



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	7
FICHA TÉCNICA.....	8
DESARROLLO DE LA PRÁCTICA O PROYECTO.....	10
INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN	13
GLOSARIO.....	14
BIBLIOGRAFÍA	15

INTRODUCCIÓN

La nanoelectrónica es la rama de la electrónica referente a la tecnología del diseño, fabricación y aplicación de dispositivos en una escala de nanómetros, referente a circuitos eléctricos, y en dispositivos como los transistores y diodos.

La nanoelectrónica también depende directamente de la nanociencia para su estudio, la síntesis de materiales y el diseño de nano estructuras; así mismo es una tecnología disruptiva, es decir, rompe paradigmas establecidos y será un referente para futuros desarrollos tecnológicos. Esto se debe por dos razones, la primera porque involucra el comportamiento de nuevas partículas que la física cuántica está descubriendo. Y la segunda, porque los dispositivos que se desarrollan a esta escala son sustancialmente diferentes a los dispositivos electrónicos tradicionales.

Entre los dispositivos nanoelectrónicos que podemos encontrar actualmente que se está investigando su aplicación están:

Los CPUs, creándolos aún más potentes que los que puedan fabricarse con técnicas de fabricación de circuitos integrados convencionales.

Se está investigando la producción energética para dispositivos que operarían *in vivo*, denominados bio-nano generadores.

Además hay un enorme interés en crear dispositivos nanoeléctricos que puedan detectar concentraciones de biomoléculas en tiempo real para su uso en la diagnosis médica. Una línea paralela de investigación persigue la creación de dispositivos nanoelectrónicos que puedan interactuar con células individuales para su uso en la investigación biológica básica.

Por todo lo anterior el alumno que curse esta materia deberá tener conocimientos de física como de electrónica, igualmente, deberá conocer a grandes rasgos su aplicación en diferentes áreas científicas.

