

Ingeniería y Posgrados en Semiconductores del Tecnológico Nacional de México



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO®

Ingeniería y Posgrados en Semiconductores del Tecnológico Nacional de México



**TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO®**

DIRECTORIO

Ramón Jiménez López

Director General del Tecnológico Nacional de México.

Marco Polo Mendoza Otero

Coordinador Institucional del TecNM .

Gaudencio Lucas Bravo

Secretario Académico, de Investigación e Innovación.

Andrea Yadira Zárate Fuente

Secretaria de Extensión y Vinculación.

Jorge Santos Valencia

Secretario de Planeación, Evaluación y Desarrollo Institucional.

Octavio Díaz Aldret

Secretario de Administración.

Manuel Chávez Sáenz

Director de Institutos Tecnológicos Descentralizados .

Antonio Andrés Pérez Méndez

Director Jurídica.

Patricia Hernández Terán

Director de Cooperación y Difusión .

Rafael Portillo Rosales

Director de Docencia e Innovación Educativa .

Jesús Olayo Lortia

Director de Posgrado, Investigación e Innovación .

José Enríquez García

Director de Asuntos Escolares y Apoyo a Estudiantes .

Marco Antonio Trujillo Martínez

Director de Vinculación e Intercambio Académico.

Alina Janeth Cisneros Kim

Directora de Promoción Cultural y Deportiva.

Adrián Renato Pacheco Aguilar

Director de Planeación y Evaluación.

Blanca Gloria Moreno Pérez

Directora de Programación, Presupuestación e Infraestructura Física.

Sergio Meléndez César

Director de Tecnologías de Información y Comunicación .

Concepción León Cano

Directora de Aseguramiento de la Calidad.

Luz Guerrero Rosario

Dirección de Personal.

Anabel Hernández Martínez

Dirección de Finanzas.

Jorge Alberto Canales Cruz

Dirección de Recursos Materiales y Servicios .

PRESENTACIÓN

El fenómeno provocado por la pandemia que ha dado paso al Nearshoring, la implantación de la cadena de valor de los semiconductores entre la frontera de México con EUA, así como en países de latino América. La promoción de la electromovilidad para 2030 en la transformación de la sociedad y el medio ambiente, junto con los 17 objetivos de la agenda de la UNESCO.

En el contexto del desarrollo de proyectos prioritarios en México, como el Plan Sonora de Energías Sostenibles, las instituciones de educación superior de México trabajan para desarrollar programas de calidad alineados a las necesidades de las industrias estratégicas.

Para el lanzamiento de proyecto nacional en coordinación con la Secretaría de Educación Pública, en el Tecnológico Nacional de México (TecNM) realizamos un diagnóstico de capacidades instaladas de infraestructura en todos los institutos tecnológicos con oferta educativa afín al tema de los semiconductores, se ratificó fortalezas en laboratorios básicos y especializados en temas de las ciencias básicas y las ciencias de la ingeniería como lo es en ingeniería electrónica en 80 planteles.

El Tecnológico Nacional de México se ha propuesto el impulsar el ideal de independencia científica y tecnológica que la actual administración pública federal desarrolla. La tendencia al progreso de la ciencia frontera e investigación en nuevos materiales, diseño de circuitos integrados, la inteligencia artificial, el internet del todo y los sistemas embebidos. El establecimiento de la cadena de valor de los semiconductores en los propios institutos tecnológicos de al menos dos regiones del país, que parten de los materiales y la física de los semiconductores en Querétaro y Morelia, el

diseño y fabricación de circuitos integrados en Aguascalientes, Hermosillo y Cajeme, y la integración de sistemas embebidos en Hermosillo, lo anterior se articulará a través de laboratorios altamente especializados y equipados en el tema. La generación y fortalecimiento de posgrados, líneas de investigación y módulos de especialidad en los institutos tecnológicos con programas educativos afines al tema de los semiconductores.

Este panorama presenta retos y oportunidades para los tecnológicos en rubros como la investigación, la transferencia de conocimiento, el desarrollo del personal docente y el diseño curricular para el programa educativo de ingeniería, la especialización, maestría y doctorado en semiconductores. Con base en el diseño curricular del Tecnológico Nacional de México, se analizaron los ámbitos internacionales de la industria de los semiconductores, nearshoring y tratados de libre comercio, las macrotendencias económicas, tecnológicas, científicas en el ámbito de los semiconductores y la política económica y educativa nacional, se consultaron grupos de interés como son sector productivo y gobierno, egresados, investigadores, docentes, se dialogó con subsistemas homólogos de educación superior.

Para el desarrollo de la plantilla docente se oferta diplomado, cursos especializados y posgrados en el tema de los semiconductores en el propio ámbito del TecNM, así como formación y actualización en colaboración con otras instituciones de educación superior nacionales e internacionales. Estancias y movilidad para desarrollo de investigación, actualización de conocimientos, desarrollo tecnológico y certificación de competencias profesionales y especializadas. Programa permanente de intercambio de buenas prácticas y experiencias con empresas y universidades involucradas en el nearshoring.

En materia de vinculación consideramos de alto impacto, generar una serie de convenios de colaboración con universidades, empresas y centros de investigación para promover el intercambio de conocimientos, capacitación, certificación, investigación, desarrollo tecnológico, movilidad de estudiantes y docentes de nivel licenciatura y posgrado con países de América del Norte como son EUA y CANADA, en Asia con Taiwán, Japón y China. Aprovechar el marco que proveen los tratados de libre comercio en cuanto a la participación de instituciones de educación superior como lo es el Tecnológico Nacional de México.

Ramón Jiménez López

Director General del Tecnológico Nacional de México

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1	Retícula de Ingeniería Industrial en semiconductores. ...	38
Fig. 2	Gráfica de Participantes inscritos en Diplomado en Semiconductores	79
Fig. 3	Gráfica de Participantes Docentes inscritos en Diplomado en Semiconductores por estado	79
Fig. 4	Gráfica de Estudiantes participantes inscritos en Diplomado en Semiconductores por estado	80
Fig. 5	Gráfica de Participantes Externos inscritos en Diplomado en Semiconductores por estado	80

ÍNDICE DE CONTENIDO

DIRECTORIO	I
PRESENTACIÓN	III
ÍNDICE DE FIGURAS	V
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	8
3. FUNDAMENTACIÓN	20
4. ESTRUCTURA DEL PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA EN SEMICONDUCTORES ISEM-2023 244	29
4.1 PLAN DE ESTUDIOS.....	29
4.2 OBJETIVO DEL PLAN DE ESTUDIOS	31
4.3 PERFIL DE EGRESO.....	34
4.4 RETÍCULA.....	38
4.4.1 <i>Clasificación por áreas de conocimiento para el plan de estudios de ingeniería en semiconductores</i>	40
4.5 INSTITUTOS TECNOLÓGICOS CON APERTURA DE INGENIERÍA EN SEMICONDUCTORES EN AGOSTO 2023.....	44
5. MÓDULOS DE ESPECIALIDAD PARA LOS PLANES DE ESTUDIO AFINES AL ÁREA DE SEMICONDUCTORES.....	46
5.1 ESPECIALIDAD 1. DISEÑO DE MATERIALES SEMICONDUCTORES PARA DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS (DMS-2023-01).....	48
5.1.1 <i>Asignaturas</i>	49
5.2 ESPECIALIDAD 2. FABRICACIÓN DE DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS Y CIRCUITOS INTEGRADOS.(FDE-2023-02)	51
5.2.1 <i>Asignaturas</i>	52

5.3	ESPECIALIDAD 3.DISEÑO DE CIRCUITOS INTEGRADOS. (DCI-2023-03)	54
	<i>Asignaturas 5.3.1</i>	55
5.4	ESPECIALIDAD 4. DISEÑO DE SISTEMAS EMBEBIDOS.(DSE-2023-04)	58
	<i>5.4.1 Asignaturas.</i>	59
5.5	INSTITUTOS TECNOLÓGICOS QUE IMPLEMENTARON LOS MÓDULOS DE ESPECIALIDAD EN DISTINTOS PLANES DE ESTUDIO AFINES...	62
6.	POSGRADOS DEL ÁREA DE SEMICONDUCTORES	63
6.1	CATÁLOGO DE ASIGNATURAS Y LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	64
	<i>6.1.1 Asignaturas básicas</i>	64
	<i>6.1.2 Optativas</i>	65
6.2	INSTITUTOS TECNOLÓGICOS CON APERTURA DE LA ESPECIALIZACIÓN EN 2023	67
7.	ALIANZAS ESTRATÉGICAS	26
8.	COLABORADORES	69
9.	REFERENCIAS	76
10.	GLOSARIO	77
11.	ANEXOS	79
	11.1 GRÁFICOS DEL DIPLOMADO EN SEMICONDUCTORES	79

1. INTRODUCCIÓN

El Tecnológico Nacional de México (TecNM), es la institución de educación superior con mayor presencia territorial en México. Atiende al 12.9% de la matrícula de educación superior en México (es decir uno de cada ocho estudiantes de educación superior cursa algún programa en el TecNM), y anualmente contribuye con el 41% de los ingenieros en todo el país (TecNM, 2023)

Su misión es “formar integralmente profesionales competitivos de la ciencia, la tecnología y otras áreas de conocimiento, comprometidos con el desarrollo económico, social, cultural y con la sustentabilidad del país”, y su visión es ser una institución de educación superior tecnológica de vanguardia, con reconocimiento internacional por el destacado desempeño de sus egresados y por su capacidad innovadora en la generación y aplicación de conocimientos (TecNM, Programa de Desarrollo Institucional 2019-2024, 2019).

El Gobierno Federal a través de la Ley General de Educación Superior garantiza que las instituciones de educación superior contribuyan al desarrollo social, cultural, científico, tecnológico, humanístico, productivo y económico del país, a través de la formación de personas con capacidad creativa, innovadora y emprendedora con un alto compromiso social que pongan al servicio de la Nación y de la sociedad sus conocimientos. (Ley General de Educación Superior, 2021).

En este contexto, se circunscriben y desarrollan los programas y acciones que visibilizan la cobertura, capacidad y fortalezas institucionales del Tecnológico Nacional de México, en materia académica, científica y tecnológica que favorecen la participación en los proyectos estratégicos del país, y en la consecución de acciones de vinculación y cooperación con los sectores público, privado y social; en este sentido, es de vital relevancia responder a las necesidades del entorno, por lo que el TecNM se ha involucrado de manera dinámica en el proyecto estratégico del país llamado Plan Sonora de Energías Sostenibles.

Este proyecto del Gobierno de México y el Gobierno del Estado de Sonora articula, en torno a la generación de energías renovables, un ecosistema binacional de desarrollo sostenible.

Los ejes del ecosistema del Plan Sonora son:

- Explotación de Litio.
- Sistema de Generación Fotovoltaica y Distribución de Energía Eléctrica.
- Sistema de Logística.
- Cadena de valor de electromovilidad y semiconductores.

El Componente educativo del Plan Sonora, es el desarrollo de talento que considera la creación de carreras y programas en coordinación con la Federación; siendo el primer programa el Diplomado Nacional de Semiconductores que se desarrolla en coordinación con el Tecnológico Nacional de México.

