



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
SECRETARIA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO
DIRECCIÓN DE POSGRADO
FORMATO GUÍA PARA REGISTRO DE ASIGNATURAS

I. DATOS DEL PROGRAMA Y LA ASIGNATURA

1.1 NOMBRE DEL PROGRAMA: Programa en Red de Doctorado en Nanociencias y Micro-Nanotecnología

1.2 COORDINADOR DEL PROGRAMA: _____

1.3 NOMBRE DE LA ASIGNATURA: Sistemas Micro y Nano Electro-Mecánicos (MEMS y NEMS)

1.4 CLAVE: _____ (Para ser llenado por la SIP)

1.5 TIPO DE ASIGNATURA:

	OBLIGATORIA	<input type="checkbox"/>	OPTATIVA	<input checked="" type="checkbox"/>
	SEMINARIO	<input type="checkbox"/>	ESTANCIA	<input type="checkbox"/>

1.6 NÚMERO DE HORAS:

	TEORÍA	<input type="text" value="4"/>	PRACTICA	<input type="text"/>	T-P	<input type="text"/>
--	--------	--------------------------------	----------	----------------------	-----	----------------------

1.7 UNIDADES DE CRÉDITO:

1.8 FECHA DE LA ELABORACIÓN DEL PROGRAMA DE LA ASIGNATURA:

	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	D	m	a

1.9 SESIÓN DEL COLEGIO DE PROFESORES EN QUE SE ACORDÓ LA IMPLANTACIÓN DE LA ASIGNATURA:

	SESIÓN No.	<input type="text"/>	FECHA:	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
				D	m	a

1.10 FECHA DE REGISTRO EN SIP: (Para ser llenado por la SIP)

	d	M	a
--	---	---	---

II. DATOS DEL PERSONAL ACADÉMICO

2.1 COORD. ASIGNATURA: Dr. Luis Villa Vargas CLAVE: _____

2.2 PROF. PARTICIPANTE: Dr. Jorge Isaac Chairez Oria CLAVE: _____

Dr. Adrián Martínez Rivas CLAVE: _____

Dr. José Jorge Chanona Pérez CLAVE: _____

III. DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO DEL PROGRAMA DE LA ASIGNATURA

III.1 OBJETIVO GENERAL:

Introducir al alumno en las técnicas y procedimientos básicos para el diseño y fabricación de sistemas micro y nano electro-mecánicos (MEMS y NEMS) con aplicación en las ciencias químicas, médicas, computacionales, alimentos y medioambientales.

III.2 DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO

TEMAS Y SUBTEMAS	TIEMPO
1. Introducción	12
1.1. Fundamentos de MEMS-NEMS y bioMEMS-bioNEMS 1.1.1. Clasificación de MEMS y NEMS 1.1.2. Tipos y diseño básico de MEMS y BioMEMS 1.1.3. Tipos y diseño básico de NEMS y bioNEMS	
1.2. Clasificación y tipos de materiales micro y nanoestructurados utilizados en dispositivos MEMS y NEMS 1.2.1 Silicio monocristalino, silicio policristalino, SOI, metales, películas y recubrimientos poliméricos y biopoliméricos 1.2.2. Tipos de Micro y Nanopartículas 1.2.2.1 Origen orgánico 1.2.2.2 Origen inorgánico 1.2.2. Funcionamiento y tipos de microcantilevers 1.2.3. Tipos de Nanotubos de Carbono y de proteínas	
1.3. Propiedades eléctricas, estructurales, magnéticas, térmicas y mecánicas de micro y Nanomateriales.	
2. Estrategias de funcionalización de materiales micro y nanoestructurados.	12
2.1. Fundamentos de enlaces y descripción de fuerzas inter y biomoleculares 2.1.1. Enlaces de hidrogeno 2.1.2. Enlaces covalentes 2.1.3. Enlaces metálicos 2.1.4. Enlaces de coordinación 2.1.5. Interacción dipolo-dipolo e iónica 2.1.6. Fuerzas de Van der Waals	
2.2. Funcionalización química y biológica de materiales micro y nanoestructurados (oleas de silicio y dióxido de silicio, elastómeros, nanopartículas, nanotubos) como base para la fabricación de bioMEMS y bioNEMS.	
2.3. Técnicas de inmovilización de moléculas: adsorción física, atrapamiento o co-polimerización dentro de una matriz, entrecruzamiento, enlace covalente, interacciones electrostáticas, interacciones de afinidad.	
2.4. Funcionalización y reacciones químicas en nanotubos de carbono y nanoalambres. 2.4.1 Funcionalización covalente (carboxilación, por defectos, halogenación, hidrogenación, adición, etc.) y no covalente.	

<p>3. Técnicas de verificación de los procesos de funcionalización.</p> <p>3.1. Técnicas espectroscópicas (XPS, Ramán, IR, elipsometría)</p> <p>3.2. Técnicas de microscopía (Microscopía Confocal, Microscopía de electrónica de barrido y de transmisión, Microscopía de fuerza atómica, perfilometro).</p> <p>3.3. Técnicas Misceláneas (Electroquímica, microbalanza de cristal de cuarzo, estación de pruebas eléctricas).</p>	12
<p>4. Fundamentos de operación de MEMS y NEMS</p> <p>4.1. Principios de Micro y Nanoelectrónica.</p> <p>4.2. Principios de electroquímica.</p> <p>4.3. Principios de acústica.</p> <p>4.4. Principios de microfluídica</p>	12
<p>5. Biosensores.</p> <p>5.1. Fundamentos de Microbiología, biodetección y biosensores</p> <p>5.1.1 Principios básicos de microbiología</p> <p>5.1.2 Tipos de microorganismos (bacterias, hongos, levaduras, protozoarios, micoplasmas y virus).</p> <p>5.1.3. Métodos básicos de identificación, aislamiento, crecimiento y conservación de microorganismos patógenos de importancia en salud pública</p> <p>5.1.4 Métodos de detección y evaluación del crecimiento de microorganismos patógenos de importancia en salud pública.</p> <p>5.2. Biodetección y biosensores</p> <p>5.2.1 Introducción y conceptos básicos de biodetección</p> <p>5.2.2. Métodos de biodetección tradicionales</p> <p>5.2.2.1 Recuento de microorganismos viables totales: cuenta en placa, cámara de Neubauer.</p> <p>5.2.2.2 Métodos químicos: Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR)</p> <p>5.2.2.3 Métodos inmunológicos: Ensayo por inmunoabsorción ligado a enzimas (ELISA).</p> <p>5.2.3 Estructura y funcionamiento de biosensores</p> <p>5.2.4 Sensores y biosensores basados en MEMS y NEMS</p> <p>5.2.4.1 Métodos de detección óptica: Resonancia del Plasmón Superficial (SPR), dispersión de luz y difusión Raman (también difusión de Raman estimulada por efecto de superficie, SERS).</p> <p>5.2.4.2 Métodos de detección basados en cambio de masa: AFM, Microbalanza de Cristal de Cuarzo (QCM).</p> <p>5.2.4.3 Métodos de detección electroquímicos: amperométrico, potenciométrico, impedimétrico, conductimétrico.</p> <p>5.2.4.4 Sensores basados en ácidos nucleicos.</p> <p>5.2.4.5 Sensores basados en interacciones antígeno-anticuerpo o con fragmentos de anticuerpos (scFv).</p> <p>5.2.4.6 Sensores basados en interacciones enzimáticas y con fragmentos proteínicos.</p> <p>5.2.4.7. Sensores tipo CNT-FET (Field Emission Transistor).</p>	12
<p>6. Métodos de diseño y fabricación de sistemas micro y nano electro-mecánicos (Incluidos biológicos)</p> <p>6.1 Métodos de diseño y fabricación de microcantilevers y MEMS</p> <p>6.2. Métodos de diseño y fabricación de NEMS</p> <p>6.2.1. Arquitectura de sensores y simulación en programas informáticos (COMSOL Multiphysics y Ansys)</p> <p>6.2.2. Materiales, grabado, fotolitografía y máscaras para la fabricación de BioMEMS.</p> <p>6.3. Tópicos selectos y aplicaciones de los MEMS y NEMS.</p> <p>6.3.1. Aplicaciones en la ingeniería mecánica, eléctrica, computacional, robótica, telecomunicaciones.</p> <p>6.3.2 Aplicaciones en el área químico, ambiental</p> <p>6.3.3. Aplicaciones en medico-biológicas (salud, farmacéutica, alimentaria)</p>	12
Total	72 h

