

Puente de impedancia de T- mágica

La T-mágica se utiliza frecuentemente como un dispositivo para comparar impedancias. El diagrama en la figura 1 muestra un circuito típico de un puente de impedancia.

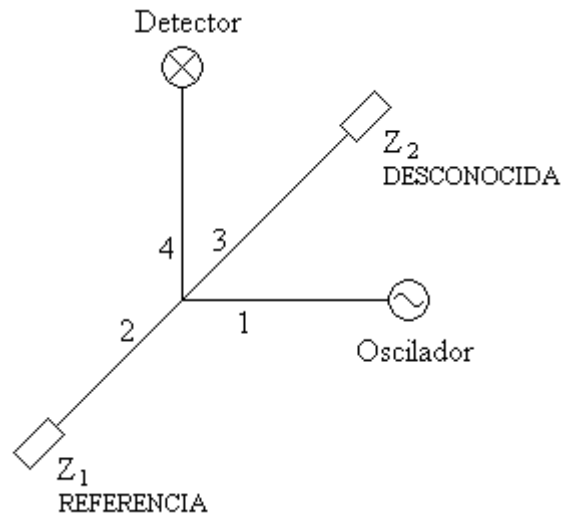


Figura 1
Puente de impedancia de T-mágica

Del oscilador sale potencia al puerto del plano H, puerto 1, una impedancia de referencia se conecta al puerto 2, y otra impedancia desconocida se conecta al puerto 3. Un detector se conecta al puerto 4. Si la impedancia de referencia está acoplada, no hay onda reflejada de dicha impedancia de referencia y no hay señal que llega al puerto 1 de la T. Si la impedancia desconocida no está acoplada, una onda reflejada de la impedancia desconocida, entra por el puerto 3, la mitad de su energía llega al puerto 4 al detector y la otra mitad regresa al oscilador en el puerto 1 ($|S_{13}| = |S_{34}|$). Si la impedancia desconocida ahora es llevado a la condición de acople la eliminación de la reflexión en el puerto 3 se verá como una lectura de nulo en el detector.

Si la impedancia desconocida es fija y una impedancia de referencia variable es disponible, la impedancia desconocida se puede medir en términos de la impedancia conocida. Cuando el puente es balanceado, las impedancia son iguales en magnitud y fase cuando están conectadas a la misma distancia de la T, medido desde el centro de la T.

Otra clase de aplicación práctica de la T-mágica es la que aprovecha el aislamiento mantenido entre dos circuitos que la T acopla a una carga final. Un ejemplo de este sistema duplex se ve abajo, la figura 2. Este arreglo permite que la misma antena sirva para el transmisor de microondas como por el receptor de microondas, mientras la potencia del transmisor no entra en el receptor. Este sistema es ineficiente y se usa a baja potencia ya que la mitad de la potencia generada por el transmisor llega a la antena y la otra mitad se disipa en una carga acoplada. A alto nivel de potencia se usa un sistema de suicheo de guías de ondas.

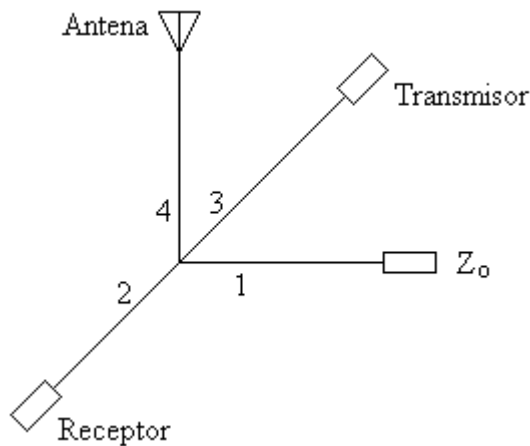


Figura 2
Aplicación de la T-mágica, sistema duplex

La segunda aplicación de la T-mágica como un aislador se muestra en el diagrama de la figura 3 abajo. En este ejemplo una etapa de mezclador de tipo super heterodino recibe señales tanto de la antena como del oscilador local, mientras la potencia del oscilador no llega a la antena, por la separación entre los brazos E y H de la unión T-mágica. En esta aplicación la etapa del mezclador debe presentar una impedancia acoplada en su entrada para evitar la reflexión de potencia del oscilador que se radiará de la antena.

