



Subsistema de **Universidades
Politécnicas**

Manual de Asignatura

MIB-ES
REV00

FORMULARIO (Registro)

Nombre:	
Código:	
Asignatura:	
Docente:	
Día y hora clase:	

INDICACIONES

AFILIACIÓN DE LA UNIVERSIDAD	
AFILIACIÓN DEL ALUMNO	

Represión de la fuerza, como resultado de una longitud de onda en un ángulo de reflexión en un sustrato.

Evaluación de la asignatura	
Evaluación de la asignatura	

CONTENIDO DE LA ASIGNATURA	
TEMA	ACTIVIDADES
1. Introducción a la Ingeniería en Nanotecnología	1.1. Historia y desarrollo de la nanotecnología
2. Fundamentos de la nanotecnología	2.1. Síntesis de nanopartículas
3. Nanomateriales	3.1. Síntesis de nanomateriales
4. Nanodispositivos	4.1. Síntesis de nanodispositivos
5. Nanosensores	5.1. Síntesis de nanosensores
6. Nanomedicina	6.1. Síntesis de nanomedicina
7. Nanotoxicología	7.1. Síntesis de nanotoxicología
8. Nanotecnología en el medio ambiente	8.1. Síntesis de nanotecnología en el medio ambiente
9. Nanotecnología en la energía	9.1. Síntesis de nanotecnología en la energía
10. Nanotecnología en la electrónica	10.1. Síntesis de nanotecnología en la electrónica

INGENIERÍA EN
NANOTECNOLOGÍA

MICRO Y BIOSENSORES



DIRECTORIO

Mtro. Aurelio Nuño Mayer

Secretario de Educación Pública

Mtro. Efrén Rojas Dávila

Subsecretario de Educación Superior

Ing. Héctor Arreola Soria

Coordinadora de Universidades Politécnicas y Tecnológicas



PÁGINA LEGAL

Participantes


Mtro. Ricardo Cisneros Tamayo - Universidad Politécnica del Valle de México.

Primera Edición: 2010

DR © 2010 Coordinación de Universidades Politécnicas.

Número de registro:

México, D.F.



ISBN-----



ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	6
PROGRAMA DE ESTUDIOS	8
FICHA TÉCNICA.....	10
DESARROLLO DE LA PRÁCTICA O PROYECTO.....	12
INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN	14
GLOSARIO.....	14
BIBLIOGRAFÍA	16



INTRODUCCIÓN

Los sensores son elementos que miden o captan las distintas variables físicas. Existe una gran diversidad de sensores de diferentes tamaños y para distintas aplicaciones. Un ejemplo son los microsensores, dispositivos compuestos por elementos activos y pasivos que realizan diferentes funciones como percepción, procesamiento de datos, comunicación y actuación sobre el entorno.

La combinación de transductores electroquímicos realizados con la tecnología de silicio con componentes químicos y bioquímicos se ha utilizado para la fabricación de estructuras de sensores miniaturizados. Los sensores se han integrado con componentes fluidicos miniaturizados y combinado con la electrónica relacionándose con los sensores y un microcontrolador común.

Existe un gran avance en las tecnologías de microsistemas para la creación de pequeños, integrados y dispositivos fiables microtransductores en combinación con elementos sensores biológicos, lo que ha dado pauta al campo de los biosensores en la última década. Tales sistemas de micro-biosensores plantearon la expectativa de obtener una visión completa de eventos metabólicos celulares dinámicos y, posteriormente, una comprensión completa del metabolismo de la biología humana. Sin embargo, a pesar de su uso clínico generalizado, estas técnicas tienen una serie de limitaciones potenciales. Por ejemplo, un número de dispositivos de diagnóstico tiene tiempos de respuesta lentos y son gravosos para los pacientes. Por lo tanto, hay una necesidad de desarrollar tecnologías de detección más eficiente y confiable.



