

OSCILADOR DRO DE BAJO COSTE CON APLICACIONES A LA DOCENCIA

J.M. Zamanillo, L.F. Sánchez, J.C. González, C. Pérez-Vega
Departamento de Ingeniería de Comunicaciones
Universidad de Cantabria
e-mail : jose.zamanillo@unican.es

Abstract- A low cost and high performance DRO (Dielectric Resonator Oscillator) for educational and research purposes have been developed. The circuit has been manufactured with standard SMA output connector, in order to make compatible with the rest of circuitry available in a basic microwave laboratory. The constant output power and low phase noise, coupled with the low cost of its internal components makes this device very suitable to use by users at any level.

I. INTRODUCCIÓN

En la línea de dotar instrumentación de bajo coste susceptible de ser utilizada en los laboratorios docentes, debido a los limitados recursos, con los que generalmente, cuentan las universidades para efectuar dicha labor. Hace algún tiempo [1] se diseñó un oscilador a diodo Gunn en guía de onda capaz de barrer toda la banda X, proporcionando una potencia de 2mW. Pero debido a que ciertas practicas de laboratorio requerían potencias superiores era necesario desarrollar un nuevo oscilador que proporcionase la potencia requerida. Se han adoptado dos soluciones: la primera consiste en utilizar la cavidad Gunn con diodos de mayor potencia, con lo que se ha tenido que rediseñar la misma, tarea actualmente en fase de desarrollo, y la segunda ha consistido en diseñar y construir un oscilador a frecuencia fija utilizando otro tipo de componente de bajo coste, que además incorpore una etapa amplificadora que proporcione la potencia requerida, optándose por un oscilador a resonador dieléctrico y transistor, siendo esta última opción la que se presenta en esta comunicación.

II. DESCRIPCIÓN DEL DISPOSITIVO OSCILADOR

El modo resonante más frecuentemente empleado en resonador dieléctrico (DR) cilíndrico es el TE₀₁. Este modo es similar al de un dipolo magnético a la distancia de observación. Cuando la constante dieléctrica relativa (ϵ_r) es del orden de 40, más del 95% de la energía eléctrica almacenada y del 60 % de la magnética en el modo TE₀₁ esta confinada en el interior del resonador. El resto de la energía se distribuye alrededor del resonador y decrece rápidamente con la distancia cuando el observador se aleja del mismo [2]. Por esta razón se ha seleccionado un resonador dieléctrico cilíndrico acoplado a dos líneas microstrip como elemento básico del DRO aquí presentado.

Se ha seleccionado un transistor HEMT de AlGaAs/InGaAs modelo CFY77-10 de la foundry INFINEON, modelado con anterioridad por nuestro grupo [3], con el cual se ha procedido a efectuar el diseño y el montaje del circuito mostrado en la figura 1 (a).

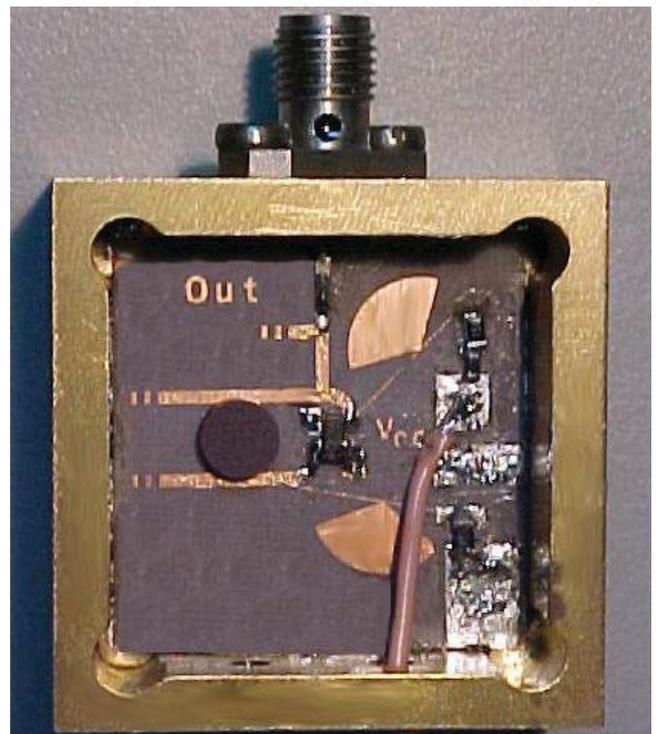
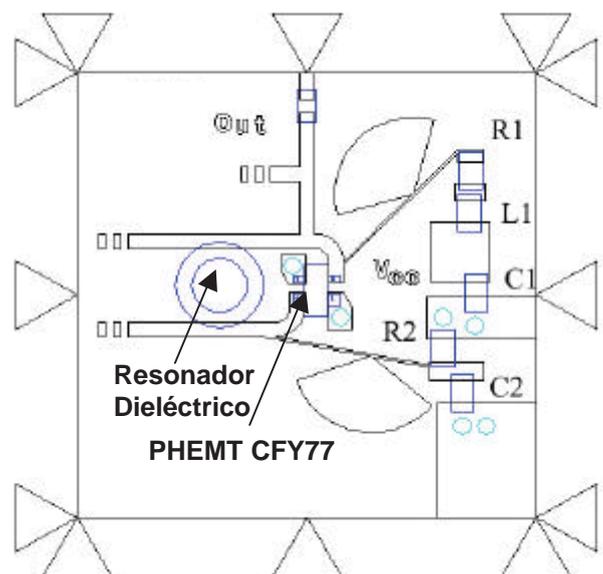


Fig. 1. (a) Layout final del DRO. (b) Fotografía del oscilador sin tapa montado listo para su uso.

En la figura 1 (b) se muestra una fotografía del oscilador sin la cubierta metálica y sin el tornillo de sintonía. El substrato utilizado ha sido METCLAD MYST 217 de espesor 0.254 mm, constante dieléctrica 2.17, tangente de pérdidas 0.008 y una metalización de 35 μm , debido a su disponibilidad y a su excelente relación calidad-precio.

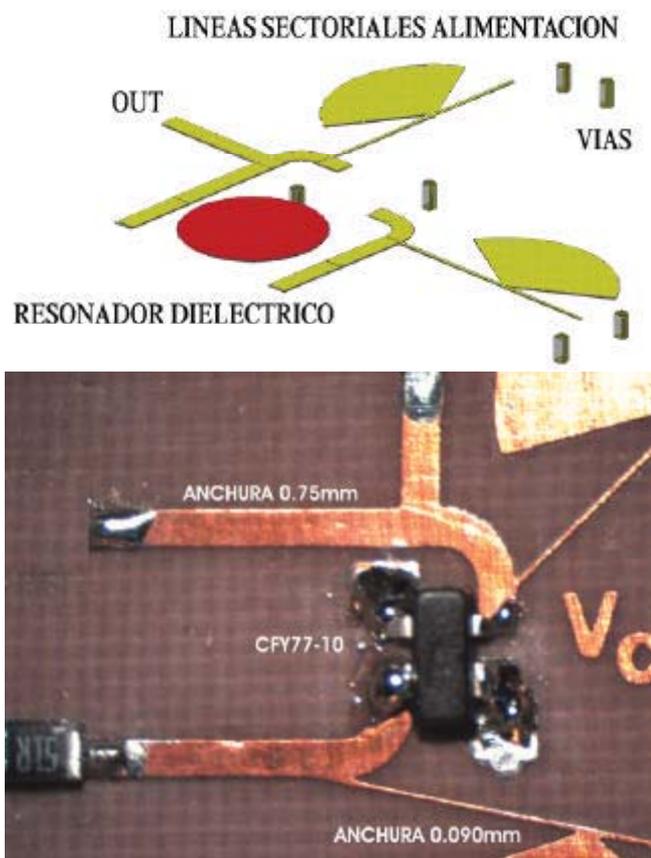
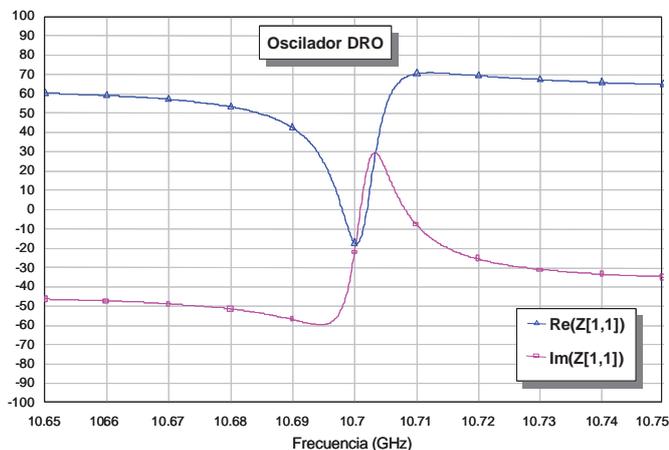


Fig. 2. (a) Simulación realizada en Microwave Office de la parte real e imaginaria de los parámetros Z
 (b) Lay-out 3D utilizado en el simulador electromagnético (los postes son los agujeros de conexión a masa).
 (c) Detalle del montaje del transistor P-HEMT en el circuito.

Dada la complejidad de simulación del circuito, no es conveniente proceder a la simulación completa del circuito,

por lo cual se ha atacado el problema por etapas, de menor a mayor grado de complejidad, para poder estudiar el efecto de los distintos elementos sobre el comportamiento del oscilador.

En la Tabla 1 se muestran los valores de los componentes discretos utilizados en la fabricación del oscilador a resonador dieléctrico.

IDENTIFICADOR	TIPO DE COMPONENTE	VALOR
R1	RESISTENCIA	51 Ω
R2	RESISTENCIA	100 Ω
R3	RESISTENCIA	150 Ω
C1	CAPACIDAD	12 pF
C2	CAPACIDAD	12 pF
COUT	CAPACIDAD	8.2 pF

Tabla 1. Valores de los componentes pasivos utilizados en el montaje del DRO

Así pues se han utilizado dos tipos de simuladores: uno temporal (PSPICE) y otro basado en balance armónico (versión de evaluación del simulador Microwave Office).

Para simular el resonador se utilizó un circuito RCL resonante paralelo, siguiendo las especificaciones del fabricante, y para simular el acoplo a las líneas microtira transformadores ideales. Dado que se utilizaron resonadores dieléctricos de varios fabricantes (Trans-Tech, Murata y Tekelec) con pedestal y sin pedestal. Para calcular el circuito equivalente RCL se han utilizado dos procedimientos diferentes: para el resonador de Trans-Tech se ha usado el software proporcionado por el fabricante, mientras que para los de Murata y Tekelec se han calculado los parámetros del circuito resonante a partir de las medidas del factor de calidad cargado proporcionadas por dicho fabricante.

Con ello se obtuvieron resultados razonables pero todavía un poco alejados de la realidad al ser simulado en SPICE. Posteriormente, se fueron añadiendo las redes de polarización con líneas sectoriales, adaptando la salida mediante stubs, y desacoplando la continua mediante un condensador de alto factor de calidad, con la idea de proteger los equipos de medida. En este paso ya no se pudo utilizar el simulador SPICE y todas las simulaciones se efectuaron mediante el software Microwave Office, obteniéndose los resultados de la figura 2 (a).

En la figura 2 (b) se muestra el lay-out tridimensional utilizado para la simulación en dicho simulador. La premisa principal en el diseño aquí presentado es obtener un bajo ruido de fase, por lo cual en estas condiciones es más interesante sacrificar algo de potencia frente al ruido de fase.

III. RESULTADOS EXPERIMENTALES

En el proceso de medida se han empleado un analizador de espectro modelo HP8563E de Agilent Technologies, con

la opción de medida de ruido de fase. Los resultados obtenidos para las medidas de ruido de fase y de potencia al primer y segundo armónicos para el resonador de Trans-Tech se muestran en la Tabla 2.

Frec. (GHz)	SSB dBc / Hz	Potencia (dBm)	
f_0	@100KHz	f_0	$2 \cdot f_0$
11.1800	-112.0	4.83	No aparece
11.1700	-99.27	4.97	-20.9
11.1600	-98.15	6.98	-33.3

Tabla 2. Resultado de las medidas del DRO desarrollado.

En la figura 3 se muestran los resultados obtenidos del oscilador a resonador dieléctrico, tanto para la señal espectral a 11.18GHz, como para las medidas de ruido de fase del mismo. La potencia de salida permanece estable entorno a los 5.17 dBm, potencia mas que suficiente para la mayoría de las aplicaciones de laboratorios docentes.

