|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDASFACULTAD DE INGENIERIA SYLLABUS  **INGENIERÍA ELECTRÓNICA** | | | |
| **NOMBRE DEL DOCENTE:** | | | | |
| **ESPACIO ACADÉMICO (Asignatura):**  **Física de Semiconductores**  **Obligatorio ( x ) : Básico ( x ) Complementario ( )**  **Electivo ( ): Intrínsecas ( ) Extrínsecas ( )** | | | **CÓDIGO:** 507002 | |
| **NUMERO DE ESTUDIANTES:** | | | **GRUPO:** | |
| **NÚMERO DE CREDITOS: 3** | | | | |
| **TIPO DE CURSO: TEÓRICO x PRACTICO TEO-PRAC:**  *Alternativas metodológicas:*  *Clase Magistral ( x ), Seminario ( ), Seminario – Taller ( ), Taller ( ), Prácticas ( ), Proyectos tutoriados ( ), Otro: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_* | | | | |
| HORARIO: | | | | |
| **DIA** | | HORAS | | **SALON** |
|  | |  | |  |
| 1. **JUSTIFICACIÓN DEL ESPACIO ACADÉMICO** | | | | |
| La electrónica es la ciencia que estudia la interacción entre los electrones y otras partículas cargadas con campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos, y se basa en la física de los dispositivos electrónicos y equipos (al vacío, semiconductores y otros), utilizados para la transmisión, procesamiento y almacenamiento de la información.  Las principales orientaciones de desarrollo de la electrónica son: vacío, de estado sólido y la electrónica cuántica.  La Física de Semiconductores estudia los problemas relacionados con las propiedades de materiales sólidos (semiconductores, dieléctricos, etc.), la influencia de las impurezas en estas propiedades y las características estructurales del material de estudio, las propiedades de superficies e interfaces entre las capas de diferentes materiales, la creación de regiones del cristal con diferente conductividad, la creación de heterouniones, la creación de dispositivos de microelectrónicos y nanoelectrónicos (nanoelectrónica).  Las principales áreas de la electrónica de estado sólido son: electrónica de semiconductores asociados con el desarrollo de varios tipos de dispositivos semiconductores y la microelectrónica asociados con el desarrollo de circuitos integrados. | | | | |
| 1. **PROGRAMACION DEL CONTENIDO** | | | | |
| **OBJETIVO GENERAL** | | | | |
| Conocer las propiedades eléctricas, ópticas de los sólidos desde las leyes de la Física Moderna y la Mecánica Cuántica  Estudiar y valorar el efecto de los parámetros físicos (temperatura, concentración de impurezas, etc.) sobre las propiedades eléctricas y ópticas de los materiales | | | | |
| **OBJETIVOS ESPECÍFICOS** | | | | |
| Conocer, entender y resolver problemas de Física Moderna  Estudiar la ecuación de Schrödinger y sus aplicaciones  Conocer la teoría de la cristalografía básica  Estudiar las diferentes soluciones del electrón en un potencial periódico  Conocer las propiedades físicas que se derivan de la solución del electrón en un potencial periódico  Conocer el efecto del dopaje con impurezas sobre las propiedades eléctricas del material  Desarrollar un modelo de conducción eléctrica  Conocer las leyes del transporte de carga en los sólidos  Resolver problemas sobre conducción eléctrica en función de los diferentes parámetros que la afectan  Desarrollar y obtener modelos ideales y reales de dispositivos a partir de las leyes conocidas (Diodo de unión PN, BJT, FET, dispositivos optoelectrónicos) | | | | |
| Resultados de aprendizaje  Demostrar una comprensión de los conocimientos básicos sobre la Física Moderna.  Demostrar una comprensión de los conocimientos básicos sobre la Mecánica Cuántica.  Demostrar una comprensión de los conocimientos básicos de la Física de Semiconductores.  Demostrar habilidades de comunicación oral y escrita en la socialización de temas relacionados con los fenómenos físicos relacionados con la Física Moderna, la Mecánica Cuántica y la Física de Semiconductores.  Aplicar los fundamentos de los dispositivos de estado sólido en problemas de diseño.  Utilizar una amplia gama de recursos impresos, electrónicos y tecnologías de la información para apoyar su estudio sobre las leyes de la Física de Semiconductores y presentar esos resultados en el contexto de la comprensión actual de tales fenómenos físicos.  Demostrar una comprensión del impacto de la física y la ciencia en la sociedad.  Demostrar razonamiento lógico, práctico y estructurado en la solución de problemas.  Seleccionar, clasificar, relacionar y aplicar la información pertinente para cada caso de análisis.  Aplicar correctamente las técnicas, herramientas matemáticas y estadísticas en el análisis de problemas  Manifestar en la propuesta de soluciones un compromiso permanente con la sociedad.  Implementar nuevas metodologías y estrategias en la solución de problemas.  Demostrar una comprensión del impacto de la física y la ciencia en la sociedad. | | | | |
