

PROBLEMAS DE MICROONDAS: ANÁLISIS DE CIRCUITOS PASIVOS DE MICROONDAS

PROBLEMA 1

Calcular la matriz final de una T plano H si el brazo correspondiente al eje de simetría se cierra con un cortocircuito variable. Comente los resultados.

PROBLEMA 2 (examen febrero de 2000)

La red de la figura representa una unión ternaria con tramos de línea con longitudes $\lambda/4$ e impedancias normalizadas $\sqrt{2}$. Se pide:

- a) Encuentre la matriz de parámetros S referida a una impedancia normalizada de 1 en la red de la figura 1. (Se recomienda ayudarse de un análisis en modo par o impar)

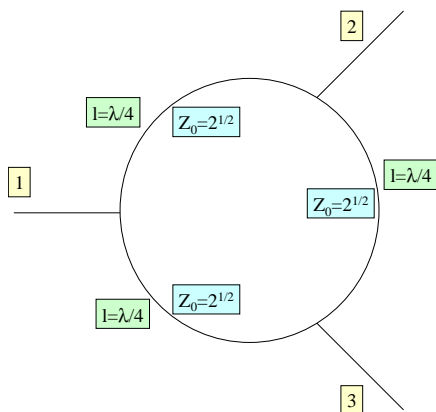


Figura 1

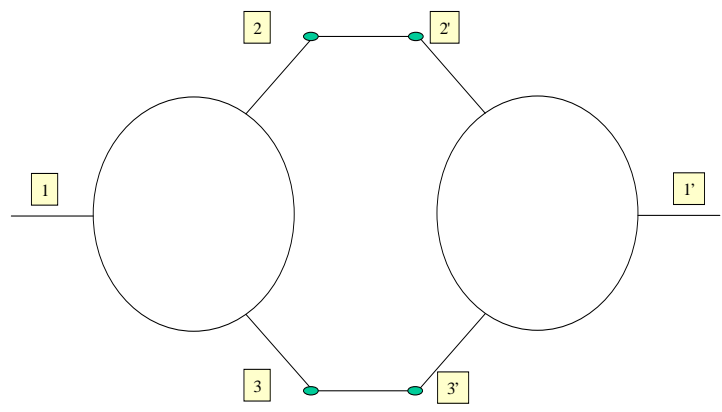


Figura 2

- b) Basándose en un análisis en vectores o valores propios, justifique la validez de la matriz anteriormente obtenida.
- c) Encuentre la expresión del coeficiente de reflexión en el acceso 1 cuando los accesos 2 y 3 se cargan de igual forma.
- d) Si las dos redes anteriores se conectan como muestra la figura 2. Determine la matriz de parámetros S del nuevo cuadripolo.

PROBLEMA 3

Se desea diseñar un divisor de potencia Wilkinson asimétrico (con relación de potencia $K^2 = P_3/P_2 \neq 1$).

- a) Determine el valor de las impedancias de las líneas Z_{02} y Z_{03} y de la resistencia R para conseguir dicha relación de división (expresiones de Pozar 7.37).
- b) Discuta la forma de la matriz de parámetros S de dicho divisor.
- c) Aplique los resultados del apartado a para el diseño de un divisor de potencia Wilkinson en que la relación de potencia entre las puertas de salida sea 3 dB.

PROBLEMA 4 (examen febrero 2001)

Se dispone de una unión de tres puertos que presenta la siguiente matriz de admitancias

