

## El atenuador.

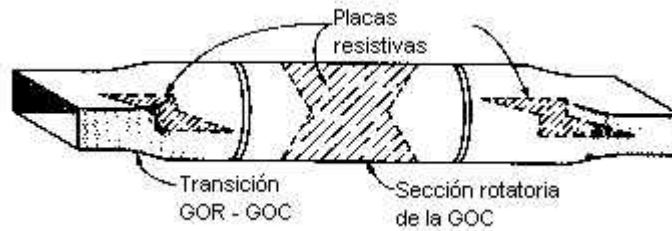


Figura 1  
El atenuador rotatorio

La figura 1 muestra el atenuador rotatorio. Consiste de dos transiciones GOR – GOC y una sección central GOC. En las transiciones GOR – GOC hay dos láminas resistivas orientadas paralelas a la pared ancha de la GOR. En la sección central hay una lámina de material resistivo. Las tres láminas están perfiladas para evitar reflexiones de las ondas incidentes y reflejadas. Eximenemos el funcionamiento del atenuador rotatorio.

La onda incidente  $TE_{10}$  en la primera transición GOR – GOC se convierte en el modo  $TE_{11}$ . La placa resistiva en la primera transición es perpendicular tanto al modo  $TE_{11}$  (GOR) como el modo  $TE_{11}$  (GOC) y la onda llega a la sección central sin sufrir atenuación. La sección central se puede rotar en relación a las dos transiciones GOR – GOC. Si la placa central está orientada a  $0^\circ$  (las tres placas paralelas a las paredes anchas de las GOR) la onda se transmite del puerto 1 al puerto 2 sin atenuarse. Supongamos ahora que la sección central es rotado  $\theta^\circ$  con respecto al campo E del modo  $TE_{11}$  como se muestra en la figura 2 abajo.

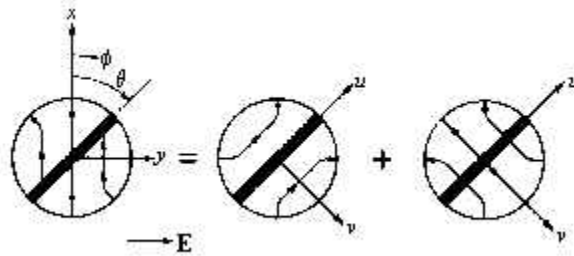


Figura 2  
Decomposición del modo  $TE_{11}$  en dos modos ortogonales

El modo  $TE_{11}$  polarizado en la dirección  $x$  puede decomponerse en dos modos ortogonales paralelo y perpendicular a la placa resistiva, en las direcciones  $u$  y  $v$  respectivamente. La componente con polarización paralelo a la placa se absorbe, mientras la componente perpendicular polarizado a la placa se transmite sin atenuación. Sin embargo, al entrar en la segunda transición GOR – GOC, el modo transmitido no está perpendicular a la placa resistiva en esta transición; de manera que ocurra una atenuación adicional y luego la onda que sale de esta transición es polarizada verticalmente. Se puede demostrar que la atenuación producido es dado por:

$$\alpha = -20 \log (\text{sen}^2 \theta) = -40 \log (\text{sen} \theta) \quad (1)$$

Una característica notable es que la atenuación depende sólo del ángulo de rotación  $\theta$ . La matriz de dispersión del atenuador es:

$$[S] = \alpha \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \quad \alpha \leq 1 \quad (2)$$

## Las Terminaciones

Dos tipos de terminaciones tipo guía de onda y línea de transmisión son muy comunes. Uno es la carga acoplada y el otro es el corto ajustable que produce una carga reactiva ajustable. Estos componentes se usan en el laboratorio en mediciones de impedancia y también en mediciones de los los parámetros de dispersión. La carga acoplada es una terminación que absorbe toda la potencia incidente y es equivalente al conectar una línea a su impedancia característica. El corto variable es una terminación que refleja toda la potencia incidente. La fase de la onda reflejada se puede cambiar al ajustar la posición del corto circuito, y es equivalente a cambiar la reactancia de la terminación.

La carga acoplada usual consiste de una cuña de material resistiva o un placa resistiva perfilada insertado en una guía de onda, como se muestra en la figura 3. Como el material es resistiva, produce perdidas y la onda se absorbe al transmitirse por la placa. Se evitan las reflexiones al perfilar la placa o cuña. Se puede considerar la terminación como una línea de transmisión perfilada con pérdidas. Una longitud total de aproximadamente 1 o mas longitudes de onda es suficiente para lograr una carga acoplada con una relación de onda (ROE) de entrada de 1.01 o menos.

