

Índice General

1	Introducción	9
1.1	Importancia del método y motivación	9
1.2	Mediciones físicas en cultivos celulares	10
1.2.1	La impedancia eléctrica como bioindicador	10
1.2.2	Cultivo de líneas celulares	11
1.2.3	Ventajas comparativas del método <i>in-vitro</i>	12
1.2.4	Comportamiento celular en un cultivo	13
1.2.5	Tamaño y forma celular	14
1.2.6	Deposición celular sobre un sustrato	16
1.2.7	Motilidad celular	16
1.3	La célula como circuito eléctrico	18
1.3.1	Inductancia y Ley de Ohm	18
1.3.2	La medición de Impedancia capacitiva como sonda biológica	19
1.3.3	Modelos Serie y Paralelo	21
1.3.4	Modelos más realistas de bioimpedancias celulares	22
2	Dispositivo Experimental	27
2.1	Introducción	27
2.2	Implementación del dispositivo experimental	28
2.2.1	Instrumentación	28
2.2.2	Configuración de los Instrumentos	30

2.2.3	Automatización del sistema de medición	30
2.3	Adquisición de datos y magnitudes obtenidas	32
2.3.1	Ruido electrónico	32
2.3.2	Amplificador <i>Lock In</i> sensible a la fase	34
2.3.3	Determinación de Z con el <i>Lock In</i>	34
3	Diseño de electrodos	39
3.1	Introducción	39
3.1.1	Uso de electrodos en biofísica	39
3.1.2	Técnicas utilizadas	40
3.1.3	Superficies de conducción expuestas	40
3.2	Construcción de electrodos	42
3.2.1	Breve descripción de las técnicas utilizadas	42
3.2.2	Base del electrodo	48
3.2.3	Deposición de la capa polimérica resistiva	49
3.2.4	Exposición a luz U.V.	51
3.2.5	Máscaras utilizadas	51
3.2.6	Revelado de los electrodos	53
3.3	Ensamble final del electrodo	54
3.3.1	Adhesión de las partes	54
3.3.2	Generación de contactos óhmicos	55
4	Desarrollo de foto-microelectrodos múltiples	57
4.1	Motivación.	57
4.2	Introducción	58
4.3	Objetivos	58
4.4	Propuesta	59
4.5	Semiconductores: una aplicación biofísica	60
4.5.1,	Descripción general de un semiconductor	60
4.5.2	Uniones <i>p-n</i> en equilibrio	61

4.5.3 Uniones $p - n$ fuera de equilibrio (polarizadas)	63
4.6 Resultados e Implementación	66
4.6.1 Diseño de la llave fotoconductor	66
4.6.2 Descripción de la celda solar estudiada. Mediciones . .	68
4.6.3 Dispositivo sugerido	71
5 Medición, Discusión y Resultados	77
5.1 Introducción	77
5.2 Rutinas de Medición	78
5.2.1 Líneas celulares utilizadas	78
5.2.2 Esterilización del material	78
5.2.3 Normas de seguridad y ambiente estéril	79
5.2.4 Preparación de la muestra a medir	79
5.2.5 Inoculación de la muestra en el electrodo	80
5.3 Mediciones de Bioimpedancia	81
5.3.1 Múltiples electrodos y múltiples frecuencias	82
5.3.2 Calibración y ajuste del dispositivo	83
5.4 Mediciones de medio sin células	86
5.5 Mediciones de medio con células	92
5.5.1 Células normales <i>CHO</i>	92
5.5.2 Remoción Celular	95
5.5.3 Células de muestras de sangre	95
5.5.4 Células tumorales	103
6 Conclusiones	109
6.1 Trabajo a Futuro	110