| **PROGRAMA SINTÉTICO:**  FUNDAMENTOS DE FÍSICA MODERNA  INTRODUCCIÓN A LA MECÁNICA CUÁNTICA ESTRUCTURA CRISTALINA INTRODUCCIÓN A LA MECÁNICA ESTADÍSTICA  BANDAS DE ENERGÍA Y PORTADORES DE CARGA EN SEMICONDUCTORES MODELOS DE CONDUCCIÓN ELÉCTRICA EN SEMICONDUCTORES DISPOSITIVOS SEMICONDUCTORES  Nuevos dispositivos | | | | |
| **III: ESTRATEGIAS** | | | | |
| **Metodología Pedagógica y Didáctica:**  Las actividades del aula se fundamentan en una metodología de interacción y participación entre el profesor y los estudiantes, y de los estudiantes entre sí; las explicaciones por parte del profesor y el trabajo guiado en la solución de problemas son algunas de las acciones que nos permitan ir alcanzando los logros de manera gradual. La Física es una asignatura que exige una gran capacidad de trabajo y dedicación por parte del estudiante. Para obtener los objetivos propuestos cada estudiante debe comprometerse a desarrollar una parte del trabajo individual en casa, este componente deberá complementar el trabajo del aula.   |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | |  |  | Horas |  | Horas profesor/semana | Horas  Estudiante/semana | Total Horas  Estudiante/semestre | Créditos | | **Tipo de Curso** | TD | TC | TA | (TD + TC) | (TD + TC +TA) | 16 semanas |  | |  | 3 | 1 | 2 | 4 | 6 | 96 | 2 |   ***Trabajo Presencial Directo (TD)***: trabajo de aula con plenaria de todos los estudiantes.  ***Trabajo Mediado\_Cooperativo (TC)***: Trabajo de tutoría del docente a pequeños grupos o de forma individual a los estudiantes.  ***Trabajo Autónomo (TA):*** Trabajo del estudiante sin presencia del docente, que se puede realizar en distintas instancias: en grupos de trabajo o en forma individual, en casa o en biblioteca, laboratorio, etc.) | | | | |
| **IV. RECURSOS** | | | | |
| **Medios y Ayudas:**  Tablero, marcadores, videobeam, Aula Virtual en Moodle, computadores, etc.   |  | | --- | | **BIBLIOGRAFÍA** | | **TEXTOS GUÍA** | | Streetman B G. and Banerjee S., Solid state electron devices, Prentice-Hall, 2000.  Sze S. M., Physics of Semiconductor Devices. John Wiley & Sons. 1981. | | **TEXTOS COMPLEMENTARIOS** | | C. Kittel. *Introduction to Solid State Physics*, John Wiley & Sons.  N. W. Ashcroft & N. D. Mermin, *Solid State Physics,* Holt-Saunders, Philadelphia, 1976.  F. C. Brown, *Física de los sólidos*. Reverté, Barcelona, 1970.  C. Kittel, *Introducción a la física del estado sólido,*. Reverté, Barcelona, 1976.  J. P. McKelvey, *Física del Estado Sólido y Semiconductores,* Limusa, México, 1993.  J. Singh. *Dispositivos semiconductores*, Mcgraw-Hill, 1997.  J. Singh. *Optoelectronics: An introduction to materials and devices*, Mcgraw-Hill, 1996.  O. E. Animalu*. Intermedite quantum theory of cristalline solids*, Prentice Hall, 1981.  G. W. Neudeck. *The PN junction diode, Modular series on solid state devices*, Adisson Wesley, 1989.  R. A. Smith. *Semiconductors*, Cambridge University Press. 1982.  O. Madelung. *Physics of solid state*, Springer-Verlag, 1972.  S. Dimitriyev. *Understanding Semiconductor Devices, The Oxford Series in Electrical and Computer Engineering,* 2000.  J. T. Verdeyen. *Laser Electronics*, Prentice-Hall, 1994.  Mauricio García Castañeda *et al*., *Introducción a la Física Moderna*, U. N., 1988  R. Serway, *Physics for Scientists & Engineers*, Saunders College Publishing, 3° Edition, 1990  R. Serway *et al., Physics for Scientists & Engineers*, Saunders College Publishing, 5° Edition., 2000 | | **ARTÍCULOS** | | Levi, B. G., “What’s the shape of things to come in semiconductors”. *Physics Today, 45,* pp. 17+, Sep. 1992.  Bate R. T., “The quantum-effect device: Tomorrow’s transistor?”. *Scientific American, 258,* pp. 96-100, Mar. 1988  Capasso, F. & Datta, S., “Quantum electron devices”, *Physics Today,* 43, pp. 74-82, Feb. 1992.  Chang L. L. & Esaki, L., “Semiconductor quantum heterostructures”. *Physics Today, 45,* pp.36-43, Oct. 1992.  Drummund, T. J., *et al*, “Quantum tailored solid-states devices”. *IEEE Spectrum, 25,* pp. 33-37, Jun. 1988.  Sundaram, M., *et al*., “New quantum structures”. *Science, 254,* pp. 1326.-35, Nov. 29, 1991.  Crow, J. D., “Optical interconnects speed interprocessor nets”. *IEEE Circuits and Devices* *Magazine,* 7, pp.2O~25, Mar. 1991.  Leheny, R. E., “Optoelectronic integration: A technology for future telecommunications systems”. *IEEE Circuits and devices Magazine, 5,* pp. 3841, May. 1989.  Frensley, W. R., “Gallium Arsenide transistors”. *Scientific American, 257,* pp. 80-87, Aug. 1987.  Dambkes, H., “Gallium Arsenide HEMTs for Low-Noise GHz communication engineering”. *Microelectronics journal,* 20, pp. 1-6, Sep.-Oct. 1989.  Morkoc, H., “The HEMT: *A* superfast transistor”. *IEEE Spectrum,* 21, pp. 28-35, Feb. 1984.  Drummund, T J. *et al.,* “Modulation-Doped GaAs(Al,Ga)As Heterojunction Field-Effect Transistors: MODFETs”. *Proceedings of the IEEE, 74,* pp. 773-822, Jun. 1986. | | **AULA VIRTUAL EN MOODLE:** <http://ingenieria.udistrital.edu.co/moodle/course/category.php?id=23&perpage=50&page=1> | | | | | |