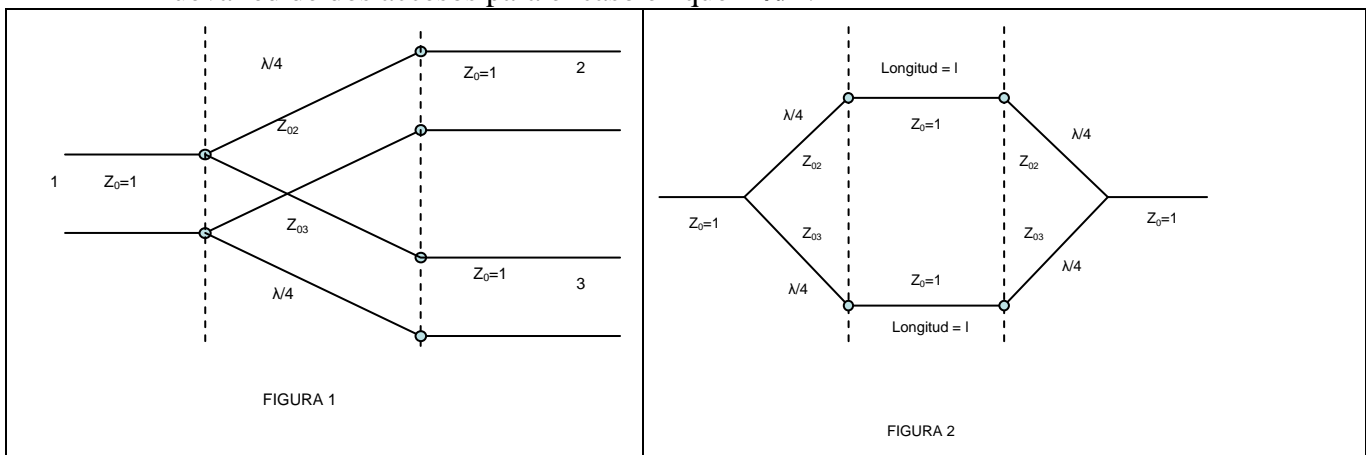
$$Y = \frac{1}{2} \cdot \begin{pmatrix} 0 & \sqrt{2}j & -\sqrt{2}j \\ \sqrt{2}j & 0 & 0 \\ -\sqrt{2}j & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

- Determine los valores propios en dispersión y la matriz de parámetros S sin invertir ninguna matriz. Justifique el proceso de cálculo
- Se decide cerrar uno de los brazos de la unión con un cortocircuito desplazable para formar un nuevo cuadripolo. Determine, si es posible, la posición del cortocircuito para conseguir transmisión total y degeneración del cuadripolo resultante.
- Diga todas las características que tenga la unión del apartado a) y explique con qué tipo de línea de transmisión se podría realizar.
- Si se supone que los brazos 2 y 3 del hexapolo anterior se realizan con tramos de guías rectangulares similares a los que se han utilizado en el laboratorio (de dimensiones $a=2.286$ cm y $b=1.012$ cm). ¿Se podría transmitir una onda de frecuencia 6 GHz? ¿En qué condiciones?

PROBLEMA 5 (examen febrero 2002)

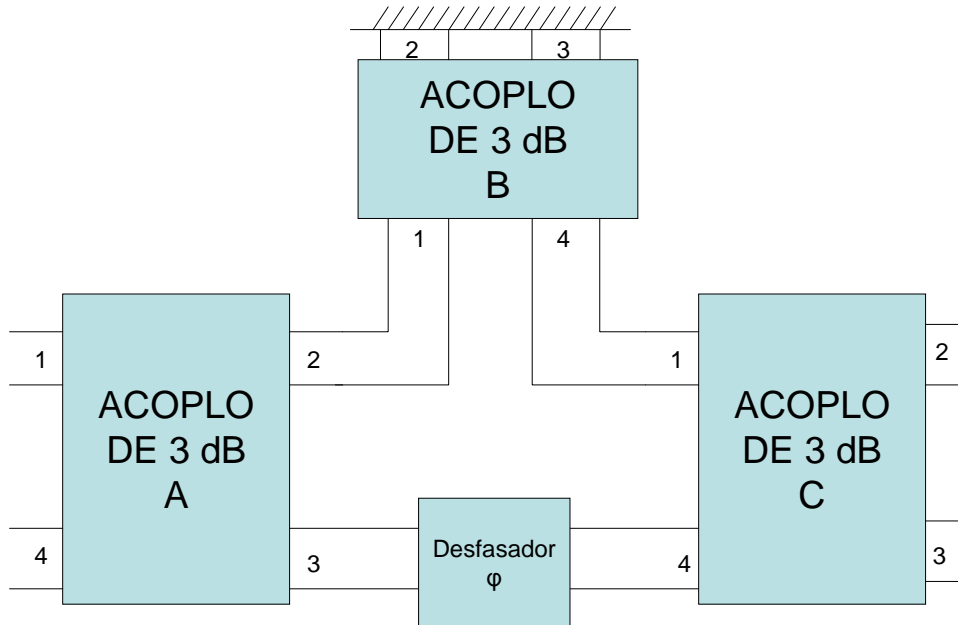
Se pretende diseñar un divisor no balanceado con tramos de línea de $\lambda/4$ como se muestra en la figura 1. Si el divisor debe estar adaptado en la puerta 1 y si la potencia que sale por la puerta 2 debe ser $1/4$ de la que entra por la 1 cuando los accesos 2 y 3 están perfectamente adaptados, calcular:

