica de 75 Ohmios, un factor de velocidad de 0.63 y pérdidas de 5.8dB/100 pies @ 300MHz. Este cable alimenta una antena cuya impedancia de radiación se ha medido como 50 - j 150 Ohmios. Las pérdidas por retorno (return loss) son iguales a -20 log (|gamma|). Encuentre la inductancia distribuida L del cable.

$j := \sqrt{-1}$

$Zo := 75\ \Omega \quad k := 0.63 \quad \alpha := 5.8$ dB $\quad D := 100\ \text{ft} \quad f := 300\ \text{MHz}$

$ZL := 50 - j \cdot 150\ \Omega$

Solucion:
Dadas las condiciones de "alta frecuencia", se pueden emplear las expresiones para la impedancia característica y velocidad de fase que dependen de L y C:

$c := 3.00 \cdot 10^8 \dfrac{m}{s} \qquad vp := k \cdot c \qquad vp = 1.89 \cdot 10^8 \cdot m \cdot s^{-1}$

Dadas

$vp = \dfrac{1}{\sqrt{L \cdot C}} \qquad Zo = \sqrt{\dfrac{L}{C}}$

De estas expresiones se despeja C y se igualan, para luego encontrar L.

$C = \dfrac{1}{L \cdot vp^2} \qquad C = \dfrac{L}{Zo^2} \qquad L := \dfrac{Zo}{vp} \qquad L = 0.121 \cdot \dfrac{\mu H}{ft}$

Y además la capacitancia distribuida será:

$\dfrac{L}{Zo^2} = 21.503 \cdot \dfrac{pF}{ft}$

2. Para el mismo cable coaxial, si el diámetro del conductor interno es de 0.60 mm, cuál debe ser el perímetro del conductor externo en pulgadas? (suponga que propiedades magnéticas del dieléctrico son las mismas del espacio libre).

Solución:
Primero se halla la permitividad relativa del dieléctrico a partir del factor de velocidad conocido:

$\varepsilon r := \frac{1}{k^2}$ $\qquad \varepsilon r = 2.52$

...valor que corresponde a un material intermedio entre el polietileno (2.3)) y el poliestireno (2.6).

Recuerdese que:

$$Zo = \frac{60}{\sqrt{\varepsilon r}} \cdot \ln\left(\frac{b}{a}\right) = \frac{138}{\sqrt{\varepsilon r}} \cdot \log\left(\frac{b}{a}\right)$$

Por lo que se debe hallar el valor de b, pues a es conocido: $a := 0.60 \text{ mm}$

$b := a \cdot e^{\frac{Zo\sqrt{\varepsilon r}}{60\ \Omega}}$ $\qquad b = 4.364 \cdot \text{mm}$ Que representa el diámetro externo del conductor.

El perímetro en pulgadas del conductor de blindaje, despreciando su grosor es:

$$\pi \cdot b = 0.54 \cdot \text{in}$$

3. Indique que el ancho adecuado w (en mm) de una pista de impreso (PCB) que conforme un microstrip sobre un dieléctrico BT/Glass (permitividad relativa = 3.8) que se acople al cable coaxial mencionado. Suponga que el grosor (thickness) de la pista es t= 0.8 mm.

Solucion:
Empleando las expresiones vistas en el documento mstripfz.mcd, se tiene:

Encuentre la Impedancia Zo para los siguientes parámetros:

$\varepsilon := 3.8$ Constante dieléctrica . $\qquad h := 0.003$ Grosor del dieléctrico

$B := 0.0002$ 1 oz de cobre $\qquad w := 0.00825$ Ancho de la pista

$Cu := 0.0003$ Cobre plateado $\qquad TL := 0.0003$ Soldadura plateada

$t := B + Cu + TL$ Grosor total de metal $\qquad t = 8 \cdot 10^{-4}$

$Zo := \left(\left(\frac{87}{\sqrt{\varepsilon + 1.41}}\right)\right) \cdot \ln\left[\frac{5.98 \cdot h}{(0.8 \cdot w) + t}\right]$ $\qquad Zo = 33.753$

Encuentre el ancho de la pista (Wz) para una impedancia deseada Zw:

$Zw := 75$ $\qquad$ $y := \dfrac{Zw\cdot\sqrt{\varepsilon + 1.41}}{87}$

$Wz := \dfrac{5.98\cdot h - \left(t\cdot e^{y}\right)}{0.8\cdot e^{y}}$ $\qquad$ $Wz = 2.134 \cdot 10^{-3}$

... la respuesta es el valor de Wz, mostrado arriba.