|  |
| --- |
| **V. ORGANIZACIÓN / TIEMPOS** |
| Se recomienda trabajar una unidad cada cuatro semanas, trabajar en pequeños grupos de estudiantes, utilizar Internet para comunicarse con los estudiantes para revisiones de avances y solución de preguntas (esto considerarlo entre las horas de trabajo cooperativo). |
| **Espacios, Tiempos, Agrupamientos:**   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | **PROGRAMA SINTÉTICO** | **SEMANAS ACADÉMICAS** | | | | | | | | | | | | | | | | | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** | **11** | **12** | **13** | **14** | **15** | **16** | | **Fundamentos de Física Moderna**  Radiación del cuerpo negro  Espectros de absorción y emisión  Series espectrales del átomo de hidrogeno  Modelo de Bohr del átomo de hidrógeno |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | **Efecto Compton**  **Efecto fotoeléctrico** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | **Propiedades ondulatorias de la materia**  Experimento de Young con un rayo de electrones  Principios de incertidumbre de Heisenberg |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | **Mecánica Cuántica Ondulatoria**  Ecuación de Schrödinger  Operadores mecanocuánticos  Aplicaciones de la Ecuación de Schrödinger |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | **Introducción de la Física del Estado Sólido**  Elementos de cristalografía  Difracción de Rayos X en los cristales  Enlaces  Propiedades eléctricas de los sólidos  Comportamiento de los electrones en cristales  Vibraciones de la red cristalina  Fonones |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | **Mecánica cuántica de sólidos**  Ecuación de Schrödinger  Electrón libre y barrera de potencial  Electrón en pozo de potencial y en un potencial periódico |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | **Introducción a la Mecánica Estadística**  Estadística de portadores y nivel de Fermi  **Bandas de energía y distribuciones de portadores en semiconductores**  Bandas de energía y distribuciones de portadores en semiconductores  Semiconductores intrínsecos  Semiconductores extrínsecos  Arrastre de portadores en presencia de campos eléctricos |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | **Difusión de portadores**  Difusión de portadores  Ecuación de continuidad  Estado estacionario de inyección de portadores |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | **Uniones**  Condiciones de equilibrio, Polarización directa e inversa  Ruptura o Breakdown  Desviaciones del modelo simple  Uniones Metal-Semiconductor, barreras de Schottk |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | **Diodo de unión PN**  Diodo de unión y diodo túnel  Modelaje en SPlCE de la unión PN |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | **Nuevos dispositivos**  Dispositivos de heteroestructuras  Dispositivos fotónicos  Dispositivos moleculares |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **VI. EVALUACIÓN** | | | |
| **PRIMERA NOTA** | **TIPO DE EVALUACIÓN** | **FECHA** | **PORCENTAJE** |
| **Talleres, Trabajos, Quiz, Parcial** | **Hasta semana 6** | **35%** |
| **SEGUNDA NOTA** | **Talleres, Trabajos, Quiz, Parcial** | **Hasta semana 16** | **35%** |
| **EXAM. FINAL** | **Examen final** | **Semana 17 y 18** | **30 %** |
| ASPECTOS A EVALUAR DEL CURSO | | | |
| 1. Evaluación del desempeño docente 2. Evaluación de los aprendizajes de los estudiantes en sus dimensiones: individual/grupo, teórica/práctica, oral/escrita. 3. Autoevaluación: 4. Coevaluación del curso: de forma oral entre estudiantes y docente. | | | |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| DATOS DEL DOCENTE | | | |
|  | | | |
|  | | | |
| ASESORIAS: FIRMA DE ESTUDIANTES | | | |
| NOMBRE | **FIRMA** | **CÓDIGO** | **FECHA** |
| **1.**  **2.**  **3.** |  |  |  |
| FIRMA DEL DOCENTE | | | |
| **\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**  FECHA DE ENTREGA: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | | |