

# Un Nuevo Método para la Reducción de la Distorsión de Intermodulación de Tercer Orden

José María Agüero San Emeterio, Lorena Cabria de Juan, Tomás Fernández Ibáñez,  
Carmen Gómez Fernández, José Luis García García  
Departamento Ingeniería de Comunicaciones – Universidad de Cantabria  
e-mail: chema@dicom.unican.es

## ABSTRACT

In this paper we present a new technique, which reduces amplifier intermodulation. It is shown that the third order intermodulation products generated by an amplifier can be reduced by adding a new parallel branch which generates an IMD(3) of the same amplitude and opposite polarity than the main branch. This paper also shows that third order intermodulation can be reduced by more than 30 dB in the parallel amplifier using a Wilkinson type divider and an 180° Hybrid combiner.

## 1. INTRODUCCIÓN

El empleo de transmisores lineales se ha convertido en una necesidad creciente en los sistemas de comunicaciones modernos, debido al empleo de técnicas multiportadora, por un lado y, por otro, al uso de modulaciones más eficientes. Además los servicios multimedia requieren anchos de banda muy grandes, por lo que se necesita un comportamiento lineal en banda ancha. A todo esto hay que sumar que los equipos operados con baterías como es el caso de los terminales móviles, requieren unos niveles de eficiencia bastante elevados. En este artículo, proponemos un nuevo método de linealización que permite minimizar la distorsión de intermodulación de tercer orden (IMD(3)) para transistores de efecto de campo (FET), añadiendo una nueva rama paralela con un FET que se encuentre adecuadamente polarizado.

## 2. ANÁLISIS TEÓRICO

La corriente de drenador de un FET puede aproximarse por un desarrollo en serie alrededor del punto de polarización en el que se está trabajando. Aunque la capacidad puerta-fuente ( $C_{gs}$ ) y la resistencia drenador-fuente ( $g_{ds}$ ) son fuentes significativas de intermodulación, para nuestro análisis se consideró que la no linealidad dominante era la fuente de corriente de drenador ( $I_d$ ), además puesto que las no linealidades causadas por la variación en la tensión en puerta son las más influyentes, se puede aproximar la corriente de drenador por la siguiente expresión:

$$i_d = \left. \frac{dI_d}{dV_g} \right|_{V_g=V_{g,0}} v_g + \frac{1}{2} \left. \frac{d^2 I_d}{dV_g^2} \right|_{V_g=V_{g,0}} v_g^2 + \frac{1}{6} \left. \frac{d^3 I_d}{dV_g^3} \right|_{V_g=V_{g,0}} v_g^3 \quad (1)$$

$$= g_{m1} v_g + g_{m2} v_g^2 + g_{m3} v_g^3$$

donde  $I_d$  es la corriente de drenador de gran señal y  $v_g$  e  $i_d$  son respectivamente, la tensión en puerta y la corriente en drenador incrementales, alrededor del punto de polarización  $I_d(V_{g,0})$ .

Cuando se excita el amplificador con dos tonos a  $f_1$  y  $f_2$ , se genera distorsión de intermodulación de tercer orden, en banda, a las frecuencias  $2f_1-f_2$  y  $2f_2-f_1$ . Esta distorsión se debe principalmente al tercer término en (1). En la Figura 1, se muestra la característica I-V medida del transistor PHEMT de Agilent ATF-35143, así como las derivadas de su corriente de drenador ( $I_d$ ) con respecto a la tensión en puerta ( $V_g$ ). La curva  $g_{m3}$  presenta un pico por debajo de la tensión de pinch-off ( $V_p$ ) y un valle por encima de dicha tensión. De forma intuitiva, se puede deducir que para cancelar la IMD(3) tan sólo será necesario encontrar los puntos de polarización adecuados que hagan que los transistores de cada una de las dos ramas tengan una  $g_{m3}$  de igual magnitud y signo opuesto. De esta forma, al ser la señal de entrada de la misma amplitud, la distorsión de intermodulación generada por cada una de las dos ramas será de la misma amplitud, pero de polaridad opuesta, de forma que al sumar ambas contribuciones, estas se cancelen entre sí.

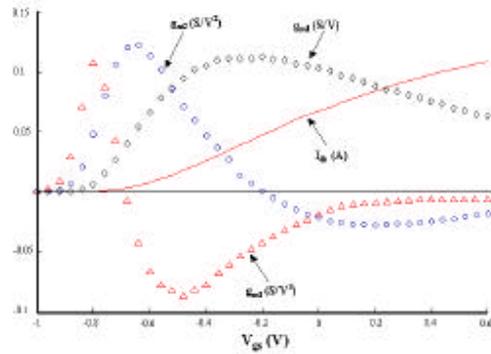


Figura 1. Característica I-V del transistor PHEMT de Agilent, ATF-35143, y derivadas ( $V_{ds}=3$  vol).

Además, el punto de polarización para la rama secundaria deberá ser un punto en el que  $g_m$  sea pequeña, de forma que la ganancia final del amplificador (con las dos ramas) no se vea apenas modificada. Si  $g_m$  es pequeña, la contribución de la rama secundaria en la señal de salida a la frecuencia fundamental, es mínima y por tanto la ganancia del amplificador con las dos ramas se mantiene igual que en el caso del amplificador sin mejora de la IMD(3).

En la Figura 2 se puede ver el diagrama del circuito con las dos ramas. Ambas presentan idéntica estructura y utilizan el transistor PHEMT de Agilent, ATF-35143, la diferencia entre ellas se