4. CPW= co-planar wave guide. (Esta pregunta no otorga puntos en el examen...)

5. Se desea acoplar en ambos extremos, la antena y el cable coaxial mencionados arriba, con una línea de transmisión de impedancia Z1 y longitud d que se conectará entre el coaxial y la antena. Indique el valor de la impedancia característica Z1 del segmento de acople:

Solución:

Haciendo referencia al ejercicio 10-2-5 del texto de Kraus, y con base en las explicaciones dadas en clase sobre el mismo, el acople doble hace referencia a:
a) Que el coaxial vea una impedancia de entrada de 75 Ohmios en la línea de acople y
b) Que la antena "vea hacia el generador" (coaxial) una impedancia igual a su complejo conjugado, para máxima transferencia de potencia.

Este par de condiciones aporta cada una, una ecuación de Zin = f(Zt, Z1, d), en donde según los casos:

a) Zin = impedancia del coaxial, Zt es la impedancia de la antena.

b) Zin = conjugado complejo de la Z de radiación de la antena, Zt es la impedancia del coaxial.

Evidentemente en ambos casos Z1 y d representan respectivamente la Z característica de la línea de acople serie y su longitud. Dos ecuaciones y dos incógnitas... (what a big deal!)

El procedimiento algebráico fué realizado manualmente en clase, y las ecuaciones resultantes son:

La ecuación general para Zd es: Datos del problema:

$$Zin = \frac{Zt + Z1\cdot\tanh((\alpha + j\cdot\beta)\cdot d)}{1 + Zt\cdot\tanh((\alpha + j\cdot\beta)\cdot d)}$$

$Zo := 75$ $\qquad$ $ZL := 50 - j\cdot 150$ $\qquad$ $\overline{ZL} = 50 + 150j$

Se define la siguiente constante intermedia, para simplificar el aspecto de las ecuaciones:

$k1 := \dfrac{\left(Zo - \overline{ZL}\right)}{ZL - Zo}$ $\qquad$ $k1 = 0.946 + 0.324j$

... k representa el valor de tan (βd), pues las pérdidas son despreciables… se encuentra k para cada una de las ecuaciones mencionadas arriba (denominadas k y k2) de Zd y luego se igualan las dos k, con el fin de despejar Z1, resultando:

$$Z1 := \sqrt{Zo\cdot\frac{\left(\overline{ZL} - k1\cdot ZL\right)}{1 - k1}} \qquad Z1 = 252.488j$$

$$k := \frac{ZL - Zo}{\left(\frac{Zo\cdot ZL}{Z1}\right) - Z1} \qquad k = 0.561 \qquad \frac{\operatorname{atan}(k)}{2\cdot\pi} = 0.081$$ ... que es el valor de d/λ...

verificación de k y k2:

$$k2 := \frac{Zo - \overline{ZL}}{\left(\frac{Zo\cdot\overline{ZL}}{Z1}\right) - Z1} \qquad k2 = 0.561$$

NOTA: en el caso que k hubiese sido negativo (e imaginario) la función atan puede arrojar valores de d negativos (y complejos), ya que el mcad la normaliza a intervalos de -π/2 a +π/2. Para corregir este problema simplemente debe sumarse π al resultado (y dividir k por j) para ubicar d correctamente en el semieje positivo de βd. Lo cual puede verificarse a continuación

$$\frac{\operatorname{atan}(k) + \pi}{2\cdot\pi} = 0.581 \qquad \tan(\operatorname{atan}(k) + \pi) = 0.561 \qquad k = 0.561$$

6. Indique la longitud d/λ del segmento de línea serie Z1 para obtener el acople deseado:

Solución:

