

ANTENA POLARIZADA CIRCULARMENTE CON CONTROL DE GANANCIA Y ALTA LINEALIDAD

L. Cabria, E. Malaver, J. A. García,
A. Tazón, A. Mediavilla

Dpto. Ing. Comunicaciones
Universidad de Cantabria
lorena@dicom.unican.es

J. Vasal'lo

Instituto de Física Aplicada.
CSIC
LTQVS22@IFA.CETEF.CSIC.ES

ABSTRACT

In this paper, a novel highly linear circularly polarized active antenna with gain control is presented. In this approach, the antenna serves as a 90° hybrid and the active part has been implemented using a branch line coupler as the 90° input hybrid circuit, and two PHEMT based amplifiers. The amplifiers are based on a new strategy for gain control with low distortion.

1. INTRODUCCIÓN

Dentro de las comunicaciones inalámbricas, en los últimos años han proliferado las investigaciones en los sistemas de localización e identificación, que operan en las bandas ISM (2.4 – 5.8 GHz).

Las antenas activas reúnen las condiciones para satisfacer los requerimientos de estos sistemas, ya que unen a las ventajas de usar antenas impresas las de utilizar elementos activos, consiguiendo un sistema compacto de pequeño tamaño, poco peso y poco coste.

Los sistemas inalámbricos usan modulaciones de espectro ensanchado en las que es una condición obligatoria garantizar un bajo nivel espectral de las interferencias en canales adyacentes, lo que implica la necesidad de utilizar un amplificador lineal.

Hasta el momento las principales investigaciones en el campo de las antenas activas amplificadoras (llamadas así porque están formadas por una antena y un amplificador) iban dirigidas a conseguir una alta eficiencia en transmisión [1] y una baja figura de ruido en recepción, empleando la antena como carga adaptada. Sin embargo, la linealidad, un requerimiento muy importante en amplificadores, no ha sido estudiado detalladamente en dichas investigaciones.

Por otra parte, en una buena parte de estos sistemas es necesario implementar un control de potencia en la salida, es decir, un control de ganancia variable.

Ante todo esto se plantea la necesidad de diseñar una antena de ganancia variable, en la que se controle la potencia radiada y se mantenga un bajo nivel de distorsión de intermodulación. En este artículo se presenta una antena polarizada circularmente, con ganancia variable y alta linealidad en todo el rango de control de ganancia.

2. AMPLIFICADORES CON CONTROL DE GANANCIA Y ALTA LINEALIDAD

Tradicionalmente el control de ganancia se hacía en la zona de saturación del transistor, ajustando la tensión en puerta del mismo. Sin embargo, al hacerlo así en todo el rango dinámico, el amplificador se mueve por puntos donde la distorsión de intermodulación se ve gravemente degradada.

En un artículo recientemente publicado [2], se ha presentado una nueva estrategia para el control de ganancia con alta linealidad. Esta nueva aproximación se basa en alimentar el transistor en una región que se encuentra entre la zona lineal y de saturación, variando la ganancia, al mover la polarización en drenador y en puerta. En esta región se consigue una buena eficiencia y además los productos de intermodulación presentan un bajo nivel de potencia.

En la figura 1, puede verse el sistema propuesto, en este se usan dos híbridos de 90° a la entrada y a la salida, para asegurar una buena adaptación en todo el rango de control de ganancia y en toda la banda de frecuencias.

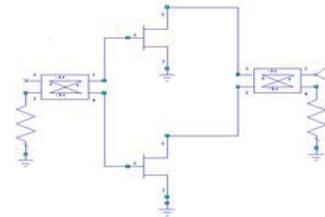


Figura1. Arquitectura del amplificador según la aproximación presentada en [2]

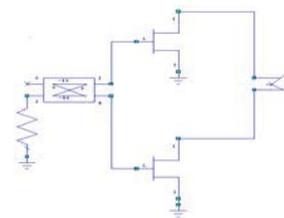


Figura2. Nueva antena activa basada en dicha aproximación

3. DISEÑO DE LA ANTENA

Se diseña la antena (ver figura 2) para que cumpla dos funciones fundamentales, por un lado emplearla como elemento radiante y por otro como híbrido de 90° . De esta forma, se puede sustituir el híbrido final del esquema propuesto en la figura 1, con la ventaja de disminuir el espacio ocupado y eliminar su atenuación.

Combinar en radiación dos señales desfasadas 90° es posible si dichas señales alimentan, por ejemplo, dos excitaciones ortogonales; una de las técnicas más apropiadas para generar polarización circular. Además, en las aplicaciones que requieren un tamaño pequeño, dicha estructura radiante se puede implementar mediante una antena de parche acoplada por aperturas, de manera que sea posible separar la capa de alimentación del parche radiante.

Con estos criterios, se diseñó una antena formada por dos capas del mismo sustrato (y mismo espesor), separadas por una capa de aire. La capa inferior es la capa de alimentación, en cuyo plano de masa se sitúan la aperturas, y en la capa superior, se encuentra el parche radiante. En la figura 3, se muestra la antena diseñada.

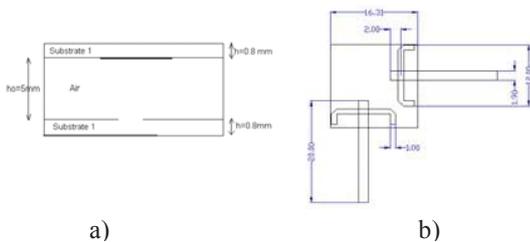


Figura 3. Antena diseñada a) vista en perfil b) vista en planta

Las aperturas tienen, de forma óptima, una longitud similar al lado del parche radiante, por lo que al ser necesario poner dos en lados perpendiculares del parche, estos se cruzarían, lo cual nos llevó a la necesidad de doblar las aperturas [3].

Se ha empleado Ensemble, simulador EM, para analizar la adaptación, los diagramas de radiación y obtener la relación axial. En la antena diseñada, la relación axial se mantiene entre 1.5 y 1.3 en la banda de frecuencia de interés.

En la figura 4, se presentan los resultados obtenidos, en simulación y medida, para la adaptación y aislamiento.

4. SISTEMA INTEGRADO

Siguiendo el esquema propuesto en la figura 2, la antena diseñada se integró junto a un acoplador branch line y dos ramas amplificadoras idénticas, basadas en el transistor PHEMT NE3210S01 de NEC. En la figura 5, se presentan los diagramas de radiación para diferentes puntos de polarización, pertenecientes a la región de baja intermodulación, donde se puede apreciar que se ha conseguido una antena de ganancia variable.

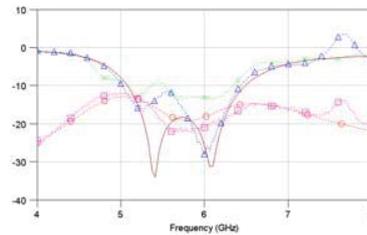


Figura 4. Adaptación y aislamiento de la antena. S_{11} y S_{22} simulados \rightarrow continua, S_{11} medido $\rightarrow \Delta$, S_{22} medido $\rightarrow \times$, S_{12} simulado $\rightarrow O$, S_{12} medido $\rightarrow \square$

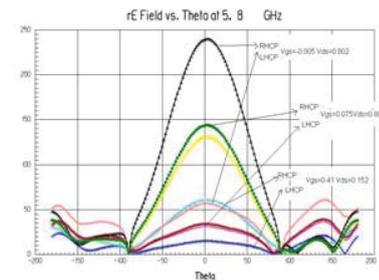


Figura 5. Diagramas de radiación simulados para diferentes V_{GS} , V_{DS} en azimut ($\phi=0$)

5. CONCLUSIONES

Se ha presentado una antena de ganancia variable, con polarización circular y alta linealidad. Las variaciones de la potencia radiada, manteniendo una baja distorsión de intermodulación, se consiguen controlando las polarizaciones (V_{GS} , V_{DS}) del transistor en el límite entre la zona lineal y de saturación. La arquitectura propuesta podría reportar grandes ventajas en el diseño de arrays, siempre que sea necesario controlar la amplitud.

6. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha estado parcialmente financiado por el Proyecto "Antenas y Reflectores Planos con control de Haz". J. A. García agradece al MCyT por su apoyo a través del Programa Ramón y Cajal

7. REFERENCIAS

- [1] R. A. York and Z. B. Popovic, Active and quasi-optical arrays for solid-state power combining, John Wiley and Sons, 1997.
- [2] E. Malaver, J.A. García, A. Tazón and A. Mediavilla, "A Novel Approach for Highly Linear Automatic Gain Control of a HEMT Small-Signal Amplifier", GaAs 2001, pp. 311-314, London 2001
- [3] J. Barbero, P. Castillo, Q. García, M.L. Hernanz and C. Martín "Alternative printed designs for large arrays with dual linear polarisations", 16th Workshop on Dual Polarisation Antennas, ESTEC Noordwijk (The Netherlands), June 1993.