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:	NANOELECTRONICA
CLAVE DE LA ASIGNATURA:	NAO-ES
OBJETIVO DE LA ASIGNATURA:	El alumno será capaz de analizar el funcionamiento de nanocircuitos electrónicos y sus aplicaciones en diversas áreas de la nanotecnología.
TOTAL HRS. DEL CUATRIMESTRE:	75
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 SUGERIDAS		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. INTRODUCCIÓN A LA NANOELECTRONICA	Al término de la unidad, el alumno será capaz de: * Conocer las tecnologías precedentes de la nanoelectrónica. * Aprender la terminología y conceptos básicos.	ED: Lectura comentada, EC: Demuestra lo aprendido en clase mediante una retroalimentación tipo Debate de los conceptos.	Exposición por parte del facilitador sobre la historia de la física cuántica en contraste con la física clásica. Definición de los principales conceptos, apoyados de ilustraciones en diapositivas.	1- Instrucción Programada. 2-Experiencia estructurada. 3- Resolución de problemas. 4-Ejerctacion	X	N/A	N/A	N/A	N/A	Diapositivas/ Pizarrón /Plumones	Laptop / Proyector	8	3	0	0	Documental	Lista de cotejo, exámenes escritos, guía de observación.	11	
UNIDAD II. ELECTROMAGNETISMO	Al término de la unidad, el alumno será capaz de: * Conocer las ecuaciones de Maxwell. * Entender los conceptos de potencial vectorial, potencial escalar. * Aplicar la transformación de Lorentz	ED: Mediante problemas en clase, demuestra la teoría y principios físicos adquiridos. EC: Utilizar los conceptos de teoría electromagnética para la resolución de problemas. EP: Entregar un conjunto de problemas relacionados con los temas de la unidad.	Exposición por parte del facilitador para establecer los fenómenos electromagnéticos, las ecuaciones de Maxwell, definición de potencial vectorial y escalar y aplicación de la transformación de Loretz. Resumen	1- Instrucción Programada. 2-Experiencia estructurada. 3- Resolución de problemas. 4- Ejerctacion	X	N/A	N/A	N/A	N/A	Diapositivas/ Pizarrón / Plumones	Laptop / Proyector	8	3	0	0	Documental	Lista de cotejo, exámenes escritos, guía de observación.	11	
UNIDAD III. CONCEPTOS BASICOS DE LA MECANICA CUÁNTICA	Al término de la unidad, el alumno será capaz de: * Describir los fenómenos de la radiación de cuerpo negro, luz cuántica, efecto fotoeléctrico, dispersión Compton. * Resolver la ecuación de Schrödinger para diferentes potenciales. * Aplicar el operador de Hermite.	ED: Lectura comentada, EC: Presentación de cuestionarios y evaluaciones escrita u orales. EP: Realizar un programa en MATLAB para la resolución de Ec. De Shrodinger para diferentes potenciales.	Exposición por parte del facilitador mediante diagramas, cuadros sinopticos para describir los principales fenómenos cuánticos.	1- Instrucción Programada. 2-Experiencia estructurada. 3- Resolución de problemas. 4- Ejerctacion	X	N/A	N/A	N/A	X	Diapositivas/ Pizarrón / software de simulación (MATLAB)	Laptop / Proyector	6	2	3	2	Documental/Campo	Lista de cotejo, exámenes escritos, guía de observación, prácticas en software especializado	13	
UNIDAD IV. APLICACIONES DE LA MECÁNICA CUÁNTICA	Al término de la unidad, el alumno será capaz de: * Resolver el pozo cuántico en 1D. * Explicar el fenómeno del tunelamiento cuántico. * Resolver el oscilador armónico en 1D. * Conocer sobre el potencial periódico en 1D. * Calcular la zona de Brillouin. * Aplicar la estadística cuántica y Conocer el spin magnético.	EC: Aplicar los conceptos adquiridos a la resolución de problemas de la presente unidad. EC: Resolver problemas en clase y retroalimentación de forma oral y escrita. EP: Entrega de problemas como tarea.	Exposición por parte del facilitador para resolver el potencial periódico y sus aplicaciones en la mecánica cuántica	1- Instrucción Programada. 2-Experiencia estructurada. 3- Resolución de problemas. 4- Ejerctacion	X	N/A	N/A	N/A	X	Diapositivas/ Pizarrón / software de simulación (MATLAB)	Laptop / Proyector	12	2	4	2	Documental/Campo	Lista de cotejo, exámenes escritos, guía de observación, prácticas en software especializado	20	
UNIDAD V. NANO-DISPOSITIVOS	Al término de la unidad, el alumno será capaz de: * Entender el funcionamiento de Diodo Esaki, el transistor de electron individual. * Describir el fenómeno de tunelamiento resonante y bloqueo coulomb. * Conocer los dispositivos de baja dimensionalidad.	ED: Lectura comentada, EC1: Mediante Diagramas y gráficas explicar el comportamiento de los nano-dispositivos. EC2: Simulación de nano-dispositivos usando MATLAB, ANSYS o COMSOL. EP: Entrega de un proyecto donde el alumno aplique el conocimiento adquirido durante todo el curso.	Exposición por parte del facilitador, estudio de diferentes nano dispositivos aplicando como base las unidades anteriores.	1- Instrucción Programada. 2-Experiencia estructurada. 3- Resolución de problemas. 4- Ejerctacion	X	N/A	N/A	X	N/A	Diapositivas/ software de simulación (MATLAB)	Laptop / Proyector	10	2	6	2	Documental/Campo	Lista de cotejo, exámenes escritos, guía de observación, prácticas en software especializado	20	

BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS:

