

Planificación de la Asignatura: Nanotecnología

Fecha: 23/10/2024 13:02

Código: B0869

Carrera: Bioingeniería

Departamento Académico: Bioingeniería

Docente a cargo:

Correo del docente a cargo: aguarnieri@ingenieria.uner.edu.ar

Régimen de Dictado: Cuatrimestral 1º Cuatrimestre

Carga Horaria Semanal: 6 horas semanales

Carga Horaria Total: 84 horas

Contenidos Mínimos:

Tecnología MEMS-NEMS y Mercado. Mecánica de Microfluidos. Mecanica de microactuadores. Técnicas de Simulación (FEM y CFD). Tecnología de Microfabricacion. Aplicaciones en control de flujo (micro válvulas y micro bombas, sensores). Aplicaciones en Biología y Bioquímica. Sistemas Integrados. Introducción a la Nanotecnología.

Competencias Genéricas:

Código TECNOLÓGICAS

- CT 1 1. Identificación, formulación y resolución de problemas de Bioingeniería. nivel de dominio 1 2 y 3
- CT 2 2. Concepción, diseño y desarrollo de proyectos de Bioingeniería. nivel de dominio 1 2
- CT 4 4. Utilización de técnicas y herramientas de aplicación en Bioingeniería. nivel de dominio 1 2
- CT 5 5. Contribución a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas. nivel de dominio 1 2

Código SOCIALES, POLÍTICAS Y ACTITUDINALES

- CS 1 1. Fundamentos para el desempeño en equipos de trabajo. nivel de dominio 1 2
- CS 2 2. Fundamentos para una comunicación efectiva. nivel de dominio 1 2
- CS 3 3. Fundamentos para una actuación profesional ética y responsable. nivel de dominio 1 2
- CS 4 4. Fundamentos para evaluar y actuar en relación con el impacto social de su actividad profesional en el contexto global y local. nivel de dominio 1 2
- CS 5 5. Fundamentos para el aprendizaje continuo y autónomo. nivel de dominio 1 2
- CS 6 6. Fundamentos para el desarrollo de una actitud profesional emprendedora. nivel de dominio 1 2

Competencias Específicas:

Considerando las actividades profesionales reservadas para el título de Bioingeniero establecidas por Res ME 1254/18 Anexo XIX, los estándares de acreditación de acuerdo a la Res ME 1603/04 y sus modificatoria Res ME 1555/2021, y las competencias específicas definidas por el CONFEDI - Consejo Federal de Decanos de Ingeniería «Propuesta de estándares de segunda generación - Libro Rojo» 2018, en esta asignatura se aporta al

bioingeniero en su formación profesional en los aspectos de las competencias específicas:

- * Conocer las técnicas de miniaturización (microfabricación y nanofabricación) y comparar los diferentes procesos alternativos, conociendo sus costos. CT3 nivel de dominio 1 2 y 3
- * Analizar la fabricación y funcionamiento de microdispositivos existentes como micro y nanodosificadores de drogas, micro y nanosensores, micro y nanoactuadores CT4 nivel de dominio 1 2 y 3
- * Realizar diseño con macromodelos y máscaras para tecnología actual de fabricación (CMOS, MUMPS) CT1 y CT2. CT5 nivel de dominio 1 2 y 3

Argumentación de aportes marcados en la matriz de competencias:

Se emplean dos metodologías didácticas : METODOLOGIA DEL CASO: se presenta un problema para el

DISEÑO, ANALISIS y FABRICACION (D+A+F) de un MEMS aplicado real (biomems, automotriz, etc) para lograr integrar conocimientos sin ser abarcativos. Este año se complementa con el uso de CHATGPT 4.0 para acelerar los pasos D+A+F. Además se adecuaron los procesos de fabricación en la SALA LIMPIA y una visita a la planta de fabricación de BIOMEMS en CCT-Santa Fe.

