

# Medición y análisis estadístico para la caracterización de RF-MEMS.

Juan Bonaparte

Departamento de micro y nanotecnología  
Centro Atómico Constituyentes, CNEA  
Buenos Aires, Argentina

Guillermo Sentoni

Laboratorio de caracterización de microdispositivos  
UNSAM  
San Martín, Argentina

Gustavo Merletti

Departamento de micro y nanotecnología  
Centro Atómico Constituyentes, CNEA  
Buenos Aires, Argentina

**Abstract**— En este trabajo muestra la metodología empleada en la medición y caracterización de micro llaves MEMS para microondas, desarrollada en el laboratorio de caracterización de microdispositivos de la UNSAM.

**Keywords:** RF-MEMS; VNA; calibración Solt; Probe station; MicroLab.

## I. INTRODUCCIÓN

Los dispositivos MEMS para radiofrecuencia son elementos de conmutación de dos puertos del tipo shunt[1] provistos de una membrana móvil intercalada en una línea de transmisión tipo “coplanar waveguide”. El elemento móvil provoca, al ser actuado por una tensión aplicada externa, un bloqueo de la señal de entrada impidiendo que esta alcance el puerto de salida.

Durante la etapa de diseño de los RF-MEMS switches se elaboraron 6 modelos distintos de llaves para trabajar en el rango de 7 a 10 GHz. El diseño estuvo a cargo de investigadores del departamento de micro y nanotecnología del Centro Atómico Constituyentes y fabricados en FBK-IRTS de Trento, Italia, mediante un proceso planar de 7 mascaradas fotolitográficas. Una vez fabricados los dispositivos fueron caracterizados en el Laboratorio de caracterización de microdispositivos de la UNSAM donde inmediatamente surgió la necesidad de desarrollar métodos estadísticos para el manejo de grandes cantidades de datos. Tales métodos serán expuestos en el presente trabajo.

El comportamiento de los RF-MEMS switches se describe mediante la utilización de los parámetros complejos S para redes de dos puertos. Dada la simetría y pasividad de las microllaves la red puede ser descripta de forma satisfactoria solamente con los parámetros de reflexión, S<sub>11</sub>, y el de transmisión directa, S<sub>21</sub>. Debido a que los switches presentan dos estados, ON y OFF, existirán dos juegos de parámetros de reflexión y de transmisión directa. Este último parámetro aporta la mayor información del comportamiento del dispositivo por lo recibirá la mayor atención en el desarrollo del presente trabajo.

## II. FASE EXPERIMENTAL

### A. Descripción del instrumental y protocolos de medida.

Las mediciones de los micro interruptores MEMS se realizó en las instalaciones del MicroLab mediante un sistema de caracterización “on wafer” compuesto por un analizador vectorial de redes de dos puertos Agilent E8363B y una estación de prueba Süss PM8 dotado de sondas puntas modelo |Z|probe GSG500. Todo el sistema se calibró mediante un sustrato de calibración, (Süss CSR4) mediante la técnica SOLT[2] a fin de minimizar los errores sistemáticos. El instrumental fue configurado para realizar barridos entre 1GHz y 40GHz. La actuación de las microllaves se realizó utilizando una fuente de tensión programable Keithley modelo 2400.

### B. Análisis de los datos

Los datos de los parámetros de transmisión directa para los estados ON y OFF medidos fueron analizados en dos etapas. La primera es la selección de los dispositivos que se encuentran operativos. Dicha selección se realizó mediante la utilización un filtro tipo pasa no-pasa utilizando como referencia la respuesta de un modelo simple a constantes concentradas que se consideró como límite inferior del comportamiento de los dispositivos. El modelo a constantes concentradas es un simple circuito resonante serie RLC cuya frecuencia de resonancia se ajustó a los requerimientos del diseño de cada uno de los dispositivos diseñados.

La segunda parte corresponde al análisis estadístico de las muestras válidas, determinándose la media del comportamiento de los dispositivos y los alejamientos a la media de cada uno de los switches. Finalmente se desarrolló una medida estadística que permitió la comparación de distintos dispositivos y estudiar las dispersiones de las medidas respecto de la media en función de la posición de los dispositivos dentro de a oblea. Las dispersiones observadas concuerdan con lo esperado obteniéndose dispersiones mayores en los bordes de las obleas medidas y manteniéndose próximas a la media en la región central de las obleas.

- [1]. J. B. Muldavin and G. M. Rebeiz, "High isolation MEMS shunt switches—Part 1: Modeling," IEEE Trans. Microwave Theory Tech., vol. 48, pp. 1045–1052, June 1999.
- [2]. R. B. Marks, "A multiline method of network analyzer calibration," IEEE Trans. Microwave Theory Tech., vol. 39, pp. 1205–1215, July 1991.