PROGRAMA DE ESTUDIOS

PROGRAMA DE ESTUDIO																			
DATOS GENERALES																			
NOMBRE DEL PROGRAMA EDUCATIVO		INGENIERÍA EN NANOTECNOLOGÍA																	
OBJETIVO DEL PROGRAMA EDUCATIVO		Ofrecer bajo las normas de calidad educativa, servicios de formación de profesionistas capaces de aportar soluciones adecuadas a los problemas científicos y tecnológicos que se presentan cada día en la industria y centros de investigación, mediante la formación de profesionales en el área de la nanotecnología.																	
NOMBRE DE LA ASIGNATURA		MICRO Y BIOSENSORES																	
CLAVE DE LA ASIGNATURA		MIB-ES																	
OBJETIVO DE LA ASIGNATURA		El alumno será capaz de desarrollar la capacidad del alumno para seleccionar los biosensores y microsensores de acuerdo a sus características, para aplicaciones como elementos de entrada en un nanosistema.																	
TOTAL HRS. DEL CUATRIMESTRE		90																	
FECHA DE EMISIÓN		30-oct-15																	
UNIVERSIDADES PARTICIPANTES		UPVM																	
CONTENIDOS PARA LA FORMACIÓN			ESTRATEGIA DE APRENDIZAJE										EVALUACIÓN			OBSERVACIÓN			
UNIDADES DE APRENDIZAJE	RESULTADOS DE APRENDIZAJE	EVIDENCIAS	TÉCNICAS SUBSIDIAS		ESPACIO EDUCATIVO			MOVILIDAD FORMATIVA		MATERIALES REQUERIDOS	EQUIPOS REQUERIDOS	TOTAL DE HORAS					TÉCNICA	INSTRUMENTO	TOTAL DE HORAS
			PARA LA ENSEÑANZA (PROFESOR)	PARA EL APRENDIZAJE (ALUMNO)	AULA	LABORATORIO	OTRO	PROYECTO	PRÁCTICA			TEÓRICA		PRÁCTICA					
												Presencial	NO Presencial	Presencial	NO Presencial				
UNIDAD I. GENERALIDADES DE LOS SENSORES	Al término de la unidad, el alumno será capaz de: * Explicar la definición de sensor, transductor, biosensor. * Clasificar los tipos de transductores y sensores.	ED: Lecturas comentadas. EC: Retroalimentación de ideas mediante cuadros sinópticos. EP: Entrega de un ensayo, resumen o cuestionario del contenido.	Exposición por parte del facilitador acerca de las generalidades de los sensores apoyándose en diagramas cuadro sinópticos, ilustraciones y graficas.	1.- Instrucción Programada. 2.- Experiencia estructurada. 3.- Resolución de problemas. 4.- Ejercitación	X	N/A	N/A	N/A	N/A	Pizarra, plumones, Diapositivas	Proyector, Laptop	12	0	0	0	Documental	Lista de cotejo, exámenes escritos, guía de observación.	12	
UNIDAD II. MATERIALES Y TÉCNICAS DE FABRICACIÓN AVANZADA DE DISPOSITIVOS ELECTRONICOS.	Al término de la unidad, el alumno será capaz de: * Reconocer los materiales con los cuales se pueden fabricar los dispositivos electrónicos. * Identificar las diversas formas de crear un circuito integrado. * Entender la cinética de oxidación y procesos biogénicos para la creación de dispositivos, y técnicas de dopaje.	EC: Tabla comparativa de las distintas técnicas para la fabricación de dispositivos electrónicos. ED: Lecturas complementarias. EP: Exposición de sobre un dispositivo en específico.	Exposición por parte del facilitador, estudio de los materiales diversos para elaboración de dispositivos semiconductores. Estudio de las características y metodología de los diferentes procesos de fabricación de microelectromecánica s	1.- Instrucción Programada. 2.- Experiencia estructurada. 3.- Resolución de problemas. 4.- Ejercitación	X	N/A	N/A	N/A	PRACTICA: Uso de software especializado para diseño y bocetos de microsistemas (Electric VLSI Design System, Protel, Cadence Design System, etc)	Pizarra, plumones, Diapositivas, software especializado.	Proyector, Laptop	8	2	3	2	Documental / Campo	Lista de cotejo, exámenes escritos, guía de observación.	15	
UNIDAD III. MICROSENSORES	Al término de la unidad, el alumno será capaz de: * Describir el fenómeno físico que rige el comportamiento de los diferentes sensores. * Evaluar los diferentes parámetros para obtener una respuesta dada. * Identificar las aplicaciones potenciales de los microsensores.	EC: Resolución de problemas variando los parámetros principales para cada tipo de sensor. ED: Presentación de cuestionarios y evaluaciones escritas u orales. EP: Entrega de un reporte donde explique el análisis y diseño de un sensor. EC2: Simulación de un modelo de MEMS utilizando COMSOL, ANSYS o MATLAB	Exposición por parte del facilitador, explicación sobre el principio físico del funcionamiento de los diferentes sensores, así como la respuesta en función de sus parámetros. Planteamiento de problemas.	1.- Instrucción Programada. 2.- Experiencia estructurada. 3.- Resolución de problemas. 4.- Ejercitación	X	N/A	N/A	N/A	PRACTICA: Modelado de un cantilever o microresonador utilizando software especializado (COMSOL, ANSYS, MATLAB)	Pizarra, plumones, Diapositivas	Proyector, Laptop	13	3	11	3	Documental / Campo	Lista de cotejo, exámenes escritos, guía de observación.	30	
UNIDAD IV. INTRODUCCIÓN A LOS BIOSENSORES, INMUNOSENSORES.	Al término de la unidad, el alumno será capaz de: * Identificar la variedad de anticuerpos. * Utilizar enzimas, moléculas, etc como medio de transducción. * Clasificar la variedad de inmunosensores.	ED: Lectura de artículos. EC: Tabla de sensores biológicos en función de su detección y transducción. EP: Investigación sobre el avance de los biosensores en revistas indexadas.	Exposición por parte del facilitador, Estudio introductorio a los biosensores, inmunosensores, características y clasificación.	1.- Instrucción Programada. 2.- Experiencia estructurada. 3.- Resolución de problemas. 4.- Ejercitación	X	N/A	N/A	N/A	Pizarra, plumones, Diapositivas	Pizarra, plumones, Diapositivas	Proyector, Laptop	12	5	0	0	Documental	Lista de cotejo, exámenes escritos, guía de observación.	17	
UNIDAD V. LABORATORIO EN UN CHIP (LC): BIOSENSORES.	Al término de la unidad, el alumno será capaz de: * Conocer las principales ventajas de un Laboratorio de un Chip. * Entender el principio de funcionamiento de laboratorio en un chip. * Realizar prácticas críticas	EP: Evaluación de la unidad mediante cuestionarios. EC: Debate sobre los temas desarrollados en clase a fin de obtener una retroalimentación.	Exposición por parte del facilitador, sobre las características, ventajas de crear un Laboratorio en un chip. (LC). Planteamiento de diversos casos donde aplicar un LC.	1.- Instrucción Programada. 2.- Experiencia estructurada. 3.- Resolución de problemas. 4.- Ejercitación	X	N/A	N/A	N/A	PRACTICA: Biosensores como Biosensor	Pizarra, plumones, Diapositivas	Proyector, Laptop	9	3	2	2	Documental / Campo	Lista de cotejo, exámenes escritos, guía de observación.	16	

BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS:

Handbook of Modern Sensors, Physics, Designs, and Applications 4th Edition
 TÍTULO: Handbook of Modern Sensors, Physics, Designs, and Applications 4th Edition
 AUTOR: Jacob Fraden
 AÑO: 2010
 EDITORIAL O REFERENCIA: Springer Press
 LUGAR Y AÑO DE LA EDICIÓN: USA, 2010
 ISBN O REGISTRO: 978-1-4419-6465-6

Modern Sensor Handbook
 TÍTULO: Modern Sensor Handbook
 AUTOR: Pavel Ripka, Alois Tiplak
 AÑO: 2007
 EDITORIAL O REFERENCIA: ISTE
 LUGAR Y AÑO DE LA EDICIÓN: USA, 2007
 ISBN O REGISTRO: 978-1-906269-66-8

Nanotechnology and Nanotechnology
 TÍTULO: Nanotechnology and Nanotechnology
 AUTOR: Zhou Zhaoping, Wang Zhonglin, Liu Liwei
 AÑO: 2012
 EDITORIAL O REFERENCIA: Springer
 LUGAR Y AÑO DE LA EDICIÓN: USA, 2012
 ISBN O REGISTRO: 978-3-642-38293-8

Advances in Biosensors, 1st Edition, Perspectives in Biosensors
 TÍTULO: Advances in Biosensors, 1st Edition, Perspectives in Biosensors
 AUTOR: Malhotra, Turner
 AÑO: 2003
 EDITORIAL O REFERENCIA: JAI Press
 LUGAR Y AÑO DE LA EDICIÓN: 978-04451337-3
 ISBN O REGISTRO: 978-04451337-3

