

FILTRO EN PLANO E A 60 GHz
A. Porta, L.M. Carrasco, J. de Mingo, I. Corbella, L. Pradell
Dept. de T.S.C. - Grupo A.M.R.
E.T.S.E. Telecomunicació - U.P.C.
Ap. 30002, 08080 - BARCELONA

ABSTRACT.

The design of the bandpass of an E-Plane rectangular waveguide V-band filter has been calculated by means of mode matching and generalized scattering matrix techniques. This paper presents the realization of a set of filters with different bandwidths and sheet thickness, and compares the theoretic with the real responses. This study has been developed as a part of a project for an indoor communication system at 60 GHz.

INTRODUCCION.

La realización de filtros paso banda mediante la inserción de láminas metálicas en el plano E del interior de una guía de ondas está ampliamente extendida debido a las excelentes características que son posibles de obtener. Estas estructuras presentan un elevado factor de calidad de transmisión (son recomendables por tanto en aplicaciones de banda estrecha), bajas pérdidas de inserción en la banda de paso y son susceptibles de ser fabricadas en masa y a bajo coste por mecanizado directo con resultados satisfactorios, salvo cuando las frecuencias de utilización son muy elevadas, como es nuestro caso, donde las tolerancias dimensionales han de ser respetadas escrupulosamente. La figura 1 muestra el aspecto que tienen estos filtros. Como puede apreciarse consiste en una lámina de un cierto espesor con alternancia de metalizaciones y espacios, que constituyen cavidades resonantes que controlan fundamentalmente la frecuencia central del filtro.

DISEÑO.

El método de análisis [1,2] está basado en la descomposición modal de los campos en la guía combinada con la aplicación de la matriz de Scattering generalizada.

A partir de las simulaciones efectuadas (síntesis de filtro) se han obtenido las dimensiones adecuadas para cuatro filtros distintos; todos ellos son de tipo Tchebycheff de orden 3, con un rizado en la banda de paso de 0.25 dB y sólo se diferencian en el espesor de la lámina y el ancho de banda.

- Diseño 1: espesor de lámina 100 μm .
ancho de banda 800 MHz.
- Diseño 2: espesor de lámina 100 μm .
ancho de banda 400 MHz.
- Diseño 3: espesor de lámina 35 μm .
ancho de banda 800 MHz.

Diseño 4: espesor de lámina 35 μm .
ancho de banda 400 MHz.

Tras un proceso de síntesis se llega al siguiente diseño presentado en la tabla adjunta y correspondiente a la figura 2.

DISEÑO	l_0 mm	l_1 mm	d_0 mm	d_1 mm	COMENTARIO
D1	2.5151	2.5222	0.7717	2.2117	100 μm , 800 MHz
D2	2.5191	2.5226	1.0575	2.8036	100 μm , 400 MHz
D3	2.4234	2.4293	0.8979	2.3997	35 μm , 800 MHz
D4	2.4267	2.4296	1.1977	3.0152	35 μm , 400 MHz

Las pérdidas de inserción simuladas de estos filtros se pueden observar en las figuras 3 a 6.

RESULTADOS.

Se han realizado los correspondientes montajes y aplicando el método de sustitución se han obtenido medidas de pérdidas de inserción y retorno mediante el uso del Analizador de Espectros HP70000 en su modo "Max-Hold". Como fuente se ha utilizado un oscilador comercial de MA/COM (MA 615603), que suministra una potencia del orden de 16 dBm con un margen de variación de frecuencia entre 58.1 y 61 GHz, donde la variación de frecuencia debe hacerse de forma manual por medio de un tornillo de ajuste. La manera de visualizar la función de transferencia del filtro es barrer en frecuencia en la banda de interés con el analizador de espectros en posición de "Max-Hold", que mantiene el máximo de la señal visualizada, sin la colocación del DAM (Dispositivo a Medir). Salvando esta medida en una traza queda grabada la respuesta de todo el sistema de medida (calibración). A continuación se repite el proceso de medida insertando en esta ocasión el DAM y salvando la respuesta en una nueva traza. La resta de ambas trazas se traduce en la aplicación del método de sustitución para la medida de las pérdidas de inserción en función de la frecuencia. Un proceso similar se sigue para las medidas de pérdidas de retorno. La idea básica consiste en comparar el coeficiente de reflexión que se obtiene en un puerto cuando el otro está adaptado (en el filtro) con un coeficiente de reflexión cuyo módulo sea idealmente la unidad. La forma de conseguir este coeficiente de reflexión es utilizar una pared eléctrica en aquel plano en el cual se quiere fijar la referencia.