Nanoelectronics and Nanosystems from Transistors to Molecular and Quantum Devices
 TÍTULO: Nanoelectronics and Nanosystems from Transistors to Molecular and Quantum Devices
 AUTOR: Dr.-Ing. Karl Gosser, Dr.-Ing. Peter Glöckner, Dipl.-Ing. Jan Dienstuhl
 AÑO: 2004
 EDITORIAL O REFERENCIA: Springer
 LUGAR Y AÑO DE LA EDICIÓN: Garmarby, 2004
 ISBN O REGISTRO: 978-3-642-04643-9

Introduction to Nanoelectronics, Solenons, Nanotechnology, Engineering, and Applications
 TÍTULO: Introduction to Nanoelectronics, Solenons, Nanotechnology, Engineering, and Applications
 AUTOR: V. V. Mish, V.A. Kochalap and M.A. Strocio.
 AÑO: 2008
 EDITORIAL O REFERENCIA: Cambridge Press
 LUGAR Y AÑO DE LA EDICIÓN: USA, 2007
 ISBN O REGISTRO: 978-0-521-88172-2

COMPLEMENTARIA

INTRODUCTION TO QUANTUM ELECTRONICS
 TÍTULO: INTRODUCTION TO QUANTUM ELECTRONICS
 AUTOR: H.G. Linger.
 AÑO: 1970
 EDITORIAL O REFERENCIA: Pergamon Press
 LUGAR Y AÑO DE LA EDICIÓN: Hungaria, 1970
 ISBN O REGISTRO: 78-860534

Quantum Physics of Atoms, Molecules, Solids, Nuclei, and Particles
 TÍTULO: Quantum Physics of Atoms, Molecules, Solids, Nuclei, and Particles
 AUTOR: Robert Eisberg, Robert Resnick.
 AÑO: 1985
 EDITORIAL O REFERENCIA: John Wiley
 LUGAR Y AÑO DE LA EDICIÓN: 1985
 ISBN O REGISTRO: 978-0471873730

Problems in Quantum Mechanics: With Solutions 1st Edition
 TÍTULO: Problems in Quantum Mechanics: With Solutions 1st Edition
 AUTOR: Gordon Leslie Squires
 AÑO: 1995
 EDITORIAL O REFERENCIA: Cambridge University Press
 LUGAR Y AÑO DE LA EDICIÓN: Reino Unido, 1995
 ISBN O REGISTRO: 978-0521878505



FICHA TÉCNICA

NOMBRE DE LA ASIGNATURA

Nombre:	Nanoelectrónica
Clave:	NAO-ES
Justificación:	Esta materia proporciona los elementos necesarios para analizar los circuitos nanoelectrónicos que intervienen en la implementación y desarrollo de sistemas nanoestructurados, a su vez contribuye en el diseño de la electrónica orientada a nuevas aplicaciones.
Objetivo:	El alumno será capaz de analizar el funcionamiento de nanocircuitos electrónicos y sus aplicaciones en diversas áreas de la nanotecnología.
Habilidades:	Comunicar efectivamente; Saber trabajar en equipo; Ser responsable en la inspección; Conocer las herramientas básicas del control de calidad; Conocer técnicas de muestreo.
Competencias genéricas a desarrollar:	Gestionar proyectos empleando software diseñado para administrar las etapas de instalación de maquinaria y equipo para producir nanoproduitos (nanomateriales, dispositivos nanotecnológicos y bionanosensores)

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:	INTRODUCCIÓN A LA NANO ELECTRONICA	8	3	0	0
	ELECTROMAGNETISMO	8	3	0	0
	CONCEPTOS BASICOS DE LA MECANICA CUÁNTICA	6	2	3	2
	APLICACIONES DE LA MECÁNICA CUÁNTICA	12	2	4	2
	NANO-DISPOSITIVOS	10	2	6	2
Total de horas por cuatrimestre:	75				
Total de horas por semana:	5				
Créditos:	5				

