



ADMINISTRACIÓN NACIONAL DE EDUCACIÓN PÚBLICA

CONSEJO DE EDUCACIÓN TÉCNICO-PROFESIONAL

EXP. 2019-25-4-009393

Res. 3234/19

ACTA N° 222, de fecha 19 de noviembre de 2019.

VISTO: La solicitud de aprobación de la Reformulación del Curso Ingeniero Tecnológico Electrotecnia y sus correspondientes Programas, Plan 2020, presentada por el Departamento de Desarrollo y Diseño Curricular;

RESULTANDO: I) que los mismos fueron remitidos por la Comisión de Trabajo, integrada por: Gabriela CASTRO y Vanesa VERGER - Programa de Educación Terciaria, Hugo MANCEBO (Inspector de Electrotecnia), Milton PARADA y Carlos WIDER (Inspector de Electrónica), Jean Paul QUINTANS (Inspector de Matemática), Roberto SEPÚLVEDA (Referente Física), Docentes: Federico PATRONE, Andrés CROVETTO, Jhony SALDIVIA, Fernando UBIRÍA, Carlos VALLS, Jorge PEÑA, Gonzalo MONLLOR, Sergio BERNAL, Gustavo DA CUNDA, Richard FERRAGUT, Ana HALLER, Teresita SALAZAR, Alexis BRANDO, Orlando MORALES, Raúl MODENA-Asamblea Técnico Docente, Lorena GUILLAMA y Stefanía CONDE-Departamento de Desarrollo y Diseño Curricular;

CONSIDERANDO: que este Consejo entiende pertinente aprobar la reformulación y sus correspondientes programas;

ATENTO: a lo expuesto;

EL CONSEJO DE EDUCACIÓN TÉCNICO PROFESIONAL POR UNANIMIDAD (TRES EN TRES), RESUELVE:

1) Aprobar la Reformulación del Curso Ingeniero Tecnológico Electrotecnia - Plan 2020 y los Programas del citado curso que a continuación se detallan:

Identificación	Código SIPE	Descripción	
Tipo de Curso	063	Ingeniero Tecnológico	
Plan	2020		
Orientación	344	Electrotecnia	
Modalidad	Presencial		
Requisitos de Ingreso	<p>Egresado de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Educación Media Tecnológica orientación Electro - Electrónica Plan 2004</li> <li>- Educación Media Tecnológica orientación Electromecánica Plan 2004</li> <li>- Educación Media Tecnológica orientación Electromecánica Automotriz Plan 2004</li> <li>- Educación Media Tecnológica orientación Maquinista Naval Plan 2004</li> <li>- Educación Media Tecnológica orientación Robótica y Telecomunicaciones Plan 2004</li> <li>- Educación Media Tecnológica orientación Energías Renovables Plan 2004</li> <li>- Educación Media Tecnológica orientación Termodinámica Plan 2004</li> <li>- Educación Media Tecnológica orientación Química Plan 2004</li> <li>- Educación Media Tecnológica orientación Aeronáutica Plan 2004</li> <li>- Educación Media Tecnológica orientación Agrario Plan 2004</li> <li>- Educación Media Tecnológica orientación Automatización Industrial</li> <li>- Bachillerato Profesional orientación Instalaciones Eléctricas Plan 2008</li> <li>- Bachillerato Profesional orientación Operación y Mantenimiento de Instalaciones de Transmisión Plan 2008</li> <li>- Bachillerato Profesional orientación Operación y Mantenimiento de Instalaciones Eléctricas en Baja y Mediana Tensión Plan 2008</li> <li>- Bachillerato Técnico orientación Electrotecnia Plan 1976</li> <li>- Curso Técnico orientación Electrotecnia Plan 1986</li> <li>- Curso Técnico orientación Electrónica Plan 1986</li> <li>- Curso Técnico orientación Instalaciones Eléctricas Plan 1989</li> <li>- Bachillerato Tecnológico orientación Electro – Electrónica Plan 1997</li> <li>- Bachillerato Tecnológico orientación Electromecánica Plan 1997</li> <li>- Bachillerato Tecnológico orientación Electromecánica Automotriz Plan 1997</li> <li>- Bachillerato Tecnológico orientación Química Industrial Plan 1997</li> <li>- Bachillerato Tecnológico orientación Termodinámica Plan 1997</li> <li>- Articulación orientación Electro – Electrónica Plan 1993/2010 (hasta dos previas, inscripción condicional)</li> <li>- Bachillerato Diversificado Ingeniería Plan 1994</li> <li>- Bachillerato Diversificado Arquitectura Plan 1994</li> <li>- Bachillerato Diversificado Ingeniería Plan 1976</li> <li>- Bachillerato Diversificado Arquitectura Plan 1976</li> <li>- Bachillerato Diversificado Físico – Matemático Plan 2006</li> <li>- Bachillerato Diversificado Matemático – Diseño Plan 2006</li> </ul> <p>Los estudiantes que provengan de modalidades de Educación Media Superior no detalladas en el apartado anterior, deberán realizar FAE de Física y FAE de Matemática.</p>		
Duración	Horas totales:	Horas semanales:	Semanas:



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

	3568	Entre 21-37	16 semanas por semestre
Perfil de Egreso	<p><b>Técnico en Instalaciones Eléctricas Industriales</b>  El perfil del Técnico en Instalaciones Eléctricas Industriales es un profesional capacitado para realizar el diseño, instalación, montaje, mantenimiento y la operación en instalaciones eléctricas de Baja Tensión e instalaciones industriales, así como también realizar la instalación, montaje, mantenimiento y operación en instalaciones eléctricas de Media Tensión. A su vez, podrá desarrollar proyectos, gestionar, ejecutar y supervisar el montaje, mantenimiento y reparación de instalaciones eléctricas en baja tensión y sin límite de potencia.  <u>En el ejercicio profesional el Técnico en Instalaciones Eléctricas Industriales será capaz de:</u>  -Diseñar, planificar y supervisar la fabricación, montaje, puesta en servicio, mantenimiento y mejora de sistemas eléctricos de Baja Tensión de mediano y gran porte.  -Ejecutar y colaborar en el mantenimiento y operación en instalaciones de Media Tensión.  -Proyectar instalaciones, instalar y mantener nuevas instalaciones, ampliaciones, divisiones o reformas, incluyendo cambios de sistemas de alimentación e instalación de fuentes de energía alternativa.  -Diseñar e implementar sistemas de control en automatismo industrial y redes de potencia, con un fuerte énfasis en protocolos de comunicación e instrumentación industrial.  -Organizar el mantenimiento cumpliendo con todas las etapas correspondientes: gestionar, dirigir, coordinar, controlar, supervisar y ejecutar.  -Supervisar las instalaciones de Baja Tensión en servicio mediante ensayos, mediciones y controles verificando su correcto funcionamiento.  -Montar e instalar los tendidos y equipos de pequeñas tensiones de redes de informática, telefonía, CCTV, sistemas de control y seguridad.  -Participar en el análisis y desarrollo de soluciones informáticas aplicadas a la ingeniería eléctrica, incluyendo la estrecha colaboración en la implementación y testing de paquetes de software y dispositivos físicos de hardware.  -Realizar estudios de factibilidad, desarrollo, planificación, ejecución y evaluación de los resultados y su comunicación, oral, gráfica y escrita.  -Trabajar individualmente y en equipo con capacidad de iniciativa, colaboración y cooperación en la elaboración de proyectos.</p> <p><b>Ingeniero Tecnológico en Electrotecnia</b>  El perfil del Ingeniero Tecnológico en Electrotecnia es el de un profesional capacitado para realizar investigación y resolución de problemas de ingeniería eléctrica. Será capaz de diseñar, desarrollar y gestionar proyectos en forma autónoma. Participará activamente en los procesos de investigación, diseño y desarrollo, producción, operación, mantenimiento y montaje de instalaciones industriales, así como de sistemas eléctricos de potencia en Extra Alta Tensión, Alta Tensión, Media Tensión y Baja Tensión.  <u>En el ejercicio profesional el Ingeniero Tecnológico en Electrotecnia, conteniendo las funciones descriptoras en el perfil Técnico en Instalaciones Eléctricas Industriales, será capaz de:</u>  -Evaluar la factibilidad técnica y económica para la integración de sistemas eléctricos en general, de acuerdo a protocolos y normativas vigentes, demostrando responsabilidad y capacidad para resolver problemas simultáneos y/o de carácter multidisciplinario de manera individual y grupal, brindando soluciones creativas y eficientes.</p>		

	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Diseñar e implementar sistemas de control en automatismo industrial y redes de potencia.</li> <li>-Diseñar, planificar, dirigir y supervisar proyectos ejecutivos, montaje, puesta en servicio, sistemas de protección, mantenimiento y mejora de sistemas eléctricos de Media Tensión y Baja Tensión.</li> <li>-Asistir y colaborar en el diseño, mantenimiento, operación, control y protección de sistemas eléctricos de potencia en extra alta tensión y alta tensión.</li> <li>-Realizar estudios de Eficiencia Energética y asesorar en la implementación de fuentes de energía convencionales, alternativa o renovable.</li> <li>-Participar en el análisis e implementación de soluciones informáticas aplicadas en la ingeniería eléctrica.</li> <li>-Analizar y desarrollar soluciones que se adapten a los cambios tecnológicos y a las nuevas tecnologías aplicadas a los sistemas eléctricos.</li> <li>-Investigar y asesorar en la implementación de métodos, técnicas y tecnologías de ensayos eléctricos.</li> <li>-Desarrollar, actualizar y documentar procedimientos e instructivos de trabajo y de seguridad.</li> <li>-Administrar recursos humanos, económicos, materiales y de aplicación, que intervengan en el desarrollo de proyectos, desempeñando funciones gerenciales acordes con su especialidad.</li> </ul>			
Certificación	Créditos Educativos	Técnico en Instalaciones Eléctricas Industriales 179 créditos académicos Ingeniero Tecnológico en Electrotecnia 370 créditos académicos		
	Título	Técnico en Instalaciones Eléctricas Industriales Ingeniero Tecnológico en Electrotecnia		
Fecha de presentación: 10/10/2019	Exp. N° 2019-25-4-009393	Res. N° 3234/19	Acta N° 222	Fecha: 19/11/19

### ANTECEDENTES:

La Escuela de Artes y Oficios fue creada en 1878, que era esencialmente práctica y especializada en la formación de obreros y con excelente inserción laboral. En 1916, se sanciona la ley que suprime la Escuela de Artes y Oficios y organiza la institución, tomando el nombre de Consejo de Enseñanza Industrial. En 1920, el país vivía un crecimiento importante en la industria. Impulsado por dicho crecimiento y por iniciativa de UTE, se presenta un memorándum a su directorio, planteando que las disciplinas que se impartían en los talleres de mecánica y electricidad del organismo, pasarán a depender de la Enseñanza



Industrial. Esta iniciativa fue recogida por el Consejo de Enseñanza y concretada dos años más tarde, en 1922, con la inauguración de la Escuela de Mecánica y Electrotecnia.

En 1924, bajo la órbita de la Escuela de Mecánica y Electrotecnia se gradúan los primeros Técnicos Electricistas. A finales de los años 20, el Prof. Dante Tartaglia comenzaría a dictar un postgrado en Radioelectricidad (denominación dada a esta nueva rama de la ingeniería), este curso tenía una duración de un año lectivo y estaba destinado a los Técnicos Electricistas egresados de la Institución. Posteriormente este postgrado se convierte en un curso independiente y en 1938 egresan los primeros Técnicos en Radiocomunicaciones.

En 1942, por Ley N° 10.225 de 9 de septiembre del mismo año, con la iniciativa de José F. Arias y por resolución del Presidente de la República, las escuelas creadas en el año 1915 llamadas “Escuelas Industriales Primarias y una Escuela Industrial Superior” pasan con todos sus centros y órganos docentes a denominarse “Universidad del Trabajo del Uruguay”. Por Ley N° 10.335 de 3 de febrero de 1943 se modifica el artículo 1° de la ley N° 10.225, otorgando a la “Universidad del Trabajo del Uruguay” el carácter de “Ente autónomo”. Es en esta etapa en que se promueve, gestiona y logra la creación de la Universidad del Trabajo del Uruguay (UTU) con objetivos más amplios en el campo tecnológico.

En 1961, la Escuela, ampliando su esfera de acción, fue agregando cursos afines a los dictados, tratando de brindar especializaciones en las distintas ramas de la Mecánica y la Electrotecnia. La Comisión de Planes de la Universidad del Trabajo, por entonces, considera la necesidad de preparar en el Segundo Ciclo operarios altamente calificados y en un Tercer Ciclo, Técnicos de Nivel Medio.

Para ello, fue necesario reorganizar la escuela y dotarla de los elementos exigidos para la docencia y en lo posible para la investigación. Dichos ajustes apuntaban además a mantener la continuidad de estudios del Ciclo Técnico a la enseñanza Superior.