Ya ha sido resuelta esta parte en el punto anterior…

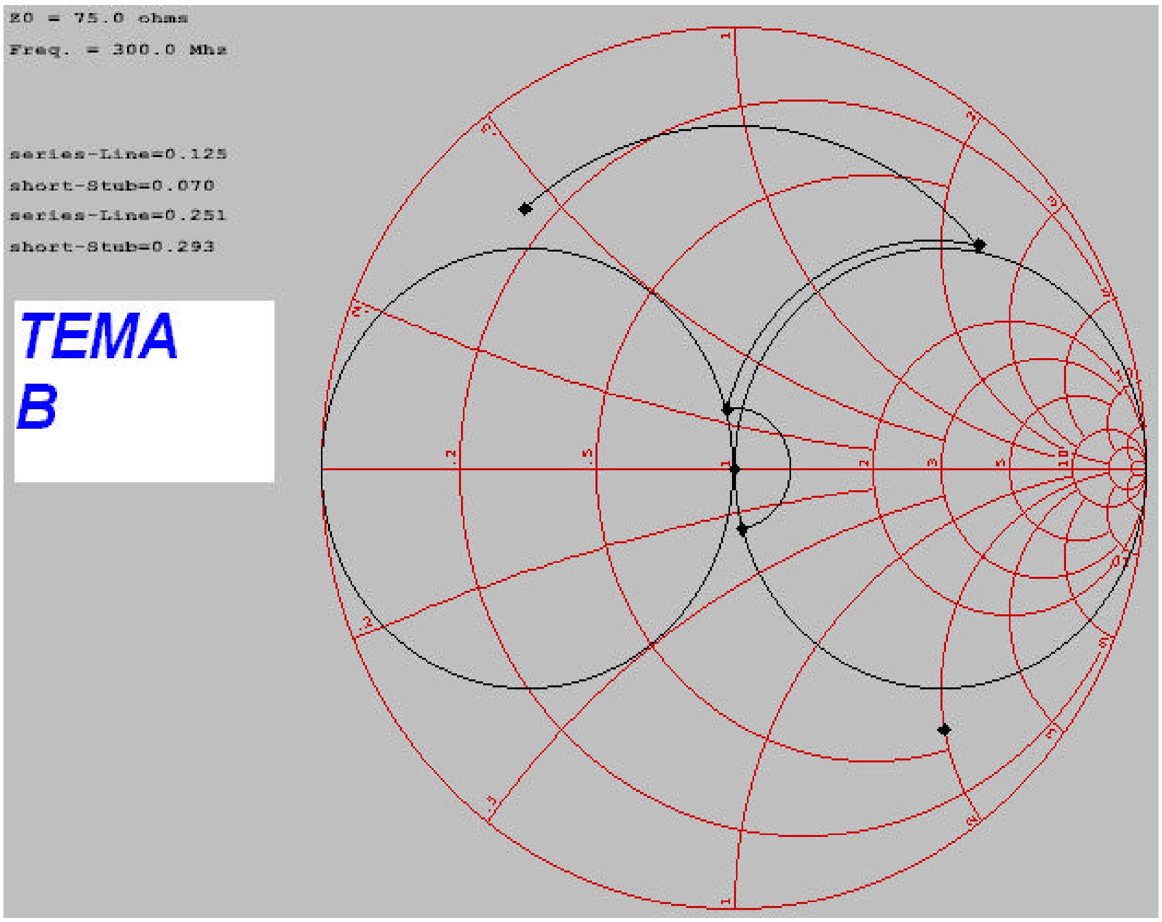
IMPEDANCE MATCHING: DOUBLE STUB TUNER
Se desea diseñar un acople para la antena, sobre el cable coaxial, con sintonizador de doble stub. Ambos stubs son de corto circuito para minimizar pérdidas e interferencia por radiación. El primer stub se colocara a la distancia p1 de la carga y el segundo a la distancia p2 del primer stub p1.
Tema A: p1= lambda/8, p2 = p1
Tema B: p1= lambda/8, p2 = 2*p1 = lambda/4
Según indique tema el profesor, resuelva en diagrama de Smith (impreso o RF- chart), indicando claramente su procedimiento y los puntos de interés en el diagrama de Smith. Si usa el RFchart no olvide crear un nuevo archivo con la opción NEW y denominarlo con su nombre.txt, pero recuerde que el nombre estará restringido a 8 caracteres máximo, por lo que se recomienda emplear la primera inicial de su nombre y su apellido, ej: fzamora.txt . No olvide tampoco insertar texto, flechas, lineas radiales, etc. si trabaja en RF-Chart y su nombre, en algun lado del diagrama.

