

12. Conclusiones

A continuación se presentan las conclusiones obtenidas durante el desarrollo de todo el trabajo así como las observaciones que se consideran oportunas.

1) **Se ha presentado un estado del arte en los dispositivos generadores de micropartículas mediante la tecnología flow focusing.** En los que se engloban nebulizadores simples y múltiples, y de partículas simples y complejas, realizados mediante técnicas convencionales de mecanizado en metales, mediante procesos de fabricación microelectrónica en silicio. Usando materiales poliméricos en tecnología MEMS únicamente se presentan los simples debido a la no existencia de múltiples.

2) **En el siguiente trabajo se ha elegido un material interesante para la realización de estructuras microfluídicas. Se trata de la resina epoxy SU-8.** Dicha elección se ha tomado tras un estudio y comparación de los materiales usados para realizar tanto estructuras flow focusing por métodos convencionales, como para realizar estructuras MEMS en polímeros.

3) **También se ha presentado un estado del arte de la resina SU-8 en general y de las distintas técnicas para la realización de microestructuras en particular.** Comentado técnicas como el multiexposure, el multilayer, así como la exposición por ambas caras en caso de usar sustratos transparentes a los rayos ultravioletas. Se presenta también la realización de estructuras mediante el control del ángulo de incidencia de los rayos ultravioletas e incluso la desviación de tales rayos usando lentes grabadas en el sustrato.

4) Se ha usado como sustrato un material poco común para tales tareas y se han obtenido buenos resultados en la deposición. El sustrato utilizado es placa de PCB, FR4. Dicha elección se debe a la gran disposición de este material, a su precio y a los buenos resultados que se obtuvieron en las pruebas.

5) **Se ha diseñado un proceso de fabricación en SU-8 acorde con las condiciones del laboratorio,** del tipo de SU-8 usado y de las máquinas utilizadas. Es importante destacar que el proceso de fabricación en SU-8 no está estandarizado, y que por tanto,

cada laboratorio debe optimizar los procesos hasta llegar al que proporcione los mejores resultados.

6) **Se ha realizado la estructura microfluídica correspondiente a una tecnología flow focusing bidimensional** con la resina anteriormente comentada, se han realizado experimentos para evaluar su comportamiento. Dichos resultados experimentales han sido posteriormente comparados con los teóricos y se han obtenido los resultados esperados.

7) **Se ha realizado un amplio estudio de la estabilidad tridimensional para la tecnología flow focusing** y para el caso bidimensional se ha realizado el estudio para dispositivos simples. En este estudio se llega a la conclusión de que **en los dispositivos simples tridimensionales no existen fenómenos de inestabilidad por pérdidas de carga. Sin embargo, en los nebulizadores bidimensionales sí existe esta inestabilidad.** Dicha inestabilidad se debe a las malformaciones geométricas de algunos de los canales, este hecho hace que no haya simetría en el dispositivo en cuanto a secciones de canal y al lugar del enfoque del chorro, que en este caso se sale del eje de simetría geométrico. Pudiéndose producir por este efecto, el no enfoque del chorro o que el mismo se pegue a una de las paredes. **En cuanto a los dispositivos múltiples, las inestabilidades producidas en ambos, tanto tridimensionales como bidimensionales, son las mismas y se deben a las imperfecciones geométricas del proceso de fabricación. Se ha demostrado mediante simulaciones y resultados experimentales que tales inestabilidades se resuelven con la introducción de pérdidas de carga en el fluido enfocado.** Por extensión, en los dispositivos bidimensionales simples la inestabilidad también puede ser resuelta, pero en este caso la pérdida de carga habría que introducirla en la red de canales de enfocante, y no en la red de enfocado como se hace en el resto de los casos.

8) De este trabajo han surgido varias líneas de investigación para su mejora. Ya sea la ampliación de dicho trabajo relativa a la medida de los diámetros de las partículas, la realización de dispositivos nebulizadores múltiples en polímeros tanto 2D como 3D, también el diseño y fabricación de dispositivos generadores de partículas complejas en cualquier tipo de material y su posterior estudio de estabilidad.