La segunda metodología es la presentación final, como es tradicional en la materia, con un mini Proyecto Final de 2 semanas, una para la realización y otra para las correcciones. También se agrega el uso de CHATGPT 4.0 como complemento al software de (D+A+F).

Correlativas Regulares para cursar:

Tercer año

Fundamentos de Tecnología Cuántica

Correlativas Aprobadas para cursar:

Segundo año

Correlativas Aprobadas para promocionar o rendir el examen final:

Segundo año

Insercion de la Asignatura en el plan de Estudios:

Nanotecnología es una asignatura electiva del Plan de estudios 2008 (RES CS N° 309/07) para la carrera Bioingeniería, programada para el 1º

Cuatrimestre del 5º o 6º año de la carrera y con una carga horaria de 84 horas/cuatrimestre.

Los contenidos de la materia fueron formulados para introducir una temática nueva para la carrera muy importante y revolucionaria en el campo de la investigación y la industria biomédica. Aun así logran una síntesis de contenidos (mecánica del continuo, materiales, mecánica y mecanismos, procesos industriales, electrónica, biología, física y química, análisis de costos) a la vez que agregan nuevos (procesos de micro y nanofabricación, simulación por elementos finitos). La integración horizontal es grande dado la necesidad de tener (o incorporar) conocimientos de instrumentación biomédica como en imágenes, procesamiento de señales, electrónica y de aportes de la biomecánica, biomateriales, economía. La integración es vertical porque requiere conocimientos sólidos de ecuaciones diferenciales parciales, computación, métodos numéricos, óptica, propagación de ondas elásticas y electromagnéticas, mecánica de fluidos, termodinámica, química inorgánica y orgánica, biología molecular. En resumen, así como la macro instrumentación biomédica y las prótesis logran la síntesis de la Bioingeniería en el actual plan de estudio, esta materia, intenta dar un resumen de lo que sería la micro/nano instrumentación y micro/nano materiales y dispositivos con mayor integración con las ciencias básicas como la química, física, matemática y biología.

Objetivo General:

Que los alumnos se introduzcan a la tecnología MEMS-NEMS (Sistemas Micro y Nanoelectromecánicos) y sus aplicaciones en Biología, Bioquímica y Medicina. Incentivar a los alumnos al desarrollo de microemprendimientos de Alta Tecnología

Objetivos Particulares:

- * Conocer las técnicas de miniaturización (microfabricación y nanofabricación) y comparar los diferentes procesos alternativos, conociendo sus costos. CT3
- * Analizar la fabricación y funcionamiento de microdispositivos existentes como micro y nanodosificadores de drogas, micro y nanosensores, micro y nanoactuadores CT4
- * Realizar diseño con macromodelos y máscaras para tecnología actual de fabricación (CMOS, MUMPS) CT1 y CT2. CT5

Programa Analítico:

Introducción a la Nanotecnología.

Nanoescala. Nanotubos de carbono. Métodos top-down y bottom-up. Definiciones (MEMS, NEMS, MST). Aplicaciones (nanoelectrónica, energía, nanomateriales). Inversión en el mundo y Argentina. Mercado Global. CT1 y CT2

Introducción a la NanoBiotecnología

Biología molecular: Genómica y proteómica.

Biotechnología. Ejemplos de BioMEMS: microPCR. Chip ADN, inmunosensores, Lab-on-a-chip.

Nanofabricación de estructuras cuánticas. El Futuro.

MEMS

MEMS en la industria automotriz, ambiental y en telecomunicaciones. BioMEMS. CT1

Teoría de microfluídica. Técnicas de actuación y materiales: piezoeléctrico, bimetálicos, efecto de memoria de forma, magnético, músculo artificial).

Técnicas de modelización. CFD y FEM. Herramientas computacionales. FEMLAB. CT2 CT4

Tecnología de micro y nanofabricación. CT4

Técnicas de fabricación de semiconductores (litografía, oxidación, PVD y CVD, implantación iónica, ataque húmedo y seco. Técnica especiales de micromaquinado (ataque isotrópico y anisotrópico, bonding, DRIE, deposición sol-gel, LIGA, electroquímico, electrotérmico, láser, e-beam).