Biosensors (Practical Approach Series) 2nd Edition
 TÍTULO: Biosensors (Practical Approach Series) 2nd Edition
 AUTOR: Jon Cooper, Tony Cass
 AÑO: 2004
 EDITORIAL O REFERENCIA: Oxford, University Press
 LUGAR Y AÑO DE LA EDICIÓN: Gran Bretaña, 2004
 ISBN O REGISTRO: 978-0-19-963846-1

COMPLEMENTARIA

Organo Biosensores in Sensor Applications
 TÍTULO: Organo Biosensores in Sensor Applications
 AUTOR: Bernardo, Daniel A., Owens, Róslán M., Mallaras, George G.
 AÑO: 2008
 EDITORIAL O REFERENCIA: Springer Series
 LUGAR Y AÑO DE LA EDICIÓN: 978-3-540-76314-7
 ISBN O REGISTRO: 978-3-540-76314-7





FICHA TÉCNICA

NOMBRE DE LA ASIGNATURA

Nombre:	Micro y Biosensores.
Clave:	MIB-ES
Justificación:	Esta asignatura presenta la importancia de los biosensores y microbiosensores, en el desarrollo de nuevos sistemas y procesos de nanotecnología, que en gran medida se deben a la implementación de nuevos transductores nanométricos.
Objetivo:	El alumno será capaz de desarrollar la capacidad del alumno para seleccionar los biosensores y microsensors de acuerdo a sus características, para aplicaciones como elementos de entrada en un nanosistema.
Habilidades:	Comunicar efectivamente; Saber trabajar en equipo; Ser responsable en la inspección;
Competencias genéricas a desarrollar:	Capacidad de abstracción, análisis y síntesis; Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica; Capacidad de comunicación oral y escrita.

Capacidades a desarrollar en la asignatura	Competencias a las que contribuye la asignatura
<p>Definir el cronograma del proyecto empleando tiempos estándar e históricos de cada tarea para establecer los planes de suministro de materiales y recursos humanos.</p> <p>Definir las etapas del proyecto empleando paquetes de tareas para determinar la ruta crítica, presupuesto, recursos humanos y materiales.</p>	<p>Estructurar diagrama de flujo de proceso e instrumentación, empleando el software especializado para representar el proceso de fabricación.</p> <p>Gestionar proyectos para la fabricación de nanoproduitos utilizando herramientas computacionales diseñadas para administrar las diferentes etapas de procesos de fabricación.</p> <p>Establecer los procedimientos de caracterización con base a las especificaciones técnicas del nanoproduito para evaluar las cualidades de los mismos.</p> <p>Gestionar sistemas de calidad y mantenimiento empleando las normas vigentes para mejorar el desempeño del proceso de fabricación de nanoproduitos.</p>

	Unidades de aprendizaje	HORAS TEORÍA		HORAS PRÁCTICA	
		presencial	No presencial	presencial	No presencial
Estimación de tiempo (horas) necesario para transmitir el aprendizaje al alumno, por Unidad de Aprendizaje:	GENERALIDADES DE LOS SENSORES	12	0	0	0
	MATERIALES Y TÉCNICAS DE FABRICACIÓN AVANZADAS DE DISPOSITIVOS ELECTRONICOS.	8	2	3	2
	MICROSENSORES	13	3	11	3
	INTRODUCCIÓN A LOS BIOSENSORES, INMUNOSENSORES.	12	5	0	0
	LABORATORIO EN UN CHIP (LC): BIOSENSORES.	9	3	2	2
Total de horas por cuatrimestre:	90				
Total de horas por semana:	6				
Créditos:	6				



Subsistema de
**Universidades
Politécnicas**

DESARROLLO DE LA PRÁCTICA O PROYECTO

Nombre de la asignatura:	Micro y Biosensores		
Nombre de la Unidad de Aprendizaje:	MATERIALES Y TÉCNICAS DE FABRICACIÓN AVANZADAS DE DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS.		
Nombre de la práctica o proyecto:	Diseño de un Layout de un dispositivo semiconductor.		
Número:	1/2	Duración (horas) :	5
Resultado de aprendizaje:	Crear el diseño por capas de un dispositivo semiconductor mediante el uso de software especializado.		
Requerimientos (Material o equipo):	Software especializado (Electric VLSI Design System, Proteus, Cadence Design System, etc), Computadoras, Proyector.		
Actividades a desarrollar en la práctica:			
<ul style="list-style-type: none">✓ Crear el diseño de un dispositivo semiconductor.✓ Dibujar esquemas y disposiciones (layouts) de circuitos integrados.✓ Seleccionar los materiales adecuados para crear este dispositivo.✓ Aprender a utilizar Software Especializado (Electric VLSI Design System, Proteus, Cadence Design System, etc) para el diseño de componentes electrónicos asistidos por computadora.✓ Mostrar resultados finales, conclusiones y un reporte.			
Evidencias a las que contribuye el desarrollo de la práctica:			
EP2 Simulación y/o diseño de un dispositivo semiconductor mediante software			



Subsistema de
Universidades
Politécnicas

INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN
Examen de Evaluación Micro y Biosensores.