- Los valores de Z_{02} y Z_{03} para que esto ocurra.
- Los parámetros S del divisor.
- Si los accesos 2 y 3 se cargan con idéntica carga Z_L , calcule el coeficiente de reflexión que se vería en el acceso 1 en función del coeficiente ρ_L .
- Si dos divisores como estos se conectan entre sí con sendas líneas de transmisión de impedancia Z_0 y longitud l como muestra la figura 2, determine el parámetro s_{11} de la nueva red de dos accesos para el caso en que $l=\lambda/2$.



PROBLEMA 6

El dispositivo de la figura está constituido por tres acoplos 3dB. El acoplo A tiene cargada su puerta 4 con una carga adaptada; el acoplo B tiene cerradas las salidas 2 y 3 con un cortocircuito. Demuestre que el cuadripolo constituido por la entrada 1 del acoplo A y las salidas 2 ó 3 del acoplo C es un atenuador variable.



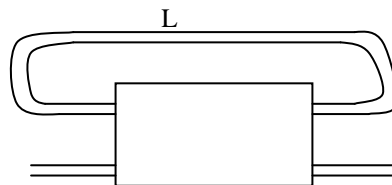
PROBLEMA 7

Calcular las matrices Z e Y de la T mágica de matriz $S = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & -1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$. ¿Se podría

cerrar de alguna forma para convertirlo en un cuadripolo que fuese un desfasador?

PROBLEMA 8

En el acoplo directivo perfecto de la figura, se unen dos de sus puertas por una guía sin pérdidas de longitud L de forma que resulta un cuadripolo. Estudiar si el cuadripolo resultante está siempre adaptado para cualquier valor de L.



PROBLEMA 9

Una red de cuatro puertos tiene la matriz de dispersión que se muestra:

$$[S] = \begin{bmatrix} 0.1_{90^\circ} & 0.6_{-45^\circ} & 0.6_{45^\circ} & 0 \\ 0.6_{-45^\circ} & 0 & 0 & 0.6_{45^\circ} \\ 0.6_{45^\circ} & 0 & 0 & 0.6_{-45^\circ} \\ 0 & 0.6_{45^\circ} & 0.6_{-45^\circ} & 0 \end{bmatrix}$$

Se pregunta:

- ¿Es la red sin pérdidas?
- ¿Es la red recíproca?
- ¿Puede constituir dicha red un acoplo directivo?
- ¿Cuáles son las pérdidas de retorno en el puerto 1 cuando todos los demás están cerrados por cargas adaptadas?
- ¿Cuáles son las pérdidas de inserción y la variación de fase entre los puertos 2 y 4 cuando todos los demás puertos están cerrados por cargas adaptadas?
- ¿Qué coeficiente de reflexión aparece en el puerto 1 cuando se coloca un cortocircuito en el plano terminal del puerto 3 y en los demás sendas cargas adaptadas?

