

DISEÑO, REALIZACION Y MEDIDA DE ANTENAS ALIMENTADAS POR APERTURA EN BANDA Ku.

A. R. Ruiz Laso

Dpto. de Ingeniería de Comunicaciones
E.T.S.I.I.T. Universidad de Cantabria
aruiz@dicom.unican.es

J. Basterrechea

Dpto. de Ingeniería de Comunicaciones
E.T.S.I.I.T. Universidad de Cantabria
basterrj@unican.es

RESUMEN

This work deals with the simulation, manufacturing and measuring of aperture fed microstrip patches antennas in Ku Band (17.2 GHz). Linear polarization, optimum gains and 200MHz minimum bandwidth for a 15dB return loss are required. A single patch has been designed under those restrictive specifications. The optimised single antenna, bandwidth 200 MHz and gain 7 dBi, was used as basic block for the design of four and eight element arrays. Theoretical gains of 13 and 17dBi and 15dB bandwidths of 300 and 400MHz were obtained for the optimised designs. The models have been implemented and are being tuned for in band operation by improving the manufacturing process.

1. INTRODUCCIÓN

El desarrollo de antenas en tecnología planar incorpora al diseño de antenas las ventajas intrínsecas de este tipo de circuitos: bajo coste, reducido peso y procesos de fabricación relativamente simples. En el caso de acoplamiento por apertura se dispone además de un elevado número de grados de libertad, tanto desde el punto de vista geométrico como de materiales, lo que facilita enormemente el diseño de las antenas en términos de adaptación [1-2] al tiempo que permite optimizar su funcionamiento.

1.1. Diseño.

El primer paso es la elección de los substratos sobre los que se imprimirán, mediante procesos de litografía, los subcircuitos de alimentación y radiación. Se testaron los distintos dieléctricos disponibles hasta encontrar aquellos que proporcionan pérdidas de retorno y características de radiación óptimas en el intervalo de frecuencias de interés.

La Fig. 1. presenta el modelo de parche radiante aislado, así como sus distintos parámetros de diseño, características de los dieléctricos y dimensiones óptimas. Los valores de partida fueron calculados teóricamente con distintos modelos aproximados ampliamente descritos en bibliografía [3-4]. La anchura de la línea de alimentación fija impedancia de 50 Ohms en el puerto de acceso, la longitud que dicha línea se prolonga tras la apertura proporciona reactancia nula en la base de la slot [5]. La forma y tamaño de la apertura cambian el acoplamiento entre línea y antena [5] y como tal serán factores críticos en el proceso de fabricación. La frecuencia de resonancia queda principalmente determinada por la dimensión del lado radiante del parche y la permitividad efectiva [6].

La estrategia más simple para aumentar la anchura de banda del dispositivo, sin añadir nuevas dificultades de diseño (parches acoplados) consiste en alargar el extremo no radiante del parche.

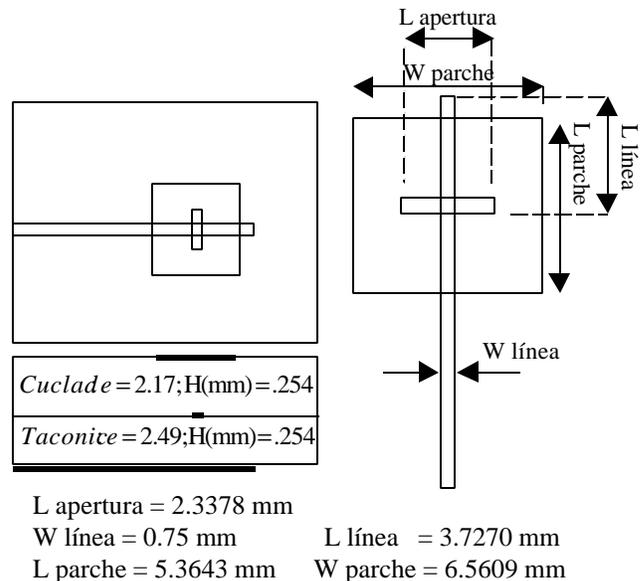


Figura 1. Parámetros y dimensiones de la antena singular.

La antena aislada diseñada y optimizada hasta ahora será el bloque básico para el modelado de varias agrupaciones de parches. El patrón de radiación de un parche aislado es relativamente ancho con el inconveniente de presentar valores bajos de ganancia; la solución pasa por crear un conjunto de elementos radiantes capaz de redirigir la potencia de entrada en modo eficaz (alta directividad). Los factores de agrupación que podemos controlar son disposición geométrica, número de elementos, desplazamiento relativo entre elementos y amplitudes y fases individuales de excitación. Se han evaluado teóricamente [7] y mediante simulación varias agrupaciones rectangulares, con elementos equidistantes excitados en fase con idéntica amplitud, dejando como únicos parámetros de diseño el número de parches y la distancia entre estos, hasta determinar aquellos casos en que se obtenían ganancia, directividad y anchura de haz óptimas.

Finalmente se han diseñado y optimizado dos agrupaciones de 4 y 8 elementos y distancia aproximada entre parches $0.6\lambda_0$ (Fig. 2) para los que se alcanzan respectivamente ganancias de 13 dBi y 17 dBi. La banda de funcionamiento en simulación cubre de 300 a 400 MHz, suficiente para futuras aplicaciones radio.