Esta iniciativa presidencial, es parte del proyecto para obtener la suficiencia energética a través de un plan integral, que involucra a industrias estratégicas como la de semiconductores, automotriz y de

electromovilidad; promueve la integración de fuentes de energía limpia y uso de tecnologías renovables al sistema eléctrico nacional.

El Tecnológico Nacional de México tiene la capacidad de aportar al Plan Sonora de Energías Sostenibles el recurso humano formado en los programas educativos afines, Ingeniería Industrial, Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electrónica, Ingeniería Electromecánica, Ingeniería en Energías Renovables, Ingeniería Ambiental, Ingeniería Logística, Ingeniería en Materiales, Ingeniería en Minería, Ingeniería en Geociencias, Ingeniería en Nanotecnología, Ingeniería Química, Ingeniería en Sistemas Automotrices e Ingeniería Mecánica con un total de 225,303 estudiantes inscritos actualmente.

Reconociendo la trayectoria en la formación profesional y de alto nivel que desde hace 75 años el Tecnológico Nacional de México lleva a cabo, a través de diversas estrategias activas que se aplican en el diseño y actualización de planes y programas de estudio, que consideran el seguimiento de egresados, los grupos de interés y empleadores, se integró un

equipo de académicos de diferentes tecnológicos y centros, basados en la experiencia y el conocimiento de las capacidades y talentos de la comunidad académica se iniciaron los trabajos para el diseño curricular del PE de Ingeniería en Semiconductores, y se establecen los saberes, las habilidades y capacidades profesionales, el perfil de egreso, el objetivo de la carrera, la retícula y los programas de asignatura del plan de estudio de Ingeniería en Semiconductores.

Dentro de los beneficios obtenidos resaltan:

- Identificar las capacidades actuales del Tecnológico Nacional de México en materia de investigación e infraestructura para propiciar el desarrollo tecnológico de Semiconductores.
- Fomentar la creatividad en las/los estudiantes, académicos(as) e investigadores(as) del TecNM.
- Favorecer la participación multidisciplinaria y el trabajo en equipo de la comunidad del TecNM para generar propuestas de solución a las necesidades del proyecto de Semiconductores.

- Diseño de los programas de asignaturas los cuales incluyen los datos generales y la caracterización de asignatura, intención didáctica, logro formativo, temario, actividades de aprendizaje de los temas, prácticas, proyecto de asignatura, evaluación y referencias.
- Promover la cultura de protección de la Propiedad Intelectual.
- Promover la formación de investigadores especialistas y expertos en tópicos de Semiconductores.
- Concentrar la investigación de desarrollo tecnológico generada por los diferentes Institutos Tecnológicos y Centros adscritos al TecNM en temas de Semiconductores.

Para contribuir en los puntos de colaboración que establece el Plan Sonora en Energías Sostenibles e Innovación Educativa, El Tecnológico Nacional de México, identifica las capacidades actuales en materia de investigación e infraestructura para propiciar el desarrollo tecnológico de Semiconductores, a través de las siguientes áreas de investigación temática:

- Síntesis y caracterización de materiales semiconductores
- Diseño y fabricación de circuitos integrados
- Microelectrónica y semiconductores
- Aplicaciones basadas en sistemas embebidos

Con estas acciones, el Tecnológico Nacional de México suma esfuerzos para contribuir al desarrollo tecnológico, con el gran compromiso de entregar a la sociedad ingenieros capaces de demostrar dominio en el área de los semiconductores y así llevar en alto el nombre de nuestra nación, las personas que integramos el Tecnológico Nacional de México estamos comprometidos y convencidos de formular soluciones a la problemática y retos que se presentan en torno a los diferentes ámbitos sociales y económicos para dar continuidad a la transformación de nuestro país.

2. ANTECEDENTES

En el contexto del fortalecimiento de la cadena de suministro de semiconductores como el Plan Sonora de Energías Sostenibles es un proyecto prioritario para que las instituciones de educación superior de México trabajen para desarrollar programas de calidad alineados a las necesidades de los sectores estratégicos.

Este panorama presenta retos y oportunidades para las instituciones en rubros como la investigación, la transferencia de conocimiento y el desarrollo del personal docente.

Derivado de la suma de esfuerzos del gobierno federal por construir una nación acorde al humanismo mexicano, el Tecnológico Nacional de México responde al llamado de la Secretaría de Educación Pública atendiendo la creación de diversos programas de educación en materia de semiconductores, con la finalidad de identificar las áreas de oportunidad y cooperación entre instituciones para fortalecer el

ecosistema en el que las diferentes ofertas educativas se complementan y nutren.

Algunas de las instituciones involucradas en este proyecto son la comisión del Plan Sonora, el Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT), La Universidad de Sonora (UNISON), el Instituto Politécnico Nacional (IPN), el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV -IPN) y la Agencia Mexicana de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AMEXCID), Instituto Nacional de Astronomía, Óptica y Electrónica (INAOE), las cuales han integrado una red de desarrollo tecnológico de Semiconductores para sumar esfuerzos y capacidades.

Para el desarrollo de las diferentes actividades en torno a estas cuatro áreas temáticas, se conformó la Coordinación Nacional del Desarrollo Tecnológico de Semiconductores del TecNM. La Coordinación Nacional es un órgano colegiado de diferentes Institutos Tecnológicos que integra equipos de investigadores por cada área temática, para formar

recursos humanos altamente capacitados en el área de semiconductores y diseño de circuitos integrados (Analógicos, Digitales y Modo Mixto), equipos capaces de realizar investigación básica y aplicada e incorporarse a las actividades docentes, contribuyendo al desarrollo tecnológico de los Semiconductores.

Los avances que se han alcanzado son:

- **Identificación de capacidades (Semiconductores).** Mediante una convocatoria nacional dirigida a los Institutos Tecnológicos, se identificó la capacidad del TecNM en materia de desarrollo tecnológico de Semiconductores, detectándose: 43 proyectos afines (proyectos de investigación, prototipos, diseño curricular y de contenidos), en 33 Institutos Tecnológicos y centros de investigación, así como equipamiento con la finalidad de establecer espacios comunes para laboratorios compartidos.
- **Diseño y desarrollo de programas, cursos y diplomados en Semiconductores y Circuitos**

Integrados. Tiene como objetivo alinear las competencias de estudiantes, docentes, egresados y profesionistas, para integrarse a las cadenas productivas del desarrollo tecnológico de semiconductores y circuitos integrados, entre estos programas, cursos y diplomados se encuentran:

- **El diplomado en Semiconductores.** Dirigido a estudiantes, docentes, egresados y profesionistas. Modalidad en línea y con una duración de 120 horas. Se implementó en mayo de 2023 y tiene como objetivo desarrollar una conjunción de saberes para el estudiantado, profesorado y público en general, con interés en el área técnico-científica del estudio en Semiconductores, que contribuya al desarrollo de perfiles de la realización de actividades específicas e investigación aplicada en la cadena de valor de la industria estratégica, asociada a los semiconductores en nuestro país para el desarrollo de la competencia a nivel mundial.

- **Los módulos de especialidad.** Para programas educativos afines al área de los semiconductores. Especialidad 1. Diseño de Materiales Semiconductores para dispositivos electrónicos, Especialidad 2. Fabricación de Dispositivos Electrónicos y Circuitos Integrados, Especialidad 3. Diseño de Circuitos Integrados y Especialidad 4. Diseño de Sistemas Embebidos.
- **La nueva carrera de nivel licenciatura del TecNM.** Ingeniería en Semiconductores, inició a partir del ciclo escolar 2023 -2024 (agosto de 2023).
- **Programas de posgrado.** Dirigido a estudiantes, egresados, docentes y profesionistas en general, con el objetivo de fortalecer sus habilidades en el área de semiconductores.
- **La especialización a nivel de posgrado.** Dirigida a egresados TecNM y público en general con perfiles específicos, la cual inicia en agosto de 2023.

- **Programas de Maestría y Doctorado** en el área de semiconductores.
 - **Diseño de Laboratorios Nacionales en Espacio Común.** El TecNM diseña la estrategia para sumar capacidades de los Institutos Tecnológicos para conformar los Laboratorios Nacionales CONAHCYT.

El 16 de marzo de 2023, el Tecnológico Nacional de México y el equipo que conforma la Coordinación Nacional del Desarrollo Tecnológico de Semiconductores del TecNM, asistieron y participaron en el Foro “Diagnóstico de las cadenas de suministro de semiconductores en Sonora, desde la educación”, realizado en Hermosillo, Sonora. En este Foro, funcionarios estatales y federales, así como investigadores de Instituciones de Educación Superior nacionales y extranjeras, destacaron la oportunidad única de desarrollo en la que se encuentra Sonora, derivado del potencial y la trascendencia de lo que implica la industria de semiconductores, destacando el reto que significa, la manera en que concibe el sistema educativo, el

aprovechamiento de las fuentes de energía emergentes, así como las perspectivas de desarrollo de la fuerza laboral en la entidad con base a la industria de semiconductores. Se conocieron los detalles del Plan Sonora de Energías Sostenibles que, con su estrategia de energía limpia, infraestructura y desarrollo de talento, crea el entorno ideal para el establecimiento de la cadena de suministro del proceso final de semiconductores, a partir de un ecosistema sostenible de los sectores estratégicos: Energía; Infraestructura Estratégica; Minerales Críticos; y Capital Humano.

Se mencionó que, para atender la demanda regional estratégica, el Plan Sonora desarrollará un Parque Científico en Hermosillo, además del Centro Binacional de Investigación en Semiconductores, como el Modelo impulsado para el desarrollo de la industria de Semiconductores. Quedó de manifiesto que, el componente educativo del Plan Sonora es el desarrollo de talento, el mayor incentivo para la atracción de inversiones, y que México cuenta con una planta de profesionistas con potencial para ser

especializado en electromovilidad y semiconductores. En este Foro, se resaltó la participación del Tecnológico Nacional de México en el Desarrollo de Talento para el Plan Sonora a través del desarrollo de Diplomados, módulos de Especialidad para programas educativos afines a Semiconductores, la Ingeniería en Semiconductores y programas de Posgrado en Semiconductores.

Una participación relevante fue que, en el marco de la colaboración entre el Plan Sonora de Energías Sostenibles y el TecNM, la Universidad Estatal de Arizona (ASU) y la Asociación de la Industria de Semiconductores (SIA), con anfitriones de esta histórica convocatoria, invitaron al Tecnológico Nacional de México a participar en la North América Semiconductor Conference, los días 18 y 19 de mayo de 2023 en Washington D.C., en la que Canadá, Estados Unidos y México reconocieron que la cadena de suministro de semiconductores es fundamental para la seguridad y la competitividad económica.

Este primer evento trilateral de semiconductores organizado por los tres gobiernos reunió a

funcionarios gubernamentales de EE. UU., México y Canadá, a líderes de la industria, así como a miembros de la academia, para discutir el estado en que se encuentra la cadena de suministro en la industria de semiconductores; de igual forma se hicieron recomendaciones para aumentar la oferta en la región, resiliencia de la cadena y competitividad económica.