PROBLEMA 10

Un acoplo directivo tiene la siguiente matriz de dispersión:

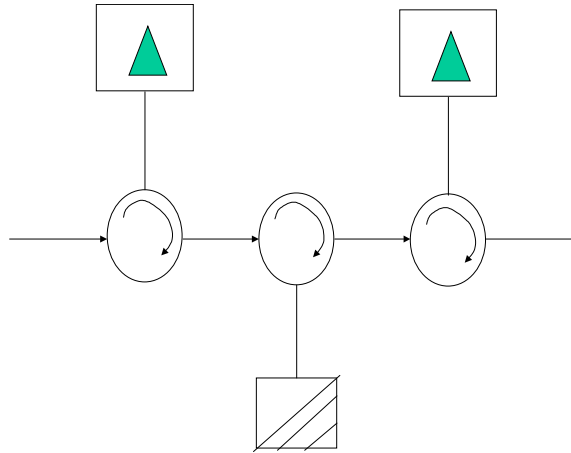
$$[S] = \begin{bmatrix} 0.05_{30^\circ} & 0.96_{0^\circ} & 0.1_{90^\circ} & 0.05_{90^\circ} \\ 0.96_{0^\circ} & 0.05_{30^\circ} & 0.05_{90^\circ} & 0.1_{90^\circ} \\ 0.1_{90^\circ} & 0.05_{90^\circ} & 0.04_{30^\circ} & 0.96_{0^\circ} \\ 0.05_{90^\circ} & 0.1_{90^\circ} & 0.96_{0^\circ} & 0.05_{30^\circ} \end{bmatrix}$$

- Determine el aislamiento, el acoplamiento y la directividad del citado acoplo.
- Determine las pérdidas de retorno en el puerto de entrada cuando todos los demás se cierran por cargas adaptadas.

PROBLEMA 11

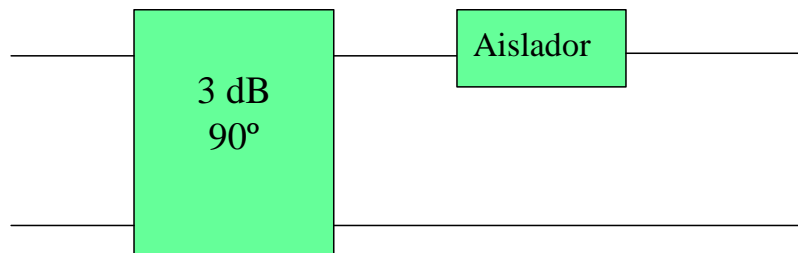
Hallar la matriz de parámetros S del circuito mostrado en la figura constituido por tres circuladores ideales y 2 amplificadores a reflexión. La constante de reflexión de los amplificadores es ρ .

Nota: Los amplificadores a reflexión son dispositivos activos que se comportan como resistencias negativas, dando lugar a coeficientes de reflexión de tensión con módulo mayor que la unidad con lo que la señal reflejada resulta amplificada.



PROBLEMA 12

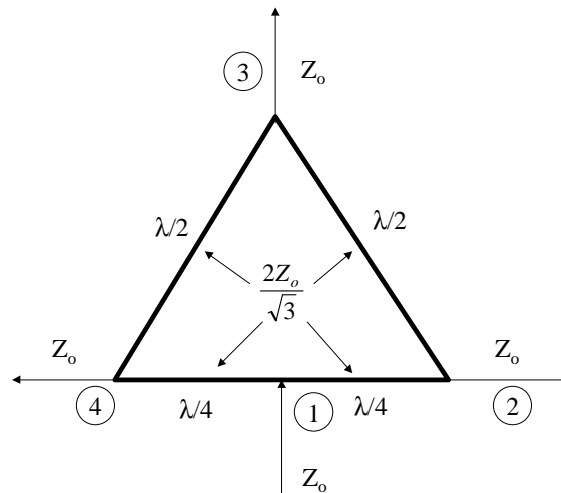
El circuito de la figura representa un híbrido de 90° con un aislador ideal. Halle la matriz S del conjunto.



