UNION CIENTIFICA INTERNACIONAL DE RADIO

U.R.S.I.

COMITE ESPAÑOL

VII REUNION DE LA COMISION B
(CAMPOS Y ONDAS)

ORGANIZADA POR:

GRUPO DE RADIACION

E.T.S. DE INGENIEROS DE TELECOMUNICACION
UNIVERSIDAD POLITECNICA DE MADRID

ACTAS

vol. II

CUENCA, 26 - 28 Septiembre 1.988

DISEÑO MODULAR DE CIRCUITOS PLANARES PARA LAS BANDAS DE MILIMETRICAS

E. Artal Latorre*, F. Torres Torres*, R. Serrano Martínez**

ABSTRACT.

Microstrip lines and other planar structures are very common in millimeter wave active circuits. However , in the Ka band (26.5 - 40 GHz) the standard interface between subsystems is the rectangular waveguide connector, and transitions are needed. Using a modular approach the mechanical constraints in the prototype design process can be minimized. This paper presents several modular solutions according to the waveguide transition to be used.

INTRODUCCION.

La mayor parte de los circuitos activos de microondas a frecuencias en la banda Ka (26.5 - 40 GHz) o superiores siguen haciendo uso de líneas impresas tipo microstrip. Aunque ya existen conectores coaxiales hasta algo más de 40 GHz (K de Wiltron y 2.4 mm de Macom), el medio más habitual de conexión de los circuitos, tanto a efectos de medida como dentro de un sistema completo, es la guía de onda rectangular. Esto obliga al uso de transiciones de guía a línea planar, lo que complica la construcción mecánica de las estructuras donde va alojado el circuito.

En el proceso de diseño de prototipos es muy normal el tener que realizar varias versiones de un mismo circuito, hasta conseguir aquella que cumple con las especificaciones. Es deseable que para cada versión se tenga que mecanizar el menor número de piezas. Una solución al problema es construir las estructuras mecánicas de los circuitos de forma modular, haciendo que los módulos a repetir sean lo más sencillos posible. De este modo se reduce considerablemente el tiempo de montaje y de evaluación de los circuitos de milimétricas.

En la comunicación se presentan un conjunto de soluciones utilizadas en la construcción de circuitos pasivos y activos en microstrip. Se indican los cuatro tipos de transición guía a microstrip utilizadas: sonda coaxial, sonda microstrip, finline antipodal y guía "ridge". De cada una se comentan los métodos de diseño, sus características principales y los resultados experimentales obtenidos. La mayor parte de las estructuras que se mostraran se han realizado en la banda Ka. El substrato utilizado ha sido CuClad 217 de constante dieléctrica 2.17.

TRANSICIONES GUIA RECTANGULAR A MICROSTRIP.

Una transición de guía rectangular a microstrip debería tener idealmente las siguientes características: bajas pérdidas, banda ancha, facilidad de construcción, rigidez y compatibilidad con las redes de polarización en continua de los dispositivos activos del circuito. Básicamente hay cuatro tipos posibles de transición:

- transición por transformador en guía "ridge".
- transición mediante finline antipodal.
- transición por sonda coaxial.
- transición por sonda microstrip.

* ETSI Telecomunicación. Apartado 30.002. - 08080 Barcelona

** TAGRA, S.A. - c/Eduardo Maristany, 341 - Apdo. 30 - BADALONA.-(Barna)

La figura 1 muestra la configuración mecánica de cada transición. Según datos publicados |1|,|2|,|3|,|4| y medidas experimenrales propias puede establecerse la comparación cualitativa indicada en la Tabla 1.

Transición	Pérdidas de inserción	Anchos de banda	Construcción	Rigidez	Desacoplo de continua
guía "ridge"	muy bajas	ancho	laboriosa	muy buena	NO
finline antipodal	medias	medio	laboriosa	buena	NO
sonda coaxial	bajas	estrecho	fácil	buena	SI
sonda microstrip	bajas	estrecho	fácil	mala	SI

Tabla 1. Comparación entre transiciones de guía rectangular a microstrip.

METODOS DE DISEÑO.

