

## INTRODUCCIÓN

Hace algunos años se filmó una película en la que un equipo de científicos tenía que viajar al interior del cuerpo humano para sanarlo antes de que los anticuerpos lo destruyera. Esto lo logran con una máquina que encoje los átomos y los reduce a micro escala, viajando en un micro submarino a través del torrente sanguíneo. En 1966, cuando se filmó dicha película (*Fantastic Voyage*) el hecho de poder reducir o fabricar un micro submarino simplemente era hablar de ciencia ficción, sin embargo, lo que poca gente sabía es que las bases para hacer posible el desarrollo de los microsistemas y las micromáquinas ya estaban dadas.

Dichas bases y motivación para lograr la miniaturización de sistemas y máquinas fueron inspiradas desde 1959 gracias a la célebre plática (*There's Plenty of Room at the Bottom: an Invitation to Enter a New Field of Physics*) del Físico estadounidense Richard Feynman conocido por muchos como el padre de la micro y nanotecnología.

A partir de entonces, el desarrollo de los Microsistemas Electromecánicos MEMS ha requerido de la investigación multidisciplinaria de las ciencias y de las ingenierías pues las aplicaciones son muy amplias y la obtención de un producto terminado tipo MEMS requiere de un ciclo de trabajo que va desde el diseño, la fabricación, la caracterización hasta el encapsulado del micro sistema. Lo que lleva a un estudio detallado para cada una de dichas etapas sin mencionar las características especiales de la tecnología necesaria para las etapas de fabricación, caracterización y encapsulado de los productos MEMS.

Cada una de las etapas son necesarias para la obtención de un producto terminado tipo MEMS, sin embargo, la etapa de caracterización se considera como crítica pues en ella se decide si el diseño inicial cumple con los requisitos necesarios, de lo contrario se tendrá que realizar una realimentación en el ciclo de desarrollo, haciendo un nuevo diseño en el que se modifiquen los parámetros necesarios que nos lleven a los rangos de operación requeridos.

Lo anterior implica distintos retos por superar, entre los que se encuentran el desarrollo de micro tecnologías no invasivas para las etapas de fabricación y caracterización, pues se requiere de la manipulación de los microsistemas MEMS sin que estos sean dañados.

Las micro tecnologías que se han desarrollado hasta el momento para la caracterización de los microsistemas MEMS están basadas en la interferometría óptica y en el efecto Doppler óptico que es precisamente la tecnología no invasiva necesaria.

Este trabajo tiene como objetivo el realizar la etapa de caracterización mecánica de una selección de MEMS fabricados bajo el proceso PolyMUMP's de MEMSCAP, haciendo uso de tecnologías ópticas no invasivas contenidas en una sola estación de trabajo llamada Analizador de Microsistemas MSA-400 desarrollado por la compañía Polytec.

Para lo anterior, este trabajo se ha dividido en 4 capítulos:

En el capítulo 1 se hace una introducción completa de los Microsistemas Electromecánicos desde sus inicios, pasando por las distintas tecnologías de micro fabricación, hasta el estado de arte de los MEMS.

En el capítulo 2 se revisa la tecnología no invasiva hasta ahora desarrollada para realizar la caracterización de los MEMS desde sus inicios hasta las últimas generaciones de dicha tecnología. En otras palabras, el capítulo 2 contiene los antecedentes de la tecnología que utiliza el analizador de Micro sistemas MSA-400 para la caracterización de los MEMS.

En capítulo 3 se explica de forma detallada las características del Analizador de Micro sistemas MSA-400, por lo que el capítulo fue dividido en las tres configuraciones del MSA-400: el Sistema de Medición Topográfica, empleado para la caracterización estática; el Analizador de Movimiento sobre el plano y El Vibrómetro de Micro escaneo, para la caracterización dinámica fuera del plano de los MEMS.

El capítulo 4 se refiere a la caracterización estática y dinámica de una selección efectuada de MEMS, explicando el principio de funcionamiento de cada uno de los MEMS y reportando los resultados obtenidos.

Finalmente, se presentan las conclusiones generales del presente trabajo.