

CAPÍTULO 1

CONTEXTO DEL PROYECTO

EL CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, MECÁNICA Y PROFESIONES AFINES

El Consejo Profesional Nacional de Ingenierías Eléctrica, Mecánica y Profesiones Afines (CPN) es la entidad creada por el Estado, mediante la Ley 51 de 1986, con el fin de controlar y vigilar el ejercicio de las Ingenierías Eléctrica, Mecánica, Electrónica, Electromecánica, Metalúrgica, Aeronáutica, Naval¹, Nuclear y de Telecomunicaciones en el territorio nacional. Esta entidad también ejerce control sobre la Ingeniería Electrónica y de Telecomunicaciones, profesión intermedia entre dos de las anteriores especialidades².

En la actualidad, el CPN está facultado para expedir las matrículas profesionales a los ingenieros de las anteriores ramas (con la excepción de la Ingeniería Naval, por las razones ya expuestas) a través de los Consejos Profesionales Seccionales, así como las licencias especiales a los ingenieros titulados y domiciliados en el exterior que vengan a realizar trabajos de ingeniería en el país por periodos no superiores a seis meses. Igualmente, y de acuerdo con el régimen disciplinario señalado en la Ley 842 de 2003, el CPN es la entidad designada por el Estado para realizar los procedimientos de juicio ético a los profesionales de las especialidades señaladas.

Para aplicar la Ley 51 de 1986 a los profesionales contemplados en ella, el CPN debe tomar como marco de referencia las tareas, obras o actividades especificadas en los subgrupos pertinentes de la Clasificación Nacional de Ocupaciones³, pero la misma ley faculta al CPN para ampliar dicha clasificación, teniendo en cuenta las características especiales del país.

Una de las funciones del CPN es asesorar al Ministro de Educación Nacional, cuando este lo considere conveniente, respecto a la aprobación de nuevos programas de estudios y al establecimiento de centros educativos relacionados con las ramas contempladas en la Ley 51. De igual modo, la entidad debe asesorar a

¹ Posteriormente, la Ingeniería Naval pasó a depender de otro Consejo Profesional (Ley 385 de 1997).

² Los términos profesiones, ramas y especialidades de la ingeniería son sinónimos en este documento y hacen referencia a las distintas denominaciones en que se ha dividido esta área del conocimiento. El término más empleado en el documento es 'especialidad'.

³ SENA. **Clasificación nacional de ocupaciones**. Sena, 1997. Bogotá.

las instituciones de educación superior que así lo soliciten en lo relacionado con los requisitos exigidos para el otorgamiento de títulos en tales especialidades.

ORIGEN DEL PROYECTO

El CPN considera que para desarrollar de manera idónea sus funciones, especialmente aquellas relacionadas con los procedimientos de juicio ético y con las asesorías al Ministro de Educación y a las universidades, debe tener plena claridad sobre diferentes aspectos relacionados con la formación y el ejercicio profesional de los ingenieros. Por esta razón, desde su creación el CPN ha realizado y ha participado en la ejecución de diferentes proyectos y eventos tendientes a complementar y a ampliar tal información, no sólo para el uso del CPN sino para ponerla a disposición de las universidades, el sector empresarial y el Estado.

En relación con el campo de acción de cada una de las especialidades incluidas en la Ley 51 de 1986, así como con las funciones que pueden desempeñar y las competencias que tienen los profesionales de cada una de ellas, el CPN considera que la información contenida en la Clasificación Nacional de Ocupaciones es demasiado general para sus necesidades, y no se tiene conocimiento de ninguna otra publicación nacional que contenga la información requerida. Fue en este contexto que se situó el proyecto “Caracterización profesional de ocho especialidades de la ingeniería – Competencias y funciones de los profesionales recién egresados”, iniciado en el mes de julio de 2005.

OBJETIVO

El proyecto respondió a una pregunta básica, planteada por el CPN:

¿Qué saben hacer los ingenieros recién egresados?

Para dar respuesta a la anterior pregunta, el objetivo general del proyecto se definió en los siguientes términos:

Determinar las competencias profesionales que deben haber adquirido o desarrollado los ingenieros egresados de los programas académicos de ocho especialidades de la ingeniería y las funciones que pueden desempeñar tales ingenieros dentro del ejercicio de sus respectivas profesiones, como resultado de sus estudios universitarios en las instituciones de educación superior colombianas.

Es claro que el proyecto se encaminó a determinar las capacidades de los ingenieros recién egresados y no las capacidades de los ingenieros que habían realizado estudios adicionales, por ejemplo, de educación continuada, de postgrado

o de capacitación empresarial, o que ya habían adquirido experiencias en el campo de aplicación profesional.

Por otra parte, el proyecto no tuvo como objetivo verificar si los egresados de los programas académicos, en forma individual o colectiva, realmente desarrollaron o adquirieron las competencias identificadas. De hecho, la única forma para determinar cuáles son las competencias profesionales que tienen los egresados de un programa académico consistiría en aplicarles una prueba diseñada para tal fin, lo cual correspondería a un proyecto diferente.

ALCANCE

Las ocho⁴ especialidades de la ingeniería incluidas en el proyecto fueron:

1. Ingeniería Aeronáutica
2. Ingeniería Eléctrica
3. Ingeniería Electromecánica
4. Ingeniería Electrónica
5. Ingeniería Electrónica y de Telecomunicaciones
6. Ingeniería Mecánica
7. Ingeniería Metalúrgica
8. Ingeniería de Telecomunicaciones.

PROPÓSITOS

Los resultados del proyecto pueden ser utilizados para los siguientes propósitos, entre otros:

1. Servir como instrumento al CPN para establecer las competencias que tienen y las funciones que pueden desempeñar los profesionales recién egresados de las ocho especialidades de la ingeniería señaladas.

⁴ La Ingeniería Nuclear no se ofrece como carrera profesional en Colombia, por lo cual no pudo ser enmarcada dentro del objetivo del proyecto. Sin embargo, esta especialidad también fue estudiada, tomando como base la información de universidades extranjeras, pero sin llegar hasta la determinación de las competencias profesionales y las funciones.

2. Ampliar y complementar la información suministrada en la actualidad por la Clasificación Nacional de Ocupaciones, en relación con las ocho especialidades de la ingeniería.
3. Servir de referencia a los estudiantes y a los profesionales de la ingeniería respecto a las competencias y a las funciones propias de cada una de las ocho especialidades.
4. Suministrar información al estado para la adopción o el ajuste de políticas de la educación superior relacionadas con la formación de los ingenieros.
5. Servir como marco de referencia a los sectores gremial y empresarial respecto a la formación y a las capacidades que tienen los ingenieros recién egresados de las ocho especialidades.
6. Brindar información a las facultades y a los programas de ingeniería para el diseño, la actualización y la evaluación de los currículos, en relación con la formación de competencias.
7. Aportar información para apoyar los Exámenes de Calidad de la Educación Superior (Ecaes) en ingeniería y para la puesta en marcha de otras evaluaciones de competencias para profesionales⁵.
8. Servir como referencia para comparar las competencias profesionales de los ingenieros egresados de las instituciones de educación superior colombianas con las competencias profesionales de los ingenieros de otros países.
9. Tomarse como referencia para la realización de proyectos similares en otras especialidades de la ingeniería o en otras áreas del conocimiento.

⁵ Es posible que en el futuro se creen otras evaluaciones para profesionales como, por ejemplo, para la adquisición o renovación de la matrícula profesional.

CAPÍTULO 2

LAS COMPETENCIAS

A partir de la propuesta de Noam Chomsky, en 1965, y sobre todo durante las dos últimas décadas se ha investigado y escrito de manera creciente sobre las competencias en países de todo el mundo. En este capítulo no se pretende profundizar ni hacer un análisis exhaustivo del concepto de competencia y de su desarrollo sino, tan solo, dar una visión panorámica de él, su evolución, sus clasificaciones y su utilización en la educación, con el fin de sustentar y aclarar el concepto de competencia empleado en el proyecto.

ORÍGENES Y DESARROLLO DEL CONCEPTO DE COMPETENCIA

Los expertos sitúan los orígenes del concepto contemporáneo de competencia en la filosofía griega clásica. Los filósofos griegos abordaron los temas de estudio desde problemas contextualizados, lo cual coincide con la interrogación de la realidad, que es la base de la resolución de problemas en la conceptualización actual de las competencias. Además, la filosofía griega buscaba aprehender la realidad de sus conceptos mediante el establecimiento de relaciones y conexiones entre diversos temas y problemas, del mismo modo que en la formación de competencias actual se plantea la necesidad de articular los saberes de distintas disciplinas¹.

De acuerdo con Aristóteles,

hay dos clases de ser: el ser en potencia y el ser en acto; todo cambio se realiza pasando de uno a otro (...). Todo proviene del ser, pero sin duda, del ser en potencia, es decir, del no-ser en acto.²

La distinción entre ser en potencia y ser en acto fue retomada por Chomsky al hacer la distinción entre competencias y actuaciones lingüísticas.³ Este autor fue el primero en plantear el concepto moderno de competencia.

Según De Zubiría, para Chomsky la competencia lingüística es:

¹ TOBON, Sergio. **Formación basada en competencias**. Ecoe Ediciones, 2004. Bogotá.

² Citado por: DE ZUBIRÍA, Julián. **Las competencias argumentativas. La visión desde la educación**. Colección Aula Abierta – Magisterio, 2006. Bogotá.

³ DE ZUBIRÍA, Julián. **Op. cit.**

el conocimiento que tiene el ser humano de las reglas o principios abstractos y universales que regulan el sistema lingüístico, lo cual supone que está de manera innata en la mente de los hablantes.

La competencia es de carácter formal y desligada de cualquier contenido y representa un conocimiento que se tiene gracias a la especialización de un conocimiento aún más abstracto: el Dispositivo de Adquisición del Lenguaje, el cual es información genética de la especie y por tanto es común a todas las lenguas y a todas las personas.⁴

Los planteamientos de Chomsky fueron complementados por Dell Hymes (1980), quien estableció el concepto de competencia comunicativa. A diferencia de la competencia lingüística del primero, en la competencia comunicativa se tienen en cuenta los contextos específicos en donde se da la interacción. Así, una persona competente en el lenguaje es aquella que lo emplea para integrarse con otras personas, entendiéndolas y haciéndose entender de ellas.⁵

La competencia comunicativa, en tanto proceso contextual, se desarrolla, no cuando se manejan las reglas gramaticales de la lengua (competencia lingüística), sino cuando la persona puede determinar cuándo sí y cuándo no hablar, y también sobre qué hacerlo, con quién, dónde y en qué forma... La competencia comunicativa tiene en cuenta las actitudes, los valores y las motivaciones relacionadas con la lengua, con sus características y usos; así mismo, busca la interrelación de la lengua con otros códigos de conducta comunicativa (Hymes, 1996).⁶

La extensión de la competencia lingüística a la competencia comunicativa abrió un campo infinito a la educación. Si tanto los docentes como los alumnos poseen la competencia comunicativa, entonces se debe potenciar tal capacidad con el fin de mejorar el aprendizaje y la interacción social.⁷ En este sentido, Manfred Jourdan (1984) señaló:

La educación se realiza por medio de la comunicación. O dicho en términos más generales y formulado como un enunciado universal: no existe ningún comportamiento humano o acción (pedagógicamente relevante) que no sean transmitidos por el medio omnicompreensivo de la comunicación.⁸

De este modo, a partir de la competencia lingüística y la competencia comunicativa se introdujo el concepto de competencia en diversas áreas de la educación formal y se empezó a consolidar el concepto de competencias matemáticas, competencias sociales y competencias en ciencias naturales, entre otras. Así, a través de las competencias se empezaron a buscar nuevas metodologías que superaran las metodologías tradicionales basadas en la memorización, privilegiando los procesos

⁴ Ibid.

⁵ TOBON, Sergio. **Op. cit.**

⁶ Ibid.

⁷ MALDONADO, Miguel Ángel. **Las competencias, una opción de vida.** Ecoe, Ediciones, 2003. Bogotá.

⁸ Citado por: MALDONADO, Miguel Ángel. **Op. cit.**

cognoscitivos de percepción, atención, comprensión, inteligencia y lenguaje y las habilidades cognitivas de interpretación, argumentación y proposición.⁹

En forma paralela a la aplicación de las competencias en la educación formal se ha desarrollado el concepto de las competencias laborales. La necesidad de las empresas de prepararse para un estado continuo de competencia local, regional y global ha impulsado en muchos países, desde la década de los 80, la creación de sistemas de formación para el trabajo que permitan, entre otros aspectos: fortalecer la competitividad laboral, flexibilizar la fuerza laboral, facilitar la educación continua de acuerdo con los requerimientos de las empresas, orientar los sistemas educativos para que respondan a las necesidades empresariales y posibilitar la certificación de las competencias laborales independientemente de los estudios realizados.¹⁰

DEFINICIONES DE COMPETENCIA

Se han planteado innumerables definiciones de competencia, pero muchas de ellas poseen componentes o elementos comunes. La presentación de algunas definiciones, en este aparte, permite establecer más adelante los componentes de la competencia que se tuvieron en cuenta en el proyecto.

ICFES

De acuerdo con el Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior (Icfes) y a propósito del examen de Estado para bachilleres basado en competencias e implementado a partir de 2000:

Competencia es un 'saber en contexto', es decir, el conjunto de acciones que un estudiante realiza en un contexto particular y que cumplen con las exigencias específicas del mismo. En el examen de estado las competencias se circunscribirán a las acciones de tipo interpretativo, argumentativo y propositivo que el estudiante pone en juego en cada uno de los contextos disciplinares que hacen referencia, por su parte, al conjunto móvil de conceptos, teorías, historia epistemológica, ámbitos y ejes articuladores, reglas de acción y procedimientos específicos que corresponden a un área determinada.¹¹

GRUPO RESPROM

El grupo Resprom (2005), conformado por profesores de ciencias e ingeniería de la Universidad Industrial de Santander, ha realizado un importante proyecto basado

⁹ TOBON, Sergio. **Op. cit.**

¹⁰ Ibid.

¹¹ ICFES. **Nuevo examen de estado para el ingreso a la educación superior.** Icfes, 1999. Bogotá.

en utilizar la resolución de problemas como estrategia para favorecer la comprensión de los saberes y para desarrollar competencias específicas en los estudiantes de estas áreas del conocimiento. Dentro del proyecto se han hecho importantes planteamientos respecto al significado que le dan a las competencias, como los siguientes:

En este proyecto de investigación se asumió como eje de la formación profesional y disciplinar las competencias, concebidas como una articulación entre lo interno cognitivo y lo externo sociocultural puesto que se considera que la competencia, más que un saber hacer es un saber haciendo soportado en múltiples conocimientos declarativos y procedimentales que se aprenden en el proceso de formación en las diferentes asignaturas; es la utilización flexible e inteligente de estos conocimientos lo que hace competente al profesional frente a los problemas que debe resolver al enfrentarse al mundo social y del trabajo.

.
.
.

... en la competencia se integran aspectos cognitivos, aspectos procedimentales y aspectos actitudinales que son denominados componentes de la competencia. Los primeros pueden ser entendidos como un 'saber' independiente del contexto, presente en la estructura cognitiva del sujeto, y los segundos como un 'saber hacer' o el uso que alguien hace de dicho saber al resolver una tarea con contenido y estructura propia, en una situación específica y de acuerdo con un contexto, unas necesidades y unos niveles de exigencia concretos.¹²

Además, el grupo Resprom retoma el concepto de competencia propuesto por Philippe Perrenoud (1999):

... capacidad de acción eficaz frente a un conjunto de situaciones que uno logra dominar porque se dispone, a la vez, de los conocimientos necesarios y de la capacidad de movilizarlos positivamente en un tiempo oportuno, para identificar y resolver verdaderos problemas.¹³

ACOFI

Pinilla plantea la siguiente definición de competencia, enmarcada dentro del proceso que adelantó la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (Acofi) para estructurar los Ecaes de Ingeniería en 2005, con base en la evaluación de competencias:

Una competencia corresponde a una combinación interrelacionada de destrezas cognitivas y prácticas, conocimientos (incluyendo conocimiento tácito), motivación valores, actitudes, emociones y otras componentes que

¹² MARTÍNEZ, Joaquín y otros. **Desarrollo de competencias en ciencia e ingenierías. Hacia una enseñanza problematizada.** Cooperativa Editorial Magisterio, 2005. Bogotá.

¹³ Citado por: MARTÍNEZ, Joaquín y otros. **Op cit.**

juntas pueden ser movilizadas para lograr una acción efectiva en un contexto particular.¹⁴

GALLEGO

Tobón cita el siguiente planteamiento sobre las competencias, emitido por Gallego (1999), en el cual se recogen aspectos sustantivos de diversas definiciones:

Se propone conceptualizar las competencias como procesos complejos que las personas ponen en acción-actuación-creación, para resolver problemas y realizar actividades (de la vida cotidiana y del contexto laboral-profesional), aportando a la construcción y transformación de la realidad, para lo cual integran el saber ser (automotivación, iniciativa y trabajo colaborativo con otros), el saber conocer (observar, explicar, comprender y analizar) y el saber hacer (desempeño basado en procedimientos y estrategias), teniendo en cuenta los requerimientos específicos del entorno, las necesidades personales y los procesos de incertidumbre, con autonomía intelectual, conciencia crítica, creatividad y espíritu de reto, asumiendo las consecuencias de los actos y buscando el bienestar humano.¹⁵

SENA

Por su parte, al Servicio Nacional de Aprendizaje (Sena), como entidad dedicada a la formación de la fuerza laboral en el país, le corresponde la formación basada en competencias laborales o competencias para el trabajo. Para el Sena (1998),

la competencia laboral es la aplicación de conocimientos, habilidades, comprensiones y valores a la realización de funciones productivas dentro de un área ocupacional, alcanzando en contextos cambiantes los niveles de desempeño esperados en el trabajo. O, de otra forma, la competencia laboral es la capacidad que tiene una persona para aplicar conocimientos, habilidades y destrezas, valores y comportamientos, en el desempeño laboral, en diferentes contextos.¹⁶

CONSEJO NACIONAL DE CUALIFICACIONES

En el ámbito internacional, el Consejo Nacional de Cualificaciones del Reino Unido (1994) define la competencia de la siguiente manera:

Capacidad de realizar las actividades correspondientes a una profesión conforme a los niveles esperados en el empleo. El concepto incluye también la capacidad de transferir las destrezas y conocimientos a nuevas situaciones

¹⁴ PINILLA, Álvaro. **Un marco de competencias para ingeniería (conferencia)**. Bogotá, 2005.

¹⁵ Citado por: TOBÓN, Sergio. **Op cit.**

¹⁶ MALDONADO, Miguel Ángel. **Op. cit.**

dentro del área profesional y más allá de ésta, a profesiones afines. Esta flexibilidad suele implicar un nivel de destrezas y conocimientos mayor a lo habitual, incluso entre trabajadores con experiencia.¹⁷

FUNDACIÓN CHILE

Según la Fundación Chile, entidad de derecho privado dedicada a introducir innovaciones y a desarrollar el capital humano en los sectores claves de la economía chilena, “las competencias consisten en la capacidad de vincular los conocimientos teóricos de las personas (‘saber’) con ciertas destrezas prácticas (‘hacer’) en un ‘saber hacer’”.¹⁸

PROYECTO *TUNING*

El Proyecto *Tuning* está enmarcado dentro del proceso La Sorbona - Bolonia - Praga - Berlín, a través del cual se aspira a crear un área de educación superior integrada en Europa. Con el fin de que los programas de educación superior ofrecidos en los países de la Unión Europea sean comparables, y así facilitar la movilidad de los estudiantes y de los profesionales en Europa, se ha planteado una metodología basada en resultados de aprendizaje, entendiéndose estos como el conjunto de competencias que incluye conocimientos, comprensión y habilidades que se espera que el estudiante domine, comprenda y demuestre después de completar un proceso corto o largo de aprendizaje.

En el Proyecto *Tuning*,

el concepto de las competencias trata de seguir un enfoque integrador, considerando las capacidades por medio de una dinámica combinación de atributos que juntos permiten un desempeño competente como parte del producto final de un proceso educativo, lo cual enlaza con el trabajo realizado en educación superior.

.
.
.

Las competencias y las destrezas se enfocan a saber cómo conocer y comprender (conocimiento teórico de un campo académico, la capacidad de conocer y comprender), saber cómo actuar (la aplicación práctica y operativa del conocimiento a ciertas situaciones) saber cómo ser (los valores como parte integrante de la forma de percibir a los otros y vivir en un contexto social). Las competencias representan una combinación de atributos (con respecto al conocimiento y sus aplicaciones, aptitudes, destrezas y responsabilidades) que describen el nivel o grado de suficiencia con que una persona es capaz de desempeñarlos.

.

¹⁷ Ibid.

¹⁸ FUNDACIÓN CHILE. www.fundacionchile.cl. 2002.

En este contexto, el poseer una competencia o conjunto de competencias significa que una persona, al manifestar una cierta capacidad o destreza o al desempeñar una tarea, puede demostrar que la realiza de forma tal que permite evaluar el grado de realización de la misma. Las competencias pueden ser verificadas y evaluadas; esto quiere decir que una persona corriente ni posee ni carece de una competencia en términos absolutos, sino que la domina en cierto grado, de modo que las competencias pueden situarse en un continuo.¹⁹

LA FORMACIÓN DE COMPETENCIAS EN COLOMBIA

En Colombia, al igual que en otros países de América Latina, se vienen haciendo esfuerzos por implementar la metodología de formación de competencias en la educación básica, principalmente a partir de la última década del siglo pasado. Fue la Ley General de la Educación (Ley 115 de 1994) y sus normas reglamentarias las que abrieron definitivamente las puertas para la implementación de la formación de competencias en los establecimientos de educación básica, aunque, por supuesto, no han faltado los escollos para poner en marcha de manera masiva esta metodología.

Se han logrado grandes avances teóricos y prácticos en tal dirección; numerosas instituciones han adquirido experiencias valiosas y se han producido importantes publicaciones sobre el tema, pero aún es grande la confusión en un amplio sector de la educación básica respecto al sentido, la aplicación y la relación que hay entre los diferentes conceptos asociados a la metodología, como, por ejemplo, los logros, los indicadores de logro, los lineamientos curriculares, los estándares y, por supuesto, las competencias. Cabe recordar que el examen de estado para los bachilleres evolucionó gradualmente durante la década de los 90, desde el enfoque de evaluación de conocimientos hacia el enfoque de evaluación de competencias, modalidad que se implementó definitivamente en el año 2000.

En el nivel de la educación técnica, el Sena ha asumido el liderazgo en el país, aunque también existen aportes valiosos de Colciencias y de otras entidades y personas. Por designación del gobierno nacional y con el apoyo técnico de entidades de otros países, europeos y latinoamericanos, el Sena estructuró el Sistema Nacional de Formación para el Trabajo con el fin de mejorar el nivel de cualificación y de competencias de la fuerza laboral del país. En la actualidad, el sistema ofrece los servicios de formación, evaluación y certificación laboral con base en estándares de desempeño o unidades de competencia, establecidos por consenso entre los sectores productivo, educativo y gubernamental, con la metodología de las mesas sectoriales de trabajo.

¹⁹ GONZÁLEZ, Julia y WAGENAAR, Robert (Editores). **Tuning Educational Structures in Europe. Informe final. Fase uno.** Universidad de Deusto, Universidad de Groningen, 2003. España.

La gestión de recursos humanos también ha dado un viraje hacia las competencias. El uso de este concepto ha dado una nueva dimensión a los procesos de selección, capacitación, intercambio, adecuación y evaluación de este tipo de recursos en el sector empresarial. Los empresarios han encontrado en esta metodología una forma de vincular más efectivamente a todos los actores de la empresa con los objetivos de esta, con miras a obtener mejores resultados y ventajas competitivas. Como respuesta a esta situación, en el país se están ofreciendo numerosos programas de educación continuada, diplomados y aún postgrados centrados en la gestión por competencias.

Sin duda, el nivel de la educación superior es el más atrasado en relación con la puesta en marcha de currículos estructurados a partir de la formación de competencias. Una de las razones para ello es que en la educación superior no existen, por supuesto, normas taxativas que impongan el uso de esta metodología, aunque el tema se trata en las normas vigentes sobre las características específicas de calidad para los programas de formación profesional de pregrado²⁰.

No obstante lo anterior, en el sector universitario hay un interés creciente respecto a la citada metodología. Durante los años recientes se ha explorado el tema en muchas instituciones, se ha procurado la capacitación de los docentes y hoy existen muchos currículos de pregrado que incluyen la metodología de formación de competencias, con diversos enfoques. De hecho, esto conducirá a una etapa posterior de consolidación, evaluación y ajuste de la metodología. Además, la implementación de los Ecaes basados en la evaluación de competencias a partir de 2005 con seguridad acelerará la reorientación metodológica en los programas académicos de pregrado.

CLASIFICACIÓN DE LAS COMPETENCIAS

La clasificación más corriente de las competencias en la educación superior las divide en competencias básicas, genéricas y específicas. Sin embargo, también es común la clasificación en competencias interpretativa, argumentativa y propositiva, quizás más usada en la educación básica. Aquí se presentan las dos propuestas con el propósito de tener elementos para la conformación del modelo empleado en el proyecto.

ECAES

El Icfes planteó la siguiente clasificación de las competencias, sobre la cual se fundamentaron los Ecaes de Ingeniería aplicados en 2005:

²⁰ Para el caso de la ingeniería, se hace referencia al Decreto 2566 de 2003 y a la Resolución 2773 de 2003 del Ministerio de Educación Nacional.

COMPETENCIA INTERPRETATIVA. Se define como aquella acción encaminada a encontrar el sentido de un texto, un problema, una gráfica, un plano de ingeniería, un diagrama de flujo, una ecuación, un circuito eléctrico, entre otras situaciones, donde se le proporciona un contexto al estudiante.

La interpretación sigue unos criterios de veracidad, los cuales no implican sólo la comprensión de los contextos, sino que se debe dirigir a la situación concreta y reflexionar sobre sus implicaciones y los procesos de pensamiento involucrados son el recuerdo, la evocación, comprensión, análisis, medición, etc.

COMPETENCIA ARGUMENTATIVA. Es aquella acción dirigida a explicar, dar razones y desarrollar ideas de una forma coherente con el contexto de la disciplina evaluada. Los puntos relacionados con esta competencia exigen dar cuenta de un saber fundamentado en razones coherentes con los planteamientos que se encuentran en el texto.

Se contextualiza la argumentación en acciones como la resolución de problemas, los fundamentos de un diseño de ingeniería, la organización de la información, la proyección de la información, la explicación de eventos, fenómenos, la formulación de soluciones a través de un gráfico, un plano, un diagrama, etc.

COMPETENCIA PROPOSITIVA. Es aquella acción cuyo fin persigue que el estudiante proponga alternativas que puedan aplicarse en un contexto determinado; por lo tanto, se espera que la solución que escoja corresponda con las circunstancias que aparecen en la formulación de un problema. Así mismo, el estudiante deberá generar hipótesis y proponer alternativas de solución a los problemas de ingeniería que cubran aspectos como los ambientales, de manufacturabilidad, económicos, entre otros; y propondrá acciones de aplicación, evaluación o/y optimización de una solución en un contexto de ingeniería dado.²¹

TOBÓN

Tobón propone la siguiente clasificación de las competencias, para la formación laboral y profesional:

COMPETENCIAS BÁSICAS. Son las competencias fundamentales para vivir en sociedad y desenvolverse en cualquier ámbito laboral. Por ejemplo, la competencia comunicativa, la ética, la competencia matemática, el liderazgo, el afrontamiento del cambio.

COMPETENCIAS GENÉRICAS. Son aquellas competencias comunes a varias ocupaciones o profesiones. Por ejemplo, las profesiones de áreas tales como la administración de empresas, la contaduría y la economía comparten un conjunto de competencias genéricas tales como: análisis financiero y gestión

²¹ ACOFI. **Marco fundamental conceptual. Especificaciones de prueba. Ecaes ingeniería eléctrica.** Versión 6.0. Icfes, www.icfes.gov.co. 2005. Bogotá.

empresarial... Este tema comienza a ser de gran importancia en la educación universitaria, la cual debe formar en los estudiantes competencias genéricas que les permitan afrontar los continuos cambios del quehacer profesional.

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS. Son aquellas competencias propias de una determinada ocupación o profesión. Tienen un alto grado de especialización, así como procesos educativos específicos, generalmente llevados a cabo en programas técnicos, de formación para el trabajo y en educación superior.²²

CONFEDI

El Consejo Federal de Decanos de Ingeniería de la Argentina, en su XXXVII reunión plenaria (2005), determinó las competencias que deben tener los estudiantes que ingresan a una carrera de ingeniería, además de las que deberán adquirir a lo largo de la carrera, estableciendo una clasificación similar a la planteada por Tobón:

COMPETENCIAS BÁSICAS. Deben ser requeridas a los aspirantes a ingresar a una carrera de ingeniería. Son lectura comprensiva y rápida, escritura, expresión oral y matemáticas básicas. En matemáticas se espera que posean las competencias para formular y resolver problemas de operaciones, de geometría espacial, de tratamiento de datos y situaciones aleatorias, de uso del sistema métrico. En lenguaje la competencia lingüística se extrapola a la competencia comunicativa al abarcar diversas competencias: gramatical, semántica, textual, pragmática o sociocultural, enciclopédica, literaria. Al mismo tiempo, el alumno deberá desarrollar habilidades mentales diversas, tales como: observar, describir, argumentar, interpretar, proponer.

COMPETENCIAS GENÉRICAS. Deberá poseer los conocimientos generales para realizar comportamientos laborales y habilidades que empleen tecnología. Para alcanzarlas es ineludible la coherencia entre los programas curriculares, el desempeño natural y el trabajo real de ese profesional en el ámbito local, nacional e internacional. Es el caso del manejo de algunos equipos y herramientas.

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS. Deberá poseer los conocimientos especializados para realizar labores concretas propias de una profesión o disciplina que se aplican en determinado contexto laboral.

COMPETENCIAS LABORALES. Se incluyen en esta categoría a aquellas que son la articulación de conocimientos, aptitudes y actitudes en el mundo del trabajo. Estas competencias se refieren a la capacidad de una persona para aplicar sus conocimientos a la resolución de problemas relacionados con situaciones del mundo laboral, a su destreza para manejar ciertas tecnologías y para trabajar con información, así como relacionarse con otros, trabajar en

²² TOBÓN, Sergio. **Op. cit.**

equipo, y a cualidades personales como responsabilidad, adaptabilidad, honestidad, creatividad.²³

LAS COMPETENCIAS GENÉRICAS EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR

A continuación se presentan las propuestas de competencias genéricas planteadas por dos entidades internacionales ampliamente reconocidas y un proyecto encaminado a integrar la educación superior en la Unión Europea. Las dos primeras corresponden a competencias genéricas en ingeniería.

Aunque el objetivo del proyecto no perseguía comparar las competencias genéricas de los ingenieros, determinadas en el proyecto, con ninguna propuesta nacional o internacional, se considera que estas referencias permiten a las personas interesadas en ello, hacer algunas comparaciones.

ABET

La Junta de Acreditación de Ingeniería y Tecnología (*Accreditation Board for Engineering and Technology - Abet*) es una organización que acredita programas de ciencias aplicadas, computación, ingeniería y tecnología en los Estados Unidos. Es una de las organizaciones de acreditación más respetadas en el mundo, pues tiene una tradición de más de 70 años y está organizada como una federación de 30 asociaciones profesionales y tecnológicas.

Entre los criterios generales para la acreditación de programas de ingeniería, para evaluaciones hechas durante el ciclo de acreditación 2005 – 2006, la *Abet* incluye los resultados que deben obtener los programas que aspiren a ser acreditados. Como parte de esos resultados se debe describir lo que se espera que los estudiantes sepan y sean capaces de hacer cuando se gradúen como ingenieros. Esto hace referencia a las habilidades, los conocimientos y los comportamientos que los estudiantes deben adquirir a su paso por el programa. Así, los programas de ingeniería deben demostrar que sus graduandos alcanzan:

- a) La capacidad de aplicar conocimientos de matemáticas, ciencias e ingeniería.
- b) La capacidad de diseñar y dirigir experimentos, así como de analizar e interpretar datos.
- c) La capacidad de diseñar sistemas, componentes o procesos para satisfacer determinadas necesidades, teniendo en cuenta restricciones prácticas de

²³ CONSEJO FEDERAL DE DECANOS DE INGENIERÍA. **Proyecto estratégico de reforma curricular de las ingenierías.** Confedi, XXXVII reunión plenaria, 2005. Argentina.

tipo económico, ambiental, social, político, ético, y de salubridad, seguridad, fabricación y sostenibilidad.

- d) La capacidad para trabajar en equipos multidisciplinarios.
- e) La capacidad para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.
- f) La comprensión de la responsabilidad profesional y ética.
- g) La capacidad de comunicarse eficazmente.
- h) Una educación suficientemente amplia para comprender el impacto de las soluciones de ingeniería en un contexto global, económico, ambiental y social.
- i) El reconocimiento de la necesidad y la capacidad de aprender a lo largo de toda la vida profesional.
- j) El conocimiento de los problemas contemporáneos.
- k) La capacidad de utilizar las técnicas, las habilidades y las herramientas modernas de ingeniería que sean necesarias para la práctica de la ingeniería.

En relación con el componente profesional del currículo de cada especialidad de la ingeniería, la *Abet* especifica las áreas que se deben incluir pero no determina los cursos que deben hacer parte de ellas ni las competencias específicas que deben adquirir los estudiantes.²⁴

OSCENG

El Consejo de Normas Ocupacionales de Ingeniería (*Occupational Standards Council for Engineering* - *OSCEng*) es una asociación voluntaria encargada de desarrollar, implementar y mantener las normas ocupacionales genéricas de ingeniería en el Reino Unido. Sus miembros son representantes de los empleadores, los sindicatos industriales, las instituciones educativas, el Consejo de Ingeniería, los gremios de ingenieros y otras entidades relacionadas con la determinación de normas para el desempeño de los ingenieros.

Para organizar las competencias en ingeniería, la *OSCEng* parte de un propósito clave de la ingeniería que es: “desarrollar, manufacturar, instalar, mantener y disponer de bienes, productos y procesos”, del cual surge el llamado mapa funcional, con ocho funciones que agrupan la actividad de la ingeniería, sin incluir aspectos tales como la administración, el mercadeo o las finanzas. Las ocho funciones son:

²⁴ ABET. www.abet.org. 2005.

1. Diseñar, desarrollar y especificar bienes, productos y procesos de ingeniería.
2. Preparar bienes, productos y procesos de ingeniería.
3. Manufacturar y procesar bienes, productos y procesos de ingeniería.
4. Instalar y desmontar bienes, productos y procesos de ingeniería.
5. Mantener y reparar bienes, productos y procesos de ingeniería.
6. Probar y evaluar bienes, productos y procesos de ingeniería.
7. Brindar servicios de apoyo y manejo de riesgos asociados a bienes, productos y procesos de ingeniería.
8. Desarrollar competencias de ingeniería personales.

Cada una de estas funciones está desagregada en unidades de competencia. Así, por ejemplo, la primera función contiene 28 unidades de competencia, de las cuales se muestran las primeras cuatro, a modo de ilustración:

- 1.01 Determinar los requerimientos de ingeniería para productos y procesos.
- 1.02 Identificar soluciones para satisfacer los requerimientos técnicos.
- 1.03 Establecer objetivos de ingeniería.
- 1.04 Recomendar métodos para alcanzar los objetivos de ingeniería.

Cada unidad de competencia contiene, a su vez, tres componentes principales, que suministran información sobre la forma como se ejecuta dicha unidad:

1. Desempeños. Señala lo que el ingeniero debe hacer.
2. Conocimiento. Indica lo que el ingeniero debe saber y comprender.
3. Alcance. Muestra los aspectos sobre los cuales se aplica la unidad.

De acuerdo con la *OSCEng*, las normas de competencia pueden ser usadas para seleccionar personal, diseñar y evaluar cargos, diseñar programas de formación y de entrenamiento y determinar requisitos profesionales.²⁵

²⁵ OSCEng. www.osceng.co.uk. 2005.

PROYECTO *TUNING*

De acuerdo con el Proyecto *Tuning*, las competencias se dividen en dos tipos: las competencias genéricas, que son independientes del área de estudio, y las competencias específicas, propias de cada área temática. Generalmente, las competencias se obtienen en diferentes unidades de estudio y, por tanto, no pueden estar ligadas a una sola unidad. Estas dan flexibilidad y autonomía a los currículos pero, al mismo tiempo, sirven para formular indicadores que pueden ser comprendidos en el ámbito internacional.

En la primera fase del Proyecto *Tuning* (2000 – 2002) se consultó, por medio de cuestionarios, a los graduados, los empleadores y los académicos de siete áreas (administración, ciencias de la educación, geología, historia, matemáticas, física y química) en 16 países europeos, respecto a la importancia y al nivel de logro de un grupo predeterminado de competencias genéricas y específicas. Para la consulta se seleccionaron 30 competencias genéricas derivadas de tres categorías: instrumentales, interpersonales y sistémicas.

Los resultados del proyecto plantean unas competencias genéricas para el primero y el segundo ciclos²⁶. Se supone que, al completar el primer ciclo, el estudiante debe ser capaz de:

- Demostrar su familiaridad con las bases fundamentales y la historia de su propia disciplina de especialización.
- Comunicar en forma coherente el conocimiento básico adquirido.
- Poner la información nueva y la interpretación en su contexto.
- Demostrar que comprende la estructura general de la disciplina y la conexión con sus subdisciplinas.
- Demostrar que comprende y que es capaz de implementar los métodos de análisis crítico y desarrollo de teorías.
- implementar con precisión los métodos y técnicas relacionados con su disciplina.
- Demostrar que comprende la investigación cualitativa relacionada con su disciplina.
- Demostrar que comprende las pruebas experimentales y de observación de las teorías científicas.

²⁶ En el Proyecto *Tuning* se propone una formación universitaria de dos ciclos en los países de la Unión Europea. El primer ciclo (*bachelor*) comprendería entre 180 y 240 créditos y el segundo ciclo (postgrado) tendría entre 90 y 120 créditos.

Al completar el segundo ciclo el estudiante debería tener los siguientes resultados de aprendizaje:

- Tener un buen dominio de un campo de especialización en su disciplina a nivel avanzado. Esto significa, en la práctica, estar familiarizado con las últimas teorías, interpretaciones, métodos y técnicas.
- Ser capaz de seguir e interpretar críticamente los últimos adelantos en la teoría y en la práctica.
- Tener suficiente competencia en las técnicas de investigación independiente y ser capaz de interpretar los resultados a nivel avanzado.
- Ser capaz de hacer una contribución original, si bien limitada, dentro de los cánones de su disciplina, por ejemplo, una tesis final.
- Mostrar originalidad y creatividad con respecto al manejo de su disciplina.
- Haber desarrollado competencia a un nivel profesional.²⁷

LAS COMPETENCIAS EN EL PROYECTO

Con base en los planteamientos anteriores sobre las competencias se tomó la decisión respecto al concepto de competencia adoptado en el proyecto y a la forma de clasificar las competencias, de tal manera que se diera la respuesta más precisa a la pregunta básica del CPN: ¿qué saben hacer los ingenieros recién egresados?

CONCEPTO DE COMPETENCIA PROFESIONAL

Dentro del contexto del proyecto, se definieron las competencias profesionales como las capacidades que tiene una persona para realizar actividades y resolver problemas propios de una profesión, de manera idónea, como resultado de la interacción de tres componentes: el saber, el hacer y el ser:

- El saber se refiere a la comprensión, al análisis y al dominio de los conocimientos propios de la profesión.
- El hacer tiene relación con las acciones que puede realizar el profesional en un contexto determinado, como aplicación de los conocimientos adquiridos, con base en el desarrollo de habilidades y en la utilización de procedimientos y estrategias.

²⁷ GONZÁLEZ, Julia y WAGENAAR, Robert (Editores). **Op. cit.**

- El ser tiene que ver con los aspectos propios de la personalidad, como los valores y las actitudes.

CLASIFICACIÓN DE LAS COMPETENCIAS

Las competencias se clasificaron en dos categorías: genéricas y específicas.

COMPETENCIAS GENÉRICAS. Se llaman competencias genéricas aquellas que son comunes a las diversas especialidades de la ingeniería; son las que sientan los fundamentos generales para que los profesionales sean, piensen y actúen como ingenieros. Estas competencias están relacionadas con las áreas de matemáticas, física, informática, comunicación, administración y ética, entre otras.

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS. Las competencias específicas son propias de una determinada especialidad de la ingeniería y, por tanto, ellas distinguen a los profesionales de las diferentes especialidades.

DESCRIPCIÓN DE LA COMPETENCIA

La competencia se redacta como una proposición que describe lo que puede realizar el profesional, teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

1. La proposición debe ser corta y concisa. No debe prestarse a diferentes interpretaciones.
2. La proposición debe iniciarse con un verbo en modo infinitivo que denote una acción²⁸.
3. La proposición debe tener un sujeto sobre el cual recae la acción del verbo.

Además, debe haber claridad sobre el contexto o las condiciones en que se da la competencia.

²⁸ Idealmente, una competencia debe tener un solo verbo. Sin embargo, en el proyecto se agruparon varios verbos en cada competencia con el fin de que no resultara excesivamente grande el número de competencias correspondiente a cada especialidad de la ingeniería.

CAPÍTULO 3

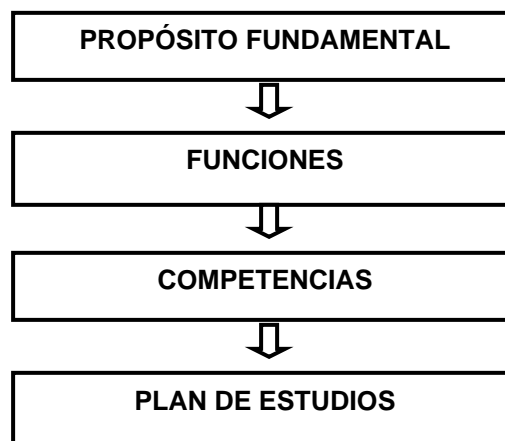
DESARROLLO DEL PROYECTO

MODELO DE ANÁLISIS FUNCIONAL

El análisis funcional es el modelo más empleado para el diseño curricular de programas de educación superior basados en la formación de competencias. En las diferentes variantes del análisis funcional se parte de un propósito fundamental de la profesión y a partir de este se determinan las funciones, o grandes acciones, que puede desempeñar el profesional.

Posteriormente, se hace una desagregación sucesiva de las funciones, hasta llegar al nivel de las competencias, mediante una estrategia deductiva. La desagregación puede ser de uno o más pasos, dependiendo de la complejidad de las funciones básicas y del grado de complejidad que se establezca para las competencias. Entre más concreto y elemental sea el nivel de las competencias al que se desea llegar, mayor desagregación de las funciones se deberá hacer. Una vez determinadas las competencias se procede a realizar el diseño del plan de estudios, y a partir de este las asignaturas, las actividades, las estrategias didácticas, etc. (Figura 1).

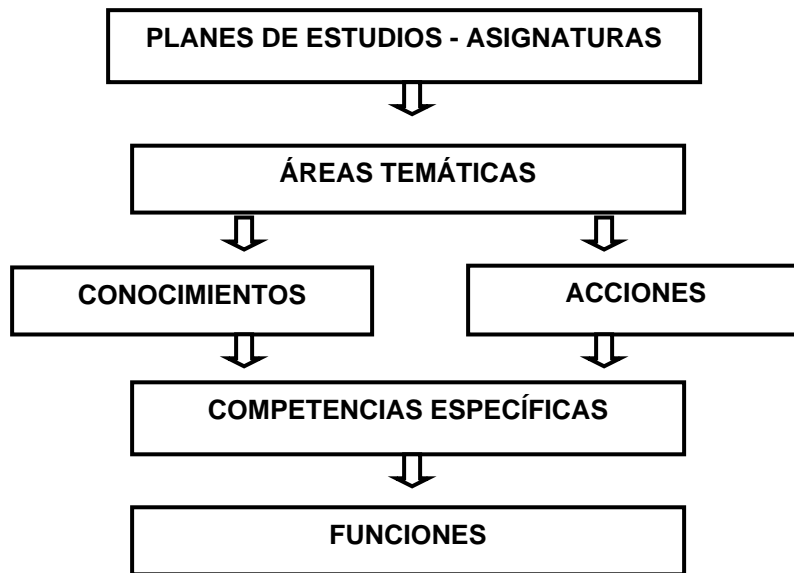
FIGURA 1. Diseño curricular a partir del análisis funcional.



ADOPCIÓN DE MODELO PARA EL PROYECTO

Para determinar las competencias profesionales de los ingenieros, en el proyecto, se utilizó el modelo del análisis funcional, pero con un proceso inverso al mencionado anteriormente (es decir, con un enfoque inductivo). En el caso de las competencias específicas se tomaron como punto de partida los planes de estudios vigentes y se llegó hasta la determinación de las funciones propias de los profesionales de cada especialidad de la ingeniería (Figura 2).

FIGURA 2. Determinación de las competencias específicas y las funciones.



En la Figura 3 se muestra el camino seguido para la determinación de las competencias genéricas. Como puede observarse, aquí el proceso concluyó con el establecimiento de las competencias, pues estas no se agruparon en funciones, sino que constituyen un apoyo para el desempeño idóneo de las funciones basadas en las competencias específicas.

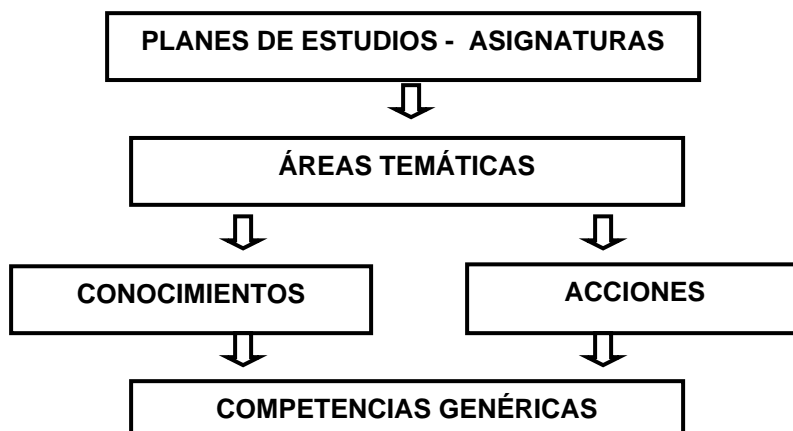
El modelo plasmado en las Figuras 2 y 3 está basado en una hipótesis: si en un determinado proceso de formación académica, un estudiante se apropia de los componentes de una competencia¹, adquirirá dicha competencia, aún en el caso de que el currículo dentro del cual se inscriba dicho proceso de formación no esté diseñado con base en el desarrollo de competencias².

¹ En el Capítulo 2 se planteó el concepto de competencia profesional adoptado en el proyecto y sus componentes.

² Esta hipótesis no se comprobó en el proyecto, pues este no era su objetivo.

Por lo anterior, con la adopción de este modelo se supuso que si los estudiantes de una determinada temática adquirían los conocimientos (saber) y podían realizar las acciones (hacer) asociadas a una determinada competencia, desarrollarían esta competencia.³

Figura 3. Determinación de las competencias genéricas.



Finalmente, el modelo señala que el perfil profesional de cada especialidad se compone de las competencias genéricas de los ingenieros y las funciones propias del correspondiente profesional, como se puede observar en la Figura 4.

Figura 4 Determinación de los perfiles profesionales.



INFORMACIÓN

La información utilizada para el establecimiento de las competencias y las funciones es la que se ha generado en los programas académicos de cada especialidad para planear y desarrollar las asignaturas de las respectivas carreras.

³ El ser, como componente de la competencia, no se consideró en el modelo adoptado para la determinación de las competencias por las razones que se explican más adelante.

En particular, se empleó la siguiente información de cada una de las asignaturas obligatorias de los planes de estudios de las carreras:

1. Descripción
2. Justificación
3. Objetivos
4. Contenidos
5. Bibliografía

También se hizo uso de información global de los currículos en aspectos como los objetivos curriculares, los planes de estudios, las áreas en que estaban divididos los planes de estudios y los perfiles profesionales propuestos.

FUENTES DE INFORMACIÓN

Las principales fuentes de información fueron los programas académicos ofrecidos en Colombia. En la Tabla 1 se indican los tamaños de las poblaciones y de las muestras de programas. En la segunda columna de la tabla se indican las poblaciones de programas académicos existentes en el país en el año 2003, de acuerdo con la Acofi⁴. La tercera columna incluye los tamaños de las muestras escogidas para el proyecto.

Como se puede observar en la tabla, en los casos de la Ingeniería Eléctrica, la Ingeniería Electrónica y la Ingeniería Mecánica, donde hay poblaciones altas de programas, se decidió solicitar la información sólo a una muestra de ellos, mientras que en las demás especialidades, en donde las poblaciones son reducidas, se optó por pedir la información de todos los programas.

Para la conformación de las muestras de las Ingenierías Eléctrica, Electrónica y Mecánica se empleó un muestreo de elección razonada, no aleatorio. Se procuró que en el proyecto se contara con información de programas antiguos y nuevos, pertenecientes a instituciones públicas y privadas, acreditados y no acreditados por el Consejo Nacional de Acreditación, y situados en diferentes regiones, con el fin de que la información recogida y analizada pudiera dar una idea global y representativa de la formación de los ingenieros en el país.

Sin embargo, conviene aclarar que estos tamaños de las muestras (14, 22 y 19, respectivamente) se escogieron más altos de lo que se consideraba necesario, previendo que algunos de los programas invitados a participar en el proyecto no pudieran enviar la información solicitada. Con base en experiencias anteriores se

⁴ ACOFI. **Programas de ingeniería en Colombia**. 3ª versión. Acofi, 2003. Bogotá.

consideró que una muestra de ocho programas en cada una de estas especialidades sería suficiente para obtener la información necesaria.

TABLA 1. Poblaciones y muestras de programas académicos.

ESPECIALIDADES	POBLACIONES	MUESTRAS
Ingeniería Aeronáutica	3	3
Ingeniería Eléctrica	20	14
Ingeniería Electromecánica	4	4
Ingeniería Electrónica	69	22
Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones	5	5
Ingeniería Mecánica	41	19
Ingeniería Metalúrgica	4	4
Ingeniería de Telecomunicaciones	9	9

Por otra parte, con la finalidad de complementar la información obtenida de los programas académicos en aspectos puntuales que resultaron dudosos o confusos, se utilizó información de otras fuentes, como las siguientes:

- Páginas Web de otros programas académicos nacionales.
- Documentos elaborados por los programas para solicitar el registro calificado en el Ministerio de Educación Nacional.
- Publicaciones del Icfes⁵ y de la Acofi⁶.
- Programas académicos extranjeros.

⁵ ICFES, ACOFI. **Actualización y modernización de los currículos.** Icfes y Acofi, 1996. Bogotá.

⁶ ACOFI. **Contenidos programáticos básicos para ingeniería.** Primera versión. Acofi. 2004. Bogotá.

PROCEDIMIENTO PARA LA DETERMINACIÓN DE LAS COMPETENCIAS Y LAS FUNCIONES

Para determinar las competencias adquiridas por los profesionales de cada especialidad de la ingeniería a través de los estudios académicos universitarios, así como las funciones que eran capaces de desempeñar, se siguieron las siguientes etapas:

RECOPILACIÓN DE LA INFORMACIÓN

Para obtener la información de los programas académicos nacionales se solicitó esta a los directivos respectivos y se complementó con la información que aparecía en las páginas Web de otras instituciones. Además, se consultaron los documentos mencionados del Icfes y de la Acofi y se obtuvo la autorización del Ministerio de Educación para consultar los documentos entregados por algunos programas para obtener el registro calificado. Por su parte, la información de los programas extranjeros se adquirió mediante consulta a las páginas Web institucionales y a través de las respuestas por correo electrónico a las solicitudes enviadas.

En total, para la caracterización profesional de las ocho especialidades de la ingeniería se utilizó información de 57 programas académicos nacionales, distribuidos como se señala en la Tabla 2⁷. No es relevante señalar los programas extranjeros que se tuvieron en cuenta en el proyecto pues, como se indicó anteriormente, la información de estos programas sólo se utilizó para aclarar dudas y complementar aspectos puntuales del estudio.

DETERMINACIÓN DE LAS ÁREAS TEMÁTICAS

Las áreas temáticas de cada especialidad se determinaron a partir del análisis y de la comparación de los diversos planes de estudios. Las que se incluyeron en cada especialidad fueron las que aparecieron por lo menos en la mitad de los planes de estudios nacionales consultados, es decir, que no se tuvieron en cuenta aquellas pertenecientes a un número bajo de programas o a programas aislados, como fruto de sus fortalezas, prioridades, etc.

Un área temática está conformada por una asignatura o un conjunto de asignaturas que tienen contenidos y objetivos de formación afines o complementarios dentro de una especialidad. Así, por ejemplo, en la Ingeniería Mecánica el área temática de Electrónica corresponde a una sola asignatura, mientras que el área de Mecánica corresponde a las asignaturas de Estática, Dinámica y Mecanismos (o asignaturas análogas).