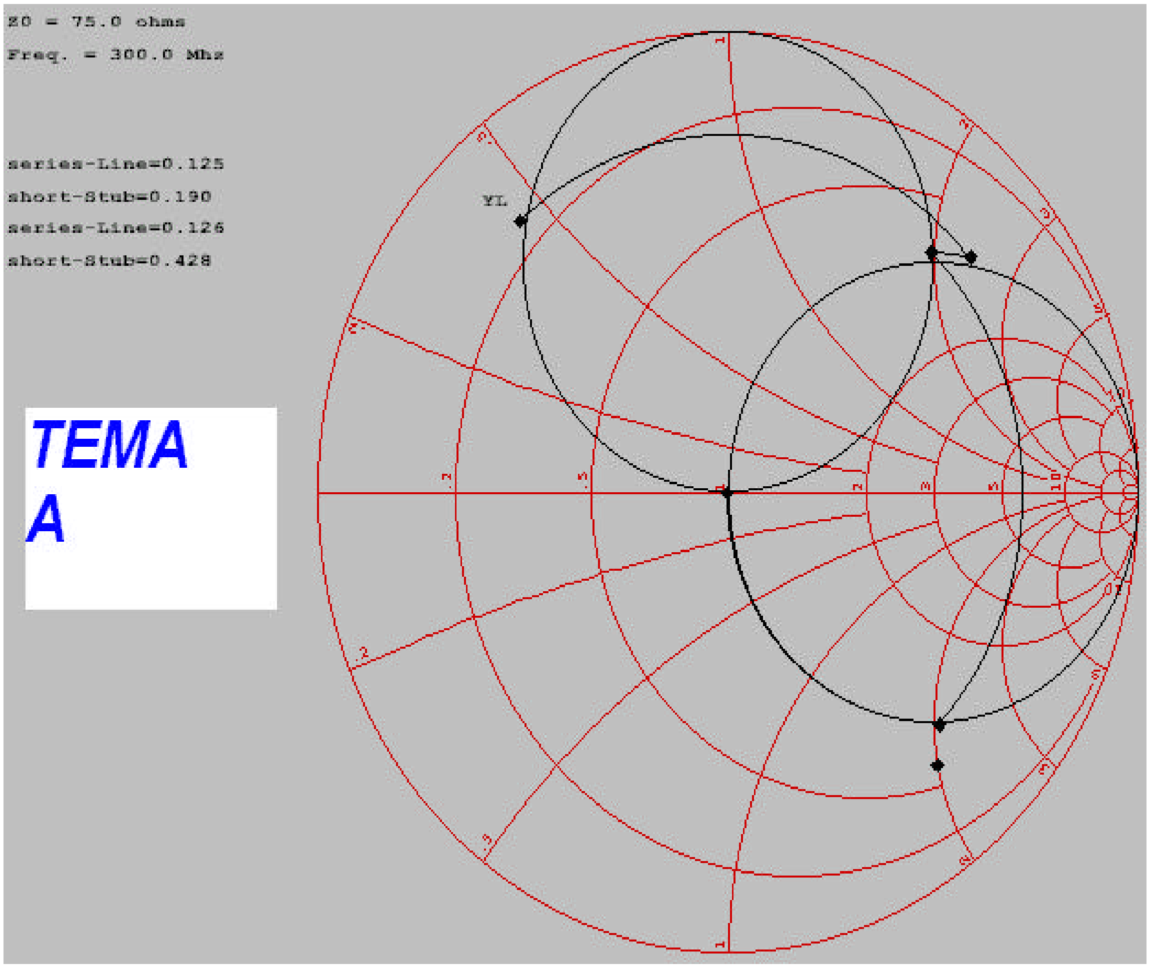
7. y 8. Encuentre las longitudes para los stubs en p1 y p2 para cada caso:

Solucion:

$$\frac{1}{ZL} = 2 \bullet 10^{-3} + 6 \bullet 10^{-3} j \qquad \frac{Zo}{ZL} = 0.15 + 0.45j$$

Utilizando el programa RF-Chart:
Los valores para el Tema A son: Stub en p1: 0.190 λ, stub en p2: 0.428 λ
Los valores para el Tema B son: Stub en p1: 0.070 λ, stub en p2: 0.293 λ




Z0 = 75.0 ohms
Freq. = 300.0 Mhz
series-Line=0.125
short-Stub=0.190
series-Line=0.126
short-Stub=0.428
YL
TEMA A