El transformador "ridge" es un transformador de impedancias con varias secciones en cuarto de onda. Utilizando la definición de impedancia dada por la relación tensión/corriente, la correspondiente a la guía rectangular se calcula según

$$Z_w = \eta \frac{b\pi}{2a} \frac{1}{\sqrt{1-(\lambda_o/2a)^2}}$$

y la de la guía "ridge" según las expresiones de Hoefer |5|. Siguiendo el método dado en |6| se calcula un transformador multisección con respuesta de Chebychev.

La transición por finline antipodal no puede calcularse de forma exacta, dado que hay tramos en los cuales la estructura no es ni finline ni microstrip. Es necesario obtener de forma experimental la forma óptima de la transición. El diseño se basa en realizarla de forma que tenga una variación gradual suave. El perfil de la finline antipodal (figura 1) se ha tomado cosenoidal y con una longitud total del orden de 2 λ_o. La metalización semicircular existente es necesaria para evitar resonancias y sus pérdidas asociadas. La separación óptima entre metalización y línea es aproximadamente igual a la anchura de la línea microstrip.

Para el diseño de la transición por sonda coaxial se ha realizado el cálculo de las dimensiones óptimas (ℓ y d) mediante la formulación integral de Collin |7|. Con un programa de ordenador, preparado al efecto, se calculan ambas dimensiones entrando como datos la frecuencia, el tipo de coaxial y las dimensiones de la guía.

El cálculo aproximado de la transición por sonda microstrip, se puede realizar haciendo uso de la equivalencia entre poste cilíndrico y poste laminar en una guía de onda rectangular: W = 1.8 D, donde W = ancho de la tira conductora y D = diámetro del poste cilíndrico. Con esta equivalencia se calcula la transición como si fuera una sonda coaxial. Evaluando experimentalmente varias sondas en torno a la calculada se determinan las dimensiones óptimas.

RESULTADOS EXPERIMENTALES.

Para evaluar el comportamiento de cada transición se han construido y medido diversas estructuras. El diseño mecánico se ha ideado de forma modu-

lar, para poder intercambiar circuitos con el mínimo número de piezas a repetir.

Para la transición "ridge" se construyó una doble transición diseñada para toda la banda Ka (26.5 - 40 GHz) (ver Figura 2). Las pérdidas de inserción totales, incluyendo 10 mm de línea microstrip, fueron menores de 0.9 dB entre 26.5 y 36.5 GHz. (Figura 3). La transición se ha utilizado como elemento de conexión guía-microstrip en varios circuitos que se mostrarán en la comunicación (medida de transistores, amplificador de bajo ruido).

La doble transición finline antipodal-microstrip de la figura 1 se midió con la estructura modular de la figura 4. Los resultados se indican en la figura 5. El mismo montaje se utilizó para la construcción de un mezclador a 29.6 GHz.

Una estructura modular similar a la anterior se empleó para evaluar una doble transición guía-coaxial-microstrip (Figura 6). El mismo mezclador anterior se construyó usando estas transiciones coaxiales.

Para la evaluación de las transiciones por sonda microstrip se contruyó la estructura indicada en la figra 7 . En la figura 8 se indican los resultados obtenidos para una doble transición diseñada para la banda de 27.5 a 29.5 GHz. Esta última estructura modular se ha empleado en la evaluación de diversos circuitos activos y pasivos en la banda Ka.

CONCLUSIONES.

Se han presentado diversas estructuras mecánicas que permiten afrontar el diseño de prototipos de circuitos activos y pasivos en líneas microstrip de forma modular. En todas ellas los accesos de entrada y salida son en guía rectangular. Las estructuras modulares presentadas tienen la ventaja del ahorro de tiempo de mecanización de piezas.

AGRADECIMIENTOS.

El trabajo descrito forma parte de varios proyectos de investigación financiados por CAICYT (ref.3346/83) y las empresas INISEL y Telefónica.

El diseño mecánico de las piezas ha sido posible gracias al auxiliar de investigación y jefe de taller mecánico D. Alfredo Cano Sánchez.