⁷ Los nombres de las instituciones y de las ciudades donde están localizadas se indican en los capítulos correspondientes a las diferentes especialidades.

TABLA 2. Programas académicos consultados.

ESPECIALIDADES	Nos. PROGRAMAS
Ingeniería Aeronáutica	3
Ingeniería Eléctrica	9
Ingeniería Electromecánica	4
Ingeniería Electrónica	10
Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones	5
Ingeniería Mecánica	16
Ingeniería Metalúrgica	4 ⁸
Ingeniería de Telecomunicaciones	6

Además, debe observarse que un área temática de una especialidad puede corresponder a varias áreas temáticas de otra especialidad, cuando los contenidos y los objetivos en esta última adquieren mayor importancia y, por tanto, se dividen. Por ejemplo, la Electricidad es un área en la Ingeniería Mecánica, pero corresponde a tres áreas diferentes en la Ingeniería Eléctrica: Campos electromagnéticos, Circuitos eléctricos y Máquinas eléctricas.

También debe tenerse en cuenta que el concepto de área temática utilizado en el proyecto no está enmarcado dentro de la categorización de las áreas planteada en la Resolución No. 2773 de 2003 del Ministerio de Educación Nacional. Por el contrario, es común que en un área temática se encuentren asignaturas de varias de las áreas descritas en la mencionada norma.

⁸ Actualmente, sólo se ofrecen dos programas de Ingeniería Metalúrgica en el país: los de la Universidad Industrial de Santander y la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Sin embargo, en la caracterización de esta especialidad también se tuvieron en cuenta los currículos de los programas académicos de la Universidad de Antioquia y la Universidad Libre, pues estos fueron dos programas ampliamente reconocidos por su calidad que se ofrecieron hasta hace unos pocos años y en ellos se formaron muchos de los ingenieros metalúrgicos que ejercen hoy su profesión en el país.

DETERMINACIÓN DE LOS CONOCIMIENTOS (SABER)

Para seleccionar los conocimientos (saber) propios de un área temática se tomaron aquellos que aparecían en la mitad o más de los planes de estudios nacionales consultados. En cada área se hizo una presentación organizada de los conocimientos cubiertos, exponiendo los temas principales en un orden lógico, sin llegar a una descripción exhaustiva.

Cuando los conocimientos de un área temática resultaron demasiado extensos se agruparon en bloques, con el fin de poder presentarlos con suficiente claridad. Por ejemplo, los conocimientos del área de Transmisión de señales, en la Ingeniería Electrónica, se subdividieron en tres bloques: Líneas de transmisión, Antenas y Propagación.

También se debe aclarar que el grado de desagregación de los conocimientos en un área temática es señal de su importancia. Así, la Telefonía móvil, en la Ingeniería Electrónica y de Telecomunicaciones, apenas se menciona en el área de Conmutación, lo cual significa que su tratamiento es superficial. Por el contrario, en la Ingeniería de Telecomunicaciones aparecen las Comunicaciones móviles como un bloque del área temática de Sistemas de telefonía, lo cual evidencia su tratamiento más profundo.

DETERMINACIÓN DE LAS ACCIONES (HACER)

Las acciones (hacer) que debe poder realizar un estudiante al terminar de cursar cada una de las áreas temáticas se determinaron a partir de la presentación, la justificación y los objetivos de las asignaturas que hacían parte de ella. Las acciones pueden considerarse como competencias de segundo nivel y su redacción se hizo siguiendo las pautas señaladas para la descripción de las competencias, pero conservando la fidelidad a la información consultada.

Vale la pena mencionar que, aunque en el proyecto las competencias fueron clasificadas en genéricas y específicas, las acciones determinadas en las diversas áreas temáticas de las especialidades pueden fácilmente ser clasificadas en las categorías de interpretativas, argumentativas y propositivas.

DETERMINACIÓN DE LAS COMPETENCIAS

Cada competencia es una síntesis de los conocimientos (saber) y de las acciones (hacer) correspondientes a un área temática, teniendo en cuenta las pautas indicadas. Además, el contexto de cada competencia está claramente expresado en el conjunto de las acciones (hacer) de la respectiva área temática. Esto se aplicó tanto a las competencias específicas como a las genéricas⁹.

⁹ Las competencias genéricas que se determinaron en el proyecto fueron aquellas que se desarrollaban en los estudiantes a partir de áreas temáticas. Sin embargo, es claro que en los

Las actitudes y los valores que se desarrollan a través de los currículos (el ser) no se consideraron para la determinación de las competencias, pues estos aspectos no hacían parte de la información académica utilizada para la ejecución del proyecto, esto es, la descripción, la justificación, los objetivos, los contenidos y la bibliografía de cada una de las asignaturas de los planes de estudios y la información general sobre los currículos.

No obstante lo anterior, es indudable que en el desarrollo de las competencias de los futuros egresados de un programa académico tienen incidencia las actitudes y los valores promovidos por elementos curriculares tales como la metodología didáctica utilizada, las formas de evaluación, las actividades extracurriculares, la ideología y las políticas institucionales, entre otros. Además, en muchos currículos se busca el desarrollo de actitudes y de valores en los estudiantes a través de las áreas y asignaturas de formación humanística.

También conviene señalar que las competencias específicas se determinaron de manera separada, por especialidades, mientras que las competencias genéricas se hallaron teniendo en cuenta la información de todas las especialidades contempladas en el proyecto.

DETERMINACIÓN DE LAS FUNCIONES

Las funciones tienen la misma estructura que las competencias, pero en un nivel más general (o menos específico). Las funciones se determinaron agrupando competencias específicas afines o complementarias. De modo que cada función se conformó con una o más competencias.

Hay que aclarar que en todas las especialidades se encontraron competencias específicas que contribuían al desempeño idóneo de varias funciones y, por tanto, no hacían parte de una función determinada. Por ejemplo, el área temática de Comunicación gráfica y la correspondiente competencia específica, en la Ingeniería Electrónica, apoyan las diversas funciones del ingeniero electrónico.

Por otra parte, es claro que las funciones determinadas para los ingenieros recién egresados de las diversas especialidades son aquellas que puede desempeñar el profesional como resultado de su formación académica, pero tales funciones no necesariamente coinciden con las que desempeña realmente el ingeniero en su ejercicio profesional.

programas de ingeniería se desarrollan otras competencias como, por ejemplo, la capacidad para trabajar en grupos o la capacidad de aprender permanentemente, que no están ligadas a áreas temáticas. La forma como se desarrollan estas últimas competencias sería tema de otro proyecto, con una metodología diferente.

DETERMINACIÓN DE LOS PERFILES PROFESIONALES

De acuerdo con el modelo adoptado en el proyecto, el perfil profesional es la suma de dos elementos: las competencias genéricas de los ingenieros y las funciones propias de los egresados de cada especialidad¹⁰.

VALIDACIÓN Y AJUSTE DE LAS COMPETENCIAS Y DE LAS FUNCIONES

Una vez que se determinaron las competencias específicas y las funciones de los profesionales de cada una de las especialidades, se envió un documento con esta información a cada uno de los directores de los programas de la respectiva especialidad que fueron invitados a participar en el proyecto, con la intención de que ellos revisaran las competencias y las funciones propuestas, y expresaran sus inquietudes y sugerencias al respecto.

De igual manera, se envió un documento con las competencias genéricas a los directores seleccionados de todas las especialidades para solicitarles sus observaciones sobre este aspecto.

Después de recibir, consolidar y analizar las observaciones de los directores se procedió a hacer los ajustes pertinentes sobre las competencias específicas, las funciones y las competencias genéricas, y a redactar el informe final del proyecto.

CARACTERIZACIÓN DE LA INGENIERÍA NUCLEAR

Debido a que en Colombia no se ofrecen programas académicos de Ingeniería Nuclear, la caracterización de esta especialidad se hizo con base en la información de programas ofrecidos por instituciones extranjeras. Ahora bien, como la información obtenida de estas instituciones incluía los contenidos de las asignaturas pero no aspectos como su presentación, sus objetivos y su justificación, no fue posible determinar las competencias específicas de los ingenieros nucleares recién egresados ni las funciones que podrían realizar estos.

Para la Ingeniería Nuclear se seleccionaron las áreas temáticas específicas que aparecían en la mitad o más de los programas consultados, tal como se hizo en las demás especialidades. En las áreas relacionadas directamente con aspectos nucleares se determinaron los conocimientos (saber) que debían adquirir los estudiantes, pero no se incluyeron los conocimientos de áreas como

¹⁰ Los perfiles profesionales pueden incluir otros aspectos como las competencias genéricas que no están asociadas a áreas temáticas y las actitudes y los valores que deben desarrollar los estudiantes. Dado que en el proyecto sólo se determinaron las competencias genéricas asociadas a áreas temáticas y no se identificó el desarrollo de actitudes ni de valores en los estudiantes, los perfiles profesionales se limitaron a los dos elementos mencionados.

Termodinámica, Resistencia de materiales, Mecánica de fluidos, etc., pues eran similares a los establecidos en estas áreas para las diferentes especialidades incluidas en el proyecto.

PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS

En el Capítulo 4 se muestran las competencias genéricas de los profesionales recién egresados de todas las especialidades. El capítulo contiene las siguientes partes:

1. Listado de las áreas temáticas que condujeron al desarrollo de las competencias genéricas.
2. Determinación de cada competencia genérica a partir de la respectiva área temática, teniendo en cuenta los conocimientos (saber) y las acciones (hacer).
3. Resumen de las áreas temáticas y las competencias genéricas de los ingenieros.

De manera parecida, las competencias específicas y las funciones de los ingenieros de las ocho especialidades analizadas en el proyecto se presentan en los Capítulos 5 a 12. Cada uno de estos capítulos tiene una presentación similar a la del Capítulo 4 (pero con respecto a las competencias específicas de los egresados de cada especialidad), y además incluye la agrupación de las competencias específicas en funciones y un listado de los programas académicos consultados.

En el Anexo 1 se presentan los resultados de la Ingeniería Nuclear y en el Anexo 2, los perfiles profesionales de las ocho especialidades incluidas en el proyecto.

RECOMENDACIONES GENERALES

A continuación se señalan algunas recomendaciones para utilizar los resultados del proyecto y para complementar estos, de modo que tengan la mayor utilidad en el mejoramiento de la educación y del ejercicio profesional de los ingenieros.

USO ACADÉMICO DE LOS RESULTADOS

En el proyecto se adoptó y se utilizó un modelo de competencia y de clasificación de competencias para programas académicos de educación superior. Las facultades y los programas de ingeniería, aún aquellos que utilicen conceptos diferentes de las competencias, pueden utilizar este modelo como punto de

referencia para diseñar, actualizar y evaluar currículos estructurados a partir de la formación de competencias.

También se pueden utilizar los resultados del proyecto para estos fines, teniendo en cuenta que aunque las competencias y las funciones planteadas en los currículos particulares no tienen que coincidir necesariamente con aquellas determinadas en el proyecto para las diversas especialidades, los resultados del proyecto indican las tendencias nacionales con las cuales se pueden contrastar los casos específicos.

Por otra parte, los conocimientos (saber) y las acciones (hacer) que se establecieron como componentes de cada una de las competencias, específicas y genéricas, facilitan el diseño y la implementación de estrategias de enseñanza y de evaluación de tales competencias.

Sin embargo, para darle este uso a los resultados se considera conveniente que los directivos y los profesores de los programas académicos revisen la viabilidad y el alcance de las acciones planteadas en las áreas temáticas de su interés, pues algunas de las acciones parecen demasiado ambiciosas, dados el nivel, la profundidad y la intensidad horaria de las asignaturas dentro de las cuales están enmarcadas. En ocasiones se proponen acciones para cuya ejecución se podrían necesitar estudios adicionales al pregrado o algún nivel de experiencia en el campo profesional. En este mismo sentido convendría revisar el alcance de las competencias halladas.

Por último, vale la pena mencionar que las funciones planteadas por los programas académicos que participaron en el proyecto tienen una gran similitud con las funciones determinadas en el proyecto. Sin embargo, con alguna frecuencia los programas plantean funciones de docencia, asesoría e interventoría, entre otras, que no están soportadas de manera explícita en los planes de estudios. Sería conveniente que los directivos y los docentes de los programas académicos revisaran este aspecto para verificar si sus currículos realmente capacitan a los futuros profesionales para desarrollar tales funciones.

DIVULGACIÓN DEL PROYECTO

Para que el proyecto pueda ser utilizado de acuerdo con los propósitos que se plantearon en el Capítulo 1 es necesario que sus resultados sean ampliamente divulgados en:

- Los Consejos Profesionales Seccionales de Ingenierías Eléctrica, Mecánica y Profesiones Afines.
- Las entidades del estado relacionadas con la educación y el ejercicio de los ingenieros.
- Las facultades y los programas académicos de ingeniería.

- Las facultades y los programas académicos de otras áreas del conocimiento.
- Los gremios y los consejos profesionales de ingeniería.
- El sector empresarial.
- Las entidades extranjeras relacionadas con la educación y el ejercicio de los ingenieros.

PROYECTOS COMPLEMENTARIOS

Para beneficio de la ingeniería y de la educación superior convendría que este proyecto fuera complementado con otros, encaminados a analizar e investigar aspectos como los siguientes:

- Actitudes y valores que se generan en los currículos de ingeniería y que tienen incidencia en la formación de las competencias.
- Determinación de las competencias genéricas de los ingenieros que no están asociadas a áreas temáticas de los planes de estudios.
- Competencias que tienen y funciones que pueden desempeñar los profesionales recién egresados de otras especialidades de la ingeniería.
- Competencias que deben tener y funciones que deben desempeñar los ingenieros de las diferentes especialidades al iniciar el ejercicio profesional.

CAPÍTULO 4

FORMACIÓN GENÉRICA DE LOS INGENIEROS

ÁREAS TEMÁTICAS GENÉRICAS DE LA INGENIERÍA¹

1. Matemáticas
2. Física
3. Estadística y probabilidad
4. Programación de computadores
5. Métodos numéricos
6. Metodología de la investigación
7. Comunicación oral y escrita
8. Administración
9. Preparación y evaluación de proyectos
10. Ética

¹ Estas áreas y las correspondientes competencias fueron determinadas con base en las ocho especialidades incluidas en el proyecto. Aunque es muy probable que unas y otras sean comunes a las restantes ramas de la ingeniería, no se puede concluir esto como un resultado del proyecto.

COMPETENCIAS GENÉRICAS DE LOS INGENIEROS

ÁREA TEMÁTICA 1: Matemáticas.

CONOCIMIENTOS (Saber)

Geometría analítica. Coordenadas rectangulares, distancia entre dos puntos, línea recta, ecuación, distancia de un punto a una recta, ángulos, intersecciones. Secciones cónicas, circunferencia, elipse, parábola, hipérbola; definiciones como lugares geométricos, ecuaciones, características, gráficas, aplicaciones. Coordenadas polares, transformación de coordenadas rectangulares a polares, aplicaciones, ecuaciones paramétricas. Traslación y rotación de ejes. Coordenadas polares, cilíndricas y esféricas en el espacio, puntos en el espacio.

Álgebra lineal. Ecuaciones lineales, sistemas de ecuaciones lineales, métodos de solución. Matrices, operaciones con matrices, propiedades algebraicas, solución de sistemas de ecuaciones lineales. Determinantes, definición y propiedades de los determinantes, operaciones, aplicaciones. Vectores bidimensionales y tridimensionales, álgebra de vectores. Espacios vectoriales, subespacios, sistemas de coordenadas, bases y dimensión. Valores y vectores propios, ecuación característica, vectores propios y transformaciones lineales, valores propios complejos, modelado con matrices. Polinomios y matrices.

Cálculo diferencial. Funciones de variable real, dominio, recorrido, gráfica, operaciones con funciones, funciones trigonométricas, funciones inversas. Definición y propiedades de los límites, continuidad de funciones, continuidad en un intervalo. Derivada, definición, teoremas, reglas de derivación, derivación de funciones inversas, derivación de funciones trigonométricas, derivadas de orden superior. Aplicaciones de la derivada, valores máximos y mínimos, trazado de las gráficas de funciones y de sus derivadas, funciones crecientes y decrecientes, criterios de la primera y de la segunda derivada.

Cálculo integral. Antiderivada, integral definida, propiedades. Integral indefinida. Teorema fundamental del cálculo. Integrales básicas. Métodos de integración: por sustitución, por partes, cambio de variable, integración aproximada. Integraciones y sustituciones trigonométricas, integrales de funciones cuadráticas, fracciones parciales, integración de funciones racionales, sustituciones especiales, integrales impropias. Aplicaciones de la integral definida: áreas, sólidos de revolución, volúmenes. Sucesiones y series infinitas, criterios de convergencia. Series de potencias, representación de funciones como series de potencias.

Cálculo multivariado. Funciones de varias variables, límites y continuidad, derivadas parciales, planos tangentes y aproximaciones lineales, regla de la cadena, derivadas direccionales y vector gradiente, valores máximos y mínimos, multiplicadores de Lagrange. Integración múltiple, integrales dobles, integrales triples, aplicaciones, cambio de variables en integrales múltiples. Cálculo vectorial, campos vectoriales, rotacional y divergencia, integrales de línea y sus propiedades, teorema de Green, integrales de superficie, teorema de Stokes, teorema de la divergencia.

Ecuaciones diferenciales. Modelación con ecuaciones diferenciales. Ecuaciones diferenciales de primer orden, fundamentos, ecuaciones separables, ecuaciones lineales, ecuaciones exactas, factores integrantes, sustituciones, aplicaciones. Ecuaciones diferenciales de orden superior, ecuaciones lineales homogéneas y no homogéneas, métodos de solución, aplicaciones. Resolución numérica de ecuaciones diferenciales. Transformada de Laplace, propiedades, transformada inversa, solución de problemas con valores iniciales, transformadas de funciones discontinuas y periódicas, aplicaciones.

Matemáticas especiales². Solución de ecuaciones diferenciales mediante series de potencias y funciones ortogonales. Números complejos, álgebra de los números complejos. Conjuntos complejos. Límites. Derivadas complejas, condiciones de Cauchy-Riemann, aplicaciones. Integral compleja. Aplicaciones de la integral, integración de contorno. Ortogonalidad. Series de Fourier, integral y transformada de Fourier, aplicaciones. Convolución, propiedades. Ecuaciones diferenciales parciales, solución numérica, aplicaciones. Transformada Z.

ACCIONES (Hacer)

1. Determinar y analizar el lugar geométrico y los parámetros de una ecuación general de primero o de segundo grado.
2. Plantear y resolver sistemas de ecuaciones lineales utilizando el álgebra de matrices.
3. Plantear, analizar y resolver situaciones con vectores en dos y en tres dimensiones.
4. Identificar, describir y analizar la estructura de un espacio vectorial.
5. Plantear y resolver transformaciones lineales mediante el álgebra de matrices.

² Las matemáticas especiales se ofrecen principalmente en los programas de Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electrónica, Ingeniería Electrónica y de Telecomunicaciones e Ingeniería de Telecomunicaciones.

6. Calcular e interpretar el límite de funciones de variable real.
7. Determinar y analizar la continuidad de una función.
8. Interpretar las derivadas de funciones de una variable real.
9. Analizar la gráfica de una función con base en sus dos primeras derivadas.
10. Seleccionar y aplicar los métodos exactos y aproximados para la integración de funciones de una variable real.
11. Analizar la convergencia o la divergencia de series de números reales.
12. Emplear la representación de funciones como series de potencias para determinar sus valores aproximados y estimar los errores involucrados.
13. Aplicar las técnicas de derivación e integración a funciones de dos o más variables e interpretar sus resultados.
14. Modelar y resolver problemas relacionados con el uso de variables continuas vectoriales.
15. Resolver ecuaciones diferenciales de primer orden.
16. Resolver ecuaciones diferenciales de orden superior lineales con coeficientes constantes y variables.
17. Utilizar la transformada de Laplace para resolver ecuaciones diferenciales de diferentes grados.
18. Resolver ecuaciones diferenciales mediante series de potencias.
19. Realizar operaciones de adición, sustracción, multiplicación, división, derivación e integración con números complejos.
20. Utilizar herramientas de cálculo avanzado, tales como las transformadas de Fourier, la transformada Z y las ecuaciones diferenciales parciales.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 1

Analizar, plantear, modelar y resolver problemas de ingeniería mediante el uso de las matemáticas.

ÁREA TEMÁTICA 2: Física.

CONOCIMIENTOS (Saber)

Mecánica de sólidos. Sistemas de unidades, conversión de unidades, patrones de medida. Vectores, operaciones, sistemas de coordenadas. Cinemática de una partícula, posición, desplazamiento, velocidad, aceleración. Movimientos rectilíneos uniforme y acelerado, caída libre, movimiento curvilíneo, movimiento circular uniforme. Dinámica de cuerpos rígidos, leyes de Newton. Equilibrio estático, fuerzas, momentos. Fuerzas de rozamiento. Trabajo, energía, potencia. Impulso y cantidad de movimiento, colisiones. Momento de inercia, centro de masa, centro de gravedad. Rotación de un cuerpo rígido. Gravitación universal.

Termología y fluidos. Temperatura, escalas, medición. Calor y trabajo. Energía interna de un sistema. Procesos térmicos. Primera y segunda leyes de la termodinámica. Entropía. Capacidad calorífica. Transmisión de calor por conducción, convección y radiación. Cambios de estado. Gas ideal, ecuación fundamental. Estática de los fluidos, propiedades de los fluidos, presión y densidad, variación de la presión con la profundidad, principios de Pascal y de Arquímedes. Dinámica de los fluidos, ecuación de continuidad, ecuación de Bernoulli, viscosidad, turbulencia, aplicaciones.

Electricidad y magnetismo. Electrostática, carga y materia, ley de Coulomb, conductores y aisladores. Campo eléctrico, flujo eléctrico, ley de Gauss. Potencial eléctrico, energía potencial eléctrica. Capacitancia y condensadores, materiales dieléctricos. Corriente eléctrica, CD, resistividad, resistencia, ley de Ohm, trabajo y potencia, leyes de Kirchoff, circuito RC. Campo magnético, magnetismo, materiales magnéticos, flujo magnético, fuerza magnética, fuerza y torque sobre un circuito, ley de Ampere, ley de Biot-Savart, ley de Lenz, ley de Faraday, inductancia, circuitos RL, LC. Circuitos de CA.

Oscilaciones y ondas. Oscilaciones, oscilaciones libres, movimiento periódico, movimiento armónico simple, sistema masa-resorte. Oscilaciones amortiguadas y forzadas, resonancia. Ondas mecánicas, clasificación, ondas armónicas; ondas en cuerdas, en gases y en sólidos. Elasticidad, módulo de Young. Efecto Doppler. Ondas transversales y longitudinales. Ecuación de onda y función de onda, propiedades de las ondas, superposición e interferencia, velocidad de grupo; energía, potencia e intensidad de las ondas. Ondas electromagnéticas, ecuaciones de Maxwell, generación del espectro electromagnético, la luz, energía y cantidad de movimiento, vector de Poynting.

Física moderna. Teoría especial de la relatividad, dilatación del tiempo y contracción de la longitud, transformaciones de Lorentz, simultaneidad,

equivalencia masa-energía; mecánica y cinemática relativistas. Naturaleza y propagación de la luz, óptica física. Mecánica cuántica, naturaleza corpuscular de la radiación, efecto fotoeléctrico, efecto Compton, rayos x. Ecuación de Schrodinger. Naturaleza ondulatoria de la materia, dualidad onda-partícula, principio de incertidumbre de Heisenberg. Modelos atómicos, Thomson, Rutherford, Bohr. Física nuclear, radiactividad, desintegración radiactiva, reacciones nucleares. Física del estado sólido, conducción eléctrica.

ACCIONES (Hacer)

1. Identificar y analizar situaciones de equilibrio estático de cuerpos rígidos.
2. Identificar y analizar el comportamiento cinemático y cinético de partículas.
3. Identificar, analizar y comprobar el comportamiento cinemático y cinético de cuerpos sólidos.
4. Identificar y analizar procesos que involucren la transformación de trabajo en calor y viceversa.
5. Identificar, analizar y comprobar los fenómenos de transmisión de calor por conducción, convección o radiación.
6. Identificar y analizar sistemas en los que intervengan fluidos en condiciones estáticas o dinámicas.
7. Identificar, analizar y comprobar los fenómenos eléctricos y magnéticos básicos.
8. Identificar, caracterizar y analizar los elementos básicos de circuitos eléctricos de CD y CA.
9. Identificar, analizar y comprobar fenómenos oscilatorios mecánicos.
10. Identificar, analizar y comprobar fenómenos básicos en los que intervengan ondas electromagnéticas.
11. Identificar y analizar las situaciones en las cuales se deben utilizar las leyes de la física relativista y de la mecánica cuántica en lugar de las leyes de la mecánica clásica.
12. Identificar y analizar la doble naturaleza de la radiación.
13. Identificar, analizar y comprobar la conducción de electricidad en los sólidos.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 2

Identificar, analizar y comprobar fenómenos físicos.

ÁREA TEMÁTICA 3: Estadística y probabilidad.

CONOCIMIENTOS (Saber)

Estadística y probabilidad. Estadística descriptiva, variables, tipos de variables, escalas de medición, frecuencia, medidas de tendencia central, medidas de dispersión. Probabilidad, permutaciones y combinaciones, experimento, espacio muestral, eventos, tipos de eventos, probabilidades de eventos, axiomas y teoremas, probabilidades total y condicional, teorema de Bayes. Variables aleatorias discretas y continuas, función de probabilidad, función de distribución, función de densidad, parámetros y características. Distribución normal, otras distribuciones de probabilidad. Técnicas de muestreo, población y muestra, tipos de muestras. Pruebas de hipótesis. Análisis de regresión y correlación. Estimación, estimación puntual, estimación por intervalos, intervalos de confianza.

ACCIONES (Hacer)

1. Identificar los diferentes tipos de variables y los datos agrupados y no agrupados.
2. Elaborar e interpretar tablas de frecuencia y sus representaciones gráficas.
3. Aplicar medidas de tendencia central y de dispersión a un conjunto de datos.
4. Identificar y calcular combinaciones y permutaciones.
5. Calcular las probabilidades de ocurrencia o no ocurrencia de eventos de la cotidianidad y reconocer cuándo estos son condicionales.

6. Aplicar el concepto de variable aleatoria en experimentos y mediciones de ingeniería.
7. Identificar, aplicar e interpretar los principales modelos de distribución probabilística, discretos y continuos.
8. Reconocer las distribuciones muestrales y los diferentes tipos de inferencias.
9. Calcular y seleccionar muestras para procesos de muestreo aleatorio simple.
10. Contrastar o probar hipótesis de situaciones de la vida real.
11. Definir la correlación entre variables cuantitativas.
12. Determinar la sensibilidad de una variable dependiente a los cambios que sufre la variable independiente.
13. Utilizar la ecuación de mínimos cuadrados ordinarios para determinar la variable dependiente.
14. Utilizar herramientas computacionales para la aplicación de modelos estadísticos y de probabilidad.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 3

Utilizar la estadística y la probabilidad para analizar e interpretar los resultados de procesos experimentales y observacionales relacionados con la ingeniería.

ÁREA TEMÁTICA 4: Programación de computadores.

CONOCIMIENTOS (Saber)

Programación de computadores. El computador, evolución histórica, usos, partes. *Software*, uso, clases de *software*, sistemas operativos. Internet, servicios,

virus. Sistemas de numeración. Lenguajes de programación, clasificación, estructura. Análisis de problemas y diseño de soluciones. Algoritmos, diagramas de flujo, tipos de datos, operadores, expresiones, estructuras de los algoritmos. Arreglos de datos, vectores, matrices. Programación estructurada, construcción de programas, programas modulares. Registros y archivos, archivos físicos, archivos lógicos. Programación orientada a objetos. Programas de uso común en ingeniería, procesador de texto, hoja de cálculo.

ACCIONES (Hacer)

1. Identificar, describir y analizar los diferentes sistemas numéricos.
2. Identificar, describir y analizar las estructuras física y lógica de un computador.
3. Identificar y analizar los sistemas operativos.
4. Formular problemas que puedan ser solucionados mediante algoritmos y programas de computación.
5. Construir algoritmos para resolver problemas que involucren procesos de entrada y de salida de datos.
6. Construir algoritmos para resolver problemas que involucren procesos de selección, suma, conteo, repetición, ordenamiento o búsqueda de datos.
7. Construir algoritmos para resolver problemas que involucren operaciones básicas con vectores y matrices.
8. Utilizar la lógica de programación en la elaboración de algoritmos y programas de computación.
9. Utilizar un lenguaje de programación para la elaboración de programas sencillos.
10. Utilizar el microcomputador como una herramienta de trabajo cotidiano para apoyar la resolución de problemas de ingeniería.
11. Utilizar los servicios que ofrece el internet.
12. Utilizar procesadores de texto y hojas de cálculo.
13. Diseñar e implementar programas elementales utilizando la programación orientada a objetos.

**COMPETENCIA ESPECÍFICA 4**

Construir algoritmos y programas de computación para resolver problemas básicos de ingeniería.

ÁREA TEMÁTICA 5: Métodos numéricos.**CONOCIMIENTOS (Saber)**

Métodos numéricos. Modelación y simulación numérica. Análisis del error, causas, clasificación, propagación, errores numéricos. Evaluación de funciones, series de potencias. Aproximación polinomial. Solución de ecuaciones no lineales y de ecuaciones trascendentes. Sistemas de ecuaciones lineales, métodos directos e iterativos. Sistemas no lineales, funciones de una y de varias variables. Ajuste de curvas. Métodos de derivación e integración numéricas. Interpolación y extrapolación. Solución de sistemas de ecuaciones diferenciales: ecuaciones diferenciales ordinarias, sistemas de ecuaciones diferenciales, ecuaciones diferenciales parciales.

ACCIONES (Hacer)

1. Aplicar los métodos numéricos más adecuados para la solución de problemas que involucran modelos matemáticos.
2. Identificar las limitaciones de los diferentes métodos numéricos y evaluar los errores correspondientes.
3. Identificar y evaluar la presencia de errores en cálculos numéricos, y reducir sus causas y sus efectos.
4. Determinar las raíces de ecuaciones lineales y determinar los problemas de convergencia que puedan presentarse.

5. Resolver por medios numéricos problemas que puedan reducirse a sistemas de ecuaciones lineales.
6. Determinar un polinomio a partir de un conjunto de valores.
7. Aplicar las técnicas de derivación e integración numéricas en la solución de problemas específicos.
8. Aplicar las técnicas numéricas en la solución de modelos basados en ecuaciones diferenciales.
9. Seleccionar y utilizar las herramientas computacionales para la implementación de procedimientos numéricos.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 5

Aplicar métodos numéricos para solucionar problemas matemáticos.³

ÁREA TEMÁTICA 6: Metodología de la investigación.

CONOCIMIENTOS (Saber)

Metodología de la investigación. Teoría del conocimiento, conocimiento científico, método científico, investigación científica. Tipos de investigación. Clases de investigación: pura y aplicada. Proceso de investigación: selección del tema, planteamiento del problema, alcance y objetivos de la investigación, antecedentes, justificación, marco teórico, referencial o conceptual; planteamiento de hipótesis, definición de variables, fuentes de información; recolección, procesamiento y análisis de la información; bibliografía, administración de la investigación. Diseños descriptivos, experimentales, cuasiexperimentales y correlacionales. Redacción y presentación de informes de investigación.

³ Esta competencia se desarrolla especialmente en los programas de Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electromecánica e Ingeniería Mecánica.

ACCIONES (Hacer)

1. Identificar, describir y analizar los diferentes tipos de investigación.
2. Identificar, describir y analizar los diferentes diseños de investigación.
3. Identificar, delimitar y plantear problemas de investigación en ingeniería.
4. Formular los objetivos y alcances de un proyecto de investigación.
5. Justificar un proyecto de investigación y establecer sus antecedentes.
6. Establecer el marco teórico, referencial o conceptual de un proyecto de investigación.
7. Formular la hipótesis de trabajo de un proyecto de investigación.
8. Diseñar y aplicar la metodología de un proyecto de investigación.
9. Recolectar, procesar y analizar la información de un proyecto de investigación.
10. Administrar un proyecto de investigación.
11. Aplicar las normas técnicas para la presentación de proyectos de investigación.
12. Evaluar informes de investigación en el área de la ingeniería.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 6

Formular, ejecutar, administrar y evaluar proyectos de investigación en el área de la ingeniería.

ÁREA TEMÁTICA 7: Comunicación oral y escrita.

CONOCIMIENTOS (Saber)

Comunicación oral y escrita. El lenguaje y sus funciones. La escritura, clases de textos, estructura del texto, etapas de la escritura, cualidades de la escritura. Sintaxis, redacción básica, reglas ortográficas. Técnicas para la elaboración de trabajos escritos. Normas técnicas para la presentación de trabajos escritos. La expresión oral, estructura, técnicas, parámetros. Elementos de apoyo para las presentaciones orales. La lectura, métodos, tipos, macroestructura y microestructura del texto, comprensión, registro de la información. La escucha, comprensión, interacción, condiciones.

ACCIONES (Hacer)

1. Hablar y escribir con claridad, coherencia, propiedad, sencillez y concisión.
2. Hablar y escribir de acuerdo con las normas gramaticales.
3. Exponer información, de manera oral y escrita, sobre temas tecnológicos y científicos.
4. Expresarse oralmente, teniendo en cuenta los parámetros de voz, vocabulario, expresión corporal, dominio del tema, elementos de apoyo y manejo de los espacios.
5. Elaborar documentos técnicos, teniendo en cuenta las normas para la presentación de trabajos escritos.
6. Improvisar una presentación oral, cuando fallan los elementos de apoyo.
7. Escuchar y leer de manera comprensiva, reflexiva y crítica.
8. Sintetizar y analizar los textos escritos.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 7

Hablar y escribir de acuerdo con las normas gramaticales y formales y escuchar y leer de manera comprensiva, reflexiva y crítica.

ÁREA TEMÁTICA 8: Administración.

CONOCIMIENTOS (Saber)

Administración. Concepto de administración, principios administrativos, gestión administrativa. Modelos clásicos de la administración. Características del administrador. Funciones de la administración: planeación, organización, dirección, control. Tendencias modernas de la administración: administración estratégica, reingeniería, *benchmarking*, *outsourcing*, *empowerment*, círculos de participación, calidad total, organización inteligente, administración por competencias. Organización empresarial, tipos, estructuras; participación de la empresa en el sector económico, diseño de un modelo empresarial.

ACCIONES (Hacer)

1. Identificar, describir, comparar y analizar los modelos clásicos de la administración.
2. Identificar y analizar las características más importantes que debe tener un administrador.
3. Identificar, describir, comparar y analizar las tendencias modernas de la administración.
4. Seleccionar e implementar el modelo o los modelos de administración más adecuados para una organización empresarial, de acuerdo con unas necesidades específicas.
5. Identificar, describir, comparar y analizar los diferentes tipos de organizaciones empresariales.
6. Identificar, describir, comparar y analizar las diferentes estructuras de las organizaciones empresariales.
7. Ejecutar una o más funciones básicas de la administración en una empresa.
8. Hacer el diseño básico de una organización empresarial.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 8

Administrar parcial o totalmente organizaciones empresariales.

ÁREA TEMÁTICA 9: Preparación y evaluación de proyectos.**CONOCIMIENTOS (Saber)**

Preparación de proyectos. Proyecto de inversión, clasificación de los proyectos, etapas de desarrollo de un proyecto, elementos que debe contener un proyecto. Mercado, producto-servicio, demanda, oferta, ventas, comercialización. Aspectos técnicos, alcance del proyecto, alternativas, tamaño, localización. Ingeniería, proceso industrial, equipos, producción, planta física, recursos humanos. Organización, inversiones, administración, aspectos legales. Aspectos financieros, inversiones, flujo de caja proyectado, financiación, fuentes de financiación. Evaluación social y ambiental del proyecto.

Evaluación financiera de proyectos. Valor del dinero en el tiempo, principio de equivalencia, principio de racionalidad. Flujo de caja. Interés, interés simple, interés compuesto, tasas nominales y efectivas de interés. Progresiones y gradientes. Relaciones de equivalencia, formas de valorización del dinero. Inflación, depreciación, devaluación. Técnicas de evaluación financiera de proyectos: valor presente, costo equivalente anual, tasa de retorno, beneficio/costo, otras técnicas. Comparación de alternativas. Análisis de riesgo y de sensibilidad. Punto de equilibrio. Pronósticos y proyecciones.

ACCIONES (Hacer)

1. Identificar y analizar los elementos que debe contener un proyecto de inversión.
2. Especificar las inversiones necesarias para desarrollar un proyecto.
3. Establecer el flujo de caja de un proyecto.
4. Elaborar el estudio básico de mercado para un proyecto de inversión.

5. Hacer los estudios técnico y de ingeniería en los niveles de prefactibilidad y factibilidad, para un proyecto de inversión relacionado con la ingeniería.
6. Establecer los aspectos organizativos relacionados con un proyecto de ingeniería en los niveles de prefactibilidad y factibilidad.
7. Seleccionar las fuentes y los términos de financiación más adecuados para la realización de un proyecto.
8. Identificar, comparar, describir y analizar las diferentes técnicas de evaluación financiera de proyectos de inversión.
9. Hacer la evaluación financiera de un proyecto para decidir sobre su aceptación o rechazo.
10. Seleccionar un proyecto entre varias alternativas en función de su rentabilidad.
11. Tener en cuenta el factor de riesgo y la sensibilidad en la evaluación financiera de un proyecto de inversión.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 9

Preparar y evaluar proyectos de ingeniería en los niveles de prefactibilidad y factibilidad.

ÁREA TEMÁTICA 10: Ética.

CONOCIMIENTOS (Saber)

Ética. Objeto de la ética. Teorías clásicas de la ética. Acto humano, libertad, racionalidad, autonomía, conciencia moral. Deber, ley, sanción, autoridad. Valores, axiología. Desarrollo moral: creencias, valores, normas, conductas. Relaciones entre la ética y la moral. Humanismo y ciencia. Ética y ciencia. Ética y

tecnología. Ética y ecología. Ética y ley. Ética ciudadana. Ética profesional, ética e ingeniería, ética profesional del ingeniero, fundamentos, responsabilidad social.⁴

ACCIONES (Hacer)

1. Identificar y analizar el objeto de conocimiento de la ética.
2. Identificar y analizar las principales teorías clásicas de la ética.
3. Analizar la evolución de los principios éticos de la humanidad a lo largo de la historia.
4. Identificar los conceptos de ética y moral y analizar sus diferencias fundamentales.
5. Reflexionar críticamente sobre problemas éticos de la vida contemporánea.
6. Reflexionar críticamente sobre el compromiso ético como ciudadano.
7. Identificar y analizar los fundamentos de la ética profesional.
8. Identificar y analizar la responsabilidad social de los ingenieros.
9. Reflexionar críticamente sobre el compromiso social del ejercicio profesional de la ingeniería.
10. Juzgar acciones y decisiones profesionales desde el punto de vista de la ética.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 10

Aplicar los principios de la ética en el comportamiento ciudadano y en el ejercicio profesional de la ingeniería.

⁴ Aunque en la mayor parte de los programas académicos estudiados existe una asignatura de ética, hay grandes diferencias en su enfoque. Aquí se han incluido los conocimientos presentados con mayor frecuencia y las acciones correspondientes.

ÁREAS TEMÁTICAS GENÉRICAS DE LA INGENIERÍA Y COMPETENCIAS GENÉRICAS DE LOS INGENIEROS

No.	ÁREAS TEMÁTICAS	COMPETENCIAS GENÉRICAS
1	Matemáticas	Analizar, plantear, modelar y resolver problemas de ingeniería mediante el uso de las matemáticas.
2	Física	Identificar, analizar y comprobar fenómenos físicos.
3	Estadística y probabilidad	Utilizar la estadística y la probabilidad para analizar e interpretar los resultados de procesos experimentales y observacionales relacionados con la ingeniería.
4	Programación de computadores	Construir algoritmos y programas de computación para resolver problemas básicos de ingeniería.
5	Métodos numéricos	Aplicar métodos numéricos para solucionar problemas matemáticos.
6	Metodología de la investigación	Formular, ejecutar, administrar y evaluar proyectos de investigación en el área de la ingeniería.
7	Comunicación oral y escrita	Hablar y escribir de acuerdo con las normas gramaticales y formales y escuchar y leer de manera comprensiva, reflexiva y crítica.
8	Administración	Administrar parcial o totalmente organizaciones empresariales.

9	Preparación y evaluación de proyectos	Preparar y evaluar proyectos de ingeniería en los niveles de prefactibilidad y factibilidad.
10	Ética	Aplicar los principios de la ética en el comportamiento ciudadano y en el ejercicio profesional de la ingeniería.

CAPÍTULO 5

FORMACIÓN ESPECÍFICA DE LOS INGENIEROS AERONÁUTICOS

ÁREAS TEMÁTICAS ESPECÍFICAS DE LA INGENIERÍA AERONÁUTICA

1. Comunicación gráfica
2. Química
3. Electricidad
4. Legislación aeronáutica
5. Mecánica y elementos mecánicos
6. Resistencia de materiales
7. Materiales y procesos de manufactura
8. Aerodinámica y dinámica de vuelo
9. Estructuras aeronáuticas
10. Oleohidráulica y neumática
11. Control automático
12. Sistemas de propulsión
13. Sistemas del avión
14. Mantenimiento
15. Navegación aérea

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DEL INGENIERO AERONÁUTICO

ÁREA TEMÁTICA 1: Comunicación gráfica.

CONOCIMIENTOS (Saber)

Dibujo básico. Instrumentos y accesorios utilizados en el dibujo. Bocetos de ingeniería. Sistemas de proyección. Formatos, rótulos y plegado de planos. Construcciones geométricas. Proyección ortogonal. Perspectivas. Representación isométrica. Escalas. Dimensionamiento y acotado. Cortes y secciones. Ajustes y tolerancias. Convenciones y símbolos. Acabado superficial. Normas de dibujo nacionales e internacionales.

Dibujo de elementos de máquinas. Engranajes, poleas y correas, cadenas, árboles y ejes, chavetas, pasadores, bridas, cojinetes, rodamientos, formas y perfiles, estructuras. Ensamblajes. Uniones fijas atornilladas, remachadas y soldadas. Redes hidráulicas, neumáticas y eléctricas. Planos de montaje y de detalle.

Geometría descriptiva. Proyecciones principales y auxiliares, proyección de puntos, líneas y planos, proyecciones sobre un plano. Superficies planas. Determinación de puntos, líneas y planos en el espacio. Longitudes verdaderas de líneas, dirección, pendiente, proyección como punto. Planos en el espacio, formas verdaderas, orientación, pendiente, proyección como línea. Relaciones entre líneas. Intersección de líneas y planos, intersección de planos, intersección de poliedros. Rotación de objetos en el espacio, cuerpos de revolución. Intersección de superficies, desarrollo de superficies.

Dibujo con computador. Programas computacionales para el dibujo de ingeniería, comandos, simulaciones, entornos, aplicación de normas, elementos y conjuntos, aplicaciones en dos y en tres dimensiones.

ACCIONES (Hacer)

1. Elaborar e interpretar bocetos a mano alzada de elementos sólidos.
2. Utilizar los instrumentos y los accesorios de dibujo manual, de acuerdo con sus características y condiciones.

3. Utilizar el trazado geométrico como base para la representación gráfica de elementos sólidos.
4. Construir e interpretar las proyecciones principales y auxiliares de un sólido.
5. Hacer la representación isométrica de un objeto sólido con base en sus vistas.
6. Aplicar las escalas para hacer la representación gráfica de elementos muy grandes o muy pequeños.
7. Elaborar e interpretar planos de elementos y conjuntos mecánicos.
8. Elaborar e interpretar planos de redes hidráulicas, neumáticas y eléctricas.
9. Aplicar las normas técnicas nacionales e internacionales que rigen el dibujo de ingeniería.
10. Dibujar elementos y conjuntos mecánicos con el apoyo de herramientas computacionales, en dos y en tres dimensiones.
11. Desarrollar las superficies de sólidos, de acuerdo con las necesidades de fabricación.
12. Determinar las intersecciones entre sólidos para planificar los procesos de fabricación respectivos.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 1

Elaborar e interpretar planos de sólidos y de elementos y conjuntos mecánicos.¹

¹ Esta competencia contribuye al desempeño idóneo de varias funciones.

ÁREA TEMÁTICA 2: Química.

CONOCIMIENTOS (Saber)

Química general. Estructura de la materia, materia y energía; clases, estados y propiedades de la materia. Naturaleza eléctrica de la materia, modelo atómico, teorías cuántica y ondulatoria. Enlace químico, tabla periódica, propiedades periódicas, tipos de enlaces. Sustancias iónicas, metálicas y covalentes. Cálculos químicos, ecuaciones y estequiometría. Sólidos, líquidos y gases; propiedades generales, comportamiento, ecuaciones, cambios de fase, disoluciones. Ácidos, bases y sales. Electroquímica, electrólisis.

Química orgánica. Carbono, características generales, compuestos del carbono, orbitales moleculares y atómicos, enlaces. Tipos de reacciones en química orgánica. Alcanos, alquenos y alquinos; propiedades, obtención, reacciones. Hidrocarburos aromáticos. Compuestos orgánicos que contienen oxígeno. Aldehídos y ácidos carboxílicos. Esteres, grasas y carbohidratos. Amidas y éteres. Compuestos orgánicos que contienen nitrógeno. Combustibles y lubricantes, propiedades, usos en aviación.

ACCIONES (Hacer)

1. Diferenciar las propiedades físicas de las propiedades químicas de una sustancia.
2. Establecer diferencias y semejanzas entre elementos químicos, teniendo en cuenta la distribución electrónica y los niveles de energía atómica.
3. Analizar las características de los enlaces y las propiedades generales de las moléculas que se forman en una reacción química.
4. Utilizar la tabla periódica para determinar y predecir las propiedades de los elementos químicos.
5. Analizar y determinar la relación entre la presión, la temperatura y el volumen de un sistema gaseoso.
6. Determinar las propiedades de los sistemas sólidos y líquidos.
7. Balancear reacciones químicas.

8. Identificar las sustancias orgánicas más empleadas, así como sus propiedades y aplicaciones.
9. Identificar las reacciones químicas y los métodos de obtención de las sustancias orgánicas más utilizadas.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 2

Identificar, describir y analizar los estados, los procesos y las reacciones químicas en sistemas sólidos, líquidos y gaseosos.²

ÁREA TEMÁTICA 3: Electricidad.

CONOCIMIENTOS (Saber)

Conceptos básicos. Magnitudes fundamentales de la electricidad y de la electrónica, corriente eléctrica, tensión y caída de tensión, resistencia eléctrica, potencia, sistemas de unidades. Materiales conductores, semiconductores y aislantes, aplicaciones, estructuras y propiedades. Efectos de la corriente eléctrica.

Circuitos eléctricos. Dispositivos activos y pasivos, circuitos resistivos, ley de Ohm, leyes de Kirchoff. Circuitos en serie, en paralelo y mixtos, circuitos equivalentes. Potencia en circuitos de CD. CA, tensiones senoidales, análisis fasorial, inductancia y capacitancia, circuitos RC, RL y RLC, potencias activa y reactiva, sistemas polifásicos, rectificación CA/CD, factor de potencia, corrección del factor de potencia, circuitos bifásicos y trifásicos. Instrumentos de medición.

Electromagnetismo. Campo de fuerza, campo magnético, intensidad, fuerza magnetomotriz, intensidad del campo magnético; circuito magnético, reluctancia y

² Esta competencia contribuye al desempeño idóneo de varias funciones.

permeabilidad, magnetización, histéresis. Circuitos magnéticos ideales, circuitos eléctricos acoplados magnéticamente.

ACCIONES (Hacer)

1. Identificar y clasificar los elementos presentes en un circuito eléctrico de CD o CA.
2. Calcular la potencia real consumida por cualquier elemento de un circuito eléctrico.
3. Analizar y formular modelos matemáticos de circuitos de CD y CA, monofásicos, bifásicos y trifásicos, y de sus componentes.
4. Diseñar y construir circuitos eléctricos básicos y analizar su comportamiento físico y matemático.
5. Establecer modelos macroscópicos de los fenómenos electromagnéticos.
6. Clasificar los materiales a partir de sus propiedades magnéticas.
7. Determinar las distribuciones de campos electromagnéticos en dispositivos eléctricos.
8. Analizar, calcular y construir circuitos magnéticos básicos.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 3

Analizar, modelar, diseñar, construir y evaluar circuitos eléctricos y magnéticos básicos.³

³ Esta competencia contribuye al desempeño idóneo de varias funciones.

ÁREA TEMÁTICA 4: Legislación aeronáutica.

CONOCIMIENTOS (Saber)

Normas aeronáuticas. Régimen jurídico de la aviación civil. Normas aeronáuticas: nacionales, constitucionales, internacionales. Actividades y sujetos regulados. Organismos rectores de la aviación civil, nacionales, internacionales. Espacio aéreo. Aeronaves, clasificación, registro, propiedad, explotación. Infraestructura aeronáutica, aeródromos, aeropuertos, talleres. Personal aeronáutico, clasificación. Responsabilidad civil derivada de las actividades aeronáuticas. Aspectos penales en la actividad aeronáutica. Peso y balance del avión.

Seguridad aérea. Normas internacionales de aeronavegabilidad. Requisitos de aeronavegabilidad. Certificación del diseño y la fabricación de aeronaves. Certificación de la aeronavegabilidad. Mantenimiento de la aeronavegabilidad. Operación de aeronaves y seguridad de vuelo. Certificación de las operaciones. Prevención de accidentes de aviación, actividades en la prevención de accidentes, investigación de accidentes de aviación, análisis de accidentes. Factores humanos asociados al vuelo. Factores humanos en el mantenimiento.

ACCIONES (Hacer)

1. Identificar las partes fundamentales de la legislación aeronáutica nacional e internacional.
2. Interpretar y analizar las normas aeronáuticas relacionadas con el ejercicio de la ingeniería.
3. Aplicar las regulaciones aeronáuticas en los procesos de manufactura, construcción y modificación de partes o aeronaves.
4. Aplicar las regulaciones aeronáuticas en los procesos de mantenimiento, control de calidad y operación de aeronaves.
5. Aplicar las regulaciones aeronáuticas en la certificación de aeronaves.
6. Aplicar las regulaciones aeronáuticas en cualquier actividad de ingeniería aeronáutica.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 4

Aplicar la legislación aeronáutica nacional e internacional en la realización de las actividades propias de la ingeniería.⁴

ÁREA TEMÁTICA 5: Mecánica y elementos mecánicos.**CONOCIMIENTOS (Saber)**

Estática. Escalares y vectores. Cosenos directores, vector unitario, operaciones con vectores. Unidades. Fuerzas, tipos. Equilibrio de la partícula. Fuerzas sobre un cuerpo rígido. Sistemas bidimensionales y tridimensionales. Sistema equivalente de fuerzas. Sistemas de fuerzas y momentos. Vectores de fuerzas y de momentos. Equilibrio del cuerpo rígido. Reacciones en los apoyos de un cuerpo rígido. Cargas distribuidas. Cuerpos estáticamente indeterminados. Centros de gravedad, centroides, centros de masa y momentos de inercia.

Contacto. Esfuerzos de contacto, aplicaciones. Rozamiento, tipos de rozamiento. Lubricación, tipos de lubricación, lubricantes, viscosidad, propiedades de los lubricantes, desgaste tipos de desgaste.

Dinámica. Sistemas de coordenadas. Movimiento lineal, angular y curvilíneo. Cinemática de la partícula, movimiento rectilíneo uniforme, movimiento rectilíneo uniformemente acelerado. Cinemática del cuerpo rígido; posición, velocidad y aceleración; velocidad y aceleración relativas, centro instantáneo de rotación, aceleración de Coriolis. Cinética de la partícula, segunda ley de Newton, equilibrio dinámico, momento lineal y momento angular. Cinética del cuerpo rígido. Fuerza, masa y aceleración. Leyes del movimiento. Principio de trabajo y energía. Conservación de la energía. Principio de impulso y cantidad de movimiento, leyes de Euler. Impacto.

Mecanismos. Clasificación de los mecanismos. Cadenas cinemáticas. Métodos gráficos y analíticos para análisis de desplazamientos, velocidades y aceleraciones de cadenas cinemáticas. Balanceo estático y dinámico.

⁴ Esta competencia contribuye al desempeño idóneo de varias funciones.

Engranajes. Uniones móviles y fijas. Rodadura y deslizamiento. Rozamiento. Grados de libertad.

Cálculo de elementos. Análisis de estructuras, método de los nudos, método de las secciones. Tornillos de potencia; uniones atornilladas, remachadas y soldadas; resortes, cojinetes de rodamiento y de deslizamiento; engranajes cilíndricos, helicoidales, cónicos y tornillo sinfín; ejes, árboles, chavetas y pasadores. Transmisiones por correas, cadenas, ruedas dentadas y cables; acoplamientos, frenos, embragues y volantes. Vigas, columnas y cables. Recipientes sometidos a presión. Ajustes y tolerancias, ajustes por contracción, ajustes a presión, tolerancias geométricas, rugosidad. Normas técnicas, información comercial.