Adicionalmente se discutieron y se diseñaron estrategias y planes de implementación. Uno de los temas abordados en este relevante diálogo, fue la Cartografía de Semiconductores, la cual consiste en una localización geográfica para entender exactamente qué está haciendo cada país y cómo se puede complementar mutuamente. También se discutió sobre el futuro de la fuerza laboral de semiconductores de América del Norte. La Secretaria de Comercio de EE. UU., Gina Raimondo, la Ministra de Comercio de Canadá, Mary Ng; y su similar mexicana, Raquel Buenrostro; además de los representantes de Intel, Skyworks, IBM, IQE y TSMC, Marvell, entre otras, plantearon las necesidades y

compromisos de infraestructura, financiamiento y estímulos fiscales, así como de la importancia de apoyar la investigación, el desarrollo de los semiconductores y la formación de talento, para asegurar el futuro de América del Norte en la industria en este sector. La primera Conferencia de Semiconductores de América del Norte, concluyó con el compromiso de los representantes de los gobiernos participantes, la academia y la industria, de enfocarse en alinear políticas, expandir la fabricación, fortalecer la cadena de suministro y hacer crecer la fuerza laboral de semiconductores de América del Norte.

En este rubro, la delegación mexicana del TecNM participó haciendo referencia a la importancia que tiene el Tecnológico Nacional de México en la capacidad de participar en este tema y el potencial de fuerza laboral para la Industria en la materia que representan los egresados en carreras afines. Los representantes del TecNM comentaron también la creación del Diplomado Nacional en Semiconductores por parte del TecNM, en

colaboración con el Plan Sonora, el cual inició en modalidad a distancia y gratuito el 29 de mayo de 2023 para estudiantes, docentes, egresados, profesionistas y público en general. Además del Diplomado se diseñaron los módulos de Especialidad para programas educativos afines a Semiconductores, la Ingeniería en Semiconductores y los programas de Posgrado en Semiconductores, los cuales se ofertaron a partir de agosto de 2023.

Con el objetivo de fortalecer los planes de estudios y la investigación sobre procesos de fabricación de semiconductores, profesores investigadores del TecNM asistieron del 17 al 20 de julio de 2023 a las instalaciones del Museo de Arte del Estado de Sonora para atender el taller *“train-the-trainers”* ofrecido por la Arizona State University, dicho evento fue organizado por la Secretaría de Educación Pública, el Gobierno del Estado de Sonora, la Secretaría de Economía del Estado de Sonora y la Comisión Arizona-México.

En los meses de abril y mayo de 2023 se conformó un comité representativo para el análisis y desarrollo del diseño curricular del programa educativo de Ingeniería en Semiconductores, conformaron distintas mesas de trabajo para el desarrollo de los contenidos temáticos de las asignaturas, describiendo el perfil de egreso y objetivo, estos trabajos descritos suman grandes esfuerzos para contribuir en la planeación del desarrollo en materia del área de semiconductores en el Tecnológico Nacional de México y como consecuencia brindar de los mejores recursos humanos a nuestro país.

3. FUNDAMENTACIÓN

La Industria Electrónica o Industria de los Semiconductores es una de las industrias de mayor dinamismo a nivel mundial, se encuentra estrechamente vinculada a la continua innovación y desarrollo de nuevas tecnologías en casi todos los sectores de desarrollo, contribuyendo de manera muy relevante al crecimiento económico y social de los países. A nivel mundial, es un sector altamente globalizado y estratégico, ya que su participación en los procesos de producción de productos fabricados en otros sectores industriales es cada vez mayor, tal es el caso de las industrias de las comunicaciones, aeroespacial, automotriz, electrodomésticos, instrumentos de laboratorio, maquinaria productiva, equipo médico, fotográfico, videojuegos, entre otros. Su constante y rápida evolución genera un crecimiento que permite impulsar continuamente la productividad y eficiencia de las empresas que incorporan estas tecnologías en sus procesos de operación.

El mundo afronta una crisis tecnológica por el desabasto de circuitos integrados derivado de diversos factores, tanto económicos, políticos, sociales y ambientales. Las empresas se han visto afectadas por dicha crisis, esto ha hecho despertar el interés en diversos sectores industriales por acceder a la industria del diseño y fabricación de los circuitos integrados, por lo que resulta de suma importancia que los futuros ingenieros de diferentes áreas como la química, materiales, metalurgia, electrónica, mecánica, etc. conozcan la temática para incorporarse a esta industria, comprendiendo de mejor manera el reto que implica este tipo de tecnología.

El confinamiento mundial derivado de la pandemia por COVID-19 provocó un aumento sin precedentes en la demanda de microprocesadores y circuitos integrados de uso general, lo que colapsó la industria mundial. Cientos de fábricas que dependen de estos dispositivos retrasaron su producción o cerraron temporalmente. Esta crisis puso en evidencia las

debilidades de una industria que se ha convertido en tema de seguridad nacional para los países más industrializados a nivel mundial. Además, ha supuesto un punto de inflexión para los Estados Unidos, que hasta épocas recientes dominaban el mercado tecnológico en materia de desarrollo de circuitos integrados. En este sentido promulgan la Ley Chips en 2022, a fin de impulsar la industria de los semiconductores en Norteamérica (USA, Canadá y México), con la intención de formar un bloque de desarrollo tecnológico en el área de los semiconductores entre los tres países.

Actualmente esta industria opera en un mercado altamente globalizado y cada vez más especializado, las estrategias de las empresas líderes en el diseño y manufactura de productos electrónicos tienen como premisa la búsqueda de costos más bajos, tanto en diseño de procesos de manufactura como en logística, además de elevados niveles de inversión en investigación y desarrollo tecnológico, aprovechando las ventajas de competitividad que cada país ofrece en el mundo, por lo que se debe de aprovechar esta

coyuntura para hacer de México un polo de atracción de inversiones en este sector, promoviendo la generación de recursos humanos altamente especializados, tal es el objetivo de los programas educativos en el área de semiconductores del Tecnológico Nacional de México.

Los retos de la industria electrónica mexicana se encuentran en mantener condiciones generales de competitividad en el país y en reforzar los determinantes de competitividad específicos de esta industria, que incluyen: recursos humanos calificados, eficiencia productiva, capacidad de respuesta rápida, inversión en investigación y desarrollo, estabilidad política y acceso a fuentes de tecnología externa.

Existen fortalezas derivadas de la experiencia en sistemas de manufactura avanzada de más de cuarenta años, como la presencia de empresas líderes que han traído capacidades tecnológicas de proceso y de organización de la producción, pero se requiere formar ingenieros con más énfasis, primero en el sector de manufactura de materiales semiconductores y circuitos integrados, por otro lado,

aprovechando este punto de inflexión derivado de la iniciativa de los Estados Unidos, iniciar con una formación en las áreas de diseño de circuitos integrados. La ubicación geográfica de nuestro país y los acuerdos comerciales con los principales mercados del mundo serán de suma importancia para lograr esta meta.

Los campos predominantes del área electrónica se encuentran principalmente en fortalecer la integración productiva con otros países, pero se debe transitar hacia actividades de mayor valor agregado, aprovechando los encadenamientos con otras industrias que tienen crecimiento elevado y gran potencial de desarrollo. Todo esto se puede lograr al incorporar los temas del sector de los semiconductores a la actividad académica del TecNM.

Como se ha mencionado, la industria de los semiconductores es el principal impulsor para la mayoría de los sectores industriales y ante esta perspectiva, el Tecnológico Nacional de México, inicia con el proyecto de impulso a la industria de los

semiconductores, con la puesta en marcha del Diplomado en Semiconductores, para iniciar la “socialización” del tema entre la comunidad académica e industrial, agregando las especialidades para los programas educativos existentes, el programa educativo de Ingeniería en Semiconductores, así como los programas educativos de posgrado, que incluyen especialización, maestría y doctorado.

4. ALIANZAS ESTRATÉGICAS

Conscientes de que la industria de los semiconductores y la microelectrónica requieren de una alta especialización profesional, se establecen alianzas con expertos que participan directa y activamente en este sector, a fin de asegurar el cauce correcto de los esfuerzos del TecNM para impulsar la industria en México, para la formación de recursos humanos especializados.

Se sostuvieron acercamientos con empresarios y profesionales enlazados con la cadena de valor de semiconductores a nivel nacional e internacional, los cuales aportaron su experiencia, necesidades y recomendaciones para la definición del plan de estudio de la ingeniería en semiconductores.

Durante estas reuniones de trabajo, también se contó con la participación de expertos en las áreas de investigación y desarrollo de

microelectrónica y semiconductores, así como, investigadores de los diferentes programas de posgrado relacionados al sector, que compartieron sus experiencias a través de pláticas informativas, foros, conferencias y exposición de sus trabajos relacionados a su labor profesional.

Como resultado de la estrecha colaboración entre empresas y centros de investigación se diseñó el plan de estudios de la ingeniería en semiconductores, así como los módulos de especialidad en diseño de materiales semiconductores para dispositivos electrónicos, fabricación de dispositivos electrónicos, diseño de circuitos integrados y diseño de sistemas embebidos. De igual forma para el desarrollo de los planes de estudio de especialización, maestría y doctorado se contó con el acompañamiento de los expertos en las áreas de microelectrónica y semiconductores.

Finalmente esto permitió al TecNM la firma de convenio de colaboración con el Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE), para fortalecer las áreas sustantivas de la cadena de valor de semiconductores, así como la estrecha colaboración con el Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT), Universidad de Sonora (UNISON) y el Plan Sonora para incrementar la infraestructura física y tecnológica en relación a las áreas de interés a través de las convocatorias nacionales.

5. ESTRUCTURA DEL PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA EN SEMICONDUCTORES ISEM-2023 244

5.1 Plan de estudios



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
Secretaría Académica, de Investigación e Innovación
Dirección de Docencia e Innovación Educativa

Clave: ISEM-2023-244
Vigencia: Junio de 2023

PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA EN SEMICONDUCTORES

Antecedente: Certificado de Bachillerato ó equivalente

En cumplimiento de los requisitos y criterios de formación general establecidos en el Título Segundo del Tipo de Educación Superior, Capítulo Único de los Niveles, Modalidades y Opciones de la Ley General de Educación Superior DOF 20-04-2021, la adquisición de conocimientos, habilidades, capacidades y destrezas, que se encuentran descritos en el *Perfil de Egreso y Objetivo General*, así como de los contenidos fundamentales de estudio y las secuencias indispensables entre asignaturas que se atienden en los *Programas de Asignatura, Logros Formativos a Desarrollar en la Asignatura, Saberes, Habilidades y Destrezas Previas de Asignatura*, y en la *Redícula* donde se organizan las Asignaturas, se expide el siguiente plan de estudios:

Asignatura	Créditos
Álgebra Lineal	5
Amplificadores Operacionales	5
Análisis Numérico	4
Cálculo Diferencial	5
Cálculo Integral	5
Cálculo Vectorial	5
Caracterización Estructural	4
Caracterización Óptica y Eléctrica	4
Circuitos Eléctricos	5
Comunicaciones Digitales	5
Desarrollo Humano y Fortalecimiento Profesional	4
Desarrollo Sustentable	5
Diodos y Transistores	5
Diseño con Transistores	5
Diseño Digital con HDL	5
Economía	3
Ecuaciones Diferenciales	5
Electromagnetismo	5
Electrónica de Potencia	5
Física de Semiconductores	5
Física del Estado Sólido	5
Física Moderna	3
Gestión de Proyectos	4
Innovación y Gestión del Conocimiento	3
Instrumentación	5
Introducción a la Ingeniería de Semiconductores	3
Logística y Cadena de Suministro	4
Mediciones Eléctricas	5
Microcontroladores	5
Optoelectrónica	5
Probabilidad y Estadística	4



Clave: ISEM-2023-244
Vigencia: Junio de 2023

Programación Estructurada	5
Programación Visual	5
Química I	4
Química II	5
Sistemas de Calidad en la Industria Electrónica	5
Sistemas MEMS y NEMS	5
Taller de Ética	4
Taller de Fabricación de Circuitos Electrónicos	3
Taller de Investigación I	4
Taller de Investigación II	4
Taller de Liderazgo Gerencial	3
Tecnología de Semiconductores	4
Temas Selectos de Fabricación de Semiconductores	5
Teoría Electromagnética	5
Tópicos Selectos de Física	4
Especialidad	30
Servicio Social	10
Residencia Profesional	10
Actividades Complementarias	5
Total de créditos	260

Para obtener el certificado de estudios de Ingeniería en Semiconductores, el estudiante deberá haber aprobado un total de **260 créditos (4,860 horas)** correspondientes a los requisitos académicos establecidos en las asignaturas y actividades académicas del plan de estudios, entre las cuales incluirá la aprobación de las Actividades Complementarias y Servicio Social, concluyendo dentro del periodo reglamentario.