REFERENCIAS.

|1| B. Bhat, S. Koul "Analysis, Design and applications of Fin-Lines". Artech House, 1987.

|2| E. Watkins et alt. "A 30 GHz FET Receiver "1982 IEEE MTT-S Digest pp 16-18.

|3| H.L.A. Hung et alt "Ka-Band Monolithic GaAs Power FET Amplifiers" 1987 IEEE MTT-S Digest pp 89-92.

|4| M. Sholley et alt "36-40 GHz HEMT Low Noise Amplifier" 1985 IEEE MTT-S Digest pp 555-558.

|5| W.R. Hoefer, M.N. Burton, "Closed-Form Expressions for the Parameters of Finned and Ridged Waveguides" IEEE Trans. MTT, Dec. 1982, pp 2190-2194.

|6| G. Matthaei et alt. "Microwave Filters, Impedance Matching Networks and Coupling Structures". Artech House, 1964.

|7| Collin, "Field Theory of Guided Wave s". Mc Graw Hill, 1960.

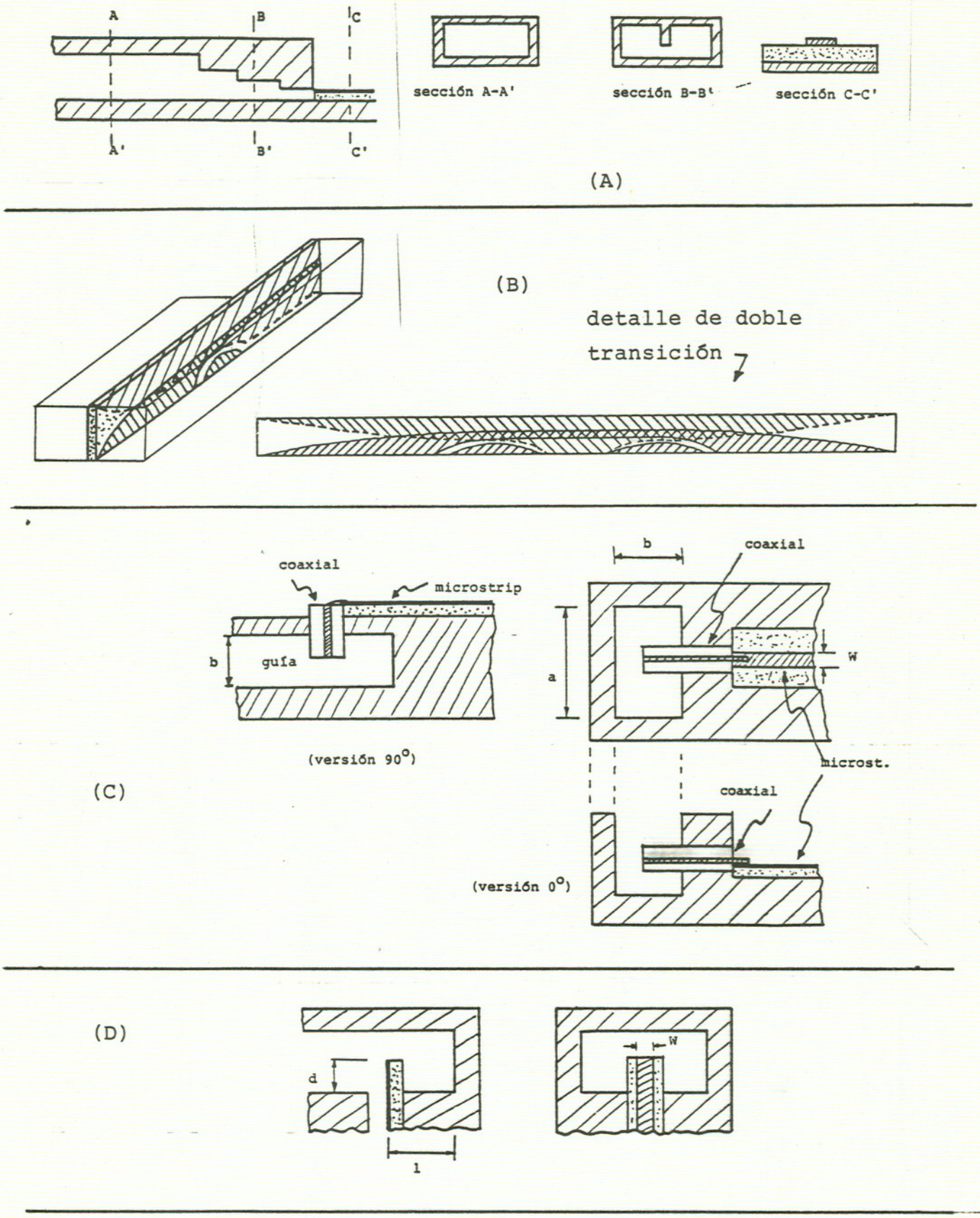
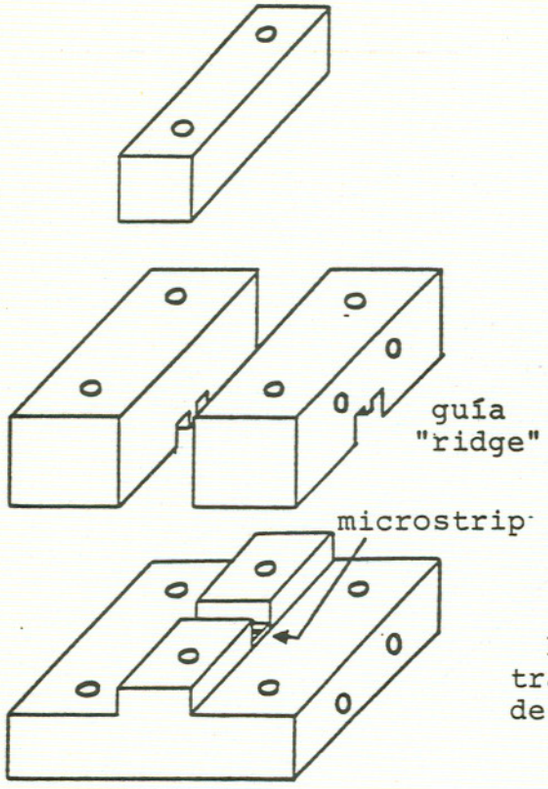


