

Índice de contenidos

Índice de contenidos	v
Resumen	ix
Abstract	xi
1. Introducción	1
1.1. Motivación: Hiperviscosidad Sanguínea	1
1.2. Antecedentes: El microviscosímetro capilar	4
1.3. Problemas y desafíos planteados	6
2. Modelos de viscosidad en fluidos newtonianos y no newtonianos	11
2.1. Clasificación de fluidos no newtonianos	12
2.1.1. Variables que modifican la viscosidad	12
2.1.2. Fluidos no newtonianos	13
2.1.3. Ecuaciones constitutivas	14
2.1.4. La sangre como fluido no newtoniano	16
2.2. Dinámica de fluidos en un microcanal	17
2.2.1. Fluido Newtoniano en un tubo	18
2.2.2. Fluido <i>Power Law</i> en un tubo	19
3. Fundamentos de un microviscosímetro capilar	23
3.1. Viscosímetro Capilar	23
3.1.1. Control de Presión y Control de Caudal	23
3.1.2. Mediciones con poca muestra: Microviscosímetro	25
3.2. Microviscosímetro Capilar	26
3.2.1. Llenado capilar en un microcanal	26
3.2.2. Microviscosímetro con cuatro canales	29
3.3. Microviscosímetro capilar de canal único	31
3.3.1. Llenado capilar en un canal cerrado	32
3.3.2. Fluido <i>Power Law</i> en un canal cerrado	35

4. Diseño de un microviscosímetro capilar	37
4.1. Geometría del microcanal	38
4.2. Tiempo de medición	41
4.3. Temperatura de la muestra	43
5. Fabricación de chips de microfluídica	47
5.1. Tecnologías de fabricación en microfluídica	47
5.1.1. Grabado puntual	48
5.1.2. Fotolitografía y ataque selectivo	49
5.1.3. Replicación	50
5.1.4. Otras tecnologías de bajo costo	51
5.2. Fabricación a escala wafer	52
5.3. Replicación e Inyección	64
5.4. Proceso de fabricación elegido	68
6. Prototipo de un microviscosímetro capilar	71
6.1. Hardware: Sistema Sensor	72
6.1.1. Diseño Mecánico	72
6.1.2. Electrónica de medición	73
6.2. Software: Procesamiento de imágenes	75
6.2.1. Operaciones sobre imágenes	75
6.2.2. Resta de Fondos	77
6.2.3. Enmascarado	78
6.2.4. Posición vs Tiempo	82
6.2.5. Ajuste de datos	82
6.3. Medición de viscosidad de fluidos newtonianos	83
6.3.1. Fluidos de diferente viscosidad	84
6.4. Medición de viscosidad de viscosidad de fluidos <i>Power Law</i>	85
6.4.1. Caracterizando fluidos <i>Power Law</i>	86
6.4.2. Viscosidad <i>Power Law</i> con el microviscosímetro capilar	87
6.4.3. Hacia un prototipo de campo	88
7. Perfil de velocidades de fluidos complejos en microcanales	89
7.1. Medición de perfiles de velocidad	90
7.1.1. Velocimetría de imágenes de partículas	92
7.1.2. Videomicroscopía y micro PIV de muy bajo costo	94
7.1.3. Perfil de velocidad de fluidos <i>Power Law</i>	96

8. Particularidades del llenado capilar de una gota de sangre	101
8.1. Gradiente de color en el frente de fluido	101
8.2. Capa Libre de Células y el efecto Fahraeus	103
8.3. Determinación de la Capa Libre de Células	105
8.3.1. Capa Libre de Células bajo el microscopio	105
8.3.2. Capa Libre de Células en el viscosímetro	106
8.4. Aumentando las capacidades del viscosímetro	107
8.4.1. Filtrado de células	108
8.4.2. Midiendo la capa libre de células	108
9. Conclusiones	111
9.1. Microviscosímetro capilar en el laboratorio	111
9.2. Hacia las pruebas clínicas	112
Bibliografía	115
Publicaciones asociadas	125
Agradecimiento	127