Una vez satisfechos los requisitos anteriores, los que marcan las normas establecidas por la Secretaría de Educación Pública, la Ley Reglamentaria del Artículo 5º Constitucional, relativo al Ejercicio de las Profesiones en la Ciudad de México, y comprobar los Saberes, Habilidades y Destrezas de comunicación oral y escrita en una lengua extranjera, así como cumplir con los requisitos para la titulación integral, se otorgará al egresado el **Título de Ingeniero en Semiconductores**.

Ciudad de México, junio de 2023.

Director General del Tecnológico Nacional de México



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TECNOLÓGICO NACIONAL
DE MÉXICO
DIRECCIÓN GENERAL
Ramón Jiménez López

5.2 Objetivo del plan de estudios

El perfil general de ingreso a los programas educativos que oferta el Tecnológico Nacional de México, da seguimiento para que los aspirantes destaquen por los siguientes saberes, habilidades y destrezas:

Resuelve problemas y situaciones de la vida cotidiana a través de procedimientos lógico-matemáticos basados en la aritmética, álgebra, geometría y estadística.

Comprende su entorno a través de los aportes de las ciencias naturales y sociales, para la atención de problemas de su contexto desde el pensamiento crítico y perspectiva sostenible.

Comprende y se comunica correctamente en el idioma español, haciendo uso de las reglas ortográficas y lingüísticas básicas en su vida cotidiana y académica.

Muestra conocimiento de sí mismo y superación personal, con las directrices de honestidad, respeto,

responsabilidad y solidaridad con orientación ética, promoviendo la dignidad y el desarrollo social y ambiental.

El Tecnológico Nacional de México, órgano dependiente de la Secretaría de Educación Pública, plantea para el Programa Educativo de Ingeniería en Semiconductores como **objetivo general**

- Formar ingenieros competentes en el diseño y síntesis de materiales semiconductores, componentes electrónicos y circuitos integrados a través de la investigación y desarrollo tecnológico, que coadyuven al fortalecimiento de la industria estratégica de los semiconductores de nuestra nación, propiciando el crecimiento de la cadena de valor, dentro de un marco legal y sostenible con un sentido social, ético y humanista.

Para lograrlo, los Instituto Tecnológicos que forman parte del Tecnológico Nacional de México ofrecen:

- Una formación acorde con la idea de carrera genérica que deriva en una gran amplitud para el campo de trabajo del egresado.

- Una preparación actualizada de los egresados, acorde con las necesidades regionales, mediante un plan de estudios flexible que garantice una sólida formación en el campo básico de la Ingeniería en Semiconductores y que permite también profundizar o ampliar en alguna área o campo de aplicación específico, para atender las distintas demandas del entorno; su revisión periódica para su actualización tanto en sus contenidos como en su orientación.
- Un programa de equipamiento permanente para contar con sistemas y equipos necesarios, así como alianzas estratégicas con otras instituciones que faciliten la ampliación de la infraestructura disponible.
- Una estrecha vinculación institucionalizada con centros de desarrollo de ingeniería e investigación del Sistema de Centros Públicos de Investigación del Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia y Tecnología, CONAHCYT, contribuyendo al desarrollo del sector productivo del país a través de proyectos

de investigación, desarrollo e innovación, así como servicios tecnológicos especializados de alto nivel.

- Sistemas de apoyo para adquirir información actualizada y de distintas fuentes y países.
- El desarrollo de actividades que fomenten la creatividad en la solución innovadora de problemas en el ámbito de la Ingeniería en Semiconductores y que fortalezcan el dominio de conocimiento de las ciencias básicas en que se apoya estos programas educativos (Eventos Nacionales de Innovación, concursos, congresos, ferias, etc.).
- Un conjunto de actividades extracurriculares académicas, cívicas, culturales y deportivas que favorece una formación integral del estudiantado.

5.3 Perfil de egreso

Con base en el desempeño esperado para un Ingeniero en Semiconductores, se presentan los principales rasgos que definen su perfil, bajo la forma

del tipo de actividades que desarrolla, de las habilidades indispensables para su desempeño y de actitudes importantes para lograr los propósitos de este profesionista.

1. Diseña y sintetiza materiales semiconductores y circuitos integrados para la solución de problemas en el entorno profesional, aplicando técnicas y estándares nacionales e internacionales.
2. Innova y aplica tecnología utilizando métodos y procedimientos en proyectos de ingeniería en semiconductores, tomando en cuenta el desarrollo sostenible del entorno.
3. Promueve y participa en la mejora continua, aplicando normas y estándares nacionales e internacionales, con sentido ético profesional e incluyente, para lograr mayor eficiencia en la caracterización de materiales y procesos de fabricación de circuitos integrados.
4. Gestiona las actividades y recursos necesarios para la optimización de procesos en la

fabricación de semiconductores y circuitos integrados.

5. Aplica los principios éticos y se comunica de manera efectiva en sus relaciones interpersonales, para transmitir ideas y conocimientos con responsabilidad colectiva e inclusiva en la solución de problemas y desarrollo de proyectos de ingeniería.
6. Ser creativo, con pensamiento crítico y autocrítico, emprendedor y comprometido con su actualización profesional continua y autónoma, para estar a la vanguardia en los cambios científicos y tecnológicos que se dan en el ejercicio de su profesión, liderando equipos diversos e inclusivos en entornos multidisciplinares, presenciales, remotos y distribuidos.
7. Fundamenta, realiza y colabora en proyectos de investigación para desarrollar soluciones a problemas de ingeniería complejos considerando el desarrollo sostenible y el bienestar humano.

8. Modela y simula sistemas electrónicos para predecir su comportamiento empleando conocimientos de las matemáticas, ciencias naturales y los fundamentos de la ingeniería en plataformas computacionales.

Este perfil constituye un referente muy importante para derivar las características fundamentales que debe presentar la formación del estudiante, de tal manera que su bagaje corresponda con el papel que jugará como profesionalista.

5.4 Retícula

Ingeniería en Semiconductores

ISEM-2023-244

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Cálculo Diferencial IC2202 Teoría 3 Práctica 3 Créditos 6	Cálculo Integral IC2203 Teoría 3 Práctica 3 Créditos 6	Cálculo Vectorial IC2204 Teoría 3 Práctica 3 Créditos 6	Ecuaciones Diferenciales IC2205 Teoría 3 Práctica 3 Créditos 6	Física de Estado Sólido IF2201 Teoría 3 Práctica 3 Créditos 6	Lógica y Cableado de Semiconductores IE2201 Teoría 3 Práctica 3 Créditos 6	Microprocesadores IE2202 Teoría 3 Práctica 3 Créditos 6	Sistemas de Cadena de Fabricación de Microelectrónica IE2203 Teoría 3 Práctica 3 Créditos 6	Introducción a la Ingeniería en Semiconductores IE2204 Teoría 3 Práctica 3 Créditos 6
Técnicas Básicas de Física IF2202 Teoría 3 Práctica 3 Créditos 6	Probabilidad y Estadística IE2205 Teoría 3 Práctica 3 Créditos 6	Electromagnetismo IF2203 Teoría 3 Práctica 3 Créditos 6	Circuitos Eléctricos IE2206 Teoría 3 Práctica 3 Créditos 6	Óptica y Transistores IE2207 Teoría 3 Práctica 3 Créditos 6	Dispositivos Transistores IE2208 Teoría 3 Práctica 3 Créditos 6	Aplicaciones Operacionales IE2209 Teoría 3 Práctica 3 Créditos 6	Sistemas MEMS / NEMS IE2210 Teoría 3 Práctica 3 Créditos 6	
Química I IQ2201 Teoría 3 Práctica 3 Créditos 6	Física Moderna IF2204 Teoría 3 Práctica 3 Créditos 6	Química II IQ2202 Teoría 3 Práctica 3 Créditos 6	Física de Semiconductores IF2205 Teoría 3 Práctica 3 Créditos 6	Teoría Electromagnética IE2211 Teoría 3 Práctica 3 Créditos 6	Tecnología de Semiconductores IE2212 Teoría 3 Práctica 3 Créditos 6	Caracterización Óptica y Eléctrica IE2213 Teoría 3 Práctica 3 Créditos 6	Electrónica de Potencia IE2214 Teoría 3 Práctica 3 Créditos 6	
Matemáticas Básicas IM2201 Teoría 3 Práctica 3 Créditos 6	Matemáticas Avanzadas IM2202 Teoría 3 Práctica 3 Créditos 6	Álgebra Lineal IM2203 Teoría 3 Práctica 3 Créditos 6	Análisis Numérico IM2204 Teoría 3 Práctica 3 Créditos 6	Modelado y Simulación de Semiconductores IE2215 Teoría 3 Práctica 3 Créditos 6	Comunicaciones Digitales IE2216 Teoría 3 Práctica 3 Créditos 6	Operación de Semiconductores IE2217 Teoría 3 Práctica 3 Créditos 6	Caracterización de Semiconductores IE2218 Teoría 3 Práctica 3 Créditos 6	
Introducción a la Ingeniería en Semiconductores IE2204 Teoría 3 Práctica 3 Créditos 6	Programación Visual IE2219 Teoría 3 Práctica 3 Créditos 6	Resistencia Profesional IE2220 Teoría 3 Práctica 3 Créditos 6	Dispositivos Digitales IE2221 Teoría 3 Práctica 3 Créditos 6	Microcomputadores IE2222 Teoría 3 Práctica 3 Créditos 6	Lab. II de Semiconductores IE2223 Teoría 3 Práctica 3 Créditos 6	Lab. III de Semiconductores IE2224 Teoría 3 Práctica 3 Créditos 6	Lab. IV de Semiconductores IE2225 Teoría 3 Práctica 3 Créditos 6	
Programación Orientada a Objetos IE2226 Teoría 3 Práctica 3 Créditos 6	Resistencia Profesional IE2227 Teoría 3 Práctica 3 Créditos 6		Resistencia Profesional IE2228 Teoría 3 Práctica 3 Créditos 6	Taller de Calibración de Circuitos Electrónicos IE2229 Teoría 3 Práctica 3 Créditos 6		Técnicas Básicas de Fabricación de Semiconductores IE2230 Teoría 3 Práctica 3 Créditos 6		
								Resistencia Profesional
Actividades Complementarias						Servicio Social		
5						10		
Ciencias Básicas						Especialidad		
Ciencias de la Ingeniería						30		
Ingeniería Aplicada								
Ciencias Sociales y Económico-Administrativas								

Fig.1 Retícula de Ingeniería en Semiconductores.