Nota: un aislador ideal es un cuadripolo que permite el paso de señal en un sentido (en este caso, permite el paso de señal de entrada a salida y no de salida a entrada) y la absorbe en el otro.

PROBLEMA 13 (examen septiembre 2000)

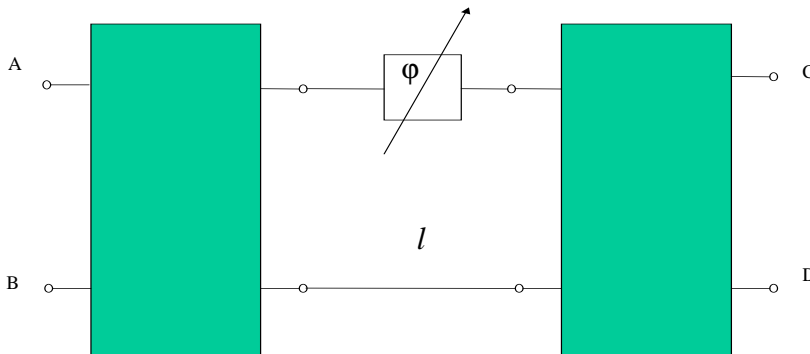
La figura representa un polígono de cuatro accesos de Bagley. Apoyándose en un análisis en modo par o impar encuentre los parámetros S de la estructura con respecto a Z_0



¿Podría servir esta estructura como acoplador direccional? ¿Por qué?

PROBLEMA 14

Un modulador de amplitud muy sencillo se puede construir con dos acoplos directivos de 3 dB, un desfaseador variable y un trozo de línea de longitud l según indica la figura:



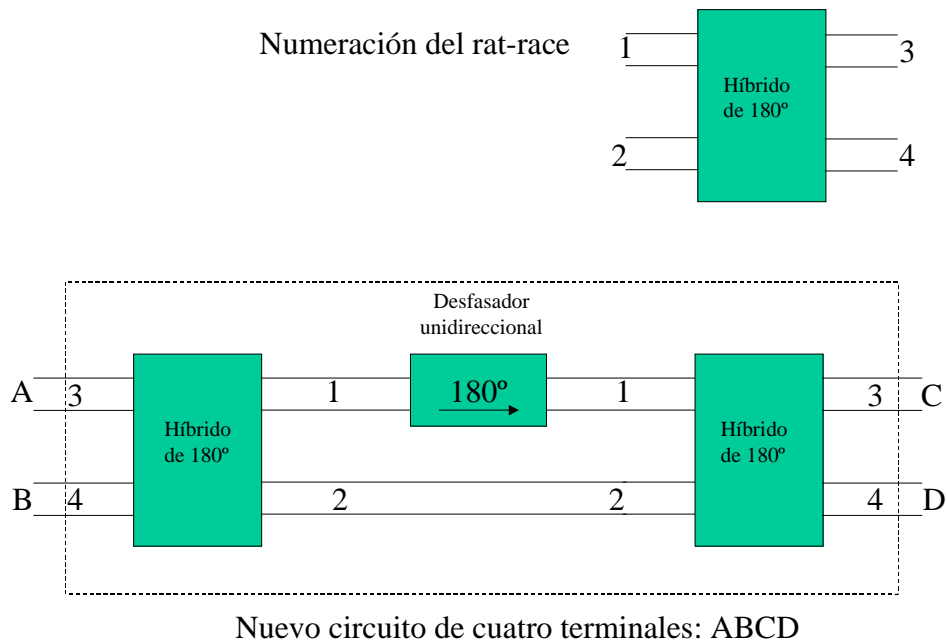
- Deduzca las amplitudes que salen por las puertas C y D cuando se alimenta por A (y se carga a adaptación la puerta B). Hágalo en función de φ .
- ¿Qué pasa si no se pone la carga en B?
- ¿Qué diferencias aparecerían si consideráramos matrices de dispersión reales en lugar de las ideales?
- Sustituye los acoplos 3 dB por T's mágicas y repite el apartado a. Dibuja el esquema correspondiente.