Otras técnicas: STM y AFM, Litografía blanda. Integración de micromecánica y microelectrónica.

Sistemas de conexión y empaquetado.

Micro y nanosistemas I CT5

Impresoras chorro a tinta. Microválvulas pasivas y activas. Microbombas (actuadas por membrana y electroactuadas). Nanobombas electrokinéticas. Micro y nanosensores (flujo y presión). Aplicaciones: válvulas para drenar líquidos biológicos (ej. intraocular, cefalorraquídeo); dosificadores de drogas (ej. insulina), monitoreo implantable (ej. presión intraocular, glucosa). CT5

Micro y nanosistemas II Manipuladores de partículas con microy nanofluídica. Microreactores. FIA (Flow Injection Analysis). Biosensores. Etiquetados biomoleculares con quantum dots. Nanoencapsulamientos de drogas. Nanorecubrimientos de bioimplantes (parylene, UNCD). CT5

Segunda Parcial. Elaboración de diseño en MEMS o NEMS. CT1, 2, 3, 4 y CT5

Metodología Didáctica:

La didáctica es una disciplina de la educación de carácter teórico-práctico, cuyo objeto de estudio son los procesos de enseñanza-aprendizaje, y cuya finalidad es la formación integral del estudiante por medio de la interiorización de la cultura, en este caso de la Nanotecnología. Por ser una disciplina transversal a las ciencias, se pretende que realmente sea una interiorización integral y no meramente datos, conocimientos o prácticas.

Se establece un Modelo Participativo y Comunicativo donde el profesor orienta y guía el aprendizaje de manera participativa. Enseña, además de conocimiento y destrezas en el campo de la Nano y Micro tecnologías, herramientas y habilidades para ser poder diseñar, fabricar y testear dispositivos micro y nano en el campo biomédico y autónomo en el aprendizaje porque “todo está en internet”.

El estudiante es activo y participa del propio proceso de enseñanza-aprendizaje, sobretodo a través del TP Final integrador de los conocimientos porque el aprende lo que lo motiva y le interesa luego de elegir un tema, guiado por el profesor para que pueda ver los límites (del cursado) como de las expectativas del estudiante en cuanto a aplicación, grado de definición del proyecto, temáticas a relevar, etc.

La evaluación es continua y no sólo se valoran los exámenes, sino también los trabajos que realiza el estudiante. Esto nos permite obtener retroalimentación para controlar y corregir la calidad y eficacia del aprendizaje y de los métodos y herramientas utilizados para tal fin.

La motivación es muy importante, por lo que se hace necesario establecer una adecuada relación maestro estudiante como forma de involucrar al estudiante en el aprendizaje, busca pues una motivación intrínseca, y no meramente extrínseca, pero también que al final del cursado pueda trascender y si es de su motivación elegir la temática de la Nanotecnología. La estadística del cursado es muy alta en cuanto a este fin evidenciado por los numerosos Proyectos Finales, tesis de doctorados, becas y empleos obtenidos luego del cursado (ver <http://www.labbiomems.com/home/gente2>).

Se utiliza el medio audiovisual interactivo: las clases tanto teóricas como prácticas se realizan con todos los estudiantes y el docente con computadora y conexión a Internet. Esto permite brindar al estudiante herramientas a su alcance pero también métodos de búsqueda de información (wikipedia, google, scholar, biblioteca de la secyt, buscadores de patentes, etc.) que permiten tener a mano el conocimiento y entenderlo rápida y eficazmente. También se hace un esfuerzo en el uso confiado de lenguaje natural de la búsqueda de información – hoy posible a través de los buscadores como google. Esto permite “realmente” encontrar lo