La retícula de Ingeniería en Semiconductores tiene la finalidad de presentar de manera gráfica la forma en que opera el plan de estudios.

Esta retícula incluye los nombres de cada una de las asignaturas, el número de horas de teoría y de práctica que corresponden a cada una de ellas, así como los créditos que se le asignan a cada una; así

mismo, apunta los espacios correspondientes a la especialidad, servicio social, residencia profesional y actividades complementarias.

Las asignaturas del sector de formación genérica están ubicadas con base en relaciones temporales entre ellas.

El área de conocimiento formativa de las asignaturas se señala en colores en la estructura curricular, en verde para las asignaturas de las Ciencias Básicas, ubicadas en los primeros cuatro semestres; en naranja y azul para las asignaturas de las Ciencias de la Ingeniería e Ingeniería Aplicada respectivamente, ubicadas a lo largo de toda la estructura reticular a excepción del noveno semestre; y en guinda para las asignaturas del área de las Ciencias Sociales, Económico y Administrativas, distribuidas del primero al octavo semestre, considerando en los últimos semestres los módulos de especialidad.

5.4.1 Clasificación por áreas de conocimiento para el plan de estudios de ingeniería en semiconductores

Área Académica	Asignatura	HT	HP	Horas Semana/ semestre	Créditos SATCA	Total de Horas de área académica
Ciencias Básicas	Cálculo Diferencial	3	2	5/80	5	912
	Cálculo Integral	3	2	5/80	5	
	Álgebra Lineal	3	2	5/80	5	
	Cálculo Vectorial	3	2	5/80	5	
	Probabilidad y Estadística	3	1	4/64	4	
	Electromagnetismo	3	2	5/80	5	
	Ecuaciones Diferenciales	3	2	5/80	5	
	Tópicos Selectos de Física	3	1	4/64	4	
	Análisis Numérico	2	2	4/64	4	
	Química I	3	1	4/64	4	
	Física Moderna	2	1	3/48	3	
	Química II	3	2	5/80	5	
	Introducción a la Ingeniería de Semiconductores	2	1	3/48	3	

Área Académica	Asignatura	HT	HP	Horas Semana/ semestre	Créditos SATCA	Total de Horas del área académica
Ciencias de la Ingeniería	Mediciones Eléctricas	2	3	5/80	5	560
	Física de Semiconductores	3	2	5/80	5	
	Programación Estructurada	2	3	5/80	5	
	Circuitos Eléctricos	3	2	5/80	5	
	Programación Visual	2	3	5/80	5	
	Teoría Electromagnética	3	2	5/80	5	
	Comunicaciones Digitales	3	2	5/80	5	

Área Académica	Asignatura	HT	HP	Horas Semana/ semestre	Créditos SATCA	Total de Horas del área académica
Ciencias Sociales	Taller de Ética	0	4	4/64	4	336
	Desarrollo Humano y Fortalecimiento Profesional	2	2	4/64	4	
	Desarrollo Sustentable	2	3	5/80	5	
	Taller de Investigación I	2	2	4/64	4	
	Taller de Investigación II	1	3	4/64	4	

Área Académica	Asignatura	HT	HP	Horas Semana/ semestre	Créditos SATCA	Total de Horas del área académica
Ciencias Económico - Administrativas	Taller de Liderazgo Gerencial	0	3	3/48	3	208
	Innovación y Gestión del Conocimiento	0	3	3/48	3	
	Economía	2	1	3/48	3	
	Gestión de Proyectos	1	3	4/64	4	

Área Académica	Asignatura	HT	HP	Horas Semana/ semestre	Créditos SATCA	Total de Horas del área académica
Ingeniería Aplicada Cadena de valor de Fabricación	Temas Selectos de Fabricación de Semiconductores	3	2	5/80	5	352
	Taller de Fabricación de Circuitos Electrónicos	0	3	3/48	3	
	Logística y Cadena de Suministro	1	3	4/64	4	
	Sistemas de Calidad en la Industria Electrónica	3	2	5/80	5	
	Sistemas MEMs y NEMs	3	2	5/80	5	

Área Académica	Asignatura	HT	HP	Horas Semana/ semestre	Créditos SATCA	Total de Horas del área Académica
Ingeniería Aplicada Cadena de valor de Materiales	Física del Estado Sólido	3	2	5/80	5	352
	Tecnología de Semiconductores	3	1	4/64	4	
	Caracterización óptica y Eléctrica	1	3	4/64	4	
	Optoelectrónica	3	2	5/80	5	
	Caracterización Estructural	2	2	4/64	4	

Área Académica	Asignatura	HT	HP	Horas Semana/ semestre	Créditos SATCA	Total de Horas del área Académica
Ingeniería Aplicada Cadena de valor de Diseño	Instrumentación	3	2	5/80	5	560
	Diodos y Transistores	3	2	5/80	5	
	Diseño con Transistores	3	2	5/80	5	
	Amplificadores Operacionales	3	2	5/80	5	
	Electrónica de Potencia	3	2	5/80	5	
	Diseño Digital con HDL	3	2	5/80	5	
	Microcontroladores	3	2	5/80	5	

5.5 Institutos Tecnológicos con apertura de Ingeniería en Semiconductores en agosto 2023

Los Institutos Tecnológicos que cumplieron lo anterior son los descritos en la tabla 1.

Tabla 1. Institutos Tecnológicos autorizados para apertura del programa educativo en agosto 2023

NÚM	INSTITUTO
1	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AGUASCALIENTES
2	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO
3	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CELAYA
4	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CIUDAD JUÁREZ
5	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CIUDAD MADERO
6	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE DURANGO
7	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE HERMOSILLO
8	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE MÉRIDA
9	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE MORELIA
10	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE NOGALES
11	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE NUEVO LEÓN
12	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ORIZABA
13	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE QUERÉTARO
14	INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE COATZACOALCOS

15	INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE FRESNILLO
16	INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE SANTIAGO PAPANQUIARO
17	INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DEL SUR DE GUANAJUATO

6. MÓDULOS DE ESPECIALIDAD PARA LOS PLANES DE ESTUDIO AFINES AL ÁREA DE SEMICONDUCTORES

Los módulos de especialidad están integrados por asignaturas con contenidos que atienden los aspectos predominantes y emergentes del quehacer profesional del ingeniero en semiconductores.

Estos módulos aportan al perfil del egresado la comprensión el dominio y la aplicación de conocimientos científicos, tecnológicos y humanísticos, que respondan con oportunidad a los requerimientos y cambios en las demandas del entorno social y productivo, acorde a los sectores estratégicos, como lo son:

- 1.** Diseño de materiales semiconductores para dispositivos electrónicos,
- 2.** Fabricación de dispositivos electrónicos y circuitos integrados,
- 3.** Diseño de circuitos integrados,
- 4.** Diseño de sistemas embebidos.

Los contenidos de las asignaturas que integran los módulos de especialidad deben abordar los aspectos dominantes y evolutivos de las prácticas profesionales que requiere la industria de los semiconductores. De esta manera, los estudiantes adquieren los conocimientos científicos y tecnológicos suficientes que les permiten participar de manera decisiva en esta industria, además de ser una base sólida para el crecimiento del sector académico y de investigación del TecNM.

A continuación, se describen los módulos de especialidad diseñados para los planes de estudios afines al área de semiconductores.

La especialidad incluye las siguientes asignaturas de las cuales únicamente se describe la competencia y el contenido temático, los programas completos de cada una se encuentra disponible en la Normateca del TecNM.

6.1 Especialidad 1. Diseño de materiales semiconductores para dispositivos electrónicos (DMS-2023-01)

Esta especialidad busca aportar al perfil de egreso de los ingenieros, conocimientos relacionados con las técnicas utilizadas para el diseño de materiales semiconductores para dispositivos electrónicos. Se proponen 5 asignaturas. Esta especialidad puede incorporarse a diferentes carreras de ingeniería, como **Ingeniería Electrónica, Ingeniería Mecatrónica, Ingeniería Materiales, Ingeniería en Nanotecnología y carreras afines a la electrónica**

Debido al perfil y caracterización de las asignaturas, es necesario que las y los estudiantes que tomen esta especialidad, posean habilidades y saberes básicos sobre el tema de los semiconductores y electrónica. El enfoque está en los procesos de diseño de materiales semiconductores para dispositivos electrónicos. Se abordan temas de Física del estado sólido, diseño de experimentos, análisis de propiedades y caracterizaciones de materiales.

6.1.1 Asignaturas

- Diseño De Experimentos.
- Principios Físicos Para El Diseño De Dispositivos Semiconductores.
- Análisis De Propiedades Físico -Químicas De Semiconductores.
- Dispositivos Optoelectrónicos.
- Componentes Semiconductores De Control.

En términos generales, las asignaturas tienen el siguiente aporte al perfil de egreso:

La asignatura de **Diseño de experimentos** proporciona las herramientas metodológicas, para el análisis, caracterización, interpolación y predicción de los distintos fenómenos involucrados en las diferentes áreas dentro del proceso de producción e investigación con la interpretación de los resultados haciendo uso de sus conocimientos para la toma de decisiones.

Las asignaturas de **Principios físicos para el diseño de dispositivos semiconductores y análisis de propiedades físico-químicas de semiconductores**

comprenden el estudio y aplicación de las características físicas y eléctricas de los semiconductores, así como las técnicas de obtención, crecimiento, modificación, la construcción de uniones PN y la importancia de su participación en las características operativas de los dispositivos electrónicos y optoelectrónicos.

La asignatura de **Dispositivos Optoelectrónicos** permite entender la conexión entre los sistemas ópticos y los sistemas electrónicos.

La asignatura de **Componentes Semiconductores de Control**, aporta al perfil del egresado las siguientes competencias: aplica, opera, mantiene, calibra y analiza instrumentos para el control automático y la medición de variables existentes en los procesos industriales.

6.2 Especialidad 2. Fabricación de dispositivos electrónicos y circuitos integrados (FDE-2023-02)

Esta especialidad busca aportar al perfil de egreso de los ingenieros, conocimientos relacionados con la industria de la fabricación de dispositivos electrónicos discretos y circuitos integrados, facilitando la inserción del egresado en la cadena productiva en este sector. Se proponen 6 asignaturas de 5 créditos cada una, para un total de 30. Esta especialidad puede incorporarse a diferentes carreras de ingeniería, como **Ingeniería en Semiconductores, Ingeniería en Materiales, Ingeniería Industrial, Ingeniería Electrónica, Ingeniería Química, Ingeniería Mecatrónica, Ingeniería en Gestión Empresarial, etc.**

Debido al perfil y caracterización de las asignaturas, no es necesario que quienes tomen esta especialidad posean habilidades y saberes altamente especializados del tema de los semiconductores o de electrónica. El enfoque está en los procesos de manufactura de este tipo de productos, la cadena de

suministros, los riesgos y la mitigación del impacto ambiental de este tipo de industria, conocer a detalle las características de los productos esperados y la normatividad vigente para el aseguramiento de la calidad de los mismos, aportándole, además, herramientas y habilidades para la toma de decisiones.