Figura 1.- Transiciones microstrip-guía: (A) Mediante transformador "ridge", (B) por finline antipodal, (C) sonda coaxial y (D) sonda microstrip.



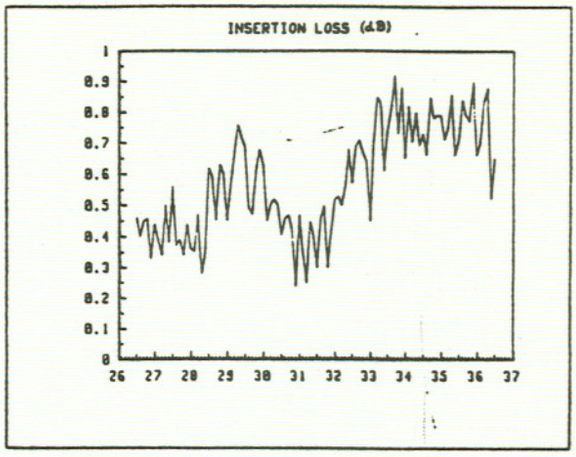


Figura 3.- Pérdidas de inserción de la doble transición mediante guía "ridge".

Figura 2.- Despiece de una doble transición guía-microstrip a través de guía "ridge".

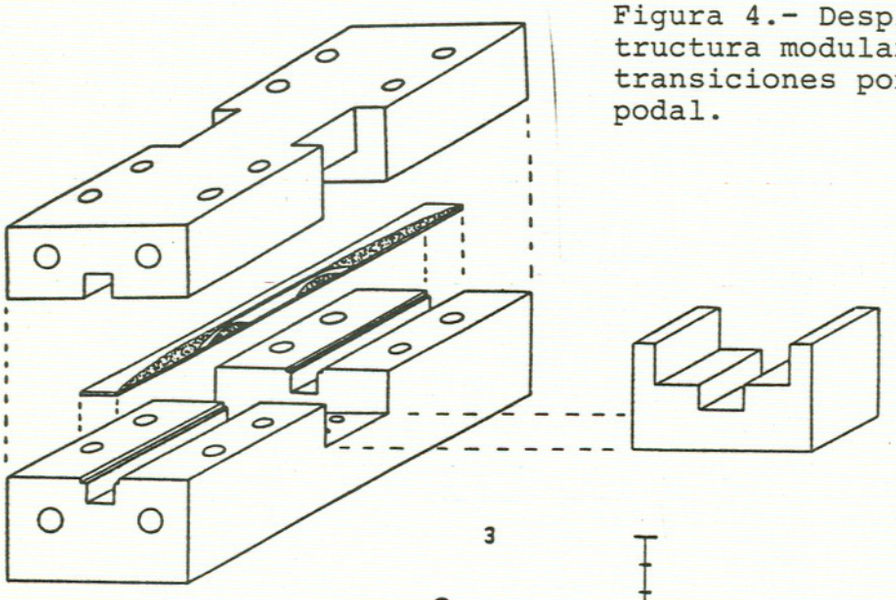


Figura 4.- Despiece de la estructura modular empleada para transiciones por finline antipodal.

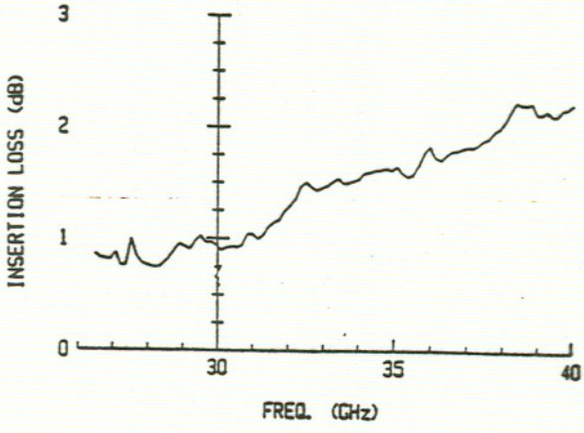


Figura 5.- Pérdidas de inserción de la doble transición.

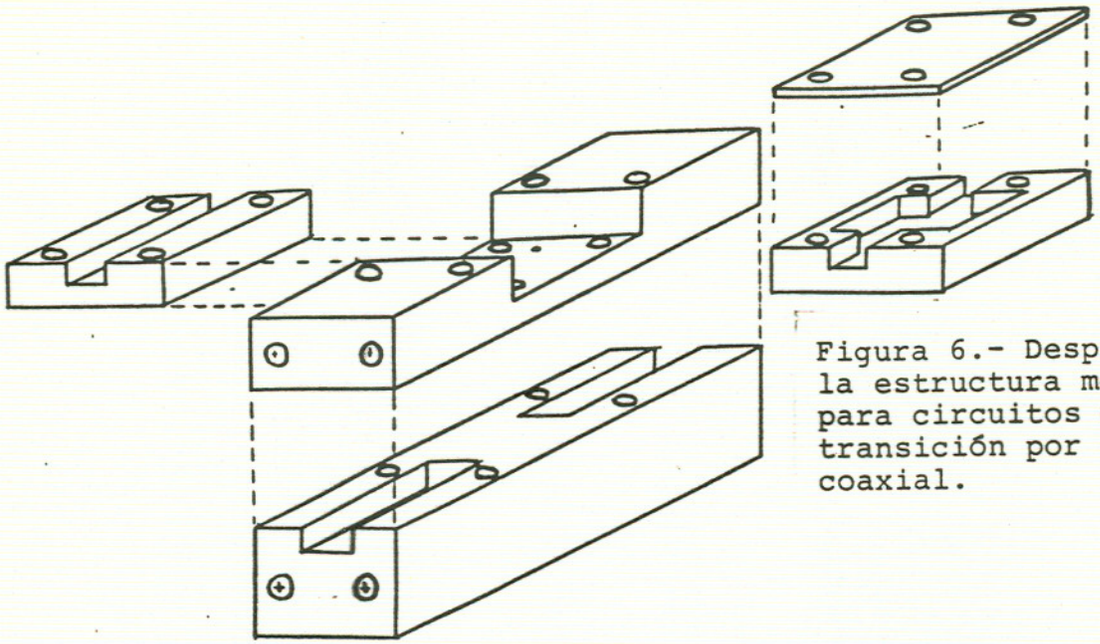


Figura 6.- Despiece de la estructura modular para circuitos con transición por sonda coaxial.

