

DEPENDENCIA DE LOS ESTADOS TRAMPA RESPECTO AL CAMPO ELÉCTRICO EN DISPOSITIVOS MESFET Y HEMT

J. Rodríguez-Téllez, N.T. Ali

G. Rafael, T. Fernández, A. Mediavilla,
A. Tazón

Etisalat College of Engineering,
United Arab Emirates
ntali@emirates.net.ae

Departamento de Ing. Comunicaciones.
Universidad de Cantabria, España.
grafaelv@dicom.unican.es

ABSTRACT

A new measurement procedure for observing the dependence of the frequency dispersion effect on electric field for GaAs MESFET/HEMT devices is presented. The new procedure employs a statistically based pulse I/V measurement system for observing the memory effect in these devices. The results indicate, possibly for the first time, the true extent of the effects of the traps in these devices.

1. INTRODUCCIÓN

En el presente artículo, se presenta una nueva técnica de medidas pulsadas para observar la dependencia con el campo eléctrico de la dispersión frecuencial en los transistores de AsGa. Los resultados obtenidos con el nuevo procedimiento son comparados con los datos experimentales obtenidos con métodos convencionales estáticos y pulsados para caracterización de este tipo de sistemas. Los resultados indican que el efecto de los estados trampa es más serio de lo que se había pensado hasta ahora

2. MEDIDAS Y DISPOSITIVOS

El sistema de medida utilizado para investigar la dispersión en frecuencia o efecto histéresis en los dispositivos de AsGa corresponde al utilizado por Fernández et al [1]. Para los propósitos de este artículo, las medidas más importantes realizadas con este sistema de medida fueron las siguientes:

- 1) Medidas I/V estáticas: Estas fueron realizadas con una frecuencia de barrido muy baja (1seg/punto) para considerar al máximo posible los efectos de autocalentamiento.
- 2) Medidas I/V pulsadas: Estas fueron realizadas pulsando la terminal puerta-fuente y la terminal fuente-drenador desde el punto de reposo $V_{gs}=-1V$ y $V_{ds}=0V$. Como el ancho del pulso empleado era de $1\mu s$, (con un tiempo de subida y bajada de 50ns) con un periodo de 1ms entonces los efectos de autocalentamiento no fueron relevantes, Teyssier et al [2], Parker et al [3] y Rodríguez et al [4].
- 3) Medidas pulsadas pseudo-aleatorias: Para este caso el punto de polarización fue $V_{ds}=0V$, $V_{gs}=-1V$ y se midió la corriente de drenador en el punto de polarización dinámico de $v_{ds}=3V$ y $v_{gs}=0V$. Dicha corriente se mide aplicando primeramente un pulso cuyo voltaje base sea un valor estático en DC y cuyo valor final sea un valor pseudo-aleatorio. Los terminales de puerta y drenador serán pulsados, luego se requieren 2 pulsos independientes. Las amplitudes de estos pulsos denotados como $V_{dsrandom}$ y $V_{gsrandom}$ se calculan usando un algoritmo pseudo-aleatorio. Pasado $1\mu s$ otro pulso es lanzado

cuyo voltaje base es el valor pseudo-aleatorio y cuyo valor final es el punto deseado para hacer la medida. Tan pronto como se haya alcanzado el punto a ser medido, el origen de los pulsos no se mantendrá fijo en un punto estático sino que variará de manera aleatoria, además como los pulsos no son muy anchos, no se introducen efectos de autocalentamiento. Una vez que el valor de la corriente de drenador es medido, la amplitud del pulso retorna a su condición estática. La corriente de drenador en este punto se mide nuevamente usando diferentes valores pseudo-aleatorios. Repitiendo este proceso 1000 veces se puede apreciar claramente un efecto de histéresis. Se demostrarán los resultados utilizando un dispositivo ATF13736 de Agilent Technologies y además un MESFET $4x225\mu m$ de GEC Marconi con un voltaje pinchoff de $-0.8V$

3. RESULTADOS EXPERIMENTALES

En la figura 1 mostramos la corriente de drenador del dispositivo usando el método pseudo-aleatorio en el punto de reposo $V_{gs}=-1V$ y $V_{ds}=0V$.

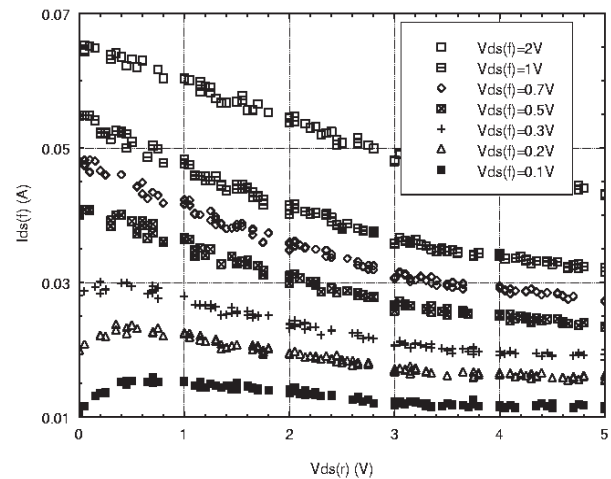


Figura 1. I_{ds} en $V_{ds}=0V$, $V_{gs}=-1V$ para un dispositivo $4x225\mu m$ de GEC-Marconi

En un artículo anterior [4] se mostró claramente que las diferencias entre la medida pulsada normal y la DC no son sólo de origen térmico, sino también debidas a los efectos de dispersión frecuencial.