6.2.1 Asignaturas

- Introducción a los Semiconductores.
- Caracterización de Dispositivos Electrónicos Semiconductores.
- Calidad en los Procesos de Manufactura.
- Sostenibilidad Ambiental.
- Procesos de Fabricación De Materiales Semiconductores y Circuitos Integrados.
- Ingeniería de Interfaces de Comunicación.

En términos generales, las asignaturas tienen el siguiente aporte al perfil de egreso: La asignatura de **introducción a los semiconductores** trata sobre las características de los materiales semiconductores y como éstos son utilizados para fabricar dispositivos

electrónicos. Se comienza con una introducción a la física cuántica, que es la base para comprender qué son los semiconductores y cómo se utilizan para fabricar dispositivos electrónicos, abordando las características de diferentes tipos de dispositivos electrónicos.

La asignatura de **Caracterización de dispositivos electrónicos semiconductores**, es una continuación al tema de Introducción a los Semiconductores, abordando principalmente las características eléctricas de voltaje y corriente de los principales dispositivos electrónicos utilizados para el diseño de circuitos electrónicos.

La asignatura Ingeniería de interfaces de comunicación aporta habilidades técnicas de programación para el diseño de herramientas de prueba de dispositivos o circuitos electrónicos.

Por último, las asignaturas de **Calidad en los procesos de manufactura, sostenibilidad ambiental y procesos de fabricación de semiconductores y circuitos integrados**, abordan los temas de procesos de

manufactura, aseguramiento de la calidad, controles estadísticos, normatividad nacional e internacional respecto a la calidad de la producción por un lado y a la medición del impacto ambiental y las medidas de mitigación de este impacto por el otro. Finalmente, se estudian los procesos técnicos utilizados en la fabricación de los materiales semiconductores y los circuitos integrados.

6.3 Especialidad 3. Diseño de circuitos integrados. (DCI-2023-03)

Esta especialidad busca aportar al perfil de egreso de los ingenieros, conocimientos relacionados con las técnicas utilizadas para el diseño de circuitos electrónicos integrados. Se proponen 6 asignaturas de 5 créditos cada una, para un total de 30. Esta especialidad puede incorporarse a diferentes carreras de ingeniería, como **Ingeniería en Semiconductores, Ingeniería Electrónica, Ingeniería Mecatrónica, Tecnologías de la Información** y carreras afines a la electrónica.

Debido al perfil y caracterización de las asignaturas, es necesario que las y los estudiantes que tomen esta

especialidad, posean habilidades y saberes sobre el tema de los semiconductores y electrónica. El enfoque está en los procesos de diseño de circuitos integrados, tanto digitales como analógicos. En el área de diseño digital, se abordan temas de análisis y síntesis de circuitos digitales, desde los más básicos hasta complejos microprocesadores e interfaces de comunicación y por el lado de los circuitos analógicos, se analizan los temas de circuitos analógicos básicos, amplificadores y convertidores analógico digital y digital analógico. Además, se abordan temas relacionados al diseño físico de los circuitos integrados y sus procesos de fabricación.

Asignaturas 6.3.1

- Caracterización de Dispositivos Electrónicos Semiconductores.
- Ingeniería de Interfaces de Comunicación.
- Análisis y Síntesis de Circuitos Digitales.
- Arquitecturas de Procesamiento Y Memorias.
- Análisis y Diseño de Circuitos Analógicos Integrados.

- Procesos De Fabricación y Diseño de Layout para Circuitos Integrados.

En términos generales, las asignaturas tienen el siguiente aporte al perfil de egreso:

Las asignaturas de **Caracterización de dispositivos electrónicos semiconductores e ingeniería de interfaces de comunicación**, son las mismas que las de la especialidad de Fabricación de Dispositivos Electrónicos y Circuitos Integrados, aportan saberes y habilidades relacionadas con las características eléctricas de los dispositivos electrónicos y herramientas de programación para el diseño de sistemas de prueba de los circuitos diseñados.

Las asignaturas de **Análisis y síntesis de circuitos digitales y Arquitecturas de procesamiento y memorias**, aportan conocimientos y habilidades para el diseño, análisis y síntesis de circuitos digitales, la primera inicia con el desarrollo de habilidades para el diseño de circuitos digitales básicos, iniciando desde compuertas lógicas, hasta circuitos de mayor complejidad, tanto combinacionales como

secuenciales, terminando con el diseño de interfaces de comunicación, mientras que la segunda, la podemos considerar como una continuación de la primera, abordando temas de arquitecturas de procesamiento, diseño y ejecución de microinstrucciones al interior del microprocesador, esquemas de intercomunicación entre bloques de un microprocesador, como las unidades aritmético lógicas, memorias y circuitos periféricos, finalizando con un análisis que lleva al participante a visualizar arquitecturas más modernas de procesamiento digital de datos.

Por otro lado, la asignatura de **Análisis y diseño de circuitos integrados analógicos** aborda los temas relacionados a la adquisición y acondicionamiento de señales analógicas. Estos circuitos son la interfaz entre el mundo real analógico con los sistemas digitales de almacenamiento y procesamiento de datos.

Por último, la asignatura de **Procesos de fabricación y Layout para circuitos integrados es el puente entre los procesos de diseño de los circuitos integrados y**

su fabricación. Aborda los temas del proceso fotolitográfico para la fabricación de los circuitos integrados y el uso de las herramientas para el diseño físico de dichos circuitos.

6.4 Especialidad 4. Diseño de Sistemas embebidos. (DSE-2023-04)

Esta especialidad busca aportar al perfil de egreso de las y los ingenieros, conocimientos relacionados con las técnicas utilizadas para diseñar y utilizar sistemas embebidos con enfoque a las necesidades de la industria de los Semiconductores y áreas afines. Para esta especialidad se proponen 5 asignaturas. Esta especialidad puede incorporarse a diferentes carreras de ingeniería, como **Ingeniería en Semiconductores, Ingeniería Electrónica, Ingeniería Mecatrónica, Tecnologías de la Información y carreras afines a la electrónica**

Debido al perfil y caracterización de las asignaturas, es necesario que las y los estudiantes que tomen esta especialidad, posean habilidades y saberes sobre el tema de los semiconductores, la electrónica, y/o la

programación. El enfoque está en comprender las capacidades de los sistemas embebidos, así como el poder diseñar e implementar, en estos sistemas, aspectos relacionados a la Inteligencia Artificial y el Internet de las Cosas. En esta especialidad se estudian dispositivos embebidos de software reprogramable, como lo son microprocesadores y DSPs; también se capacita sobre el uso de dispositivos embebidos de hardware reconfigurable, como FPGAs. Además, se describen técnicas de Inteligencia Artificial y conceptos básicos del Internet de las Cosas para ser implementados en los dispositivos embebidos antes mencionados. Todos estos aspectos van soportados por conceptos que promueven el desarrollo de habilidades matemáticas, específicas, fundamentales para diferentes disciplinas de diseño, simulación e implementación de soluciones para Ingeniería Electrónica o áreas afines.

6.4.1 Asignaturas

- Matemáticas Avanzadas Para Ingeniería.
- Inteligencia Artificial.
- Internet De Las Cosas.

- Sistemas Embebidos Basados En Procesamiento Digital De Señales.
- Sistemas Embebidos Basados En FPGAs

En términos generales, las asignaturas tienen el siguiente aporte al perfil de egreso:

La asignatura de Matemáticas avanzadas para ingeniería aporta saberes y habilidades, al perfil del egresado, en números complejos, series y transformadas de Fourier, así como de la transformada Z.

La asignatura de Inteligencia Artificial aporta al perfil del estudiante la capacidad de aplicar técnicas de Inteligencia Artificial mediante el desarrollo y programación de modelos matemáticos, estadísticos y de simulación, a la solución de problemas complejos de control automático, diagnóstico, toma de decisiones, clasificación, y minería de datos, es decir, problemas propios de la Inteligencia Artificial.

El contenido de la asignatura de Internet de las Cosas atiende aspectos emergentes del quehacer profesional, al referirse a las redes de objetos

cotidianos conectados a Internet, dentro del concepto de Internet de las Cosas (IoT, de sus siglas en inglés), por lo que complementa la formación profesional del estudiante. Su importancia reside en que esta tecnología forma parte de la nueva revolución industrial, que impacta en la manera en que interactúan los elementos físicos y las personas a nivel global.

Por otro lado, la asignatura de Sistemas embebidos basados en Procesamiento Digital de Señales aporta al perfil del estudiante en el conocimiento del diseño basado en sistemas digitales, y el uso de circuitos de alta escala de integración, como son los sistemas embebidos basados en procesamiento digital de señales; logrando hacer las aplicaciones más simples, eficientes y versátiles.

Finalmente, Sistemas Embebidos basados en FPGAs aporta al perfil del estudiante las habilidades y saberes para diseñar y simular modelos de sistemas electrónicos lógicos y matemáticos que permitan predecir su comportamiento empleando plataformas computacionales; y aplicar los conocimientos básicos

para el análisis, adaptación, operación y mantenimiento de los sistemas embebidos basados en FPGA.

6.5 Institutos tecnológicos que implementaron los módulos de especialidad en distintos planes de estudio afines.

NÚM	INSTITUTO
1	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AGUASCALIENTES
2	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE MATAMOROS
3	INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE POZA RICA
4	TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE ECATEPEC

7. POSGRADOS DEL ÁREA DE SEMICONDUCTORES

Acorde a los esfuerzos del TecNM por atender la demanda de recursos humanos altamente especializados en un mercado emergente en Semiconductores derivado de la relocalización de esta industria, se reconoció el nicho de oportunidad para el país en la integración de programas de Posgrado como Especialización, Maestría tanto con orientación profesional como de investigación, así como el planteamiento del Doctorado en Ciencias en Semiconductores.

Para lograr este fin, se llevaron a cabo dos reuniones para el análisis de conocimientos y habilidades necesarios en la integración de los catálogos de asignaturas, que sirven de base para los programas de posgrado, en apego al Lineamiento para la Operación de los Estudios de Posgrado en el Tecnológico Nacional de México, publicado en noviembre de 2018. La primera de ellas se llevó a cabo en el Instituto Tecnológico de Aguascalientes del 17 al 19 de mayo de

2023 y en un segundo momento, en el Instituto Tecnológico de Puebla del 13 al 15 de septiembre del mismo año, donde gracias al trabajo de expertos en este campo emergente fue posible conjuntar un total de 13 asignaturas básicas y 23 optativas, con las cuales es posible que investigadores, docentes y estudiantado de posgrado desarrollen proyectos acordes a las Líneas de Trabajo o de Investigación que se proponen en el presente documento.

7.1 Catálogo de asignaturas y líneas de investigación

El siguiente catálogo corresponde a estudios de posgrado en el área de conocimiento de la cadena de valor de los semiconductores e incluyen los planes de estudio de la Especialización en Semiconductores, de la Maestría en Semiconductores y la Maestría en Ciencias en Semiconductores en las modalidades escolarizadas.