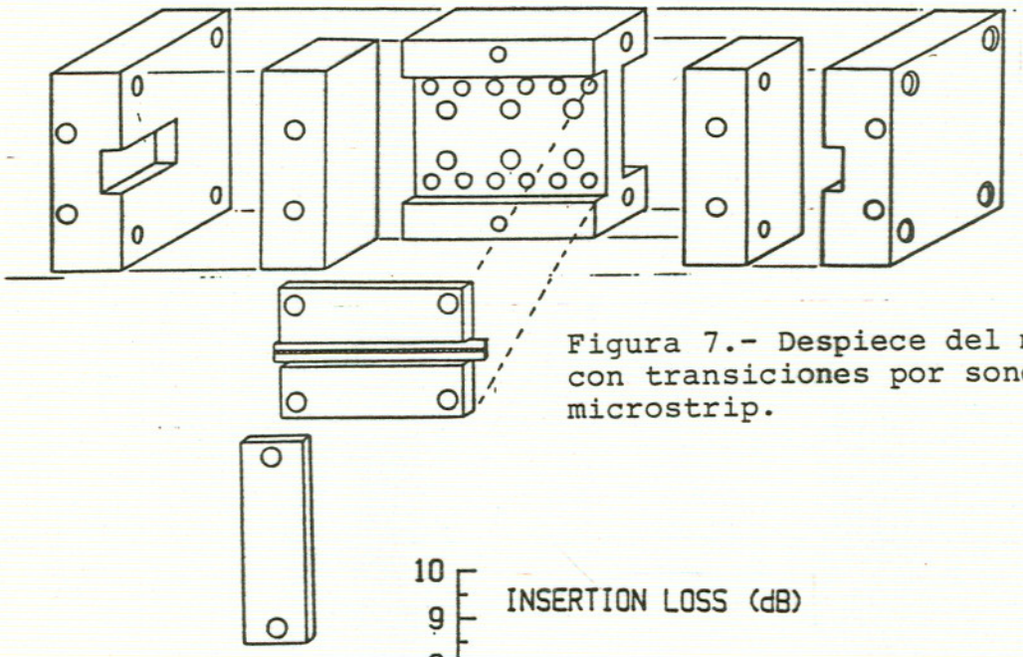


Figura 7.- Despiece del montaje con transiciones por sonda microstrip.

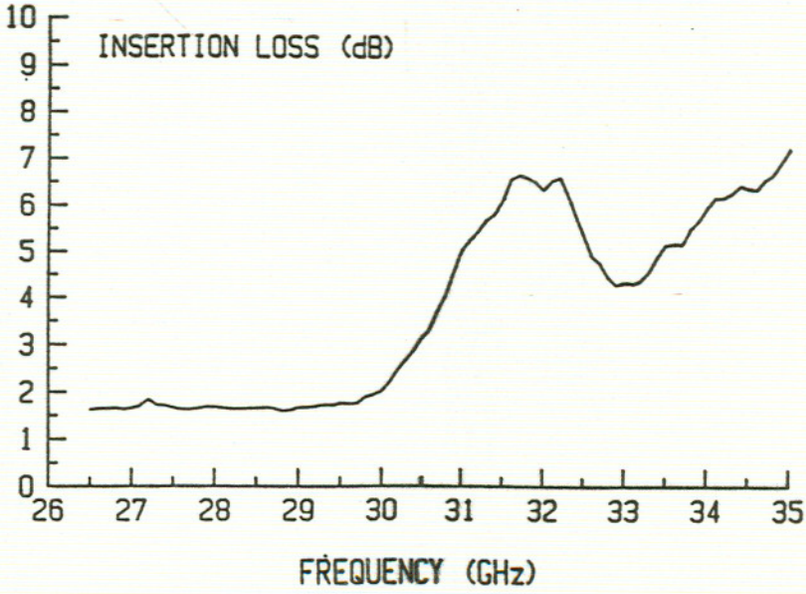


Figura 8.- Pérdidas de inserción de la doble transición de la figura 7.