

# Nueva Técnica de Caracterización para la Identificación por Separado de la Dispersión Frecuencial y los Efectos de Autocalentamiento en GaAs MESFET

T Fernández\*\*, J Rodríguez Tellez\*, C. Pérez Vega\*\*, A Tazón\*\* , A Mediavilla\*\*

\*University of Bradford, West Yorkshire, BD7 1DP, UK

\*\*Universidad de Cantabria, E.T.S.I.I.T, Avda Los Castros s/n 39005, Santander, Spain  
e-mail: tomas@dicom.unican.es

**Abstract:** Static, pulsed and liquid crystal measurements for a 900 $\mu\text{m}$  gate-width GaAs MESFET indicate clearly that the device has a much slower thermal response time than was previously thought. The data show that the differences observed between the static and pulsed IV characteristics of the device are due to frequency dispersion and not to thermal effects, as is sometimes assumed.

## 1. Introducción

En los últimos años las medidas pulsadas I/V se han presentado como un método para realizar la caracterización y el modelado de transistores GaAs MESFET teniendo en cuenta efectos de dispersión frecuencial y autocalentamiento [1], [2]. En la mayoría de los casos los pulsos aplicados presentan pequeñas anchuras de pulso ( $< 1\mu\text{s}$ ) y largos periodos de repetición ( $> 1\text{ms}$ ) para evitar calentar el dispositivo. En algunos trabajos [2], se indica que las diferencias existentes entre medidas pulsadas y DC de las curvas I/V se deben exclusivamente al Autocalentamiento, siendo esta aseveración no del todo correcta, como se pondrá de manifiesto en este artículo.

## 2. Medidas Realizadas Y Dispositivos

Para demostrar las hipótesis planteadas en este trabajo, se han realizado los siguientes tipos de medidas:

- Medidas I/V en DC con diferentes tiempos de retraso, utilizando el analizador de semiconductores HP4145A, el cual proporciona dicha característica.
- Medidas I/V pulsadas, pulsando solo en gate, solo en drain o en ambos terminales. Eligiendo apropiadamente la relación entre la anchura del pulso y su periodo es posible evitar el calentamiento del dispositivo [2]. Para este trabajo las medidas pulsadas se realizaron desde el punto estático ( $V_{gs} = -1\text{ V}$ ,  $V_{ds} = 0\text{ V}$ ) situado en la zona de *pinch-off* asegurando así que el punto de trabajo del dispositivo no produce ningún calentamiento al mismo

Con objeto de averiguar cual debe ser la mínima anchura de los pulsos aplicados para asegurar que no hay autocalentamiento, se llevaron a cabo diferentes medidas con diferentes anchuras de pulso y periodos de repetición, cubriendo con *crystal liquido* [3] el dispositivo y grabando de forma ininterrumpida durante largos periodos de tiempo con la ayuda de un VCR las variaciones en temperatura que pudieran observarse en dicho cristal. De esta forma pudo construirse una curva del tiempo de respuesta térmica del dispositivo, determinando las condiciones de medida en las que comienza a parecer el calentamiento.

El dispositivo utilizado fue un transistor chip proporcionado por la foundry GEC-MARCONI con unas dimensiones de 4\*225  $\mu\text{m}$ . Como rasgo principal de este dispositivo decir que presenta una tensión de *pinch-off* de -0.8 V. Para facilitar la operación del cristal líquido, el chip se situó sobre una base de alúmina de 0.63 mm de espesor, a la que fue unido utilizando técnicas de *bonding* por termocompresión. La capa de cristal líquido se mantuvo lo suficientemente delgada como para no afectar a las propiedades térmicas del transistor.

## 3. Obtención de la Respuesta Térmica del Transistor

Con el fin de determinar la mínima anchura de pulso necesaria para calentar el dispositivo se utilizó un cristal con un rango de temperatura de 27°C a 35°C, próximo a la temperatura ambiente, observando el comienzo del calentamiento en un estado anterior al que presenta una importante influencia en las características eléctricas del dispositivo. Partiendo de estas condiciones se ajustó la anchura del pulso hasta que se observó un comienzo de calentamiento en el cristal líquido. El periodo de repetición de los pulsos en este caso se mantuvo lo suficientemente largo (300ms) apreciando así la respuesta del dispositivo a un único transitorio. Los resultados de este estudio pueden observarse en la figura 1.