ACCIONES (Hacer)

1. Analizar el estado de carga de cualquier sistema en equilibrio estático.
2. Definir las condiciones de indeterminación de un sistema estático.
3. Determinar los parámetros de posición, velocidad y aceleración en puntos y eslabones de cadenas cinemáticas.
4. Predecir el comportamiento de sistemas mecánicos en relación con la posición, la velocidad, la aceleración y las fuerzas ejercidas en diferentes puntos de elementos rígidos.
5. Calcular y optimizar mecanismos de acuerdo con las necesidades de trayectoria, desplazamiento, velocidad, fuerza y resistencia de sus componentes, en dos y en tres dimensiones.
6. Utilizar procedimientos matemáticos, gráficos y computacionales para analizar y predecir el comportamiento cinemático y cinético de elementos de máquinas.
7. Calcular y dimensionar elementos de sujeción de máquinas.
8. Calcular y dimensionar componentes para absorción de energía.
9. Calcular y dimensionar componentes para la transmisión de potencia en máquinas.
10. Tener en cuenta el efecto del rozamiento en el cálculo de elementos de máquinas.

11. Calcular y dimensionar estructuras, cables, vigas y columnas.
12. Calcular y dimensionar recipientes de pared delgada o gruesa sometidos a presión.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 5

Seleccionar, calcular y dimensionar elementos y sistemas mecánicos para condiciones de carga estáticas o dinámicas.

ÁREA TEMÁTICA 6: Resistencia de materiales.

CONOCIMIENTOS (Saber)

Clasificación de las cargas. Capacidad de los cuerpos para soportar cargas. Deformación de los cuerpos como resultado de las cargas. Equilibrio de un cuerpo deformable. Unidades. Tracción, compresión, torsión y flexión. Deflexión, pandeo. Cargas transversales. Cargas y esfuerzos combinados.

Esfuerzos y deformaciones. Concepto de esfuerzo, esfuerzo normal, esfuerzo cortante, esfuerzo cortante transversal, esfuerzo admisible, esfuerzo de trabajo. Factor de seguridad. Transformación del esfuerzo. Concentración de esfuerzos. Deformación y desplazamiento. Ley de Hooke, relación de Poisson. Deformaciones unitarias por esfuerzo normal y por esfuerzo cortante. Estado plano de deformaciones. Ecuaciones de compatibilidad. Deformaciones elástica y plástica. Deformación por cambios de temperatura. Transformación de la deformación unitaria.

Falla. Mecanismos de falla, causas, morfología, proceso y prevención. Fallas debidas a cargas estáticas y dinámicas, criterios de falla para materiales dúctiles y frágiles, esfuerzo admisible, factor de seguridad. Fatiga, esfuerzos cíclicos, resistencia a la fatiga, regímenes de fatiga, factores que afectan el límite a la fatiga, aplicaciones en elementos de máquinas. Vibraciones, vibraciones libres y

forzadas, vibraciones amortiguadas, vibraciones torsionales, amplificación y resonancia, prevención de las vibraciones.

ACCIONES (Hacer)

1. Analizar el estado general de esfuerzos en cualquier punto de un elemento o una estructura.
2. Determinar el estado de deformaciones de elementos mecánicos sometidos a carga.
3. Determinar gráficamente el estado de esfuerzos, desplazamientos y deformaciones en cualquier punto de un elemento mecánico.
4. Verificar la seguridad de los componentes de un sistema mecánico, teniendo en cuenta los materiales utilizados, las formas y las dimensiones.
5. Evaluar la resistencia, la rigidez y la estabilidad de un sistema mecánico sometido a condiciones de carga.
6. Dimensionar elementos mecánicos sometidos a tracción, torsión, flexión o cargas combinadas.
7. Determinar las propiedades mecánicas que debe tener un material de acuerdo con las condiciones de esfuerzos, deformaciones y el nivel de seguridad determinados en la fase de diseño de un elemento .
8. Seleccionar el material y determinar las dimensiones de piezas sometidas a diversos tipos de carga.
9. Aplicar criterios de resistencia a la fatiga en el cálculo de elementos de máquinas sometidos a esfuerzos fluctuantes.
10. Determinar factores de seguridad en el cálculo y selección de elementos de máquinas.
11. Evaluar y prevenir la posibilidad de vibraciones en elementos mecánicos.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 6

Identificar y calcular las deformaciones y los esfuerzos internos que se producen en elementos mecánicos sometidos a condiciones de carga y prevenir la producción de fallas en tales elementos.

ÁREA TEMÁTICA 7: Materiales y procesos de manufactura.**CONOCIMIENTOS (Saber)**

Aspectos generales de los materiales. Clasificación, tipos de materiales utilizados en ingeniería. Estructuras cristalinas y no cristalinas, imperfecciones cristalinas, difusión. Soluciones sólidas, solubilidad, clasificación de las soluciones sólidas, diagramas de fase, transformaciones de fase. Criterios de selección de materiales. Propiedades químicas, eléctricas, magnéticas, ópticas, térmicas y mecánicas de los materiales, unidades.

Metales. Fases sólidas, tipos de solubilidad, diagramas de fase, microestructura, composición y propiedades. El hierro, aleaciones del hierro, diagrama Fe-C, elementos aleantes, aceros, tipos de aceros, fundiciones, tipos de fundiciones, propiedades. Metales no ferrosos y sus aleaciones: cobre, aluminio, titanio y magnesio. Oxidación y reducción. Electroquímica y corrosión, tipos de corrosión, protección contra la corrosión, acabados externos.

Otros materiales. Cerámicos, vidrios inorgánicos y nuevos materiales. Polímeros, clasificación, reacciones de polimerización; polímeros termoplásticos, termoestables y elastómeros; comportamiento. Materiales compuestos, refuerzos de fibras y partículas, compuestos laminares. Materiales utilizados en electricidad y en electrónica.

Ensayos no destructivos. Líquidos penetrantes, partículas magnéticas, rayos x, ultrasonido. Normas nacionales e internacionales para la realización de ensayos.

Procesos. Dimensionamiento de piezas. Soldadura, tipos, oxiacetilénica, eléctrica, MIG, TIG, plasma; corte; soldaduras a tope y en traslape; torsión, flexión y resistencia de las uniones soldadas. Tratamientos térmicos de aceros y

aluminios. Forjado, laminado, extrusión, estampado, doblado de lámina, taladrado, avellanado, remachado. Inyección de polímeros.

ACCIONES (Hacer)

1. Plantear alternativas para la selección de materiales en aplicaciones de ingeniería aeronáutica.
2. Clasificar y comparar los materiales utilizados en ingeniería aeronáutica, teniendo en cuenta su estructura atómica.
3. Seleccionar el tipo de material para un uso particular en ingeniería aeronáutica con base en el análisis de los enlaces atómicos.
4. Prever las fallas o las dificultades que pueden presentarse al emplear determinados materiales en la fabricación de un elemento.
5. Identificar las estructuras internas de los aceros y las fundiciones.
6. Seleccionar aleaciones ferrosas y no ferrosas con base en las características generales de estas y sus aplicaciones típicas.
7. Prever la presencia de efectos corrosivos en elementos metálicos y tomar las precauciones necesarias.
8. Identificar y seleccionar los materiales poliméricos, cerámicos y compuestos más adecuados para una sollicitación específica.
9. Proponer la realización de un determinado tratamiento térmico en un elemento metálico, a partir de las exigencias requeridas.
10. Seleccionar y proponer el proceso adecuado para la fabricación, conformación o modificación de piezas mecánicas.
11. Determinar experimentalmente las fallas de elementos mecánicos mediante la realización de ensayos no destructivos.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 7

Seleccionar el material más adecuado para una determinada sollicitación aeronáutica y el proceso para su fabricación, conformación o modificación.

ÁREA TEMÁTICA 8: Aerodinámica y dinámica de vuelo.

CONOCIMIENTOS (Saber)

Aerodinámica. Características atmosféricas, atmósfera estándar internacional. Dinámica de fluidos compresibles. Ecuaciones de continuidad, de momentum, de Bernoulli, de Navier-Stokes. Número de Mach. Efecto de compresibilidad. Fuerzas normales y transversales que actúan sobre un cuerpo aerodinámico. Coeficientes aerodinámicos. Teoría de los perfiles. Teorías de sustentación. Distribución de presiones sobre cuerpos aerodinámicos. Teoría de las alas. Mecanismos hipersustentadores. Ondas de choque y de expansión. Régimen supersónico. Aerodinámica experimental, túnel de viento, leyes de semejanza, calibración. Rendimiento de aeronaves.

Dinámica de vuelo. Fuerzas aerodinámicas y propulsivas. Ecuaciones de movimiento, sistemas de coordenadas, ecuaciones de estado estacionario. Actuaciones de aviones de émbolo y de aviones reactores. Velocidades de despegue y de aterrizaje. Actuaciones de vuelo horizontal, ascenso, descenso y virajes. Actuaciones de despegue y de aterrizaje. Factor de carga, diagrama de maniobras. Estabilidad y control estáticos, dinámicos, longitudinales, direccionales y laterales; fuerzas y momentos. Actuaciones de aviones de alta velocidad, tipos de perfiles. Cualidades de vuelo. Herramientas computacionales.

ACCIONES (Hacer)

1. Determinar las fuerzas normales y transversales que se ejercen sobre un cuerpo aerodinámico.
2. Hacer mediciones de velocidades y de presiones sobre superficies aerodinámicas en el túnel de viento.
3. Determinar los coeficientes de sustentación, de resistencia y de momento de un cuerpo aerodinámico.
4. Analizar, evaluar y diseñar cuerpos aerodinámicos y alas de aeronaves.
5. Analizar, evaluar y diseñar mecanismos hipersustentadores.
6. Ensayar modelos de cuerpos aerodinámicos y de alas de aviones en el túnel de viento.

7. Hacer cálculos de altitud con base en la presión y en la densidad del aire.
8. Determinar la influencia del factor de carga en vuelo y en tierra.
9. Determinar la potencia requerida en un motor de reacción y en un motor de émbolo para el vuelo horizontal no acelerado de una aeronave.
10. Determinar las condiciones de despegue y de aterrizaje de aviones de motor de émbolo y aviones de motor de reacción.
11. Determinar las condiciones de ascenso, descenso y viraje de aviones de motor de émbolo y aviones de motor de reacción.
12. Determinar y evaluar las estabilidades estática, longitudinal, direccional y lateral de aeronaves.
13. Utilizar herramientas computacionales para la simulación y el análisis de actuaciones de vuelo.
14. Hacer el diseño básico de aeronaves con base en las cualidades de vuelo.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 8

Describir, analizar, calcular, evaluar y modificar el comportamiento estático y dinámico de las aeronaves.

ÁREA TEMÁTICA 9: Estructuras aeronáuticas.

CONOCIMIENTOS (Saber)

Estructuras. Esfuerzos y deformaciones en vigas y en columnas, cargas combinadas, pandeo. Propiedades mecánicas de los materiales. Estructuras reticulares articuladas y continuas. Ecuaciones de equilibrio y de compatibilidad. Sistemas estática y cinemáticamente consistentes, métodos de análisis.

Estructuras de pared delgada. Relaciones entre corrimientos, deformaciones y esfuerzos. Vigas de pared delgada sometidas a flexión, a torsión y a fuerzas cortantes. Tubos de pared delgada sometidos a flexión, a torsión y a fuerzas cortantes. Paneles planos y columnas. Estructuras indeterminadas.

Condiciones de las estructuras aeronáuticas. Materiales utilizados en las estructuras aeronáuticas, propiedades. Configuración estructural, superficies sustentadoras, fuselaje, plantas de potencia, trenes de aterrizaje, uniones estructurales. Solicitaciones en estructuras aeronáuticas, requisitos estructurales. Análisis de fatiga en estructuras aeronáuticas, espectros de carga. Tolerancia al daño de estructuras aeronáuticas, mecánica de la fractura, determinación del crecimiento y tamaño crítico de la grieta.

ACCIONES (Hacer)

1. Calcular y diseñar vigas de pared delgada sometidas a flexión, a torsión o a fuerzas cortantes.
2. Calcular y diseñar tubos de pared delgada sometidos a flexión, a torsión o a fuerzas cortantes.
3. Calcular y diseñar columnas sometida a cargas de compresión.
4. Calcular, diseñar y evaluar los principales elementos estructurales de un avión, de acuerdo con sus respectivas solicitaciones.
5. Seleccionar el material estructural más adecuado para una determinada sollicitación aeronáutica.
6. Analizar, prevenir y evaluar procesos de fatiga en estructuras aeronáuticas.
7. Analizar y prevenir la presencia de fallas en estructuras aeronáuticas.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 9

Calcular, evaluar y diseñar elementos estructurales para aeronaves.

ÁREA TEMÁTICA 10: Oleohidráulica y neumática.

CONOCIMIENTOS (Saber)

Mecánica de fluidos. Propiedades de los fluidos. Estática de los fluidos, ecuación básica, fuerzas hidrostáticas, flotación y empuje, manometría. Análisis del flujo, líneas de corriente y campos de flujo, velocidad y aceleración, movimientos de partícula y de cuerpo rígido. Flujo ideal e incompresible, ecuaciones de Euler y de Bernoulli, flujometría. Sistema y volumen de control, teorema de Reynolds. Conservación de masa, de cantidad de movimiento y de energía. Fluidos newtoniano y no newtoniano, ecuación de Navier Stokes, flujos laminar y turbulento, viscosidad, capa límite, arrastre. Flujo compresible.

Oleohidráulica. Flujo en ductos circulares, análisis dimensional y similitud, turbulencia, rozamiento, pérdidas. Fluidos hidráulicos, tipos, aplicaciones. Líneas de fluido rígidas y flexibles, ensamble. Conectores, sellos hidráulicos y filtros. Sistemas hidráulicos básicos, tipos, componentes. Bombas de desplazamiento positivo, acumuladores, válvulas, cilindros, actuadores, motores hidráulicos. Dimensionamiento y selección de componentes. Electrohidráulica, elementos eléctricos de entrada y de salida, comandos. Simbología. Sistemas oleohidráulicos de aviones sencillos y complejos.

Neumática. Fundamentos de la neumática, simbología, propiedades físicas del aire, leyes de los gases. Compresores, redes de aire, tanques de almacenamiento, actuadores. Sistemas de control, válvulas, sensores, contactores. Limpieza y adecuación del aire. Circuitos neumáticos básicos. Sistemas electroneumáticos.

ACCIONES (Hacer)

1. Analizar las diferencias de comportamiento entre un flujo laminar y un flujo turbulento.
2. Hacer mediciones de flujos en tuberías.
3. Elaborar e interpretar planos de sistemas oleohidráulicos y neumáticos.
4. Establecer las semejanzas y las diferencias entre los circuitos de control y los circuitos de potencia.
5. Diseñar y proyectar redes para sistemas oleohidráulicos y neumáticos, con base en los requerimientos de una determinada aplicación.

6. Diseñar e implementar mandos con sistemas de impulsión neumáticos.
7. Analizar y seleccionar los componentes para sistemas oleohidráulicos y neumáticos básicos.
8. Analizar, evaluar y mantener sistemas oleohidráulicos y neumáticos de aviones.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 10

Analizar, calcular, diseñar, evaluar y mantener sistemas oleohidráulicos y neumáticos básicos.

ÁREA TEMÁTICA 11: Control automático.

CONOCIMIENTOS (Saber)

Sistemas de control automático. Clasificación de los sistemas de control. Sistemas dinámicos lineales y no lineales. Realimentación. Modelos matemáticos y gráficos, transformada de Laplace, ecuaciones de estado, función de transferencia, diagramas de bloque, gráficos de flujo de señal, variables de estado. Sistemas dinámicos. Función de transferencia. Análisis de la respuesta transitoria y el error en estado estacionario, análisis del lugar de las raíces, análisis de respuesta en frecuencia, análisis de estabilidad. Controladores y redes de compensación. Análisis de sistemas de control por computador. Diseño de sistemas de control por realimentación de variables de estado.

Aplicaciones industriales. Controladores lógicos programables. Transductores y detectores de entrada y de salida, dispositivos de medición. Correctores finales y amplificadores. Relés y contactores. Controladores PID, control digital directo. Dispositivos eléctricos, electrónicos, electromecánicos, neumáticos e hidráulicos. Transmisión neumática y eléctrica de información. Control de variables en procesos industriales, presión, temperatura, caudal, nivel. Control de velocidad de motores eléctricos.

ACCIONES (Hacer)

1. Formular modelos sencillos de sistemas de control automático y analizar sus comportamientos estático y dinámico.
2. Determinar los requerimientos de control de un proceso y los efectos de dicho control sobre las variables del proceso.
3. Identificar los componentes básicos de un proceso y utilizarlos para la formulación y el análisis de modelos de sistemas de control automático.
4. Determinar los ajustes necesarios en un equipo de control de un proceso con base en el análisis de la curva de reacción del mismo.
5. Analizar un equipo de control automático y evaluar su funcionamiento.
6. Analizar y diseñar sistemas básicos para el control de variables analógicas y discretas en un proceso.
7. Modelar y diseñar sistemas básicos para controlar variables de procesos, tales como temperatura, presión, caudal, nivel y velocidad de motores.
8. Diseñar circuitos básicos de control y automatización de funciones con elementos hidráulicos, neumáticos, eléctricos y electrónicos.
9. Utilizar, de manera combinada, mandos eléctricos y electrónicos con actuadores hidráulicos, neumáticos o mecánicos.
10. Utilizar herramientas computacionales para el modelado y el análisis de sistemas de control.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 11

Analizar, modelar, diseñar y evaluar componentes y sistemas básicos de control automático.

ÁREA TEMÁTICA 12: Sistemas de propulsión.

CONOCIMIENTOS (Saber)

Termodinámica. Formas de energía. Propiedades termodinámicas, presión, volumen, temperatura, unidades. Sistema y volumen de control. Sustancia de trabajo. Ley cero. Propiedades de una sustancia pura. Trabajo y calor, conservación de masa y energía, primera ley, entalpía, capacidad calorífica. Segunda ley, reversibilidad e irreversibilidad, entropía, equilibrio, rendimiento, disponibilidad. Gráficos termodinámicos. Gases reales e ideales, mezclas de gases. Mezclas gas-vapor, psicrometría, acondicionamiento de aire. Ciclos de potencia de gases, ciclos de potencia de vapor, ciclos de refrigeración. Expansión y compresión de fluidos, flujo de fluidos a alta velocidad. Combustión.

Transferencia de calor. Concepto, unidades. Conducción en estado estable, ley de Fourier, conductividad térmica, gradiente de temperatura, conducción en estado transitorio. Convección, ley de Newton, coeficiente de película, convección libre y forzada, números adimensionales. Radiación, ley de Boltzman, cuerpos negros y grises; absorción, reflexión y transmisión. Mecanismos combinados de transferencia de calor. Transferencia de calor con cambios de fase.

Propulsión. Fuerzas propulsivas, empuje, energía necesaria, rendimiento propulsivo. Motor, propulsor, motopropulsor, clasificación de los motopropulsores. Parámetros de los sistemas de propulsión aérea, impulso específico, relación empuje/peso, relación empuje/área frontal.

Motores alternativos. Clasificación, características de operación. Ciclos termodinámicos ideales y reales, rendimiento y eficiencia. Mecanismo émbolo-biela-cigüeñal, parámetros de diseño. Combustibles, tipos, características, manejo. Sistemas de admisión, inducción de aire y combustible, carburación e inyección; supercargadores y turbocargadores. Sistemas de escape. Sistemas de ignición y arranque. Sistema de lubricación, lubricantes, rozamiento. Sistema de refrigeración, transferencia de calor. Alternativas de diseño y variables de operación. Hélices y gobernadores, empuje y potencia. Accesorios e instrumentos de control.

Turbinas. Principio de propulsión a chorro, clasificación de sistemas. Ciclos ideales y reales, turborreactores y turbohélices. Ecuaciones de continuidad, de cantidad de movimiento y de energía, balance energético, principio de reacción. Parámetros de funcionamiento. Compresor centrífugo, compresores axiales, parámetros y características. Turbina de impulso Rateau, turbina Curtis, turbina de reacción. Cámara de combustión, tipos, proceso de funcionamiento, gasto de

combustible, rendimiento de la combustión, refrigeración de la cámara. Eficiencia térmica del turborreactor, empuje estático específico, eficiencia total del *turbojet* en vuelo. Sistemas de regulación.

ACCIONES (Hacer)

1. Identificar y analizar el funcionamiento de los diferentes elementos de un motor alternativo.
2. Analizar y controlar los parámetros de operación de un motor alternativo.
3. Evaluar y operar motores alternativos de uso aeronáutico.
4. Instalar y mantener motores alternativos de uso aeronáutico.
5. Seleccionar el motor alternativo adecuado para un uso aeronáutico específico.
6. Diagnosticar y corregir las fallas de un motor alternativo.
7. Instalar, operar y evaluar los accesorios e instrumentos de control de motores alternativos.
8. Identificar y analizar el funcionamiento de los diferentes elementos de un sistema turborreactor o turbohélice.
9. Analizar y controlar los parámetros de operación de un sistema turborreactor o turbohélice.
10. Evaluar y operar sistemas turborreactor y turbohélice.
11. Instalar y mantener sistemas turborreactor y turbohélice.
12. Seleccionar el sistema turborreactor o turbohélice adecuado para un uso aeronáutico específico.
13. Diagnosticar y corregir las fallas de un sistema turborreactor o turbohélice.
14. Instalar, operar y evaluar los accesorios e instrumentos de control de sistemas turborreactor y turbohélice.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 12

Seleccionar, analizar, evaluar, operar, mantener, instalar y controlar motores alternativos y sistemas turborreactor y turbohélice para uso aeronáutico.

ÁREA TEMÁTICA 13: Sistemas del avión.**CONOCIMIENTOS (Saber)**

Sistemas del avión. Tipos de aviones, aviones monomotores y bimotores, aviones *jet*. Controles de vuelo. Sistemas de lubricación y de combustible. Fuentes de energía, unidad auxiliar, sistemas eléctricos, generación de corriente. Sistemas de encendido, de indicación y de control de motores. Instrumentos eléctricos y giroscópicos. Sistema de hélices. Sistema hidráulico. Sistema neumático. Sistema de aire acondicionado. Sistema de protección de fuego. Sistema de oxígeno. Sistema de protección de hielo y de lluvia. Sistema de agua potable y de desecho. Sistema de presurización. Confiabilidad de los sistemas.

ACCIONES (Hacer)

1. Identificar y analizar los diferentes sistemas de un avión.
2. Describir las bases conceptuales del funcionamiento de cada uno de los sistemas de un avión.
3. Identificar y analizar el funcionamiento de los componentes de cada uno de los sistemas de un avión.
4. Evaluar y operar los sistemas de un avión.
5. Instalar y mantener los sistemas de un avión.
6. Diagnosticar y corregir las fallas de cualquier sistema de un avión.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 13

Identificar, analizar, evaluar, operar, diagnosticar, instalar y mantener los sistemas de un avión.

ÁREA TEMÁTICA 14: Mantenimiento.**CONOCIMIENTOS (Saber)**

Administración del mantenimiento. Modos de gestión: correctivo, preventivo, predictivo, periódico, reparativo, centrado en la confiabilidad. Indicadores de gestión, concepto y función de los indicadores. Análisis de prioridades, confiabilidad, disponibilidad, mantenibilidad, volumen de mantenimiento, ciclo de vida, otros indicadores. Sistemas de información manual y automatizado, manuales de los fabricantes, gestión de repuestos. Planeación y control, métodos, instrumentos, orden de trabajo, realimentación. Reglamentación aeronáutica para el mantenimiento de aeronaves y de motores.

Aspectos operativos. Mantenimiento mecánico, eléctrico, hidráulico, de estructuras, de acabados y recubrimientos, de sistemas del avión. Análisis de fallas, fatiga, envejecimiento, termofluencia, corrosión. Consecuencias de las fallas. Confiabilidad para reforzar la seguridad de las operaciones de vuelo. Técnicas para la inspección y el análisis de equipos. Lubricación aplicada al mantenimiento, lubricantes, procedimientos de lubricación. Montajes, planeamiento, control, fundaciones, materiales. Protección del medio ambiente.

ACCIONES (Hacer)

1. Organizar y administrar el departamento de mantenimiento de una empresa aeronáutica.
2. Elaborar y desarrollar programas de mantenimiento, seleccionando los modos de gestión más adecuados a las necesidades específicas de los equipos.
3. Seleccionar y aplicar los indicadores de gestión de mantenimiento más apropiados a las características de una empresa aeronáutica.

4. Seleccionar y utilizar los sistemas de información de mantenimiento adecuados a las condiciones particulares de una empresa aeronáutica.
5. Planear y controlar las actividades de mantenimiento de una empresa aeronáutica.
6. Planear y realizar montajes de maquinaria y equipos.
7. Cumplir con la seguridad y la aeronavegabilidad de las aeronaves y de sus productos.
8. Aplicar la reglamentación aeronáutica al mantenimiento de motores y de aeronaves.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 14

Organizar, administrar, planear y controlar las actividades de mantenimiento en empresas aeronáuticas.

ÁREA TEMÁTICA 15: Navegación aérea.

CONOCIMIENTOS (Saber)

Elementos semiconductores. Semiconductor tipo N, semiconductor tipo P. Diodo, polarización directa y polarización inversa; diodo Zener, diodos especiales, circuitos con diodos, aplicaciones. Transistor de unión bipolar, transistor de efecto de campo, curvas características, aplicaciones. Análisis de pequeña señal. Osciladores armónicos, amplificadores.

Electrónica analógica. Amplificadores de señal grande. Amplificadores de una etapa y multietapa, amplificador diferencial. Amplificadores operacional, derivador, integrador, realimentado, de potencia; arquitectura, modelo híbrido, configuraciones típicas. Amplificador de instrumentación, aplicaciones, simulación analógica de sistemas físicos. Osciladores, filtros activos y pasivos.

Electrónica digital. Sistemas numéricos, lógica combinacional, código binario, otros códigos, álgebra de Boole. Circuitos integrados digitales. Lógica secuencial, cerrojos y flip-flops, circuitos aritméticos, contadores y registros, codificadores y decodificadores. Circuitos secuenciales sincrónicos y asincrónicos, características. Familias lógicas, compuertas básicas, entradas y salidas, características.

Telecomunicaciones. Ondas electromagnéticas, espectro, intervalo aeronáutico. Medios de transmisión. Ruido de modulación de onda continua. Modulaciones de amplitud y de ángulo de señales analógicas, esquemas en AM, FM y PM. Propagación de ondas, antenas, guías de ondas. Codificación digital de señales analógicas. Muestreo, cuantificación y codificación, control del error. Técnicas de modulación digital. Transmisión digital en banda base, características y aplicaciones.

Aviónica. Navegación aérea, sistemas de coordenadas. Sistemas de navegación autónomos y no autónomos. Tipos, características, funciones y operación de los sistemas de comunicación y de navegación aéreas. Sistemas de comunicación, sistemas de navegación, receptores, transmisores, sistemas de vuelo y navegación integrada, navegación satelital, sistemas de radar y vigilancia, sistema automático de vuelo. Sistema completo de aviónica, arquitectura del computador.

ACCIONES (Hacer)

1. Analizar y diseñar circuitos con diodos y con transistores.
2. Simular el comportamiento de sistemas físicos con amplificadores operacionales.
3. Analizar y diseñar circuitos con amplificadores operacionales en aplicaciones básicas de medición, instrumentación y control.
4. Diseñar circuitos lógicos combinatorios.
5. Analizar, construir e implementar contadores, codificadores y decodificadores.
6. Describir la estructura básica de un sistema de radiocomunicación analógico o digital y las funciones de sus elementos.
7. Evaluar y diagnosticar sistemas de radiocomunicación analógicos y digitales.
8. Analizar la estructura de los sistemas de navegación y de comunicaciones de un avión y las funciones de sus elementos.

9. Evaluar y diagnosticar los sistemas de navegación y de comunicaciones de una aeronave.
10. Analizar, evaluar y diagnosticar los sistemas de radioayuda instalados en tierra.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 15

Identificar, analizar, evaluar y diagnosticar los sistemas de navegación y de comunicaciones instalados en las aeronaves y en tierra.

ÁREAS TEMÁTICAS ESPECÍFICAS DE LA INGENIERÍA AERONÁUTICA Y COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DEL INGENIERO AERONÁUTICO

No.	ÁREAS TEMÁTICAS	COMPETENCIAS ESPECÍFICAS
1	Comunicación gráfica	Elaborar e interpretar planos de sólidos y de elementos y conjuntos mecánicos.
2	Química	Identificar, describir y analizar los estados, los procesos y las reacciones químicas en sistemas sólidos, líquidos y gaseosos.
3	Electricidad	Analizar, modelar, diseñar, construir y evaluar circuitos eléctricos y magnéticos básicos.
4	Legislación aeronáutica	Aplicar la legislación aeronáutica nacional e internacional en la realización de las actividades propias de la ingeniería.
5	Mecánica y elementos mecánicos	Seleccionar, calcular y dimensionar elementos y sistemas mecánicos para condiciones de carga estáticas o dinámicas.
6	Resistencia de materiales	Identificar y calcular las deformaciones y los esfuerzos internos que se producen en elementos mecánicos sometidos a condiciones de carga y prevenir la producción de fallas en tales elementos.
7	Materiales y procesos de manufactura	Seleccionar el material más adecuado para una determinada sollicitación aeronáutica y el proceso para su fabricación, conformación o modificación.

8	Aerodinámica y dinámica de vuelo	Describir, analizar, calcular, evaluar y modificar el comportamiento estático y dinámico de las aeronaves.
9	Estructuras aeronáuticas	Calcular, evaluar y diseñar elementos estructurales para aeronaves.
10	Oleohidráulica y neumática	Analizar, calcular, diseñar, evaluar y mantener sistemas oleohidráulicos y neumáticos básicos.
11	Control automático	Analizar, modelar, diseñar y evaluar componentes y sistemas básicos de control automático.
12	Sistemas de propulsión	Seleccionar, analizar, evaluar, operar, mantener, instalar y controlar motores alternativos y sistemas turborreactor y turbohélice para uso aeronáutico.
13	Sistemas del avión	Identificar, analizar, evaluar, operar, diagnosticar, instalar y mantener los sistemas de un avión.
14	Mantenimiento	Organizar, administrar, planear y controlar las actividades de mantenimiento en empresas aeronáuticas.
15	Navegación aérea	Identificar, analizar, evaluar y diagnosticar los sistemas de navegación y de comunicaciones instalados en las aeronaves y en tierra.

AGRUPACIÓN DE LAS COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DEL INGENIERO AERONÁUTICO EN FUNCIONES

FUNCIÓN 1

Calcular, dimensionar y diseñar elementos estructurales
y elementos y sistemas mecánicos de aeronaves.

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

5. Seleccionar, calcular y dimensionar elementos y sistemas mecánicos para condiciones de carga estáticas o dinámicas.
6. Identificar y calcular las deformaciones y los esfuerzos internos que se producen en elementos mecánicos sometidos a condiciones de carga y prevenir la producción de fallas en tales elementos.
7. Seleccionar el material más adecuado para una determinada sollicitación aeronáutica y el proceso para su fabricación, conformación o modificación.
8. Describir, analizar, calcular, evaluar y modificar el comportamiento estático y dinámico de las aeronaves.
9. Calcular, evaluar y diseñar elementos estructurales para aeronaves.

FUNCIÓN 2

Seleccionar, analizar, evaluar, operar, mantener, instalar y controlar las fuentes de potencia y los sistemas de una aeronave.

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

10. Calcular, diseñar, analizar y evaluar y mantener sistemas oleohidráulicos y neumáticos básicos.
11. Analizar, modelar, diseñar y evaluar componentes y sistemas básicos de control automático.
12. Seleccionar, analizar, evaluar, operar, mantener, instalar y controlar motores alternativos y sistemas turborreactor y turbohélice para uso aeronáutico.
13. Identificar, analizar, evaluar, operar, diagnosticar, instalar y mantener los sistemas de un avión.
14. Organizar, administrar, planear y controlar las actividades de mantenimiento en empresas aeronáuticas.

FUNCIÓN 3

Identificar, analizar, evaluar y diagnosticar los sistemas de navegación y de comunicaciones instalados en las aeronaves y en tierra.

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

15. Identificar, analizar, evaluar y diagnosticar los sistemas de navegación y de comunicaciones instalados en las aeronaves y en tierra.

PROGRAMAS ACADÉMICOS CONSULTADOS

INSTITUCIÓN	CIUDAD
1. Fundación Universitaria Los Libertadores	Bogotá
2. Universidad de San Buenaventura	Bogotá
3. Universidad Pontificia Bolivariana	Medellín

CAPÍTULO 6

FORMACIÓN ESPECÍFICA DE LOS INGENIEROS ELECTRICISTAS

ÁREAS TEMÁTICAS ESPECÍFICAS DE LA INGENIERÍA ELÉCTRICA

1. Comunicación gráfica
2. Materiales de ingeniería
3. Circuitos eléctricos
4. Campos electromagnéticos
5. Electrónica
6. Máquinas eléctricas
7. Mediciones eléctricas y electrónicas
8. Señales y sistemas
9. Control automático
10. Generación termoeléctrica
11. Generación hidroeléctrica
12. Transmisión y distribución de energía
13. Instalaciones eléctricas
14. Subestaciones eléctricas
15. Protecciones eléctricas y electrónicas
16. Sistemas de potencia eléctrica

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DEL INGENIERO ELECTRICISTA

ÁREA TEMÁTICA 1: Comunicación gráfica.

CONOCIMIENTOS (Saber)

Dibujo básico. Instrumentos y accesorios utilizados en el dibujo. Bocetos de ingeniería. Sistemas de proyección. Formatos, rótulos y plegado de planos, tipos de letras y de líneas. Construcciones geométricas. Proyección ortogonal. Perspectivas. Representación isométrica. Escalas. Dimensionamiento y acotado. Cortes y secciones. Normas de dibujo nacionales e internacionales.

Geometría descriptiva. Localización de puntos, líneas y planos en el espacio. Proyecciones múltiples y auxiliares, proyección de puntos, líneas y planos. Superficies planas. Determinación de distancias y manejo de planos en el espacio. Longitudes verdaderas de líneas y formas verdaderas de planos. Intersección de líneas y planos, intersección de planos.

Dibujo con computador. Programas computacionales para el dibujo técnico, comandos, simulaciones, entornos, aplicación de normas, elementos y conjuntos, aplicaciones en dos y en tres dimensiones.

ACCIONES (Hacer)

1. Elaborar e interpretar bocetos a mano alzada de objetos físicos.
2. Utilizar los instrumentos y los accesorios de dibujo manual, de acuerdo con sus características y condiciones.
3. Utilizar el trazado geométrico como base para la representación gráfica de objetos físicos.
4. Dibujar objetos tridimensionales en planos bidimensionales.
5. Construir e interpretar las proyecciones principales y auxiliares de un sólido.
6. Hacer la representación isométrica de un objeto con base en sus vistas.
7. Representar gráficamente las dimensiones de un objeto físico.

8. Utilizar la simbología adoptada en el dibujo de ingeniería.
9. Aplicar las normas nacionales e internacionales que rigen el dibujo de ingeniería.
10. Representar gráficamente objetos o sistemas físicos.
11. Utilizar herramientas computacionales para el dibujo de ingeniería en dos y en tres dimensiones.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 1

Elaborar e interpretar planos de objetos sólidos.¹

ÁREA TEMÁTICA 2: Materiales de ingeniería.

CONOCIMIENTOS (Saber)

Aspectos generales de los materiales. Conceptos químicos, estructura atómica, enlaces químicos y su relación con las propiedades de los materiales, estructuras cristalinas y no cristalinas, imperfecciones cristalinas, difusión. Propiedades físicas y químicas de la materia, clasificación de los materiales. Soluciones sólidas, solubilidad, clasificación de las soluciones sólidas, diagramas de fase, transformaciones de fase, equilibrio de fases. Elección de materiales. Propiedades eléctricas, magnéticas, ópticas, térmicas, mecánicas y químicas de los materiales, unidades.

Materiales de ingeniería. Metales, aleaciones ferrosas, aceros, fundiciones, aleaciones no ferrosas, tratamientos térmicos. Materiales cerámicos y vítreos, tipos y propiedades. Polímeros, conformación, tipo, comportamiento. Materiales compuestos, clasificación, refuerzos, aplicaciones. Corrosión, tipos, control. Materiales usados en ingeniería eléctrica: semiconductores, conductores, aislantes, magnéticos y ferromagnéticos; usos, propiedades.

¹ Esta competencia contribuye al desempeño idóneo de varias funciones.

ACCIONES (Hacer)

1. Establecer las relaciones existentes entre las propiedades de un material y su estructura atómica.
2. Clasificar y comparar los materiales utilizados en ingeniería teniendo en cuenta su estructura atómica.
3. Prever el efecto de la temperatura en la estructura de un material.
4. Prever la presencia de efectos corrosivos en elementos metálicos y tomar las precauciones necesarias.
5. Identificar y seleccionar los materiales más adecuados para una solicitud específica en ingeniería eléctrica.

**COMPETENCIA ESPECÍFICA 2**

Seleccionar el material más adecuado para una determinada aplicación de ingeniería eléctrica.²

ÁREA TEMÁTICA 3: Circuitos eléctricos.**CONOCIMIENTOS (Saber)**

Circuitos eléctricos de corriente directa. Elementos activos y pasivos, conceptos básicos, unidades. Ley de Ohm. Fuentes dependientes e independientes. Circuitos en serie y en paralelo. Leyes de Kirchoff. Métodos para el análisis de circuitos con resistencias lineales y no lineales. Elementos almacenadores de energía: inductancia y capacitancia; modelos matemáticos, conexiones en serie y en paralelo. Circuitos RC, RL y RLC. Respuesta

² Esta competencia contribuye al desempeño idóneo de varias funciones.

estacionaria y transitoria de los circuitos; respuestas natural, forzada y completa. Herramientas de simulación para circuitos eléctricos.

Circuitos eléctricos de corriente alterna. Ondas, parámetros. Naturaleza de la CA, números complejos, fuentes senoidales y fasores. Leyes de Kirchoff. Impedancia, admitancia, conductancia, susceptancia, relaciones fasoriales en R, L y C, diagramas fasoriales. Métodos para el análisis de circuitos de CA en estados estable y transitorio. Potencia en la CA; potencia instantánea y potencia promedio; potencias activa, reactiva, aparente y compleja; factor de potencia, máxima transferencia de potencia. Sistemas polifásicos equilibrados y desequilibrados.

ACCIONES (Hacer)

1. Identificar y clasificar los elementos presentes en circuitos eléctricos de CD y CA.
2. Diferenciar y analizar las características y el desempeño de los distintos tipos de fuentes en los circuitos eléctricos.
3. Analizar en el dominio del tiempo los circuitos eléctricos que almacenan energía.
4. Formular modelos matemáticos de los diferentes dispositivos eléctricos de un circuito de CD o CA.
5. Simplificar los circuitos eléctricos como medio para su análisis.
6. Analizar circuitos eléctricos con amplificadores operacionales.
7. Calcular las diferentes clases de potencia presentes en un circuito de CA y corregir el factor de potencia.
8. Analizar y solucionar matemáticamente circuitos eléctricos de CD y CA, utilizando diferentes métodos.
9. Analizar y solucionar circuitos eléctricos lineales en estado estacionario y en estado transitorio.
10. Analizar circuitos de CA en el dominio del tiempo y en el dominio de la frecuencia.
11. Simular e implementar filtros pasivos y activos.

12. Analizar y solucionar matemáticamente circuitos bifásicos y trifásicos.
13. Elaborar e interpretar planos de circuitos eléctricos monofásicos, bifásicos y trifásicos.
14. Diseñar circuitos eléctricos de CD y CA y analizar su comportamiento físico y matemático.
15. Utilizar herramientas computacionales para la simulación y el análisis de circuitos eléctricos.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 3

Analizar, modelar, solucionar, calcular y diseñar circuitos eléctricos de corriente directa y de corriente alterna.³

ÁREA TEMÁTICA 4: Campos electromagnéticos.

CONOCIMIENTOS (Saber)

Electrostática. Campo eléctrico estático, leyes de Coulomb y de Gauss, intensidad del campo eléctrico, potencial eléctrico, campo eléctrico estático en dieléctricos, polarización. Conductores y dieléctricos. Unidades. Condensadores y capacidad. Ecuaciones de Laplace y de Poisson para el campo eléctrico. Corriente eléctrica estacionaria, resistencia, ley de Ohm, potencia y ley de Joule.

Magnetostática. Campo magnético estático, ley de Biot-Savart, ley de Ampere, flujo magnético, densidad de flujo, fuerzas magnéticas, unidades. Cálculo de inductancias, propiedades magnéticas de los materiales, condiciones de frontera, saturación, histéresis. Partículas cargadas en campos eléctricos y magnéticos. Campo magnético estático en materiales ferromagnéticos, magnetización.

³ Esta competencia contribuye al desempeño idóneo de varias funciones.

Campos eléctricos y magnéticos que varían con el tiempo. Campos magnéticos cuasiestacionarios. Ley de Faraday, fuerza electromotriz. Ecuaciones de Maxwell. Funciones de potencial, potenciales retardados. Campos de dependencia armónica con el tiempo. Ondas electromagnéticas planas. Vector de Poynting. Efecto de superficie, profundidad de penetración. Propagación de las ondas electromagnéticas.

ACCIONES (Hacer)

1. Establecer modelos macroscópicos de los fenómenos electromagnéticos.
2. Clasificar los materiales con base en sus propiedades magnéticas.
3. Determinar las distribuciones de campos electromagnéticos en dispositivos eléctricos, con el fin de predecir el comportamiento de estos.
4. Utilizar leyes físicas y procedimientos matemáticos para calcular las variables asociadas con la presencia de campos electromagnéticos en diversas condiciones de espacio y de tiempo.
5. Analizar y predecir la variación de los campos electromagnéticos con el tiempo.
6. Calcular los parámetros característicos de los circuitos eléctricos y magnéticos.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 4

Determinar las distribuciones de campos electromagnéticos en elementos eléctricos y calcular las diferentes variables asociadas a ellos.⁴

⁴ Esta competencia contribuye al desempeño idóneo de varias funciones.

ÁREA TEMÁTICA 5: Electrónica.

CONOCIMIENTOS (Saber)

Electrónica analógica. Física de los semiconductores, semiconductores tipos N y P. Diodo ideal y diodo semiconductor, diodos Zener y Led, diodos especiales, circuitos equivalentes, aplicaciones. Transistor de unión bipolar y transistores de efecto de campo, operaciones como amplificadores y como interruptores, polarización, modelamiento y análisis de la señal. Amplificadores de una etapa y multietapa. Amplificadores operacional, diferencial, derivador, integrador, realimentado, de potencia; características y aplicaciones. Respuesta de frecuencia de los amplificadores. Interfase analógica-digital. Osciladores, filtros activos y pasivos.

Electrónica digital. Fundamentos matemáticos, sistemas numéricos, código binario, otros códigos. Función lógica, compuertas lógicas, álgebra booleana, simbología. Circuitos lógicos básicos, circuitos lógicos combinatorios, dispositivos lógicos programables combinatorios. Lógica secuencial, cerrojos y flip-flops, circuitos aritméticos, contadores y registros, codificadores y decodificadores, multiplexores y demultiplexores, máquinas de estado. Análisis y diseño de circuitos secuenciales sincrónicos y asincrónicos, características. Dispositivos lógicos programables secuenciales, arquitectura. Familias lógicas, compuertas básicas, entradas y salidas, características. Memorias, clasificación, aplicaciones.

Electrónica de potencia. Diodos y transistores de potencia, curvas características. Tiristores, curvas características, circuitos de disparo, conmutación forzada. Conexión y desconexión de semiconductores controlados. Otros dispositivos de cuatro capas. Conversión de CD/CA, convertidores. Circuitos rectificadores monofásicos y trifásicos. Controles de velocidad y de arranque de motores. Regulación del voltaje.

ACCIONES (Hacer)

1. Analizar y diseñar circuitos con diodos y con transistores bipolares de unión y de efecto de campo.
2. Analizar y diseñar fuentes primarias de circuitos electrónicos.
3. Analizar y diseñar osciladores armónicos.
4. Diseñar circuitos con amplificadores operacionales para determinadas sollicitaciones.

5. Calcular y diseñar filtros, teniendo en cuenta los requerimientos de los amplificadores operacionales.
6. Analizar, diseñar y evaluar subsistemas electrónicos para aplicaciones analógicas.
7. Programar circuitos lógicos combinatorios, circuitos secuenciales y máquinas de estado.
8. Diseñar y construir circuitos digitales con dispositivos lógicos comerciales y con dispositivos lógicos programables.
9. Construir e implementar contadores ascendentes y descendentes así como codificadores y decodificadores para distintos tipos de aplicaciones.
10. Especificar, diseñar y evaluar sistemas digitales.
11. Analizar y diseñar subsistemas electrónicos de integración analógica-digital.
12. Diseñar y evaluar configuraciones básicas de tiristores.
13. Analizar y diseñar subsistemas electrónicos de conmutación en potencia.
14. Analizar, diseñar, construir y evaluar circuitos de aplicación de electrónica de potencia.
15. Elaborar e interpretar planos y diagramas de circuitos electrónicos.
16. Utilizar herramientas computacionales para el modelamiento de circuitos electrónicos.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 5

Modelar, analizar, diseñar, construir, programar y evaluar circuitos electrónicos analógicos, digitales y de potencia.⁵

⁵ Esta competencia contribuye al desempeño idóneo de varias funciones.

ÁREA TEMÁTICA 6: Máquinas eléctricas.

CONOCIMIENTOS (Saber)

Conversión electromagnética. Magnetismo y electromagnetismo. Flujo magnético, densidad e intensidad de flujo. Campo magnético, inducción magnética, fuerza sobre un conductor, fuerza electromotriz inducida, ley de Faraday, par. Materiales, simbología, pérdidas, calentamiento. Fundamentos electromecánicos; principios transformador, motor y generador. Clasificación de las máquinas eléctricas. Balance energético.

Transformadores. Principio de funcionamiento, partes constitutivas, accesorios. Transformadores monofásicos. Condiciones de operación en vacío y con carga, circuitos equivalentes. Transformadores ideal y real. Transformadores de varios circuitos, transformador trifásico, conexiones internas, autotransformadores, transformadores especiales. Sistema por unidad. Pérdidas, eficiencia y regulación de tensión. Ensayos de vacío y de cortocircuito, protecciones, diagnóstico y mantenimiento, normas.

Máquinas de corriente directa. Principio de funcionamiento, fuerza magnetomotriz, tipos de bobinados, tipos de máquinas, acción de conmutación, reacción de la armadura. Generador excitado en forma independiente, características. Motores en derivación, serie y compuesto, características. Arranque, protecciones.

Máquinas sincrónicas. Estator y rotor. Fuerza electromotriz generada en CA. Inductancia, circuitos equivalentes. Generador, reacción del inducido, características de funcionamiento, reactancia de eje directo y cuadratura, regulación del voltaje, generadores en paralelo, marcha sincrónica, generación de potencia activa y reactiva. Motor, subexcitación y sobreexcitación, zona de carga, ángulo de torque, potencias del motor, factor de potencia. Condensador sincrónico, curvas en V, características de funcionamiento, régimen transitorio, eficiencia, aplicaciones. Arranque del motor, protecciones, corrección del factor de potencia.

Máquinas de inducción. Estator y campo giratorio. Principio de funcionamiento. Motor trifásico, marcha en vacío y con carga, parámetros, circuitos equivalentes, corriente del rotor y del estator, corriente, potencia, factor de potencia, eficiencia, par de arranque, par máximo, diagrama circular, protecciones, usos. Métodos de arranque, condiciones de marcha, protecciones. Motor monofásico, protecciones, usos.

ACCIONES (Hacer)

1. Calcular, seleccionar y operar transformadores monofásicos y trifásicos, convencionales o especiales.
2. Calcular, seleccionar y operar generadores de CD.
3. Calcular, seleccionar y operar motores de CD.
4. Calcular, seleccionar y operar generadores de CA.
5. Calcular, seleccionar y operar motores de CA.
6. Evaluar las características típicas de funcionamiento de los diferentes tipos de máquinas eléctricas polifásicas.
7. Establecer el reparto de la carga entre generadores sincrónicos acoplados en paralelo.
8. Mejorar el factor de potencia de un sistema mediante la utilización de motores sincrónicos.
9. Seleccionar la máquina eléctrica más adecuada para una función específica, con base en criterios técnicos.
10. Seleccionar y montar los elementos y accesorios necesarios para operar, proteger y controlar las máquinas eléctricas.
11. Hacer el montaje y el mantenimiento de máquinas eléctricas.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 6

Calcular, seleccionar, operar, evaluar, montar y mantener las máquinas eléctricas utilizadas en sistemas de potencia y en instalaciones industriales.

ÁREA TEMÁTICA 7: Mediciones eléctricas y electrónicas.

CONOCIMIENTOS (Saber)

Principios de medición. Estándares, sistemas de unidades; patrones de medición de variables eléctricas, clasificación, calibración. Señales, clasificación, características. Sistemas de medida, estructura general, características estáticas y dinámicas, métodos de medición. Apreciación, precisión, exactitud; tipos de errores; análisis, fuentes, propagación y reducción del error. Sensibilidad y resolución de un instrumento de medida.

Medición de variables de procesos industriales. Elementos básicos de los instrumentos de medición. Instrumentos de medición electromecánicos, electrónicos, potenciométricos y digitales. Instrumentación industrial. Señales y sistemas. Normalización. Sensores y transductores, principios, operación, tipos y selección; sensores resistivos, inductivos y capacitivos. Circuitos acondicionadores de la señal. Sistemas de indicación y de registro.

Mediciones eléctricas y electrónicas. Instrumentos para la medición de voltaje, corriente, resistencia, potencia, energía, resistividad del terreno, resistencia de puesta a tierra, resistencia de aislamiento, análisis de redes. Interfases analógica-digital y digital-analógica. Fuentes de energía.

ACCIONES (Hacer)

1. Aplicar el análisis de errores en la selección y la aplicación de instrumentos para medir variables de procesos industriales.
2. Seleccionar los transductores más adecuados para medir diferentes variables de procesos industriales.
3. Diseñar instrumentos digitales para medir variables de procesos industriales, como caudal, temperatura, nivel y presión.
4. Diseñar instrumentos digitales para la medición de variables que se manipulan en sistemas de energía eléctrica, como tensión, corriente y potencia.
5. Seleccionar los instrumentos más adecuados para necesidades específicas de medición de variables eléctricas o electrónicas.
6. Operar y mantener instrumentos para la medición de variables eléctricas y electrónicas.

7. Diseñar sistemas de adquisición de datos.
8. Conectar y operar instrumentos de medición basados en métodos de balance.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 7

Seleccionar, diseñar, operar y mantener instrumentos de medición de variables eléctricas y electrónicas.

ÁREA TEMÁTICA 8: Señales y sistemas.

CONOCIMIENTOS (Saber)

Señales y sistemas. Medición de variables físicas. Clasificación de señales. Representación matemática de señales. Filtros pasivos y activos. Clases de señales, continuas y discretas, propiedades. Clasificación de sistemas. Sistemas lineales invariantes con el tiempo, propiedades, convolución, ecuaciones. Análisis de Fourier –series y transformada- para señales y sistemas de tiempo continuo. Análisis de Fourier para señales de tiempo discreto. Transformada de Laplace y función de transferencia, propiedades. Modulaciones de amplitud y de frecuencia. Síntesis de circuitos. Transformada Z y sistemas de tiempo discreto, aplicaciones.

Análisis de sistemas. Fenómenos dinámicos, sistemas multivariados. Modelado de sistemas dinámicos mecánicos, eléctricos, térmicos y otros. Sistemas de tiempo continuo. Modelos internos y externos, ecuaciones de estado, funciones de transferencia. Sistemas lineales, respuesta en el tiempo, simulación, funciones de transferencia, diagramas de bloques. Sistemas no lineales, linealización. Análisis de estabilidad. Análisis de polos y ceros. Respuesta estacionaria de sistemas en tiempo y en frecuencia. Sistemas de tiempo discreto, muestreo, tiempo de muestreo. Sistemas híbridos analógico-digital.

ACCIONES (Hacer)

1. Analizar fenómenos dinámicos reales y representarlos mediante modelos matemáticos.
2. Identificar y analizar las analogías existentes entre diferentes sistemas dinámicos.
3. Utilizar técnicas matemáticas para el modelado de sistemas dinámicos.
4. Analizar las respuestas estáticas y dinámicas de sistemas dinámicos.
5. Formular modelos internos y externos de sistemas dinámicos.
6. Analizar el comportamiento de sistemas de elementos lineales que no varían con el tiempo.
7. Obtener modelos linealizados de sistemas no lineales.
8. Analizar el comportamiento de sistemas continuos y discretos.
9. Realizar el muestreo y la reconstrucción de señales discretas.
10. Convertir señales analógicas en digitales y viceversa.
11. Modelar y analizar sistemas sencillos de diferente naturaleza, tales como sistemas mecánicos, eléctricos, electromecánicos, térmicos, hidráulicos y económicos, entre otros.
12. Utilizar herramientas computacionales para el modelado y el análisis de sistemas dinámicos.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 8

Modelar y analizar el comportamiento de sistemas dinámicos.