De este modo se obtiene para el diseño 1 (100 μm , 800 MHz) las pérdidas de inserción representadas en la figura 7. De esta se puede observar como se obtienen buenos resultados, con una respuesta del filtro centrada en banda y unas pérdidas de inserción a la frecuencia de interés entorno a 1.7 dB.

Para el diseño 2 (100 μm , 400 MHz) se obtienen las pérdidas de inserción representadas en la figura 8. De estas se puede observar un desplazamiento hacia banda inferior del orden de 0.226 GHz presentando unas pérdidas de inserción de 3.7 dB.

Para el diseño 3 (35 μm , 800 MHz) se obtienen las pérdidas de inserción representadas en la figura 9, donde se puede observar un desplazamiento hacia frecuencias superiores del orden de 0.24 GHz y unas pérdidas de inserción del orden de 1.9 dB.

Del mismo modo para el diseño 4 (35 μm , 400 MHz) se obtienen las pérdidas de inserción representadas en la figura 10, donde se puede observar un desplazamiento hacia

frecuencias superiores del orden de 0.12 GHz y unas pérdidas de inserción del orden de 3.9 dB.

Las medidas observadas demuestran que los límites actuales de tolerancias de los mecanizados pueden llegar a permitir la realizabilidad de filtros en plano E en la banda de 60 GHz. Cabe destacar sin embargo que es adecuado utilizar filtros de ancho de banda elevados para conseguir que las desviaciones en frecuencia queden por debajo de la banda de paso del diseño del filtro. Anchos de banda relativos en frecuencia ($B_w \cdot 100/f_0$) entre el 3 y el 4 % serían suficientes.

CONCLUSIONES.

En este artículo se ha presentado la realización de un conjunto de filtros paso banda mediante la inserción de láminas metálicas en el plano E del interior de una guía de ondas. La finalidad del mismo es la de comprobar al realizabilidad de filtros en dicha tecnología aún trabajando en frecuencias elevadas, donde las tolerancias dimensionales han de ser respetadas rigurosamente. Los resultados obtenidos indican que la realizabilidad de filtros en plano E en la banda de 60 GHz es factible y que para evitar problemas con las tolerancias mecánicas, en especial aquellas dimensiones a las que corresponden las sensibilidades más altas de la estructura, tales como la anchura de la guía, el espesor de la lámina y la longitud de las cavidades, es adecuado que los anchos de banda no sean inferiores al 4 %.

REFERENCIAS.

- [1] Y. Tajima and Y. Sawayama. "Design and Analysis of a waveguide-Sandwich Microwave Filter". IEEE Transactions on Microwave Theory and Tech. Vol. MTT-22 Sept. 1974.
- [2] R. Vila. "Realización y caracterización de cabezales de RF para receptores a 20 y 30 GHz." P.F.C., E.T.S.I.T. Barcelona 1986.

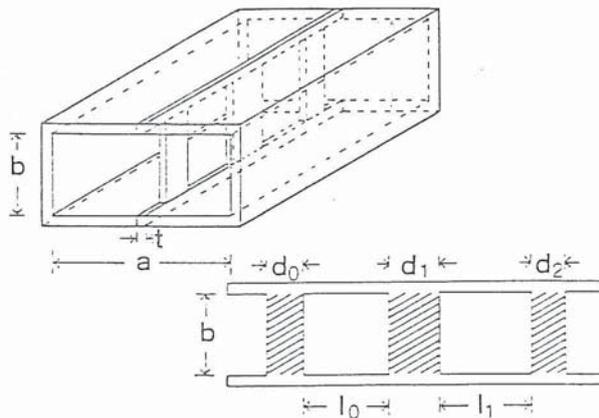


Figura 1. Filtro en plano E de orden 2.

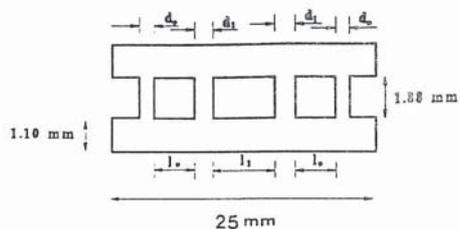


Figura 2. Lámina central de filtro en plano E.