que se busca. Para el proyecto final de la materia se presenta a los estudiantes una grilla de lo que sería un proyecto tecnológico “real” (originalidad, competencia, equipo de trabajo, recursos financieros y tiempo de ejecución) pero se deja que elijan un tema “propio” (dentro del área de la materia). Se estimula el armar equipos de trabajo pero dividiendo tareas entre los integrantes-estudiantes. Se ha incorporado software de simulación de macromodelo y de diseño de máscaras y simulación de procesos de fabricación. Varios ejemplos son proporcionados de los cuales los estudiante eligen y modifican para su aplicación particular en el ámbito biomédico. Se realizarán demostraciones de microfabricación y caracterización y visitas a la nueva SALA LIMPIA Clase 1000 (se solicitará permiso).

Por otro lado, si bien la motivación es esencial para conducir el aprendizaje, la planificación estratégica es un proceso sistemático de desarrollo e implementación de planes para alcanzar el o los objetivos tanto del estudiante, estudiantes y cursado. Podemos describirlo en 6 pasos:

- 1) Evaluar la industria, tendencias tanto de la nanotecnología, de la industria local e internacional en el ámbito del estudiante y la facultad.
- 2) Hacer una análisis FODA entre los estudiantes, el contexto local e internacional.
- 3) Analizar la visión/misión de la nanotecnología en el contexto actual, local y de cada estudiante.
- 4) Definir los objetivos del cursado y de los estudiantes.
- 5) Trabajar con tales objetivos y precisarlos en tareas específicas que sean realizables en el tiempo de cursado (Ej con un diagrama GANTT).

Formación Práctica:

Diseño de diagrama de procesos de fabricación para un dispositivo simple (sensor o actuador). 2 hrs

Simulación de un macromodelo. 2 hrs

Simulación de un modelo en elementos finitos sencillo (viga, actuador electrostático, conducción de calor). 2 hrs

Prácticas de Microfabricación y Caracterización. 4 hs

Diseño de proyecto final (diseño conceptual, diagrama de procesos, simulación macromodelo, diseño máscaras, visualización 3D). 12 hs

Listado de Actividades de Formación Práctica:

1. Introducción a software de diseño de MEMS (macromodelo y máscaras) y Simulación de macromodelos.
2. TP1 Diseño de máscaras, y procesos de fabricación. Visualización 3D. Discusión en clase sobre resultados, problemática y aplicaciones corrientes y contexto sobre otros procesos relacionados.
3. Lab BioMEMS: Procesos de microfabricación: Litografía y Sputtering.
4. Lab BioMEMS: Medición de conductividad, Perfilometría por interferometría óptica y SEM.
5. Introducción a software de simulación multifísica de ecuaciones diferenciales parciales. Simulación de dispositivos: microcanal, microsensor.
6. Presentación de proyectos, elección, planificación.
7. Coloquio: Elaboración de costos y de mercado utilizando internet. 8. Presentación de proyectos finales (power point).

Intensidad de la formación práctica

Detalle de la carga horaria total prevista para cada una de las siguientes actividades:

Actividades prácticas que aportan a las competencias específicas en el Nivel de dominio 1: 7 horas

Actividades prácticas que aportan a las competencias específicas en el Nivel de dominio 2: 7 horas

Actividades prácticas que aportan a las competencias específicas en el Nivel de dominio 3: 8 horas

Horas totales de actividades de formación práctica: 22 horas

Metodología de Evaluación Durante el cursado:

Se piden realización de trabajos prácticos. Se toma un examen parcial, con preguntas generales sobre el desarrollo teórico dado hasta el momento, y un segundo parcial en el cual se pide la presentación o avance de un proyecto de diseño de MEMS. No requiere estar finalizado pero si un estado de avance pudiendo terminarlo hasta terminar las clases (promoción directa) o cuando se presente en examen final (siendo regular).

Metodología de Evaluación en Exámenes Finales:

El alumno que no cumple con la condición de regularidad es considerado alumno libre. Método examen: 100% trabajos prácticos y aprobar presentación parcial y Trabajo Final (tanto en su versión escrita como exposición oral).