ÁREA TEMÁTICA 9: Control automático.

CONOCIMIENTOS (Saber)

Sistemas de control continuo. Realimentación, sistemas de lazo cerrado y de lazo abierto. Sistemas lineales. Criterios de desempeño de sistemas de control en estados estacionario y transitorio. Ruido y perturbación. Controladores, estabilidad. Técnicas de diseño clásicas, lugar de las raíces, control proporcional, PE y PI, respuesta de frecuencia, diagramas de Bode, compensadores en atraso y en adelante. Controladores PID. Técnicas de diseño algebraico. Diseño con ecuaciones de estado. Controlabilidad y observabilidad. Localización de polos, observadores. Herramientas computacionales para el diseño.

Sistemas de control digital. Controladores digitales, estructura; controladores PID en tiempo discreto, propiedades. Representación en variables de estado, controlabilidad y observabilidad. Diseño de sistemas discretos. Criterios y aspectos de la selección de equipos.

Accionamientos eléctricos. Mando y control de motores eléctricos. Tipos de accionamientos, características electromecánicas. Accionamientos lógicos, símbolos. Elementos de comando y de protección. Arranque y control de velocidad de motores de CD en derivación, serie y compuesto. Motores de inducción trifásicos y monofásicos; arranque y control de velocidad. Métodos de arranque de motores sincrónicos. Métodos de arranque mediante tiristores. Accionamientos de motores eléctricos con controladores lógicos programables, arquitectura fundamental.

ACCIONES (Hacer)

1. Determinar las ecuaciones de estado de sistemas de control automático de tiempo continuo o discreto.
2. Formular modelos sencillos de sistemas de control y analizar sus comportamientos estático y dinámico.
3. Determinar las condiciones de estabilidad, rapidez y precisión de un sistema de control específico.
4. Analizar alternativas de configuración de sistemas de control automático y evaluar el efecto de la selección de elementos y configuraciones.

5. Aplicar los conceptos de control continuo, discreto y digital en procesos industriales.
6. Analizar y diseñar sistemas para el control automático de variables analógicas y discretas en un proceso industrial.
7. Diseñar los controladores para sistemas de control de variables analógicas y discretas y analizar sus características.
8. Utilizar técnicas matemáticas para el análisis y el diseño de sistemas de control básicos.
9. Simular en un computador las respuestas en tiempo y en frecuencia de un sistema de control automático.
10. Utilizar herramientas computacionales para el modelado y el análisis de sistemas de control.
11. Modelar, analizar, seleccionar y evaluar los distintos componentes de los accionamientos de motores eléctricos utilizados en aplicaciones industriales.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 9

Analizar, modelar, seleccionar, evaluar, diseñar e implementar componentes y sistemas básicos de control automático.

ÁREA TEMÁTICA 10: Generación termoeléctrica.

CONOCIMIENTOS (Saber)

Termodinámica. Propiedades termodinámicas, presión, volumen, temperatura, unidades. Sistema y volumen de control. Sustancia de trabajo. Ley cero. Propiedades de una sustancia pura. Trabajo y calor, conservación de la masa y la energía, primera ley, entalpía, capacidad calorífica. Segunda ley, máquina

térmica, reversibilidad e irreversibilidad, entropía, equilibrio, rendimiento, disponibilidad. Gráficos termodinámicos. Gases ideales y reales, mezclas de gases. Ciclos ideales de potencia, ciclos de aire normal, ciclos de refrigeración.

Centrales termoeléctricas. Clasificación, equipos y sistemas fundamentales, impacto ambiental. Ciclos de potencia con vapor de agua, máquinas de combustión interna, turbinas de gas, ciclos termodinámicos. Ciclo combinado. Combustibles sólidos, líquidos y gaseosos; propiedades, combustión, manejo. Gases de combustión, descontaminación. Agua, calidad, tratamiento, uso. Generación eléctrica, generador, transformadores, protecciones, control, equipos auxiliares. Evaluación de las centrales térmicas. Generación termoeléctrica en Colombia y en el mundo, aspectos socioeconómicos.

ACCIONES (Hacer)

1. Calcular la eficiencia teórica de un ciclo de potencia.
2. Calcular la eficiencia real de una máquina o un sistema térmico.
3. Identificar y analizar los diferentes componentes de una central termoeléctrica.
4. Identificar y analizar los diferentes procesos de una central termoeléctrica.
5. Realizar el balance térmico de una planta térmica y de sus diversos componentes.
6. Analizar problemas de combustión y proponer alternativas para corregirlos.
7. Proponer soluciones para minimizar el efecto contaminante de procesos de combustión.
8. Identificar y analizar las principales pruebas de evaluación de centrales termoeléctricas.
9. Tener criterios generales para la operación y el mantenimiento de centrales termoeléctricas.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 10

Identificar y analizar los principales componentes y procesos de una central termoeléctrica.

ÁREA TEMÁTICA 11: Generación hidroeléctrica.

CONOCIMIENTOS (Saber)

Mecánica de fluidos. Hidrostática, ecuación básica, fuerzas hidrostáticas, flotación y empuje, manometría. Flujo de fluidos, velocidad y aceleración, movimiento de partícula y de cuerpo rígido. Flujo ideal e incompresible, ecuaciones de Euler y de Bernoulli, medición del flujo. Sistema y volumen de control, teorema de Reynolds. Conservación de masa, de cantidad de movimiento y de energía. Fluido newtoniano y no newtoniano, ecuación de Navier Stokes, flujos laminar y turbulento, viscosidad, capa límite, arrastre. Flujo en ductos cerrados, análisis dimensional y similitud, turbulencia, rozamiento, cálculo de pérdidas. Flujos externos, capa límite y separación.

Centrales hidroeléctricas. Clasificación. Hidrología, precipitación, caudales, evapotranspiración. Embalses, presas, control de volumen, tomas de agua, tuberías de carga y de descarga, golpe de ariete. Máquinas hidráulicas, bombas y turbinas, clasificación, funcionamiento, selección. Hidrogeneradores, parámetros, selección, protección, conexión y control. Tuberías, válvulas y accesorios. Producción de energía, potencia instalada. Generación hidroeléctrica en Colombia y en el mundo, aspectos socioeconómicos y ambientales. Puesta en servicio de una central hidroeléctrica, pruebas.

ACCIONES (Hacer)

1. Identificar y analizar los diferentes componentes y procesos de una central hidroeléctrica.
2. Identificar las principales obras civiles, así como las redes y máquinas hidráulicas de una central hidroeléctrica.
3. Calcular las pérdidas por rozamiento que se producen en un flujo a lo largo de una tubería y prever su incidencia en una central hidroeléctrica.
4. Dimensionar y seleccionar de manera preliminar las turbinas hidráulicas necesarias para unas condiciones específicas.
5. Dimensionar y seleccionar de manera preliminar los hidrogeneradores necesarios para unas condiciones específicas.
6. Diseñar y dimensionar de manera preliminar los servicios auxiliares de una central hidroeléctrica.

7. Elaborar estudios preliminares de reconocimiento, prefactibilidad, factibilidad y diseño de proyectos hidroeléctricos.
8. Identificar y analizar las principales pruebas de aceptación de equipos y de montaje durante la puesta en servicio de una central hidroeléctrica.
9. Tener criterios generales para la operación y el mantenimiento de centrales hidroeléctricas.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 11

Identificar y analizar los equipos y procesos de una central hidroeléctrica y elaborar estudios preliminares sobre el dimensionamiento y la selección de los equipos principales.

ÁREA TEMÁTICA 12: Transmisión y distribución de energía.

CONOCIMIENTOS (Saber)

Estática. Escalares y vectores. Fuerzas, tipos. Equilibrio de la partícula. Fuerzas sobre un cuerpo rígido. Sistemas bidimensionales y tridimensionales, sistema equivalente de fuerzas. Sistemas de fuerzas y momentos. Equilibrio del cuerpo rígido. Reacciones en los apoyos. Cargas concentradas y distribuidas. Cuerpos estáticamente indeterminados. Centros de gravedad, centroides, centros de masa y momentos de inercia. Fuerzas distribuidas. Análisis de fuerzas en estructuras, vigas y cables.

Transmisión de energía. Selección de la ruta de la línea, plantillado, meteorología. Ecuación de estado, modelado eléctrico de líneas de transmisión en estado estacionario, cálculo y selección de conductores. Aislamiento, aislantes, sobretensiones, distancias eléctricas, cable de guarda, puesta a tierra, efecto corona. Criterios de diseño, niveles de voltaje, número de fases, límites de capacidad, cargabilidad, potencia característica. Regulación, pérdidas, compensación. Estructuras, herrajes y accesorios. Diseño mecánico, evaluación

de cargas, árboles de carga. Estudio económico, presupuestos, programa de obra, conceptos contractuales, normas.

Distribución de energía. Sistemas de distribución. Redes de alta tensión, parámetros de diseño, efectos de la capacidad, elementos utilizados. Líneas y redes de baja tensión, caída de tensión. Trazado de redes, canalizaciones, conductores, materiales aisladores, herrajes, apoyos. Redes monofásicas y trifásicas, cálculo. Líneas aéreas, apoyos; redes subterráneas. Cálculo mecánico de conductores, apoyos y fundaciones. Tomas de tierra, estudio de líneas sobre el perfil topográfico. Centros de transformación. Seguridad, mantenimiento y automatización, estudio económico, normas.

ACCIONES (Hacer)

1. Analizar el estado de carga de cualquier sistema en equilibrio estático.
1. Hacer el análisis estático de fuerzas en estructuras, vigas, cables, fundaciones y apoyos sometidos a diferentes tipos de cargas.
2. Elaborar e interpretar planos de líneas de transmisión y de distribución de energía eléctrica.
3. Calcular, diseñar y montar líneas de transmisión de energía de alta tensión.
4. Calcular, diseñar y montar líneas y redes de distribución de energía de alta y de baja tensión.
5. Mantener y operar líneas de transmisión y de distribución de energía.
6. Supervisar y controlar el montaje de líneas de transmisión y de distribución de energía.
7. Elaborar presupuestos y propuestas técnicas para el montaje de líneas de transmisión y de distribución de energía.
8. Aplicar los reglamentos y las normas existentes para la elaboración de proyectos de líneas de transmisión y de distribución de energía.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 12

Dibujar, calcular, diseñar, montar, mantener, operar, supervisar y controlar líneas de transmisión y de distribución de energía.

ÁREA TEMÁTICA 13: Instalaciones eléctricas.**CONOCIMIENTOS (Saber)**

Instalaciones eléctricas. Símbolos. Instalaciones de media y de baja tensión. Conductores, tipos, materiales, calibres, selección, aislamientos. Canalizaciones, tipos de ductos, bandejas, cajas y accesorios. Fallas por sobrecorriente y sobretensión, factor de potencia, armónicos. Conexión a tierra, protecciones, selección. Circuitos de fuerza y de iluminación, tableros de distribución, armarios de medidores, subestación. Diseño de instalaciones residenciales, comerciales, institucionales e industriales. Elaboración de presupuestos. Reglamentos y normas para las instalaciones eléctricas, tarifas. Elaboración de planos.

Iluminación. Luminotecnia, definiciones y unidades, fuentes artificiales de luz, sistemas de iluminación, niveles de iluminación. Diseño y selección de luminarias, diseño y cálculo de alumbrado, iluminación interior y exterior, normas. Iluminación residencial, comercial e industrial, alumbrado público, normas. Ahorro de energía en sistemas de iluminación.

ACCIONES (Hacer)

1. Elaborar e interpretar planos de instalaciones eléctricas.
2. Utilizar manuales y catálogos de fabricantes para el cálculo y la selección de los elementos y los accesorios necesarios en las instalaciones.
3. Planear, diseñar y construir instalaciones eléctricas de fuerza de media y de baja tensión.
4. Diseñar y montar sistemas para la optimización del uso de la energía.

5. Calcular y diseñar sistemas para corregir el factor de potencia en una planta industrial.
6. Calcular, seleccionar y montar sistemas de puesta a tierra y protecciones contra descargas atmosféricas.
7. Supervisar y controlar el montaje de instalaciones eléctricas de fuerza.
8. Operar y hacer el mantenimiento de instalaciones eléctricas de fuerza.
9. Diseñar, calcular y construir instalaciones eléctricas para la iluminación de interiores y exteriores en aplicaciones residencial, comercial e industrial.
10. Elaborar presupuestos y cotizaciones de instalaciones eléctricas.
11. Presentar proyectos de instalaciones eléctricas residenciales, industriales y comerciales para su aprobación ante las autoridades competentes.
12. Aplicar los reglamentos y las normas existentes para la elaboración de proyectos de instalaciones eléctricas.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 13

Planear, calcular, diseñar, construir, operar, evaluar y mantener instalaciones eléctricas de fuerza y de iluminación.

ÁREA TEMÁTICA 14: Subestaciones eléctricas.

CONOCIMIENTOS (Saber)

Subestaciones. Clasificación, elementos constitutivos. Barrajes, tipos, aislamiento, diseño eléctrico y mecánico. Aparatos de maniobra, características nominales. Seccionadores e interruptores, clasificación, selección. Sobretensiones y sobreintensidades, protecciones. Diseño de patio, lote,

orientación de la subestación, ubicación de la casa de control. Distancias eléctricas, apantallamiento, malla a tierra, conectores y enlaces. Sistemas de control, protección y medición; tableros, anunciadores y alarmas. Servicios auxiliares y alumbrado. Corrientes de corto circuito, cálculo, efectos. Normas y especificaciones, pruebas de funcionamiento.

ACCIONES (Hacer)

1. Calcular y seleccionar los equipos de una subestación eléctrica, de acuerdo con unas necesidades determinadas.
2. Hacer los diseños eléctrico y mecánico de una subestación eléctrica.
3. Construir y operar subestaciones eléctricas.
4. Hacer el mantenimiento de subestaciones eléctricas.
5. Realizar pruebas de funcionamiento para aceptar el recibo y la puesta en marcha de subestaciones eléctricas.
6. Aplicar la reglamentación vigente en la construcción y la operación de subestaciones eléctricas.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 14

Calcular, diseñar, construir, operar y mantener subestaciones eléctricas.

ÁREA TEMÁTICA 15: Protecciones eléctricas y electrónicas.

CONOCIMIENTOS (Saber)

Protecciones. Fundamentos de los sistemas de protección, configuraciones, simbología, seguridad, selectividad, velocidad. Relés de protección, principios y

aplicación, confiabilidad, clasificación, protección de respaldo, fuentes de alimentación. Puesta a tierra de sistemas. Elementos de análisis de sistemas de potencia. Transformadores de instrumentación. Protección de generadores, transformadores, reactores, capacitores, barras, líneas de transmisión, redes de media y baja tensión y motores. Esquema de teleprotección, protección digital, protecciones en sistemas industriales. Normas. Pruebas de funcionamiento y puesta en marcha de sistemas de protección.

ACCIONES (Hacer)

1. Identificar y analizar los diferentes tipos y esquemas de protecciones eléctricas y electrónicas.
2. Elaborar e interpretar planos y diagramas asociados a esquemas de protección.
3. Reconocer las diferentes configuraciones de protección aplicadas a los sistemas eléctricos de potencia.
4. Ajustar y seleccionar relés de protección para diferentes sistemas de protección.
5. Establecer los requerimientos de protección de instalaciones industriales y sistemas de transmisión o distribución de energía eléctrica.
6. Seleccionar sistemas de protección para instalaciones industriales y sistemas de transmisión o distribución de energía eléctrica.
7. Operar y mantener sistemas de protección para instalaciones industriales y sistemas de transmisión o distribución de energía eléctrica.
8. Realizar pruebas de funcionamiento para aceptar el recibo y la puesta en marcha de sistemas eléctricos de protección.
9. Aplicar la normatividad vigente en la selección, el montaje y la operación de sistemas eléctricos de protección.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 15

Identificar, analizar, seleccionar, construir, operar y mantener sistemas eléctricos y electrónicos de protección para instalaciones industriales y sistemas de transmisión y distribución de energía eléctrica.

ÁREA TEMÁTICA 16: Sistemas de potencia eléctrica.**CONOCIMIENTOS (Saber)**

Sistemas de potencia. Elementos, planeamiento y operación de sistemas de potencia. Valores por unidad, cambio de base, potencia compleja en circuitos trifásicos equilibrados, ecuaciones nodales. Parámetros de las líneas de transmisión: resistencia, inductancia, capacitancia. Modelos de líneas, transformadores y máquinas sincrónicas. Representación matricial Y_{bus} y Z_{bus} . Flujos de potencia, operación óptima, funcionamiento económico, despacho económico clásico. Sistemas transitorios. Máquina sincrónica en el sistema de potencia. El corto circuito trifásico. Fallas simétricas, componentes simétricas, fallas asimétricas. Estabilidad en regímenes estacionario y transitorio.

ACCIONES (Hacer)

1. Analizar sistemas de potencia eléctrica en estado estacionario, utilizando diferentes modelos y metodologías.
2. Modelar elementos aislados y redes de sistemas de potencia en estado estacionario.
3. Tener en cuenta los componentes simétricos en la representación de sistemas eléctricos de potencia.
4. Determinar las características de operación de cada elemento de un sistema de potencia en regímenes estacionarios.
5. Establecer la estrategia operativa de un sistema de transmisión de potencia con base en el estudio de su funcionamiento en estado estacionario.

6. Realizar estudios de flujo de carga y de despacho económico y aplicar sus resultados en el análisis de situaciones de planeación, diseño y operación de sistemas de potencia.
7. Analizar el funcionamiento en corto circuito de un sistema trifásico de potencia.
8. Planear, diseñar y construir sistemas eléctricos de potencia en estado estacionario.
9. Operar y mantener sistemas eléctricos de potencia.
10. Utilizar herramientas computacionales para analizar el comportamiento de sistemas de potencia eléctrica.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 16

Modelar, analizar, planear, diseñar, construir, operar y administrar sistemas de potencia eléctrica en régimen estacionario.

ÁREAS TEMÁTICAS ESPECÍFICAS DE LA INGENIERÍA ELÉCTRICA Y COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DEL INGENIERO ELECTRICISTA

No.	ÁREAS TEMÁTICAS	COMPETENCIAS ESPECÍFICAS
1	Comunicación gráfica	Elaborar e interpretar planos de objetos sólidos.
2	Materiales de ingeniería	Seleccionar el material más adecuado para una determinada aplicación de ingeniería eléctrica.
3	Circuitos eléctricos	Analizar, modelar, solucionar, calcular y diseñar circuitos eléctricos de corriente directa y de corriente alterna.
4	Campos electromagnéticos	Determinar las distribuciones de campos electromagnéticos en elementos eléctricos y calcular las diferentes variables asociadas a ellos.
5	Electrónica	Modelar, analizar, diseñar, construir, programar y evaluar circuitos electrónicos analógicos, digitales y de potencia.
6	Máquinas eléctricas	Calcular, seleccionar, operar, evaluar y mantener las máquinas eléctricas utilizadas en sistemas de potencia y en instalaciones industriales.
7	Mediciones eléctricas y electrónicas	Seleccionar, diseñar, operar y mantener instrumentos de medición de variables eléctricas y electrónicas.

8	Señales y sistemas	Modelar y analizar el comportamiento de sistemas dinámicos.
9	Control automático	Analizar, modelar, seleccionar, evaluar, diseñar e implementar componentes y sistemas básicos de control automático.
10	Generación termoeléctrica	Identificar y analizar los principales componentes y procesos de una central termoeléctrica.
11	Generación hidroeléctrica	Identificar y analizar los equipos y procesos de una central hidroeléctrica y elaborar estudios preliminares sobre el dimensionamiento y la selección de los equipos principales.
12	Transmisión y distribución de energía	Dibujar, calcular, diseñar, montar, mantener, operar, supervisar y controlar líneas de transmisión y de distribución de energía.
13	Instalaciones eléctricas	Planear, calcular, diseñar, construir, operar, evaluar y mantener instalaciones eléctricas de fuerza y de iluminación.
14	Subestaciones eléctricas	Calcular, diseñar, construir, operar y mantener subestaciones eléctricas.
15	Protecciones eléctricas y electrónicas	Identificar, analizar, seleccionar, construir, operar y mantener sistemas eléctricos y electrónicos de protección para instalaciones industriales y sistemas de transmisión y distribución de energía eléctrica.
16	Sistemas de potencia eléctrica	Modelar, analizar, planear, diseñar, construir, operar y administrar sistemas de potencia eléctrica en régimen estacionario.

AGRUPACIÓN DE LAS COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DEL INGENIERO ELECTRICISTA EN FUNCIONES

FUNCIÓN 1
Calcular, seleccionar, operar, evaluar, montar y mantener las máquinas eléctricas utilizadas en sistemas de potencia y en instalaciones industriales.
COMPETENCIAS ESPECÍFICAS
6. Calcular, seleccionar, operar, evaluar, montar y mantener las máquinas eléctricas utilizadas en sistemas de potencia y en instalaciones industriales.

FUNCIÓN 2
Analizar, modelar, seleccionar, diseñar, operar y mantener instrumentos de medición de variables eléctricas y electrónicas y componentes y sistemas básicos de control automático para procesos industriales.
COMPETENCIAS ESPECÍFICAS
7. Seleccionar, diseñar, operar y mantener instrumentos de medición de variables eléctricas y electrónicas.
8. Modelar y analizar el comportamiento de sistemas dinámicos.
9. Analizar, modelar, seleccionar, evaluar, diseñar e implementar componentes y sistemas básicos de control automático.

FUNCIÓN 3

Modelar, analizar, planear, diseñar, construir, operar y administrar sistemas de potencia eléctrica y sus componentes de generación, transmisión, distribución, protección y subestaciones, en régimen estacionario.

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

10. Identificar y analizar los principales componentes y procesos de una central termoeléctrica.
11. Identificar y analizar los equipos y procesos de una central hidroeléctrica y elaborar estudios preliminares sobre el dimensionamiento y la selección de los equipos principales.
12. Dibujar, calcular, diseñar, montar, mantener, operar, supervisar y controlar líneas de transmisión y de distribución de energía.
14. Calcular, diseñar, construir, operar y mantener subestaciones eléctricas.
15. Identificar, analizar, seleccionar, construir, operar y mantener sistemas eléctricos de protección para instalaciones industriales y sistemas de transmisión o distribución de energía eléctrica.
16. Modelar, analizar, planear, diseñar, construir, operar y administrar sistemas de potencia eléctrica en régimen estacionario.

FUNCIÓN 4

Planear, calcular, diseñar, construir, operar, evaluar y mantener instalaciones eléctricas de fuerza y de iluminación.

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

13. Planear, calcular, diseñar, construir, operar, evaluar y mantener instalaciones eléctricas de fuerza y de iluminación.

PROGRAMAS ACADÉMICOS CONSULTADOS

INSTITUCIÓN	CIUDAD
1. Corporación Universitaria Tecnológica de Bolívar	Cartagena
2. Escuela Colombiana de Ingeniería “Julio Garavito”	Bogotá
3. Universidad de Antioquia	Medellín
4. Universidad de La Salle	Bogotá
5. Universidad de Pamplona	Cúcuta
6. Universidad del Norte	Barranquilla
7. Universidad Nacional de Colombia	Bogotá
8. Universidad Pontificia Bolivariana	Medellín
9. Universidad Tecnológica de Pereira	Pereira

CAPÍTULO 7

FORMACIÓN ESPECÍFICA DE LOS INGENIEROS ELECTROMECAÓNICOS

ÁREAS TEMÁTICAS ESPECÍFICAS DE LA INGENIERÍA ELECTROMECAÓNICA

1. Comunicación gráfica
2. Mecánica
3. Resistencia de materiales
4. Cálculo y diseño de elementos de máquinas
5. Procesos de manufactura
6. Materiales de ingeniería
7. Mantenimiento industrial
8. Máquinas y procesos térmicos
9. Máquinas y redes hidráulicas
10. Circuitos eléctricos
11. Máquinas eléctricas
12. Instalaciones eléctricas
13. Electrónica
14. Mediciones industriales
15. Control automático

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DEL INGENIERO ELECTROMECAÑICO

ÁREA TEMÁTICA 1: Comunicación gráfica.

CONOCIMIENTOS (Saber)

Dibujo básico. Instrumentos y accesorios utilizados en el dibujo. Bocetos de ingeniería. Sistemas de proyección. Formatos, rótulos y plegado de planos. Construcciones geométricas. Proyección ortogonal. Perspectivas. Representación isométrica. Escalas. Dimensionamiento y acotado. Cortes y secciones. Ajustes y tolerancias. Convenciones y símbolos. Acabado superficial. Normas de dibujo nacionales e internacionales.

Dibujo de elementos de máquinas. Engranajes, poleas y correas, cadenas, árboles y ejes, chavetas, pasadores, bridas, cojinetes, rodamientos, formas y perfiles, estructuras. Ensamblajes. Uniones fijas atornilladas, remachadas y soldadas. Redes sanitarias, hidráulicas, neumáticas y eléctricas. Planos de montaje y de detalle.

Geometría descriptiva. Proyecciones principales y auxiliares, proyección de puntos, líneas y planos, proyecciones sobre un plano. Superficies planas. Determinación de puntos, líneas y planos en el espacio. Longitudes verdaderas de líneas, dirección, pendiente, proyección como punto. Planos en el espacio, formas verdaderas, orientación, pendiente, proyección como línea. Relaciones entre líneas. Intersección de líneas y planos, intersección de planos, intersección de poliedros. Rotación de objetos en el espacio, cuerpos de revolución. Intersección de superficies, desarrollo de superficies.

Dibujo con computador. Programas computacionales para el dibujo de ingeniería, comandos, simulaciones, entornos, aplicación de normas, elementos y conjuntos, aplicaciones en dos y tres dimensiones.

ACCIONES (Hacer)

1. Elaborar e interpretar bocetos a mano alzada de elementos de máquinas.
2. Utilizar los instrumentos y los accesorios de dibujo manual, de acuerdo con sus características y condiciones.

3. Utilizar el trazado geométrico como base para la representación gráfica de elementos mecánicos.
4. Imaginar objetos sólidos, vistos desde distintas posiciones.
5. Construir e interpretar las proyecciones principales y auxiliares de un sólido.
6. Hacer la representación isométrica de un objeto con base en sus vistas.
7. Aplicar las escalas para hacer la representación gráfica de elementos muy grandes o muy pequeños.
8. Elaborar e interpretar planos de elementos y conjuntos mecánicos.
9. Elaborar e interpretar planos de detalle, de montaje, de despiece y de fabricación.
10. Elaborar e interpretar planos de redes sanitarias, hidráulicas, neumáticas y eléctricas.
11. Aplicar las normas técnicas, nacionales e internacionales que rigen el dibujo de máquinas.
12. Verificar la funcionalidad de sistemas mecánicos a partir de la revisión de sus planos.
13. Dibujar elementos y conjuntos de máquinas con el apoyo de herramientas computacionales, en dos y en tres dimensiones.
14. Utilizar la información suministrada en tablas y catálogos de elementos normalizados para el dibujo de conjuntos mecánicos.
15. Desarrollar las superficies de sólidos, de acuerdo con las necesidades de fabricación.
16. Determinar las intersecciones entre sólidos para planificar los procesos de fabricación respectivos.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 1

Elaborar e interpretar planos de elementos y conjuntos mecánicos.¹

ÁREA TEMÁTICA 2: Mecánica.**CONOCIMIENTOS (Saber)**

Estática. Escalares y vectores. Cosenos directores, vector unitario, operaciones con vectores. Unidades. Fuerzas, tipos. Equilibrio de la partícula. Fuerzas sobre un cuerpo rígido. Sistemas bidimensionales y tridimensionales. Sistema equivalente de fuerzas. Sistemas de fuerzas y momentos. Vectores de fuerzas y de momentos. Equilibrio del cuerpo rígido. Reacciones en los apoyos de un cuerpo rígido. Cargas distribuidas. Cuerpos estáticamente indeterminados. Rozamiento, características, aplicaciones. Centros de gravedad, centroides, centros de masa y momentos de inercia. Análisis de fuerzas en estructuras, vigas y cables.

Dinámica. Sistemas de coordenadas. Movimiento lineal, angular y curvilíneo. Cinemática de la partícula, movimiento rectilíneo uniforme, movimiento rectilíneo uniformemente acelerado. Cinemática del cuerpo rígido; posición, velocidad y aceleración; velocidad y aceleración relativas, centro instantáneo de rotación, aceleración de Coriolis. Cinética de la partícula, segunda ley de Newton, equilibrio dinámico, momento lineal y momento angular. Cinética del cuerpo rígido. Fuerza, masa y aceleración. Leyes del movimiento. Principio de trabajo y energía. Conservación de la energía. Principio de impulso y cantidad de movimiento, leyes de Euler. Impacto.

Mecanismos. Clasificación de los mecanismos. Cadenas cinemáticas. Métodos gráficos y analíticos para el análisis de desplazamientos, velocidades y aceleraciones de cadenas cinemáticas. Balanceos estático y dinámico. Engranajes. Uniones móviles y fijas. Rodadura y deslizamiento. Rozamiento. Grados de libertad.

¹ Esta competencia contribuye al desempeño idóneo de varias funciones.

ACCIONES (Hacer)

1. Analizar el estado de carga de cualquier sistema en equilibrio estático.
2. Utilizar los diagramas de cuerpo libre para identificar las fuerzas que actúan sobre los elementos de un sistema mecánico en equilibrio estático.
3. Simplificar las situaciones de equilibrio estático, sustituyendo los sistemas de fuerzas reales por sistemas equivalentes más simples.
4. Definir las condiciones de indeterminación de un sistema estático.
5. Aplicar el concepto de rozamiento en el análisis de sistemas mecánicos sometidos a condiciones estáticas o dinámicas.
6. Determinar los parámetros de posición, velocidad y aceleración en puntos y eslabones de cadenas cinemáticas.
7. Calcular las fuerzas generadas sobre cada uno de los elementos que componen un mecanismo a partir de su análisis de carga.
8. Seleccionar y dimensionar mecanismos articulados típicos.
9. Seleccionar y dimensionar el mecanismo óptimo, de acuerdo con la función que debe desempeñar.
10. Determinar la forma como se transmiten las fuerzas entre las piezas de una máquina.
11. Calcular, analizar y evaluar el estado de equilibrio estático o dinámico de elementos en rotación.
12. Predecir el comportamiento de sistemas mecánicos en relación con la posición, la velocidad, la aceleración y las fuerzas ejercidas en diferentes puntos de elementos rígidos.
13. Determinar la configuración básica de una máquina o un sistema mecánico.
14. Calcular y optimizar mecanismos de acuerdo con las necesidades de trayectoria, desplazamiento, velocidad, fuerza y resistencia de sus componentes, en dos y en tres dimensiones.
15. Adaptar mecanismos existentes a nuevas necesidades.

16. Utilizar procedimientos matemáticos, gráficos y computacionales para analizar y predecir el comportamiento cinemático y cinético de elementos de máquinas.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 2

Hacer el análisis funcional de elementos y sistemas mecánicos.

ÁREA TEMÁTICA 3: Resistencia de materiales.

CONOCIMIENTOS (Saber)

Clasificación de las cargas. Capacidad de los cuerpos para soportar cargas. Deformación de los cuerpos como resultado de las cargas. Equilibrio de un cuerpo deformable. Unidades. Tracción, compresión, torsión y flexión. Deflexión, pandeo. Cargas transversales. Cargas y esfuerzos combinados.

Esfuerzos y deformaciones. Concepto de esfuerzo, esfuerzo normal, esfuerzo cortante, esfuerzo cortante transversal, esfuerzo admisible, esfuerzo de trabajo. Factor de seguridad. Transformación del esfuerzo. Concentración de esfuerzos. Deformación y desplazamiento. Ley de Hooke, relación de Poisson. Deformaciones unitarias por esfuerzo normal y por esfuerzo cortante. Estado plano de deformaciones. Ecuaciones de compatibilidad. Deformaciones elástica y plástica. Deformación por cambios de temperatura. Transformación de la deformación unitaria.

ACCIONES (Hacer)

1. Analizar el estado general de esfuerzos en cualquier punto de un elemento o una estructura.
2. Determinar el estado de deformaciones de elementos mecánicos sometidos a carga.

3. Determinar gráficamente el estado de esfuerzos, desplazamientos y deformaciones en cualquier punto de un elemento mecánico.
4. Verificar la seguridad de los componentes de un sistema mecánico, teniendo en cuenta los materiales utilizados, las formas y las dimensiones.
5. Evaluar la resistencia, la rigidez y la estabilidad de un sistema mecánico sometido a condiciones de carga.
6. Dimensionar elementos de máquinas sometidos a tracción, torsión, flexión o cargas combinadas.
7. Determinar los materiales, las formas y las dimensiones de piezas sometidas a diversos tipos de carga.
8. Establecer los criterios básicos de diseño para sistemas sometidos a cambios de temperatura.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 3

Identificar y calcular las deformaciones y los esfuerzos internos que se producen en elementos mecánicos sometidos a condiciones de carga.

ÁREA TEMÁTICA 4: Cálculo y diseño de elementos de máquinas.

CONOCIMIENTOS (Saber)

Falla. Fallas debidas a cargas estáticas y dinámicas, criterios de falla para materiales dúctiles y frágiles, esfuerzo admisible, factor de seguridad. Fatiga, esfuerzos cíclicos, resistencia a la fatiga, regímenes de fatiga, factores que afectan el límite a la fatiga, aplicaciones en elementos de máquinas. Vibraciones, vibraciones libres y forzadas, vibraciones amortiguadas, vibraciones torsionales, amplificación y resonancia, prevención de las vibraciones.

Contacto. Esfuerzos de contacto, aplicaciones. Rozamiento, tipos de rozamiento. Lubricación, tipos de lubricación, lubricantes, viscosidad, propiedades de los lubricantes, desgaste, tipos de desgaste.

Cálculo de elementos. Análisis estructural. Cálculo de elementos de máquinas de aplicación general; tornillos de potencia, uniones atornilladas, remachadas y soldadas; resortes, cojinetes de rodamiento y de deslizamiento; engranajes cilíndricos, helicoidales, cónicos y tornillo sinfín; ejes, árboles, chavetas y pasadores; transmisiones por correas, cadenas, ruedas dentadas y cables; acoplamientos, frenos, embragues y volantes. Vigas, columnas, recipientes cilíndricos y esféricos sometidos a presión. Ajustes y tolerancias, ajustes por contracción, ajustes a presión, tolerancias geométricas, rugosidad. Normas técnicas, manuales, catálogos, información comercial.

Metodología de diseño. Significado de diseño. El diseño en ingeniería. Etapas del diseño. Documentación y generación de ideas. Evaluación de alternativas y toma de decisiones. Factores del diseño. Códigos y normas. Factores económicos. Seguridad y confiabilidad.

ACCIONES (Hacer)

1. Calcular y dimensionar elementos de sujeción de máquinas.
2. Calcular y dimensionar componentes para absorción de energía.
3. Calcular y dimensionar componentes para la transmisión de potencia en máquinas.
4. Calcular y dimensionar vigas y columnas.
5. Calcular y dimensionar recipientes cilíndricos o esféricos sometidos a presión.
6. Seleccionar elementos de máquinas normalizados.
7. Aplicar criterios de falla en el cálculo de elementos de máquinas.
8. Aplicar criterios de resistencia a la fatiga en el cálculo de elementos de máquinas sometidos a esfuerzos fluctuantes.
9. Determinar factores de seguridad en el cálculo y la selección de elementos de máquinas.
10. Evaluar y prevenir la posibilidad de vibraciones mecánicas en elementos de máquinas.

11. Tener en cuenta el efecto del rozamiento en el cálculo de elementos de máquinas.
12. Decidir respecto a la mejor alternativa de diseño de un elemento mecánico.
13. Aplicar los criterios de seguridad y confiabilidad a los elementos de una máquina o sistema durante el proceso de diseño.
14. Tener en cuenta el factor económico en el proceso de diseño de elementos de máquinas.
15. Utilizar las normas técnicas en el diseño de elementos de máquinas.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 4

Seleccionar, calcular, dimensionar y diseñar elementos de máquinas de aplicación general.

ÁREA TEMÁTICA 5: Procesos de manufactura.

CONOCIMIENTOS (Saber)

Fundición de metales. Moldeo en arena. Arenas de moldeo, propiedades. Modelos, moldes y machos. Otros procesos de moldeo. Fusión, colada, solidificación, desmolde, limpieza y acabado, defectos. Hornos de cubilote, hornos de crisol, hornos eléctricos.

Soldadura. Arco eléctrico, resistencia, fusión, soldadura en estado sólido, procesos TIG, MIG, MAG, arco sumergido, oxígeno y gas combustible, corte térmico, plasma. Consideraciones de diseño, calidad, estructura de la unión, máquinas de soldar, defectos de la soldadura, esfuerzos residuales, cálculos, normas.

Procesos de deformación plástica de metales. Trabajo en frío y en caliente. Clasificación de procesos: forjado, trefilado, troquelado, estampado, laminado, extrusión. Características de cada proceso, selección, variables de trabajo, equipos, usos, defectos, limitaciones.

Otros procesos: Pulvimetalurgia, características de los polvos metálicos, producción, prensado y sinterizado.

Máquinas herramientas. Posibilidad de fabricación con máquinas herramientas. Geometría de las herramientas de corte, materiales para herramientas, efecto de la temperatura, condiciones de corte, energía y potencia en el corte; operaciones, accesorios, formación de la viruta, refrigerantes. Torneado, fresado, taladrado, limado, rectificado, electroerosionado. Máquinas herramientas semiautomáticas y automáticas.

Funciones de apoyo a la producción. Ingeniería de producción, planeación y control, medición e inspección, control de calidad. Automatización de procesos de producción. Criterios económico y técnico de producción.

ACCIONES (Hacer)

1. Determinar el proceso más adecuado para la producción industrial de una pieza a partir de sus condiciones de diseño.
2. Determinar el procedimiento que se debe seguir, la materia prima que se debe utilizar y el equipo requerido para producir piezas metálicas por fundición y moldeo, en condiciones técnicas y económicas favorables.
3. Seleccionar el sistema, los equipos y los elementos necesarios, así como las condiciones de operación, para realizar uniones soldadas, de acuerdo con los requerimientos de diseño.
4. Seleccionar y controlar los procesos de deformación plástica más adecuados para la fabricación en serie de piezas metálicas con determinadas características de resistencia mecánica y de forma.
5. Especificar las máquinas herramientas, los equipos y los accesorios que se deben emplear y las condiciones con que se deben operar para la producción de elementos metálicos.
6. Identificar, prevenir y corregir los defectos de las piezas producidas mediante los diferentes procesos de manufactura.

7. Implementar procesos para controlar la calidad de piezas fabricadas con diferentes procedimientos.
8. Mantener la maquinaria y los equipos utilizados en los diversos procesos de producción de piezas a nivel industrial.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 5

Seleccionar, implementar y controlar los procesos de fabricación industrial de piezas o elementos.

ÁREA TEMÁTICA 6: Materiales de ingeniería.

CONOCIMIENTOS (Saber)

Química. Estructura de la materia, materia y energía; clases, estados y propiedades de la materia. Naturaleza eléctrica de la materia, modelo atómico, teorías cuántica y ondulatoria. Enlace químico, tabla periódica, propiedades periódicas, tipos de enlaces. Cálculos químicos, ecuaciones y estequiometría. Sólidos, líquidos y gases, propiedades generales, ecuaciones, cambios de fase. Soluciones, tipos, propiedades, ácidos y sales. Electroquímica y corrosión.

Aspectos generales de los materiales. Clasificación, tipos de materiales utilizados en ingeniería. Estructuras cristalinas y no cristalinas, imperfecciones cristalinas, difusión. Soluciones sólidas, solubilidad, clasificación de las soluciones sólidas, diagramas de fase, transformaciones de fase. Elección de materiales. Propiedades eléctricas, magnéticas, ópticas, térmicas y mecánicas de los materiales, unidades.

Metales. Fases sólidas, tipos de solubilidad, diagramas de fase, microestructura, composición y propiedades. El hierro, aleaciones del hierro, diagrama Fe-C, elementos aleantes, aceros, tipos de aceros, fundiciones, tipos de fundiciones, propiedades. Metales no ferrosos y sus aleaciones: cobre, aluminio y titanio. Tratamientos térmicos de los metales, tratamientos térmicos simples, tratamientos

térmicos superficiales. Oxidación y reducción. Electroquímica y corrosión, tipos de corrosión, protección contra la corrosión.

Otros materiales. Cerámicos, arcillas, refractarios, vidrios inorgánicos y nuevos materiales. Polímeros, clasificación, reacciones de polimerización, polímeros termoplásticos, termoestables y elastómeros, comportamiento. Materiales compuestos, refuerzos de fibras y de partículas, compuestos laminares. Hormigón y madera. Materiales utilizados en electricidad y en electrónica.

Propiedades mecánicas y ensayos de materiales. Ensayos de propiedades mecánicas: tracción, compresión, flexión, torsión, dureza, fatiga, impacto y energía, embutición. Comportamiento esfuerzo-deformación unitaria. Energía de deformación. Elasticidad, resistencia, plasticidad, tenacidad, elongación, rigidez, estabilidad. Ensayos no destructivos: líquidos penetrantes, partículas magnéticas, rayos x, ultrasonido. Normas nacionales e internacionales para la realización de ensayos.

ACCIONES (Hacer)

1. Plantear alternativas para la selección de materiales en aplicaciones de ingeniería.
2. Clasificar y comparar los materiales utilizados en ingeniería teniendo en cuenta su estructura atómica.
3. Seleccionar el tipo de material para un uso particular en ingeniería con base en el análisis de los enlaces atómicos.
4. Prever las fallas o las dificultades que pueden presentarse al emplear determinados materiales en la fabricación de un elemento.
5. Identificar la estructura interna de los aceros y de las fundiciones.
6. Seleccionar y especificar un acero con base en las normas internacionales.
7. Proponer la realización de un determinado tratamiento térmico en un elemento metálico, a partir de las exigencias requeridas.
8. Seleccionar aleaciones ferrosas y no ferrosas con base en las características generales de estas y en sus aplicaciones típicas.
9. Prever la presencia de efectos corrosivos en elementos metálicos y tomar las precauciones necesarias.

10. Identificar y seleccionar los materiales poliméricos, cerámicos y compuestos más adecuados para una solicitud específica.
11. Determinar experimentalmente las propiedades mecánicas de los materiales, de acuerdo con las normas existentes para tal fin.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 6

Seleccionar el material más adecuado para una determinada aplicación de ingeniería electromecánica.

ÁREA TEMÁTICA 7: Mantenimiento industrial.

CONOCIMIENTOS (Saber)

Administración del mantenimiento. El mantenimiento dentro de la estructura de la empresa, relaciones del mantenimiento con el entorno; recurso humano, funciones y actividades. Modos de gestión, enfoques sistémico y analítico, inspección. Mantenimientos correctivo, preventivo, predictivo, productivo total y centrado en la confiabilidad. Indicadores de gestión, concepto y función de los indicadores. Análisis de prioridades, confiabilidad, disponibilidad, mantenibilidad, volumen de mantenimiento, ciclo de vida, otros indicadores. Sistemas de información manual y automatizado, elementos, gestión de repuestos. Planeación y control, métodos, instrumentos, orden de trabajo, realimentación.

Aspectos operativos. Mantenimiento de máquinas y sistemas mecánicos, sistemas térmicos e hidráulicos, sistemas eléctricos, sistemas de manejo de materiales, sistemas de medición y de control, sistemas de protección, sistemas de seguridad. Análisis de fallas, fatiga, termofluencia, corrosión. La lubricación aplicada al mantenimiento: lubricantes, procedimientos de lubricación. Las vibraciones en el mantenimiento: medición, análisis y corrección. Instrumentación para inspección de equipos. Técnicas de inspección y de análisis.

ACCIONES (Hacer)

1. Organizar y administrar la dependencia de mantenimiento de una planta industrial.
2. Elaborar y desarrollar programas de mantenimiento, seleccionando los modos de gesti3n m1s adecuados a las necesidades espec1ficas de los equipos.
3. Seleccionar y aplicar los indicadores de gesti3n de mantenimiento m1s apropiados a las caracter1sticas de una empresa.
4. Seleccionar y utilizar los sistemas de informaci3n de mantenimiento adecuados a las condiciones particulares de una empresa.
5. Planear y controlar las actividades de mantenimiento de una planta industrial.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 7

Organizar, administrar, planear y controlar las actividades de mantenimiento en plantas industriales.

ÁREA TEMÁTICA 8: Máquinas y procesos térmicos.

CONOCIMIENTOS (Saber)

Termodinámica. Formas de energía. Propiedades termodinámicas, presión, volumen, temperatura, unidades. Sistema y volumen de control. Sustancia de trabajo. Ley cero. Propiedades de una sustancia pura. Trabajo y calor, conservación de masa y de energía, primera ley, entalpía, capacidad calorífica. Segunda ley, reversibilidad e irreversibilidad, entropía, equilibrio, rendimiento, disponibilidad. Gráficos termodinámicos. Gases reales e ideales, mezclas de gases. Ciclos de potencia de gases, ciclos de potencia de vapor, ciclos de refrigeración.

Transferencia de calor. Concepto, unidades. Conducción en estado estable, ley de Fourier, conductividad térmica, gradiente de temperatura, conducción en estado transitorio. Convección, ley de Newton, coeficiente de película, convección libre y forzada, números adimensionales. Radiación, ley de Boltzman, cuerpos negros y grises; absorción, reflexión y transmisión. Mecanismos combinados de transferencia de calor.

Máquinas y sistemas térmicos. Quemadores, calderas, turbinas de gas y de vapor, toberas, condensadores, equipos de aprovechamiento de vapor, equipos de refrigeración y de aire acondicionado, motores de combustión interna, compresores. Intercambiadores de calor. Plantas térmicas, componentes, balance térmico.

ACCIONES (Hacer)

1. Identificar y analizar los diferentes procesos térmicos de una planta industrial.
2. Juzgar si un proceso térmico propuesto es posible o imposible de realizar.
3. Calcular la eficiencia de una máquina o un sistema térmico.
4. Establecer las causas de la baja eficiencia de una máquina o sistema térmico y proponer soluciones para mejorarla.
5. Realizar el balance térmico de máquinas y sistemas térmicos y de sus componentes.
6. Evaluar el funcionamiento y mantener máquinas y equipos térmicos.
7. Seleccionar equipos y materiales para diferentes aplicaciones relacionadas con la transferencia de calor.
8. Analizar y calcular situaciones de pérdidas de calor en sistemas térmicos y tomar las medidas necesarias para minimizarlas.
9. Analizar y corregir problemas de combustión.
10. Minimizar el efecto contaminante de procesos de combustión.
11. Operar instalaciones, máquinas y equipos térmicos.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 8

Evaluar, operar y mantener instalaciones,
máquinas y equipos térmicos.

ÁREA TEMÁTICA 9: Máquinas y redes hidráulicas.**CONOCIMIENTOS (Saber)**

Mecánica de fluidos. Propiedades de los fluidos. Estática de los fluidos, ecuación básica, fuerzas hidrostáticas, flotación y empuje, manometría. Análisis del flujo, líneas de corriente y campos de flujo, velocidad y aceleración, movimientos de partícula y de cuerpo rígido. Flujo ideal e incompresible, ecuaciones de Euler y de Bernoulli, flujometría. Sistema y volumen de control, teorema de Reynolds. Conservación de masa, de cantidad de movimiento y de energía. Fluidos newtoniano y no newtoniano, ecuación de Navier Stokes, flujos laminar y turbulento, viscosidad, capa límite, arrastre.

Máquinas y redes hidráulicas. Flujo en ductos cerrados, análisis dimensional y similitud, turbulencia, rozamiento, cálculo de pérdidas. Flujos externos, capa límite y separación. Bombas centrífugas, rotativas y de desplazamiento positivo. Turbinas hidráulicas de acción, de reacción y de hélice, compresores rotativos y de desplazamiento positivo.

ACCIONES (Hacer)

1. Calcular las fuerzas y las presiones que actúan sobre superficies sumergidas en un fluido en estado de equilibrio.
2. Analizar el flujo de líquidos en canales abiertos y cerrados.
3. Analizar y evaluar los fenómenos asociados al flujo de fluidos sobre cuerpos sumergidos.
4. Calcular las pérdidas de energía producidas por el flujo de fluidos a lo largo de tuberías y accesorios.

5. Elaborar e interpretar planos de sistemas hidráulicos.
6. Analizar y evaluar sistemas hidráulicos para comprobar su funcionamiento y sus características de utilización.
7. Identificar, evaluar y operar procesos en donde esté involucrada la transferencia de fluidos compresibles.
8. Operar y mantener redes y equipos de sistemas hidráulicos.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 9

Evaluar, operar y mantener máquinas y redes hidráulicas.

ÁREA TEMÁTICA 10: Circuitos eléctricos.

CONOCIMIENTOS (Saber)

Circuitos eléctricos de corriente directa. Elementos activos y pasivos, conceptos básicos, unidades. Ley de Ohm. Fuentes dependientes e independientes. Circuitos en serie y en paralelo. Leyes de Kirchoff. Métodos para el análisis de circuitos con resistencias lineales y no lineales. Elementos almacenadores de energía: inductancia y capacitancia; modelos matemáticos, conexiones en serie y en paralelo. Circuitos RC, RL y RLC. Respuesta estacionaria y transitoria de los circuitos; respuestas natural, forzada y completa. Herramientas de simulación para circuitos eléctricos.

Circuitos eléctricos de corriente alterna. Ondas, parámetros. Naturaleza de la CA, números complejos, fuentes senoidales y fasores. Leyes de Kirchoff. Impedancia, admitancia, conductancia, susceptancia, relaciones fasoriales en R, L y C, diagramas fasoriales. Métodos para el análisis de circuitos de CA en estados estable y transitorio. Potencia en la CA; potencia instantánea y potencia promedio; potencias activa, reactiva, aparente y compleja; factor de potencia,

máxima transferencia de potencia. Sistemas polifásicos equilibrados y desequilibrados.

ACCIONES (Hacer)

1. Identificar y clasificar los elementos presentes en circuitos eléctricos de CD y CA.
2. Diferenciar y analizar las características y el desempeño de los distintos tipos de fuentes en los circuitos eléctricos.
3. Analizar en el dominio del tiempo los circuitos eléctricos que almacenan energía.
4. Formular modelos matemáticos de los diferentes dispositivos eléctricos de un circuito de CD o CA.
5. Simplificar los circuitos eléctricos como medio para su análisis.
6. Analizar circuitos eléctricos con amplificadores operacionales.
7. Calcular las diferentes clases de potencia presentes en un circuito de CA y corregir el factor de potencia.
8. Analizar y solucionar matemáticamente circuitos eléctricos de CD y CA, utilizando diferentes métodos.
9. Analizar y solucionar circuitos eléctricos lineales en estado estacionario y en estado transitorio.
10. Analizar circuitos de CA en el dominio del tiempo y en el dominio de la frecuencia.
11. Simular e implementar filtros pasivos y activos.
12. Analizar y solucionar matemáticamente circuitos bifásicos y trifásicos.
13. Elaborar e interpretar planos de circuitos eléctricos monofásicos, bifásicos y trifásicos.
14. Diseñar circuitos eléctricos de CD y CA y analizar su comportamiento físico y matemático.

15. Utilizar herramientas computacionales para la simulación y el análisis de circuitos eléctricos.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 10

Analizar, modelar, solucionar, calcular y diseñar circuitos eléctricos de corriente directa y de corriente alterna.²



ÁREA TEMÁTICA 11: Máquinas eléctricas.

CONOCIMIENTOS (Saber)

Conversión electromagnética. Magnetismo y electromagnetismo. Flujo magnético, densidad e intensidad de flujo. Campo magnético, inducción magnética, fuerza sobre un conductor, fuerza electromotriz inducida, ley de Faraday, par. Materiales, simbología, pérdidas, calentamiento. Fundamentos electromecánicos; principios transformador, motor y generador. Clasificación de las máquinas eléctricas. Balance energético.

Transformadores. Principio de funcionamiento, partes constitutivas, accesorios. Transformadores monofásicos. Condiciones de operación en vacío y con carga, circuitos equivalentes. Transformadores ideal y real. Transformadores de varios circuitos, transformador trifásico, conexiones internas, autotransformadores, transformadores especiales. Sistema por unidad. Pérdidas, eficiencia y regulación de tensión. Ensayos de vacío y de cortocircuito, protecciones, diagnóstico y mantenimiento, normas.

Máquinas de corriente directa. Principio de funcionamiento, fuerza magnetomotriz, tipos de bobinados, tipos de máquinas, acción de conmutación, reacción de la armadura. Generador excitado en forma independiente, características. Motores en derivación, serie y compuesto, características. Arranque, protecciones.

² Esta competencia contribuye al desempeño idóneo de varias funciones.