Universidad Politécnica del Valle de México
Examen Micro y Biosensores.

Nombre: _____ Fecha: _____

Grupo: _____

Instrucciones: Responda lo que se le indique.

- a) En que consiste la técnica de oxidación térmica y explique los procesos de oxidación en la oxidación térmica. **(1 punto)**
- b) ¿En qué consiste el proceso de la fotolitografía? **(1 punto)**
- c) Se oxida una muestra de silicio en ambiente seco (O₂) durante una hora a 1200°C. (a) ¿Cuál es el espesor de óxido crecido? (b) ¿Cuánto tiempo adicional es necesario para crecer 0.1µm más de espesor en ambiente húmedo a 1200°C? a temperatura de 1200°C y para una oxidación seca se obtiene que la constante de velocidad lineal B/A es igual a 1 µm/hr mientras que la constante de velocidad parabólica B es igual a 0.052 µm²/hr, por lo tanto, la constante A=0.052µm. El espesor de óxido inicial en el caso de oxidación seca es d₀=200 Å. **(2 puntos)**

$$\text{Con: } B \equiv \frac{2DC_0}{C_1} \quad A \equiv \frac{2D}{k}$$

- d) Defina los siguientes conceptos: **(1 punto)**
- sensor
 - transductor
- e) De cuantas formas se puede dopar un material, explique cada técnica. **(1 punto)**
- f) Defina que es un MEM. **(1 punto)**
- g) Explique ampliamente la cinética de oxidación. **(1 punto)**
- h) Explique los conceptos de direccionalidad y selectividad en un proceso de grabado. **(1 punto)**
- i) ¿Qué es un biosensor? Dibuje el esquema de un biosensor, explique cada parte. **(1 punto)**

$$x^2 + 2 \frac{D}{k} x = \frac{2DC_0}{C_1} (t + \tau)$$

$$\tau \equiv \frac{\left(d_0^2 + \frac{2Dd_0}{k} \right) C_1}{2DC_0}$$

$$x = \frac{D}{k} \left(\sqrt{1 + \frac{2C_0k^2(t + \tau)}{DC_1}} - 1 \right)$$



Subsistema de
Universidades
Politécnicas

INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN

Lista de cotejo para proyecto.

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE :

DATOS GENERALES DEL PROCESO DE EVALUACIÓN.

Nombres(s) del Alumno(s)	Matrícula:	Firma del alumno(s)
Producto:	Nombre del Proyecto:	Fecha:
Asignatura: Control Estadístico de la Calidad.		Periodo Cuatrimestral:
Nombre del Docente:		Firma del Docente.

INSTRUCCIONES

Revisar las actividades que se solicitan y marquen en los apartados "SI" cuando la evidencia se cumple; en caso contrario marque "NO". En la columna "OBSERVACIONES" indicaciones que pueden ayudar al alumno a saber cuáles son las condiciones no cumplidas, si fuese necesario.

Valor del reactivo	Características a cumplir	CUMPLE		OBSERVACIONES
		SI	NO	
4%	Presentación: El trabajo cumple con los requisitos de: a) Buena presentación			
8%	b) Presenta cero errores ortográficos.			
2%	c) Mismo formato (indicado al inicio de curso)			
6%	d) Maneja el lenguaje técnico apropiado			
10%	Introducción y objetivo: la introducción y el objetivo dan una idea clara del objetivo de trabajo, motivando al lector a continuar con su lectura y revisión			
30%	Sustento Teórico: Presenta un panorama general del tema a desarrollar y lo sustenta con referencias bibliográficas y ligas de Internet, cita correctamente a los autores			
15%	Desarrollo: Cumplió con lo establecido en la práctica.			
10%	Resultados: Cumplió totalmente con el objetivo esperado.			
10%	Conclusiones: Las conclusiones son claras y acordes con el objetivo esperado.			
5%	Responsabilidad: Entregó el reporte en la fecha y hora señalada			
100%	CALIFICACION			