En 1962, la Escuela Industrial de Mecánica y Electrotecnia pasa a ser el Instituto de Enseñanza de Mecánica y Electrotecnia. (IEME). Con el Ing. Luis Balparda Blengio como principal impulsor y siendo el Director General, se inaugura oficialmente la enseñanza terciaria en UTU. Se introducen niveles educativos tecnológicos superiores a los que existían hasta entonces, con el fin de capacitar personal para un sector industrial nacional necesitado y por ese entonces mucho más sofisticado.

En 1973, la ley de educación General 14.101 del mismo año, determinó la adecuación del plan de estudio (Plan 1963 vigente hasta la fecha) definiendo la obligatoriedad de un mínimo de tres años de Educación Media Básica.

En 1975, por resolución del Poder Ejecutivo y a través del Ministerio de Educación y Cultura, se dispuso a transformar el sistema educativo, esta transformación incluía el plan de estudios Plan 1976 y preveía dos modalidades de Ciclo Básico de Educación Media obligatoria: uno bajo la jurisdicción del Consejo de Educación Secundaria y otro bajo el Consejo de Educación Técnico Profesional.

En 1985, la Dirección de la Escuela Superior de Electrotecnia y Electrónica del Consejo de Educación Técnico Profesional desempeñada por el Ing. Américo Hartmann promovió y gestó un Plan tendiente a corregir, en lo posible, los principales defectos estructurales y coyunturales de la enseñanza tecnológica. El Informe del CETP sobre la necesaria renovación de los cursos de la institución y fundamentalmente los de la Escuela Superior de Electrotecnia y Electrónica



292

“Dr. José F. Arias”, dio origen al denominado Plan 86, en las áreas de Electrotecnia y Electrónica.

El objetivo fundamental perseguido es el de renovación de la enseñanza tecnológica que se imparte en la Institución. Frente a esta iniciativa de la Dirección del Centro, que contó con la colaboración de los docentes, se presentó para su consideración el mencionado Plan. En éste se establece un conjunto de posibles soluciones a problemas que afectan a esta Escuela Superior en particular, y a la educación tecnológica en general, los que fueron previamente relevados, analizados y estudiados.

Entre otros aspectos, se reconoce la existencia de una educación tecnológica Superior y otra Profesionalizante como dos grandes caminos formativos de metas diferentes pero íntimamente relacionados entre sí. Esta educación tecnológica Superior sería dictada en los Institutos Superiores del CETP debiendo distinguirse las Tecnológicas Especializadas, las Agrarias y las Politécnicas. Estos Institutos Superiores tendrían por misión, finalidad y funciones las relativas a la Educación Tecnológica Superior y a la investigación tecnológica aplicada. En el caso concreto del Plan presentado existe una relación entre las carreras propuestas (Electrotecnia, Electrónica y Computación).

El Plan prevé múltiples niveles de egresos de modo de tener en cuenta no sólo aspectos educacionales sino también sociales y económicos. En general, se sustenta el principio de que cada educando alcance un nivel de egreso habilitante para el trabajo en el campo de la electrotecnia, la electrónica o la computación que sus atributos y condicionantes le permitan alcanzar dentro de una escala que parte de la formación tecnológica profesionalizante y finaliza en el título académico que se considera el más representativo del nivel superior

medio adquirido.

La propuesta presentada establece la creación de un cuarto nivel de dos años más de estudios, cuyo objetivo es darle una mayor formación que habilite al egresado ejercer funciones de dirección de nivel superior en la industria.

En dicho plan de estudios se concedían títulos intermedios, según el perfil:

1) En Electrotecnia de este primer año (4° año del Plan) se egresa como Técnico Especializado en Instalaciones Industriales y se ingresaría al segundo y último año del mismo ciclo (5° año del Plan), egresando como Técnico Especializado en Automatismo.

2) En Electrónica del segundo año (5° año del Plan) se egresa como Técnico en Electrónica Especializado en Audio y Video, Control o Comunicaciones, según las materias específicas que se cursen.

3) A Computación se ingresa al finalizar el primer año del segundo ciclo (4° año del Plan) de Electrotecnia o de Electrónica.

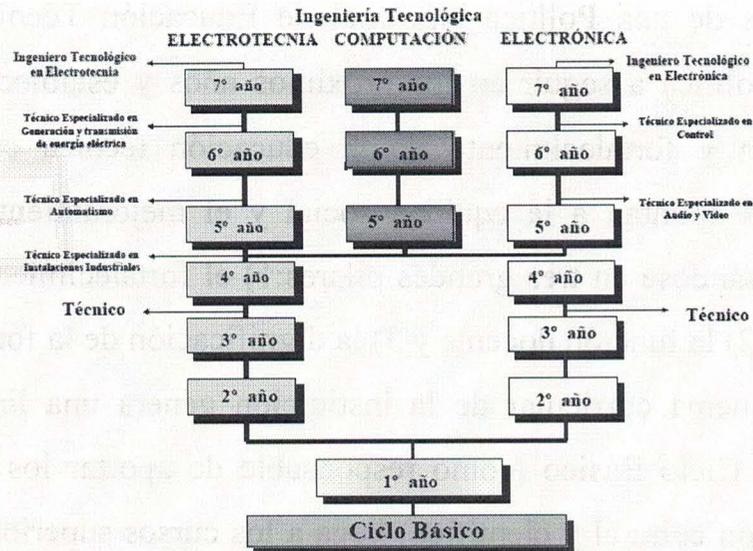
Además, al completarse el segundo año del tercer ciclo (5° año del Plan) el estudiante estaría habilitado además para continuar sus estudios en Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República.

Esta propuesta educativa se implementó con carácter experimental, a partir del año lectivo 1986 y durante 1987 se realizaron los ajustes y aspectos definitorios propuestos por la Comisión creada en agosto de 1985, quedando establecido definitivamente en el año lectivo de 1988 descrito a continuación:

Esquema curricular de las carreras de Ingeniería Tecnológica en Electrotecnia, Electrónica y Computación.



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay



#### Acreditaciones para Electrotecnia:

3ro) Técnico en Electrotecnia

4to) Técnico Electrotécnico Especializado en Inst. Industriales

5to) Técnico Electrotécnico Especializado en Automatismo

6to) Técnico Electrotécnico Especializado en Generación y Transmisión de Energía

7mo) Ingeniero Tecnológico Electrotécnico

#### Acreditaciones para Electrónica:

3ro) Técnico en Electrónica

5to) Técnico Electrónico Especializado en Audio y Video

6to) Técnico Electrónico Especializado en Control

7mo) Ingeniero Tecnológico Electrónico

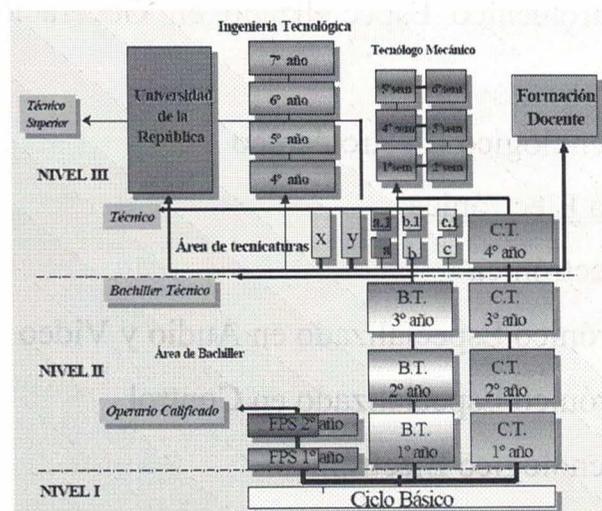
En 1995, se lleva a cabo la reforma de la Educación Técnica, el proceso de reforma educativa llevado adelante en nuestro país a partir de marzo de 1995 abarca todos los niveles de enseñanza, incluida la educación técnica.

El Consejo de Educación Técnico Profesional, a través del documento

"Lineamientos de una Política Nacional de Educación Técnico-Profesional", explícita la política a seguir en los próximos años y establece el proceso de modernización y fortalecimiento de la educación técnica cuyos propósitos fundamentales apuntan a la equidad social y el mejoramiento de la calidad educativa, basándose en tres grandes pilares: 1) el fortalecimiento de la gestión institucional, 2) la función docente y 3) la dignificación de la formación.

El nuevo esquema curricular de la institución genera una línea rectora que, partiendo del Ciclo Básico (como responsable de aportar los cimientos de la instrumentación cultural y científica) llega a los cursos superiores, pasando por el desarrollo de los Bachilleratos Tecnológicos, destinados a la adquisición de aptitudes, conocimientos y habilidades que promuevan la flexibilidad imprescindible para una rápida adaptación y para el aprendizaje y la innovación permanente.

Nuevo esquema curricular de las carreras de Ingeniería Tecnológica:



Con ello, la articulación queda asegurada a través de la construcción de puentes entre los diferentes niveles del Subsistema CETP y con todo el sistema educativo, Formación Docente y Universidad de la República en sus distintas

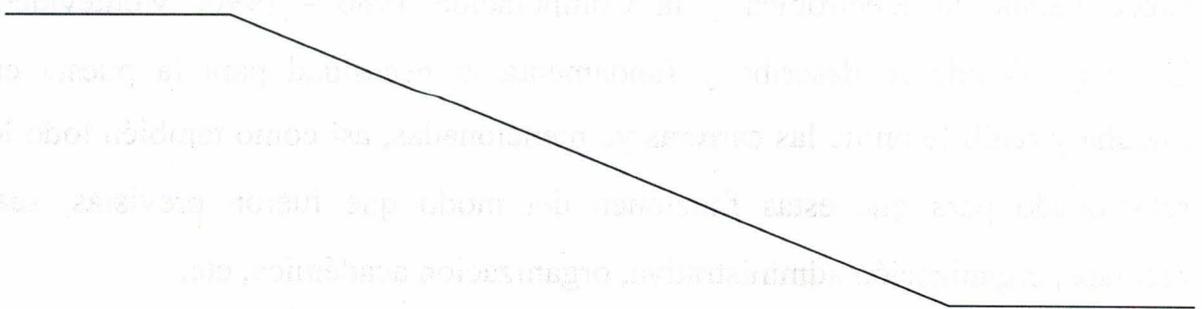


modalidades de curso terciarios; que puedan responder a imperativos económicos o vocacionales, que requieran tiempo alternativo de estudio y trabajo y habiliten la posibilidad de ir construyendo un derrotero profesional propio.

Considerando que el Consejo de Educación Técnico-Profesional (CETP) pretende garantizar como parte del derecho a la Educación Técnico Superior, el ingreso de los Cursos de nivel Terciario de Electro-electronica, como ser las Tecnicaturas de Instrumentación y Control, Agrónica y Mecatrónica. Esta articulación es donde se amplía el ingreso a las distintas tecnicaturas permitiendo que los estudiantes egresados del 2º Ciclo de Educación Secundaria tengan acceso a la misma.

El nuevo modelo educativo, entonces, propone la nivelación de estudiantes que ingresen de Educación Media Superior, con perfil no afín, con la creación de una Articulación de duración 1 año lectivo. El objetivo de este curso es nivelar a los estudiantes egresados de la Educación Media Superior que provienen tanto de los Bachilleratos Diversificados de Educación Secundaria, como de los BT, EMT y BP de la Educación Técnico-Profesional, con los egresados de los BT, EMT y BP en Electro-electrónica.

Esquema curricular de Articulación 2007:



ORIENTACIÓN CIENTÍFICA CON DERECHO DE INGRESO A FACULTAD DE INGENIERÍA Y FACULTAD DE CIENCIAS		ORIENTACIONES QUE NO TENGAN DERECHO DE INGRESO A FACULTAD DE INGENIERÍA Y FACULTAD DE CIENCIAS	
ASIGNATURA	C/HORARIA	ASIGNATURA	C/HORARIA
ELECTRÓNICA ANALÓGICA	6 hs.	ELECTRÓNICA ANALÓGICA	6 hs.
ELECTRÓNICA DIGITAL	4 hs.	ELECTRÓNICA DIGITAL	4 hs.
ELECTROTECNIA	6 hs.	ELECTROTECNIA	6 hs.
LABORATORIO DE ELECTRO-ELECTRÓNICA	6 hs.	LABORATORIO DE ELECTRO-ELECTRÓNICA	6 hs.
TALLER DE ELECTROTECNIA (Instalaciones Eléctricas y Máquinas Eléctricas )	5 hs.	TALLER DE ELECTROTECNIA (Instalaciones Eléctricas y Máquinas Eléctricas)	5 hs.
DISEÑO Y REPRESENTACIÓN TÉCNICA	2 hs.	DISEÑO Y REPRESENTACIÓN TÉCNICA	2hs.
SEGURIDAD INDUSTRIAL	2 hs.	SEGURIDAD INDUSTRIAL	2 hs.
		MATEMÁTICA APLICADA	4 hs.
		FISICA	3 hs.
TOTAL DE HORAS	31		38

Considerando el perfil de egreso de la Educación Media Básica, los conocimientos adquiridos en esta Articulación, le permitirán al egresado, continuar en los Cursos de Nivel Terciario del Área Electro-Electrónica, más precisamente en las Carreras de Ingeniería Tecnológica en sus dos orientaciones, Electrotecnia y Electrónica.