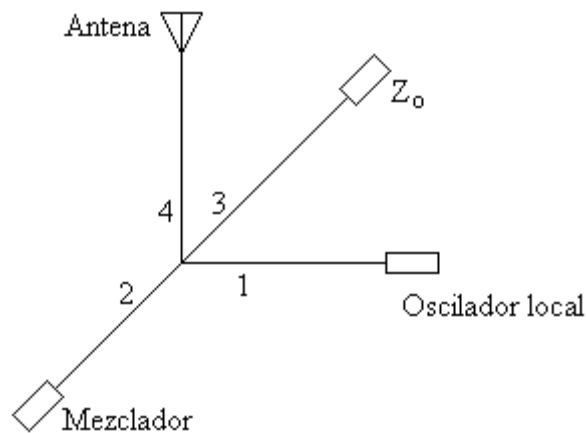


Figura 3
Etapa de mezclador tipo superheterodino

Dispositivos de 2 puertos

El desfasador.

El desfasador es un dispositivo de dos puertos que produce un cambio ajustable de fase de la onda transmitida a través de él. En el caso ideal, debe estar perfectamente acoplado a las líneas de entrada y salida y con una pérdida por inserción igual a cero. Estos requerimientos se pueden lograr aproximadamente. La matriz de dispersión del desfasador es de la forma:

$$S = \begin{bmatrix} S_{11} & S_{12} \\ S_{21} & S_{22} \end{bmatrix}$$

Si la entrada y la salida están acopladas, los coeficientes de entrada y salida son cero y $S_{11} = S_{22} = 0$. Si las pérdidas por inserción es cero la onda de entrada es igual en amplitud a la onda de salida pero tiene una diferencia de fase, ϕ , entonces $S_{12} = e^{-j\phi}$. Usando la reciprocidad, la matriz de dispersión es:

$$S = \begin{bmatrix} 0 & e^{-j\phi} \\ e^{-j\phi} & 0 \end{bmatrix}$$

El desfasador rotatorio.

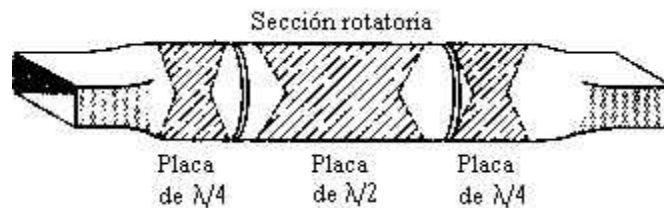


Figura 4
El desfasador rotatorio

El desfasador rotatorio, figura 4, es un instrumento de precisión que se usa en mediciones de microondas. Los componentes básicos son dos transiciones terminales GOR – GOC con una sección de GOC que es libre para girarse. La sección GOC tiene una placa delgada de longitud $\lambda/2$ y las dos transiciones tienen placas de longitud $\lambda/4$. Las placas de longitud $\lambda/4$ convierte una onda de polarización lineal a circular y vice-versa. La placa de $\lambda/2$ produce un cambio de fase que es igual a dos veces el ángulo θ , de rotación de la GOC.

Operación del desfasador rotatorio.