PROBLEMA 15 (examen febrero 2002)

Se disponen de dos híbridos “rat-race” de 180° y de un desfasador unidireccional de 180° (ambos ideales) que se conectan como indica la figura por líneas de transmisión de longitud nula.

Del híbrido se sabe que: si se introduce señal por la puerta 1, las puertas 3 y 4 están desfasadas 180° y las 1-2 y 3-4 se encuentran desacopladas entre sí. El desfasador unidireccional no es más que un circuito adaptado que en una dirección no desfasa nada y en la otra, la indicada por la flecha, desfasa 180°. Se pide:

- a) La matriz de parámetros S del híbrido y del desfasador unidireccional. Dibuje el híbrido indicando claramente sus puertas.
- b) La matriz de parámetros S de la red de cuatro terminales formada ABCD.
- c) ¿En qué se parece y en qué se diferencia la red anterior de un circulator ideal de cuatro puertas?
- d) Podría modificar externamente la red anterior ABCD para conseguir que todos los parámetros S de la red ABCD fueran positivos. Qué haría y cómo sería la nueva red.
- e) Se decide construir el anterior desfasador unidireccional haciendo uso de circuladores de tres puertas. Suponiendo que los circuladores fueran ideales, describa el esquema del circuito.



PROBLEMA 16

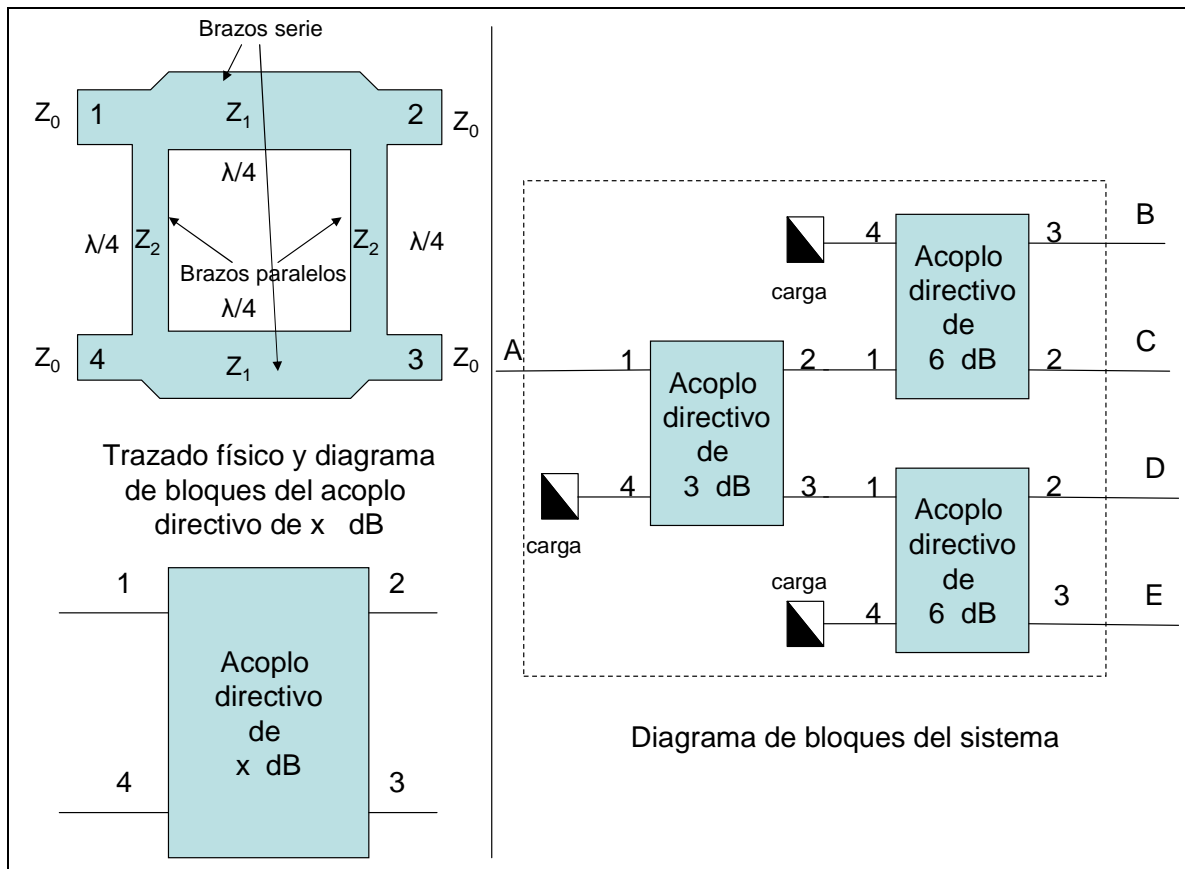
Determine los valores y vectores propios de un octopolo cuya matriz de dispersión es la siguiente:

$$S = \begin{bmatrix} \alpha & \beta & \delta & \gamma \\ \gamma & \alpha & \beta & \delta \\ \delta & \gamma & \alpha & \beta \\ \beta & \delta & \gamma & \alpha \end{bmatrix}$$

¿Cómo haría para convertirlo en un circulator de 4 puertas?

PROBLEMA 17 (examen febrero 2003)

El circuito de la figura se ha diseñado para una frecuencia de 3GHz y está constituido por acoplos directivos de 3 y 6 dB (que serán considerados ideales en los apartados a-d) respectivamente (la puerta 2 es la puerta de transmisión y la 3 de acoplamiento). Los parámetros de diseño serán las impedancias de los brazos serie y paralelo tal como indica la figura.



- Escriba las matrices de parámetros S de los acoplos directivos anteriores. (Dificultad media-baja, 15 minutos)
- Encuentre la matriz de parámetros S de todo el sistema (ABCDE). (fácil, 10 minutos)
- En caso de que las fases de salida (BCDE) no fueran simétricas, proponga alguna modificación en el circuito para conseguir dicha simetría de fase. (fácil, 5 minutos)
- Sintetice las impedancias de los brazos serie y paralelo de cada uno de los acoplos directivos de 3 y 6 dB. (difícil, 1 hora)
- Dicho circuito se construye en tecnología stripline sobre un substrato con las siguientes características: $\epsilon_r=4$, $\text{tg}\delta=10^{-3}$, $\sigma= 5.8 \cdot 10^7$, altura del substrato 0.5 mm y grosor del cobre 50 micras. Determine las anchuras y longitudes de cada uno de los brazos de los híbridos diseñados (fácil, 10 minutos).
- Con las condiciones de todos los apartados anteriores, qué parámetro de transmisión de potencia entre las puertas A-B y A-C (expresado en unidades logarítmicas) espera encontrar en un medidor que se conectara entre dichas puertas. (dificultad media, 15 minutos)

PROBLEMA 18

Diseñe un acoplo de 20 dB basándose en tecnología de líneas acopladas stripline, con un espesor de 0.158 cm, constante dieléctrica de 2.56, con impedancia característica 50 ohm para una frecuencia central de 3 GHz.

PROBLEMA 19 (examen febrero 1998)

Una unión con simetría ternaria y vocación de circulador presenta la siguiente matriz de dispersión:

	$0.9 f_0$	f_0	$1.1 f_0$
α	0.45_{45°	0.5_{0°	0.52_{-30°
β	0.77_{120°	0.75_{90°	0.72_{60°
γ	0.35_{225°	0.30_{180°	0.27_{150°

(datos procedentes de medida)

La unión está hecha con una ferrita de las características siguientes: $4\pi M_s=1700G$; $\Delta H=20$ Oe; $\epsilon_r=15$; $tg\delta=10^{-2}$.

- Determine el tipo de circuito y los elementos concentrados necesarios en él para la obtención de la condición de circulación a f_0 .
- ¿Puede dar una indicación del mérito esperable de este circulador? ¿Y de su factor de calidad?