Por último, se deja constancia cuál es el antecedente para la formación de las Carreras de Ingeniería Tecnológica en Electrotecnia e Ingeniería Tecnológica en Electrónica. Este se basa en el documento: ANEP - Codicen. (1990). Testimonios relacionados con su gestión - Reforma de la enseñanza de la Electrotecnia, la Electrónica y la Computación 1986 - 1990. Montevideo, Uruguay. Donde se describe y fundamenta la necesidad para la puesta en marcha y realización de las carreras ya mencionadas, así como también todo lo relacionado para que estas funcionen del modo que fueron previstas, sea: recursos, organización administrativa, organización académica, etc.

## FUNDAMENTACIÓN

El cambio tecnológico y consecuentemente económico-social que vivimos se ha vuelto vertiginoso, esto es tan ostensible que no requiere análisis. Esta nueva realidad plantea obstáculos y es la tecnología la primera disciplina a la que se le piden respuestas.

Las carreras de Ingeniero Tecnológico en Electrotecnia e Ingeniero Tecnológico en Electrónica, que constituyen una formación especializada de Nivel Superior, tienen como propósito que sus egresados posean una sólida formación científica, técnica, social y profesional que los capacite para comprender y desarrollar en forma autónoma nuevas tecnologías, actividades de ingeniería de proyecto, producción o gestión, manteniendo el compromiso permanente de actualización, análisis y resolución de problemas inherentes a las áreas de especialización. Inmersas en una realidad cambiante, ambas orientaciones han evolucionado informalmente con el paso del tiempo, adaptándose a las necesidades de la sociedad a la que sirven.

Este nuevo Plan de Estudios intenta, por un lado, mantener su carácter inicial sin descuidar aquello que nos destaca y por otro, actualizar las bases que hacen posible la formación sostenida de graduados de nivel terciario, fomentando y haciendo viable el adecuado tratamiento de los problemas del área y un mejor aprovechamiento de las oportunidades que se le presentan al Uruguay y a la región, en estos campos de aplicación.

La necesidad de realizar ciertos ajustes en el plan de estudios de la carrera de Ingeniero Tecnológico proviene de cuatro causas fundamentales:

- 1) La filosofía del Plan 86 concibe a la carrera como un todo, con una duración de 7 años post- Ciclo Básico, lográndose así una alta integración vertical entre

el Nivel Medio de 3 años, tras los cuales se obtiene el título de Técnico y el Nivel Superior de 4 años, del cual se egresa con el título de Ingeniero Tecnológico.

A partir de del año 1995 ese comenzó a sustituir todos los Cursos Técnicos de nivel medio por bachilleratos tecnológicos (BT). Esto hizo necesario realizar ajustes, para poder integrar a estos estudiantes en las carreras de Ingeniería Tecnológica.

2) Adecuar la formación básica a las nuevas necesidades Físico-Matemáticas que requiere la enseñanza de la tecnología y actualizar la formación específica a los nuevos desarrollos tecnológicos.

3) Actualizar la Carrera de Ingeniero Tecnológico, en sus dos orientaciones, generando una estructura acorde con las necesidades y tendencias educativas, desarrollada en su totalidad por cursos semestrales, con programas actualizados, bajo asignaturas distribuidas en cuatro áreas diferentes: Ciencias Básicas, Tecnologías Básicas, Tecnologías Aplicadas y Formación Integrada.

4) Fomentar el desarrollo personal de cada estudiante brindando áreas de formación del tipo Electivo, donde se pretende que el estudiante complemente sus estudios formales con formación curricular de variada temática.

Dentro de los cupos Electivos la Carrera de Ingeniero Tecnológico en Electrotecnia contará, entre otros, con asignaturas destinadas a complementar a los estudiantes en el área de comunicación, aportando el conocimiento necesario para el desarrollo de las nuevas tecnologías, asignaturas destinadas a complementar a los estudiantes en el trabajo en condiciones eléctricamente seguros, que aportan a la especialización en la supervisión de operación y mantenimiento en instalaciones eléctricas y asignaturas destinadas a

complementar a los estudiantes en formación básica avanzada.

Esta propuesta toma como base las siguientes premisas:

- 1) El plan de estudios debe organizarse en 8 semestres.
- 2) Al finalizar el segundo año se expide el título intermedio de Técnico
- 3) Apertura en los perfiles de ingreso de estudiantes provenientes de diferentes orientaciones.
- 4) En este Plan de estudio, la formación en Ciencias Básicas, así como la formación en Tecnologías Básicas y Tecnologías Aplicadas, apuntan fundamentalmente a las cuestiones del método científico y técnico, esencial para el abordaje de nuevos problemas aplicados a la ingeniería y la tecnología.

La formación integrada en conjunto con la formación en Tecnología Aplicada, tienen como objetivo principal generar el conocimiento de las prácticas necesarias para actuar en la profesión, en la rama y al nivel correspondientes.

La formación, en el Plan, es intercalada, con una mayor cantidad del componente Ciencias Básicas al comienzo de las Carreras y una mayor proporción del componente Tecnología Aplicada al final de las mismas, teniendo distribuidos en todo el trayecto educativo los componentes de Tecnologías Básicas y Formación Integrada.

- 5) En busca de mayor potencial del nuevo Ingeniero Tecnológico se entiende que una de sus principales aptitudes están dirigidas al continuo aprendizaje, la formación, la transmisión y la investigación como ejes primordiales en su preparación. Entendiendo por formación al proceso educativo o de enseñanza-aprendizaje que vincula a un conjunto de actividades orientadas principalmente a la creación de nuevas habilidades y capacidades en los estudiantes.

Entendiendo por investigación al conjunto de actividades orientadas

fundamentalmente a la incorporación de conocimientos por parte del estudiante. Así mismo, la formación y la investigación no son instancias separadas dentro del ciclo enseñanza-aprendizaje, una sirve a la otra, y ambas aportan a la creación de buenos profesionales.

6) El nuevo Plan de estudios busca lograr un equilibrio entre el aprendizaje receptivo (definido como el aprendizaje donde el estudiante recibe el contenido que ha de internalizar) y el aprendizaje explícito (definido como el aprendizaje donde el estudiante es pro-activo adaptando los nuevos conceptos a su esquema cognitivo), entendiendo este equilibrio como la complementación de enseñanza-aprendizaje entre lo que el estudiante recibe en aulas formales y lo que el estudiante explora, descubre y relaciona por sí mismo con apoyo docente.

7) El plan de estudios se ajusta al marco reglamentado mediante la Res. 2266/16.

“La ingeniería continuará siempre transformado y mejorando la sociedad.”, Carlos Slim Helú. Como impulsores y transformadores del cambio, el Ingeniero Tecnológico debe ser consciente de las consecuencias de sus actos y cómo estos afectan o modifican a la sociedad que los rodea, por lo que su conducta ética-profesional debe, en todo momento, ser fiel y representar estos valores.

En este marco, a CETP-UTU le compete brindar la formación adecuada, pertinente y de calidad siendo esta, actualizada y adaptada a las nuevas necesidades, es que se indispensable ajustar y adecuar la propuesta actual, con el objetivo de brindarle herramientas a los nuevos egresados que le permitan desenvolverse de manera más eficiente y efectiva de acuerdo a la nueva realidad del país y de la región.



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

MARCO CURRICULAR

SEMESTRE		ASIGNATURA	HORA AULA SEMANAL 45'	HORA SEMESTRAL	CREDITOS EDUCATIVOS	FAE HORAS SEMANALES
PRIMER	CT	Electrotecnia	6	96	9	-
	CT	Electrónica Analógica I	5	80	8	-
	CT	Laboratorio I	6	96	9	-
	CF	Cálculo I	5	80	8	-
	CF	Geometría y Álgebra Lineal I	4	64	6	-
	CF	Programación I	3	48	5	-
		Matemática (FAE)	-	-	-	4
		Física (FAE)	-	-	-	4
		Sub Total * 16 SEMANAS	29	464	45	8
SEGUNDO	CT	Instalaciones Eléctricas I	6	96	9	-
	CT	Circuitos y Sistemas Digitales I	5	80	8	-
	CT	Laboratorio II	6	96	9	-
	CF	Cálculo II	5	80	8	-
	CF	Geometría y Álgebra Lineal II	4	64	6	-
	CI	Representación Técnica y Diseño Asistido	3	48	5	-
		Sub Total * 16 SEMANAS	29	464	45	
TERCER	CT	Instalaciones Eléctricas II	6	96	9	-
	CF	Instrumentación y Medidas	4	64	6	-
	CT	Laboratorio III	6	96	9	-
	CF	Ecuaciones Diferenciales	5	80	8	-
	CF	Cálculo III	5	80	8	-
	CF	Física I	4	64	6	-
		Sub Total * 16	30	480	46	

		SEMANAS				
CUARTO	CI	Proyecto en Instalaciones Eléctricas	6	96	9	-
	CF	Diseño y Programación de Interfaces	4	64	6	-
	CT	Laboratorio IV	6	96	9	-
	CF	Análisis Complejo	5	80	8	-
	CI	Metodología de Gestión	3	48	5	-
	CF	Física II	4	64	6	-
			Sub Total * 16 SEMANAS	28	448	43
		CARGA HORARIA INTERMEDIO	----	1856	179	-
QUINTO	CT	Subestaciones Eléctricas	4	64	6	-
	CF	Introducción a la Teoría de Control	5	80	8	-
	CT	Máquinas Eléctricas I	6	96	9	-
	CT	Redes Eléctricas de Potencia I	6	96	9	-
	CF	Métodos Numéricos	4	64	6	-
	CF	Teoría Electromagnética I	6	96	9	-
			Sub Total * 16 SEMANAS	31	496	47
SEXTO	CI	Proyecto en Media Tensión	4	64	6	-
	CF	Sistemas de Control	5	80	8	-
	CT	Máquinas Eléctricas II	6	96	9	-
	CT	Redes Eléctricas de Potencia II	6	96	9	-
	CF	Probabilidad y Estadística	5	80	8	-
	CI	Proyecto en Automatismo y Control	4	64	6	-
			Sub Total * 16 SEMANAS	30	480	46



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

SEPTIMO	E	Electiva I*	-	-	-	-
	CF	Generación de Energía Eléctrica	3	48	5	-
	CT	Taller de Máquinas Eléctricas I	4	64	6	-
	CT	Circuitos de Protección y Medida	6	96	9	-
	CI	Gestión Empresarial I	2	32	4	-
	CI	Proyecto	10	160	0	-
			Sub Total * 16 SEMANAS	25	400	24
OCTAVO	E	Electiva II*	-	-	-	-
	CT	Electrónica de Potencia	3	48	5	-
	E	Electiva III*	-	-	-	-
	CT	Protecciones de los Sistemas Eléctricos de Potencia	6	96	9	-
	CI	Gestión Empresarial II	2	32	4	-
	CI	Proyecto	10	160	32	-
			Total semanal	21	336	50
		CARGA HORARIA TOTAL	----	3568	346	-
		Créditos de Electiva	----	----	24	-
		Créditos totales de la Carrera	----	----	370	

### ELECTIVAS

Los estudiantes tendrán que cumplir con 24 créditos educativos de electivas para egresar y completar los 370 créditos educativos de la Carrera.

Se establece el siguiente listado de los cuales los estudiantes podrán elegir los cursos hasta completar los créditos establecidos. Esta lista será dinámica y se podrán incorporar otras opciones las cuales serán aprobadas por el CETP-UTU.

Las electivas que se podrán elegir son las previstas en el plan de estudio, considerando la transversabilidad definida entre las Carreras de Ingeniería Tecnológicas o en su defecto las definidas para tales efectos.

ASIGNATURA	HORA AULA SEMANAL 45'	HORA SEMESTRAL	CREDITOS EDUCATIVOS
Física III	4	64	6
Seguridad I	5	80	8
Teoría Electromagnética II	6	96	9
Taller de Máquinas Eléctricas II	4	64	6

### FORTALECIMIENTO ACADÉMICO DEL ESTUDIANTE FAE

Los estudiantes que provengan de modalidades de Educación Media Superior no detalladas en el apartado de perfil de ingreso, deberán realizar FAE de Física y FAE de Matemática.

FAE			
SEMESTRE	ASIGNATURA	HORA AULA SEMANAL 45'	HORA SEMESTRAL
PRIMERO	Física	4	32
PRIMERO	Matemática	4	32

### PERFIL DE EGRESO

#### Técnico en Instalaciones Eléctricas Industriales

El perfil del Técnico en Instalaciones Eléctricas Industriales es un profesional capacitado para realizar el diseño, instalación, montaje, mantenimiento y la operación en instalaciones eléctricas de Baja Tensión e instalaciones industriales, así como también realizar la instalación, montaje, mantenimiento y operación en instalaciones eléctricas de Media Tensión.

Podrá desarrollar proyectos, gestionar, ejecutar y supervisar el montaje, mantenimiento y reparación de instalaciones eléctricas en baja tensión y sin

límite de potencia.

En el ejercicio profesional el Técnico en Instalaciones Eléctricas Industriales será capaz de:

- Diseñar, planificar y supervisar la fabricación, montaje, puesta en servicio, mantenimiento y mejora de sistemas eléctricos de Baja Tensión de mediano y gran porte.
- Ejecutar y colaborar en el mantenimiento y operación en instalaciones de Media Tensión.
- Proyectar instalaciones, instalar y mantener nuevas instalaciones, ampliaciones, divisiones o reformas, incluyendo cambios de sistemas de alimentación e instalación de fuentes de energía alternativa.
- Diseñar e implementar sistemas de control en automatismo industrial y redes de potencia, con un fuerte énfasis en protocolos de comunicación e instrumentación industrial.
- Organizar el mantenimiento cumpliendo con todas las etapas correspondientes: gestionar, dirigir, coordinar, controlar, supervisar y ejecutar.
- Supervisar las instalaciones de Baja Tensión en servicio mediante ensayos, mediciones y controles verificando su correcto funcionamiento.
- Montar e instalar los tendidos y equipos de pequeñas tensiones de redes de informática, telefonía, CCTV, sistemas de control y seguridad.
- Participar en el análisis y desarrollo de soluciones informáticas aplicadas a la ingeniería eléctrica, incluyendo la estrecha colaboración en la implementación y testing de paquetes de software y dispositivos físicos de hardware.
- Realizar estudios de factibilidad, desarrollo, planificación, ejecución y evaluación de los resultados y su comunicación, oral, gráfica y escrita.
- Trabajar individualmente y en equipo con capacidad de iniciativa, colaboración

y cooperación en la elaboración de proyectos.

### Ingeniero Tecnológico en Electrotecnia

El perfil del Ingeniero Tecnológico en Electrotecnia es el de un profesional capacitado para realizar investigación y resolución de problemas de ingeniería eléctrica.

Será capaz de diseñar, desarrollar y gestionar proyectos en forma autónoma. Participará activamente en los procesos de investigación, diseño y desarrollo, producción, operación, mantenimiento y montaje de instalaciones industriales, así como de sistemas eléctricos de potencia en Extra Alta Tensión, Alta Tensión, Media Tensión y Baja Tensión.

En el ejercicio profesional el Ingeniero Tecnológico en Electrotecnia, conteniendo las funciones descriptoras en el perfil Técnico Sistemas Eléctricos, será capaz de:

- Evaluar la factibilidad técnica y económica para la integración de sistemas eléctricos en general, de acuerdo a protocolos y normativas vigentes, demostrando responsabilidad y capacidad para resolver problemas simultáneos y/o de carácter multidisciplinario de manera individual y grupal, brindando soluciones creativas y eficientes.
- Diseñar e implementar sistemas de control en automatismo industrial y redes de potencia.
- Diseñar, planificar, dirigir y supervisar proyectos ejecutivos, montaje, puesta en servicio, sistemas de protección, mantenimiento y mejora de sistemas eléctricos de Media Tensión y Baja Tensión.
- Asistir y colaborar en el diseño, mantenimiento, operación, control y protección de sistemas eléctricos de potencia en extra alta tensión y alta tensión.
- Realizar estudios de Eficiencia Energética y asesorar en la implementación de

fuentes de energía convencionales, alternativa o renovable.

- Participar en el análisis e implementación de soluciones informáticas aplicadas en la ingeniería eléctrica.
- Analizar y desarrollar soluciones que se adapten a los cambios tecnológicos y a las nuevas tecnologías aplicadas a los sistemas eléctricos.
- Investigar y asesorar en la implementación de métodos, técnicas y tecnologías de ensayos eléctricos.
- Desarrollar, actualizar y documentar procedimientos e instructivos de trabajo y de seguridad.
- Administrar recursos humanos, económicos, materiales y de aplicación, que intervengan en el desarrollo de proyectos, desempeñando funciones gerenciales acordes con su especialidad.

### ENFOQUE METODOLÓGICO

La metodología para el desarrollo de la carrera de Ingeniero Tecnológico deberá atender necesariamente los aspectos que colaboren a la generación de una mirada analítica de carácter interdisciplinario, que habilite la integración de conocimientos de otros campos del orden científico del campo en que se desarrollará.

La organización de las asignaturas responde a la concepción de diferentes campos de aplicación entre el Técnico y el Ingeniero Tecnológico.

Atendiendo a esto, la titulación de Técnico tendrá un fuerte énfasis en el desarrollo de capacidades de diseño técnico y técnicas aplicadas, que le permita diseñar, intervenir, mantener y operar con juicio propio, mediante aplicación del conocimiento adquirido y en buenas prácticas, instalaciones eléctricas industriales. Así mismo, se pretende que el Técnico sea capaz de intervenir, mantener y operar instalaciones de gran porte, de niveles de tensión que van

desde Media Tensión hasta Extra Alta Tensión.

En relación al Ingeniero Tecnológico se desarrollan procesos de producción de conocimiento relacionado con el medio, a través de actividades de investigación y de asignaturas específicas que tienen un fuerte énfasis en lograr el conocimiento técnico necesario para diseñar, desarrollar y gestionar proyectos en instalaciones eléctricas y en sistemas eléctricos de potencia en Media Tensión y Baja Tensión, en forma autónoma. Así mismo, se pretende que el Ingeniero Tecnológico sea capaz de intervenir, mantener y operar instalaciones de gran porte, de niveles de tensión que van desde Alta Tensión hasta Extra Alta Tensión e instalaciones de Generación de Energía Eléctrica.

#### HORAS DE COORDINACIÓN

Los docentes de todas las asignaturas contarán con (1) una hora de coordinación semanal que se implementará cada 30 días (en reuniones de cuatro horas, una vez al mes), coordinadas por área de especificidad de la carrera. Exceptuando la asignatura Proyecto, para la cual está previsto que las coordinaciones con las otras asignaturas se realicen en función de los proyectos presentados.

En dicho espacio deberán participar en forma obligatoria todos los docentes de las áreas con el fin de realizar actividades planificación conjunta y coordinación de metodología de trabajo integradas y actividades de experiencia con el medio.

#### EVALUACIÓN

Las actividades académicas establecidas en el Plan de Estudio se regirán por el Reglamento de Pasaje de Grado (REPAG) del Nivel de Educación Superior Terciaria.

#### PLAN OPERATIVO

Se entiende como necesario incorporar el uso de las tecnologías en las Carreras

de Ingeniería Tecnológica, acompañando los cambios ya realizados en los niveles de Educación Primaria, Educación Media y Educación Superior. El CETP está impulsando de manera fuerte y sostenida la implementación de TIC (Tecnologías de la Información y Comunicación) como soporte e innovación tecnológica en la enseñanza.

Por lo que, se requiere que los docentes de la Carrera de Ingeniería Tecnológica utilicen la plataforma CV (Campus Virtual) como apoyo, gestión y planificación de los cursos para una generación fuertemente informatizada.

La plataforma CV (Campus Virtual), basada en Moodle, es una TIC, esta plataforma educativa es un conjunto de herramientas y entornos virtuales para el aprendizaje que CETP ha puesto a disposición de la comunidad académica.

#### Acondicionamiento de espacios físicos:

Se deberá acondicionar los espacios físicos para implementar las asignaturas Laboratorios I, Laboratorio II, Laboratorio III y Laboratorio IV, así como también, se deberá acondicionar los espacios físicos para implementar las asignaturas Taller de Máquinas I y Taller de Máquinas II, ambos a los efectos de adecuar la actividad práctica a las necesidades de la Carrera Ingeniero Tecnológico en Electrotecnia

Se deberá crear los espacios físicos para implementar las asignaturas Programación I, Representación Técnica y Diseño Asistido, Diseño y Programación de Interfaces y Métodos Numéricos, a los efectos de promover instancias prácticas de calidad dentro del centro educativo.

Para el desarrollo de estas asignaturas, es necesario contar con un salón informático acondicionado con al menos 20 PCs para utilización de los estudiantes y al menos 1 PC con Proyector para la utilización del docente que imparte la asignatura.

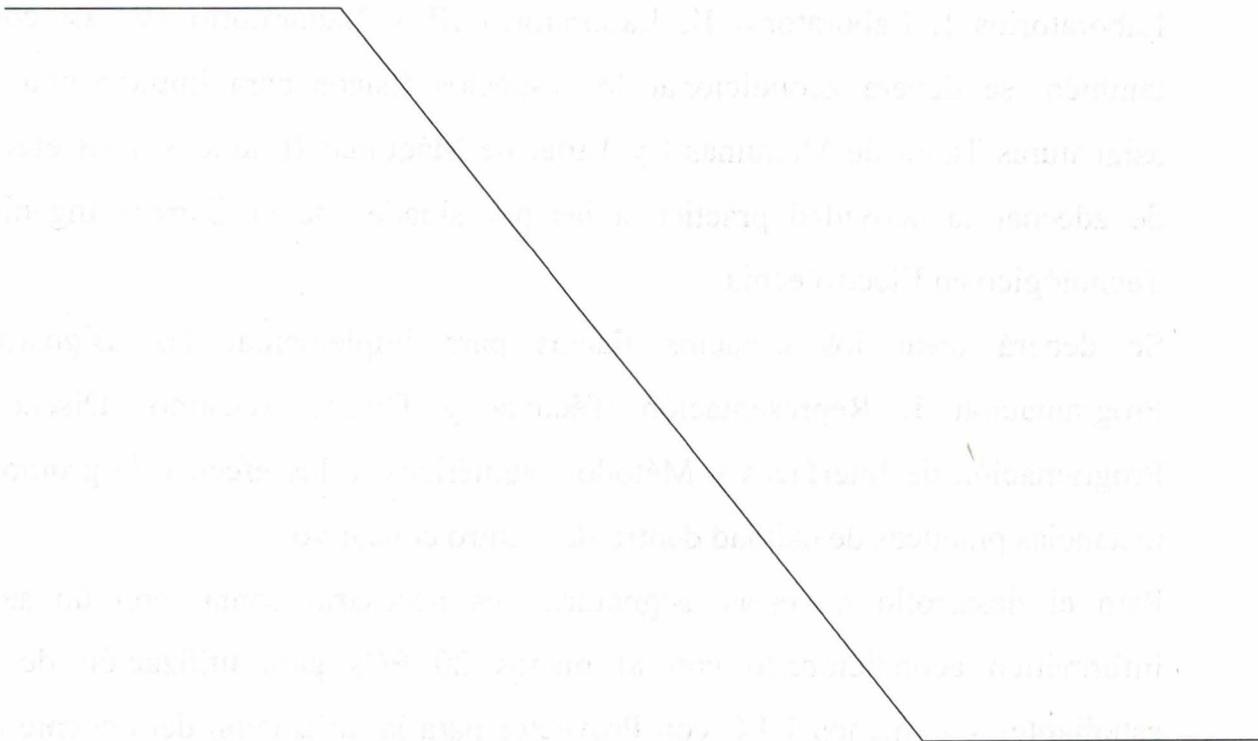
Para el desarrollo completo de la Carrera sera necesario contar con Proyectoros en los salones donde se dicten las distintas asignaturas para la utilización del docente que imparte dichas asignaturas.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Mag. Barcos, Rosalía y Soc. Lamas, Claudia. (2002). La educación media superior uruguaya en el siglo XX, Cuaderno de trabajo nro. 7, Capítulo 1. Montevideo-Uruguay.

ANEP - Codicen. (1990). Testimonios relacionados con su gestión - Reforma de la enseñanza de la Electrotecnia, la Electrónica y la Computación 1986 - 1990. Montevideo, Uruguay.

San Martin, Beatriz. (2014). Maestría en Enseñanza Universitaria. Montevideo-Uruguay.





Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

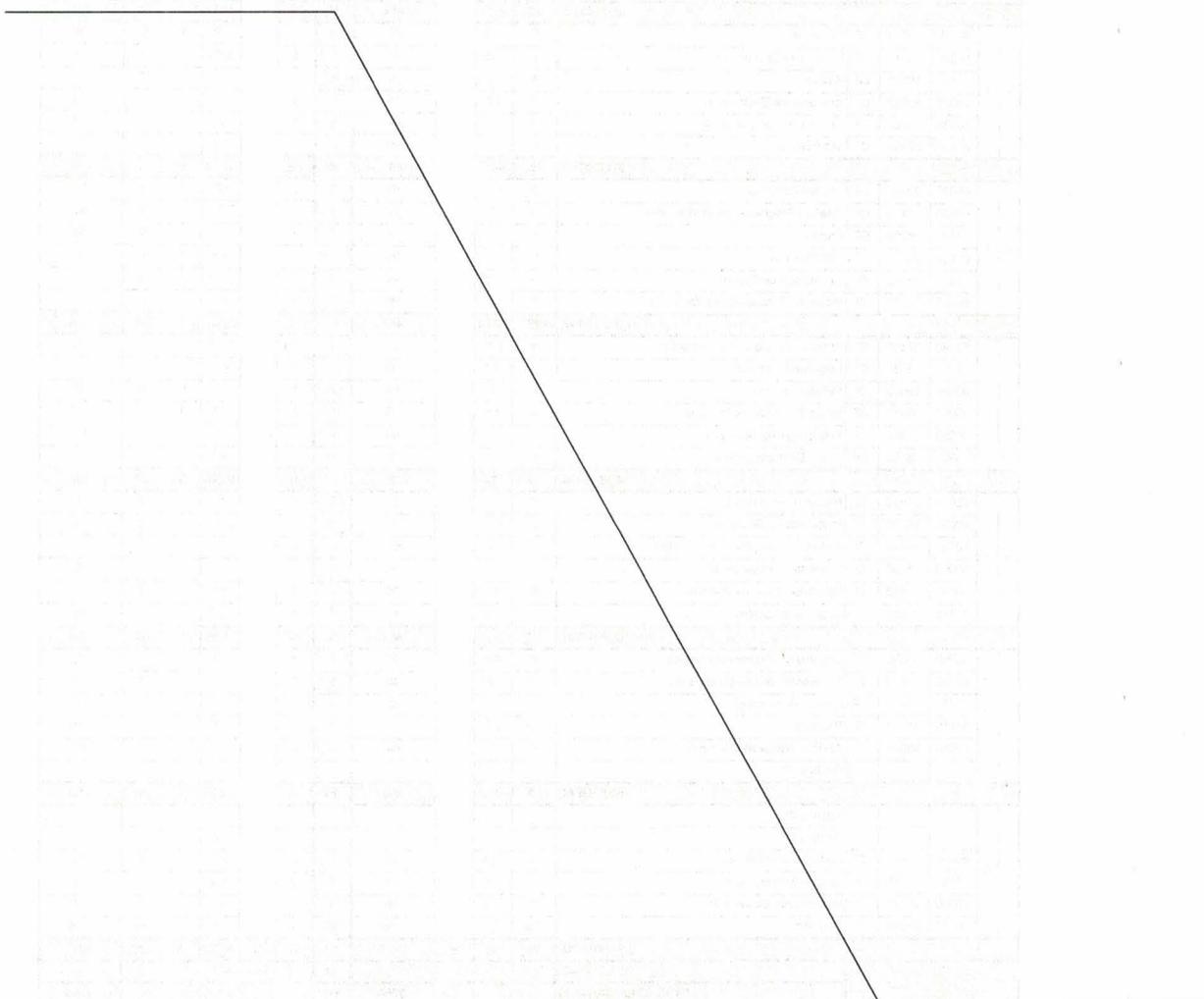
Plan 2020 Ingeniero Tecnológico (063)																	
Orientación Electrotecnia (344)																	
Año	Semestre	ASIGNATURAS				Horas Estudiantes				Créditos Educativos	Horas Docentes						
		Código Área	Código Asignatura	Componente	Descripción	Aula 45'	Cronológicas 60'	FAE	Total Semestrale s 45'		Aula 45'	FAE	Cronológicas 60'	Coordinación	Total Semanales	Total Semestrale s 45'	
1	1	803	12701	CF	Cálculo I	5	3,75	-	80	8	5	-	3,75	1	6	96	
		80140	13401	CT	Electronica Analógica I	5	3,75	-	80	8	5	-	3,75	1	6	96	
		80000	13800	CT	Electrotecnia	6	4,5	-	96	9	6	-	4,5	1	7	112	
		803	17621	CF	Geometría y Álgebra Lineal I	4	3	-	64	6	4	-	3	1	5	80	
		80120	22801	CT	Laboratorio I	6	4,5	-	96	9	6	-	4,5	1	7	112	
		80040	35500	CF	Programación	3	2,25	-	48	5	3	-	2,25	1	4	64	
		389	15971		Física (FAE)*	-	-	4	-	-	-	4	3	-	4	64	
		803	15401		Matemática (FAE)*	-	-	4	-	-	-	4	3	-	4	64	
<b>SUBTOTAL</b>						<b>29</b>	<b>21,8</b>	<b>8</b>	<b>464</b>	<b>45</b>	<b>29</b>	<b>8</b>	<b>27,75</b>	<b>6</b>	<b>43</b>	<b>688</b>	
1	2	803	12702	CF	Cálculo II	5	3,75	-	80	8	5	-	3,75	1	6	96	
		80140	13810	CT	Circuitos y Sistemas Digitales I	5	3,75	-	80	8	5	-	3,75	1	6	96	
		803	17622	CF	Geometría y Álgebra Lineal II	4	3	-	64	6	4	-	3	1	5	80	
		80000	20681	CT	Instalaciones Eléctricas I	6	4,5	-	96	9	6	-	4,5	1	7	112	
		80120	22802	CT	Laboratorio II	6	4,5	-	96	9	6	-	4,5	1	7	112	
		80050	38550	CF	Representación Técnica y Diseño Asistido	3	2,25	-	48	5	3	-	2,25	1	4	64	
		<b>SUBTOTAL</b>						<b>29</b>	<b>21,8</b>		<b>464</b>	<b>45</b>	<b>29</b>		<b>21,75</b>	<b>6</b>	<b>35</b>
2	3	80030	12703	CF	Cálculo III	5	3,75	-	80	8	5	-	3,75	1	6	96	
		80030	14440	CF	Ecuaciones Diferenciales	5	3,75	-	80	8	5	-	3,75	1	6	96	
		389	16201	CF	Física I	4	3	-	64	6	4	-	3	1	5	80	
		80000	20682	CT	Instalaciones Eléctricas II	6	4,5	-	96	9	6	-	4,5	1	7	112	
		80130	20700	CF	Instrumentación y Medidas	4	3	-	64	6	4	-	3	1	5	80	
		80120	22803	CT	Laboratorio III	6	4,5	-	96	9	6	-	4,5	1	7	112	
		<b>SUBTOTAL</b>						<b>30</b>	<b>22,5</b>		<b>480</b>	<b>46</b>	<b>30</b>		<b>22,5</b>	<b>6</b>	<b>36</b>
2	4	80030	02240	CF	Análisis Complejo	5	3,75	-	80	8	5	-	3,75	1	6	96	
		80130	13450	CF	Diseño y Programación de Interfaces	4	3	-	64	6	4	-	3	1	5	80	
		389	16202	CF	Física II	4	3	-	64	6	4	-	3	1	5	80	
		80120	22804	CT	Laboratorio IV	6	4,5	-	96	9	6	-	4,5	1	7	112	
		149	28950	CI	Metodología de Gestión	3	2,25	-	48	5	3	-	2,25	1	4	64	
		80000	30120	CI	Proyecto en Instalaciones Eléctricas	6	4,5	-	96	9	6	-	4,5	1	7	112	
		<b>SUBTOTAL</b>						<b>28</b>	<b>21</b>		<b>448</b>	<b>43</b>	<b>28</b>		<b>21</b>	<b>6</b>	<b>34</b>
3	5	80140	25450	CF	Introducción a la Teoría de Control	5	3,75	-	80	8	5	-	3,75	1	6	96	
		80010	26561	CT	Máquinas Eléctricas I	6	4,5	-	96	9	6	-	4,5	1	7	112	
		80030	28920	CF	Métodos Numéricos	4	3	-	64	6	4	-	3	1	5	80	
		80070	35451	CT	Redes Eléctricas de Potencia I	6	4,5	-	96	9	6	-	4,5	1	7	112	
		80060	39800	CT	Subestaciones Eléctricas	4	3	-	64	6	4	-	3	1	5	80	
		389	75750	CF	Teoría Electromagnética I	6	4,5	-	96	9	6	-	4,5	1	7	112	
		<b>SUBTOTAL</b>						<b>31</b>	<b>23,3</b>		<b>496</b>	<b>47</b>	<b>31</b>		<b>23,25</b>	<b>6</b>	<b>37</b>
3	6	80010	26562	CT	Máquinas Eléctricas II	6	4,5	-	96	9	6	-	4,5	1	7	112	
		80030	35200	CF	Probabilidad y Estadística	5	3,75	-	80	8	5	-	3,75	1	6	96	
		80120	35250	CI	Proyecto en Automatismos y Control	4	3	-	64	6	4	-	3	1	5	80	
		80060	35260	CI	Proyecto en Media Tensión	4	3	-	64	6	4	-	3	1	5	80	
		80070	35452	CT	Redes Eléctricas de Potencia II	6	4,5	-	96	9	6	-	4,5	1	7	112	
		80140	39010	CF	Sistemas de Control	5	3,75	-	80	8	5	-	3,75	1	6	96	
		<b>SUBTOTAL</b>						<b>30</b>	<b>22,5</b>		<b>480</b>	<b>46</b>	<b>30</b>		<b>22,5</b>	<b>6</b>	<b>36</b>
4	7	80090	13890	CT	Circuitos de Protección y Medida	6	4,5	-	96	9	6	-	4,5	1	7	112	
		80080	17000	CF	Generación de Energía Eléctrica	3	2,25	-	48	5	3	-	2,25	1	4	64	
		149	17771	CF	Gestión Empresarial I	2	1,5	-	32	4	2	-	1,5	1	3	48	
		80110	35271	CI	Proyecto I	10	7,5	-	160	0	10	-	7,5	1	11	176	
		80010	56050	CT	Taller de Máquinas Eléctricas	4	3	-	64	6	4	-	3	1	5	80	
					Electiva I**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		<b>SUBTOTAL</b>						<b>25</b>	<b>18,8</b>		<b>400</b>	<b>24</b>	<b>25</b>		<b>18,75</b>	<b>4</b>	<b>30</b>
4	8				Electiva II**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
					Electiva III**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		80090	13490	CT	Electrónica de Potencia	3	2,25	-	48	5	3	-	2,25	1	4	64	
		149	17772	CF	Gestión Empresarial II	2	1,5	-	32	4	2	-	1,5	1	3	48	
		80090	35120	CT	Protecciones de los SEP	6	4,5	-	96	9	6	-	4,5	1	7	112	
		80110	35272	CI	Proyecto II	10	7,5	-	160	32	10	-	7,5	1	11	176	
<b>SUBTOTAL</b>						<b>21</b>	<b>15,8</b>	<b>8</b>	<b>336</b>	<b>50</b>	<b>21</b>	<b>8</b>	<b>15,75</b>	<b>4</b>	<b>25</b>	<b>400</b>	
<b>ELECTIVAS</b>										<b>24</b>							
<b>TOTAL DE LA CARRERA</b>									<b>3588</b>	<b>370</b>						<b>4416</b>	

\*Los estudiantes que provengan de modalidades de Educación Media Superior no detalladas en el perfil de ingreso deberán realizar FAE de Física y FAE de Matemática.

\*\*Los estudiantes tendrán que cumplir con 24 créditos educativos de electivas para egresar y completar los 370 créditos educativos de la carrera.



ELECTIVAS																
Año	Semestre	ASIGNATURAS			Horas Estudiantes				Créditos Educativos	Horas Docentes						
		Código Área	Código Asignatura	Componente	Descripción	Aula 45'	Cronológicas 60'	FAE		Total Semestres 45'	Aula 45'	Cronológicas 60'	Coordinación	Total Semanates	Total Semestres	
		389	16203		Fisica III	4	3	-	64	6	4		3	-	4	80
		664	48500		Seguridad I	5	3,75	-	80	8	5		3,75	-	5	96
		80010	56052		Taller de Máquinas Eléctricas II	4	3	-	64	6	4		3	-	4	80
		389	75752		Teoría Electromagnética II	6	4,5	-	96	9	6		4,5	-	6	112





Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

Carrera de Ingeniero Tecnológico

Electrotecnia – Plan 2020

<p>Perfil de Ingreso</p>	<p>Egresado de:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Educación Media Tecnológica orientación Electro - Electrónica Plan 2004</li><li>- Educación Media Tecnológica orientación Electromecánica Plan 2004</li><li>- Educación Media Tecnológica orientación Electromecánica Automotriz Plan 2004</li><li>- Educación Media Tecnológica orientación Maquinista Naval Plan 2004</li><li>- Educación Media Tecnológica orientación Robótica y Telecomunicaciones Plan 2004</li><li>- Educación Media Tecnológica orientación Energías Renovables Plan 2004</li><li>- Educación Media Tecnológica orientación Termodinámica Plan 2004</li><li>- Educación Media Tecnológica orientación Química Plan 2004</li><li>- Educación Media Tecnológica orientación Aeronáutica Plan 2004</li><li>- Educación Media Tecnológica orientación Agrario Plan 2004</li><li>- Educación Media Tecnológica orientación Automatización Industrial</li><li>- Bachillerato Profesional orientación Instalaciones Eléctricas Plan 2008</li><li>- Bachillerato Profesional orientación Operación y Mantenimiento de Instalaciones de Transmisión Plan 2008</li><li>- Bachillerato Profesional orientación Operación y Mantenimiento de Instalaciones Eléctricas en Baja y Mediana Tensión Plan 2008</li><li>- Bachillerato Técnico orientación Electrotecnia Plan 1976</li><li>- Curso Técnico orientación Electrotecnia Plan 1986</li><li>- Curso Técnico orientación Electrónica Plan 1986</li><li>- Curso Técnico orientación Instalaciones Eléctricas Plan 1989</li><li>- Bachillerato Tecnológico orientación Electro – Electrónica Plan 1997</li><li>- Bachillerato Tecnológico orientación Electromecánica Plan 1997</li><li>- Bachillerato Tecnológico orientación Electromecánica Automotriz Plan 1997</li><li>- Bachillerato Tecnológico orientación Química Industrial Plan 1997</li><li>- Bachillerato Tecnológico orientación Termodinámica Plan 1997</li><li>- Articulación orientación Electro – Electrónica Plan 1993/2010 (hasta dos previas, inscripción condicional)</li><li>- Bachillerato Diversificado Ingeniería Plan 1994</li><li>- Bachillerato Diversificado Arquitectura Plan 1994</li><li>- Bachillerato Diversificado Ingeniería Plan 1976</li><li>- Bachillerato Diversificado Arquitectura Plan 1976</li></ul>
--------------------------	---

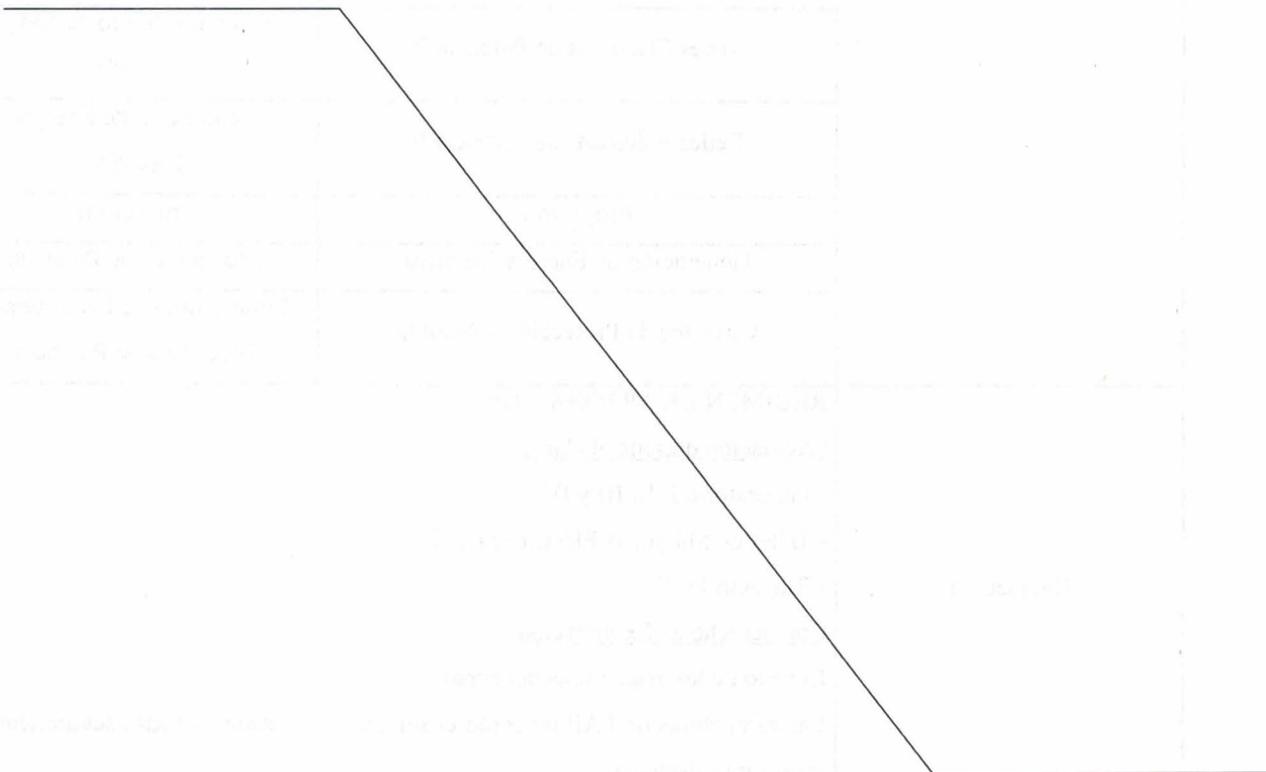
	- Bachillerato Diversificado Físico – Matemático Plan 2006 - Bachillerato Diversificado Matemático – Diseño Plan 2006 Los estudiantes que provengan de modalidades de Educación Media Superior no detalladas en el apartado anterior, deberán realizar FAE de Física y FAE de Matemática.	
Prueba de suficiencia	No se establece.	
Esquema de Previaturas	Asignatura previa	Asignatura subordinada
	Electrotecnia	Instalaciones Eléctricas I
	Electrónica Analógica I	Circuitos y Sistemas Digitales I
	Laboratorio I	Laboratorio II
	Cálculo I	Cálculo II
	Geometría y Álgebra Lineal I Ecuaciones Diferenciales	Métodos Numéricos
	Geometría y Álgebra Lineal I	Geometría y Álgebra Lineal II
	Instalaciones Eléctricas I	Instalaciones Eléctricas II
	Circuitos y Sistemas Digitales I	Introducción a la Teoría de Control
	Laboratorio II	Laboratorio III
	Cálculo II	Cálculo III
	Cálculo II	Probabilidad y Estadística
	Cálculo I	Ecuaciones Diferenciales
	Instalaciones Eléctricas II	Proyecto de Instalaciones Eléctricas
	Instrumentación y Medidas	Diseño y Programación de Interfaces
	Laboratorio III	Laboratorio IV
	Cálculo III	Análisis Complejo
	Física I	Física II
	Proyecto de Instalaciones Eléctricas	Subestaciones Eléctricas
	Diseño y Programación de Interfaces	Proyecto de Automatismo y Control
Laboratorio IV	Proyecto de Automatismo y Control	
Física II	Máquinas Eléctricas I	
Física II	Teoría Electromagnética I	



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

	Subestaciones Eléctricas	Proyecto en Media Tensión
	Redes Eléctricas de Potencia I	Proyecto en Media Tensión
	Subestaciones Eléctricas	Generación de Energía Eléctrica
	Máquinas Eléctricas I	Proyecto en Media Tensión
	Introducción a la Teoría de Control	Sistemas de Control
	Máquinas Eléctricas I	Máquinas Eléctricas II
	Redes Eléctricas de Potencia I	Redes Eléctricas de Potencia II
	Proyecto en Media Tensión	Circuitos de Protección y Medida
	Proyecto en Media Tensión	Proyecto I
	Sistemas de Control	Proyecto I
	Máquinas Eléctricas II	Proyecto I
	Redes Eléctricas de Potencia II	Proyecto I
	Probabilidad y Estadística	Proyecto I
	Proyecto de Automatismo y Control	Proyecto I
	Máquinas Eléctricas II	Taller de Máquinas Eléctricas I
	Redes Eléctricas de Potencia II	Circuitos de Protección y Medida
	Redes Eléctricas de Potencia II	Generación de Energía Eléctrica
	Proyecto I	Proyecto II
	Generación de Energía Eléctrica	Electrónica de Potencia
	Circuitos de Protección y Medida	Protecciones de los Sistemas Eléctricos de Potencia
Evaluación	<p>RÉGIMEN DE APROBACIÓN: "Actuación durante el Curso": - Laboratorio I, II, III y IV - Taller de Máquinas Eléctricas I y II - Proyecto I y II <u>Con derecho a "Exoneración"</u>: El resto de las asignaturas del curso. Las asignaturas de FAE no serán evaluadas, el docente realizará seguimiento y registrará asistencia.</p>	

	<p>PASANTÍA</p> <p>No se establece.</p>
	<p>PROYECTO FINAL</p> <p>El proyecto final se realizará en el séptimo y octavo semestre.</p> <p>El proyecto final podrá realizarse en forma individual o grupal (máximo de tres integrantes).</p> <p>La tutoría la realizará el docente de la asignatura Proyecto I y II.</p> <p>El tribunal para la defensa, estará integrado por el docente de la asignatura Proyecto I y II, más dos docentes del área tecnológica de cualquiera de los años de la carrera, que serán designados por la Dirección Escolar en acuerdo con el docente de Proyecto I y II.</p> <p>Para el título intermedio, no se requiere la elaboración de proyecto final.</p>
Observaciones.	<p>Para el egreso, el estudiante deberá aprobar veinticuatro (24) créditos de asignaturas electivas.</p>





Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

EQUIVALENCIA DE ASIGNATURAS - CIT ELECTROTECNIA											
PLAN 1986		PLAN 2020									
#AÑO	H	SEMESTRE 1	H	SEMESTRE 2	H	SEMESTRE 3	H	SEMESTRE 4	H	SEMESTRE 5	H
CONTROL DIGITAL	3			CIRCUITOS Y SISTEMAS DIGITALES I	5						
FILOSOFÍA	2										
INFORMÁTICA	3	PROGRAMACIÓN I	3								
INSTALACIONES INDUSTRIALES DE REDES Y LUMINOTECNIA	6	ELECTROTECNIA	6	INSTALACIONES ELÉCTRICAS I	6	INSTALACIONES ELÉCTRICAS II	6	PROYECTO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS	6		
LABORATORIO DE ELECTROTECNIA	6	LABORATORIO I	6	LABORATORIO II	3						
MATEMÁTICA (ANÁLISIS I)	6	CÁLCULO I	5	CÁLCULO II	5						
MATEMÁTICA (GEOMETRÍA ANALÍTICA)	5	GEOMETRÍA Y ALGEBRA LINEAL I	4	GEOMETRÍA Y ALGEBRA LINEAL II	4						
QUÍMICA	4									ELECTIVA I - QUÍMICA I	4
CONTROL DIGITAL + INFORMÁTICA + LABORATORIO DE ELECTROTECNIA	12	ELECTRÓNICA ANALÓGICA I	5								
INSTALACIONES INDUSTRIALES DE REDES Y LUMINOTECNIA + LABORATORIO DE ELECTROTECNIA	12			REPRESENTACIÓN TÉCNICA Y DISEÑO ASISTIDO	3						
#AÑO	H	SEMESTRE 1	H	SEMESTRE 2	H	SEMESTRE 3	H	SEMESTRE 4	H	SEMESTRE 5	H
COMPUTACIÓN APLICADA	2									MÉTODOS NUMÉRICOS	4
CONTROL B	5									INTRODUCCIÓN A LA TEORÍA DE CONTROL	5
ELECTRÓNICA Y LABORATORIO	5					LABORATORIO III	6	LABORATORIO IV	6	SISTEMAS DE CONTROL	5
FÍSICA APLICADA	2					INSTRUMENTACIÓN Y MEDIDAS	4				
LABORATORIO DE SISTEMAS	3										
MATEMÁTICA (ANÁLISIS VECTORIAL)	5					CÁLCULO III	5				
MATEMÁTICA (GEOMETRÍA DESCRIPTIVA) - OPTATIVA	5										
MATEMÁTICA	4					ECUACIONES DIFERENCIALES	5				
MICROPROCESADORES Y LABORATORIO	5									PROYECTO DE AUTOMATISMO Y CONTROL	4
QUÍMICA	4										ELECTIVA I - QUÍMICA II
MATEMÁTICA (ANÁLISIS VECTORIAL) + MATEMÁTICA A	9							ANÁLISIS COMPLEJO	5		
#AÑO	H	SEMESTRE 1	H	SEMESTRE 2	H	SEMESTRE 3	H	SEMESTRE 4	H	SEMESTRE 5	H
CENTRALES, ESTACIONES Y LÍNEAS	4									SUBESTACIONES ELÉCTRICAS	4
CIRCUITOS DE MEDICIONES, PROTECCIÓN Y LABORATORIO	6										PROYECTO EN MEDIA TENSIÓN
MÁQUINAS ELÉCTRICAS Y LABORATORIO	6									MÁQUINAS ELÉCTRICAS I	6
SISTEMAS DE REDES Y LABORATORIOS	6									REDES ELÉCTRICAS DE POTENCIA I	6
										REDES ELÉCTRICAS DE POTENCIA II	6
7º AÑO	H	SEMESTRE 1	H	SEMESTRE 2	H	SEMESTRE 3	H	SEMESTRE 4	H	SEMESTRE 5	H
EJERCICIO Y PRÁCTICA PROFESIONAL DE ELECTROTECNIA	3										
INVESTIGACIÓN OPERATIVA	4									PROBABILIDAD Y ESTADÍSTICA	5
MÁQUINAS ELÉCTRICAS Y LABORATORIO	8									MÁQUINAS ELÉCTRICAS II	4
PROYECTO (ELECTROTECNIA)	12							METODOLOGÍA DE GESTIÓN	3		
										PROYECTO I	10
										PROYECTO II	10
										GESTIÓN EMPRESARIAL I	2
										GESTIÓN EMPRESARIAL II	2
										ELECTIVA III - TALLER DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS II	4

H: son horas aula

Las asignaturas del plan 2020 que no se detallan, deben ser cursadas en su totalidad

		PROGRAMA			
		Código en SIPE	Descripción en SIPE		
TIPO DE CURSO		063	Ingeniero Tecnológico		
PLAN		2020			
ORIENTACIÓN		344	Electrotecnia		
MODALIDAD		----	----		
AÑO		----	----		
TRAYECTO		----	----		
SEMESTRE/ MÓDULO		1	1		
ÁREA DE ASIGNATURA		803	EST Matemática		
ASIGNATURA		12701	Cálculo I		
CREDITOS EDUCATIVOS		8			
DURACIÓN DEL CURSO		Horas totales: 80	Horas semanales: 5		Cantidad de semanas: 16
Fecha de Presentación:	N° Resolución del CETP	Exp. N° 2019-25-4-009393	Res. N° 3234/19	Acta N° 222	Fecha 19/11/19

## OBJETIVOS

- Destacar la importancia de la Matemática para el desarrollo de las ciencias.
- Utilizar los conceptos y procedimientos matemáticos adquiridos en la resolución de problemas, de la especialidad tecnológica y de otras disciplinas.
- Desarrollar y poner en práctica la capacidad de análisis ante una situación problemática, elaborando modelos y estrategias en función de la situación planteada.
- Elaborar definiciones, deducir, demostrar e interpretar propiedades y teoremas.
- Promover el desarrollo del pensamiento crítico y lógico matemático que le permita juzgar la validez de razonamientos y resultados.



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

- Utilizar el lenguaje matemático para reflexionar, investigar y comunicar ideas.
- Utilizar recursos informáticos para incorporar conocimientos, facilitar la comprensión, modelizar situaciones y realizar conjeturas.
- Facilitar el trabajo autónomo y creativo de los estudiantes, potenciando las técnicas de indagación e investigación, así como las aplicaciones y transferencias de lo aprendido a la realidad.
- Promover el aprendizaje a partir del análisis del error.
- Incluir referencias históricas, promoviendo búsqueda de información vinculada a los conceptos o principales referentes, explicitando los vínculos interdisciplinarios e intramatemático.

### CONTENIDOS

1. Fórmulas de Taylor y Mac Laurin. Serie geométrica. Series de Taylor.
2. Integrales. Integrales impropias.
3. Aplicaciones. Áreas. Longitud de un arco de curva.
4. Ecuaciones diferenciales lineales de primer orden.

Conocimientos previos (MATEMÁTICA FAE) – Diagnóstico Inicial

- Función lineal, cuadrática, exponencial, logarítmica, trigonométricas.
- Límites de funciones. Límites tipo. Resolución de casos indeterminados.
- Continuidad. Teoremas de Bolzano, Darboux, Weierstrass.
- Derivabilidad. Optimización.
- Función inversa. Inversas trigonométricas.

### PROPUESTA METODOLÓGICA

En los cursos de Matemática es necesario adecuar el enfoque de los contenidos programáticos a los perfiles de ingreso y egreso de los estudiantes que optan por esta carrera. Considerar además los conocimientos previos y prever formas de nivelación que posibiliten un aprendizaje exitoso (FAE).

Se pretende que los estudiantes movilicen saberes y procedimientos a través de planteos de situaciones-problema o ejercicios que integren más de una unidad temática. Así se asegura el desarrollo de las competencias y la cabal comprensión de los conceptos involucrados.

Los intereses de los estudiantes, su creatividad y actitud proactiva, la orientación docente, la coordinación con otras asignaturas del Componente Profesional generarán propuestas diversas que permitirán alcanzar los mismos logros.

Los contenidos procedimentales estarán relacionados con el saber hacer: búsqueda de solución a problemas o situaciones problemáticas que requieran de los estudiantes la activación de diversos tipos de conocimiento. Se deben proponer actividades variadas, en diversos contextos vinculados a la aeronáutica y a los intereses del estudiante.

Lo abordado en forma teórica deberá reflejarse en los ejercicios de aplicación práctica. Priorizar el abordaje de conceptos matemáticos que estén integrados en otras asignaturas de la carrera del mismo año o subsiguientes.

Ajustarse al tiempo disponible, con un enfoque metodológico que se apoye en el trabajo conceptual y aplicaciones prácticas, por encima de un riguroso desarrollo teórico.

## EVALUACIÓN

La evaluación es un proceso complejo que nos permite obtener información en relación con las actividades de enseñanza y aprendizaje para comprender su desarrollo y tomar decisiones con la finalidad de mejorarlas.

Es necesario considerar los diferentes momentos en que se realiza la evaluación, teniendo en cuenta, en primer lugar, la evaluación inicial (diagnóstica), en distintos momentos del semestre, que permita indagar sobre los conocimientos previos y actitudes, a partir de los cuales se propondrá la correspondiente



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

## Planificación del curso.

En segundo lugar se realizarán dos parciales en cada semestre, distribuyendo en forma equilibrada todos los contenidos del programa respectivo. Las actividades propuestas deben estar en coherencia con el nivel y el tipo de actividades trabajadas en el aula.

La materia será exonerada si el estudiante obtiene un puntaje total, entre los parciales y el rendimiento en clase, de 7 o más.

En caso contrario el estudiante tendrá que rendir examen y realizar correctamente el 60% de la propuesta (acordada por el tribunal) para alcanzar el mínimo de aprobación.

## BIBLIOGRAFÍA SUGERIDA

La bibliografía recomendada solo pretende ser una guía; se sugiere buscar otras fuentes de información incluyendo la disponible en web, donde hay abundante y excelente material de uso libre. El docente orientará al estudiante en esta búsqueda, seleccionando el más adecuado en cada tema tratado.

## INTRODUCCIÓN AL CÁLCULO

Fernando Peláez

Facultad de Ciencias Económicas

## MATEMÁTICAS

Ernest F. Haeussler – Richard S. Paul

Pearson Prentice Hall

## MATEMÁTICAS APLICADAS

Frank S. Budnick

Mc Graw - Hill

## CÁLCULO CON GEOMETRÍA ANALÍTICA

Earl W. Swokowski

Grupo Editorial Iberoamérica

## ÁLGEBRA Y TRIGONOMETRÍA C/ GEOMETRÍA ANALÍTICA

Earl W. Swokowski – Jeffery A. Cole

Thomson

## CÁLCULO

Purcell – Varberg – Rigdon

Pearson – Prentice Hall

## MATEMÁTICAS SUPERIORES

I. Suvórov

Editorial Paz - Moscú

## CÁLCULO 1 DE UNA VARIABLE

Ron Larson – Bruce Edwards

Mc Graw – Hill

## CÁLCULO 2 DE VARIAS VARIABLES

Larson – Hostetler – Edwards

Mc Graw – Hill

## CÁLCULO DE UNA VARIABLE

James Stewart

Cengage Learning

## CÁLCULO MULTIVARIABLE

James Stewart

Thomson Learning

## CÁLCULO DE UNA VARIABLE

Gerald L. Bradley – Karl J. Smith

Prentice Hall

## CÁLCULO DE VARIAS VARIABLES

Gerald L. Bradley – Karl J. Smith

Prentice Hall

## PROBLEMAS Y EJERCICIOS DE ANÁLISIS MATEMÁTICO



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

B. Demidovich

Paraninfo – Madrid

CALCULUS VOLUMEN 1

Tom M. Apostol

Editorial Reverté S.A.

CALCULUS VOLUMEN 2

Tom M. Apostol

Editorial Reverté S.A.

		PROGRAMA			
		Código en SIPE	Descripción en SIPE		
TIPO DE CURSO		063	Ingeniero Tecnológico		
PLAN		2020			
ORIENTACIÓN		344	Electrotecnia		
MODALIDAD		---	----		
AÑO		1	1		
TRAYECTO		---	----		
SEMESTRE/ MÓDULO		1	1		
ÁREA DE ASIGNATURA		80140	ETRO		
ASIGNATURA		13401	Electrónica Analógica I		
CRÉDITOS EDUCATIVOS		8			
DURACIÓN DEL CURSO		Horas totales: 80	Horas semanales:5		Cantidad de semanas:16
Fecha de Presentación: 10/10/2019	Nº Resolución del CETP	Exp. Nº 2019-25-4-009393	Res. Nº 3234/19	Acta Nº 222	Fecha 19/11/19

### OBJETIVO DE LA ASIGNATURA

El objetivo central de la asignatura es analizar el comportamiento de redes pasivas

en estado sinusoidal permanente, sintetizar redes pasivas de dos terminales y describir cualitativamente el estado transitorio en una red elemental. Se pretende además que el estudiante conozca la física de los semiconductores, el dimensionamiento de fuentes de poder no reguladas y los principios de la Realimentación.

## PROGRAMA SINTÉTICO

Tema 1: Conceptos físicos preliminares.

Tema 2: Leyes fundamentales.

Tema 3: Ecuaciones de redes.

Tema 4: Circuitos RLC.

Tema 5: Teoremas de red.

Tema 6: Resonancia.

Tema 7: Semiconductores.

Tema 8: Cuadripolos y amplificadores generalizados.

Tema 9: Realimentación.

Tema 10: Transistores de Efecto de Campo.

Tema 11: Transistores bipolares.

## PROGRAMA ANÁLITICO

### TEMA 1

1. Conceptos físicos preliminares.

1.1. Fuerzas y cargas eléctricas.

1.2. Fenómenos de electrización.

1.3. Ley de Coulomb.

1.4. Sistema de unidades MKSA. conductores y aisladores.

1.5. Campo eléctrico.

1.6. Líneas de fuerza

1.7. Potencial eléctrico.



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

- 1.8. Diferencia de potencial.
- 1.9. Fuerza electromotriz.
- 1.10. Corriente eléctrica e intensidad.

## TEMA 2

- 2. Leyes fundamentales.
  - 2.1. Dispositivos lineales de dos terminales.
  - 2.2. Resistencia y conductancia.
  - 2.3. Ley de Ohm.
  - 2.4. Resistividad.
  - 2.5. Generadores de tensión y corriente.
  - 2.6. Circuitos eléctricos.
  - 2.7. Potencia y trabajo eléctrico.
  - 2.8. Leyes de Kirchhoff, demostración de fórmulas para resistencia equivalente serie y paralelo.
  - 2.9. Resolución de problemas con circuitos mixtos.
  - 2.10. Divisores de tensión y de corriente.

## TEMA 3

- 3. Ecuaciones de redes.
  - 3.1. Definiciones:
    - 3.1.1. Nudo, lazo, rama, malla, corriente de malla, potencial de nudo, tensión de rama.
  - 3.2. Resolución de circuitos:
    - 3.2.1. Método de las corrientes de malla.
    - 3.2.2. Método de las tensiones de nudo.

## TEMA 4

- 4 Circuitos RLC.
  - 4.1. Corriente alterna senoidal.

- 4.2. Valor instantáneo, pico, pp.
- 4.3. Definición de ciclo, período, frecuencia, velocidad angular y fase.
- 4.4. Inductor y capacitor, constitución interna, almacenamiento de energía.
- 4.5. Carga y descarga de inductor y capacitor, gráficos, agrupación en serie y en paralelo.
- 4.6. Número complejo.
- 4.7. Respuesta en estado senoidal permanente, análisis en el dominio de la frecuencia.
- 4.8. Impedancia y admitancia.
- 4.9. Potencia instantánea y promedio, factor de mérito Q.
- 4.10. Valor eficaz y medio de una corriente alterna.
- 4.11 Potencia aparente y factor de potencia.

#### TEMA 5

- 5. Teoremas de red.
- 5.1. TM de Superposición.
- 5.2. Redes pasivas equivalentes en T y Pi, conversiones.
- 5.3. Teoremas de Thevenin, Norton y MTP.

#### TEMA 6

- 6. Resonancia.
- 6.1. Definición. Resonancia serie, frecuencia de resonancia, Q del circuito.
- 6.2. Deducción de frecuencias de corte.
- 6.3 Ancho de banda y factor de sobretensión. Resonancia en paralelo.

#### TEMA 7

- 7. Semiconductores.
- 7.1. Física del material semiconductor. Unión P-N y diodo semiconductor.
- 7.2. Curva característica. Parámetros y su dependencia de la temperatura.
- 7.3. Efecto Zener. Cálculo gráfico del punto de trabajo.

7.4. Rectificación de media onda y onda completa sin filtrado.

7.5. Valor de  $V_{cc}$ .

7.6. Filtrado capacitivo (análisis simplificado).

7.7. Regulador Zener básico.

## TEMA 8

8. Cuadripolos y amplificadores generalizados.

8.1. Funciones de transferencia. Parámetros Z, Y, H, G.

8.2. Amplificador ideal y no ideal de tensión y de corriente, cálculo de la ganancia.

8.3. Conexión de amplificadores en cascada.

8.4. El decibelio.

## TEMA 9

9. Realimentación.

9.1. Demostración de su efecto sobre la ganancia, clasificación en positiva y negativa.

9.2 Descripción de su efecto sobre el ancho de banda, la estabilidad y la distorsión.

## TEMA 10

10. Transistores de Efecto de Campo.

10.1. JFET, canal N y canal P.

10.2. Polarización del FET. Ubicación del punto Q. Recta de carga estática y dinámica.

10.3. FETs de puerta aislada.

10.4. Descripción del MOSFET de empobrecimiento y del MOSFET de enriquecimiento.

## TEMA 11

11. Transistores bipolares.

11.1. Principio de funcionamiento. Tipos NPN y PNP. Límites:  $I_c$  máxima,  $V_{ce}$  máxima,  $P_c$  máxima, ganancia de corriente en CC.