DESARROLLO DE LA PRÁCTICA O PROYECTO

Nombre de la asignatura:	Nano-electrónica.		
Nombre de la Unidad de Aprendizaje:	CONCEPTOS BASICOS DE LA MECANICA CUÁNTICA		
Nombre de la práctica o proyecto:	Solución a la Ecuación de Schrödinger con distintos potenciales.		
Número:	1/2	Duración (horas) :	5
Resultado de aprendizaje:	Conocer la importancia de resolver la ecuación de Schrödinger y sus posibles aplicaciones a la nanoelectrónica.		
Requerimientos (Material o equipo):	Software de Programación (MATLAB), Computadoras, Proyector.		
Actividades a desarrollar en la práctica:			
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Análisis y solución de la ecuación de Schrödinger. ✓ Empleo de Software de Programación (MATLAB o C). ✓ Graficar las soluciones. ✓ Interpretación de resultados. ✓ Conclusiones. 			
Evidencias a las que contribuye el desarrollo de la práctica:			
EP: Realizar un programa en MATLAB para la resolución de Ec. De Schrödinger para diferentes potenciales. Formula un plan de muestreo con base en atributos.			



DESARROLLO DE LA PRÁCTICA O PROYECTO

Nombre de la asignatura:	Nano-electrónica.		
Nombre de la Unidad de Aprendizaje:	APLICACIONES DE LA MECÁNICA CUÁNTICA		
Nombre de la práctica o proyecto:	Solución del Potencial Periódico con Métodos numéricos.		
Número:	2/2	Duración (horas) :	6
Resultado de aprendizaje:	Resolver el potencial periódico. Estudiar el tunelamiento.		
Requerimientos (Material o equipo):	Software de Programación (MATLAB), Computadoras, Proyector.		
Actividades a desarrollar en la práctica:			
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Análisis y solución de la ecuación de Schrödinger. ✓ Empleo de Software de Programación (MATLAB o C). ✓ Graficar las soluciones. ✓ Interpretación de resultados. ✓ Conclusiones. 			
Evidencias a las que contribuye el desarrollo de la práctica:			
EP. Entregar de código fuente de la solución del potencial periódico.			



Subsistema de
Universidades
Politécnicas

INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN Examen de Evaluación.

UNIVERSIDAD POLITECNICA DEL VALLE DE MÉXICO ING. EN NANOTECNOLOGÍA. Examen de Evaluación NANO ELECTRONICA.

Nombre: _____

Grupo: _____ Fecha: _____

Instrucciones: Responda a lo que se le pide.

1. Demuestre que las siguientes resistividades son equivalentes. **(2 puntos)**

$$R = \rho \frac{l}{A}; \quad \rho = \frac{E}{J}$$

2. Diseñe una línea de transformación eléctrica de 2km de largo, que soporta 75A, con una pérdida de energía de 6MW, con una conductividad de $5.98 \times 10^5 \Omega^{-1} \text{cm}^{-1}$. **(2 puntos)**.
3. Calcule las siguientes energías o longitudes de onda según corresponda. **(1 punto)**.

$$\begin{array}{ll} 680\text{nm} \rightarrow E & 1.12 \text{ eV} \rightarrow \lambda \\ 0.67\text{eV} \rightarrow \lambda & 520\text{nm} \rightarrow E \end{array}$$

4. ¿Qué es un semiconductor orgánico, mencione las diferencias con los semiconductores inorgánicos? **(1 punto)**.
5. ¿Qué es un fullereno y cuantos carbonos y cuantos pentagonos tiene una estructura que consta de 30 hexágonos? **(1 punto)**.
6. Explique y escriba la función de fermi-dirac, función de densidad de estados y el producto de estas dos. **(1.5 punto)**.
7. Explique que es un nanotubo de carbono, sus propiedades y como distinguir las tres categorías. **(1 punto)**.
8. En la función de distribución fermi-dirac, Evalúe: $E = E_F - 2KT$, $E = E_F + 2KT$ y que sucede cuando tenemos $E \ll E_F$, $E \gg E_F$. Grafique. **(1.5 puntos)**



Subsistema de
Universidades
Politécnicas

INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN

Lista de cotejo para proyecto nanoelectrónica.