La radiación trasera se minimizó optimizando el trazado de la alimentación, compactando el diseño y distribución de los divisores de potencia y tramos de línea de desfase necesarios, consiguiéndose 15 dB para el elemento aislado y mejores resultados teóricos para las agrupaciones.

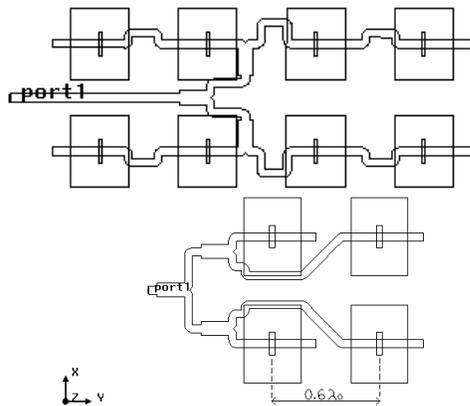


Figura 2. Layout de los alineamientos.

1.2. Proceso de fabricación y resultados.

Las antenas finalmente son obtenidas como unión de dos circuitos planares fabricados independientemente mediante procesos de litografía a doble cara. Uno incluye la red de alimentación y un plano de masa con las aperturas de diseño, el otro los parches y un plano de masa con aperturas suficientemente grandes para evitar solapamientos en el ensamblaje. Es determinante asegurar un perfecto alineamiento entre las dos caras simultáneamente impresas en cada sustrato, así como posteriormente entre los dos sustratos para garantizar concordancia de propiedades entre el dispositivo simulado y el medido.

Antes del ensamblaje final se procedió a medir la dimensión real de los parámetros obtenidos tras el proceso, constatando que dichos parámetros resultaban sistemáticamente inferiores a los de diseño. La respuesta teórica a estas imprecisiones sería el desplazamiento de la frecuencia central hacia frecuencias más altas, acompañado de un empeoramiento en la adaptación. Efectivamente las medidas reflejaron dicho efecto, aunque bastante más acusado de lo esperado. En la Fig. 3. se puede ver claramente las diferencias entre simulación de la antena diseñada, simulación de la antena fabricada y medida final para el caso de la agrupación de 8 elementos.

La agrupación de 4 elementos presenta características similares, es decir, un funcionamiento más que aceptable en cuanto a adaptación y anchura de banda pero siempre con un claro desplazamiento (2%) de la frecuencia de resonancia de diseño hacia la banda superior.

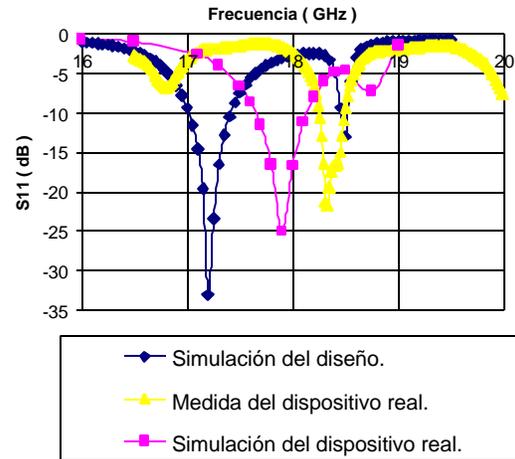


Figura 3. Comparación de resultados preliminares.

2. CONCLUSIONES

Se han diseñado, construido y medido varias agrupaciones de antenas microstrip alimentadas por apertura destinadas a ser utilizadas en futuras aplicaciones en banda Ku. El funcionamiento de los primeros prototipos es satisfactorio en cuanto a anchura de banda y adaptación. Nuevos diseños, menos sensibles a las técnicas de fabricación están en proceso de diseño, los resultados finales junto a las modificaciones de diseño y ensamblaje introducidas se presentarán en el Symposium.

3. REFERENCIAS

- [1] F. Croq, D. M. Pozar: "Millimeter-Wave Design of Wide-Band Aperture-Coupled Stacked Microstrip Antennas", IEEE Trans. On Antennas and Propagation, Vol.39, No.12, pp.1770-1776, Dec.1991.
- [2] J.-F. Zürcher, F. E. Gardiol: "Broadband Patch Antennas". Artech House Inc., 1995.
- [3] A. Van de Capelle: "Transmission Line Model for Rectangular Microstrip Antennas". Handbook on Microstrip Antennas in 'IEE Electromagnetic Wave Series 28' Ed: J. R. James and P. S. Hall (Peter Peregrinus, 1989), pp. 527-578.
- [4] M. Hindi, J.P. Daniel, C. Terret: "Analysis of Aperture-Coupled Microstrip Antenna Using Cavity Method", Elect. Letters, Vol. 25, No. 6, pp. 391-392, March 1989.
- [5] Ed.: D. M. Pozar, D. H. Schaubert: "Microstrip antennas: the Analysis and Design of Microstrip Antennas and Arrays", IEEE Press, 1995.
- [6] P. L. Sullivan, D. H. Schaubert: "Analysis of an Aperture Coupled Microstrip Antenna", IEEE Trans. On Antennas and Propagation, Vol. AP-34, No. 8, pp.977-984, Aug.1986.
- [7] C. A. Balanis, "Antenna Theory: Analysis and Design", Ed: John Wiley and Sons, 1997.