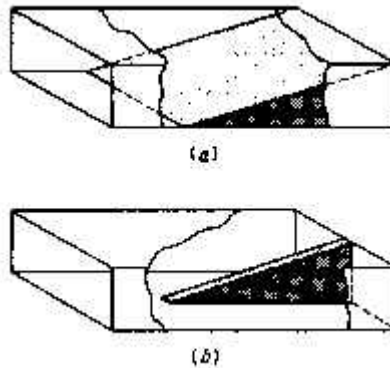


Figura 3  
Cargas acopladas  
(a) cuña resistiva y (b) placa resistiva perfilada

## Corto variable

La forma más sencilla del corto circuito ajustable es un bloque de cobre u otro buen conductor deslizable que se inserta de forma apretada dentro de una guía de onda como se muestra en la figura 4. La posición del bloque se varía por un mecanismo de tornillo

micrómetro. Esta forma sencilla de corto no tiene un desempeño eléctrico satisfactorio debido al contacto errático entre el bloque y las paraeds de la guía de onda. A causa de este contacto errático la posición eléctrica del corto varía de forma aleatoria de su posición física que es la cara frontal del bloque deslizante.



Figura 4  
El corto ajustable sencillo

Además puede existir un flujo de potencia más allá del bloque y ésto resulto en una coeficiente de reflexión menos que 1. Estas limitaciones se puede mejora al utilizar el corto ajustable mejorado.

El corto circuito ajustable mejorado es un ejemplo del uso de las propiedades de transformación de impedancias de un transformador de un cuarto de onda ( $\lambda/4$ ). Considere una impedancia de carga  $Z_s$  que es aproximadamente cero. Si se ve esta impedancia a través de un transformador de cuarto de onda de dos secciones, como se muestra en la figura 5, la impedancia de entrada  $Z_s'$  es:

$$Z_s' = (Z_1/Z_2)^2 Z_s \quad (4)$$

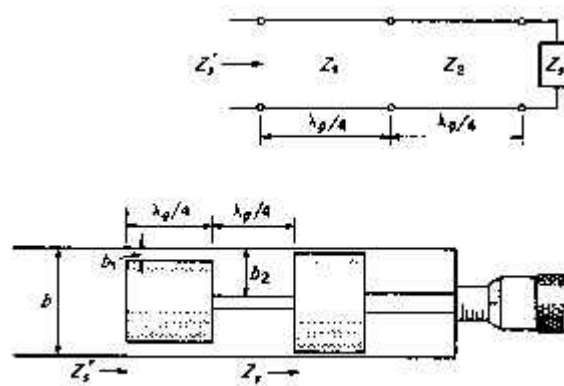


Figura 5  
El corto ajustable mejorado

Si se escoge  $Z_2$  mucho mayor que  $Z_1$ , la nueva impedancia  $Z_s'$  se aproxima a un corto circuito por el factor  $(Z_1/Z_2)^2$  mejor que lo hace  $Z_s$ . El factor de mejoramiento por supuesto decae cuando la frecuencia se cambia, puesto que las secciones ya no son de longitud  $\lambda/4$ . Sin embargo, con un diseño adecuado, un ancho de banda de 10 por ciento o más se puede lograr. La sección frontal del pistón es de longitud  $\lambda_g/4$  y de altura menos que la altura  $b$  de la guía por una cantidad  $2b_1$ . La brecha  $b_1$  se hace lo mas reducida posible de manera que no toque las paredes superior e inferior de la guía de onda. La segunda sección de  $\lambda_g/4$  tiene la brecha  $b_2$  lo más grande posible consistente de mantener

una rigidez mecánica adecuada. La última sección es el bloque de material conductora normal que entra de forma apretada. Las secciones de longitud  $\lambda_g/4$  tienen impedancias características equivalentes proporcionales a  $2b_1/b$  y  $2b_2/b$  relativos a la guía de entrada. Así, la aplicación de la ecuación (4) nos da:

$$Z_s' = (b_1/b_2)^2 Z_s \quad (5)$$

como la impedancia normalizada. Por medio de un buen diseño mecánico  $b_2$  se puede hacer aproximadamente diez veces mayor que  $b_1$ , y un desempeño mejorado en un factor de más de 100 puede lograrse en términos del corto circuito sencillo.