7.1.1 Asignaturas básicas

Electrónica Analógica Avanzada

Electrónica Digital Avanzada

Electromagnetismo

Análisis Matemático.
Matemáticas Avanzadas.
Tecnologías Emergentes en Semiconductores.
Principios Físicos de los Semiconductores.
Propiedades de los Semiconductores.
Física Cuántica.
Física del Estado Sólido.
Fabricación de Materiales Semiconductores y Circuitos Integrados.
Calidad en los Procesos de Manufactura.

7.1.2 Optativas

Dispositivos Semiconductores de Potencia.
Electrónica de Potencia.
Inteligencia Artificial.
Convertidores CA -CD (Rectificadores).
Procesadores Digitales de Señales.
Diseño Hardware Sobre FPGA para DSP.
Sistemas Operativos en Tiempo Real (RTOS) para Sistemas Embebidos.
Caracterización de Dispositivos Electrónicos Semiconductores.
Diseño de Circuitos Integrados Analógicos.
Diseño de Layout y Fabricación de Circuitos Integrados.
Impacto Ambiental de la Cadena de Valor de Semiconductores.
Diseño de Experimentos.
Análisis de Propiedades Fisicoquímicas.
Matemáticas Avanzadas.

Diseño de Arquitecturas Avanzadas De Procesamiento.

Diseño de Circuitos Integrados Para Inteligencia Artificial.

Diseño de Circuitos Integrados Para Radio Frecuencia
Sistemas De Protección Electromagnética Y Antiestática.

Temas Selectos I.

Temas Selectos II.

Temas Selectos III.

Consulta la página:

<https://www.tecnm.mx/?vista=Posgrados>

En este mismo contexto, las líneas de trabajo o de investigación para los posgrados en el área de conocimiento en semiconductores y que incluyen los planes de estudio de Especialización en Semiconductores, Maestría en Semiconductores, Maestría en Ciencias en Semiconductores y Doctorado en Ciencias en Semiconductores, se contempla las siguientes **líneas de investigación:**

1. Síntesis y caracterización de materiales semiconductores.
2. Diseño y fabricación de circuitos integrados.

3. Microelectrónica y semiconductores.
4. Aplicaciones basadas en sistemas embebidos.

7.2 Institutos Tecnológicos con apertura de la especialización en 2023

En atención a la Convocatoria de apertura del Programa de especialización en Semiconductores, para el semestre agosto - diciembre 2023, que se emitió a todos los Institutos Tecnológicos adscritos al Tecnológico Nacional de México para participar en el proceso de apertura y que de acuerdo con los requisitos, los Institutos Tecnológicos que cumplieron, se describen en la Tabla 3.

Tabla 3. Institutos Tecnológicos y Centros de Investigación autorizados para la apertura la especialización en semiconductores en el semestre agosto -diciembre 2023

NÚM	INSTITUTO
1	CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO (CENIDET)
2	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE LEÓN
3	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE MORELIA
4	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ORIZABA
5	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTEPEC
6	INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE CAJEME

8. COLABORADORES

PARTICIPANTES EN EL DISEÑO DEL DIPLOMADO EN SEMICONDUCTORES	
INSTITUCIÓN	COORDINADORES GENERALES
SAII-TecNM	GAUDENCIO LUCAS BRAVO
IT MATAMOROS	MARA GRASSIEL ACOSTA GONZÁLEZ

INSTITUCIÓN	ACADÉMICA(O)
CENIDET	MANUEL ADAM MEDINA
CRODE Celaya	ALEJANDRO ESPINOSA CALDERÓN
IT AGUASCALIENTES	ALEJANDRO SÁNCHEZ BARROSO
IT AGUASCALIENTES	IRAAM ANTONIO LÓPEZ SALAS
IT AGUASCALIENTES	JULIO CÉSAR MARTÍNEZ ROMO
IT AGUASCALIENTES	OCTAVIO VALDÉS VALADEZ
IT AGUASCALIENTES	PEDRO PABLO MARTÍNEZ PALACIOS
IT AGUASCALIENTES	EDINGUER VÁZQUEZ AYALA
IT AGUASCALIENTES	JUAN ANTONIO LÓPEZ GUEVARA
IT AGUASCALIENTES	JUAN CARLOS DÍAZ GUTIÉRREZ
IT AGUASCALIENTES	RAFAEL PORTILLO ROSALES
IT CELAYA	JAVIER DIAZ CARMONA
IT CELAYA	NIMROD VÁZQUEZ NAVA
IT MATAMOROS	ALAN LEÓN GONZÁLEZ ALMAGUER
IT MORELIA	HUGO ENRIQUE ALVA MEDRANO
IT MORELIA	HÉCTOR JAVIER VERGARA HERNÁNDEZ
IT QUERÉTARO	MÓNICA BALVANERA ORTUÑO LÓPEZ
IT QUERÉTARO	YOLANDA JIMÉNEZ FLORES
ITS SUR DE GUANAJUATO	JEZIEL VÁZQUEZ NAVA

INSTITUCIÓN	ASESORAS ACADÉMICAS
IT COLIMA	ANA ROSA BRAÑA CASTILLO
IT NUEVO LAREDO	SANTA ILIANA CASTILLO GARCÍA

INSTITUCIÓN	DISEÑO Y PRODUCCIÓN DE MATERIALES
CIIDET	CLAUDIA IVONNE MUÑOZ SÁNCHEZ
CIIDET	GABRIEL ALEJANDRO BARRAZA TORRES
CIIDET	MARICELA ÁLVAREZ RAMOS
CIIDET	MARIO ALBERTO HERRERA RAMÍREZ
CIIDET	MASSIEL CERVANTES ORTIZ
CIIDET	VÍCTOR GARCÍA MEJÍA
DDIE-TecNM	GUADALUPE MARTÍNEZ VICHEL
IT AGUASCALIENTES	EIHEZEM FERNANDO ALVARADO SALAZAR
IT AGUASCALIENTES	LAURA CABRERA LÓPEZ
IT AGUASCALIENTES	MARIO ALBERTO VARGAS MORENO
IT AGUASCALIENTES	PATRICIA SARAI GUTIÉRREZ RUIZ ESPARZA
IT AGUASCALIENTES	RAFAEL PORTILLO ROSALES
IT AGUASCALIENTES	SERGIO DANIEL NÚÑEZ DÍAZ
IT AGUASCALIENTES	YOMIRA DEL CARMEN ROSALES MARTÍNEZ
IT SAN LUIS POTOSÍ	ANABEL HERNÁNDEZ SALAS
IT SAN LUIS POTOSÍ	DIANA ESTEFANIA MAYA RODRÍGUEZ
IT SAN LUIS POTOSÍ	DIANA RAQUEL PATIÑO LÓPEZ
IT SAN LUIS POTOSÍ	DUBELZA BEATRIZ OLIVA GARZA
IT SAN LUIS POTOSÍ	NANCY PIMENTEL BUSTOS
IT TUXTLA GUTIÉRREZ	ABRIL ATZUNE PINTO CULEBRO
IT TUXTLA GUTIÉRREZ	ALBA MERCEDES MIJANGOS OCEGUERA
IT TUXTLA GUTIÉRREZ	CLAUDIA CAROLINA CONSTATINO RAMÍREZ
IT TUXTLA GUTIÉRREZ	GRISSEL ANAHÍ CRUZ ARRIAGA

IT TUXTLA GUTIÉRREZ	GUADALUPE DEL ROSARIO AGUILAR LÓPEZ
IT TUXTLA GUTIÉRREZ	JORGE ESTRADA DÍAZ
IT TUXTLA GUTIÉRREZ	JULIA KRYPEL LÓPEZ ORDUÑA

PARTICIPANTES EN EL DISEÑO DEL PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA EN SEMICONDUCTORES

INSTITUCIÓN	COORDINADORES GENERALES
SAII-TecNM	GAUDENCIO LUCAS BRAVO
IT MATAMOROS	MARA GRASSIEL ACOSTA GONZÁLEZ

INSTITUCIÓN	ACADÉMICA(O)
IT AGUASCALIENTES	ALEJANDRA GARCÍA CASTAÑÓN
IT AGUASCALIENTES	EDINGUER VÁZQUEZ AYALA
IT AGUASCALIENTES	IRAAM ANTONIO LÓPEZ SALAS
IT AGUASCALIENTES	JUAN CARLOS DÍAZ GUTIÉRREZ
IT CHIHUAHUA	PEDRO SÁNCHEZ SANTIAGO
IT CIUDAD MADERO	SAMUEL MAR BARÓN
IT COLIMA	ANA ROSA BRAÑA CASTILL O
IT HERMOSILLO	DANIEL FERNANDO ESPEJEL BLANCO
IT MATAMOROS	ALAN LEÓN GONZÁLEZ ALMAGUER
IT MÉRIDA	ARTURO GAMINO CARRANZA
IT MÉRIDA	DANIEL ARCÁNGEL LÓPEZ SAURI
IT MÉRIDA	JORGE CARLOS CANTO ESQUIVEL
IT OCOTLÁN	MAGDA SAGRARIO VELÁZQUEZ LÓPEZ
IT QUERÉTARO	MÓNICA BALVANERA ORTUÑO LÓPEZ
IT QUERÉTARO	YOLANDA JIMÉNEZ FLORES

IT TIJUANA	JULIO CÉSAR CALVA YAÑEZ
IT TORREÓN	JAIME DÍAZ POSADA
ITES IRAPUATO	GABRIEL HERRERA PÉREZ
ITES IRAPUATO	MIGUEL ÁNGEL ARMENTA LOREDO
ITS CAJEME	LUIS ALBERTO LIMÓN VALENCIA
ITS LERDO	ALEJANDRINA DÁVILA ESQUIVEL
ITS DE PURÍSIMA DEL RINCÓN	GERMÁN PÉREZ ZÚÑIGA
ITS DE PURÍSIMA DEL RINCÓN	JOSÉ DE JESÚS COLÍN ROBLES

PARTICIPANTES EN EL DISEÑO DE MÓDULOS DE ESPECIALIDAD DE INGENIERÍA EN SEMICONDUCTORES

INSTITUCIÓN	ACADÉMICA(O)
CRODE CELAYA	ALEJANDRO ESPINOSA CALDERÓN
IT AGUASCALIENTES	AHÍZA MARTÍNEZ ROMO
IT AGUASCALIENTES	ALEJANDRO SÁNCHEZ BARROSO
IT AGUASCALIENTES	ARACELI DELGADILLO ACERO
IT AGUASCALIENTES	CARLOS ALBERTO DOMÍNGUEZ BÁEZ
IT AGUASCALIENTES	CARLOS RODRIGO MARTÍN CLEMENTE
IT AGUASCALIENTES	EDGAR DARÍO ACOSTA PÉREZ
IT AGUASCALIENTES	EDINGUER VÁZQUEZ AYALA
IT AGUASCALIENTES	FÁTIMA MARICELA GARCÍA KOHLS
IT AGUASCALIENTES	FRANCISCO JAVIER VILLALOBOS PIÑA
IT AGUASCALIENTES	HÉCTOR ULISES RODRÍGUEZ MARMOLEJO
IT AGUASCALIENTES	ILIANA ROSALES CANDELAS