Máquinas sincrónicas. Estator y rotor. Fuerza electromotriz generada en CA. Inductancia, circuitos equivalentes. Generador, reacción del inducido, características de funcionamiento, reactancia de eje directo y cuadratura, regulación del voltaje, generadores en paralelo, marcha sincrónica, generación de potencia activa y reactiva. Motor, subexcitación y sobreexcitación, zona de carga, ángulo de torque, potencias del motor, factor de potencia. Condensador sincrónico, curvas en V, características de funcionamiento, régimen transitorio, eficiencia, aplicaciones. Arranque del motor, protecciones, corrección del factor de potencia.

Máquinas de inducción. Estator y campo giratorio. Principio de funcionamiento. Motor trifásico, marcha en vacío y con carga, parámetros, circuitos equivalentes, corriente del rotor y del estator, corriente, potencia, factor de potencia, eficiencia, par de arranque, par máximo, diagrama circular, protecciones, usos. Métodos de arranque, condiciones de marcha, protecciones. Motor monofásico, protecciones, usos.

ACCIONES (Hacer)

1. Calcular, seleccionar y operar transformadores monofásicos y trifásicos, convencionales o especiales.
2. Calcular, seleccionar y operar generadores de CD.
3. Calcular, seleccionar y operar motores de CD.
4. Calcular, seleccionar y operar generadores de CA.
5. Calcular, seleccionar y operar motores de CA.
6. Evaluar las características típicas de funcionamiento de los diferentes tipos de máquinas eléctricas polifásicas.
7. Establecer el reparto de la carga entre generadores sincrónicos acoplados en paralelo.
8. Mejorar el factor de potencia de un sistema mediante la utilización de motores sincrónicos.
9. Seleccionar la máquina eléctrica más adecuada para una función específica, con base en criterios técnicos.
10. Seleccionar y montar los elementos y accesorios necesarios para operar, proteger y controlar las máquinas eléctricas.

11. Hacer el montaje y el mantenimiento de máquinas eléctricas.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 11

Calcular, seleccionar, montar, operar, evaluar y mantener las máquinas eléctricas utilizadas en instalaciones industriales.

ÁREA TEMÁTICA 12: Instalaciones eléctricas.

CONOCIMIENTOS (Saber)

Instalaciones eléctricas. Normas nacionales e internacionales sobre instalaciones eléctricas. Catálogos y manuales. Conductores, aislamientos y canalizaciones. Subestación transformadora. Cálculo y análisis de cargas, máquinas, iluminación, control. Conducciones eléctricas. Compensación, medición, protección, maniobra y control. Equipamiento, cálculo, selección y disposición. Accesorios. Especificaciones técnicas. Tableros de control. Diagramas funcionales. Riesgo eléctrico. Corrección del factor de potencia. Sistemas de puesta a tierra y protecciones de descargas atmosféricas.

ACCIONES (Hacer)

1. Elaborar e interpretar planos de instalaciones eléctricas.
2. Diseñar instalaciones eléctricas de media y de baja tensión.
3. Utilizar manuales y catálogos de fabricantes para el cálculo y el diseño de instalaciones eléctricas.
4. Seleccionar los conductores, los aisladores, las canalizaciones y las protecciones para una instalación.
5. Calcular y seleccionar las fuentes de suministro de energía.

6. Calcular y seleccionar equipos como transformadores, motores y sistemas de alumbrado.
7. Identificar y seleccionar los equipos de medición eléctrica necesarios.
8. Diseñar e implementar sistemas para el uso racional de la energía.
9. Diseñar e implementar sistemas para corregir el factor de potencia en una planta industrial.
10. Calcular, seleccionar y montar sistemas de puesta a tierra y protecciones de descargas atmosféricas.
11. Aplicar los reglamentos y las normas existentes para la elaboración de diseños y proyectos de instalaciones eléctricas.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 12

Planear, calcular, diseñar, construir, operar, evaluar y mantener instalaciones eléctricas de media y de baja tensión.

ÁREA TEMÁTICA 13: Electrónica.

CONOCIMIENTOS (Saber)

Electrónica analógica. Física de los semiconductores, semiconductores tipos N y P. Diodo ideal y diodo semiconductor, diodos Zener y Led, diodos especiales, circuitos equivalentes, aplicaciones. Transistor de unión bipolar y transistores de efecto de campo, operaciones como amplificadores y como interruptores, polarización, modelamiento y análisis de la señal. Amplificadores de una etapa y multietapa. Amplificadores operacional, diferencial, derivador, integrador, realimentado, de potencia; características y aplicaciones. Respuesta de frecuencia de los amplificadores. Interfase analógica-digital. Osciladores, filtros activos y pasivos.

Electrónica digital. Fundamentos matemáticos, sistemas numéricos, código binario, otros códigos. Función lógica, compuertas lógicas, álgebra booleana, simbología. Circuitos lógicos básicos, circuitos lógicos combinatorios, dispositivos lógicos programables combinatorios. Lógica secuencial, cerrojos y flip-flops, circuitos aritméticos, contadores y registros, codificadores y decodificadores, multiplexores y demultiplexores, máquinas de estado. Análisis y diseño de circuitos secuenciales síncronos y asíncronos, características. Dispositivos lógicos programables secuenciales, arquitectura. Familias lógicas, compuertas básicas, entradas y salidas, características. Memorias, clasificación, aplicaciones.

Electrónica de potencia. Diodos y transistores de potencia, curvas características. Tiristores, curvas características, circuitos de disparo, conmutación forzada. Conexión y desconexión de semiconductores controlados. Otros dispositivos de cuatro capas. Conversión de CD/CA, convertidores. Circuitos rectificadores monofásicos y trifásicos. Controles de velocidad y de arranque de motores. Regulación del voltaje.

ACCIONES (Hacer)

1. Analizar y diseñar circuitos con diodos y con transistores bipolares de unión y de efecto de campo.
2. Analizar y diseñar fuentes primarias de circuitos electrónicos.
3. Analizar y diseñar osciladores armónicos.
4. Diseñar circuitos con amplificadores operacionales para determinadas solicitudes.
5. Calcular y diseñar filtros, teniendo en cuenta los requerimientos de los amplificadores operacionales.
6. Analizar, diseñar y evaluar subsistemas electrónicos para aplicaciones analógicas.
7. Programar circuitos lógicos combinatorios, circuitos secuenciales y máquinas de estado.
8. Diseñar y construir circuitos digitales con dispositivos lógicos comerciales y con dispositivos lógicos programables.
9. Construir e implementar contadores ascendentes y descendentes así como codificadores y decodificadores para distintos tipos de aplicaciones.

10. Especificar, diseñar y evaluar sistemas digitales.
11. Analizar y diseñar subsistemas electrónicos de integración analógica-digital.
12. Diseñar y evaluar configuraciones básicas de tiristores.
13. Analizar y diseñar subsistemas electrónicos de conmutación en potencia.
14. Analizar, diseñar, construir y evaluar circuitos de aplicación de electrónica de potencia.
15. Elaborar e interpretar planos y diagramas de circuitos electrónicos.
16. Utilizar herramientas computacionales para el modelamiento de circuitos electrónicos.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 13

Modelar, analizar, diseñar, construir, programar y evaluar circuitos electrónicos analógicos, digitales y de potencia.³

ÁREA TEMÁTICA 14: Mediciones industriales.

CONOCIMIENTOS (Saber)

Metrología. Mediciones y errores de medición. Patrones, unidades y métodos de medición. Mediciones directa e indirecta. Análisis estadístico de mediciones. Instrumentos de medición, definición, clasificación, caracterización, componentes, calibración, escalas, utilización. Apreciación, precisión y exactitud de un instrumento de medición. Normas y normalización.

³ Esta competencia contribuye al desempeño idóneo de varias funciones.

Mediciones. Variables mecánicas; mediciones de desplazamiento, velocidad lineal y angular, vibración, aceleración, fuerza, torque, presión, temperatura, humedad y caudal. Variables eléctricas; medición de tensión, corriente, resistencia, impedancia y magnitudes asociadas, potencia, energía y otras magnitudes. Osciloscopios y analizadores de red, circuitos de medición, elementos de control, elementos auxiliares. Acondicionamiento y procesamiento de señales. Presentación y análisis de información de procesos industriales.

ACCIONES (Hacer)

1. Identificar los errores e interferencias que pueden afectar una medición.
2. Aplicar la teoría de los errores en la medición de variables mecánicas y eléctricas.
3. Aplicar los conceptos de precisión, exactitud y sensibilidad en la medición de las variables de un proceso industrial.
4. Seleccionar y utilizar los instrumentos de medición necesarios en un proceso industrial.
5. Elaborar y adoptar sistemas de aseguramiento metrológico con base en la aplicación de normas nacionales o internacionales.
6. Instalar y operar los instrumentos necesarios para medir variables mecánicas y eléctricas.
7. Especificar y seleccionar los instrumentos de medición que se requieran en situaciones determinadas.
8. Diseñar los circuitos necesarios para la instalación de instrumentos de medición de variables eléctricas.
9. Interpretar los resultados de las mediciones.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 14

Seleccionar, instalar, operar y evaluar los instrumentos de medición de variables mecánicas y eléctricas utilizados en procesos industriales.

ÁREA TEMÁTICA 15: Control automático.

CONOCIMIENTOS (Saber)

Sistemas de control automático. Clasificación de los sistemas de control. Sistemas dinámicos lineales y no lineales. Realimentación. Modelos matemáticos y gráficos, transformada de Laplace, ecuaciones de estado, función de transferencia, diagramas de bloque, gráficos de flujo de señal, variables de estado. Sistemas dinámicos. Función de transferencia. Análisis de la respuesta transitoria y el error en estado estacionario, análisis del lugar de las raíces, análisis de respuesta en frecuencia, análisis de estabilidad. Controladores y redes de compensación. Análisis de sistemas de control por computador. Diseño de sistemas de control por realimentación de variables de estado.

Aplicaciones industriales. Controladores lógicos programables. Transductores y detectores de entrada y de salida, dispositivos de medición. Correctores finales y amplificadores. Relés y contactores. Controladores PID, control digital directo. Controles de arranque, velocidad, inversión de giro, frenado y parada de motores eléctricos. Protecciones de máquinas eléctricas. Circuitos de potencia y de control. Control de variables en procesos industriales, presión, temperatura, caudal, nivel.

ACCIONES (Hacer)

1. Formular modelos sencillos de sistemas de control automático y analizar sus comportamientos estático y dinámico.
2. Determinar los requerimientos de control de un proceso y los efectos de dicho control sobre las variables del proceso.
3. Identificar los componentes básicos de un proceso y utilizarlos para la formulación y el análisis de modelos de sistemas de control automático.
4. Determinar los ajustes necesarios en un equipo de control de un proceso con base en el análisis de la curva de reacción del mismo.
5. Analizar un equipo de control y evaluar su funcionamiento.
6. Analizar y diseñar sistemas básicos para el control de variables analógicas y discretas en un proceso.

7. Modelar y diseñar sistemas básicos para controlar variables de procesos, tales como temperatura, presión, caudal, nivel y velocidad de motores.
8. Especificar y seleccionar los sistemas de protección de máquinas eléctricas.
9. Utilizar herramientas computacionales para el modelado y el análisis de sistemas de control.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 15

Analizar, modelar, diseñar y evaluar componentes y sistemas básicos de control automático.

ÁREAS TEMÁTICAS ESPECÍFICAS DE LA INGENIERÍA ELECTROMECAÑICA Y COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DEL INGENIERO ELECTROMECAÑICO

No.	ÁREAS TEMÁTICAS	COMPETENCIAS ESPECÍFICAS
1	Comunicación gráfica	Elaborar e interpretar planos de elementos y conjuntos mecánicos.
2	Mecánica	Hacer el análisis funcional de elementos y sistemas mecánicos.
3	Resistencia de materiales	Identificar y calcular las deformaciones y los esfuerzos internos que se producen en elementos mecánicos sometidos a condiciones de carga.
4	Cálculo y diseño de elementos de máquinas	Seleccionar, calcular, dimensionar y diseñar elementos de máquinas de aplicación general.
5	Procesos de manufactura	Seleccionar, implementar y controlar los procesos de fabricación industrial de piezas o elementos.
6	Materiales de ingeniería	Seleccionar el material más adecuado para una determinada aplicación de ingeniería electromecánica.
7	Mantenimiento industrial	Organizar, administrar, planear y controlar las actividades de mantenimiento en plantas industriales.
8	Máquinas y procesos térmicos	Evaluar, operar y mantener instalaciones, máquinas y equipos térmicos.

9	Máquinas y redes hidráulicas	Evaluar, operar y mantener máquinas y redes hidráulicas.
10	Circuitos eléctricos	Analizar, modelar, solucionar, calcular y diseñar circuitos eléctricos de corriente directa y de corriente alterna.
11	Máquinas eléctricas	Calcular, seleccionar, montar, operar, evaluar y mantener las máquinas eléctricas utilizadas en instalaciones industriales.
12	Instalaciones eléctricas	Planear, calcular, diseñar, construir, operar, evaluar y mantener instalaciones eléctricas de media y de baja tensión.
13	Electrónica	Modelar, analizar, diseñar, construir, programar y evaluar circuitos electrónicos analógicos, digitales y de potencia.
14	Mediciones industriales	Seleccionar, instalar, operar y evaluar los instrumentos de medición de variables mecánicas y eléctricas utilizados en procesos industriales.
15	Control automático	Analizar, modelar, diseñar y evaluar componentes y sistemas básicos de control automático.

AGRUPACIÓN DE LAS COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DEL INGENIERO ELECTROMECÁNICO EN FUNCIONES

FUNCIÓN 1

Calcular, seleccionar, dimensionar y diseñar elementos de sistemas mecánicos.

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

2. Hacer el análisis funcional de elementos y sistemas mecánicos.
3. Identificar y calcular las deformaciones y los esfuerzos internos que se producen en elementos mecánicos sometidos a condiciones de carga.
4. Seleccionar, calcular, dimensionar y diseñar elementos de máquinas de aplicación general.

FUNCIÓN 2

Seleccionar, implementar y controlar procesos de fabricación industrial de piezas o elementos y seleccionar los materiales adecuados.

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

5. Seleccionar, implementar y controlar los procesos de fabricación industrial de piezas o elementos.
6. Seleccionar el material más adecuado para una determinada aplicación de ingeniería electromecánica.

FUNCIÓN 3

Organizar, administrar, planear y controlar las actividades de mantenimiento en plantas industriales.

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

7. Organizar, administrar, planear y controlar las actividades de mantenimiento en plantas industriales.

FUNCIÓN 4

Evaluar, operar y mantener instalaciones, máquinas y equipos térmicos e hidráulicos.

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

8. Evaluar, operar y mantener instalaciones, máquinas y equipos térmicos.
9. Evaluar, operar y mantener máquinas y redes hidráulicas.

FUNCIÓN 5

Calcular, seleccionar, montar, operar, controlar, evaluar y mantener las máquinas eléctricas utilizadas en instalaciones industriales.

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

11. Calcular, seleccionar, montar, operar, controlar, evaluar y mantener las máquinas eléctricas utilizadas en instalaciones industriales.

FUNCIÓN 6

Planear, calcular, diseñar, construir, operar, evaluar y mantener instalaciones eléctricas de media y de baja tensión.

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

12. Planear, calcular, diseñar, construir, operar, evaluar y mantener instalaciones eléctricas de media y de baja tensión.

FUNCIÓN 7

Seleccionar, calcular, diseñar, evaluar, operar y mantener sistemas básicos de medición y de control de procesos industriales.

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

14. Seleccionar, instalar, operar y evaluar los instrumentos de medición de variables mecánicas y eléctricas utilizados en procesos industriales.
15. Analizar, modelar, diseñar y evaluar componentes y sistemas básicos de control automático.

PROGRAMAS ACADÉMICOS CONSULTADOS

INSTITUCIÓN	CIUDAD
1. Universidad Antonio Nariño	Bogotá
2. Universidad Autónoma de Colombia	Bogotá
3. Universidad Francisco de Paula Santander	Cúcuta
4. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia	Duitama

CAPÍTULO 8

FORMACIÓN ESPECÍFICA DE LOS INGENIEROS ELECTRÓNICOS

ÁREAS TEMÁTICAS ESPECÍFICAS DE LA INGENIERÍA ELECTRÓNICA

1. Comunicación gráfica
2. Circuitos eléctricos
3. Campos electromagnéticos
4. Dispositivos semiconductores
5. Señales y sistemas
6. Electrónica analógica
7. Máquinas eléctricas
8. Electrónica de potencia
9. Circuitos y sistemas digitales
10. Microprocesadores y microcontroladores
11. Mediciones e instrumentación
12. Control automático
13. Transmisión de señales electromagnéticas
14. Sistemas de comunicación

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DEL INGENIERO ELECTRÓNICO

ÁREA TEMÁTICA 1: Comunicación gráfica.

CONOCIMIENTOS (Saber)

Dibujo básico. Instrumentos y accesorios utilizados en el dibujo. Bocetos de ingeniería. Sistemas de proyección. Formatos, rótulos y plegado de planos, tipos de letras y de líneas. Construcciones geométricas. Proyección ortogonal. Perspectivas. Representación isométrica. Escalas. Dimensionamiento y acotado. Cortes y secciones. Normas de dibujo nacionales e internacionales.

Geometría descriptiva. Localización de puntos, líneas y planos en el espacio. Proyecciones múltiples y auxiliares, proyección de puntos, líneas y planos. Superficies planas. Determinación de distancias y manejo de planos en el espacio. Longitudes verdaderas de líneas y formas verdaderas de planos. Intersección de líneas y planos, intersección de planos.

Dibujo con computador. Programas computacionales para el dibujo técnico, comandos, simulaciones, entornos, aplicación de normas, elementos y conjuntos, aplicación en dos y en tres dimensiones.

ACCIONES (Hacer)

1. Elaborar e interpretar bocetos a mano alzada de objetos físicos.
2. Utilizar los instrumentos y los accesorios de dibujo manual, de acuerdo con sus características y condiciones.
3. Utilizar el trazado geométrico como base para la representación gráfica de objetos físicos.
4. Dibujar objetos tridimensionales en planos bidimensionales.
5. Construir e interpretar las proyecciones principales y auxiliares de un sólido.
6. Hacer la representación isométrica de un objeto con base en sus vistas.
7. Representar gráficamente las dimensiones de un objeto físico.

8. Utilizar la simbología adoptada en el dibujo de ingeniería.
9. Aplicar las normas nacionales e internacionales que rigen el dibujo de ingeniería.
10. Representar gráficamente objetos o sistemas físicos.
11. Utilizar herramientas computacionales para el dibujo de ingeniería en dos y en tres dimensiones.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 1

Elaborar e interpretar planos de objetos sólidos.¹

ÁREA TEMÁTICA 2: Circuitos eléctricos.

CONOCIMIENTOS (Saber)

Circuitos eléctricos de corriente directa. Elementos activos y pasivos, conceptos básicos, unidades. Ley de Ohm. Fuentes dependientes e independientes. Circuitos en serie y en paralelo. Leyes de Kirchoff. Métodos para el análisis de circuitos con resistencias lineales y no lineales. Elementos almacenadores de energía: inductancia y capacitancia; modelos matemáticos, conexiones en serie y en paralelo. Circuitos RC, RL y RLC. Amplificador operacional, circuitos, filtros. Respuestas estacionaria y transitoria de los circuitos; respuestas natural, forzada y completa. Herramientas de simulación para circuitos eléctricos.

Circuitos eléctricos de corriente alterna. Ondas, parámetros. Naturaleza de la CA, números complejos, fuentes senoidales y fasores. Leyes de Kirchoff. Impedancia, admitancia, conductancia, susceptancia, relaciones fasoriales en R, L y C, diagramas fasoriales. Métodos para el análisis de circuitos de CA en

¹ Esta competencia contribuye al desempeño idóneo de varias funciones.

estados estable y transitorio. Transformada de Laplace, dominio S, frecuencia compleja, respuesta de frecuencia, gráficas de Bode, resonancia, convolución. Filtros, tipos, cuadripolos, función de transferencia. Series y transformada de Fourier. Inductancia mutua. Potencia en la CA, factor de potencia. Sistemas polifásicos equilibrados y desequilibrados.

ACCIONES (Hacer)

1. Identificar y clasificar los elementos presentes en circuitos eléctricos de CD y CA.
2. Diferenciar y analizar las características y el desempeño de los distintos tipos de fuentes en los circuitos eléctricos.
3. Analizar en el dominio del tiempo los circuitos eléctricos que almacenan energía.
4. Formular modelos matemáticos de los diferentes dispositivos eléctricos de un circuito de CD o CA.
5. Simplificar los circuitos eléctricos como medio para su análisis.
6. Analizar circuitos eléctricos con amplificadores operacionales.
7. Calcular las diferentes clases de potencia presentes en un circuito de CA y corregir el factor de potencia.
8. Analizar y solucionar matemáticamente circuitos eléctricos de CD y CA, utilizando diferentes métodos.
9. Analizar y solucionar circuitos eléctricos lineales en estado estacionario y en estado transitorio.
10. Analizar circuitos de CA en el dominio del tiempo y en el dominio de la frecuencia.
11. Simular e implementar filtros pasivos y activos.
12. Analizar y solucionar matemáticamente circuitos bifásicos y trifásicos.
13. Elaborar e interpretar planos de circuitos eléctricos monofásicos, bifásicos y trifásicos.

14. Diseñar circuitos eléctricos de CD y CA y analizar su comportamiento físico y matemático.
15. Utilizar herramientas computacionales para la simulación y el análisis de circuitos eléctricos.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 2

Analizar, modelar, solucionar, calcular y diseñar circuitos eléctricos de corriente directa y de corriente alterna.²

ÁREA TEMÁTICA 3: Campos electromagnéticos.

CONOCIMIENTOS (Saber)

Electrostática. Campo eléctrico estático, leyes de Coulomb y de Gauss, intensidad del campo eléctrico, potencial eléctrico, campo eléctrico estático en dieléctricos, polarización. Conductores y dieléctricos. Unidades. Condensadores y capacidad. Ecuaciones de Laplace y Poisson para el campo eléctrico. Corriente eléctrica estacionaria, resistencia, ley de Ohm, potencia y ley de Joule.

Magnetostática. Campo magnético estático, ley de Biot-Savart, ley de Ampere, flujo magnético, densidad de flujo, fuerzas magnéticas, unidades. Cálculo de inductancias, propiedades magnéticas de los materiales, condiciones de frontera, saturación, histéresis. Partículas cargadas en campos eléctricos y magnéticos. Campo magnético estático en materiales ferromagnéticos, magnetización.

Campos eléctricos y magnéticos que varían con el tiempo. Campos magnéticos cuasiestacionarios. Ley de Faraday, fuerza electromotriz. Ecuaciones de Maxwell. Funciones de potencial, potenciales retardados. Campos de dependencia armónica con el tiempo. Ondas electromagnéticas planas. Vector de

² Esta competencia contribuye al desempeño idóneo de varias funciones.

Poynting. Efecto de superficie, profundidad de penetración. Propagación de las ondas electromagnéticas, líneas de transmisión, guías de onda, antenas.

ACCIONES (Hacer)

1. Establecer modelos macroscópicos de los fenómenos electromagnéticos.
2. Clasificar los materiales con base en sus propiedades magnéticas.
3. Determinar las distribuciones de campos electromagnéticos en dispositivos eléctricos y electrónicos, con el fin de predecir el comportamiento de estos.
4. Utilizar leyes físicas y procedimientos matemáticos para calcular las variables asociadas a la presencia de campos electromagnéticos en diversas condiciones de espacio y de tiempo.
5. Analizar y predecir la variación de los campos electromagnéticos con el tiempo.
6. Calcular los parámetros básicos de los circuitos eléctricos y magnéticos.
7. Analizar y calcular las variables relacionadas con la propagación de ondas electromagnéticas en líneas de transmisión, guías de onda y antenas.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 3

Determinar las distribuciones de campos electromagnéticos en elementos eléctricos y electrónicos y calcular las diferentes variables asociadas a ellos.³

³ Esta competencia contribuye al desempeño idóneo de varias funciones.

ÁREA TEMÁTICA 4: Dispositivos semiconductores.

CONOCIMIENTOS (Saber)

Física del estado sólido. Estructura cristalina, difracción, imperfecciones en cristales, enlaces de cristales, vibraciones de la red y fonones, capacidad calorífica de la red, teoría de electrones libres de metales, bandas de energía, propiedades de transporte. Materiales conductores, semiconductores, superconductores y aislantes; estructuras, características, propiedades.

Dispositivos semiconductores. Unión P-N. Tecnología de los semiconductores. Tipos de diodos semiconductores, materiales, especificaciones, funcionamiento, polarización, circuitos, pequeña señal, aplicaciones. Transistor de unión bipolar y transistor de efecto de campo, Mosfet, otros transistores, operación, polarización, circuitos, pequeña señal, especificaciones. Dispositivos optoelectrónicos. Tiristores, dispositivos de potencia. Circuitos integrados. Manuales de especificaciones y de uso.

ACCIONES (Hacer)

1. Especificar las propiedades que deben tener los materiales para la fabricación de dispositivos semiconductores.
2. Analizar las características y el funcionamiento de los diferentes dispositivos semiconductores.
3. Determinar el comportamiento estático de los dispositivos semiconductores.
4. Analizar las curvas características de los dispositivos semiconductores.
5. Analizar y diseñar circuitos con diodos y con transistores bipolares de unión y de efecto de campo.
6. Analizar y diseñar amplificadores de pequeña señal con transistores bipolares de unión y transistores de efecto de campo.
7. Utilizar herramientas computacionales para la simulación y el análisis de dispositivos semiconductores.
8. Utilizar los manuales de los fabricantes para especificar y seleccionar los dispositivos semiconductores.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 4

Analizar, especificar, seleccionar y utilizar dispositivos semiconductores en el diseño y en la construcción de circuitos electrónicos.⁴

ÁREA TEMÁTICA 5: Señales y sistemas.**CONOCIMIENTOS (Saber)**

Señales y sistemas. Medición de variables físicas. Clasificación de señales. Representación matemática de señales. Filtros pasivos y activos. Clases de señales, continuas y discretas, propiedades. Clasificación de sistemas. Sistemas lineales invariantes con el tiempo, propiedades, convolución, ecuaciones. Análisis de Fourier –series y transformada- para señales y sistemas de tiempo continuo. Análisis de Fourier para señales de tiempo discreto. Transformada de Laplace y función de transferencia, propiedades. Modulaciones de amplitud y de frecuencia. Síntesis de circuitos. Transformada Z y sistemas de tiempo discreto, aplicaciones.

Análisis de sistemas. Fenómenos dinámicos, sistemas multivariados. Modelado de sistemas dinámicos mecánicos, eléctricos, térmicos y otros. Sistemas de tiempo continuo. Modelos internos y externos, ecuaciones de estado, funciones de transferencia. Sistemas lineales, respuesta en el tiempo, simulación, funciones de transferencia, diagramas de bloques. Sistemas no lineales, linealización. Análisis de estabilidad. Análisis de polos y ceros. Respuesta estacionaria de sistemas en tiempo y en frecuencia. Sistemas de tiempo discreto, muestreo, tiempo de muestreo. Sistemas híbridos analógico-digital.

ACCIONES (Hacer)

1. Analizar fenómenos dinámicos reales y representarlos mediante modelos matemáticos.
2. Identificar y analizar las analogías existentes entre diferentes sistemas dinámicos.

⁴ Esta competencia contribuye al desempeño idóneo de varias funciones.

3. Utilizar técnicas matemáticas para el modelado de sistemas dinámicos.
4. Analizar las respuestas estáticas y dinámicas de sistemas dinámicos.
5. Formular modelos internos y externos de sistemas dinámicos.
6. Analizar el comportamiento de sistemas de elementos lineales que no varían con el tiempo.
7. Obtener modelos linealizados de sistemas no lineales.
8. Analizar el comportamiento de sistemas continuos y discretos.
9. Realizar el muestreo y la reconstrucción de señales discretas.
10. Convertir señales analógicas en digitales y viceversa.
11. Modelar y analizar sistemas sencillos de diferente naturaleza, tales como sistemas mecánicos, eléctricos, electromecánicos, térmicos, hidráulicos y económicos, entre otros.
12. Utilizar herramientas computacionales para el modelado y el análisis de sistemas dinámicos.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 5

Analizar y modelar el comportamiento de sistemas dinámicos.⁵

⁵ Esta competencia contribuye al desempeño idóneo de varias funciones

ÁREA TEMÁTICA 6: Electrónica analógica.

CONOCIMIENTOS (Saber)

Electrónica analógica. Realimentación, tipos, efectos, circuitos. Amplificadores de señal grande. Amplificadores de una etapa y multietapa, amplificador diferencial. Amplificador operacional teórico y real, aplicaciones lineales, inversor y no inversor, sumador, restador, integrador, derivador, comparador, realimentado, de potencia. Amplificadores operacionales con diodos. Amplificadores operacionales no lineales. Respuesta en frecuencia de un amplificador operacional. Generadores de señal lineales y no lineales. Amplificador de banda ancha. Amplificadores sintonizados. Amplificadores de instrumentación y de potencia. Osciladores, multivibradores. Modulación y demodulación. Filtros activos, tipos, diseño, implementación. Temporizadores. Interfase analógica-digital, convertidores CA/CD y CD/CA.

ACCIONES (Hacer)

1. Analizar y diseñar fuentes primarias de circuitos electrónicos.
2. Analizar y diseñar osciladores armónicos.
3. Aplicar los modelos circuitales equivalentes de diodos y de transistores bipolares de unión y de efecto de campo en el análisis de circuitos electrónicos.
4. Comparar las aplicaciones lineales y no lineales de los amplificadores operacionales.
5. Analizar y diseñar circuitos con amplificadores operacionales para solicitudes lineales y no lineales.
6. Solucionar problemas de distorsión, estabilidad y ruido de cualquier tipo de amplificador mediante la realimentación.
7. Programar circuitos lógicos combinatorios, circuitos secuenciales y máquinas de estado.
8. Calcular y diseñar filtros, teniendo en cuenta los requerimientos de los amplificadores operacionales.

9. Analizar, diseñar y evaluar subsistemas electrónicos para aplicaciones analógicas.
10. Elaborar e interpretar planos y diagramas de circuitos electrónicos.
11. Utilizar herramientas computacionales para el modelado de circuitos electrónicos.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 6

Modelar, analizar, diseñar, construir, programar y evaluar circuitos electrónicos analógicos.⁶

ÁREA TEMÁTICA 7: Máquinas eléctricas.

CONOCIMIENTOS (Saber)

Conversión electromagnética. Magnetismo y electromagnetismo. Flujo magnético, densidad e intensidad de flujo. Campo magnético, inducción magnética, fuerza sobre un conductor, fuerza electromotriz inducida, ley de Faraday, par. Materiales, simbología, pérdidas, calentamiento. Fundamentos electromecánicos; principios transformador, motor y generador. Clasificación de las máquinas eléctricas. Balance energético.

Transformadores. Principio de funcionamiento, partes constitutivas, accesorios. Transformadores monofásicos. Condiciones de operación en vacío y con carga, circuitos equivalentes. Transformadores ideal y real. Transformadores de varios circuitos, transformador trifásico, conexiones internas, autotransformadores, transformadores especiales. Sistema por unidad. Pérdidas, eficiencia y regulación de tensión. Ensayos de vacío y de cortocircuito, protecciones, diagnóstico y mantenimiento, normas.

⁶ Esta competencia contribuye al desempeño idóneo de varias funciones.

Máquinas de corriente directa. Principio de funcionamiento, fuerza magnetomotriz, tipos de bobinados, tipos de máquinas, acción de conmutación, reacción de la armadura. Generador excitado en forma independiente, características. Motores en derivación, serie y compuesto, características. Arranque, protecciones.

Máquinas sincrónicas. Estator y rotor. Fuerza electromotriz generada en CA. Inductancia, circuitos equivalentes. Generador, reacción del inducido, características de funcionamiento, reactancia de eje directo y cuadratura, regulación del voltaje, generadores en paralelo, marcha sincrónica, generación de potencia activa y reactiva. Motor, subexcitación y sobreexcitación, zona de carga, ángulo de torque, potencias del motor, factor de potencia. Condensador sincrónico, curvas en V, características de funcionamiento, régimen transitorio, eficiencia, aplicaciones. Arranque del motor, protecciones, corrección del factor de potencia.

Máquinas de inducción. Estator y campo giratorio. Principio de funcionamiento. Motor trifásico, marcha en vacío y con carga, parámetros, circuitos equivalentes, corriente del rotor y del estator, corriente, potencia, factor de potencia, eficiencia, par de arranque, par máximo, diagrama circular, protecciones, usos. Métodos de arranque, condiciones de marcha, protecciones. Motor monofásico, protecciones, usos.

ACCIONES (Hacer)

1. Analizar y operar transformadores monofásicos y trifásicos.
2. Analizar y operar generadores de CD.
3. Analizar y operar motores de CD.
4. Analizar y operar generadores de CA.
5. Analizar y operar motores de CA.
6. Seleccionar la máquina eléctrica más adecuada para una función específica, con base en criterios técnicos.
7. Evaluar las características típicas de funcionamiento de los diferentes tipos de máquinas eléctricas.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 7

Seleccionar, analizar, operar y evaluar máquinas eléctricas.

ÁREA TEMÁTICA 8: Electrónica de potencia.**CONOCIMIENTOS (Saber)**

Electrónica de potencia. Diodos y transistores de potencia, curvas características. Tiristor, curvas características, circuitos y dispositivos de disparo y de bloqueo. Conmutación del tiristor, tipos, características. Otros dispositivos de cuatro capas. Convertidores CA/CD y CD/CA controlados y no controlados. Controladores de CA monofásicos y trifásicos. Conexión y desconexión de semiconductores controlados. Fuentes de poder de CD y CA. Control de sistemas realimentados, velocidad y arranque de motores, regulación del voltaje. Control de variables industriales en sistemas trifásicos, temperatura, iluminación. Interruptores estáticos. Protecciones. Dispositivos optoelectrónicos. Controlador lógico programable, aplicaciones industriales.

ACCIONES (Hacer)

1. Analizar, especificar y seleccionar dispositivos semiconductores utilizados en electrónica de potencia.
2. Analizar y simular circuitos con diodos y transistores de potencia.
3. Diseñar y evaluar configuraciones básicas de tiristores.
4. Analizar y diseñar subsistemas electrónicos de conmutación en potencia.
5. Diseñar y construir inversores CD/CA y CA/CD.
6. Diseñar y construir interruptores estáticos de CD y CA.
7. Diseñar y construir fuentes de poder de CD y CA.

8. Modelar y diseñar circuitos electrónicos para el control de variables en procesos industriales.
9. Especificar las protecciones requeridas en circuitos de electrónica de potencia.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 8

Analizar, modelar, diseñar, construir y evaluar circuitos electrónicos de potencia.

ÁREA TEMÁTICA 9: Circuitos y sistemas digitales.

CONOCIMIENTOS (Saber)

Circuitos y sistemas digitales. Fundamentos matemáticos de los circuitos digitales, sistemas numéricos, código binario, otros códigos. Función lógica, familias lógicas, compuertas lógicas, dispositivos de entrada y de salida. Álgebra booleana, mapas de Karnaugh, simbología. Circuitos lógicos básicos, circuitos lógicos combinatorios, dispositivos lógicos programables combinatorios, circuitos aritméticos, codificadores y decodificadores, multiplexores y demultiplexores. Lógica secuencial, cerrojos y flip-flops, contadores y registros. Máquinas de estado, circuitos secuenciales sincrónicos y asincrónicos, características. Dispositivos lógicos programables secuenciales, arquitectura. Memorias, estructura, clasificación, aplicaciones.

ACCIONES (Hacer)

1. Utilizar dispositivos lógicos comerciales y dispositivos lógicos programables para el diseño y la construcción de circuitos digitales.
2. Utilizar las diversas clases de flip-flops para el diseño de máquinas de estado, contadores y registros.

3. Construir e implementar contadores ascendentes y descendentes así como codificadores y decodificadores para distintos tipos de aplicaciones.
4. Diseñar y programar circuitos combinatorios, secuenciales y máquinas de estado.
5. Especificar y evaluar sistemas digitales.
6. Seleccionar la memoria adecuada para una necesidad específica.
7. Analizar y diseñar subsistemas electrónicos de integración analógica-digital.
8. Utilizar herramientas computacionales para la programación de circuitos digitales.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 9

Modelar, analizar, diseñar, construir, programar y evaluar circuitos electrónicos digitales.

ÁREA TEMÁTICA 10: Microprocesadores y microcontroladores.

CONOCIMIENTOS (Saber)

Microcomputadores. *Hardware y software.* Arquitectura de los microcomputadores. Buses, memorias RAM y ROM, periféricos, unidad de control, puertos de entrada y de salida. Tipos de interfaces, interpretación de los teclados, generación de caracteres en pantalla, puertos en paralelo y en serie, análisis de potencia, discos, video. Lenguaje ensamblador.

Microprocesadores. Familias de microprocesadores, arquitectura, características, organización lógica y física, direccionamiento, programación. Lenguaje de descripción del *hardware*, VHDL. Modelado de circuitos

combinatorios y secuenciales, máquinas de estado, memorias, transferencia entre registros. Lenguajes de máquina de microprocesadores, tipos de instrucciones.

Microcontroladores. Principales familias de microcontroladores, arquitectura, estructura básica, características, programación. Interrupciones internas y externas. Modelado de circuitos con microcontroladores.

ACCIONES (Hacer)

1. Analizar, especificar y seleccionar los dispositivos utilizados en el diseño de un microcomputador personal.
2. Elaborar programas de mediana complejidad en lenguaje ensamblador para el manejo de los dispositivos de entrada y de salida de un microcomputador personal.
3. Describir y analizar la estructura básica de un microprocesador y de un microcontrolador.
4. Establecer las semejanzas y las diferencias entre las diversas familias y tipos de microprocesadores y de microcontroladores disponibles en el mercado.
5. Seleccionar e implementar el microprocesador o el microcontrolador digital más adecuados para una necesidad particular.
6. Elaborar programas de mediana complejidad en lenguaje ensamblador para sistemas basados en microprocesadores o en microcontroladores.
7. Analizar y diseñar sistemas y circuitos digitales simples basados en microprocesadores o en microcontroladores y analizar la integración de todas sus partes como un sistema.
8. Tener en cuenta la relación entre el *hardware* y el *software* de un sistema basado en microprocesadores o en microcontroladores.
9. Utilizar instrumentos y equipos que permitan la puesta a punto de sistemas basados en microprocesadores o en microcontroladores
10. Analizar, operar, evaluar y mantener equipos industriales basados en microprocesadores o en microcontroladores.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 10

Seleccionar, modelar, analizar, diseñar, evaluar e implementar microprocesadores y microcontroladores digitales.

ÁREA TEMÁTICA 11: Mediciones e instrumentación.**CONOCIMIENTOS (Saber)**

Principios de medición. Estándares, sistemas de unidades; patrones de medición, clasificación, calibración. Señales, clasificación, características. Sistemas de medida, estructura general, características estáticas y dinámicas, características de entrada y de salida, métodos de medición. Apreciación, precisión, exactitud; tipos de errores; análisis, fuentes, propagación y reducción del error. Sensibilidad y resolución de un instrumento de medida.

Elementos de los instrumentos de medida. Sensores y transductores, clasificación según la variable física que se mide y según el principio de funcionamiento, parámetros, principios, operación, selección; sensores resistivos, inductivos y capacitivos. Elementos acondicionadores de señal, puentes de medida, amplificadores operacionales y de instrumentación, convertidores, filtros. Sistemas de indicación y de registro. Sistemas de adquisición de datos, *hardware* y *software*.

Instrumentos para medición de variables eléctricas y electrónicas. Instrumentos analógicos, galvanómetro, óhmetro, osciloscopios analógicos, puentes. Instrumentos digitales, convertidores de CA/CD, osciloscopios digitales, contadores.

ACCIONES (Hacer)

1. Aplicar el análisis de errores en la selección y la aplicación de instrumentos para medir variables de procesos industriales.
2. Seleccionar la técnica más adecuada para medir una determinada variable.

3. Seleccionar los componentes de un sistema de instrumentación electrónico utilizado en un proceso específico.
4. Seleccionar los transductores más adecuados para medir diferentes variables de procesos industriales.
5. Diseñar instrumentos analógicos y digitales para medir variables de procesos industriales.
6. Diseñar y construir equipos de medida basados en el uso de microprocesadores.
7. Operar, mantener y evaluar los instrumentos electrónicos usados para la medición de variables en procesos industriales.
8. Seleccionar los instrumentos más adecuados para la medición de variables eléctricas o electrónicas.
9. Operar, mantener y evaluar instrumentos para la medición de variables eléctricas y electrónicas.
10. Diseñar sistemas de adquisición de datos.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 11

Seleccionar, diseñar, operar, mantener y evaluar instrumentos electrónicos de medida en procesos industriales.

ÁREA TEMÁTICA 12: Control automático.

CONOCIMIENTOS (Saber)

Sistemas analógicos de control. Realimentación, sistemas de lazo cerrado y de lazo abierto. Sistemas lineales. Criterios de desempeño de sistemas de control en estados estacionario y transitorio. Ruido y perturbación. Controladores, estabilidad. Técnicas de diseño clásicas, lugar de las raíces, control proporcional, PE y PI, respuesta de frecuencia, diagramas de Bode, compensadores en atraso y en adelante. Controladores PID. Técnicas de diseño algebraico. Diseño con ecuaciones de estado. Controlabilidad y observabilidad. Localización de polos, observadores. Herramientas computacionales para el diseño. Modelos utilizados en procesos industriales.

Sistemas digitales de control. Elementos básicos de un sistema de control de tiempo discreto. Procesamiento de señales, muestreo. Transformada Z y ecuaciones en diferencias. Sistemas de control discreto en lazo cerrado y en lazo abierto. Análisis en el dominio del tiempo y en el dominio de Z. Análisis de respuesta en frecuencia. Análisis de estabilidad, criterios. Compensación. Métodos clásicos de diseño. Análisis y diseño de sistemas en tiempo discreto en el espacio de estado. Modelado e identificación de sistemas. Control basado en microprocesadores. Diseño de controladores PID en tiempo discreto. Implantación numérica. Controlabilidad y observabilidad. Criterios y aspectos de selección de equipos. Herramientas computacionales.

ACCIONES (Hacer)

1. Aplicar los conceptos de control continuo y discreto en procesos industriales.
2. Decidir sobre la utilización de un sistema de control continuo o discreto para una necesidad específica.
3. Determinar las ecuaciones de estado de sistemas de control de tiempo continuo o discreto.
4. Formular modelos de sistemas de control y analizar sus comportamientos estático y dinámico.
5. Determinar las condiciones de estabilidad, rapidez y precisión de un sistema de control específico.

6. Analizar alternativas de configuración de sistemas de control y evaluar el efecto de la selección de elementos y configuraciones.
7. Determinar la respuesta en el dominio del tiempo y en el dominio de la frecuencia de un sistema de control digital.
8. Diseñar controladores PID discretos para el control de sistemas reales.
9. Diseñar y construir equipos de control basados en el uso de microprocesadores.
10. Analizar y diseñar sistemas para el control de variables analógicas y discretas en procesos industriales.
11. Interpretar las respuestas de los sistemas de control analógicos y digitales.
12. Diseñar los controladores para sistemas de control de variables analógicas y discretas y analizar sus características.
13. Utilizar técnicas matemáticas para el análisis y diseño de sistemas de control básicos.
14. Utilizar herramientas computacionales para el modelado y el análisis de sistemas de control.
15. Simular en un computador las respuestas en tiempo y en frecuencia de un sistema de control automático.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 12

Analizar, modelar, seleccionar, evaluar, diseñar e implementar componentes y sistemas de control automático analógicos y digitales.

ÁREA TEMÁTICA 13: Transmisión de señales electromagnéticas.

CONOCIMIENTOS (Saber)

Medios de transmisión guiados. Medios de transmisión y su comportamiento en frecuencia. Líneas de dos conductores, ecuaciones características, análisis. Acoplamiento de impedancia. Parámetros y aplicaciones de las líneas de transmisión, líneas bifilares, cable coaxial, líneas de cinta y de microcinta, guías de onda, fibra óptica.

Antenas. Antenas de transmisión y de recepción. Operación y análisis de la antena. Parámetros, ganancia, eficiencia, ancho de banda, polarización, impedancia, potencia, directividad. Antena como circuito. Áreas. Enlace radial. Aspectos técnicos de las antenas. Dipolo, tipos, características. Tipos de antenas, parámetros y aplicaciones. Antena lineal, antena de cuadro, antena de apertura, antena reflectora, arreglos de antenas, antenas de propósito especial. Diseño y construcción de antenas.

Propagación. Principios de la propagación, espectro de las ondas electromagnéticas, espectro radioeléctrico. Propiedades ópticas de las ondas de radio: reflexión, refracción, difracción, interferencia. Enlace, pérdidas y ganancias, confiabilidad. Propagación en el espacio libre y por la superficie terrestre, efecto de la tierra, la tropósfera y la ionósfera, propagación en un medio ionizado. Modelos de propagación. Ondas electromagnéticas en dieléctricos y en conductores.

ACCIONES (Hacer)

1. Seleccionar el medio de transmisión de señales guiado más adecuado para unas condiciones específicas.
2. Analizar y evaluar los parámetros de operación de una línea de transmisión de señales.
3. Calcular y diseñar medios de transmisión guiados.
4. Seleccionar, diseñar y construir medios de difusión de señales radioeléctricas de acuerdo con las condiciones de demanda y de tráfico.
5. Seleccionar, diseñar y construir antenas de recepción de señales radioeléctricas, de acuerdo con las condiciones de demanda y de tráfico.

6. Analizar y diseñar elementos de alimentación de antenas en sistemas de radiocomunicaciones.
7. Analizar y evaluar el comportamiento de las antenas y de componentes relacionados con la emisión y la recepción de frecuencias electromagnéticas en bandas altas.
8. Identificar y diseñar el medio más apropiado para extender una red de comunicaciones, según las condiciones requeridas.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 13

Seleccionar, analizar, evaluar, calcular y diseñar medios de transmisión de señales electromagnéticas guiados y no guiados.

ÁREA TEMÁTICA 14: Sistemas de comunicación.

CONOCIMIENTOS (Saber)

Sistemas de modulación y transmisión de señales. Modulación de amplitud y de ángulo de señales analógicas; esquemas en AM, FM y PM. Codificación digital de señales analógicas. Muestreo, cuantificación y codificación, control del error. Técnicas de modulación digital. Transmisión digital en banda base, características y aplicaciones. Desempeño de sistemas de comunicación digital en presencia de ruido y de interferencia. Transmisión digital con modulación de portadoras. Codificación de la fuente. Interfaces de transmisión. Multicanalización. Teoría de la información. Sistemas con espectro ensanchado. Transmisión por microondas, sistemas celulares, sistemas satelitales, características, equipos, operación. Redes de computadores. Conmutación, señalización. Legislación.

ACCIONES (Hacer)

1. Describir y analizar la estructura básica de un sistema de comunicación analógico o digital y las funciones de sus elementos.
2. Solucionar situaciones de ruido y de interferencia en sistemas de comunicación analógicos y digitales.
3. Calcular los parámetros fundamentales de trabajo y obtener y los factores que intervienen en el funcionamiento de los sistemas de comunicación digital.
4. Diseñar e implementar sistemas de comunicación digital.
5. Medir y diagnosticar sistemas de comunicación digital.
6. Describir y analizar el funcionamiento de una red telefónica, su diseño y su implementación.
7. Describir y analizar las funciones, la estructura, el funcionamiento y los criterios fundamentales de diseño y análisis de los sistemas de radiocomunicación.
8. Aplicar las técnicas de modulación en sistemas de radiocomunicación y de radiodifusión.
9. Efectuar mediciones en sistemas de radiocomunicación y de radiodifusión.
10. Analizar y explotar eficientemente los sistemas de radiocomunicación móviles y los sistemas de comunicación satelital.
11. Elaborar y utilizar programas de computación para el cálculo, el análisis y la simulación de dispositivos y sistemas de comunicación digital.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 14

Calcular, analizar, simular, evaluar, diseñar e implementar sistemas de comunicación analógicos y digitales.

ÁREAS TEMÁTICAS ESPECÍFICAS DE LA INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DEL INGENIERO ELECTRÓNICO

No.	ÁREAS TEMÁTICAS	COMPETENCIAS ESPECÍFICAS
1	Comunicación gráfica	Elaborar e interpretar planos de objetos sólidos.
2	Circuitos eléctricos	Analizar, modelar, solucionar, calcular y diseñar circuitos eléctricos de corriente directa y de corriente alterna.
3	Campos electromagnéticos	Determinar las distribuciones de campos electromagnéticos en elementos eléctricos y electrónicos y calcular las diferentes variables asociadas a ellos.
4	Dispositivos semiconductores	Analizar, especificar, seleccionar y utilizar dispositivos semiconductores en el diseño y en la construcción de circuitos electrónicos.
5	Señales y sistemas	Analizar y modelar el comportamiento de sistemas dinámicos.
6	Electrónica analógica	Modelar, analizar, diseñar, construir, programar y evaluar circuitos electrónicos analógicos.
7	Máquinas eléctricas	Seleccionar, analizar, operar y evaluar máquinas eléctricas.
8	Electrónica de potencia	Analizar, modelar, diseñar, construir y evaluar circuitos electrónicos de potencia.

9	Circuitos y sistemas digitales	Modelar, analizar, diseñar, construir, programar y evaluar circuitos electrónicos digitales.
10	Microprocesadores y microcontroladores	Seleccionar, modelar, analizar, diseñar, evaluar e implementar microprocesadores y microcontroladores digitales.
11	Mediciones e instrumentación	Seleccionar, diseñar, operar, mantener y evaluar instrumentos electrónicos de medida en procesos industriales.
12	Sistemas de control	Analizar, modelar, seleccionar, evaluar, diseñar e implementar componentes y sistemas de control automático analógicos y digitales.
13	Transmisión de señales electromagnéticas	Seleccionar, analizar, evaluar, calcular y diseñar medios de transmisión de señales electromagnéticas guiados y no guiados.
14	Sistemas de comunicación	Calcular, analizar, simular, evaluar, diseñar e implementar sistemas de comunicación analógicos y digitales.

AGRUPACIÓN DE LAS COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DEL INGENIERO ELECTRÓNICO EN FUNCIONES

FUNCIÓN 1

Modelar, analizar, diseñar, construir, programar y evaluar circuitos y sistemas digitales.

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

9. Modelar, analizar, diseñar, construir, programar y evaluar circuitos electrónicos digitales.
10. Seleccionar, modelar, analizar, diseñar, evaluar e implementar microprocesadores y microcontroladores digitales.

FUNCIÓN 2

Analizar, modelar, seleccionar, diseñar, operar y mantener instrumentos de medición y sistemas de control electrónicos para procesos industriales.

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

7. Seleccionar, analizar, operar y evaluar máquinas eléctricas.
8. Analizar, modelar, diseñar, construir y evaluar circuitos electrónicos de potencia.
11. Seleccionar, diseñar, operar, mantener y evaluar instrumentos electrónicos de medida en procesos industriales.
12. Analizar, modelar, seleccionar, evaluar, diseñar e implementar componentes y sistemas de control automático analógicos y digitales.

FUNCIÓN 3

Seleccionar, analizar, simular, evaluar, calcular y diseñar sistemas de comunicación y medios de transmisión de señales electromagnéticas.

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

13. Seleccionar, analizar, evaluar, calcular y diseñar medios de transmisión de señales electromagnéticas guiados y no guiados.
14. Calcular, analizar, simular, evaluar, diseñar e implementar sistemas de comunicación analógicos y digitales.

PROGRAMAS ACADÉMICOS CONSULTADOS

INSTITUCIÓN	CIUDAD
1. Corporación Universitaria Tecnológica de Ibagué	Ibagué
2. Escuela Colombiana de Ingeniería "Julio Garavito"	Bogotá
3. Universidad Antonio Nariño	Bogotá
4. Universidad Autónoma de Manizales	Manizales
5. Universidad de Antioquia	Medellín
6. Universidad de San Buenaventura	Bogotá
7. Universidad de Pamplona	Pamplona
8. Universidad Pontificia Bolivariana	Medellín
9. Universidad Surcolombiana	Neiva
10. Universidad Tecnológica de Pereira	Pereira

CAPÍTULO 9

FORMACIÓN ESPECÍFICA DE LOS INGENIEROS ELECTRÓNICOS Y DE TELECOMUNICACIONES

ÁREAS TEMÁTICAS ESPECÍFICAS DE LA INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y DE TELECOMUNICACIONES

1. Circuitos eléctricos
2. Campos electromagnéticos
3. Dispositivos semiconductores
4. Señales y sistemas
5. Electrónica analógica
6. Circuitos y sistemas digitales
7. Microprocesadores y microcontroladores
8. Electrónica de potencia
9. Control automático
10. Medios guiados de transmisión de señales
11. Propagación y antenas
12. Redes y sistemas de telecomunicaciones
13. Sistemas de radiocomunicación
14. Sistemas de conmutación

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DEL INGENIERO ELECTRÓNICO Y DE TELECOMUNICACIONES

ÁREA TEMÁTICA 1: Circuitos eléctricos.

CONOCIMIENTOS (Saber)

Circuitos eléctricos de corriente directa. Elementos activos y pasivos, conceptos básicos, unidades. Ley de Ohm. Fuentes dependientes e independientes. Circuitos en serie y en paralelo. Leyes de Kirchoff. Métodos para el análisis de circuitos con resistencias lineales y no lineales. Elementos almacenadores de energía: inductancia y capacitancia; modelos matemáticos, conexiones en serie y en paralelo. Circuitos RC, RL y RLC. Amplificador operacional, circuitos, filtros. Respuestas estacionaria y transitoria de los circuitos; respuestas natural, forzada y completa. Herramientas de simulación para circuitos eléctricos.

Circuitos eléctricos de corriente alterna. Ondas, parámetros. Naturaleza de la CA, números complejos, fuentes senoidales y fasores. Leyes de Kirchoff. Impedancia, admitancia, conductancia, susceptancia, relaciones fasoriales en R, L y C, diagramas fasoriales. Métodos para el análisis de circuitos de CA en estados estable y transitorio. Transformada de Laplace, dominio S, frecuencia compleja, respuesta de frecuencia, gráficas de Bode, resonancia, convolución. Filtros, tipos, cuadripolos, función de transferencia. Series y transformada de Fourier. Inductancia mutua. Potencia en la CA, factor de potencia. Sistemas polifásicos equilibrados y desequilibrados.

ACCIONES (Hacer)

1. Identificar y clasificar los elementos presentes en circuitos eléctricos de CD y CA.
2. Diferenciar y analizar las características y el desempeño de los distintos tipos de fuentes en los circuitos eléctricos.
3. Analizar los circuitos eléctricos que almacenan energía en el dominio del tiempo.

4. Formular modelos matemáticos de los diferentes dispositivos eléctricos de un circuito de CD o CA.
5. Simplificar los circuitos eléctricos como medio para su análisis.
6. Analizar circuitos eléctricos con amplificadores operacionales.
7. Calcular las diferentes clases de potencia presentes en un circuito de CA y corregir el factor de potencia.
8. Analizar y solucionar matemáticamente circuitos eléctricos de CD y CA, utilizando diferentes métodos.
9. Analizar y solucionar circuitos eléctricos lineales en estado estacionario y en estado transitorio.
10. Analizar circuitos de CA en el dominio del tiempo y en el dominio de la frecuencia.
11. Simular e implementar filtros pasivos y activos.
12. Analizar y solucionar matemáticamente circuitos bifásicos y trifásicos.
13. Elaborar e interpretar planos de circuitos eléctricos monofásicos, bifásicos y trifásicos.
14. Diseñar circuitos eléctricos de CD y CA y analizar su comportamiento físico y matemático.
15. Utilizar herramientas computacionales para la simulación y el análisis de circuitos eléctricos.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 1

Analizar, modelar, solucionar, calcular y diseñar circuitos eléctricos de corriente directa y de corriente alterna.¹

¹ Esta competencia contribuye al desempeño idóneo de varias funciones.

ÁREA TEMÁTICA 2: Campos electromagnéticos.

CONOCIMIENTOS (Saber)

Electrostática. Campo eléctrico estático, leyes de Coulomb y de Gauss, intensidad del campo eléctrico, potencial eléctrico, campo eléctrico estático en dieléctricos, polarización. Conductores y dieléctricos. Unidades. Condensadores y capacidad. Ecuaciones de Laplace y Poisson para el campo eléctrico. Corriente eléctrica estacionaria, resistencia, ley de Ohm, potencia y ley de Joule.

Magnetostática. Campo magnético estático, ley de Biot-Savart, ley de Ampere, flujo magnético, densidad de flujo, fuerzas magnéticas, unidades. Cálculo de inductancias, propiedades magnéticas de los materiales, condiciones de frontera, saturación, histéresis. Partículas cargadas en campos eléctricos y magnéticos. Campo magnético estático en materiales ferromagnéticos, magnetización.

Campos eléctricos y magnéticos que varían con el tiempo. Campos magnéticos cuasiestacionarios. Ley de Faraday, fuerza electromotriz. Ecuaciones de Maxwell. Funciones de potencial, potenciales retardados. Campos de dependencia armónica con el tiempo. Ondas electromagnéticas planas. Vector de Poynting. Efecto de superficie, profundidad de penetración. Propagación de ondas electromagnéticas, líneas de transmisión, guías de onda, antenas.

ACCIONES (Hacer)

1. Establecer modelos macroscópicos de los fenómenos electromagnéticos.
2. Clasificar los materiales con base en sus propiedades magnéticas.
3. Determinar las distribuciones de campos electromagnéticos en dispositivos eléctricos y electrónicos, con el fin de predecir el comportamiento de estos.
4. Utilizar leyes físicas y procedimientos matemáticos para calcular las variables asociadas a la presencia de campos electromagnéticos en diversas condiciones de espacio y de tiempo.
5. Analizar y predecir la variación de los campos electromagnéticos con el tiempo.
6. Calcular los parámetros básicos de los circuitos eléctricos y magnéticos.

7. Analizar y calcular las variables relacionadas con la propagación de ondas electromagnéticas en líneas de transmisión, guías de onda y antenas.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 2

Determinar las distribuciones de campos electromagnéticos en elementos eléctricos y electrónicos y calcular las diferentes variables asociadas a ellos.²

ÁREA TEMÁTICA 3: Dispositivos semiconductores.

CONOCIMIENTOS (Saber)

Dispositivos semiconductores. Unión P-N. Tecnología de los semiconductores. Tipos de diodos semiconductores, materiales, especificaciones, funcionamiento, polarización, circuitos, pequeña señal, aplicaciones. Transistor de unión bipolar y transistor de efecto de campo, Mosfet, otros transistores, operación, polarización, circuitos, pequeña señal, especificaciones. Dispositivos optoelectrónicos. Tiristores, dispositivos de potencia. Circuitos integrados. Manuales de especificaciones y de uso.

ACCIONES (Hacer)

1. Analizar las características y el funcionamiento de los diferentes dispositivos semiconductores.
2. Determinar el comportamiento estático de los dispositivos semiconductores.
3. Analizar las curvas características de los dispositivos semiconductores.
4. Analizar y diseñar circuitos con diodos y con transistores bipolares de unión y de efecto de campo.

² Esta competencia contribuye al desempeño idóneo de varias funciones.

5. Analizar y diseñar amplificadores de pequeña señal con transistores bipolares de unión y transistores de efecto de campo.
6. Utilizar herramientas computacionales para la simulación y el análisis de dispositivos semiconductores.
7. Utilizar los manuales de los fabricantes para especificar y seleccionar los dispositivos semiconductores.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 3

Analizar, especificar, seleccionar y utilizar dispositivos semiconductores en el diseño y en la construcción de circuitos electrónicos.³

ÁREA TEMÁTICA 4: Señales y sistemas.

CONOCIMIENTOS (Saber)

Señales y sistemas. Medición de variables físicas. Clasificación de señales. Representación matemática de señales. Filtros pasivos y activos. Clases de señales, continuas y discretas, propiedades. Clasificación de sistemas. Sistemas lineales invariantes con el tiempo, propiedades, convolución, ecuaciones. Análisis de Fourier –series y transformada- para señales y sistemas de tiempo continuo. Análisis de Fourier para señales de tiempo discreto. Transformada de Laplace y función de transferencia, propiedades. Modulaciones de amplitud y de frecuencia. Síntesis de circuitos. Transformada Z y sistemas de tiempo discreto, aplicaciones.

Análisis de sistemas. Fenómenos dinámicos, sistemas multivariados. Modelado de sistemas dinámicos mecánicos, eléctricos, térmicos y otros. Sistemas de tiempo continuo. Modelos internos y externos, ecuaciones de estado, funciones de transferencia. Sistemas lineales, respuesta en el tiempo, simulación, funciones de transferencia, diagramas de bloques. Sistemas no lineales, linealización.

³ Esta competencia contribuye al desempeño idóneo de varias funciones.

Análisis de estabilidad. Análisis de polos y ceros. Respuesta estacionaria de sistemas en tiempo y en frecuencia. Sistemas de tiempo discreto, muestreo, tiempo de muestreo. Sistemas híbridos analógico-digital.

ACCIONES (Hacer)

1. Analizar fenómenos dinámicos reales y representarlos mediante modelos matemáticos.
2. Identificar y analizar las analogías existentes entre diferentes sistemas dinámicos.
3. Utilizar técnicas matemáticas para el modelado de sistemas dinámicos.
4. Analizar las respuestas estáticas y dinámicas de sistemas dinámicos.
5. Formular modelos internos y externos de sistemas dinámicos.
6. Analizar el comportamiento de sistemas de elementos lineales que no varían con el tiempo.
7. Obtener modelos linealizados de sistemas no lineales.
8. Analizar el comportamiento de sistemas continuos y discretos.
9. Realizar el muestreo y la reconstrucción de señales discretas.
10. Convertir señales analógicas en digitales y viceversa.
11. Utilizar herramientas computacionales para el modelado y el análisis de sistemas dinámicos.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 4

Analizar y modelar el comportamiento de sistemas dinámicos.⁴

⁴ Esta competencia contribuye al desempeño idóneo de varias funciones

ÁREA TEMÁTICA 5: Electrónica analógica.

CONOCIMIENTOS (Saber)

Electrónica analógica. Realimentación, tipos, efectos, circuitos. Amplificadores de señal grande. Amplificadores de una etapa y multietapa, amplificador diferencial. Amplificador operacional teórico y real, aplicaciones lineales, inversor y no inversor, sumador, restador, integrador, derivador, comparador, realimentado, de potencia. Amplificadores operacionales con diodos. Amplificadores operacionales no lineales. Respuesta en frecuencia de un amplificador operacional. Generadores de señal lineales y no lineales. Amplificador de banda ancha. Amplificadores sintonizados. Amplificadores de instrumentación y de potencia. Osciladores, multivibradores. Modulación y demodulación. Filtros activos, tipos, diseño, implementación. Temporizadores. Interfase analógica-digital, convertidores CA/CD y CD/CA.

ACCIONES (Hacer)

1. Analizar y diseñar fuentes primarias de circuitos electrónicos.
2. Analizar y diseñar osciladores armónicos.
3. Aplicar los modelos circuitales equivalentes de diodos y de transistores bipolares de unión y de efecto de campo en el análisis de circuitos electrónicos.
4. Comparar las aplicaciones lineales y no lineales de los amplificadores operacionales.
5. Analizar y diseñar circuitos con amplificadores operacionales para solicitudes lineales y no lineales.
6. Solucionar problemas de distorsión, estabilidad y ruido de cualquier tipo de amplificador mediante la realimentación.
7. Programar circuitos lógicos combinatorios, circuitos secuenciales y máquinas de estado.
8. Calcular y diseñar filtros, teniendo en cuenta los requerimientos de los amplificadores operacionales.

9. Analizar, diseñar y evaluar subsistemas electrónicos para aplicaciones analógicas.
10. Elaborar e interpretar planos y diagramas de circuitos electrónicos.
11. Utilizar herramientas computacionales para el modelado de circuitos electrónicos.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 5

Modelar, analizar, diseñar, construir, programar y evaluar circuitos electrónicos analógicos.⁵

ÁREA TEMÁTICA 6: Circuitos y sistemas digitales.

CONOCIMIENTOS (Saber)

Circuitos y sistemas digitales. Fundamentos matemáticos de los circuitos digitales, sistemas numéricos, código binario, otros códigos. Función lógica, familias lógicas, compuertas lógicas, dispositivos de entrada y de salida. Álgebra booleana, mapas de Karnaugh, simbología. Circuitos lógicos básicos, circuitos lógicos combinatorios, dispositivos lógicos programables combinatorios, circuitos aritméticos, codificadores y decodificadores, multiplexores y demultiplexores. Lógica secuencial, cerrojos y flip-flops, contadores y registros. Máquinas de estado, circuitos secuenciales sincrónicos y asincrónicos, características. Dispositivos lógicos programables secuenciales, arquitectura. Memorias, estructura, clasificación, aplicaciones.

⁵ Esta competencia contribuye al desempeño idóneo de varias funciones.

ACCIONES (Hacer)

1. Utilizar dispositivos lógicos comerciales y dispositivos lógicos programables para el diseño y la construcción de circuitos digitales.
2. Utilizar las diversas clases de flip-flops para el diseño de máquinas de estado, contadores y registros.
3. Construir e implementar contadores ascendentes y descendentes así como codificadores y decodificadores para distintos tipos de aplicaciones.
4. Diseñar y programar circuitos combinatorios, secuenciales y máquinas de estado.
5. Especificar y evaluar sistemas digitales.
6. Seleccionar la memoria adecuada para una necesidad específica.
7. Analizar y diseñar subsistemas electrónicos de integración analógica-digital.
8. Utilizar herramientas computacionales para la programación de circuitos digitales.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 6

Modelar, analizar, diseñar, construir, programar y evaluar circuitos electrónicos digitales.

ÁREA TEMÁTICA 7: Microprocesadores y microcontroladores.

CONOCIMIENTOS (Saber)

Microcomputadores. *Hardware y software.* Arquitectura de los microcomputadores. Buses, memorias RAM y ROM, periféricos, unidad de

control, puertos de entrada y de salida. Tipos de interfaces, interpretación de los teclados, generación de caracteres en pantalla, puertos en paralelo y en serie, análisis de potencia, discos, video. Lenguaje ensamblador.

Microprocesadores. Familias de microprocesadores, arquitectura, características, organización lógica y física, direccionamiento, programación. Lenguaje de descripción del *hardware*, VHDL. Modelado de circuitos combinatorios y secuenciales, máquinas de estado, memorias, transferencia entre registros. Lenguajes de máquina de microprocesadores, tipos de instrucciones.

Microcontroladores. Principales familias de microcontroladores, arquitectura, estructura básica, características, programación. Interrupciones internas y externas. Modelado de circuitos con microcontroladores.

ACCIONES (Hacer)

1. Analizar, especificar y seleccionar los dispositivos utilizados en el diseño de un microcomputador personal.
2. Describir y analizar la estructura básica de un microprocesador y de un microcontrolador.
3. Establecer las semejanzas y las diferencias entre las diversas familias y tipos de microprocesadores y de microcontroladores disponibles en el mercado.
4. Seleccionar e implementar el microprocesador o el microcontrolador digital más adecuado para una necesidad particular.
5. Elaborar programas de mediana complejidad en lenguaje ensamblador para el manejo de los dispositivos de entrada y de salida de un microcomputador personal.
6. Elaborar programas de mediana complejidad en lenguaje ensamblador para sistemas basados en microprocesadores o en microcontroladores.
7. Analizar y diseñar sistemas y circuitos digitales simples basados en microprocesadores o en microcontroladores y analizar la integración de todas sus partes como un sistema.
8. Tener en cuenta la relación entre el *hardware* y el *software* de un sistema basado en microprocesadores o en microcontroladores.
9. Utilizar instrumentos y equipos que permitan la puesta a punto de sistemas basados en microprocesadores o microcontroladores

**COMPETENCIA ESPECÍFICA 7**

Seleccionar, modelar, analizar, diseñar, evaluar e implementar microprocesadores y microcontroladores digitales.

ÁREA TEMÁTICA 8: Electrónica de potencia.**CONOCIMIENTOS (Saber)**

Electrónica de potencia. Diodos y transistores de potencia, curvas características. Tiristor, curvas características, circuitos y dispositivos de disparo y de bloqueo. Conmutación del tiristor, tipos, características. Otros dispositivos de cuatro capas. Convertidores CA/CD y CD/CA controlados y no controlados. Controladores de CA monofásicos y trifásicos. Conexión y desconexión de semiconductores controlados. Fuentes de poder de CD y CA. Control de sistemas realimentados, velocidad y arranque de motores, regulación del voltaje en sistemas trifásicos. Control de variables en procesos industriales. Interruptores estáticos. Controlador lógico programable, aplicaciones industriales.

ACCIONES (Hacer)

1. Analizar, especificar y seleccionar dispositivos semiconductores utilizados en electrónica de potencia.
2. Analizar y simular circuitos con diodos y transistores de potencia.
3. Diseñar y evaluar configuraciones básicas de tiristores.
4. Analizar y diseñar subsistemas electrónicos de conmutación en potencia.
5. Diseñar y construir inversores CD/CA y CA/CD.
6. Diseñar y construir interruptores estáticos de CD y CA.

7. Diseñar y construir fuentes de poder de CD y CA.
8. Modelar y diseñar circuitos electrónicos para el control de variables de procesos industriales.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 8

Analizar, modelar, diseñar, construir y evaluar circuitos electrónicos de potencia.

ÁREA TEMÁTICA 9: Control automático.

CONOCIMIENTOS (Saber)

Sistemas analógicos de control. Realimentación, sistemas de lazo cerrado y de lazo abierto. Sistemas lineales. Criterios de desempeño de sistemas de control en estados estacionario y transitorio. Ruido y perturbación. Controladores, estabilidad. Técnicas de diseño clásicas, lugar de las raíces, control proporcional, PE y PI, respuesta de frecuencia, diagramas de Bode, compensadores en atraso y en adelante. Controladores PID. Técnicas de diseño algebraico. Diseño con ecuaciones de estado. Controlabilidad y observabilidad. Localización de polos, observadores. Herramientas computacionales para el diseño. Modelos utilizados en procesos industriales.

Sistemas digitales de control. Elementos básicos de un sistema de control de tiempo discreto. Procesamiento de señales, muestreo. Transformada Z y ecuaciones en diferencias. Sistemas de control discreto en lazo cerrado y en lazo abierto. Análisis en el dominio del tiempo y en el dominio de Z. Análisis de respuesta en frecuencia. Análisis de estabilidad, criterios. Compensación. Métodos clásicos de diseño. Análisis y diseño de sistemas en tiempo discreto en el espacio de estado. Modelado e identificación de sistemas. Control basado en microprocesadores. Diseño de controladores PID en tiempo discreto. Implantación numérica. Controlabilidad y observabilidad. Criterios y aspectos de selección de equipos. Herramientas computacionales.

ACCIONES (Hacer)

1. Aplicar los conceptos de control continuo y discreto en procesos industriales.
2. Decidir sobre la utilización de un sistema de control continuo o discreto para una necesidad específica.
3. Determinar las ecuaciones de estado de sistemas de control de tiempo continuo o discreto.
4. Formular modelos de sistemas de control y analizar sus comportamientos estático y dinámico.
5. Determinar las condiciones de estabilidad, rapidez y precisión de un sistema de control específico.
6. Analizar alternativas de configuración de sistemas de control y evaluar el efecto de la selección de elementos y configuraciones.
7. Determinar la respuesta en el dominio del tiempo y en el dominio de la frecuencia de un sistema de control digital.
8. Diseñar controladores PID discretos para el control de sistemas reales.
9. Diseñar y construir equipos de control basados en el uso de microprocesadores.
10. Analizar y diseñar sistemas para el control de variables analógicas y discretas en procesos industriales.
11. Interpretar las respuestas de los sistemas de control analógicos y digitales.
12. Diseñar los controladores para sistemas de control de variables analógicas y discretas y analizar sus características.
13. Utilizar técnicas matemáticas para el análisis y diseño de sistemas de control básicos.
14. Utilizar herramientas computacionales para el modelado y el análisis de sistemas de control.
15. Simular en un computador las respuestas en tiempo y en frecuencia de un sistema de control automático.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 9

Analizar, modelar, seleccionar, evaluar, diseñar e implementar componentes y sistemas de control automático analógicos y digitales.

ÁREA TEMÁTICA 10: Medios guiados de transmisión de señales.**CONOCIMIENTOS (Saber)**

Medios guiados de transmisión. Ondas electromagnéticas transversales. Medios de transmisión y su comportamiento en frecuencia. Líneas bifilares, cable coaxial, líneas de cinta y microcinta; ecuaciones características, análisis. Impedancia de entrada y característica, acoplamiento de la impedancia. Reactancia de entrada. Líneas desacopladas. Onda estacionaria. Carta de Smith. Pérdidas y eficiencia en líneas, distorsión, resonancia y factor de calidad. Cavidades resonantes. Parámetros y aplicaciones de las líneas de transmisión. Guías de onda, modelo de propagación, tipos, características. Conductores de fibra óptica, tipos, características, emisores y receptores ópticos, conversión electro-óptica y óptico-eléctrica, sistema de transmisión de fibra óptica.

ACCIONES (Hacer)

1. Seleccionar el medio de transmisión guiado más adecuado para unas condiciones específicas.
2. Identificar, analizar y evaluar los parámetros de operación de una línea de transmisión de señales.
3. Calcular, modelar y diseñar líneas de transmisión bifilar y coaxial.
4. Calcular, modelar y diseñar guías de onda.
5. Calcular, modelar y diseñar sistemas de transmisión con fibra óptica.
6. Identificar y diseñar el medio más apropiado para extender una red de comunicación, según las condiciones requeridas.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 10

Seleccionar, analizar, modelar, evaluar, calcular y diseñar medios guiados de transmisión de señales.

ÁREA TEMÁTICA 11: Propagación y antenas.

CONOCIMIENTOS (Saber)

Propagación de ondas electromagnéticas. Ecuaciones de Maxwell. Medios de radiación. Principios de la propagación, espectro de las ondas electromagnéticas, espectro radioeléctrico. Propiedades ópticas de las ondas de radio: reflexión, refracción, difracción, interferencia. Superposición de ondas. Enlace, pérdidas y ganancias, confiabilidad. Propagación en el espacio libre, por la superficie terrestre, por línea de vista y en un medio ionizado. Efectos de la tierra, la tropósfera y la ionósfera. Modelos de propagación. Ondas electromagnéticas en dieléctricos y en conductores, polarización y magnetización de medios materiales. Microondas, generación, elementos pasivos, enlaces terrestres y satelitales.

Antenas. Antenas de transmisión y de recepción. Operación y análisis de la antena. Parámetros, patrón de radiación, ganancia, eficiencia, ancho de banda, polarización, impedancia, potencia, directividad. Antena como circuito. Áreas. Enlace radial. Aspectos técnicos de las antenas. Dipolos eléctricos y magnéticos, tipos, características. Tipos de antenas, parámetros y aplicaciones. Antena lineal, antena de cuadro, antena de apertura, antena reflectora, antenas planas, arreglos de antenas, antenas inteligentes, antenas de propósito especial. Síntesis, diseño y construcción de antenas.

ACCIONES (Hacer)

1. Aplicar conceptos físicos y técnicas matemáticas para analizar el fenómeno de la radiación electromagnética.

2. Seleccionar, diseñar y construir medios de difusión de señales radioeléctricas de acuerdo con las condiciones de demanda y de tráfico.
3. Seleccionar, diseñar y construir antenas de recepción de señales radioeléctricas, de acuerdo con las condiciones de demanda y de tráfico.
4. Analizar y diseñar elementos de alimentación de antenas en sistemas de radiocomunicación.
5. Analizar y evaluar el comportamiento de las antenas y de los componentes relacionados con la emisión y la recepción de frecuencias electromagnéticas en bandas altas.
6. Modelar y diseñar enlaces terrestres de microondas punto a punto.
7. Modelar y diseñar enlaces de microondas entre satélites geoestacionarios.
8. Dimensionar una red celular desde el punto de vista de la cobertura y del tamaño de las celdas.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 11

Seleccionar, analizar, evaluar, calcular y diseñar medios de transmisión y recepción de señales radioeléctricas.

ÁREA TEMÁTICA 12: Redes y sistemas de telecomunicaciones.

CONOCIMIENTOS (Saber)

Redes de telecomunicaciones. Estructura general de las redes, , red básica, componentes. Transmisión, modulación y demodulación, ancho de banda, contaminaciones, modos y medios de transmisión, conmutación, arreglos de circuitos, enrutamiento. Regulación, organismos regulatorios, normas. Modelo de referencia OSI. Red digital de servicios integrados, elementos básicos, modelo,

arquitectura. Redes de datos, componentes, transmisión de datos, teleprocesamiento, arquitecturas, internet. Tipos de redes de telecomunicaciones: telegráfica, telefónica, privada, de radio y televisión, radiomóvil, satelital. Otros servicios de telecomunicaciones.

Sistemas de telecomunicaciones. Técnicas de multiplexación FDM, TDM, WDM y CDM. Técnica de multiplexación PDH, sistemas multiplex PDH, equipo terminal PDH, diagrama en bloques. Sincronización y señalización. Sistemas PDH de orden superior. Transmisión de señales PDH, medios de transmisión, fuentes de ruido, equipo terminal de línea, regenerador de línea, alimentación. Jerarquía digital sincrónica - SDH. Trama básica SDH. Equipos SDH. Sistemas de protección. Topologías de red, bus, anillo, malla, aplicaciones. Sincronización en redes SDH. Planeación en redes SDH, etapas, estrategia.

ACCIONES (Hacer)

1. Comparar, diferenciar y analizar los diversos tipos de redes de telecomunicaciones.
2. Identificar y analizar los componentes de una red de telecomunicaciones.
3. Identificar las diferentes topologías de distribución de una red de telecomunicaciones.
4. Identificar y analizar los servicios que soporta una red de telecomunicación.
5. Analizar una red de telecomunicación con base en el modelo de referencia OSI.
6. Analizar las técnicas de comunicación de los diferentes tipos de redes y sistemas telecomunicaciones.
7. Comparar y diferenciar los diversos tipos de sistemas de telecomunicaciones.
8. Identificar y analizar los componentes de un sistema de telecomunicación.
9. Identificar, describir y analizar las técnicas y configuraciones de los sistemas de telecomunicaciones digitales.
10. Identificar y analizar las normas que regulan las redes y los sistemas de telecomunicaciones.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 12

Comparar, identificar y analizar los diferentes tipos de redes y de sistemas de telecomunicaciones.

ÁREA TEMÁTICA 13: Sistemas de radiocomunicación.**CONOCIMIENTOS (Saber)**

Modulación y sistemas de radiocomunicación. Comunicaciones, señales y mensajes. Modulación y codificación. Señales, espectros y filtros. Señales aleatorias y ruido. Modulaciones lineal y exponencial. Ruido de modulación de onda continua. Modulaciones de amplitud y de ángulo de señales analógicas, esquemas en AM, FM y PM. Codificación digital de señales analógicas. Muestreo, cuantificación y codificación, control del error. Técnicas de modulación digital. Transmisión digital en banda base, características y aplicaciones. Desempeño de sistemas de comunicación digital en presencia de ruido y de interferencia. Transmisión digital con modulación de portadoras. Codificación de la fuente. Interfaces de transmisión. Teoría de la información. Sistemas con espectro ensanchado.

ACCIONES (Hacer)

1. Describir y analizar la estructura básica de un sistema de radiocomunicación analógico o digital y las funciones de sus elementos.
2. Solucionar situaciones de ruido e interferencia en sistemas de radiocomunicación analógicos y digitales.
3. Calcular los parámetros fundamentales de trabajo y obtener y los factores que intervienen en el funcionamiento de los sistemas de radiocomunicación digital.
4. Diseñar e implementar sistemas de radiocomunicación digital.
5. Evaluar sistemas de radiocomunicación digital.

6. Describir las funciones, estructura, funcionamiento y criterios fundamentales de diseño y análisis de los sistemas de radiocomunicación.
7. Aplicar las técnicas de modulación en sistemas de radiocomunicación y radiodifusión.
8. Efectuar mediciones en sistemas de radiocomunicación y radiodifusión.
9. Elaborar y utilizar programas de computación para el cálculo, el análisis y la simulación de dispositivos y sistemas de radiocomunicación digital.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 13

Calcular, analizar, simular, evaluar, diseñar e implementar sistemas de radiocomunicación analógicos y digitales.

ÁREA TEMÁTICA 14: Sistemas de conmutación.

CONOCIMIENTOS (Saber)

Sistemas de conmutación. Telefonía, tipos de sistemas telefónicos, elementos de una central telefónica. Circuitos del sistema telefónico. Conmutación de circuitos, de paquetes y de celdas. Ingeniería de tráfico, probabilidades, medición del tráfico, congestión, modelado. Conmutadores digitales. Sincronización de redes digitales. Señalización en redes digitales. Sistemas comerciales de conmutación digital. Sistema de numeración. Tarifación. Operación y mantenimiento de centrales digitales. Servicios avanzados de telecomunicación. Telefonía móvil, tipos, teléfonos, servicios, topología, reutilización de frecuencias, establecimiento de llamadas, estándares.

ACCIONES (Hacer)

1. Describir y analizar los elementos de conmutación, señalización y tráfico de un sistema de telecomunicaciones.
2. Comparar, analizar y evaluar las tecnologías de conmutación de circuitos, de paquetes y de celdas.
3. Comparar y analizar las arquitecturas de conmutación ofrecidas en el mercado.
4. Seleccionar la técnica de conmutación más adecuada para un determinado sistema de telecomunicaciones.
5. Analizar, adaptar y evaluar sistemas de conmutación digital.
6. Mantener y modernizar sistemas de conmutación digital.
7. Analizar y evaluar los mecanismos de calidad de servicio y control de tráfico existentes.
8. Tener en cuenta el tráfico telefónico en el dimensionamiento de una central telefónica.
9. Comparar y analizar los diferentes tipos de telefonía móvil existentes en el mercado.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 14

Comparar, analizar, evaluar, adaptar, mantener y modernizar sistemas de conmutación de telecomunicaciones.

ÁREAS TEMÁTICAS ESPECÍFICAS DE LA INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y DE TELECOMUNICACIONES Y COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DEL INGENIERO ELECTRÓNICO Y DE TELECOMUNICACIONES

No.	ÁREAS TEMÁTICAS	COMPETENCIAS ESPECÍFICAS
1	Circuitos eléctricos	Analizar, modelar, solucionar, calcular y diseñar circuitos eléctricos de corriente directa y de corriente alterna.
2	Campos electromagnéticos	Determinar las distribuciones de campos electromagnéticos en elementos eléctricos y electrónicos y calcular las diferentes variables asociadas a ellos.
3	Dispositivos semiconductores	Analizar, especificar, seleccionar y utilizar dispositivos semiconductores en el diseño y en la construcción de circuitos electrónicos.
4	Señales y sistemas	Analizar y modelar y el comportamiento de sistemas dinámicos.
5	Electrónica analógica	Modelar, analizar, diseñar, construir, programar y evaluar circuitos electrónicos analógicos.
6	Circuitos y sistemas digitales	Modelar, analizar, diseñar, construir, programar y evaluar circuitos electrónicos digitales.
7	Microprocesadores y microcontroladores	Seleccionar, modelar, analizar, diseñar, evaluar e implementar microprocesadores y microcontroladores digitales.

8	Electrónica de potencia	Analizar, modelar, diseñar, construir y evaluar circuitos electrónicos de potencia.
9	Control automático	Analizar, modelar, seleccionar, evaluar, diseñar e implementar componentes y sistemas de control automático analógicos y digitales.
10	Medios guiados de transmisión de señales	Seleccionar, analizar, modelar, evaluar, calcular y diseñar medios guiados de transmisión de señales.
11	Propagación y antenas	Seleccionar, analizar, evaluar, calcular y diseñar medios de transmisión y recepción de señales radioeléctricas.
12	Redes y sistemas de telecomunicaciones	Comparar, identificar y analizar los diferentes tipos de redes y de sistemas de telecomunicaciones.
13	Sistemas de radiocomunicación	Calcular, analizar, simular, evaluar, diseñar e implementar sistemas de radiocomunicación analógicos y digitales.
14	Sistemas de conmutación	Comparar, analizar, evaluar, adaptar, mantener y modernizar sistemas de conmutación de telecomunicaciones.

AGRUPACIÓN DE LAS COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DEL INGENIERO ELECTRÓNICO Y DE TELECOMUNICACIONES EN FUNCIONES

FUNCIÓN 1
Modelar, analizar, diseñar, construir, programar y evaluar circuitos y sistemas digitales.
COMPETENCIAS ESPECÍFICAS
<ul style="list-style-type: none"> 6. Modelar, analizar, diseñar, construir, programar y evaluar circuitos electrónicos digitales. 7. Seleccionar, modelar, analizar, diseñar, evaluar e implementar microprocesadores y microcontroladores digitales.

FUNCIÓN 2
Analizar, modelar, seleccionar, diseñar, operar y mantener sistemas de control electrónicos para procesos industriales.
COMPETENCIAS ESPECÍFICAS
<ul style="list-style-type: none"> 8. Analizar, modelar, diseñar, construir y evaluar circuitos electrónicos de potencia. 9. Analizar, modelar, seleccionar, evaluar, diseñar e implementar componentes y sistemas de control automático analógicos y digitales.

FUNCIÓN 3

Seleccionar, analizar, simular, evaluar, calcular y diseñar medios de transmisión de señales electromagnéticas.

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

10. Seleccionar, analizar, modelar, evaluar, calcular y diseñar medios guiados de transmisión de señales.
11. Seleccionar, analizar, evaluar, calcular y diseñar medios de transmisión y recepción de señales radioeléctricas.

FUNCIÓN 4

Seleccionar, analizar, simular, evaluar, calcular y diseñar sistemas y redes de comunicación de señales electromagnéticas.

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

12. Comparar, identificar y analizar los diferentes tipos de redes y de sistemas de telecomunicaciones.
13. Calcular, analizar, simular, evaluar, diseñar e implementar sistemas de radiocomunicación analógicos y digitales.
14. Comparar, analizar, evaluar, adaptar, mantener y modernizar sistemas de conmutación de telecomunicaciones.

PROGRAMAS ACADÉMICOS CONSULTADOS

INSTITUCIÓN	CIUDAD
1. Fundación Universitaria San Martín	Bogotá
2. Universidad Autónoma del Caribe	Barranquilla
3. Universidad Católica de Colombia	Bogotá
4. Universidad Cooperativa de Colombia	Bogotá
5. Universidad del Cauca	Popayán

CAPÍTULO 10

FORMACIÓN ESPECÍFICA DE LOS INGENIEROS MECÁNICOS

ÁREAS TEMÁTICAS ESPECÍFICAS DE LA INGENIERÍA MECÁNICA

1. Comunicación gráfica
2. Mecánica
3. Resistencia de materiales
4. Cálculo de elementos de máquinas
5. Diseño de máquinas
6. Procesos de manufactura
7. Materiales de ingeniería
8. Mantenimiento industrial
9. Máquinas y procesos térmicos
10. Máquinas y redes hidráulicas
11. Electricidad
12. Electrónica
13. Control automático
14. Automatización hidráulica y neumática

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DEL INGENIERO MECÁNICO

ÁREA TEMÁTICA 1: Comunicación gráfica.

CONOCIMIENTOS (Saber)

Dibujo básico. Instrumentos y accesorios utilizados en el dibujo. Bocetos de ingeniería. Sistemas de proyección. Formatos, rótulos y plegado de planos. Construcciones geométricas. Proyección ortogonal. Perspectivas. Representación isométrica. Escalas. Dimensionamiento y acotado. Cortes y secciones. Ajustes y tolerancias. Convenciones y símbolos. Acabado superficial. Normas de dibujo nacionales e internacionales.

Dibujo de elementos de máquinas. Engranajes, poleas y correas, cadenas, árboles y ejes, chavetas, pasadores, bridas, cojinetes, rodamientos, formas y perfiles, estructuras. Ensamblajes. Uniones fijas atornilladas, remachadas y soldadas. Redes sanitarias, hidráulicas, neumáticas y eléctricas. Planos de montaje y de detalle.

Geometría descriptiva. Proyecciones principales y auxiliares, proyección de puntos, líneas y planos, proyecciones sobre un plano. Superficies planas. Determinación de puntos, líneas y planos en el espacio. Longitudes verdaderas de líneas, dirección, pendiente, proyección como punto. Planos en el espacio, formas verdaderas, orientación, pendiente, proyección como línea. Relaciones entre líneas. Intersección de líneas y planos, intersección de planos, intersección de poliedros. Rotación de objetos en el espacio, cuerpos de revolución. Intersección de superficies, desarrollo de superficies.

Dibujo con computador. Programas computacionales para el dibujo de ingeniería, comandos, simulaciones, entornos, aplicación de normas, elementos y conjuntos, aplicaciones en dos y en tres dimensiones.

ACCIONES (Hacer)

1. Elaborar e interpretar bocetos a mano alzada de elementos de máquinas.
2. Utilizar los instrumentos y los accesorios de dibujo manual, de acuerdo con sus características y condiciones.

3. Utilizar el trazado geométrico como base para la representación gráfica de elementos mecánicos.
4. Imaginar objetos sólidos, vistos desde distintas posiciones.
5. Construir e interpretar las proyecciones principales y auxiliares de un sólido.
6. Hacer la representación isométrica de un objeto con base en sus vistas.
7. Aplicar las escalas para hacer la representación gráfica de elementos muy grandes o muy pequeños.
8. Elaborar e interpretar planos de elementos y conjuntos mecánicos.
9. Elaborar e interpretar planos de detalle, de montaje, de despiece y de fabricación.
10. Elaborar e interpretar planos de redes sanitarias, hidráulicas, neumáticas y eléctricas.
11. Aplicar las normas técnicas, nacionales e internacionales que rigen el dibujo de máquinas.
12. Verificar la funcionalidad de sistemas mecánicos a partir de la revisión de sus planos.
13. Modelar elementos y conjuntos de máquinas con el apoyo de herramientas computacionales, en dos y en tres dimensiones.
14. Utilizar la información suministrada en tablas y catálogos de elementos normalizados para el dibujo de conjuntos mecánicos.
15. Desarrollar las superficies de sólidos, de acuerdo con las necesidades de fabricación.
16. Determinar las intersecciones entre sólidos para planificar los procesos de fabricación respectivos.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 1

Elaborar e interpretar planos de elementos y de conjuntos mecánicos.¹

ÁREA TEMÁTICA 2: Mecánica.**CONOCIMIENTOS (Saber)**

Estática. Escalares y vectores. Cosenos directores, vector unitario, operaciones con vectores. Unidades. Fuerzas, tipos. Equilibrio de la partícula. Fuerzas sobre un cuerpo rígido. Sistemas bidimensionales y tridimensionales. Sistema equivalente de fuerzas. Sistemas de fuerzas y momentos. Vectores de fuerzas y de momentos. Equilibrio del cuerpo rígido. Reacciones en los apoyos de un cuerpo rígido. Cargas distribuidas. Cuerpos estáticamente indeterminados. Rozamiento seco, características, aplicaciones. Centros de gravedad, centroides, centros de masa y momentos de inercia. Análisis de fuerzas en estructuras, vigas y cables.

Dinámica. Sistemas de coordenadas. Movimiento lineal, angular y curvilíneo. Cinemática de la partícula, movimiento rectilíneo uniforme, movimiento rectilíneo uniformemente acelerado. Cinemática del cuerpo rígido; posición, velocidad y aceleración; velocidad y aceleración relativas, centro instantáneo de rotación, aceleración de Coriolis. Cinética de la partícula, segunda ley de Newton, equilibrio dinámico, momento lineal y momento angular. Cinética del cuerpo rígido. Fuerza, masa y aceleración. Leyes del movimiento. Principio de trabajo y energía. Conservación de la energía. Principio de impulso y cantidad de movimiento, leyes de Euler. Impacto.

Mecanismos. Clasificación de los mecanismos. Cadenas cinemáticas. Métodos gráficos y analíticos para el análisis de desplazamientos, velocidades y aceleraciones de cadenas cinemáticas. Balanceo estático y dinámico. Engranajes. Uniones móviles y fijas. Rodadura y deslizamiento. Rozamiento. Grados de libertad.

¹ Esta competencia contribuye al desempeño idóneo de varias funciones.

ACCIONES (Hacer)

1. Analizar el estado de carga de cualquier sistema en equilibrio estático.
2. Utilizar los diagramas de cuerpo libre para identificar las fuerzas que actúan sobre los elementos de un sistema mecánico en equilibrio estático.
3. Simplificar las situaciones de equilibrio estático, sustituyendo los sistemas de fuerzas reales por sistemas equivalentes más simples.
4. Definir las condiciones de indeterminación de un sistema estático.
5. Aplicar el concepto de rozamiento en el análisis de sistemas mecánicos sometidos a condiciones estáticas o dinámicas.
6. Determinar los parámetros de posición, velocidad y aceleración en puntos y eslabones de cadenas cinemáticas.
7. Calcular las fuerzas generadas sobre cada uno de los elementos que componen un mecanismo a partir de su análisis de carga.
8. Seleccionar y dimensionar mecanismos articulados típicos.
9. Seleccionar y dimensionar el mecanismo óptimo, de acuerdo con la función que debe desempeñar.
10. Determinar la forma como se transmiten las fuerzas entre las piezas de una máquina.
11. Calcular, analizar y evaluar el estado de equilibrio estático o dinámico de elementos en rotación.
12. Predecir el comportamiento de sistemas mecánicos en relación con la posición, la velocidad, la aceleración y las fuerzas ejercidas en diferentes puntos de elementos rígidos.
13. Determinar la configuración básica de una máquina o un sistema mecánico.
14. Calcular y optimizar mecanismos de acuerdo con las necesidades de trayectoria, desplazamiento, velocidad, fuerza y resistencia de sus componentes, en dos y en tres dimensiones.
15. Adaptar mecanismos existentes a nuevas necesidades.

16. Utilizar procedimientos matemáticos, gráficos y computacionales para analizar y predecir el comportamiento cinemático y cinético de elementos de máquinas.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 2

Realizar el análisis funcional de elementos y sistemas mecánicos.

ÁREA TEMÁTICA 3: Resistencia de materiales.

CONOCIMIENTOS (Saber)

Clasificación de las cargas. Capacidad de los cuerpos para soportar cargas. Deformación de los cuerpos como resultado de las cargas. Equilibrio de un cuerpo deformable. Unidades. Tracción, compresión, torsión y flexión. Deflexión, pandeo. Cargas transversales. Cargas y esfuerzos combinados.

Esfuerzos y deformaciones. Concepto de esfuerzo, esfuerzo normal, esfuerzo cortante, esfuerzo cortante transversal, esfuerzo admisible, esfuerzo de trabajo. Factor de seguridad. Transformación del esfuerzo. Concentración de esfuerzos. Deformación y desplazamiento. Ley de Hooke, relación de Poisson. Deformaciones unitarias por esfuerzo normal y por esfuerzo cortante. Estado plano de deformaciones. Ecuaciones de compatibilidad. Deformaciones elástica y plástica. Deformación por cambios de temperatura. Transformación de la deformación unitaria.

ACCIONES (Hacer)

1. Analizar el estado general de esfuerzos en cualquier punto de un elemento o una estructura.
2. Determinar el estado de deformaciones de elementos mecánicos sometidos a carga.

3. Determinar gráficamente el estado de esfuerzos, desplazamientos y deformaciones en cualquier punto de un elemento mecánico.
4. Verificar la seguridad de los componentes de un sistema mecánico, teniendo en cuenta los materiales utilizados, las formas y las dimensiones.
5. Evaluar la resistencia, la rigidez y la estabilidad de un sistema mecánico sometido a condiciones de carga.
6. Dimensionar elementos de máquinas sometidos a tracción, torsión, flexión o cargas combinadas.
7. Determinar los materiales, las formas y las dimensiones de piezas sometidas a diversos tipos de carga.
8. Establecer criterios básicos de diseño para sistemas sometidos a cambios de temperatura.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 3

Identificar y calcular las deformaciones y los esfuerzos internos que se producen en elementos mecánicos sometidos a condiciones de carga.

ÁREA TEMÁTICA 4: Cálculo de elementos de máquinas.

CONOCIMIENTOS (Saber)

Falla. Mecanismos de falla, causas, morfología, proceso y prevención. Fallas debidas a cargas estáticas y dinámicas, criterios de falla para materiales dúctiles y frágiles, esfuerzo admisible, factor de seguridad. Fatiga, esfuerzos cíclicos, resistencia a la fatiga, regímenes de fatiga, factores que afectan el límite a la fatiga, aplicaciones en elementos de máquinas. Vibraciones, vibraciones libres y forzadas, vibraciones amortiguadas, vibraciones torsionales, amplificación y resonancia, prevención de las vibraciones.

Contacto. Esfuerzos de contacto, aplicaciones. Rozamiento, tipos de rozamiento. Lubricación, tipos de lubricación, lubricantes, viscosidad, propiedades de los lubricantes, desgaste, tipos de desgaste.

Cálculo de elementos. Análisis estructural. Cálculo de elementos de máquinas de aplicación general; tornillos de potencia; uniones atornilladas, remachadas y soldadas; resortes, cojinetes de rodamiento y de deslizamiento; engranajes cilíndricos, helicoidales, cónicos y tornillo sinfín; ejes, árboles, chavetas y pasadores; transmisiones por correas, cadenas, ruedas dentadas y cables; acoplamientos, frenos, embragues y volantes. Vigas, columnas, recipientes cilíndricos y esféricos sometidos a presión. Ajustes y tolerancias, ajustes por contracción, ajustes a presión, tolerancias geométricas, rugosidad. Normas técnicas, manuales, catálogos, información comercial.

ACCIONES (Hacer)

1. Calcular y dimensionar elementos de sujeción de máquinas.
2. Calcular y dimensionar componentes para absorción de energía.
3. Calcular y dimensionar componentes para la transmisión de potencia en máquinas.
4. Calcular y dimensionar elementos de máquinas que cumplan con los requerimientos de resistencia, rigidez y estabilidad.
5. Calcular y dimensionar vigas y columnas.
6. Calcular y dimensionar recipientes de pared delgada o gruesa sometidos a presión.
7. Seleccionar elementos de máquinas normalizados.
8. Aplicar criterios de falla en el cálculo de elementos de máquinas.
9. Aplicar criterios de resistencia a la fatiga en el cálculo de elementos de máquinas sometidos a esfuerzos fluctuantes.
10. Determinar factores de seguridad en el cálculo y selección de elementos de máquinas.
11. Determinar los ajustes y tolerancias requeridos para el montaje de piezas de precisión en sistemas mecánicos.

12. Evaluar y prevenir la posibilidad de vibraciones mecánicas en elementos de máquinas.
13. Tener en cuenta el efecto del rozamiento en el cálculo de elementos de máquinas.
14. Calcular y dimensionar los sistemas de obturación y de lubricación de elementos mecánicos con movimiento relativo.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 4

Seleccionar, calcular y dimensionar elementos de máquinas de aplicación general.

ÁREA TEMÁTICA 5: Diseño de máquinas.

CONOCIMIENTOS (Saber)

Metodología del diseño. Métodos de diseño. El producto. Reconocimiento de la necesidad. Identificación y definición del problema. Limitaciones y restricciones. Diseño preliminar. Análisis de costos y posibilidad de manufactura. Documentación y generación de ideas. Evaluación de alternativas y toma de decisiones. Especificaciones de diseño. Ergonomía y productividad. Evaluación del diseño, elaboración de prototipos, experimentación. Producción, montaje y manufactura. Aspectos legales, patentes y propiedad intelectual. Códigos y normas. Seguridad y confiabilidad. Informe técnico. Consideraciones estadísticas para el diseño.

ACCIONES (Hacer)

1. Definir un problema de tipo mecánico a partir del reconocimiento de una necesidad.

2. Determinar las funciones que debe realizar un sistema para solucionar un problema particular.
3. Proponer diferentes alternativas para la obtención de un elemento o sistema mecánico.
4. Decidir respecto a la mejor alternativa de diseño de un elemento o sistema mecánico con base en criterios técnicos, económicos, estéticos, ecológicos, ergonómicos, legales y de funcionalidad, entre otros.
5. Aplicar los criterios de seguridad y confiabilidad en el diseño de elementos o sistemas mecánicos.
6. Utilizar la información científica y tecnológica disponible para el diseño de un elemento o un sistema mecánico.
7. Utilizar las normas técnicas en el diseño de elementos y sistemas mecánicos.
8. Calcular y seleccionar elementos normalizados en el diseño de sistemas mecánicos.
9. Diseñar máquinas o sistemas mecánicos básicos.
10. Establecer y aplicar criterios de evaluación para un diseño.
11. Planear e implementar estrategias para experimentación con prototipos.
12. Seleccionar y determinar los procesos de producción, montaje o manufactura de los elementos o sistemas diseñados.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 5

Diseñar elementos y sistemas mecánicos.

ÁREA TEMÁTICA 6: Procesos de manufactura.

CONOCIMIENTOS (Saber)

Metrología. Concepto, unidades y patrones de medida. Instrumentos de medición, clasificación, componentes, sensibilidad, resolución, exactitud, precisión, ajuste e interferencia, escalas. Errores de medición. Patronamiento de instrumentos de medición.

Fundición de metales. Moldeo en arena. Arenas de moldeo, propiedades. Modelos, moldes y machos. Otros procesos de moldeo. Fusión, colada, solidificación, desmolde, limpieza y acabado, defectos. Hornos de cubilote, hornos de crisol, hornos eléctricos.

Soldadura. Arco eléctrico, resistencia, fusión, soldadura en estado sólido, procesos TIG, MIG, MAG, arco sumergido, oxígeno y gas combustible, corte térmico, plasma. Consideraciones de diseño, calidad, estructura de la unión, máquinas de soldar, defectos de la soldadura, esfuerzos residuales, cálculos, normas.

Procesos de deformación plástica de metales. Trabajo en frío y en caliente. Clasificación de procesos: forjado, trefilado, troquelado, estampado, laminado, extrusión. Características de cada proceso, selección, variables de trabajo, equipos, usos, defectos, limitaciones.

Máquinas herramientas. Posibilidad de fabricación con máquinas herramientas. Geometría de herramientas de corte, materiales para herramientas, efecto de la temperatura, condiciones de corte, energía y potencia en el corte; operaciones, accesorios, formación de la viruta, refrigerantes. Torneado, fresado, taladrado, limado, rectificado, electroerosionado. Centros de maquinado, máquinas herramientas de control numérico, aplicaciones industriales, CAD/CAM.

Otros procesos: Pulvimetalurgia, características de los polvos metálicos, producción, prensado y sinterizado. Procesos de conformación de plásticos, extrusión, inyección y soplado, equipos, análisis de variables en el proceso. Producción de cerámicos, vaciado, conformado y sinterizado, variables.

Funciones de apoyo a la producción. Ingeniería de producción, planeación y control; medición e inspección, control de calidad. Automatización de procesos de producción. Criterios económico y técnico de producción.

ACCIONES (Hacer)

1. Especificar y evaluar el funcionamiento de los instrumentos utilizados para medir las dimensiones de elementos físicos.
2. Utilizar los instrumentos adecuados para la medición de dimensiones de elementos físicos.
3. Determinar el proceso más adecuado para la producción industrial de una pieza a partir de sus condiciones de diseño.
4. Determinar el procedimiento que se debe seguir, la materia prima que se debe utilizar y el equipo requerido para producir piezas metálicas por fundición y moldeo, en condiciones técnicas y económicas favorables.
5. Seleccionar el sistema, los equipos y los elementos necesarios, así como las condiciones de operación, para realizar uniones soldadas, de acuerdo con los requerimientos de diseño.
6. Seleccionar y controlar los procesos de deformación plástica más adecuados para la fabricación en serie de piezas metálicas con determinadas características de resistencia mecánica y de forma.
7. Identificar, prevenir y corregir los defectos de las piezas producidas mediante los diferentes procesos de manufactura.
8. Especificar las máquinas herramientas, los equipos y los accesorios que se deben emplear, las condiciones con que se deben operar y las cadenas de manufactura que se deben implementar para la producción de elementos metálicos.
9. Programar operaciones básicas con máquinas herramientas de control numérico.
10. Seleccionar el procedimiento y los equipos necesarios para la fabricación de elementos poliméricos.
11. Implementar procesos para controlar la calidad de piezas fabricadas con diferentes procedimientos.
12. Mantener la maquinaria y los equipos utilizados en los diversos procesos de producción de piezas a nivel industrial.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 6

Seleccionar, implementar y controlar los procesos de fabricación industrial de piezas o elementos.

ÁREA TEMÁTICA 7: Materiales de ingeniería.**CONOCIMIENTOS (Saber)**

Química. Estructura de la materia, materia y energía, clases, estados y propiedades de la materia. Naturaleza eléctrica de la materia, modelo atómico, teorías cuántica y ondulatoria. Enlace químico, tabla periódica, propiedades periódicas, tipos de enlaces. Cálculos químicos, ecuaciones y estequiometría. Sólidos, líquidos y gases, propiedades generales, ecuaciones, cambios de fase. Soluciones, tipos, propiedades, ácidos y sales. Electroquímica y corrosión.

Aspectos generales de los materiales. Clasificación, tipos de materiales utilizados en ingeniería. Estructuras cristalinas y no cristalinas, imperfecciones cristalinas, difusión. Soluciones sólidas, solubilidad, clasificación de las soluciones sólidas, diagramas de fase, transformaciones de fase. Criterios de selección de materiales. Propiedades químicas, eléctricas, magnéticas, ópticas, térmicas y mecánicas de los materiales, unidades.

Metales. Fases sólidas, tipos de solubilidad, diagramas de fase, microestructura, composición y propiedades. El hierro, aleaciones del hierro, diagrama Fe-C, elementos aleantes, aceros, tipos de aceros, fundiciones, tipos de fundiciones, propiedades. Metales no ferrosos y sus aleaciones: cobre, aluminio y titanio. Tratamientos térmicos de los metales, tratamientos térmicos simples, tratamientos térmicos superficiales. Oxidación y reducción. Electroquímica y corrosión, tipos de corrosión, protección contra la corrosión.

Otros materiales. Cerámicos, arcillas, refractarios, vidrios inorgánicos y nuevos materiales. Polímeros, clasificación, reacciones de polimerización, polímeros termoplásticos, termoestables y elastómeros, comportamiento. Materiales compuestos, refuerzos de fibras y de partículas, compuestos laminares. Hormigón y madera. Materiales utilizados en electricidad y en electrónica.

Propiedades mecánicas y ensayos de materiales. Ensayos de propiedades mecánicas: tracción, compresión, flexión, torsión, dureza, fatiga, impacto y energía, embutición. Comportamiento esfuerzo-deformación unitaria. Energía de deformación. Elasticidad, resistencia, plasticidad, tenacidad, elongación, rigidez, estabilidad. Ensayos no destructivos: líquidos penetrantes, partículas magnéticas, rayos x, ultrasonido. Normas nacionales e internacionales para la realización de ensayos.

ACCIONES (Hacer)

1. Plantear alternativas para la selección de materiales en aplicaciones de ingeniería.
2. Clasificar y comparar los materiales utilizados en ingeniería teniendo en cuenta su estructura atómica.
3. Seleccionar el tipo de material para un uso particular en ingeniería con base en el análisis de los enlaces atómicos.
4. Prever las fallas o las dificultades que pueden presentarse al emplear determinados materiales en la fabricación de un elemento.
5. Identificar las estructuras internas de los aceros y de las fundiciones.
6. Seleccionar y especificar un acero con base en normas internacionales.
7. Proponer la realización de un determinado tratamiento térmico en un elemento metálico, a partir de las exigencias requeridas.
8. Seleccionar aleaciones ferrosas y no ferrosas con base en las características generales de estas y sus aplicaciones típicas.
9. Prever la presencia de efectos corrosivos en elementos metálicos y tomar las precauciones necesarias.
10. Identificar y seleccionar los materiales poliméricos, cerámicos y compuestos más adecuados para una sollicitación específica.
11. Determinar experimentalmente las propiedades mecánicas de los materiales, de acuerdo con las normas existentes para tal fin.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 7

Seleccionar el material más adecuado para una determinada aplicación de ingeniería mecánica.

ÁREA TEMÁTICA 8: Mantenimiento industrial.**CONOCIMIENTOS (Saber)**

Administración del mantenimiento. El mantenimiento dentro de la estructura de la empresa, relaciones del mantenimiento con el entorno; recurso humano, funciones y actividades. Modos de gestión, enfoques sistémico y analítico, inspección. Mantenimientos correctivo, preventivo, predictivo, productivo total y centrado en la confiabilidad. Indicadores de gestión, concepto y función de los indicadores. Análisis de prioridades, confiabilidad, disponibilidad, mantenibilidad, volumen de mantenimiento, ciclo de vida, otros indicadores. Sistemas de información manual y automatizado, elementos, gestión de repuestos. Planeación y control, métodos, instrumentos, orden de trabajo, realimentación.

Aspectos operativos. Mantenimiento de máquinas y sistemas mecánicos, sistemas térmicos e hidráulicos, sistemas eléctricos, sistemas de manejo de materiales, sistemas de medición y de control, sistemas de protección, sistemas de seguridad. Análisis de fallas, fatiga, termofluencia, corrosión. La lubricación aplicada al mantenimiento: lubricantes, procedimientos de lubricación. Las vibraciones en el mantenimiento: medición, análisis y corrección. Instrumentación para inspección de equipos. Técnicas de inspección y de análisis.

ACCIONES (Hacer)

1. Organizar y administrar la dependencia de mantenimiento de una planta industrial.
2. Elaborar y desarrollar programas de mantenimiento, seleccionando los modos de gestión más adecuados a las necesidades específicas de los equipos.

3. Seleccionar y aplicar los indicadores de gestión de mantenimiento más apropiados a las características de una empresa.
4. Seleccionar y utilizar los sistemas de información de mantenimiento adecuados a las condiciones particulares de una empresa.
5. Planear y controlar las actividades de mantenimiento de una planta industrial.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 8

Organizar, administrar, planear y controlar las actividades de mantenimiento en plantas industriales.

ÁREA TEMÁTICA 9: Máquinas y procesos térmicos.

CONOCIMIENTOS (Saber)

Termodinámica. Formas de energía. Propiedades termodinámicas, presión, volumen, temperatura, unidades. Sistema y volumen de control. Sustancia de trabajo. Ley cero. Propiedades de una sustancia pura. Trabajo y calor, conservación de masa y de energía, primera ley, entalpía, capacidad calorífica. Segunda ley, reversibilidad e irreversibilidad, entropía, equilibrio, rendimiento, disponibilidad. Gráficos termodinámicos. Gases reales e ideales, mezclas de gases. Mezclas gas-vapor, psicrometría, acondicionamiento de aire. Ciclos de potencia de gases, ciclos de potencia de vapor, ciclos de refrigeración. Expansión y compresión de fluidos, flujo de fluido a alta velocidad.

Transferencia de calor. Concepto, unidades. Conducción en estado estable, ley de Fourier, conductividad térmica, gradiente de temperatura, conducción en estado transitorio. Convección, ley de Newton, coeficiente de película, convección libre y forzada, números adimensionales. Radiación, ley de Boltzman, cuerpos negros y grises; absorción, reflexión y transmisión. Mecanismos combinados de transferencia de calor. Transferencia de calor con cambio de fase. Aislamiento térmico.

Plantas térmicas. Fuentes de energía. Tipos de plantas térmicas, clasificación, elementos básicos. Ciclos de vapor y de gas. Balance de energía, rendimiento de una planta térmica, análisis termodinámico. Calderas acuotubulares y pirotubulares. Turbinas, clasificación, selección. Condensadores, torres de enfriamiento. Combustibles y combustión, pérdidas de calor, tiro. Tuberías y accesorios. Sistemas auxiliares, instrumentos de medición y de control. Tratamiento del agua. Plantas de cogeneración, ciclos combinados de gas y vapor, otros tipos de plantas. Impacto ambiental. Evaluación de plantas térmicas.

Otras máquinas y sistemas térmicos. Equipos de aprovechamiento de vapor, equipos de refrigeración y de aire acondicionado, motores de combustión interna, compresores, intercambiadores de calor, redes y accesorios.

ACCIONES (Hacer)

1. Identificar y analizar los diferentes procesos térmicos de una planta industrial.
2. Juzgar si un proceso térmico propuesto es posible o imposible de realizar.
3. Calcular la eficiencia de una máquina o de un sistema térmico.
4. Establecer las causas de la baja eficiencia de una máquina o un sistema térmico y proponer soluciones para mejorarla.
5. Calcular y seleccionar una máquina o un sistema térmico de acuerdo con las necesidades específicas de un proceso.
6. Realizar el balance térmico de máquinas y sistemas térmicos y de sus componentes.
7. Seleccionar equipos y materiales para diferentes aplicaciones en transferencia de calor.
8. Analizar y calcular situaciones de pérdidas de calor en sistemas térmicos y tomar las medidas necesarias para minimizarlas.
9. Plantear soluciones para mejorar el proceso de disipación de calor en máquinas y espacios físicos.
10. Analizar y corregir problemas de combustión.
11. Minimizar el efecto contaminante de procesos de combustión.
12. Operar y mantener instalaciones, máquinas y equipos térmicos.

13. Realizar y analizar el balance térmico de una planta térmica y de sus diferentes componentes.
14. Evaluar el impacto ambiental de una planta térmica.
15. Interpretar los resultados de la evaluación de una planta térmica.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 9

Seleccionar, calcular, evaluar, operar y mantener instalaciones, máquinas y equipos térmicos.

ÁREA TEMÁTICA 10: Máquinas y redes hidráulicas.

CONOCIMIENTOS (Saber)

Mecánica de fluidos. Propiedades de los fluidos. Estática de los fluidos, ecuación básica, fuerzas hidrostáticas, flotación y empuje, manometría. Análisis del flujo, líneas de corriente y campos de flujo, velocidad y aceleración, movimientos de partícula y de cuerpo rígido. Flujo ideal e incompresible, ecuaciones de Euler y de Bernoulli, flujometría. Sistema y volumen de control, teorema de Reynolds. Conservación de masa, de cantidad de movimiento y de energía. Fluidos newtoniano y no newtoniano, ecuación de Navier Stokes, flujos laminar y turbulento, viscosidad, capa límite, arrastre. Flujo compresible.

Máquinas y redes hidráulicas. Flujo en ductos cerrados, análisis dimensional y similitud, turbulencia, rozamiento, cálculo de pérdidas. Flujos externos, capa límite y separación. Flujo, carga, potencia y rendimiento. Clasificación de las máquinas hidráulicas. Ecuación de Euler para turbomaquinaria. Números adimensionales en máquinas hidráulicas. Bombas hidráulicas, clasificación, curvas características, rendimiento, aplicaciones, selección. Golpe de ariete, aplicaciones. Turbinas hidráulicas de acción y de reacción, características, rendimiento. Compresores rotativos y de desplazamiento positivo, ventiladores, sistemas de ventilación. Instalaciones hidráulicas, tuberías, accesorios. Centrales hidroeléctricas.

ACCIONES (Hacer)

1. Calcular las fuerzas y las presiones que actúan sobre superficies sumergidas en un fluido en estado de equilibrio.
2. Analizar el flujo de líquidos en canales abiertos y cerrados.
3. Analizar y evaluar los fenómenos asociados al flujo de fluidos sobre cuerpos sumergidos.
4. Calcular las pérdidas de energía producidas por el flujo de fluidos a lo largo de tuberías y accesorios.
5. Utilizar el análisis dimensional y el principio de la similitud en la experimentación y el diseño de dispositivos a partir de prototipos.
6. Elaborar e interpretar planos de sistemas hidráulicos.
7. Diseñar y proyectar redes básicas para sistemas hidráulicos con base en los requerimientos de una determinada aplicación.
8. Calcular y seleccionar las máquinas, los equipos y los accesorios necesarios en sistemas hidráulicos con base en unas determinadas solicitaciones.
9. Analizar y evaluar sistemas hidráulicos para comprobar su funcionamiento y sus características de utilización.
10. Operar procesos en donde esté involucrada la transferencia de fluidos compresibles.
11. Operar y mantener redes y equipos de sistemas hidráulicos.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 10

Seleccionar, calcular, evaluar, operar y mantener máquinas y redes hidráulicas.

ÁREA TEMÁTICA 11: Electricidad.

CONOCIMIENTOS (Saber)

Conceptos básicos. Magnitudes fundamentales de la electricidad y de la electrónica, corriente eléctrica, tensión y caída de tensión, resistencia eléctrica, potencia, sistemas de unidades. Materiales conductores, semiconductores y aislantes, aplicaciones, estructuras y propiedades. Efectos de la corriente eléctrica.

Circuitos eléctricos. Dispositivos activos y pasivos, circuitos resistivos, ley de Ohm, leyes de Kirchoff. Circuitos en serie, en paralelo y mixtos, circuitos equivalentes. Potencia en circuitos de CD. CA, tensiones senoidales, análisis fasorial, inductancia y capacitancia, circuitos RC, RL y RLC, potencias activa y reactiva, sistemas polifásicos, rectificación CA/CD, factor de potencia, corrección del factor de potencia, circuitos bifásicos y trifásicos. Instrumentos de medición.

Principios de electromagnetismo. Campo de fuerza, campo magnético, intensidad, fuerza magnetomotriz, intensidad del campo magnético. Circuito magnético, reluctancia y permeabilidad, magnetización, histéresis. Circuitos magnéticos ideales, circuitos eléctricos acoplados magnéticamente.

Máquinas eléctricas. Transformadores, principio de funcionamiento, tipos, reflexión y acople de impedancias, autotransformadores, transformadores polifásicos. Máquina rotativa. Generadores y motores de CC. Motores de CA, motor universal, motor de inducción, motor trifásico de inducción. Arranque estrella delta de un motor trifásico, inversión de giro de un motor trifásico, dispositivos de control de motores de CD y CA, dispositivos de protección: contactores, relés, arrancadores, guardamotores. Aspectos constructivos de las máquinas eléctricas, calentamiento, refrigeración, aislamiento térmico.

ACCIONES (Hacer)

1. Identificar y clasificar los elementos presentes en un circuito eléctrico de CD o CA.
2. Formular modelos matemáticos de circuitos de CD y CA, monofásicos, bifásicos y trifásicos, y de sus componentes.
3. Calcular la potencia real consumida por cualquier elemento de un circuito eléctrico.

4. Elaborar e interpretar planos de circuitos eléctricos monofásicos, bifásicos y trifásicos.
5. Diseñar circuitos eléctricos básicos y analizar su comportamiento físico y matemático.
6. Utilizar instrumentos para la medición de variables eléctricas.
7. Utilizar herramientas computacionales para la simulación y el análisis de circuitos eléctricos.
8. Analizar y calcular circuitos magnéticos.
9. Analizar, probar y mantener las partes constructivas de una máquina eléctrica.
10. Evaluar el rendimiento, las pérdidas y el calentamiento de un motor eléctrico.
11. Seleccionar el motor eléctrico adecuado para una función específica de ingeniería mecánica, con base en criterios técnicos.
12. Seleccionar y montar los elementos y accesorios necesarios para operar y controlar las máquinas eléctricas de una planta industrial.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 11

Seleccionar y operar las máquinas eléctricas utilizadas en una planta industrial.²

² Esta competencia contribuye al desempeño idóneo de varias funciones.

ÁREA TEMÁTICA 12: Electrónica.**CONOCIMIENTOS (Saber)**

Elementos semiconductores. Semiconductor tipo N, semiconductor tipo P. Diodo, polarización directa y polarización inversa, circuitos con diodos, aplicaciones. Transistor bipolar, transistor de efecto de campo, curvas características, aplicaciones. Osciladores armónicos, amplificadores.

Electrónica analógica. Amplificadores operacionales, arquitectura, modelo híbrido, configuraciones típicas, amplificador de instrumentación, aplicaciones, simulación analógica de sistemas físicos.

Electrónica digital. Lógica combinacional, circuitos integrados digitales, código binario, otros códigos, álgebra de Boole y puertas lógicas, lógica secuencial, diseño de contadores síncronos y asíncronos.

Electrónica de potencia. Diodo de potencia, circuitos rectificadores monofásicos y trifásicos, tiristor, transistor de potencia, curvas características. Conversión CD/CA y viceversa. Señal analógica y señal digital, especificaciones, técnicas de conversión, parámetros de los convertidores, aplicaciones, circuitos.

Transductores y actuadores. Definiciones, transductores de posición, desplazamiento, fuerza, presión, temperatura, luminosidad, ultrasonido. Circuitos acondicionadores de señal. Motores de CD y CA, relés, válvulas, electroválvulas, puente H.

ACCIONES (Hacer)

1. Analizar y diseñar circuitos con diodos.
2. Analizar y diseñar circuitos con transistores bipolares de unión y con transistores de efecto de campo.
3. Analizar y diseñar osciladores armónicos.
4. Simular el comportamiento de sistemas físicos con amplificadores operacionales.
5. Analizar y diseñar circuitos con amplificadores operacionales en aplicaciones básicas de medición, instrumentación y control.

6. Seleccionar el transductor que mejor se adapte a una necesidad específica de medición y diseñar el correspondiente circuito acondicionador de señal.
7. Diseñar circuitos lógicos combinatorios.
8. Construir e implementar contadores ascendentes y descendentes.
9. Analizar y utilizar codificadores y decodificadores en distintos tipos de aplicaciones.
10. Seleccionar conversores, de acuerdo con sus especificaciones.
11. Ejecutar programas de computación para la simulación y el diseño de sistemas de control.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 12

Calcular y diseñar los circuitos electrónicos y seleccionar los componentes electrónicos normalizados que se requieran para aplicaciones básicas de medición, instrumentación y control de equipos industriales.

ÁREA TEMÁTICA 13: Control automático.

CONOCIMIENTOS (Saber)

Sistemas de control automático. Clasificación de los sistemas de control. Sistemas dinámicos lineales y no lineales. Realimentación. Modelos matemáticos y gráficos, transformada de Laplace, ecuaciones de estado, función de transferencia, diagramas de bloque, gráficos de flujo de señal, variables de estado. Sistemas dinámicos. Función de transferencia. Análisis de la respuesta transitoria y el error en estado estacionario, análisis del lugar de las raíces, análisis de respuesta en frecuencia, análisis de estabilidad. Controladores y redes de compensación. Análisis de sistemas de control por computador. Diseño de sistemas de control por realimentación de variables de estado.

Aplicaciones industriales. Controladores lógicos programables. Transductores y detectores de entrada y de salida, dispositivos de medición. Correctores finales y amplificadores. Relés y contactores. Controladores PID, control digital directo. Dispositivos eléctricos, electrónicos, electromecánicos, neumáticos e hidráulicos. Transmisión neumática y eléctrica de información. Control de variables en procesos industriales, presión, temperatura, caudal, nivel. Control de velocidad de motores eléctricos.

ACCIONES (Hacer)

1. Formular modelos sencillos de sistemas de control automático y analizar sus comportamientos estático y dinámico.
1. Determinar los requerimientos de control automático de un proceso y los efectos de dicho control sobre las variables del proceso.
2. Identificar los elementos y los componentes básicos de un proceso y utilizarlos para la formulación y el análisis de modelos de sistemas de control.
3. Determinar los ajustes necesarios en un sistema de control de un proceso con base en el análisis de la curva de reacción del proceso.
4. Analizar un equipo de control y evaluar su funcionamiento.
5. Analizar y diseñar sistemas básicos para el control de variables analógicas y discretas en un proceso.
6. Modelar y diseñar sistemas básicos para controlar variables de procesos, tales como temperatura, presión, caudal, nivel y velocidad de motores.
7. Utilizar herramientas computacionales para el modelado y el análisis de sistemas de control.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 13

Analizar, modelar, diseñar y evaluar componentes y sistemas básicos de control automático.

ÁREA TEMÁTICA 14: Automatización hidráulica y neumática.

CONOCIMIENTOS (Saber)

Sistemas neumáticos. Fundamentos de neumática, simbología, propiedades físicas del aire, leyes de los gases. Compresores, redes de aire, tanques de almacenamiento, limpieza y adecuación del aire, válvulas, tipos y características de sensores, circuitos neumáticos básicos.

Sistemas hidráulicos. Fundamentos de hidráulica, simbología, fluidos hidráulicos, circuitos, tuberías, tanques, controles de presión, bombas hidráulicas, actuadores, válvulas, cilindros hidráulicos, motores hidráulicos, acumuladores, redes, accesorios, circuitos hidráulicos básicos.

Sistemas combinados. Sistemas electroneumáticos y electrohidráulicos. Elementos y circuitos eléctricos y electrónicos, simbología y funcionamiento.

Actuadores. Clasificación, actuadores neumáticos, hidráulicos y mecánicos, características y componentes, criterios de selección y dimensionamiento.

ACCIONES (Hacer)

1. Elaborar e interpretar planos de sistemas de automatización hidráulicos y neumáticos.
2. Diseñar y proyectar redes para sistemas de automatización hidráulicos y neumáticos, con base en los requerimientos de una determinada aplicación.
3. Seleccionar las máquinas, los equipos y los accesorios necesarios en sistemas de automatización hidráulicos y neumáticos, con base en solicitudes particulares.
4. Analizar y evaluar sistemas de automatización hidráulicos y neumáticos para comprobar su funcionamiento y sus características de utilización.
5. Operar y mantener redes y equipos de sistemas de automatización hidráulicos y neumáticos.
6. Utilizar, de manera combinada, mandos eléctricos y electrónicos con actuadores hidráulicos, neumáticos o mecánicos.

7. Diseñar circuitos básicos de control y automatización de funciones con elementos hidráulicos, neumáticos, eléctricos y electrónicos.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 14

Diseñar, operar, controlar, evaluar y mantener sistemas básicos de automatización hidráulicos y neumáticos.

ÁREAS TEMÁTICAS ESPECÍFICAS DE LA INGENIERÍA MECÁNICA Y COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DEL INGENIERO MECÁNICO

No.	ÁREAS TEMÁTICAS	COMPETENCIAS ESPECÍFICAS
1	Comunicación gráfica	Elaborar e interpretar planos de elementos y de conjuntos mecánicos.
2	Mecánica	Realizar el análisis funcional de elementos y sistemas mecánicos.
3	Resistencia de materiales	Identificar y calcular las deformaciones y los esfuerzos internos que se producen en elementos mecánicos sometidos a condiciones de carga.
4	Cálculo de elementos de máquinas	Seleccionar, calcular y dimensionar elementos de máquinas de aplicación general.
5	Diseño de máquinas	Diseñar elementos y sistemas mecánicos.
6	Procesos de manufactura	Seleccionar, implementar y controlar los procesos de fabricación industrial de piezas o elementos.
7	Materiales de ingeniería	Seleccionar el material más adecuado para una determinada aplicación de ingeniería mecánica.
8	Mantenimiento industrial	Organizar, administrar, planear y controlar las actividades de mantenimiento en plantas industriales.

9	Máquinas y procesos térmicos	Seleccionar, calcular, evaluar, operar y mantener instalaciones, máquinas y equipos térmicos.
10	Máquinas y redes hidráulicas	Seleccionar, calcular, evaluar, operar y mantener máquinas y redes hidráulicas.
11	Electricidad	Seleccionar y operar las máquinas eléctricas utilizadas en una planta industrial.
12	Electrónica	Calcular y diseñar los circuitos electrónicos y seleccionar los componentes electrónicos normalizados que se requieran para aplicaciones básicas de medición, instrumentación y control de equipos industriales.
13	Control automático	Analizar, modelar, diseñar y evaluar componentes y sistemas básicos de control automático.
14	Automatización hidráulica y neumática	Diseñar, operar, controlar, evaluar y mantener sistemas básicos de automatización hidráulicos y neumáticos.

AGRUPACIÓN DE LAS COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DEL INGENIERO MECÁNICO EN FUNCIONES

<p>FUNCIÓN 1</p> <p>Calcular, seleccionar, dimensionar y diseñar elementos y sistemas mecánicos.</p>
<p style="text-align: center;">COMPETENCIAS ESPECÍFICAS</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. Realizar el análisis funcional de elementos y sistemas mecánicos. 3. Identificar y calcular las deformaciones y los esfuerzos internos que se producen en elementos mecánicos sometidos a condiciones de carga. 4. Seleccionar, calcular y dimensionar elementos de máquinas de aplicación general. 5. Diseñar elementos y sistemas mecánicos.

<p>FUNCIÓN 2</p> <p>Seleccionar, implementar y controlar procesos de fabricación industrial de piezas o elementos y seleccionar los materiales adecuados.</p>
<p style="text-align: center;">COMPETENCIAS ESPECÍFICAS</p> <ol style="list-style-type: none"> 6. Seleccionar, implementar y controlar los procesos de fabricación industrial de piezas o elementos. 7. Seleccionar el material más adecuado para una determinada aplicación de ingeniería mecánica.

FUNCIÓN 3

Organizar, administrar, planear y controlar las actividades de mantenimiento en plantas industriales.

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

8. Organizar, administrar, planear y controlar las actividades de mantenimiento en plantas industriales.

FUNCIÓN 4

Seleccionar, calcular, evaluar, operar y mantener instalaciones, máquinas y equipos térmicos e hidráulicos.

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

9. Seleccionar, calcular, evaluar, operar y mantener instalaciones, máquinas y equipos térmicos.
10. Seleccionar, calcular, evaluar, operar y mantener máquinas y redes hidráulicas.

FUNCIÓN 5

Seleccionar, calcular, evaluar, operar y mantener sistemas básicos de medición, automatización y control de procesos industriales.

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

12. Calcular y diseñar los circuitos electrónicos y seleccionar los componentes electrónicos normalizados que se requieran para aplicaciones básicas de medición, instrumentación y control de equipos industriales.
13. Analizar, modelar, diseñar y evaluar componentes y sistemas básicos de control automático.
14. Diseñar, operar, controlar, evaluar y mantener sistemas básicos de automatización hidráulicos y neumáticos.

PROGRAMAS ACADÉMICOS CONSULTADOS

INSTITUCIÓN	CIUDAD
1. Corporación Universitaria de Ibagué	Ibagué
2. Fundación Universitaria Los Libertadores	Bogotá
3. Universidad Antonio Nariño	Bogotá
4. Universidad Autónoma de Manizales	Manizales
5. Universidad Autónoma de Occidente	Cali
6. Universidad de Los Andes	Bogotá
7. Universidad de Pamplona	Cúcuta
8. Universidad Eafit	Medellín
9. Universidad Francisco de Paula Santander	Cúcuta
10. Universidad Incca de Colombia	Bogotá
11. Universidad Industrial de Santander	Bucaramanga
12. Universidad Libre	Bogotá
13. Universidad Nacional de Colombia	Bogotá
14. Universidad Nacional de Colombia	Medellín
15. Universidad Pontificia Bolivariana	Medellín
16. Universidad Tecnológica de Pereira	Pereira

CAPÍTULO 11

FORMACIÓN ESPECÍFICA DE LOS INGENIEROS METALÚRGICOS

ÁREAS TEMÁTICAS ESPECÍFICAS DE LA INGENIERÍA METALÚRGICA

1. Comunicación gráfica
2. Estática
3. Resistencia de materiales
4. Electricidad
5. Química
6. Fisicoquímica
7. Fenómenos de transporte
8. Microestructura de los materiales metálicos
9. Metalurgia extractiva
10. Procesos metalúrgicos
11. Procesos electroquímicos
12. Metalurgia física
13. Conformado de materiales metálicos
14. Falla de materiales
15. Análisis y selección de materiales

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DEL INGENIERO METALÚRGICO

ÁREA TEMÁTICA 1: Comunicación gráfica.

CONOCIMIENTOS (Saber)

Dibujo básico. Instrumentos y accesorios utilizados en el dibujo. Bocetos de ingeniería. Sistemas de proyección. Formatos, rótulos y plegado de planos. Construcciones geométricas. Proyección ortogonal. Perspectivas. Representación isométrica. Escalas. Dimensionamiento y acotado. Cortes y secciones. Ajustes y tolerancias. Convenciones y símbolos. Acabado superficial. Normas de dibujo nacionales e internacionales.

Dibujo de elementos de máquinas. Engranajes, poleas y correas, cadenas, árboles y ejes, chavetas, pasadores, bridas, cojinetes, rodamientos, formas y perfiles, estructuras. Uniones fijas atornilladas, remachadas y soldadas.

Geometría descriptiva. Proyecciones principales y auxiliares, proyección de puntos, líneas y planos, proyecciones sobre un plano. Superficies planas. Determinación de puntos, líneas y planos en el espacio. Longitudes verdaderas de líneas, dirección, pendiente, proyección como punto. Planos en el espacio, formas verdaderas, orientación, pendiente, proyección como línea. Relaciones entre líneas. Intersección de líneas y planos, intersección de planos, intersección de poliedros. Rotación de objetos en el espacio, cuerpos de revolución. Intersección de superficies, desarrollo de superficies.

ACCIONES (Hacer)

1. Elaborar e interpretar bocetos a mano alzada de objetos sólidos.
2. Utilizar los instrumentos y los accesorios de dibujo manual, de acuerdo con sus características y condiciones.
3. Utilizar el trazado geométrico como base para la representación gráfica de objetos sólidos.
4. Construir e interpretar las proyecciones principales y auxiliares de un sólido.
5. Hacer la representación isométrica de un objeto con base en sus vistas.

6. Aplicar las escalas para hacer la representación gráfica de objetos muy grandes o muy pequeños.
7. Elaborar e interpretar planos de elementos y conjuntos mecánicos.
8. Aplicar las normas técnicas, nacionales e internacionales que rigen el dibujo de ingeniería.
9. Utilizar la información suministrada en tablas y catálogos de elementos normalizados para el dibujo de conjuntos mecánicos.
10. Desarrollar las superficies de sólidos, de acuerdo con las necesidades de fabricación.
11. Determinar las intersecciones entre sólidos para planificar los procesos de fabricación respectivos.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 1

Elaborar e interpretar planos de objetos sólidos y de elementos mecánicos.¹

ÁREA TEMÁTICA 2: Estática.

CONOCIMIENTOS (Saber)

Estática. Escalares y vectores. Cosenos directores, vector unitario, operaciones con vectores. Unidades. Fuerzas, tipos. Equilibrio de la partícula. Fuerzas sobre un cuerpo rígido. Sistema equivalente de fuerzas. Sistemas de fuerzas y momentos. Vectores de fuerzas y de momentos. Equilibrio del cuerpo rígido. Cargas distribuidas. Rozamiento seco, características, aplicaciones. Centros de

¹ Esta competencia contribuye al desempeño idóneo de varias funciones.

gravedad, centroides, centros de masa y momentos de inercia. Análisis de fuerzas en estructuras y vigas.

ACCIONES (Hacer)

1. Analizar el estado de carga de cualquier sistema en equilibrio estático.
2. Utilizar los diagramas de cuerpo libre para identificar las fuerzas que actúan sobre los elementos de un sistema mecánico en equilibrio estático.
3. Simplificar las situaciones de equilibrio estático, sustituyendo los sistemas de fuerzas reales por sistemas equivalentes más simples.
4. Aplicar el concepto de rozamiento seco en el equilibrio estático de cuerpos rígidos.
5. Predecir el comportamiento de elementos de máquinas sometidos a la acción de un sistema de fuerzas, en estado estático.
6. Analizar el estado de cargas producido en estructuras y vigas.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 2

Analizar, calcular y predecir el estado de carga de elementos y sistemas mecánicos en equilibrio estático.²

² Esta competencia contribuye al desempeño idóneo de varias funciones.

ÁREA TEMÁTICA 3: Resistencia de materiales.**CONOCIMIENTOS (Saber)**

Clasificación de las cargas. Capacidad de los cuerpos para soportar cargas. Deformación de los cuerpos como resultado de las cargas. Equilibrio de un cuerpo deformable. Unidades. Tracción, compresión, torsión y flexión. Deflexión, pandeo. Cargas transversales. Cargas y esfuerzos combinados.

Esfuerzos y deformaciones. Concepto de esfuerzo, esfuerzo normal, esfuerzo cortante, esfuerzo cortante transversal, esfuerzo admisible, esfuerzo de trabajo. Factor de seguridad. Transformación del esfuerzo. Concentración de esfuerzos. Deformación y desplazamiento. Ley de Hooke, relación de Poisson. Deformaciones unitarias por esfuerzo normal y por esfuerzo cortante. Estado plano de deformaciones. Ecuaciones de compatibilidad. Deformaciones elástica y plástica. Deformación por cambios de temperatura. Transformación de la deformación unitaria.

ACCIONES (Hacer)

1. Analizar el estado general de esfuerzos en cualquier punto de un elemento o una estructura.
2. Determinar el estado de deformaciones de elementos mecánicos sometidos a carga.
3. Dimensionar elementos mecánicos sometidos a tracción, torsión, flexión o cargas combinadas.
4. Dimensionar piezas sometidas a diversos tipos de carga.
5. Establecer criterios básicos de diseño para sistemas sometidos a cambios de temperatura.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 3

Identificar, calcular y predecir las deformaciones y los esfuerzos internos que se producen en elementos mecánicos sometidos a condiciones de carga.³

ÁREA TEMÁTICA 4: Electricidad.**CONOCIMIENTOS (Saber)**

Conceptos básicos. Magnitudes fundamentales de la electricidad y de la electrónica, corriente eléctrica, tensión y caída de tensión, resistencia eléctrica, potencia, sistemas de unidades. Materiales conductores, semiconductores y aislantes, aplicaciones, estructuras y propiedades. Efectos de la corriente eléctrica.

Circuitos eléctricos. Dispositivos activos y pasivos, circuitos resistivos, ley de Ohm, leyes de Kirchoff. Circuitos en serie, en paralelo y mixtos, circuitos equivalentes. Potencia en circuitos de CD. CA, tensiones senoidales, análisis fasorial, inductancia y capacitancia, circuitos RC, RL y RLC, potencias activa y reactiva, sistemas polifásicos, rectificación CA/CD, factor de potencia, corrección del factor de potencia, circuitos bifásicos y trifásicos. Instrumentos de medición.

Principios de electromagnetismo. Campo de fuerza, campo magnético, intensidad, fuerza magnetomotriz, intensidad del campo magnético. Circuito magnético, reluctancia y permeabilidad, magnetización, histéresis. Circuitos magnéticos ideales, circuitos eléctricos acoplados magnéticamente.

Máquinas eléctricas. Transformadores, principio de funcionamiento, tipos, transformadores polifásicos. La máquina rotativa. Generadores y motores de CC. Motores de CA, motor universal, motor de inducción, motor trifásico de inducción. Arranque estrella delta de un motor trifásico, inversión de giro de un motor trifásico, dispositivos de control de motores de CD y CA, dispositivos de protección.

ACCIONES (Hacer)

1. Identificar y clasificar los elementos presentes en los circuitos eléctricos de CD o de CA.
2. Calcular la potencia real consumida por cualquier elemento de un circuito

³ Esta competencia contribuye al desempeño idóneo de varias funciones.

eléctrico.

3. Analizar y solucionar matemáticamente circuitos eléctricos monofásicos, bifásicos y trifásicos.
4. Elaborar e interpretar planos de circuitos eléctricos monofásicos, bifásicos y trifásicos.
5. Diseñar circuitos eléctricos básicos y analizar su comportamiento físico y matemático.
6. Utilizar instrumentos para la medición de variables eléctricas.
7. Analizar y calcular circuitos magnéticos.
8. Identificar los componentes básicos y las características principales de las máquinas eléctricas de una planta industrial.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 4

Identificar y analizar la operación de las máquinas y los circuitos eléctricos de una planta industrial.⁴

ÁREA TEMÁTICA 5: Química.

CONOCIMIENTOS (Saber)

Química general. Estructura de la materia, materia y energía, clases, estados y propiedades de la materia. Naturaleza eléctrica de la materia, modelo atómico, teorías cuántica y ondulatoria. Enlaces químicos, tabla periódica, propiedades periódicas, tipos de enlaces. Sustancias iónicas, metálicas y covalentes. Cálculos

⁴ Esta competencia contribuye al desempeño idóneo de varias funciones.

químicos, ecuaciones y estequiometría. Sólidos, líquidos y gases; propiedades generales, comportamiento, ecuaciones, cambios de fase. Ácidos, bases y sales.

Química orgánica. Carbono, características generales, compuestos del carbono, orbitales moleculares y atómicos, enlaces. Tipos de reacciones en química

orgánica. Alcanos, alquenos y alquinos; propiedades, obtención, reacciones. Hidrocarburos aromáticos. Compuestos orgánicos que contienen oxígeno. Aldehidos y ácidos carboxílicos. Esteres, grasas y carbohidratos. Amidas y éteres. Compuestos orgánicos que contienen nitrógeno.

ACCIONES (Hacer)

1. Diferenciar las propiedades físicas y químicas de una sustancia.
2. Establecer semejanzas y diferencias entre los elementos químicos, teniendo en cuenta la distribución electrónica y los niveles de energía atómica.
3. Analizar las características de los enlaces y las propiedades generales de las moléculas que se forman en una reacción química.
4. Utilizar la tabla periódica para determinar y predecir las propiedades de los elementos químicos.
5. Analizar y determinar la relación entre la presión, la temperatura y el volumen de un sistema gaseoso.
6. Determinar las propiedades de los sistemas sólidos y líquidos.
7. Balancear reacciones químicas.
8. Identificar y analizar las sustancias orgánicas más empleadas, así como sus propiedades y aplicaciones.
9. Identificar y analizar las reacciones químicas y los métodos de obtención de las sustancias orgánicas más utilizadas.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 5

Identificar, describir, analizar y establecer los estados, los procesos y las reacciones químicas en las fases sólida, líquida y gaseosa.⁵

ÁREA TEMÁTICA 6: Fisicoquímica.**CONOCIMIENTOS (Saber)**

Termodinámica. Propiedades termodinámicas, unidades. Sistema y volumen de control. Sustancia de trabajo. Ley cero. Propiedades de una sustancia pura. Termoquímica, leyes de Hess y de Kirsehoff, calor de reacción. Trabajo y calor, conservación de la masa y de la energía, primera ley, entalpía, capacidad calorífica. Segunda ley, reversibilidad e irreversibilidad, entropía, equilibrio, rendimiento, disponibilidad. Gráficos termodinámicos. Gases reales e ideales, mezclas de gases. Ciclos. Termodinámica estadística.

Soluciones. Clases de soluciones; soluciones líquidas, sólidas y gaseosas. Propiedades parciales molares. Solubilidad, concentración, soluciones ideales, ecuación de Gibbs-Duhem, potencial químico, soluciones reales, actividad y fugacidad. Elevación del punto de ebullición y disminución del punto de congelación. Soluciones regulares, coeficiente de actividad.

Equilibrio químico. Funciones termodinámicas y criterios de equilibrio, energías libres de Helmholtz y Gibbs, relaciones termodinámicas y ecuaciones de Maxwell. Tercera ley de la termodinámica. Equilibrio de sistemas de un componente, equilibrio sólido-sólido, sólido-líquido, sólido-vapor y líquido-vapor; ecuación de Clapeyron. Equilibrio de reacciones en fase gaseosa y en fases condensadas. Regla de las fases de Gibbs, soluciones sólidas, diagramas de fase.

Cinética química. Velocidad de reacción, constante de reacción. Orden de una reacción, determinación del orden. Reacciones simultáneas y consecutivas. Catálisis. Influencia de la temperatura en la velocidad de reacción. Ecuación de Arrhenius. Energía de activación, mecanismo de reacción. Catalizadores e inhibidores.

Electroquímica. Soluciones electrolíticas, conductividad. Leyes de Faraday. Equilibrio en sistemas no ideales. Actividad en soluciones electrolíticas. Equilibrio

⁵ Esta competencia contribuye al desempeño idóneo de varias funciones.

en celdas electroquímicas. Electrodos. Fuerza electromotriz. Corrosión electrolítica.

Balances de materia y de energía. Sistemas dimensionales, representaciones de datos, sistemas de ecuaciones. Mediciones y muestreos, error y su propagación, procedimientos de muestreo. Análisis químico, balance de materia en procesos sin reacción química y en procesos con reacción química. Balance de calor. Balance simultáneo de calor y de materia.

ACCIONES (Hacer)

1. Determinar las propiedades termodinámicas y el comportamiento de las soluciones gaseosas, líquidas y sólidas.
2. Aplicar el potencial químico en el análisis de sistemas en equilibrio.
3. Distinguir entre un proceso reversible y uno irreversible.
4. Determinar la situación de equilibrio termodinámico en sistemas de un componente entre dos fases.
5. Determinar las condiciones de equilibrio químico en reacciones que tengan lugar en las fases gaseosa, líquida y sólida.
6. Determinar la velocidad y la constante de equilibrio de una reacción química.
7. Establecer la forma como influye la temperatura en la velocidad de una reacción.
8. Analizar el fenómeno de la corrosión y la protección catódica.
9. Hacer el balance de energía de reacciones químicas en sistemas cerrados.
10. Calcular el rendimiento térmico de calderas y hornos.
11. Hacer el balance de materia en operaciones unitarias.
12. Hacer los balances de energía y de materia en un proceso de combustión.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 6

Analizar, predecir y regular los fenómenos químicos con base en la aplicación de principios físicos y químicos.⁶

ÁREA TEMÁTICA 7: Fenómenos de transporte.

CONOCIMIENTOS (Saber)

Transporte de cantidad de movimiento. Propiedades de los fluidos. Viscosidad, unidades, factores que afectan la viscosidad, flujos viscosos. Flujo laminar y flujo turbulento. Ecuación de continuidad, ecuación de cantidad de movimiento, flujos ideales. Balances globales en flujo de fluidos, balance de masa, balance de cantidad de movimiento, balance de energía mecánica, factor de rozamiento. Aplicaciones, flujo en tuberías. Fluidos compresibles.

Transferencia de calor. Concepto, unidades. Conducción en estado estable, ley de Fourier, conductividad térmica, gradiente de temperatura, conducción en estado transitorio. Convección, ley de Newton, coeficiente de película, convección libre y forzada, números adimensionales. Radiación, ley de Boltzman, cuerpos negros y grises; absorción, reflexión y transmisión. Mecanismos combinados de transferencia de calor. Transferencia de calor con cambio de fase.

Difusión y transferencia de masa Primera y segunda leyes de Fick. Naturaleza estadística de la difusión. Autodifusión. Coeficiente de difusión, factores que influyen en el coeficiente de difusión, coeficientes de difusión de los materiales. Difusión en sólidos. Transferencia de masa en sistemas fluidos. Transferencia de masa en interfases.

ACCIONES (Hacer)

1. Analizar las diferencias de comportamiento en un flujo laminar y en un flujo turbulento.
2. Realizar balances de masa en sistemas de flujo de fluidos laminares y turbulentos.
3. Hacer el balance de la cantidad de movimiento en sistemas de flujo de fluidos

⁶ Esta competencia contribuye al desempeño idóneo de varias funciones.

compresibles e incompresibles.

4. Hacer el balance de energía mecánica en sistemas de fluidos compresibles e incompresibles en movimiento.
5. Calcular la tasa de transferencia de calor por conducción a través de sistemas sólidos de geometría simple, en estado estacionario y transitorio.
6. Calcular la tasa de transferencia de calor entre una superficie sólida y un fluido, por convección libre o forzada.
7. Determinar la tasa de transferencia de calor por radiación entre una superficie emisora y una receptora.
8. Calcular la tasa de difusión en soluciones sólidas y líquidas.
9. Calcular la tasa de difusión en mezclas de gases.
10. Calcular la tasa de difusión en la interfase sólido-líquido de una solución.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 7

Analizar y calcular procesos de transferencia de cantidad de movimiento, transferencia de calor y transferencia de masa.⁷

ÁREA TEMÁTICA 8: Microestructura de los materiales metálicos.

CONOCIMIENTOS (Saber)

Cristalografía. Estructuras cristalinas y amorfas. Estructura y geometría

⁷ Esta competencia contribuye al desempeño idóneo de varias funciones.

cristalinas, procesos de cristalización, principales estructuras cristalinas, enlaces de corto y de largo alcance, posiciones atómicas, configuración electrónica del átomo. Sistemas cristalinos, ejes cristalográficos, parámetros, redes de Bravais, índices de Miller, poliedros cristalinos, celda unitaria. Geometría cristalina, índices cristalográficos, planos de direcciones reticulares, factor de acomodamiento, propiedades geométricas de los cristales. Simetría, elementos y tipos de simetría. Formas cristalinas. Proyección cristalográfica. Propiedades mecánicas y fuerzas de enlace de los materiales. Comportamientos eléctrico, magnético, térmico y óptico de los materiales.

Estructura de los metales. Diferencias entre metales y no metales, tabla periódica. Características de los grupos metálicos. Propiedades generadas por los enlaces atómicos. Estructuras cristalinas de los materiales metálicos, aleaciones, características. Defectos reticulares, clasificación, características. Estructuras granulares y sus defectos, clasificación, características. Número de equilibrio de lugares vacantes, ecuaciones.

Dislocaciones. Geometría de las dislocaciones, clasificación, vector de Burgers, movimiento de las dislocaciones, dislocaciones en redes. Energía de las dislocaciones, campo de tensión, interacción entre dislocaciones, interacción entre dislocaciones y vacancias, interacción entre dislocaciones y átomos extraños, nucleaciones homogénea y heterogénea. Fenómenos metalúrgicos que pueden explicarse con base en la energía de las dislocaciones.

ACCIONES (Hacer)

1. Identificar y diferenciar los sistemas, las clases y las formas cristalinas.
2. Relacionar la forma externa de los cristales con su estructura interna.
3. Relacionar la microestructura cristalina con las propiedades físicas de los metales y de las aleaciones.
4. Relacionar las microestructuras cristalinas con los defectos de los metales y de las aleaciones.
5. Utilizar las proyecciones gráficas de los cristales como medio para establecer las propiedades físicas de un material.
6. Aplicar las leyes generales de la cristalografía para predecir o determinar la forma de un cristal.
7. Analizar las leyes de la orientación de los cristales.
8. Relacionar las propiedades macroscópicas de los materiales con los enlaces

atómicos.

9. Clasificar y analizar las características más importantes de los elementos y de los compuestos metálicos.
10. Explicar diferentes fenómenos metalúrgicos, tales como la difusión, la termofluencia y el ablandamiento por calentamiento de materiales metálicos deformados en frío, con base en la energía de las dislocaciones.
11. Analizar la forma como se pueden modificar las propiedades físicas de los metales y de las aleaciones mediante tratamientos que modifiquen su microestructura.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 8

Identificar y analizar la estructura cristalina de los materiales metálicos y relacionar esta con las propiedades de tales materiales.⁸

ÁREA TEMÁTICA 9: Metalurgia extractiva.

CONOCIMIENTOS (Saber)

Beneficio de minerales. Minerales, origen, tipos, estructura, propiedades, reconocimiento. Operaciones unitarias en el procesamiento de materiales, principios matemáticos, diagramas de flujo, balances de materia. Caracterización de partículas sólidas. Reducción de tamaño, trituración y molienda, equipos, granulometría, pulpas. Separación por tamaños, mallas, tamices y cribas. Concentración, clases, equipos, medios densos, concentración por gravedad. Clasificación; separación magnética, principios, equipos; filtración, principios, tipos de filtros; flotación, fundamentos, reactivos.

⁸ Esta competencia contribuye al desempeño idóneo de varias funciones.

Pirometalurgia. Minerales comunes como fuentes de metales. Preparación de los minerales para el proceso pirometalúrgico. Procesos de secado, tostación, aglomeración y calcinación, aspectos termodinámicos, tecnología de los procesos, tratamiento de las reacciones y equilibrio, diagramas de Kellogs, balance de materiales. Extracción de metales, diagramas de Ellingham, reducción de óxidos, termodinámica de la reducción; reductores y fundentes. Aplicaciones industriales de las reacciones de reducción.

Hidrometalurgia. Operaciones involucradas en los procesos hidrometalúrgicos. Fisicoquímica de los sistemas acuosos, aspectos cinéticos y termodinámicos. Lixiviación, operación unitaria, aspectos fisicoquímicos, clases de lixiviación, número de etapas, equipos, métodos de cálculo. Extracción de metales por solventes, destilación de metales, cianuración, precipitación desde soluciones acuosas. Separación sólido-líquido. Intercambio iónico, principios, materiales y equipos. Procesos industriales, diagrama de flujo, condiciones, características.

Electrometalurgia. Obtención de metales por vía electroquímica, electrorrefinado de metales, formación y tratamiento de barras, procesos electrometalúrgicos en medios fundidos, reacciones del electrodo, influencia de parámetros sobre el rendimiento faradaico, balance térmico, celdas y ánodos, efecto anódico y electromagnético. Soluciones industriales.

ACCIONES (Hacer)

1. Identificar los minerales más corrientes con base en sus propiedades físicas y químicas y su génesis.
2. Identificar la aplicabilidad de los minerales en el desarrollo de nuevos materiales, tales como semiconductores, refractarios, polímeros y aleaciones, entre otros.
3. Diseñar, mejorar y operar instalaciones industriales para el beneficio de minerales.
4. Describir y analizar las etapas de un proceso pirometalúrgico.
5. Identificar y analizar los procesos pirometalúrgicos utilizados para la producción de los metales más corrientes.
6. Identificar y analizar las teorías fisicoquímicas que se aplican en los procesos acuosos de recuperación de metales.
7. Hacer el balance de materiales en procesos pirometalúrgicos,

hidrometalúrgicos y electrometalúrgicos.

8. Operar y proponer soluciones e innovaciones en sistemas y procesos pirometalúrgicos, hidrometalúrgicos y electrometalúrgicos.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 9

Identificar, implementar, mejorar, operar y evaluar procesos industriales de metalurgia extractiva.

ÁREA TEMÁTICA 10: Procesos metalúrgicos.

CONOCIMIENTOS (Saber)

Siderurgia. Mineral de hierro, beneficio, aglomeración, fundentes. Carbones, coque, proceso de coquización. Producción de arrabio, alto horno, equipos auxiliares, balance térmico, materias primas, fundamentos termodinámicos y cinéticos de los procesos de reducción en el alto horno, formación del arrabio, tipos de arrabios, formación de escoria, desulfuración. Producción de acero en convertidores, desoxidación, desulfuración, desfosforación, desgasificación, ajuste de composición. Fabricación de acero en horno eléctrico, colada continua, metalurgia en cuchara.

Moldeo. Materiales para la fabricación de moldes: cerámicos, metálicos y polímeros. Arenas, tipos, ensayos, aglutinantes, aglomerantes. Modelos, materiales, tipos, machos, cajas de machos. Procesos de moldeo, moldes rígidos y no rígidos, selección, variables. Diseño de piezas, criterios, descomposición de las piezas. Sistemas de alimentación y de llenado de los moldes, solidificación y contracción, mazarotas. Transferencia de calor. Modelos mecánicos, coquillas. Otros tipos de moldes, microfusión, ceras.

Fundición. Cubilote, clases, funcionamiento, refractarios, elementos auxiliares, cálculos de carga, materias primas, combustión del coque, flujos calóricos,

marcha del cubilote, paradas, controles. Hornos eléctricos, clasificación. Hornos de crisol, clasificación, combustibles. Fundición de hierro, clasificación, calidades, microestructura, velocidad de enfriamiento. Fundición de acero, acero moldeado, aceros al carbón, aceros aleados, aceros especiales. Metales no férreos y sus aleaciones. Fundición a presión, fundición centrífuga. Defectos de las piezas coladas, eliminación, inspección, limpieza.

Soldadura. Fisicoquímica de la soldadura, fusión y solidificación, efecto de la soldadura en los materiales, tratamientos pre y postérmicos, control de los efectos

térmicos. Procesos de soldadura, llama, arco eléctrico, arco sumergido, resistencia eléctrica, procesos especiales. Materiales de aporte, electrodo recubierto, alambre, gases de protección, fundentes. Soldabilidad de los materiales, criterios. Defectos de las uniones soldadas, tipos, causas, control, normas. Riesgos y protecciones. Procedimientos, calificación y certificación.

ACCIONES (Hacer)

1. Seleccionar y evaluar las materias primas para un proceso de reducción de óxidos de hierro en el alto horno.
2. Seleccionar, evaluar y operar procesos de reducción directa de óxidos de hierro.
3. Seleccionar, evaluar y operar procesos de colada de acero.
4. Diseñar y dimensionar piezas para ser producidas por procesos de fundición.
5. Diseñar y controlar la fabricación de moldes y modelos para la fundición de piezas.
6. Analizar los defectos en procesos de moldeo y proponer soluciones para corregirlos.
7. Operar y controlar el funcionamiento de hornos de fusión utilizados en la elaboración de aleaciones industriales.
8. Realizar los cálculos de cargas, aleaciones y fundentes que garanticen una fundición ajustada a las especificaciones de calidad y economía.
9. Seleccionar los métodos y equipos de producción y de control adecuados para cada proceso específico de fundición.
10. Identificar y analizar defectos de piezas coladas y proponer soluciones para corregirlos.

11. Seleccionar el mejor proceso de soldadura para unas necesidades de diseño determinadas.
12. Seleccionar los materiales de aporte más adecuados para un proceso de soldadura.
13. Utilizar los códigos y normas existentes para la ejecución de uniones soldadas.
14. Identificar y analizar defectos de uniones soldadas y proponer soluciones para corregirlos.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 10

Identificar, seleccionar, implementar, evaluar, operar y mejorar procesos metalúrgicos.

ÁREA TEMÁTICA 11: Procesos electroquímicos.

CONOCIMIENTOS (Saber)

Corrosión. Naturaleza electroquímica de la corrosión acuosa; materiales conductores y corrosión. Fuerza electromotriz y series galvánicas. Termodinámica y potencial del electrodo. Cinética electroquímica de la corrosión, ley de Faraday. Pasividad de los materiales. Medición de la velocidad de corrosión. Formas de corrosión: uniforme, galvánica, por picado, intragranular, selectiva, por erosión, por rozamiento, por fatiga, por hidrógeno. Corrosión en gases secos, reacciones de oxidación. Corrosión en suelos, resistividad, Ph. Control de la corrosión, protección catódica y anódica. Inhibidores de la corrosión, métodos.

Electrodeposición. Clasificación de los procesos electroquímicos. Celdas electrolíticas, componentes, generadores electroquímicos, recipientes, clases de electrolitos. Leyes de Faraday y termodinámica de la electrólisis. Procesos anódicos, catódicos y mixtos. Sales y soluciones, manejo y almacenamiento,

control del proceso. Preparación de las superficies metálicas. Tratamientos de conversión de las superficies.

ACCIONES (Hacer)

1. Analizar la forma como se produce la corrosión en los metales y sus aleaciones a bajas temperaturas desde los puntos de vista electroquímico, termodinámico y cinético.
2. Distinguir y comparar las diferentes formas de corrosión que se presentan en los metales y sus aleaciones a bajas temperaturas.
3. Medir la velocidad de un proceso de corrosión a baja temperatura.
4. Analizar y diagnosticar procesos de corrosión y proponer los procedimientos adecuados para controlarlos.
5. Analizar y comparar los procesos de electrodeposición de metales.
6. Seleccionar e implementar el proceso de electrodeposición de metales más apropiado en unas condiciones determinadas.
7. Controlar un proceso de electrodeposición de metales y el manejo de los productos utilizados.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 11

Distinguir, comparar, analizar, evaluar, implementar, operar y controlar procesos electroquímicos.

ÁREA TEMÁTICA 12: Metalurgia física.

CONOCIMIENTOS (Saber)

Solidificación y transformaciones de fases. Nucleaciones homogénea y heterogénea, velocidad. Crecimiento, estructura de interfase, crecimientos normal y por nucleación superficial, crecimiento en las imperfecciones, defectos de crecimiento. Solidificación de fases simples de metales y aleaciones. Diagramas de equilibrio de fases binarios, ternarios y cuaternarios. Reacciones eutéctica, peritética, monotética, eutectoide, peritectoide y orden-desorden; cambios alotrópicos. Segregación, microsegregación, segregación celular, segregación dendrítica, segregaciones normal e inversa, macrosegregación, segregación por gravedad. Solidificación multifásica de metales y aleaciones; inclusiones, gases.

Tratamientos térmicos. Clasificación de los aceros. Formación de la austenita, métodos. Transformación de la austenita, factores, diagramas. Templabilidad, métodos de evaluación, ensayos, aplicaciones y limitaciones. Endurecimiento por tratamientos térmicos, tipos de temple, medios de enfriamiento, características, selección. Revenido, etapas, características. Endurecimiento superficial, temple superficial, métodos por cambio de estructura. Endurecimiento superficial por cambio de composición, cementación, nitruración, carbonitruración. Recocido y normalizado, tipos, procedimientos. Tratamientos térmicos de otros materiales metálicos. Defectos asociados a los tratamientos térmicos.

ACCIONES (Hacer)

1. Analizar los principios y los mecanismos de la solidificación de materiales metálicos y predecir la influencia de este proceso en las propiedades finales de las piezas solidificadas.
2. Analizar la forma como se producen los fenómenos de nucleación y crecimiento de granos durante el proceso de solidificación.
3. Elaborar e interpretar los diagramas de equilibrio de fases binarios, terciarios y cuaternarios.
4. Determinar cómo varían las propiedades de una aleación de acuerdo con las proporciones de los aleantes.
5. Calcular las proporciones y la composición química de las fases presentes en aleaciones sólidas y líquidas.
6. Determinar los cambios en la microestructura de un material metálico ocasionados por las variaciones de temperatura, composición y presión durante el proceso de solidificación.
7. Analizar cómo influye la rapidez del enfriamiento en las fases formadas y en las fisuras granulares durante un proceso de solidificación.

8. Determinar y analizar las variables que influyen en la ejecución de los tratamientos térmicos de los materiales metálicos.
9. Calcular las cantidades de fase, la composición química de cada una de ellas y los cambios de volumen que ocurren en las transformaciones de fases durante los tratamientos térmicos.
10. Seleccionar el tratamiento térmico apropiado para obtener una determinada microestructura en una aleación específica.
11. Determinar la relación entre los calentamientos y los enfriamientos controlados y las microestructuras obtenidas durante los tratamientos térmicos.
12. Distinguir y analizar las características de los diferentes tratamientos térmicos.
13. Seleccionar un tratamiento térmico para un elemento metálico con base en las propiedades mecánicas deseadas.
14. Seleccionar, evaluar y operar equipos y procesos de tratamiento térmicos.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 12

Controlar y modificar la microestructura de los materiales metálicos mediante el proceso de solidificación y los tratamientos térmicos.

ÁREA TEMÁTICA 13: Conformado de materiales metálicos.

CONOCIMIENTOS (Saber)

Mecánica de materiales. Relaciones esfuerzo-deformación para el comportamiento elástico. Teoría de la plasticidad, curvas de fluencia, teoría de la fluencia, criterio de la tensión máxima, reglas de endurecimiento. Termofluencia y rotura bajo esfuerzo. Trayectorias de tensiones y deformaciones. Deformación plástica de monocristales, deformación por deslizamiento de cristales,

deslizamiento en una red perfecta, deslizamiento producido por el movimiento de dislocaciones, tensión cizallante, deformación por maclaje. Deformación plástica de agregados policristalinos.

Endurecimiento. Mecanismos de endurecimiento por deformación en frío, límite elástico aparente; endurecimientos por refinamiento de grano, por solución sólida, por partícula de segunda fase, por precipitación, por envejecimiento, por descomposición eutectoide, por reacción martensítica, por reacción orden

desorden. Estructura del trabajo en frío. Recocido de metales deformados en frío, recristalización, recuperación, variables. Efecto Bauschinger.

Conformado plástico de metales. Modelo general de los procesos, estructura morfológica. Forjado, clasificación, equipos, variables, pasos para la obtención de una pieza, lubricantes. Laminación, equipos y trenes, laminación en caliente y en frío, variables, defectos, tensiones residuales. Extrusión, clasificación de procesos, equipos, variables, defectos. Trefilación, matriz de trefilado, defectos, variables, lubricantes, equipos, control metalúrgico. Conformado de chapa metálica, métodos, troqueles, embutición, lubricantes, defectos.

ACCIONES (Hacer)

1. Analizar los comportamientos elástico y plástico de los materiales metálicos.
2. Analizar y calcular la distribución de tensiones y de deformaciones en cuerpos que presentan deformaciones elástica y plástica.
3. Relacionar la deformación plástica de los materiales metálicos con las modificaciones de su estructura interna.
4. Analizar y diferenciar los mecanismos de endurecimiento por deformación en frío, a nivel de microestructura.
5. Aplicar procesos de recocido para recristalizar elementos metálicos deformados en frío.
6. Distinguir y analizar los principales procesos utilizados para el conformado plástico de materiales metálicos.
7. Seleccionar el proceso de conformado plástico de materiales metálicos más adecuado para la producción industrial de un determinado producto.
8. Implementar, operar y controlar procesos de conformado plástico de materiales metálicos.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 13

Distinguir, comparar, analizar, evaluar, implementar, operar y controlar procesos de conformado plástico de materiales metálicos.

ÁREA TEMÁTICA 14: Falla de materiales.

CONOCIMIENTOS (Saber)

Falla por deformación. Mecanismos de falla, causas, morfología, proceso, prevención, factor de seguridad. Teorías de falla, esfuerzo normal máximo, deformación normal máxima, energía de distorsión, esfuerzo cortante máximo. Esfuerzos combinados. Propiedades mecánicas que deben tenerse en cuenta en los diseños y en la selección de materiales para evitar las fallas.

Fractura. Tipos de fractura en los metales, mecanismos. Resistencia cohesiva teórica de los metales. Fractura frágil de materiales cristalinos, teoría de Griffith, aspectos metalográficos. Fractura dúctil. Concentración de esfuerzos y generación de grietas. Teoría de las dislocaciones para la nucleación de grietas. Efecto de la temperatura sobre la tenacidad. Tenacidad a la entalla. Fragilidad por absorción de hidrógeno, fractura por fragilidad intercristalina, fractomecánica.

Fatiga. Ciclos de esfuerzos en fatiga, curva de fatiga. Naturaleza estadística de la fatiga. Efecto del esfuerzo medio de la fatiga. Criterio de Soderberg. Diagramas de Goodman y de Smith. Fatiga a bajos ciclos. Características estructurales de la fatiga. Propagación de las grietas de fatiga. Factores que afectan la falla por fatiga. Efecto de las variables metalúrgicas en la fatiga. Fatiga con corrosión. Efecto de la temperatura en la fatiga.

ACCIONES (Hacer)

1. Distinguir, comparar y analizar los diferentes criterios de falla por deformación.
2. Aplicar criterios de falla para el cálculo de piezas metálicas sometidas a condiciones de deformación por carga.
3. Analizar los diferentes tipos de fractura de materiales metálicos, sus mecanismos y su relación con el comportamiento de la microestructura.

4. Analizar fracturas en piezas metálicas para determinar sus causas y mecanismos.
5. Proponer alternativas para evitar la fractura de piezas metálicas sometidas a determinadas condiciones de carga.
6. Determinar la resistencia a la fatiga de piezas metálicas sometidas a cargas cíclicas.
7. Proponer soluciones para evitar la falla por fatiga de piezas metálicas sometidas a condiciones de carga cíclica.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 14

Identificar, analizar, evaluar y prevenir las fallas de elementos metálicos sometidos a condiciones de carga.

ÁREA TEMÁTICA 15: Análisis y selección de materiales.

CONOCIMIENTOS (Saber)

Medición de propiedades mecánicas. Ensayos de tracción, compresión, flexión y torsión. Comportamiento esfuerzo-deformación unitaria. Procedimientos para la medición de propiedades mecánicas: límite elástico, límite de fluencia, resistencia mecánica, impacto y energía, elongación, estricción, módulo de elasticidad, dureza, tenacidad, límite de fatiga. Normas nacionales e internacionales para la realización de ensayos mecánicos.

Análisis metalográfico. Metalografía, preparación de las muestras, corte, montaje, desgaste, pulido, ataques mecánico y químico. Caracterización de las fases mediante técnicas metalográficas: microscopía óptica, microscopía electrónica, difracción de rayos x, espectrometría, espectroscopia, resonancia magnética nuclear; análisis de imágenes. Determinación de fases, aleaciones hierro-carbono, fundiciones, aleaciones no ferrosas. La metalografía en el

control de calidad.

Ensayos no destructivos. Clasificación y objetivos de los ensayos no destructivos. Técnicas para detectar discontinuidades superficiales y subsuperficiales: inspección visual, líquidos penetrantes, partículas magnéticas, corrientes inducidas; fundamentos, aplicaciones, limitaciones, equipos. Técnicas para detectar discontinuidades internas. Radiografía industrial x y gamma, clasificación, proceso, interpretación, riesgos. Ultrasonido, principios, equipos, técnica, interpretación. Normas de ensayos no destructivos.

Selección de metales y aleaciones. Propiedades físicas y mecánicas utilizadas en el diseño de piezas. Selección del material y del proceso. Aspectos comerciales de los materiales metálicos, especificaciones técnicas, costos. Aceros para ser sometidos a tratamientos térmicos. Características de los aceros de construcción. Materiales para herramientas. Materiales resistentes a la corrosión. Aleaciones ferrosas y no ferrosas.

Materiales cerámicos. Estructuras cristalina y no cristalina, enlaces químicos. Materias primas para la elaboración de cerámicos. Clasificaciones de los cerámicos. Propiedades mecánicas, térmicas, eléctricas, magnéticas, ópticas y químicas. Polvos cerámicos. Técnicas de conformado y maquinado. Tratamientos térmicos, sinterización, vitrificación. Tenacidad, falla por fatiga. Materiales cerámicos industriales, materiales refractarios, ladrillos, porcelana, vidrio, cemento, hormigón.

ACCIONES (Hacer)

1. Determinar experimentalmente las propiedades mecánicas de los materiales, de acuerdo con las normas existentes para tal fin.
2. Identificar y analizar las diferentes técnicas y equipos de análisis metalográfico.
3. Preparar muestras metálicas para la realización de análisis metalográficos.
4. Determinar las características de la microestructura de una aleación mediante el análisis metalográfico con microscopio óptico.
5. Determinar las relaciones entre las microestructuras observadas y las propiedades de los materiales.
6. Seleccionar el ensayo no destructivo más adecuado para la evaluación superficial o interna de una pieza metálica determinada.
7. Realizar y evaluar ensayos no destructivos de pieza metálicas, de acuerdo

con las normas existentes para tal fin.

8. Seleccionar el material metálico más adecuado para una determinada sollicitación, teniendo en cuenta criterios técnicos y económicos.
9. Identificar y analizar los diferentes tipos de materiales cerámicos, así como sus estructuras, sus propiedades y las técnicas de conformado, maquinado y transformación.
10. Seleccionar el material cerámico más idóneo para suplir una necesidad específica.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 15

Identificar, comparar, analizar, ensayar y seleccionar materiales para uso industrial.

ÁREAS TEMÁTICAS ESPECÍFICAS DE LA INGENIERÍA METALÚRGICA Y COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DEL INGENIERO METALÚRGICO

No.	ÁREAS TEMÁTICAS	COMPETENCIAS ESPECÍFICAS
1	Comunicación gráfica	Elaborar e interpretar planos de objetos sólidos y de elementos mecánicos.
2	Estática	Analizar, calcular y predecir el estado de carga de elementos y sistemas mecánicos en equilibrio estático.
3	Resistencia de materiales	Identificar, calcular y predecir las deformaciones y los esfuerzos internos que se producen en elementos mecánicos sometidos a condiciones de carga.
4	Electricidad	Identificar y analizar la operación de las máquinas y los circuitos eléctricos de una planta industrial.
5	Química	Identificar, describir, analizar y establecer los estados, los procesos y las reacciones químicas en las fases sólida, líquida y gaseosa.
6	Fisicoquímica	Analizar, predecir y regular los fenómenos químicos con base en la aplicación de principios físicos y químicos.
7	Fenómenos de transporte	Analizar y calcular procesos de transferencia de cantidad de movimiento, transferencia de calor y transferencia de masa.

8	Microestructura de los materiales metálicos	Identificar y analizar la estructura cristalina de los materiales metálicos y relacionar esta con las propiedades de tales materiales.
9	Metalurgia extractiva	Identificar, implementar, mejorar, operar y evaluar procesos industriales de metalurgia extractiva.
10	Procesos metalúrgicos	Identificar, seleccionar, implementar, evaluar, operar y mejorar procesos metalúrgicos.
11	Procesos electroquímicos	Distinguir, comparar, analizar, evaluar, implementar, operar y controlar procesos electroquímicos.
12	Metalurgia física	Controlar y modificar la microestructura de los materiales metálicos mediante el proceso de solidificación y los tratamientos térmicos.
13	Conformado de materiales metálicos	Distinguir, comparar, analizar, evaluar, implementar, operar y controlar procesos de conformado plástico de materiales metálicos.
14	Falla de materiales	Identificar, analizar, evaluar y prevenir las fallas de elementos metálicos sometidos a condiciones de carga.
15	Análisis y selección de materiales	Identificar, comparar, analizar, ensayar y seleccionar materiales para uso industrial.

AGRUPACIÓN DE LAS COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DEL INGENIERO METALÚRGICO EN FUNCIONES

<p>FUNCIÓN 1</p> <p>Identificar, implementar, mejorar, operar y evaluar procesos industriales de metalurgia extractiva.</p>
<p style="text-align: center;">COMPETENCIAS ESPECÍFICAS</p> <p>9. Identificar, implementar, mejorar, operar y evaluar procesos industriales de metalurgia extractiva.</p>

<p>FUNCIÓN 2</p> <p>Identificar, seleccionar, implementar, evaluar y operar procesos metalúrgicos, electroquímicos y de tratamientos térmicos.</p>
<p style="text-align: center;">COMPETENCIAS ESPECÍFICAS</p> <p>10. Identificar, seleccionar, implementar, evaluar, operar y mejorar procesos metalúrgicos.</p> <p>11. Distinguir, comparar, analizar, evaluar, implementar, operar y controlar procesos electroquímicos.</p> <p>12. Controlar y modificar la microestructura de los materiales metálicos mediante el proceso de solidificación y los tratamientos térmicos.</p>

FUNCIÓN 3

Distinguir, comparar, analizar, evaluar, implementar y operar procesos de conformado plástico de materiales metálicos.

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

13. Distinguir, comparar, analizar, evaluar, implementar y operar procesos de conformado plástico de materiales metálicos.

FUNCIÓN 4

Identificar, analizar, evaluar y prevenir las fallas de elementos metálicos sometidos a condiciones de carga.

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

14. Identificar, analizar, evaluar y prevenir las fallas de elementos metálicos sometidos a condiciones de carga.

FUNCIÓN 5

Identificar, comparar, analizar, ensayar y seleccionar materiales para uso industrial.

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

15. Identificar, comparar, analizar, ensayar y seleccionar materiales para uso industrial.

PROGRAMAS ACADÉMICOS CONSULTADOS

INSTITUCIONES	CIUDADES
1. Universidad de Antioquia	Medellín
2. Universidad Industrial de Santander	Bucaramanga
3. Universidad Libre	Bogotá
4. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia	Tunja

CAPÍTULO 12

FORMACIÓN ESPECÍFICA DE LOS INGENIEROS DE TELECOMUNICACIONES

ÁREAS TEMÁTICAS ESPECÍFICAS DE LA INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES

1. Circuitos eléctricos
2. Campos electromagnéticos
3. Dispositivos semiconductores
4. Señales y sistemas
5. Electrónica analógica
6. Circuitos y sistemas digitales
7. Microprocesadores y microcontroladores
8. Procesamiento digital de señales
9. Medios guiados de transmisión de señales
10. Propagación y antenas
11. Redes y sistemas de telecomunicaciones
12. Sistemas de radiocomunicación
13. Sistemas de telefonía
14. Transmisión de datos
15. Sistemas de video

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DEL INGENIERO DE TELECOMUNICACIONES

ÁREA TEMÁTICA 1: Circuitos eléctricos.

CONOCIMIENTOS (Saber)

Circuitos eléctricos de corriente directa. Elementos activos y pasivos, conceptos básicos, unidades. Ley de Ohm. Fuentes dependientes e independientes. Circuitos en serie y en paralelo. Leyes de Kirchoff. Métodos para el análisis de circuitos con resistencias lineales y no lineales. Elementos almacenadores de energía: inductancia y capacitancia; modelos matemáticos, conexiones en serie y en paralelo. Circuitos RC, RL y RLC. Amplificador operacional, circuitos, filtros. Respuestas estacionaria y transitoria de los circuitos; respuestas natural, forzada y completa. Herramientas de simulación para circuitos eléctricos.

Circuitos eléctricos de corriente alterna. Ondas, parámetros. Naturaleza de la CA, números complejos, fuentes senoidales y fasores. Leyes de Kirchoff. Impedancia, admitancia, conductancia, susceptancia, relaciones fasoriales en R, L y C, diagramas fasoriales. Métodos para el análisis de circuitos de CA en estados estable y transitorio. Transformada de Laplace, dominio S, frecuencia compleja, respuesta de frecuencia, gráficas de Bode, resonancia, convolución. Filtros, tipos, cuadripolos, función de transferencia. Series y transformada de Fourier. Inductancia mutua. Potencia en la CA, factor de potencia. Sistemas polifásicos equilibrados y desequilibrados.

ACCIONES (Hacer)

1. Identificar y clasificar los elementos presentes en circuitos eléctricos de CD y CA.
2. Diferenciar y analizar las características y el desempeño de los distintos tipos de fuentes en los circuitos eléctricos.
3. Analizar los circuitos eléctricos que almacenan energía en el dominio del tiempo.
4. Formular modelos matemáticos de los diferentes dispositivos eléctricos de un circuito de CD o CA.

5. Simplificar los circuitos eléctricos como medio para su análisis.
6. Analizar circuitos eléctricos con amplificadores operacionales.
7. Calcular las diferentes clases de potencia presentes en un circuito de CA y corregir el factor de potencia.
8. Analizar y solucionar matemáticamente circuitos eléctricos de CD y CA, utilizando diferentes métodos.
9. Analizar y solucionar circuitos eléctricos lineales en estado estacionario y en estado transitorio.
10. Analizar circuitos de CA en el dominio del tiempo y en el dominio de la frecuencia.
11. Simular e implementar filtros pasivos y activos.
12. Analizar y solucionar matemáticamente circuitos bifásicos y trifásicos.
13. Elaborar e interpretar planos de circuitos eléctricos monofásicos, bifásicos y trifásicos.
14. Diseñar circuitos eléctricos de CD y CA y analizar su comportamiento físico y matemático.
15. Utilizar herramientas computacionales para la simulación y el análisis de circuitos eléctricos.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 1

Analizar, modelar, solucionar, calcular y diseñar circuitos eléctricos de corriente directa y de corriente alterna.¹

¹ Esta competencia contribuye al desempeño idóneo de varias funciones.

ÁREA TEMÁTICA 2: Campos electromagnéticos.

CONOCIMIENTOS (Saber)

Electrostática. Campo eléctrico estático, leyes de Coulomb y de Gauss, intensidad del campo eléctrico, potencial eléctrico, campo eléctrico estático en dieléctricos, polarización. Conductores y dieléctricos. Unidades. Condensadores y capacidad. Ecuaciones de Laplace y Poisson para el campo eléctrico. Corriente eléctrica estacionaria, resistencia, ley de Ohm, potencia y ley de Joule.

Magnetostática. Campo magnético estático, ley de Biot-Savart, ley de Ampere, flujo magnético, densidad de flujo, fuerzas magnéticas, unidades. Cálculo de inductancias, propiedades magnéticas de los materiales, condiciones de frontera, saturación, histéresis. Partículas cargadas en campos eléctricos y magnéticos. Campo magnético estático en materiales ferromagnéticos, magnetización.

Campos eléctricos y magnéticos que varían con el tiempo. Campos magnéticos cuasiestacionarios. Ley de Faraday, fuerza electromotriz. Ecuaciones de Maxwell. Funciones de potencial, potenciales retardados. Campos de dependencia armónica con el tiempo. Ondas electromagnéticas planas. Vector de Poynting. Efecto de superficie, profundidad de penetración. Propagación de las ondas electromagnéticas, líneas de transmisión, guías de onda, antenas.

ACCIONES (Hacer)

1. Establecer modelos macroscópicos de los fenómenos electromagnéticos.
2. Clasificar los materiales a partir de sus propiedades magnéticas.
3. Determinar las distribuciones de campos electromagnéticos en dispositivos eléctricos y electrónicos, con el fin de predecir el comportamiento de estos.
4. Utilizar leyes físicas y procedimientos matemáticos para calcular las variables asociadas a la presencia de campos electromagnéticos en diversas condiciones de espacio y de tiempo.
5. Analizar y predecir la variación de los campos electromagnéticos con el tiempo.
6. Calcular los parámetros básicos de circuitos eléctricos y magnéticos.

7. Analizar y calcular las variables relacionadas con la propagación de ondas electromagnéticas en líneas de transmisión, guías de onda y antenas.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 2

Determinar las distribuciones de campos electromagnéticos en elementos eléctricos y electrónicos y calcular las diferentes variables asociadas a ellos.²

ÁREA TEMÁTICA 3: Dispositivos semiconductores.

CONOCIMIENTOS (Saber)

Dispositivos semiconductores. Unión P-N. Tecnología de los semiconductores. Tipos de diodos semiconductores, materiales, especificaciones, funcionamiento, polarización, circuitos, pequeña señal, aplicaciones. Transistor de unión bipolar y transistor de efecto de campo, Mosfet, otros transistores, operación, polarización, circuitos, pequeña señal, especificaciones. Dispositivos optoelectrónicos. Tiristores, dispositivos de potencia. Circuitos integrados. Manuales de especificaciones y de uso.

ACCIONES (Hacer)

1. Analizar las características y el funcionamiento de los diferentes dispositivos semiconductores.
2. Determinar el comportamiento estático de los dispositivos semiconductores.
3. Analizar las curvas características de los dispositivos semiconductores.
4. Analizar y diseñar circuitos con diodos y con transistores bipolares de unión y de efecto de campo.

² Esta competencia contribuye al desempeño idóneo de varias funciones.

5. Analizar y diseñar amplificadores de pequeña señal con transistores bipolares de unión y transistores de efecto de campo.
6. Utilizar herramientas computacionales para la simulación y el análisis de dispositivos semiconductores.
7. Utilizar los manuales de los fabricantes para especificar y seleccionar los dispositivos semiconductores.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 3

Analizar, especificar, seleccionar y utilizar dispositivos semiconductores en el diseño y en la construcción de circuitos electrónicos.³

ÁREA TEMÁTICA 4: Señales y sistemas.

CONOCIMIENTOS (Saber)

Señales y sistemas. Medición de variables físicas. Clasificación de señales. Representación matemática de señales. Clases de señales, continuas y discretas, propiedades. Filtros, pasivos y activos. Clasificación de sistemas. Sistemas lineales invariantes con el tiempo, propiedades, convolución, ecuaciones. Análisis de Fourier –series y transformada- para señales y sistemas de tiempo continuo. Análisis de Fourier para señales de tiempo discreto. Transformada de Laplace y función de transferencia, propiedades. Modulaciones de amplitud y de frecuencia. Síntesis de circuitos. Transformada Z y sistemas de tiempo discreto, aplicaciones.

Análisis de sistemas. Fenómenos dinámicos, sistemas multivariados. Modelado de sistemas dinámicos mecánicos, eléctricos, térmicos y otros. Sistemas de tiempo continuo. Modelos internos y externos, ecuaciones de estado, funciones de transferencia. Sistemas lineales, respuesta en el tiempo, simulación, funciones de transferencia, diagramas de bloques. Sistemas no lineales, linealización.

³ Esta competencia contribuye al desempeño idóneo de varias funciones.

Análisis de estabilidad. Análisis de polos y ceros. Respuesta estacionaria de sistemas en tiempo y en frecuencia. Sistemas de tiempo discreto, muestreo, tiempo de muestreo. Sistemas híbridos analógico-digital.

ACCIONES (Hacer)

1. Analizar fenómenos dinámicos reales y representarlos mediante modelos matemáticos.
2. Identificar y analizar las analogías existentes entre diferentes sistemas dinámicos.
3. Utilizar técnicas matemáticas para el modelado de sistemas dinámicos.
4. Analizar las respuestas estáticas y dinámicas de sistemas dinámicos.
5. Formular modelos internos y externos de sistemas dinámicos.
6. Analizar el comportamiento de sistemas de elementos lineales que no varían con el tiempo.
7. Obtener modelos linealizados de sistemas no lineales.
8. Analizar el comportamiento de sistemas continuos y discretos.
9. Realizar el muestreo y la reconstrucción de señales discretas.
10. Convertir señales analógicas en digitales y viceversa.
11. Utilizar herramientas computacionales para el modelado y el análisis de sistemas dinámicos.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 4

Analizar y modelar el comportamiento de sistemas dinámicos.⁴

⁴ Esta competencia contribuye al desempeño idóneo de varias funciones

ÁREA TEMÁTICA 5: Electrónica analógica.

CONOCIMIENTOS (Saber)

Electrónica analógica. Realimentación, tipos, efectos, circuitos. Amplificadores de señal grande. Amplificadores de una etapa y multietapa, amplificador diferencial. Amplificador operacional teórico y real, aplicaciones lineales, inversor y no inversor, sumador, restador, integrador, derivador, comparador, realimentado, de potencia. Amplificadores operacionales con diodos. Amplificadores operacionales no lineales. Respuesta en frecuencia de un amplificador operacional. Generadores de señal lineales y no lineales. Amplificador de banda ancha. Amplificadores sintonizados. Amplificadores de instrumentación y de potencia. Osciladores, multivibradores. Modulación y demodulación. Filtros activos, tipos, diseño, implementación. Temporizadores. Interfase analógica-digital, convertidores CA/CD y CD/CA.

ACCIONES (Hacer)

1. Analizar y diseñar fuentes primarias de circuitos electrónicos.
2. Analizar y diseñar osciladores armónicos.
3. Aplicar los modelos circuitales equivalentes de diodos y de transistores bipolares de unión y de efecto de campo en el análisis de circuitos electrónicos.
4. Comparar las aplicaciones lineales y no lineales de los amplificadores operacionales.
5. Analizar y diseñar circuitos con amplificadores operacionales para solicitudes lineales y no lineales.
6. Solucionar problemas de distorsión, estabilidad y ruido de cualquier tipo de amplificador mediante la realimentación.
7. Programar circuitos lógicos combinatorios, circuitos secuenciales y máquinas de estado.
8. Calcular y diseñar filtros, teniendo en cuenta los requerimientos de los amplificadores operacionales.

9. Analizar, diseñar y evaluar subsistemas electrónicos para aplicaciones analógicas.
10. Elaborar e interpretar planos y diagramas de circuitos electrónicos.
11. Utilizar herramientas computacionales para el modelado de circuitos electrónicos.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 5

Modelar, analizar, diseñar, construir, programar y evaluar circuitos electrónicos analógicos.⁵

ÁREA TEMÁTICA 6: Circuitos y sistemas digitales.

CONOCIMIENTOS (Saber)

Circuitos y sistemas digitales. Fundamentos matemáticos de los circuitos digitales, sistemas numéricos, código binario, otros códigos. Función lógica, familias lógicas, compuertas lógicas, dispositivos de entrada y de salida. Álgebra booleana, mapas de Karnaugh, simbología. Circuitos lógicos básicos, circuitos lógicos combinatorios, dispositivos lógicos programables combinatorios, circuitos aritméticos, codificadores y decodificadores, multiplexores y demultiplexores. Lógica secuencial, cerrojos y flip-flops, contadores y registros. Máquinas de estado, circuitos secuenciales sincrónicos y asincrónicos, características. Dispositivos lógicos programables secuenciales, arquitectura. Memorias, estructura, clasificación, aplicaciones.

⁵ Esta competencia contribuye al desempeño idóneo de varias funciones.

ACCIONES (Hacer)

1. Utilizar dispositivos lógicos comerciales y dispositivos lógicos programables para el diseño y la construcción de circuitos digitales.
2. Utilizar las diversas clases de flip-flops para el diseño de máquinas de estado, contadores y registros.
3. Construir e implementar contadores ascendentes y descendentes así como codificadores y decodificadores para distintos tipos de aplicaciones.
4. Diseñar y programar circuitos combinatorios, secuenciales y máquinas de estado.
5. Especificar y evaluar sistemas digitales.
6. Seleccionar la memoria adecuada para una necesidad específica.
7. Analizar y diseñar subsistemas electrónicos de integración analógica-digital.
8. Utilizar herramientas computacionales para la programación de circuitos digitales.

**COMPETENCIA ESPECÍFICA 6**

Modelar, analizar, diseñar, construir, programar y evaluar circuitos electrónicos digitales.⁶

⁶ Esta competencia contribuye al desempeño idóneo de varias funciones.

ÁREA TEMÁTICA 7: Microprocesadores y microcontroladores.**CONOCIMIENTOS (Saber)**

Microcomputadores. *Hardware y software.* Arquitectura de los microcomputadores. Buses, memorias RAM y ROM, periféricos, unidad de control, puertos de entrada y de salida. Tipos de interfaces, interpretación de los teclados, generación de caracteres en pantalla, puertos en paralelo y en serie, análisis de potencia, discos, video. Lenguaje ensamblador.

Microprocesadores. Familias de microprocesadores, arquitectura, características, organización lógica y física, direccionamiento, programación. Lenguaje de descripción del *hardware*, VHDL. Modelado de circuitos combinatorios y secuenciales, máquinas de estado, memorias, transferencia entre registros. Lenguajes de máquina de microprocesadores, tipos de instrucciones.

Microcontroladores. Principales familias de microcontroladores, arquitectura, estructura básica, características, programación. Interrupciones internas y externas. Modelado de circuitos con microcontroladores.

ACCIONES (Hacer)

1. Analizar, especificar y seleccionar los dispositivos utilizados en el diseño de un microcomputador personal.
2. Describir y analizar la estructura básica de un microprocesador y de un microcontrolador.
3. Establecer las semejanzas y las diferencias entre las diversas familias y tipos de microprocesadores y de microcontroladores disponibles en el mercado.
4. Seleccionar e implementar el microprocesador o el microcontrolador digital más adecuado para una necesidad particular.
5. Elaborar programas de mediana complejidad en lenguaje ensamblador para el manejo de los dispositivos de entrada y de salida de un microcomputador personal.
6. Elaborar programas de mediana complejidad en lenguaje ensamblador para sistemas basados en microprocesadores o microcontroladores.

7. Analizar y diseñar sistemas y circuitos digitales simples basados en microprocesadores o en microcontroladores y analizar la integración de todas sus partes como un sistema.
8. Tener en cuenta la relación entre el *hardware* y el *software* de un sistema basado en microprocesadores o en microcontroladores.
9. Utilizar instrumentos y equipos que permitan la puesta a punto de sistemas basados en microprocesadores o microcontroladores.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 7

Seleccionar, modelar, analizar, diseñar, evaluar e implementar microprocesadores y microcontroladores digitales.⁷

ÁREA TEMÁTICA 8: Procesamiento digital de señales.

CONOCIMIENTOS (Saber)

Procesamiento digital de señales. Arquitectura del procesamiento digital de señales, elementos básicos, algoritmos. Conversión de señales analógica-digital y digital-analógica. Señales y muestreo, teorema de muestreo, muestreo uniforme, reconstrucción, teorema de Nyquist. Transformada discreta de Fourier – DFT. Transformada rápida de Fourier - FFT. Filtros digitales, caracterización en el dominio temporal y en el dominio frecuencial, clasificación, especificación, diseño e implementación. Aplicaciones del proceso digital, señales de audio, señales de control.

ACCIONES (Hacer)

1. Realizar el muestreo y la reconstrucción de señales discretas.

⁷ Esta competencia contribuye al desempeño idóneo de varias funciones.

2. Analizar, comparar y seleccionar el filtro digital adecuado para unas determinadas condiciones de servicio.
3. Especificar, diseñar e implementar filtros digitales para el procesamiento de señales.
4. Realizar conversiones analógica-digital y digital-analógica de señales.
5. Establecer las arquitecturas computacionales necesarias para el procesamiento de señales digitales.
6. Implementar algoritmos para el procesamiento de señales digitales.
7. Formular y seleccionar las técnicas de procesamiento de señales que permitan su transmisión de manera digital o analógica.
8. Interpretar las especificaciones técnicas de los fabricantes de dispositivos comerciales para realizar la selección y el montaje de sistemas de procesamiento digital de señales.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 8

Analizar, comparar, especificar, seleccionar, diseñar e implementar dispositivos y sistemas de procesamiento digital de señales.⁸

ÁREA TEMÁTICA 9: Medios guiados de transmisión de señales.

CONOCIMIENTOS (Saber)

Líneas de transmisión. Ondas electromagnéticas transversales. Medios de transmisión y su comportamiento en frecuencia. Líneas de dos conductores, ecuaciones características, análisis. Impedancias de entrada y característica,

⁸ Esta competencia contribuye al desempeño idóneo de varias funciones.

acoplamiento de impedancia. Reactancia de entrada. Líneas desacopladas. Onda estacionaria. Carta de Smith. Eficiencia y pérdidas en líneas, distorsión, resonancia y factor de calidad. Cavidades resonantes. Parámetros y aplicaciones de las líneas de transmisión. Líneas bifilares, cable coaxial, líneas de cinta y microcinta. Guías de onda, modelo de propagación, tipos, características.

Comunicaciones ópticas. Principios de comunicación óptica, teoría fotoeléctrica, fotoemisividad, fotoconductividad, fotodispositivos. Tipos de sistemas de comunicaciones ópticas. Propagación, atenuación, absorción, dispersión, ancho de banda; pérdidas y función de transferencia en fibras ópticas. Construcción de la fibra óptica, tipos, materiales. Componentes de las transmisiones ópticas: guías de onda, emisores, conectores, empalmes, repetidores, fuentes, detectores, transmisores, receptores. Tecnologías de las redes de comunicaciones ópticas. Planeación de un sistema de comunicaciones ópticas. Comunicaciones ópticas coherentes. Redes ópticas inteligentes.

ACCIONES (Hacer)

1. Seleccionar el medio de transmisión guiado más adecuado para unas condiciones específicas.
2. Identificar, analizar y evaluar los parámetros de operación de una línea de transmisión de señales.
3. Calcular, modelar y diseñar líneas de transmisión bifilar y coaxial.
4. Calcular, modelar y diseñar guías de onda.
5. Identificar el medio más apropiado para extender una red de comunicación, según las condiciones requeridas, y adelantar el proceso de diseño correspondiente.
6. Determinar los modos de propagación en una estructura optoeléctrica.
7. Analizar el funcionamiento de los componentes de un sistema de comunicación óptica y del sistema integral.
8. Seleccionar el tipo de fibra óptica adecuado para un enlace y determinar las características de dicho enlace.
9. Determinar las características de las fuentes y de los receptores de una red de comunicaciones ópticas.

10. Diseñar e implementar redes y sistemas de comunicaciones de fibra óptica a partir de unas determinadas especificaciones.
11. Mantener y evaluar redes y sistemas de comunicaciones de fibra óptica.
12. Utilizar la documentación técnica disponible para especificar y seleccionar los componentes de un sistema de comunicación óptica.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 9

Seleccionar, analizar, modelar, evaluar, calcular y diseñar medios guiados de transmisión de señales.

ÁREA TEMÁTICA 10: Propagación y antenas.

CONOCIMIENTOS (Saber)

Propagación de ondas electromagnéticas. Ecuaciones de Maxwell. Medios de radiación. Principios de la propagación, espectro de las ondas electromagnéticas, espectro radioeléctrico. Propiedades ópticas de las ondas de radio: reflexión, refracción, difracción, interferencia. Superposición de ondas. Enlace, pérdidas y ganancias, confiabilidad. Propagación en el espacio libre, por la superficie terrestre, por línea de vista y en un medio ionizado. Efectos de la tierra, la tropósfera y la ionósfera. Modelos de propagación. Ondas electromagnéticas en dieléctricos y en conductores, polarización y magnetización de medios materiales. Microondas, sistemas, generación, elementos pasivos, enlaces terrestres y satelitales, medidas. Comunicaciones por satélite, modelos y parámetros de enlace. Radar, tipos, funcionamiento, aplicaciones.

Antenas. Antenas de transmisión y de recepción. Operación y análisis de la antena. Parámetros, patrón de radiación, ganancia, eficiencia, ancho de banda, polarización, impedancia, potencia, directividad. La antena como circuito. Áreas. Enlace radial. Aspectos técnicos de las antenas. Dipolos eléctricos y magnéticos, tipos, características. Tipos de antenas, parámetros y aplicaciones. Antena lineal,

antena de cuadro, antena de apertura, antena reflectora, antenas planas, arreglos de antenas, antenas inteligentes, antenas de propósito especial. Síntesis, diseño y construcción de antenas.

ACCIONES (Hacer)

1. Aplicar conceptos físicos y técnicas matemáticas para analizar el fenómeno de la radiación electromagnética.
2. Seleccionar, diseñar y construir medios de difusión de señales radioeléctricas de acuerdo con las condiciones de demanda y de tráfico.
3. Modelar y diseñar enlaces terrestres de microondas punto a punto.
4. Modelar y diseñar enlaces de microondas entre satélites geoestacionarios.
5. Seleccionar, diseñar y construir antenas de recepción de señales radioeléctricas, de acuerdo con las condiciones de demanda y de tráfico.
6. Analizar y diseñar elementos de alimentación de antenas en sistemas de radiocomunicación.
7. Analizar y evaluar el comportamiento de las antenas y de componentes relacionados con la emisión y recepción de frecuencias electromagnéticas en bandas altas.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 10

Seleccionar, analizar, evaluar, calcular y diseñar medios de transmisión y recepción de señales radioeléctricas.

ÁREA TEMÁTICA 11: Redes y sistemas de telecomunicaciones.

CONOCIMIENTOS (Saber)

Redes de telecomunicaciones. Estructura general de las redes, red básica, componentes. Transmisión, modulación y demodulación, ancho de banda, contaminaciones, modos y medios de transmisión, conmutación, arreglos de circuitos, enrutamiento. Modelo de referencia OSI. Red digital de servicios integrados, elementos básicos, modelo, arquitectura. Redes de datos, componentes, transmisión de datos, teleprocesamiento, arquitecturas, internet. Tipos de redes de telecomunicaciones, telegráfica, telefónica, privada, de radio y televisión, radiomóvil, satelital. Otros servicios de telecomunicaciones.

Sistemas de telecomunicaciones. Técnicas de multiplexación FDM, TDM, WDM y CDM. Técnica de multiplexación PDH, sistemas multiplex PDH, equipo terminal PDH, diagrama en bloques. Sincronización y señalización. Sistemas PDH de orden superior. Transmisión de señales PDH, medios de transmisión, fuentes de ruido, equipo terminal de línea, regenerador de línea, alimentación. Jerarquía digital sincrónica - SDH. Trama básica SDH. Equipos SDH. Sistemas de protección. Topologías de red, bus, anillo, malla, aplicaciones. Sincronización en redes SDH. Planeación en redes SDH, etapas, estrategia.

Regulación de las telecomunicaciones. Naturaleza y finalidad de las telecomunicaciones. Marco general del sector en el mundo y en Colombia. Servicios de telecomunicaciones, básicos, de difusión, telemáticos, de valor agregado, auxiliares, especiales. Leyes y normas nacionales. Entes gubernamentales que manejan las telecomunicaciones. Planes y programas del Ministerio de Comunicaciones. Evolución y análisis futuros. Comercio electrónico.

ACCIONES (Hacer)

1. Comparar, diferenciar y analizar los diversos tipos de sistemas de telecomunicaciones.
2. Identificar y analizar los componentes de un sistema de telecomunicación.
3. Identificar, describir y analizar las técnicas y configuraciones de los sistemas de telecomunicaciones digitales.
4. Comparar y diferenciar los diversos tipos de redes de telecomunicaciones.
5. Identificar y analizar los componentes de una red de telecomunicación.

6. Identificar las diferentes topologías de distribución de una red de telecomunicación.
7. Identificar y analizar los servicios que soporta una red de telecomunicación.
8. Analizar una red de telecomunicación con base en el modelo de referencia OSI.
9. Analizar las técnicas de comunicación de los diferentes tipos de redes y de sistemas telecomunicaciones.
10. Identificar, analizar y aplicar las normas que regulan las redes y los sistemas de telecomunicaciones.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 11

Comparar, identificar, analizar, seleccionar y gestionar redes y sistemas de telecomunicaciones.

ÁREA TEMÁTICA 12: Sistemas de radiocomunicación.

CONOCIMIENTOS (Saber)

Modulación y sistemas de radiocomunicación. Comunicaciones, señales y mensajes. Modulación y codificación. Señales, espectros y filtros. Señales aleatorias y ruido. Modulaciones lineal y exponencial. Ruido de modulación de onda continua. Modulaciones de amplitud y de ángulo de señales analógicas, esquemas en AM, FM y PM. Codificación digital de señales analógicas. Muestreo, cuantificación y codificación, control del error. Técnicas de modulación digital. Transmisión digital en banda base, características y aplicaciones. Desempeño de sistemas de comunicación digital en presencia de ruido y de interferencia. Transmisión digital con modulación de portadoras. Codificación de la fuente. Interfaces de transmisión. Teoría de la información. Sistemas con espectro ensanchado.

ACCIONES (Hacer)

1. Describir y analizar la estructura básica de un sistema de radiocomunicación analógico o digital y las funciones de sus elementos.
2. Solucionar situaciones de ruido e interferencia en sistemas de radiocomunicación analógicos y digitales.
3. Calcular los parámetros fundamentales de trabajo y obtener y los factores que intervienen en el funcionamiento de los sistemas de radiocomunicación digital.
4. Diseñar e implementar sistemas de radiocomunicación digital.
5. Evaluar sistemas de radiocomunicación digital.
6. Describir las funciones, estructura, funcionamiento y criterios fundamentales de diseño y análisis de los sistemas de radiocomunicación.
7. Aplicar las técnicas de modulación en sistemas de radiocomunicación y radiodifusión.
8. Efectuar mediciones en sistemas de radiocomunicación y radiodifusión.
9. Elaborar y utilizar programas de computación para el cálculo, el análisis y la simulación de dispositivos y sistemas de radiocomunicación digital.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 12

Calcular, analizar, simular, evaluar, diseñar e implementar sistemas de radiocomunicación analógicos y digitales.

ÁREA TEMÁTICA 13: Sistemas de telefonía.**CONOCIMIENTOS (Saber)**

Sistemas de conmutación. Telefonía, tipos de sistemas telefónicos, elementos de una central telefónica. Circuitos del sistema telefónico. Conmutación de circuitos, de paquetes y de celdas. Ingeniería de tráfico, probabilidades, medición del tráfico, congestión, modelado. Conmutadores digitales. Sincronización de redes digitales. Señalización en redes digitales. Sistemas comerciales de conmutación digital. Sistema de numeración. Tarifación. Servicios avanzados de telecomunicación.

Comunicaciones móviles. Telefonía móvil, funcionamiento de la red, tipos, teléfonos, servicios, topología, Componentes y funciones de un sistema de telefonía móvil celular. Cubrimiento de las celdas. Análisis del tráfico. Asignación de frecuencias. Redes, tamaño y cobertura. Pérdidas en el sistema. Sistemas de tarifación. Infraestructura, puesta en marcha, operación y mantenimiento. Sistemas analógicos y digitales. Sistemas de acceso troncalizado digital. Tecnologías de telefonía móvil. Estándares.

ACCIONES (Hacer)

1. Describir y analizar los elementos de conmutación, señalización y tráfico de un sistema de telecomunicaciones.
2. Comparar, analizar y evaluar las tecnologías de conmutación de circuitos, de paquetes y de celdas.
3. Comparar y analizar las arquitecturas de conmutación ofrecidas en el mercado.
4. Seleccionar la técnica de conmutación más adecuada para un determinado sistema de telecomunicaciones.
5. Analizar, adaptar y evaluar sistemas de conmutación digital.
6. Mantener y modernizar sistemas de conmutación digital.
7. Analizar y evaluar los mecanismos de calidad de servicio y control de tráfico existentes.

8. Tener en cuenta el tráfico telefónico en el dimensionamiento de una central telefónica.
9. Comparar y analizar los diferentes tipos de telefonía móvil existentes en el mercado.
10. Describir y analizar los componentes y las funciones de un sistema de telefonía móvil celular.
11. Comparar los sistemas de telefonía móvil analógicos y digitales y seleccionar el más adecuado para una solicitud determinada.
12. Dimensionar una red celular desde el punto de vista de la cobertura y el tamaño de las celdas.
13. Adaptar, diseñar, evaluar y gestionar sistemas de comunicación móviles.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 13

Comparar, analizar, evaluar, adaptar, diseñar, mantener y gestionar sistemas de telefonía fijos y móviles.

ÁREA TEMÁTICA 14: Transmisión de datos.

CONOCIMIENTOS (Saber)

Transmisión de datos. Normatividad en la transmisión de datos, modelo OSI. Nivel físico, funciones y servicios, medios de transmisión, cableado estructurado, repetidores. Nivel de enlace de datos, funciones y servicios, control de errores, control de flujos, protocolos del nivel de enlace. Subnivel de acceso al medio, funciones y servicios, protocolos de acceso múltiple, normas, puentes, conmutadores, concentradores. Nivel de red, funciones y servicios, algoritmos de encaminamiento, direccionamiento, enrutadores. Nivel de transporte, funciones y servicios, control de congestión, protocolos de transporte, pasarelas de

transporte. Nivel de aplicación, funciones y servicios, seguridad, administración de redes. Tecnologías Ethernet. Internet, redes, servicios.

ACCIONES (Hacer)

1. Analizar y aplicar la normatividad existente para la transmisión de datos.
2. Analizar las redes y los servicios telemáticos en los contextos nacional e internacional.
3. Identificar y analizar las características de los medios de transmisión que se utilizan en las redes telemáticas modernas.
4. Calcular las prestaciones de un canal de transmisión de datos.
5. Aplicar mecanismos de control de errores y de flujo en redes de cómputo.
6. Aplicar técnicas de control de acceso a un medio compartido en una red de difusión.
7. Aplicar mecanismos para el control de la congestión en redes.
8. Diseñar algoritmos de conectividad de los circuitos electrónicos con la red.
9. Seleccionar la opción de transmisión de datos más conveniente para atender una necesidad específica.
10. Diseñar soluciones de redes de transmisión de datos.



COMPETENCIA ESPECÍFICA 14

Analizar, comparar, calcular, seleccionar y diseñar
redes de transmisión de datos.

ÁREA TEMÁTICA 15: Sistemas de video.**CONOCIMIENTOS (Saber)**

Sistemas de video. Fisiología del ojo humano. Principios básicos de la televisión. Aplicaciones de la televisión. Iluminancia, crominancia, colorimetría, proceso de la señal. Procesos de emisión, transmisión y recepción de imágenes. Tecnologías analógicas y digitales, sistema NTSC, nuevas tecnologías. Televisión digitalizada. Cámaras de televisión, tipos, operaciones, aplicaciones. Transmisión por radiodifusión, por cable y vía satélite. Video digital, sistemas de compresión, tendencias, aplicaciones. Estándares de videoconferencia.

ACCIONES (Hacer)

1. Comparar, analizar y diferenciar las diversas tecnologías de transmisión de imágenes.
2. Identificar, analizar y calcular las variables características de un sistema de televisión.
3. Identificar y analizar los componentes de un sistema de televisión.
4. Seleccionar la opción de transmisión de imágenes más adecuada para unas especificaciones determinadas.
5. Aplicar los principios de codificación, transmisión y recepción en sistemas de video.
6. Implementar sistemas de video en plataformas multiservicio.
7. Analizar y evaluar sistemas de video.

**COMPETENCIA ESPECÍFICA 15**

Comparar, analizar, diferenciar, seleccionar e implementar tecnologías y sistemas de transmisión de imágenes.

ÁREAS TEMÁTICAS ESPECÍFICAS DE LA INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES Y COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DEL INGENIERO DE TELECOMUNICACIONES

No.	ÁREAS TEMÁTICAS	COMPETENCIAS ESPECÍFICAS
1	Circuitos eléctricos	Analizar, modelar, solucionar, calcular y diseñar circuitos eléctricos de corriente directa y de corriente alterna.
2	Campos electromagnéticos	Determinar las distribuciones de campos electromagnéticos en elementos eléctricos y electrónicos y calcular las diferentes variables asociadas a ellos.
3	Dispositivos semiconductores	Analizar, especificar, seleccionar y utilizar dispositivos semiconductores en el diseño y en la construcción de circuitos electrónicos.
4	Señales y sistemas	Analizar y modelar el comportamiento de sistemas dinámicos.
5	Electrónica analógica	Modelar, analizar, diseñar, construir, programar y evaluar circuitos electrónicos analógicos.
6	Circuitos y sistemas digitales	Modelar, analizar, diseñar, construir, programar y evaluar circuitos electrónicos digitales.
7	Microprocesadores y microcontroladores	Seleccionar, modelar, analizar, diseñar, evaluar e implementar microprocesadores y microcontroladores digitales.

8	Procesamiento digital de señales	Analizar, comparar, especificar, seleccionar, diseñar e implementar dispositivos y sistemas de procesamiento digital de señales.
9	Medios guiados de transmisión de señales	Seleccionar, analizar, modelar, evaluar, calcular y diseñar medios guiados de transmisión de señales.
10	Propagación y antenas	Seleccionar, analizar, evaluar, calcular y diseñar medios de transmisión y recepción de señales radioeléctricas.
11	Redes y sistemas de telecomunicaciones	Comparar, identificar, analizar, seleccionar y gestionar redes y sistemas de telecomunicaciones.
12	Sistemas de radiocomunicación	Calcular, analizar, simular, evaluar, diseñar e implementar sistemas de radiocomunicación analógicos y digitales.
13	Sistemas de telefonía	Comparar, analizar, evaluar, adaptar, diseñar, mantener y gestionar sistemas de telefonía fijos y móviles.
14	Transmisión de datos	Analizar, comparar, calcular, seleccionar y diseñar redes de transmisión de datos.
15	Sistemas de video	Comparar, analizar, diferenciar, seleccionar e implementar tecnologías y sistemas de transmisión de imágenes.

AGRUPACIÓN DE LAS COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DEL INGENIERO DE TELECOMUNICACIONES EN FUNCIONES

FUNCIÓN 1
Seleccionar, analizar, simular, evaluar, calcular y diseñar medios de transmisión de señales electromagnéticas.
COMPETENCIAS ESPECÍFICAS
<p>9. Seleccionar, analizar, modelar, evaluar, calcular y diseñar medios guiados de transmisión de señales.</p> <p>10. Seleccionar, analizar, evaluar, calcular y diseñar medios de transmisión y recepción de señales radioeléctricas.</p>

FUNCIÓN 2
Seleccionar, analizar, simular, evaluar, calcular, diseñar y gestionar sistemas y redes de comunicación de señales electromagnéticas.
<p>11. Comparar, identificar, analizar, seleccionar y gestionar redes y sistemas de telecomunicaciones.</p> <p>12. Calcular, analizar, simular, evaluar, diseñar e implementar sistemas de radiocomunicación analógicos y digitales.</p> <p>13. Comparar, analizar, evaluar, adaptar, diseñar, mantener y gestionar sistemas de telefonía fijos y móviles.</p>

FUNCIÓN 3

Analizar, comparar, calcular, seleccionar, diseñar e implementar redes y sistemas telemáticos, de acuerdo con la normatividad vigente.

14. Analizar, comparar, calcular, seleccionar y diseñar redes de transmisión de datos.
15. Comparar, analizar, diferenciar, seleccionar e implementar tecnologías y sistemas de transmisión de imágenes.

PROGRAMAS ACADÉMICOS CONSULTADOS

INSTITUCIÓN	CIUDAD
1. Universidad de Pamplona	Pamplona
2. Universidad de San Buenaventura	Bogotá
3. Universidad Pontificia Bolivariana	Medellín
4. Universidad Santo Tomás	Bogotá
5. Universidad Santo Tomás	Bucaramanga
6. Universidad Santo Tomás	Medellín