GLOSARIO

1. **Sensor.** Dispositivo capaz de captar o medir magnitudes físicas o cambios en el medio y proveer una respuesta de salida.
2. **Transductor.** Es un dispositivo con la capacidad de convertir una determinada manifestación de energía, en otra diferente.
3. **Dominio de la frecuencia.** Espacio para la definición de una imagen, tratada ésta como una composición de ondas sinusoidales, generado a partir de los ejes amplitud, frecuencia y dirección.
4. **Espectro electromagnético.** Sucesión creciente de longitudes de onda de todas las radiaciones conocidas.
5. **Espectro de frecuencias.** El espectro de frecuencias de un fenómeno ondulatorio (sonoro, luminoso o electromagnético), superposición de ondas de varias frecuencias, es una medida de la distribución de amplitudes relacionadas a cada frecuencia.
6. **Fotón.** Partícula elemental responsable de las manifestaciones cuánticas del fenómeno electromagnético. Es portadora de todas las formas de radiación electromagnética, tiene una masa invariante cero y viaja a la velocidad de la luz.
7. **Laser.** Acrónimo en inglés de Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation. Amplificación de luz por radiación estimulada. Dispositivo que genera un haz de luz coherente tanto espacial como temporalmente.
8. **Ley de Planck.** Relación matemática de la energía emitida por un cuerpo en función de la longitud de onda y de su temperatura absoluta.
9. **Longitud de onda.** Distancia entre dos nodos o dos valles consecutivos de una onda.
10. **Resolución.** Capacidad de un sistema sensor para distinguir información de detalle en un objeto.
11. **Ruido.** Todos aquellos errores aleatorios introducidos en la señal durante el proceso de adquisición, transmisión o grabación de la misma.

BIBLIOGRAFÍA

Básica

TÍTULO: **Handbook of Modern Sensors, Physics, Designs, and Applications 4th Edition**
AUTOR: Jacob Fraden
AÑO: 2010
EDITORIAL O REFERENCIA: Springer Press
LUGAR Y AÑO DE LA EDICIÓN: USA, 2010
ISBN O REGISTRO: 978-1-4419-6465-6

TÍTULO: **Modern Sensor Handbook**
AUTOR: Pavel Ripka, Alois Tipek
AÑO: 2007
EDITORIAL O REFERENCIA: ISTE
LUGAR Y AÑO DE LA EDICIÓN: USA, 2007
ISBN O REGISTRO: 978-1-905209-66-8

TÍTULO: **Micro Mechanical Transducers, Volume 8: Pressure Sensors, Accelerometers and Gyroscopes**
AUTOR: Min-Hang Bao
AÑO: 2004
EDITORIAL O REFERENCIA: ELSEVIER
LUGAR Y AÑO DE LA EDICIÓN: Paises Bajos, 2004.
ISBN O REGISTRO: 978-0444505583

TÍTULO: **Microsystems and Nanotechnology**
AUTOR: Zhou, Zhaoying, Wang, Zhonglin, Lin, Liwei
AÑO: 2012
EDITORIAL O REFERENCIA: Springer
LUGAR Y AÑO DE LA EDICIÓN: USA, 2012
ISBN O REGISTRO: 978-3-642-18293-8

TÍTULO: **Advances in Biosensors, 1st Edition, Perspectives in Biosensors**
AUTOR: Malhotra, Turner
AÑO: 2003
EDITORIAL O REFERENCIA: JAI Press
LUGAR Y AÑO DE LA EDICIÓN: 2003
ISBN O REGISTRO: 978-044451337-3

TÍTULO: **Biosensors (Practical Approach Series) 2nd Edition**
AUTOR: Jon Cooper, Tony Cass

AÑO: 2004
EDITORIAL O REFERENCIA: OXFORD, University Press
LUGAR Y AÑO DE LA EDICIÓN: Gran Bretaña, 2004
ISBN O REGISTRO: 978-0199638451

Complementaria

TÍTULO: **Organic Semiconductors in Sensor Applications**
AUTOR: Bernards, Daniel A., Owens, Róisín M., Malliaras, George G.
AÑO: 2008
EDITORIAL O REFERENCIA: Springer Series
LUGAR Y AÑO DE LA EDICIÓN: USA, 2008
ISBN O REGISTRO: 978-3-540-76314-7

Sitio Web