

OSCILADOR MEZCLADOR EN BANDA X

Jordi Terradas*, Antoni Elias, Elias de los Reyes

E.T.S.I. de Telecomunicación

Barcelona

*Instrumentación Electrónica PROMAX, Barcelona.

ABSTRACT

The properties of GaAs MESFET non linearities can be used to implement a self-oscillating mixer. This paper describes a new single-gate MESFET self-oscillating mixer, its design contains and the obtained performances.

INTRODUCCION

La utilización de receptores a frecuencias de microondas de dispositivos mezcladores y osciladores con transistores de AsGa MESFET ofrece buenas prestaciones en cuanto a potencia de oscilación, factor de ruido y ganancia de conversión, [1], [2]. El uso de un solo dispositivo oscilador-mezclador, realizado sobre un T.E.C. de doble puerta, ha sido recientemente estudiado por Tsironis et al. [3], añadiendo a las ventajas anteriores la posibilidad de realizar las funciones de oscilación y mezcla sobre un solo dispositivo [4], [5] con el consiguiente abaratamiento del receptor que lo incorpore.

En esta comunicación, se presenta el desarrollo de un mezclador-oscilador realizado sobre un MESFET de AsGa con puerta simple. Las dificultades de adaptación de la señal a convertir a la entrada del T.E.C. se traducen en una ganancia de conversión menor que la obtenida con un T.E.C. de doble puerta. Sin embargo, la relación prestaciones-coste, lo hacen interesante frente a su homólogo de doble puerta.

ESTRATEGIA DE DISEÑO

La dificultad en el diseño de mezcladores autooscilantes, radica en la necesidad de la realización de una red que presente dos comportamientos diferenciados dependientes de la frecuencia. A f_{OL} , la red debe cumplir con las condiciones generales necesarias que generen oscilación. En cuanto a la señal a convertir las condiciones con las de máxima eficiencia de conversión, es decir adaptación a la entrada a f_{rf} y adaptación a la salida a f_{ff} .

Estas condiciones son extrapolables de las propuestas por C.Tsironis et al. [3] para un mezclador autooscilante utilizando un T.E.C. de doble puerta.

En este sentido, se han estudiado diversas configuraciones posibles para la consecución de las condiciones requeridas, optando finalmente por el diseño con realimentación en paralelo utilizando elementos selectivos en la red de realimentación. Los elementos selectivos que permiten conseguir la dualidad anteriormente mencionada son:

- Filtro directivo utilizando resonador en anillo [6] fig. 1.
- Líneas acopladas mediante resonador dieléctrico [7] fig. 2.

Dichas estructuras se han caracterizado mediante su matriz de scattering.

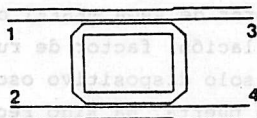


Figura 1.

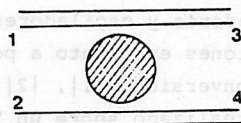


Figura 2.

BASES DE DISEÑO

De la caracterización de los elementos de realimentación, pueden obtenerse las condiciones de diseño del mezclador autooscilante.

A la frecuencia de resonancia de la red de realimentación (frecuencia de oscilación), podemos realizar el diseño del oscilador utilizando las técnicas de los amplificadores realimentados [8] fig. 3.

A frecuencias distintas de las de resonancia el circuito puede estudiarse prescindiendo del elemento de acoplo. El conjunto responde al esquema representado en la figura 4.