IT AGUASCALIENTES	IRAAM ANTONIO LÓPEZ SALAS
IT AGUASCALIENTES	J ASCENCIÓN GUERRERO VIRAMONTES
IT AGUASCALIENTES	J RAFAEL MOLINA CONTRERAS
IT AGUASCALIENTES	JAVIER MASCORRO PANTOJA
IT AGUASCALIENTES	JOSÉ ANTONIO CALDERÓN MARTÍNEZ
IT AGUASCALIENTES	JUAN ANTONIO LÓPEZ GUEVARA
IT AGUASCALIENTES	JUAN CARLOS DÍAZ GUTIERREZ
IT AGUASCALIENTES	JUAN JOSÉ SOTO BERNAL
IT AGUASCALIENTES	JUAN MARTÍN MÉNDEZ TORRES
IT AGUASCALIENTES	JULIO CÉSAR MARTÍNEZ ROMO
IT AGUASCALIENTES	MARTHA ESTHELA VENEGAS PÉREZ
IT AGUASCALIENTES	NANCY LILIANA DELGADILLO
IT AGUASCALIENTES	OCTAVIO VALDÉS VALADEZ
IT AGUASCALIENTES	OLGA MARÍA LARA SIGALA
IT AGUASCALIENTES	PAULA CASTILLO ROSALES
IT AGUASCALIENTES	PEDRO PABLO MARTÍNEZ PALACIOS
IT AGUASCALIENTES	ROSA FABIOLA FUENTES MORALES
IT CELAYA	JAVIER DIAZ CARMONA
IT CELAYA	NIMROD VÁZQUEZ NAVA
IT QUERÉTARO	MÓNICA BALVANERA ORTUÑO LÓPEZ
IT QUERÉTARO	YOLANDA JIMÉNEZ FLORES
IT TOLUCA	MARIA SONIA MIREYA MARTÍNEZ GALLEGOS
IT TOLUCA	NAYELY TORRES GÓMEZ

PARTICIPANTES EN EL DISEÑO DE PROGRAMAS DE POSGRADO EN SEMICONDUCTORES

INSTITUCIÓN	COORDINADORES GENERALES
SAII-TECNM	GAUDENCIO LUCAS BRAVO
IT MATAMOROS	MARA GRASSIEL ACOSTA GONZÁLEZ

INSTITUCIÓN	ACADÉMICA(O)
CENIDET	MANUEL ADAM MEDINA
CRODE CELAYA	ALEJANDRO ESPINOSA CALDERÓN
IT AGUASCALIENTES	IRAAM ANTONIO LÓPEZ SALAS
IT AGUASCALIENTES	J. ASCENSIÓN GUERRERO VIRAMONTES
IT AGUASCALIENTES	JOSÉ ENRIQUE JAIME LEAL
IT AGUASCALIENTES	JULIO CÉSAR MARTÍNEZ ROMO
IT AGUASCALIENTES	LUIS ALBERTO ESCALERA VELASCO
IT AGUASCALIENTES	MARIO ALBERTO RODRÍGUEZ DÍAZ
IT CELAYA	NIMROD VÁZQUEZ NAVA
IT CIUDAD JUÁREZ	JEOVANY RAFAEL RODRÍGUEZ MEJÍA
IT CIUDAD MADERO	LUCIANO AGUILERA VÁZQUEZ
IT CIUDAD MADERO	REINALDO DAVID MARTÍNEZ OROZCO
IT COLIMA	ANA ROSA BRAÑA CASTILLO
IT MATAMOROS	ALAN LEÓN GONZÁLEZ ALMAGUER
IT MÉRIDA	DANIEL ARCÁNGEL LÓPEZ SAURI
IT MORELIA	HÉCTOR JAVIER VERGARA HERNÁNDEZ
IT MORELIA	HUGO ENRIQUE ALVA MEDRANO
IT PUEBLA	ALEJANDRO DÍAZ SÁNCHEZ
IT QUERÉTARO	YOLANDA JIMÉNEZ FLORES

ITS LERDO	ALEJANDRINA DÁVILA ESQUIVEL
IT TORREÓN	JAIME DÍAZ POSADA

PARTICIPANTES EN LA REVISIÓN Y EDICIÓN	
INSTITUCIÓN	COORDINADORES GENERALES
ITS LERDO	ALEJANDRINA DÁVILA ESQUIVEL
IT TORREÓN	JAIME DÍAZ POSADA
IT QUERÉTARO	YOLANDA JIMÉNEZ FLORES

9. REFERENCIAS

- Ley General de Educación Superior. (2021). *Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 20 de abril de 2021. DOF-20 -04-2021, pág. 1.* Diario Oficial de la Federación.
- TecNM. (2018). *Lineamientos para la Operación de los Programas de Posgrado del Tecnológico Nacional de México.*
- TecNM. (2015). *Manual De Lineamientos Académicos Administrativos Del TecNM.* Tecnológico Nacional de Mexico.
- TecNM. (2019). *Programa de Desarrollo Institucional 2019-2024.* Mexico,DF: Tecnológico Nacional de Mexico.
- TecNM. (2023). *Colaboracion del TecNM con el Plan Sonora de Energias Sostenibles.* Sonora, Tecnológico Nacional de México.

10. GLOSARIO

ASIC. *Application Specific Integrated Circuit.* Circuito integrado de aplicación específica.

Circuito integrado (CI). También llamado circuito microelectrónico, microchip o chip, es un conjunto de componentes electrónicos, fabricados como una sola unidad, en el que dispositivos activos miniaturizados y sus interconexiones se construyen sobre un sustrato delgado de material semiconductor, que puede ser tan pequeño como unos pocos centímetros cuadrados o sólo unos pocos milímetros cuadrados. Los componentes individuales del circuito son generalmente de tamaño microscópico.

Tecnología CMOS. *Complementary Metal Oxide Semiconductor Technology.* Tecnología de fabricación de circuitos integrados utilizando transistores de metal-óxido-semiconductor.

LAYOUT. Es la representación de un circuito integrado en términos de formas geométricas planas que corresponden a los patrones de capas de metal, óxido o semiconductores que forman los componentes del circuito integrado.

FIN FET. Es un dispositivo multicompuerta, un MOSFET (transistor de efecto de campo semiconductor de óxido metálico) construido sobre un sustrato donde la compuerta se coloca en dos, tres o cuatro lados del canal o se envuelve alrededor del canal, formando una compuerta doble o incluso de estructura múltiple.

11. ANEXOS

11.1 Gráficos del Diplomado en Semiconductores

Fig. 2 Gráfica de participantes inscritos en Diplomado en Semiconductores

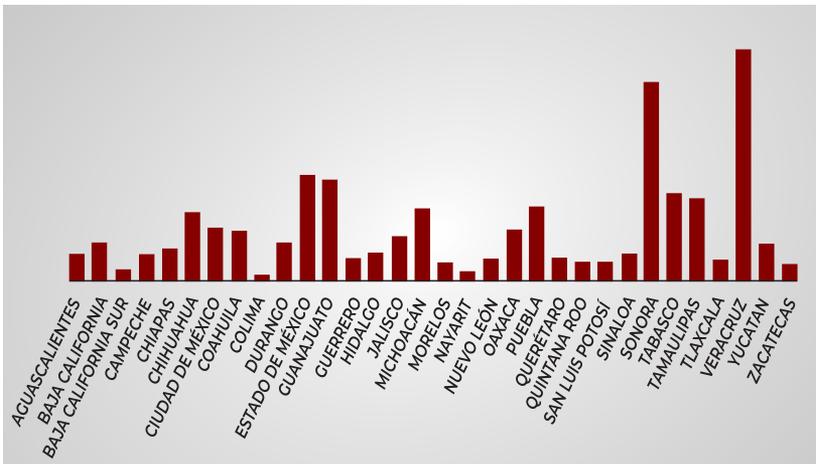
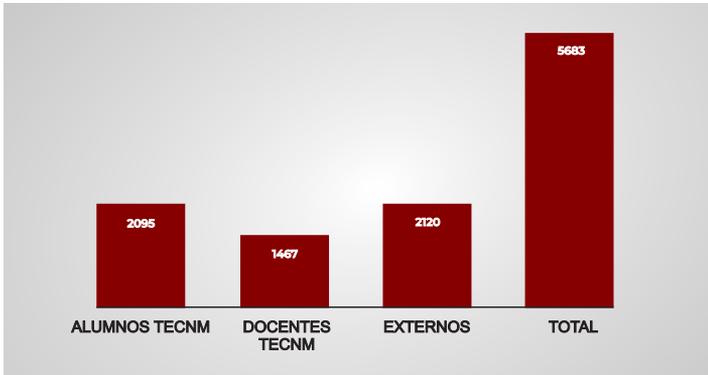


Fig. 3 Gráfica de participantes Docentes inscritos en Diplomado en Semiconductores por estado

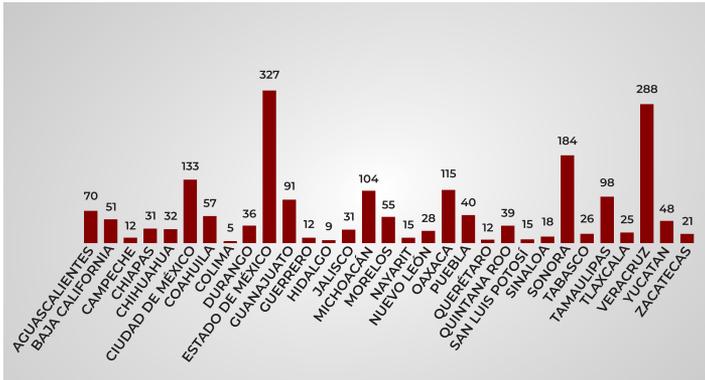


Fig. 4 Gráfica de estudiantes participantes inscritos en Diplomado en Semiconductores por estado

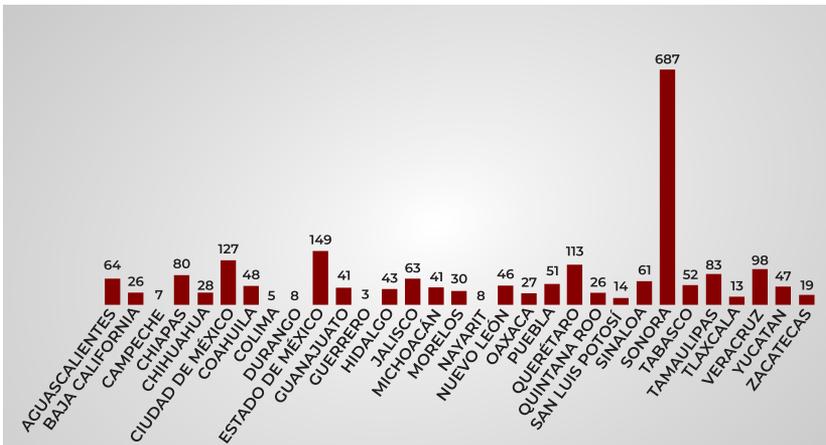


Fig. 5 Gráfica de participantes externos inscritos en Diplomado en Semiconductores por estado

**Libro impreso para el
Tecnológico Nacional de México
(TecNM).**

**“Los semiconductores
son los cimientos
de la nueva era digital.”
- Robert Noyce**



**TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO®**