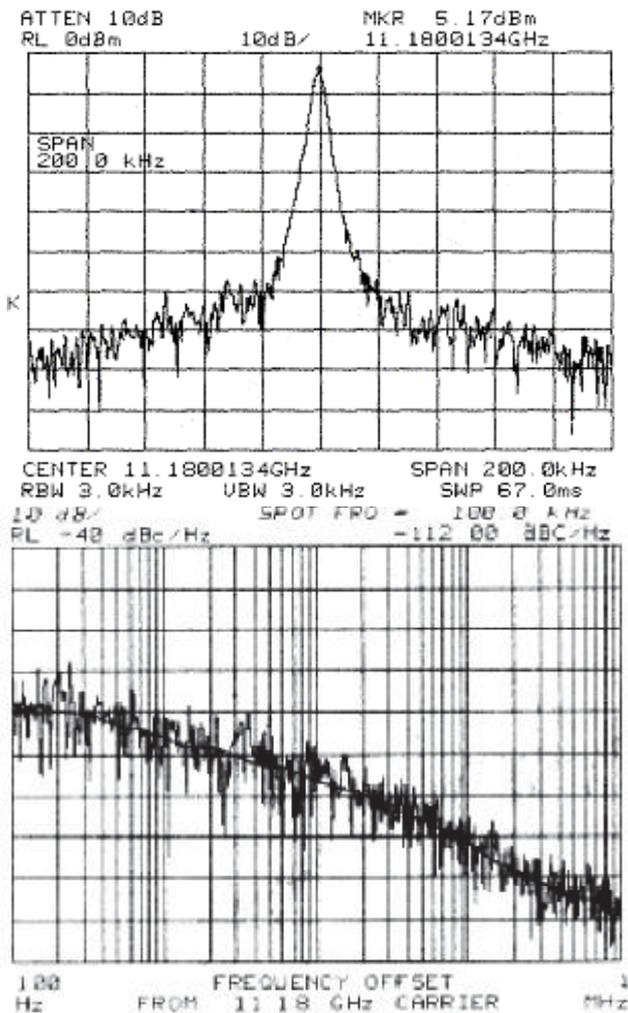


Fig. 2. (a) Simulación realizada en Microwave Office entre los parámetros de Scattering
 (b) Medida de la oscilación a 11.18 GHz.
 (c) Medida del ruido de fase @ 11.18 GHz.

Además, se ha comprobado la influencia de la altura de la tapa de la caja al resonador, si se disminuye ésta, se

produce un aumento de la frecuencia generada, para lo cual se sitúa una tapa con un tornillo de sintonía, de forma que actuando sobre el tornillo se reduce la altura con respecto al resonador y por lo tanto es posible controlar la frecuencia de resonancia, así como la potencia de salida.

En la figura 4 se muestra un esquema simplificado de cómo actúa el tornillo de sintonía sobre el resonador.

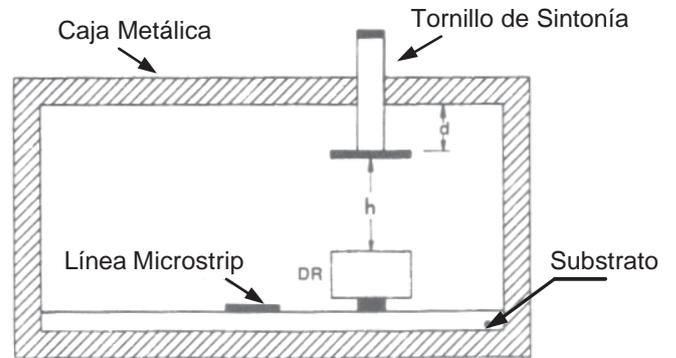


Fig. 4. Ajuste de la frecuencia central del DRO mediante el tornillo de sintonía.

La frecuencia de oscilación puede ser variada mediante un tornillo de sintonía. El desplazamiento en frecuencia obtenido experimentalmente es de 500 MHz, aunque las simulaciones en un principio indicaban unos 800 MHz de rango de sintonía sin perder la oscilación. Dicha diferencia es achacable a la simplicidad del modelo aproximado (circuito resonante RLC), utilizado para modelar el resonador dieléctrico necesitándose un modelo más completo del mismo, o una simulación de tipo electromagnético para el resonador de la cual carece la versión de evaluación del simulador utilizado.

IV. CONCLUSIONES

Se ha desarrollado un oscilador de bajo coste y altas prestaciones: alta potencia de salida y bajo ruido de fase con aplicaciones para la docencia e investigación. Sus características y su reducido precio de fabricación lo hacen un candidato firme a ser utilizado en el laboratorio de prácticas por los alumnos.

REFERENCIAS

- [1] J.S. Ipiña, J.M. Zamanillo, J.C. González, M.A. Solano, A. Vegas, A. Prieto, C. Pérez-Vega. "Osciladores a Diodo Gunn para Docencia en Banda X", URSI, XV Simposium Nacional, Actas, pp 163-164, Zaragoza, Sept. de 2000.
- [2] Darko Kajfez and Pierre Guillon, "Dielectric Resonator", Artech House 1986.
- [3] J.M. Zamanillo, A. Mediavilla, J. Alonso, "Modelado eléctrico de dispositivos Microondas con encapsulado plástico de Bajo Coste", URSI, XII Simposium Nacional, Actas Vol 1, pp 267-270, Bilbao, Sept. de 1997..
- [4] Siemens "Silicon Bipolar-Dielectric Resonator Oscillator (DRO) at 10 GHz", App. Note N° 002, Edition A04.