El oscilador se ha calculado mediante un amplificador optimizado en el sentido de maximizar la ganancia a pequeña señal. El diagrama de la figura 4 sin las redes de adaptación a R.F. y a F.I. y con un T.E.C. NEC 720 permite prever la potencia obtenida de dicho oscilador mediante la aproximación por la curva que relaciona la potencia de entrada y salida de un

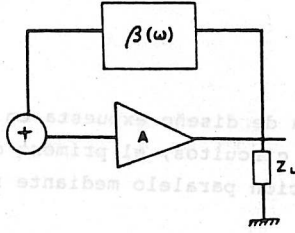


Fig. 3

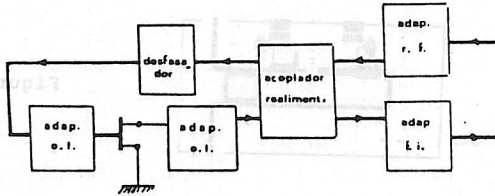


Fig. 4

T.E.C aportada por Johnson en $|1|$ así como la relación entre P_{in} y P_{out} mediante el parámetro de la red de realimentación.

$$P_{out} = P_{sat} \left| 1 - e^{-\frac{G_o P_{in}}{P_{sat}}} \right|$$

En la realización del mezclador, las condiciones están supeditadas a las de oscilación, añadiendo a las mismas las que permiten obtener máxima eficacia de conversión:

- Adaptación a r.f. a la entrada
- Adaptación a f.I. a la salida
- Carga reactiva a $f_{O.L.}$ y $f_{r.f.}$ a la salida de frecuencia intermedia

Dichas condiciones se han realizado mediante líneas de distinta impedancia característica para la adaptación a $f_{r.f.}$, una línea en "taper" para la adaptación a $f_{f.I.}$ y una línea sectorial para conseguir la carga reactiva a la salida para $f_{O.L.}$ y $f_{f.I.}$ (figuras 6 y 8)

RESULTADOS EXPERIMENTALES

Siguiendo la filosofía de diseño expuesta en los apartados anteriores, se han realizado tres circuitos, el primero de los cuales responde a un oscilador con realimentación paralelo mediante resonador en anillo (figura 5).

La potencia de oscilación obtenida con este dispositivo que incorpora en T.E.C. NEC 720 es de 10.5 dBm a 10.75 GHz mientras que la prevista utilizando el método expuesto en el apartado anterior es de 11.2 dBm.

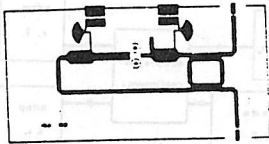


Figura 5.

La deriva a largo término manteniendo la temperatura ambiente (22°C) fue de 500 KHz/min y tras una hora de funcionamiento se obtuvo 20 KHz/5 min. El nivel de ruido medido es de -35 dBc a 100 KHz de la portadora.

Al incorporar al circuito anterior las adaptaciones de entrada, salida y c.c. virtuales obtenemos el primer montaje de mezclador autooscilador (fig. 6).

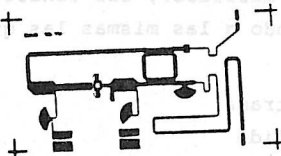


Figura 6.

La ganancia de conversión obtenida es la representada en la figura 7.

Sustituyendo en el circuito anterior el acoplador en anillo por un disco resonador dieléctrico sobre pedestal de 0,3 mm y redimensionando la red de realimentación según la caracterización del nuevo elemento de reali

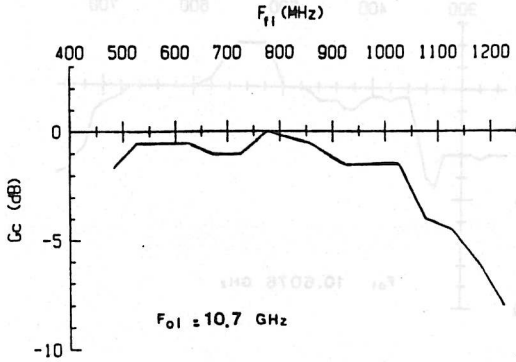


Figura 7.

mentación, se realiza el montaje de la figura 8. La ganancia de conversión del nuevo dispositivo se muestra en la figura 9, la oscilación residual que puede visualizarse a la salida (después de atravesar la carga reactiva que representa la línea sectorial) es de -10 dBm. La ventaja más importante de esta última configuración es que debido al alto Q del resonador dieléctrico en relación al anillo impreso, el ruido de oscilación es menor que en el caso anterior y asimismo la estabilidad de dicha oscilación también se mejora notablemente.