Los datos pseudo-aleatorios presentados aquí refuerzan este punto y muestran que el efecto de memoria es más serio de lo que se había pensado. Se puede notar por ejemplo a partir de dichos datos, que se producen excursiones en la corriente de drenador que caen fuera del rango de valores predecibles por medidas convencionales.

Además en la figura 1 se muestra la corriente de drenador como una función de V_{ds} (aleatorio) para diferentes V_{ds} (finales). Como se puede ver, en la región lineal, la dependencia de los estados trampa con relación al campo eléctrico es tan relevante como en la región de saturación.

Como estos resultados indican un efecto de almacenamiento de carga que ocurre en el dispositivo a bajas frecuencias, los datos de la figura 1 pueden ser representados como un gráfico de Capacidad-Voltaje, usando escala logarítmica, tal como se muestra en la figura 2 para el transistor 4x225 μ m de GEC Marconi; y en la figura 3 para el ATF13736 de Agilent Technologies. Estos resultados fueron obtenidos usando un tiempo de 50ns correspondientes a los flancos de subida y bajada; el ancho del pulso fue igual a 1 μ s y el periodo fue de 1ms. Medidas independientes de capacidad usando un generador de señales (1Khz) y un osciloscopio, confirmaron los valores de capacidad obtenidos.

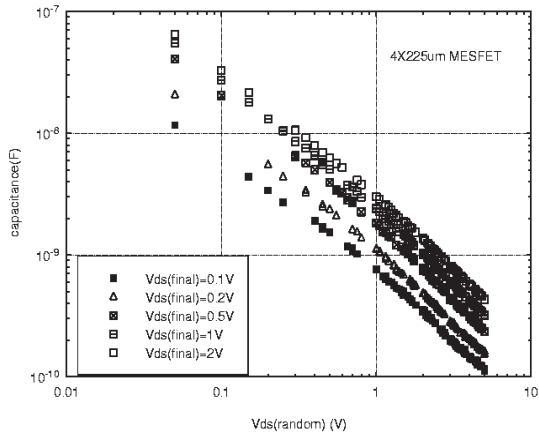


Figura 2: Capacidad obtenida de medidas pulsadas.

4. CONCLUSIONES

Se ha presentado un nuevo sistema experimental para observar la dependencia del efecto memoria, en dispositivos de Arseniuro de Galio, en relación al campo eléctrico. Los resultados se han comparado con medidas convencionales. Estos revelan un cambio muy grande en las características I/V, debido al efecto de los estados trampa, más de lo que antes se había pensado. Este comportamiento se produce en las zonas lineal y de saturación. Con el sistema diseñado en la actualidad, se está trabajando en la obtención de un modelo

gran señal para la fuente de corriente I_{ds} que permita simular con precisión los fenómenos de dispersión y dependencia con el campo eléctrico anteriormente descritos.

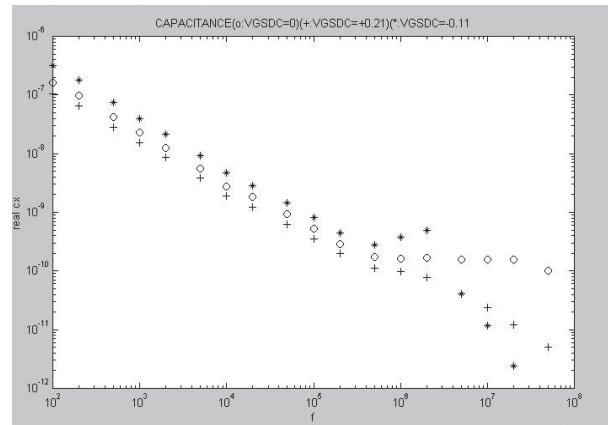


Figura 3: Capacidad frente a frecuencia para el dispositivo ATF13736 de Agilent Technologies

5. REFERENCIAS

[1] T. Fernández, Y. Newport, J.M. Zamarillo, A. Mediavilla & A. Tazón “High speed automated pulsed IV measurement system”, Sept. 93, 23rd European Microwave Conference, Madrid, pp494-496

[2] J.P. Teysier, P Bouysse, Z. Ovarch, D. Baratand, T. Peyretailade & R. Quere “40GHz/150ns versatile pulsed measurement system for microwave transistor isothermal characterisation”, Dec. 98, IEEE Trans. Microwave Theory and Techniques, Vol. 46, No. 12, pp 2043-2052.

[3] A.E. Parker & J.B. Scott “Method for determining correct timing for pulsed I/V measurement of GaAs FET’s”, Sept. 95, IEE Electronic letters, Vol. 31, pp 1697-1698.

[4] J. Rodriguez-Téllez, A. Mediavilla, T. Fernández & A. Tazón “A method for characterising frequency dispersion and thermal effects independently in GaAs FET’s”, Oct. 98, European Microwave Conference, Munich, pp.399-402