Condiciones de Regularidad :

REGULARIDAD

65% de asistencia en las clases de teoría 65% de asistencia en las clases de coloquio/prácticas Aprobar 1 parcial con 65%

PROMOCION

Entrega 100% trabajos prácticos Aprobar parcial con 65% y examen final con 80%



Cronograma de parciales durante el primer Cuatrimestre:

Primer Examen Parcial: 17 de Abril de 2024

Segundo Examen Parcial: 29 de Mayo de 2024

Recuperatorio 01: 05 de Junio de 2024

Recuperatorio 02: 12 de Junio de 2024

Cronograma de parciales durante el segundo Cuatrimestre:

Bibliografía Principal:

Básica

MICROSYSTEM DESIGN, by Stephen D. Senturia Massachusetts Institute of Technology Published by Kluwer Academic Publishers, 2001

Fundamentals of Microfabrication, The Science of Miniaturization, Sec. Edition, Marc Madou, CRC Press, 2003

The Materials Science of Thin Films, Milton Ohring, Academic Press, 1992.

Koch M., Microfluidic Technology and Applications, Research Studies Press Ltd, England, 2000.

Específica

Cleanroom Technology Fundamentals of Design, Testing and Operation W. Whyte University of Glasgow, UK JOHN WILEY & SONS, L, 2001

A single layer negative tone lift-off photo resist for patterning a magnetron sputter ed Ti/Pt/Au contact system and for solder bumps A. Voigt, M. Heinrich, K. Hauck, R. Mientus, G. Gruetzner, M. To & #776; pper, O. Ehrmann Microelectronic Engineering 78–79 (2005) 503–508

Probe Tips and Probe Holders Reference Manual, Micromanipulator, Carson City, Nevada.

Polydimethylsiloxane (PDMS) on SU-8 Mold, Standard Operating Procedure, Mechanical Engineering, Tufts University.

Computerized Interferometric Measurement of Surface Microstructure James C. Wyant and Joanna Schmit WYKO Corporation, SPIE Vol. 2782/27.

Bibliografía Complementaria:

Equipo de Cátedra:

Fabio A. Guarnieri. Prof. Adj. Ordinario Dedic. Parcial

* Sólo 1er cuatrimestre ** Se realiza trabajo de laboratorio BioMEMS en el 2do Cuatrimestre ***

Nicolas Vottero, profesional de IMVALV SA, Asistencia en SALA LIMPIA : PTLC , Santa Fe

Actividades de Investigación Gestión y Extensión:

Tesis doctorales, maestría, proyectos finales Lab BioMEMS: procesos de fabricación, escritura de proyectos para subsidios, diseño de nuevos procesos, mantenimiento página web (www.labbiomems.com) y página intraweb interna.

Requisitos de admisión para alumnos oyentes:

Materias 4to. año carrera aprobadas

Infraestructura, equipamiento y recursos necesarios:

Infraestructura necesaria: Lab de computación (software de sim macromodelos, elementos finitos, diseño de máscaras y visualización 3D). INTERNET Visita SALA LIMPIA (sea la de la FIUNER o la cita en el PTLC-Santa Fe) www.labbiomems.com

Otros:

Es importante hacer notar la necesidad de un Jefe de trabajos prácticos del laboratorio de BioMEMS para completar la formación brindada en la práctica de laboratorio. El mismo requerirá clases coordinadas, con un Jefe de trabajos prácticos de laboratorio, y presupuesto (PID) para insumos consumibles en los trabajos prácticos o pedido de financiación a cada estudiante.

Opcionalmente se puede brindar alguna vez un curso de Tópicos Avanzados para el diseño de un chip o MEMS para enviar a fabricar al exterior a través de cuentas académicas. El mismo requerirá de la compra de software específico para ello y la escritura (y aprobación) de un proyecto académico. El mismo permitirá que cada estudiante tenga un chip fabricado y su posterior testeo en el Lab BioMEMS.