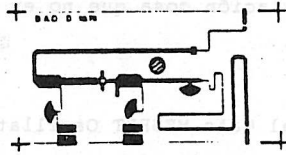


Figura 8.

En ambos circuitos la máxima potencia de oscilador local se obtiene polarizando el T.E.C. con $V_{GS} = -0.7$ V y $V_{DS} = 5$ V, la variación de este punto de trabajo, influye también en la frecuencia de oscilación lo cual es menos grave en el mezclador oscilador que incorpora una realimentación por resonador dieléctrico puesto que se puede ajustar dicha frecuencia mediante la posición de un disco metálico sobre el resonador.

Las frecuencias de oscilación para las que se ha estimado la ganancia de conversión eran de 10.700 y 10.6076 GHz para el realimentado por anillo y disco respectivamente.

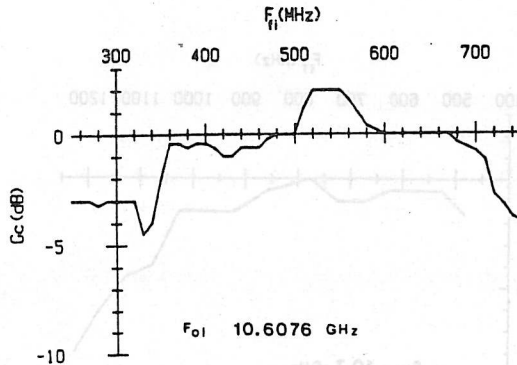


Figura 9.

La estimación del punto de comprensión 1 dB resulta difícil en esta clase de dispositivos puesto que al aumentar la potencia de r.f. existe el riesgo de sincronizar el oscilador.

CONCLUSIONES

Se han realizado dos nuevos tipos de mezcladores autoosciladores sobre un T.E.C. MESFET de puerta simple. No parece posible conseguir la misma relación ganancia de conversión, ancho de banda que los mezcladores autoosciladores realizados sobre T.E.C. de doble puerta, sin embargo el diseño con disco dieléctrico ofrece posibilidades de mejora ($G_c = 2 \text{ dB}$) si se apuran los diseños de adaptación de las redes de entrada y salida permitiendo además un ajuste de la frecuencia de oscilación cosa que no es posible en el realimentado por anillo impreso.

REFERENCIAS

- 1] K.M., JOHNSON, "Large Signal GaAs MESFET Oscillator Design", IEEE Trans. on M.T.T., Marzo 1979.
- 2] R.A. PUCEL, et al. "Performance os GaAs MESFET mixers at X band". IEEE Trans. MTT, Vol. MTT 24, nº 6, June 1976.
- 3] C. TSIRONIS, et al. "Dual Gate MESFET Mixers". IEEE Trans. on MTT Vol. 32, nº 3, mayo 1984.
- 4] Dpto. ELECTROFISICA ETSITB, "Receptor para TV difundida directamente des de satélites". 1º Simp. de Electrónica das Telecom. Lisboa 22-23 ma. 1984.
- 5] C. KERMARREC, et al. "Le premier récepteur microondes entierement intégré an GaAs. Application a la réception de la TV directe par satellite à 12 GHz". IV émes Jor. Nat. Microondes, Lannion Juin 1984.
- 6] MATTHAEI, et al., "Microwave Filters, Impedance Matching Networks and Coupling Structures". Ed. Mc. Graw-Hill, 1964.
- 7] OSAMU ISHIARA, et al., "A Highly stabilized GaAs FET oscillator using a Dielectric Resonator Feedback circuit in 9-14 GHz". IEEE Trans. MTT, Vol MTT-28, nº 8, August 1980.
- 8] STEVE HAMILTON, "Microwave Oscillator Circuit", Micr. Journal, April 1978.