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. **Nanoelectrónica.** Se refiere al campo de estudio que se encarga de la exploración, entendimiento y explotación de las características y propiedades de dispositivos electrónicos, que tienen dimensiones nanométricas.
2. **Semiconductor.** Es un elemento que tiene una conductividad eléctrica entre los valores de un conductor y un aislante, es decir se puede comportar como un conductor o un aislante dependiendo de diversos factores como la temperatura o campo eléctrico, etc.
3. **Transistor.** Es un dispositivo semiconductor que tiene como función amplificar, oscilar o conmutar el flujo de la corriente entre dos terminales debido a la variación de corriente o voltaje.
4. **Diodo.** Dispositivo electrónico semiconductor de dos terminales que conduce solo en una dirección.
5. **Nanociencias.** Integración de ciencias como la física, química, biología, que se dedica a estudiar y entender los fenómenos cuánticos en estructuras y sistemas formados de materiales extremadamente pequeños.
6. **Nanotecnología.** Ciencia que interviene en el estudio, diseño, la producción y el empleo de estructuras, sistemas y objetos que se encuentran en escala nanométrica.
7. **Optoelectrónica.** Rama de la electrónica que estudia los dispositivos que responden a la interacción de la luz. Es decir, es productor de l
8. **NEMS.** Nano-electro-mecanismo.
9. **MEMS.** Micro-electro.mecanismo.

BIBLIOGRAFÍA

Básica

TÍTULO: Nanoelectronics and Nanosystems from Transistors to Molecular and Quantum Devices
AUTOR: Dr.-Ing. Karl Goser, Dr.-Ing. Peter Glösekötter, Dipl.-Ing. Jan Dienstuhl
AÑO: 2004
EDITORIAL O REFERENCIA: Springer
LUGAR Y AÑO DE LA EDICIÓN: Germany, 2004
ISBN O REGISTRO: 978-3-540-40443-9

TÍTULO: Introduction to Nanoelectronics, Science, Nanotechnology, Engineering, and Applications
AUTOR: V. V. Mitin, V.A. Kochelap and M.A. Strocio.
AÑO: 2008
EDITORIAL O REFERENCIA: Cambridge Press
LUGAR Y AÑO DE LA EDICIÓN: USA, 2007
ISBN O REGISTRO: 978-0-521-88172-2

TÍTULO: Advanced NANOELECTRONICS
AUTOR: Razali Ismail, M. T. Ahmadi, S. Anwar.
AÑO: 2013
EDITORIAL O REFERENCIA: CRC Press
LUGAR Y AÑO DE LA EDICIÓN: USA, 2013
ISBN O REGISTRO: 978-1-4398-5681-9

TÍTULO: INTRODUCTION TO QUANTUM ELECTRONICS
AUTOR: H.G. Unger.
AÑO: 1970
EDITORIAL O REFERENCIA: Pergamon Press
LUGAR Y AÑO DE LA EDICIÓN: Hungaria, 1970
ISBN O REGISTRO: 76-86534

Complementaria

TÍTULO: Quantum Physics of Atoms, Molecules, Solids, Nuclei, and Particles
AUTOR: Robert Eisberg, Robert Resnick.
AÑO: 1985
EDITORIAL O REFERENCIA: John Wiley
LUGAR Y AÑO DE LA EDICIÓN: 1985

ISBN O REGISTRO: 978-0471873730

TÍTULO: **Problems in Quantum Mechanics: With Solutions 1st Edition**

AUTOR: Gordon Leslie Squires

AÑO: 1995

EDITORIAL O REFERENCIA: Cambridge University Press

LUGAR Y AÑO DE LA EDICIÓN: Reino Unido, 1995

ISBN O REGISTRO: 978-0521378505

Sitio Web