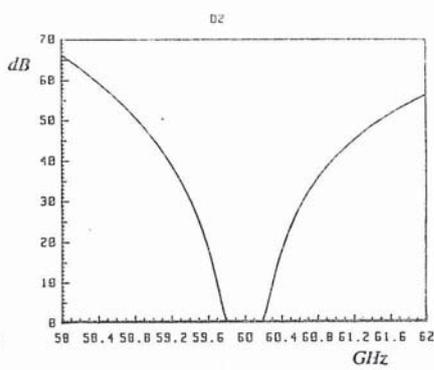
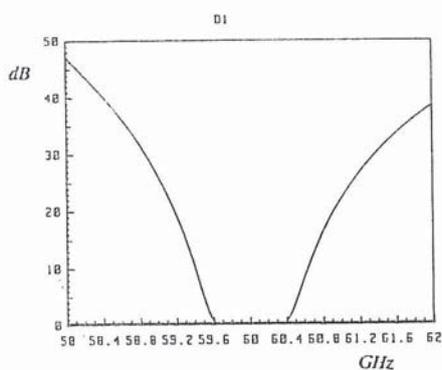


Figura 3. Pérdidas de inserción diseño 1. Figura 4. Pérdidas de inserción diseño 2.

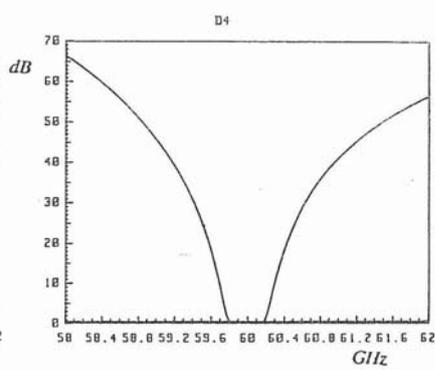
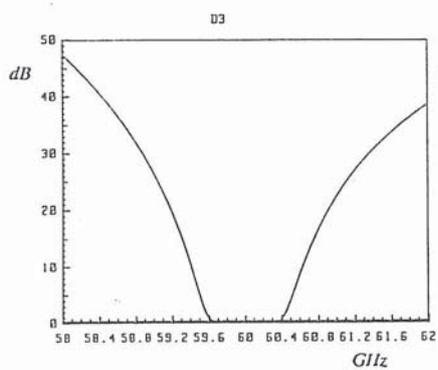


Figura 5. Pérdidas de inserción diseño 3. Figura 6. Pérdidas de inserción diseño 4.

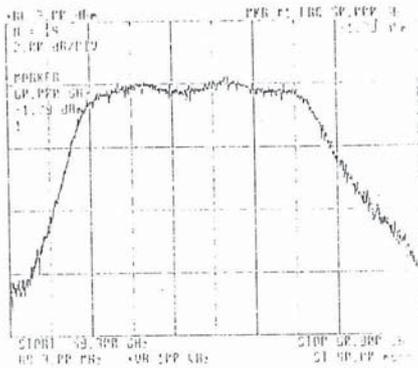


Figura 7. Pérdidas de inserción diseño 1.

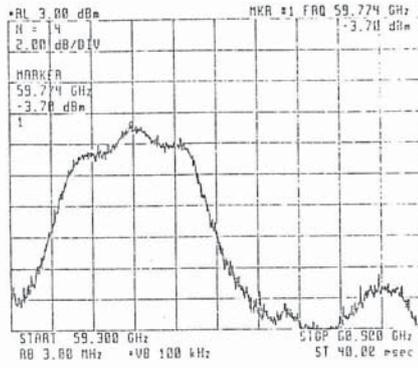


Figura 8. Pérdidas de inserción diseño 2.

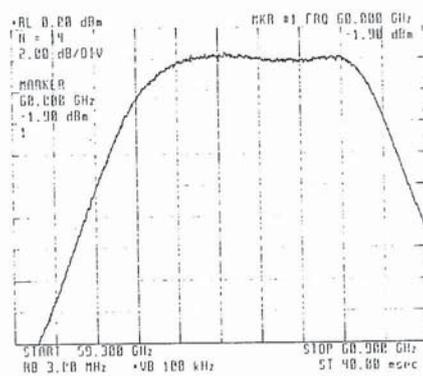


Figura 9. Pérdidas de inserción diseño 3.

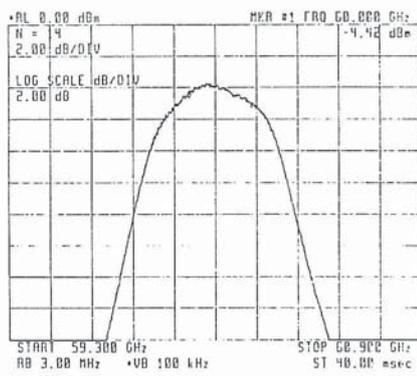


Figura 10. Pérdidas de inserción diseño 4.