III.3 BIBLIOGRAFIA UTILIZADA EN LA ASIGNATURA

- Ajayan, P., Schadler, I. S., Braun, P. V. Nanocomposite Science and Technology. 2003
- Belin T., Epron F. Characterization methods of carbon nanotubes: a review. Materials Science and Engineering B. 2005, 119:105–118
- BioMEMS and Biomedical Nanotechnology. Editor-in-chief: Ferrari, Mauro. 2007, LXXX, 1856 p. 431 illus. 4-volume-set. ISBN 978-0-387-25561-3
- BioMEMS. Edited by Gerald A. Urban. Springer. ISBN: 9780387287317
- GRADWELL, S. E., RENNECKAR, S., ESKER, A. R., HEINZE, T., GATENHOLM, P., VACA-GARCIA, C. Surface modification of cellulose fibers: towards wood composites by biomimetics. ComptesRendusBiologies. 2004. 327, 9–10, 945–953.
- Liu S., Shen Q., Cao Y., Gan L., Wang Z., Steigerwald M., Guo X. Chemical functionalization of single-walled carbon nanotube field-effect transistors as switches and sensors.. Coordination Chemistry Reviews. 2010 254:1101–1116
- Liu S., Shen Q., Cao Y., Gan L., Wang Z., Steigerwald M., Guo X. Chemical functionalization of single-walled carbon nanotube field-effect transistors as switches and sensors.. Coordination Chemistry Reviews. 2010 254:1101–1116
- Marc J. Madou. Fundamentals of Microfabrication: The science of Miniaturization. Taylor & Francis, Inc. 2nd Edition. ISBN: 9780849308260.
- Marx, K. A. (2003). Quartz Crystal Microbalance: A Useful Tool for Studying Thin Polymer Films and Complex Biomolecular Systems at the Solution-Surface Interface. Biomacromolecules 4, 1099-1120.
- Raiteri, R., Grattarola, M., Butt, H. J., Skládal, P. (2001). Micromechanical cantilever-based biosensor. Sensors and Actuators. 79: 115-126.
- Su, L., Jia, W., Hou, C., Lei, Y. (2011). Microbial biosensors: A review. Biosensors and Bioelectronics 26, 1788-1799.
- Saya, D., Belaubre, P., Mathieu, F., Lagrange, D., Pourciel, J. B., Bergaud, C. (2005). Si-piezoresistivemicrocantilevers for highly integrated parallel force detection applications. Sensors and Actuators. A123–124: 23–29.
- Sungkanak, U., Sappat, A., Wisitsoraat, A., Promptmas, C., Tuantranon, A. (2010). Ultrasensitive detection of Vibrio cholerae O1 using microcantilever-based biosensor with dynamic force microscopy. Biosensors and Bioelectronics 26, 784–789.
- Steven S. S. Saliterman. Fundamentals of BioMEMS& Medical Microdevices. Wiley Interscience. ISBN: 9780819459770
- Tasis D., Tagmatarchis N., Bianco A., Prato M. Chemistry of Carbon Nanotubes Chem. Rev. 2006, 106:1105-1136
- Van Dorst, B., Mehta, J., Bekaert, K., Rouah-Martin, E. De Coen, W., Dubruel, P., Blust, R., Robbens, J. (2010). Recent advances in recognition elements of food and environmental biosensors: A review. Biosensors and Bioelectronics. doi:10.1016/j.bios.2010.07.033
- Velusamy, V., Arshak, K., Korostynska, O., Oliwa, K., Adley, C. (2010). An overview of foodborne pathogen detection: In the perspective of biosensors. BiotechnologyAdvances. 28: 232-254.
- Vo-Dinh, T., Cullum, B. M., Stokes, D. L. (2001). Nanosensors and biochips: frontiers in biomolecular diagnostics. Sensors and Actuators. 74: 2-11
- Weiss, J., Takhistov, P., McClements, J. (2006). Functional Materials in Food Nanotechnology. Journal of FoodScience. 71: R107-R116.
- Willemsen, O. H., Snel, M. M., Cambi, A., Greve, J., DeGroot, B. G., Figdor, C. G. (2000). Biomolecular interactions measured by atomic force microscopy. Biophysical Journal. 79: 3267-3281.
- Zhang, J., Elder, T., Pu, Y., Ragasukas, A. Facile synthesis of spherical cellulose nanoparticles. En: CarbohydratePolymers. 2007. 69:607-611.

III.4 PROCEDIMIENTOS O INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN A UTILIZAR

1. Tres exámenes parciales 50%.
2. Trabajo extraclase 20%
3. Simulación de una propuesta de sensor en equipo de cómputo 20%.
4. Diseño de un método de fabricación de un biosensor 10%.