Un campo polarizado circularmente tiene sus componentes x , y , iguales en magnitud pero fuera de fase por 90° . Una placa de $\lambda/4$ es un dispositivo que produce una onda de polarización circular cuando una onda de polarización lineal es incidente sobre la placa. La placa de $\lambda/4$ se puede construir de un material dieléctrico. Cuando el modo TE_{11} se polariza paralelo a la placa, la constante de propagación, β_1 , es mayor que el caso cuando el modo es perpendicular a la placa. Si la constante de propagación para el modo perpendicular a la placa es β_2 , entonces $\beta_2 < \beta_1$. La longitud l de la placa de $\lambda/4$ se escoge para obtener un cambio de fase diferencial de $(\beta_1 - \beta_2)l = 90^\circ$. Los extremos de la placa dieléctrica están perfilados para reducir reflexiones. La placa de longitud $\lambda/2$ es similar en su construcción, excepto que su longitud se escoge para obtener un cambio de fase de 180° .

En el desfasador las placas de $\lambda/4$ se orientan a un ángulo de 45° relativo a la pared ancha de la GOR. El entrante modo TE_{11} se descompone en dos modos polarizados paralelo y perpendicular a la placa de $\lambda/4$ como se muestra en la figura 5. Después de pasar por la placa de $\lambda/4$, el campo resultante consiste de dos modos TE_{11} ortogonalmente polarizados, iguales en amplitud pero desfasados por 90° , y así un campo de polarización circular.

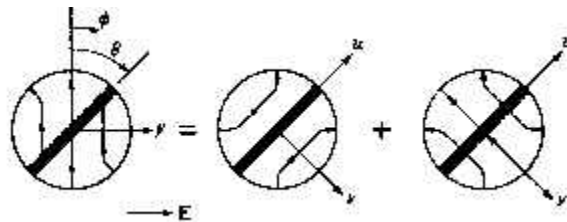


Figura 5
Descomposición del modo TE_{11}

Si el modo incidente es $\mathbf{E} = \mathbf{E}_1 + \mathbf{E}_2$, \mathbf{E}_1 siendo la componente de polarización paralela a la placa y \mathbf{E}_2 la componente de polarización perpendicular a la placa, después de atravesar la placa de $\lambda/4$, estos campos ahora son:

$$\mathbf{E}'_1 = \mathbf{E}_1 \exp(-j\beta_1 l),$$

$$\mathbf{E}'_2 = \mathbf{E}_2 \exp(-j\beta_2 l) = \mathbf{E}_2 \exp\{-j\beta_1 l\} \exp(-j(\beta_2 - \beta_1)l) = j\mathbf{E}_2 \exp(-j\beta_1 l) \quad (2)$$

ya que $(\beta_2 - \beta_1)l = -\pi/2$, y así, de polarización circular.

Ahora veamos la acción de la placa de $\lambda/2$. Si las tres placas $\lambda/4$, $\lambda/2$, $\lambda/4$ están orientados de forma igual, o sea, 45° relativo a la pared ancha de la GOR, entonces las componentes paralelo a y perpendicular a las placas siguen sus caminos pero en la sección de $\lambda/2$ los campos sufren un cambio de fase de 180° . Al pasar por la segunda transición, como en la primera transición, las componentes sufren un cambio de fase de

90° y se vuelven una onda de polarización lineal. Al rotar la placa de $\lambda/2$ por θ , el campo $\mathbf{E}_1' + \mathbf{E}_2'$ se puede expresar en términos de modos TE_{11} polarizados paralelo y perpendicular a la placa de $\lambda/2$ al cambiar el origen del variable del ángulo ϕ a $\pi/4 + \theta$. Se puede demostrar que al final de la segunda transición, la fase relativa de las componentes se han cambiado por $4\beta_1 l + 2\theta$. Así la rotación de la placa de $\lambda/2$ por un ángulo de θ cambia la fase de la onda transmitida por una cantidad 2θ . La sencilla dependencia del cambio de fase en una rotación mecánica es la ventaja principal del desfasador rotatorio. Además de usar placas dieléctricas, la GOC puede cargarse con aletas o vástagos metálicos para producir secciones de cambio de fase diferenciales de 90 y 180°.