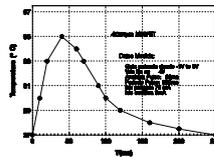


Fig. 1. Respuesta térmica del dispositivo

La figura 1 muestra los resultados para una anchura de pulso de 20ms. Esta fue la mínima anchura a la que se observó un aumento de la temperatura por encima de 27°C en el cristal líquido. Para confirmar la respuesta térmica del dispositivo con otro tipo de medidas, se midieron las características I/V en régimen de DC utilizando el sistema HP4145A variando los tiempos de retraso. Estos resultados se muestran en la figura 2.

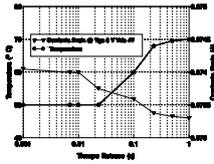


Figura 2. Corriente de Drain en función del tiempo de retraso aplicado (HP4145A).

En esta gráfica puede verse como con retrasos inferiores a 10ms no se observan cambios en la corriente de drain. Se observó también que para retrasos superiores a 1s no hay cambios en dicha corriente lo que indica que 1s es un retraso suficiente para asegurar que el dispositivo ha alcanzado el equilibrio térmico.

#### 4. Medidas Pulsadas

En la figura 3 se muestran comparaciones entre medidas pulsadas (anchura 1μs, periodo 1ms, asegurando que no se introduce autocalentamiento) y DC ( $V_{gs}=0$ ) con un retraso de 1s.

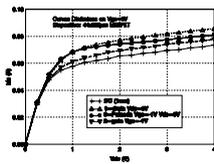


Figura 3. Corriente de drain en condiciones pulsadas y DC.

La curva 1 se corresponde al caso en el que solo se pulsa el terminal de drain, desde  $V_{ds}=0V$ ; la curva 2 se corresponde con el caso de que solo se pulsa en gate, desde  $V_{gs} = -1V$  y la curva 3 es el caso en el que pulsan ambos terminales desde ( $V_{gs}=-1, V_{ds}=0$ ). Desde un punto de vista térmico corresponden a las mismas condiciones de test, por lo que las diferencias encontradas son debidas a efectos de dispersión frecuencial. Las diferencias entre las curvas 1 y 2 se deben a la dispersión frecuencial de la conductancia de salida del dispositivo, mientras que las diferencias entre las curvas 2 y la DC se debe a los efectos de autocalentamiento y dispersión frecuencial de la transconductancia. Ha de notarse también que en la zona lineal las curvas pulsadas coinciden, con lo que se coincide con la idea presentada por otros autores de que la dispersión frecuencial en la zona lineal es mucho menos importante, sino despreciable, frente a la existente en la zona de saturación[2]. Por último hacer notar las diferencias existentes entre las curvas pulsadas en ambos terminales, 3, y las curvas obtenidas pulsando uno sólo de los terminales (1 y/o 2), diferencias que son del todo justificables atendiendo a las interacciones existentes entre la dispersión frecuencial de la transconductancia y la conductancia de salida del GaAs MESFET.

#### 5. Conclusiones

Del presente trabajo es posible extraer las siguientes conclusiones:

- No es necesario que en la medida I/V pulsada de transistores las anchuras de pulso sean pequeñas para asegurar que no hay calentamiento.
- Los resultados presentados muestran que la influencia del autocalentamiento del dispositivo es relativamente menos importante que la debida a la dispersión frecuencial.
- Las diferencias encontradas entre las características DC y pulsadas medidas son debidas en su mayor parte a la dispersión frecuencial de la transconductancia y conductancia de salida y en menor a efectos térmicos.
- El procedimiento de medidas presentado en este trabajo permite caracterizar por separado la influencia de la temperatura y de la dispersión frecuencial en GaAs MESFET.

#### 6. Referencias

- [1] Selmi, L & Ricco, B, "Modelling temperature effects of the dc-IV characteristics of GaAs MESFETs", IEEE Trans. 1993, ED-40, (2), pp. 273-277.
- [2] T Fernandez, Y Newport, J Zamanillo, A Tazon & A Mediavilla, "Extracting a bias-dependent large-signal MESFET model from pulsed I/V measurements", IEEE Trans on Microwave Theory & Techniques, Vol. 44, No. 3, March 1996, pp. 372-378.
- [3] J Rodriguez, S Laredo & RW Clarke, "Self-heating in GaAs FETs-a problem?", Microwave Jnl, Vol. 37, No. 9, Sept. 94, pp. 76-92.