11.2. Análisis gráfico. Ubicación del punto Q. Recta de carga estática y dinámica.

11.3. Polarización y su estabilización.

11.4. Par Darlington (super alfa y cuasicomplementario).

## METODOLOGÍA

Electrónica Analógica I, asignatura perteneciente al 1er nivel de la Carrera de Ingeniero Tecnológico en Electrotecnia, de carácter semestral, presenta un enfoque orientado a adquirir el conocimiento para analizar redes eléctricas, ya que es necesario para el posterior estudio de los circuitos eléctricos.

Cada tema se ordena según la complejidad y nivel de las herramientas de cálculo. Se podrán incluir herramientas de simulación previas a cada práctico tales como Circuit marker, Multisim, Pspice, Live wire o similares.

Desarrollo de la asignatura:

Horas de clase teóricas: 32 horas

Horas de clase práctico: 24 horas

Horas de consulta: 16 horas

Horas de evaluación: 8 horas

Total de horas presenciales: 80 horas

Horas de dedicación del estudiante: 80 horas

## EVALUACIÓN

Esta es una asignatura con derecho a exoneración según lo establecido en el reglamento de evaluación y titulación de educación superior terciaria que se halle vigente, así como sus anexos.

Se sugiere para efectuar la evaluación de los estudiantes realizar dos parciales.

## BIBLIOGRAFÍA

Everitt W. (1961). Ingeniería de Comunicaciones. Buenos Aires, Argentina.; Arbó Hayt W., Kemmerly J. (2007). Análisis de circuitos en ingeniería. España; McGraw-Hill



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

- Kuznetsov M. (1972). Fundamentos de electrotecnia. Moscú, URSS; Editorial Mir
- Bancarel J. (2001). Circuits électriques. París, Francia; Ellipses
- Millman J., Halkias C. (1975). Dispositivos y Circuitos electrónicos. Madrid, España.; Pirámide
- Bonello J., Castro P. y Ubiría F. (2018) Apuntes de Electrónica. Montevideo, Uruguay; en PDF.

		PROGRAMA			
		Código en SIPE	Descripción en SIPE		
TIPO DE CURSO		063	Ingeniero Tecnológico		
PLAN		2020			
ORIENTACIÓN		344	Electrotecnia		
MODALIDAD		----	Presencial		
AÑO		----	----		
TRAYECTO		----	----		
SEMESTRE/ MÓDULO		1	1		
ÁREA DE ASIGNATURA		80000	IYBT		
ASIGNATURA		13800	Electrotecnia		
CRÉDITOS EDUCATIVOS		9			
DURACIÓN DEL CURSO		Horas totales: 96	Horas semanales: 6	Cantidad de semanas: 16	
Fecha de Presentación: 10/10/2019	Nº Resolución del CETP	Exp. Nº 2019-25-4-009393	Res. Nº 3234/19	Acta Nº 222	Fecha 19/11/19

### OBJETIVO DE LA ASIGNATURA

El objetivo central de la asignatura es lograr que el estudiante adquiera los fundamentos sobre básicos referentes a electrotecnia general.

La asignatura ofrece herramientas que permiten abordar en el análisis de sistemas polifásicos, potencia eléctrica polifásica, magnitudes y medidas eléctricas, máquinas eléctricas rotativas, transformador y conceptos básicos de iluminación.

Por último, la asignatura pretende consolidar académicamente al estudiante para el encare de las materias subsiguientes Instalaciones Eléctricas I, Instalaciones Eléctricas II y Proyecto de Instalaciones Eléctricas.

### PROGRAMA SINTÉTICO

Tema 1: Taller sobre seguridad en las instalaciones eléctricas.

Tema 2: Conceptos básicos sobre electricidad.

Tema 3: Resistencia eléctrica.

Tema 4: Potencia y energía eléctrica.

Tema 5: Efecto térmico de la electricidad.

Tema 6: Fundamentos de electroquímica. Pilas y acumuladores.

Tema 7: Los condensadores.

Tema 8: Magnetismo y electromagnetismo.

Tema 9: La corriente alterna y operaciones fasoriales.

Tema 10: Potencia eléctrica en corriente alterna.

Tema 11: Sistemas polifásicos (trifásicos).

Tema 12: Instrumentos, magnitudes y medidas eléctricas.

Tema 13: Lámparas eléctricas.

Tema 14: Interacción entre la corriente eléctrica y un campo magnético.

Tema 15: Fundamentos sobre máquinas eléctricas.

### PROGRAMA ANÁLITICO

TEMA 1 [10 hs]

1. Taller de seguridad en las instalaciones eléctricas.

1.1. Marco normativo referente a seguridad eléctrica.



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

- 1.2. Efectos de la electricidad en el cuerpo humano.
- 1.3. Tipos de accidentes eléctricos.
- 1.4. Medidas de protección contra accidentes eléctricos.
- 1.5. Los equipos de protección personal del ingeniero tecnológico en electrotecnia.
- 1.6. Las 5 reglas de oro.
- 1.7. Trabajos con tensión, ámbitos y contextos de aplicación.
- 1.8. Actuación frente a accidentes eléctricos.
- 1.9. Nociones de primeros auxilios.
- 1.10. Reanimación cardiopulmonar (RCP).

COMENTARIOS TEMA 1: El taller sobre seguridad en las instalaciones eléctricas es de carácter obligatorio (régimen de asistencia y calificación diferenciada) y tiene el objetivo de preparar al alumno para las tareas referentes a la electrotecnia, las cuales comenzará a abordar desde las primeras semanas de la carrera. El mismo se orienta a la prevención de accidentes y a la actuación responsable en caso de que éstos ocurran.

Los temas a tratar incluyen lineamientos de seguridad básicos para el electricista, normativa nacional en el marco de la seguridad eléctrica y un módulo sobre primeros auxilios que incluye instrucciones de reanimación cardiopulmonar.

Mencionado taller se hará en coordinación con docentes, autoridades y estudiantes de la carrera de Ing. Tec. Prevencionista, así como en articulación con instructores de RCP<sup>1</sup>.

TEMA 2 [2,5 hs]

2. Conceptos básicos sobre electricidad.

2.1. La carga eléctrica.

2.2. Campo y potencial eléctrico.

<sup>1</sup> Reanimación cardiopulmonar

2.3. Corriente eléctrica.

2.4. Densidad de corriente.

2.5. Corriente alterna senoidal.

TEMA 3 [2,5 hs]

3.1. La resistencia eléctrica.

3.2. Resistividad y conductividad.

3.3. La resistencia eléctrica.

3.4. La Ley de Ohm.

3.5. Construcción de concepto de campo eléctrico a partir de la densidad de corriente y de la resistividad del medio.

COMENTARIOS TEMA 3: Importante trabajar los temas aquí referidos a los efectos de profundizar puesta a tierra en Instalaciones Eléctricas II.

TEMA 4 [2,5 hs]

4. Potencia y energía eléctrica.

4.1. Concepto físico de trabajo y potencia.

4.2. Potencia eléctrica en corriente continua.

4.3. Potencia eléctrica en corriente alterna (concepto RMS).

4.4. Rendimiento de un dispositivo o máquina eléctrica.

TEMA 5 [2,5 hs]

5. Efecto térmico de la electricidad.

5.1. Cantidad de calor y capacidad calorífica.

5.2. Transmisión del calor.

5.3. Aplicaciones del calor eléctrico.

TEMA 6 [5 hs]

6. Fundamentos de electroquímica. Pilas y acumuladores.

6.1. Conceptos básicos (reacciones de oxidación-reducción, potenciales estándar).



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

6.2. Elementos galvánicos.

6.3. Acumuladores.

6.4. Rendimiento en baterías.

6.5. Medidas contra la corrosión galvánica.

TEMA 7 [5 hs]

7. Condensadores

7.1. Definición de capacitancia.

7.2. Cálculos de la capacidad.

7.3. Circuito RC en corriente continua (constante de tiempo, carga, descarga).

7.4. Tipos de condensadores.

7.5. Condensadores en corriente alterna (análisis de V e I en un circuito sólo C y RC).

7.6. El capacitor como fuente de energía reactiva.

TEMA 8 [5 hs]

8. Magnetismo y electromagnetismo.

8.1. Campo magnético.

8.2. Inductores.

8.3. Definición de inductancia.

8.4. Circuito RL en corriente continua (constante de tiempo, carga, descarga).

8.5. Tipos de inductores.

8.6. Inductores en corriente alterna (análisis de V e I en un circuito sólo L y LC).

8.7. El inductor como consumidor de energía reactiva.

TEMA 9 [5 hs]

9. La corriente alterna y operaciones fasoriales.

- 9.1. Corriente alterna senoidal.
- 9.2. Valor instantáneo, pico, pp.
- 9.3. Concepto de fasor: módulo y argumento.
- 9.4. Fasores de corriente y tensión.
- 9.5. Notación rectangular y polar de un fasor. Métodos y ejercicios de conversión.
- 9.6. Operaciones con fasores (sumas, productos, divisiones, radicaciones y potencias).

#### TEMA 10 [5 hs]

10. Potencia eléctrica en corriente alterna.
  - 10.1. Potencia activa y reactiva.
  - 10.2. Sentido del flujo de la potencia (convención generador / receptor).
  - 10.3. Potencia compleja: triángulo de potencia, notación fasorial y rectangular.
  - 10.4. Factor de potencia.
  - 10.5. Corrección del factor de potencia.

#### TEMA 11 [10 hs]

11. Sistemas polifásicos (trifásicos).
  - 11.1. Sistemas polifásicos.
  - 11.2. Diagrama fasorial de un sistema trifásico.
  - 11.3. Composición de tensiones (tensión de línea y tensión de fase).
  - 11.4. Cargas monofásicas conectadas a sistemas trifásicos.
  - 11.5. Cargas en delta y en estrella. Análisis de corrientes y tensiones .
  - 11.6. Modelo equivalente monofásico en sistemas equilibrados.
  - 11.7. Potencia trifásica. Ecuaciones y cálculos de potencia.
  - 11.8. Cálculo de corrientes en cargas trifásicas.



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

11.9. Sistemas equilibrados y sistemas desequilibrados, con neutro y sin neutro conectado. Cálculos.

COMENTARIOS TEMA 11: Es importante enfatizar en la comprensión de este tema, preferentemente lo referente a cálculos y conocimiento sólido de todas las ecuaciones de trifásica y sus despejes, con buen manejo de trigonometría y potencia compleja (TEMA 10). Es importante que el estudiante conozca el comportamiento de un sistema con neutro y sin neutro, en estrella y en triángulo, equilibrado y desequilibrado. Se sugiere la realización de ejercicios (con cálculo fasorial) y coordinación con laboratorio para realización de prácticas.

TEMA 12 [10 hs]

12. Instrumentos, magnitudes y medidas eléctricas.

12.1. El amperímetro y la pinza amperimétrica (corriente).

12.2. El voltímetro (tensión).

12.3. El óhmetro (resistencia).

12.4. El multímetro.

12.5. El wattímetro (potencia activa).

12.6. El varímetro (potencia reactiva).

12.7. El cosímetro (coseno  $\phi$ ).

12.8. Medición de potencia en sistemas trifásicos. (Teorema de Blondel - Método de Aron).

TEMA 13 [5 hs]

13. Lámparas eléctricas.

13.1. Magnitudes fotométricas básicas (flujo, intensidad, iluminancia y luminancia).

13.2. Lámparas y luminarias: clasificación, tipos y aplicaciones.

13.3. La iluminación LED.

COMENTARIOS TEMA 13: Importante trabajar los temas aquí referidos a los efectos de profundizar luminotecnia en Instalaciones Eléctricas II.

TEMA 14 [10 hs]

14. Interacción entre la corriente eléctrica y un campo magnético.

14.1. Ley de Ampere.

14.2. Ley de Faraday-Lenz.

14.3. Ley de Biot-Savart.

14.4. Ejercicios de aplicación sobre leyes del electromagnetismo.

TEMA 15 [20 hs]

15. Fundamentos sobre máquinas eléctricas.

15.1. El transformador.

15.1.1. Circuito equivalente.

15.2. Principio de funcionamiento de las máquinas rotativas.

15.3. El motor de inducción monofásico y trifásico.

15.3.1. El motor como carga o elemento activo ( $f_{em}$  y  $f_{cem}$  interna).

15.3.2. Circuito equivalente.

15.4. Concepto de deslizamiento.

15.5. El motor serie - universal.

15.6. El motor brushless.

15.7. El alternador.

15.7.1. El alternador como carga o elemento activo ( $f_{em}$  interna).

15.7.2. Circuito equivalente.



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

15.8. Potencia, par motor y velocidad.

15.9 Parámetros de una máquina. Chapa de características.

COMENTARIOS TEMA 15: Estos temas permitirán el entendimiento de prácticas con máquinas en Laboratorio I y Laboratorio II, así como el abordaje de sistemas de arranque y modelado de receptores y elementos de una red eléctrica para cálculos de cortocircuito en el curso de Instalaciones Eléctricas I. Se recomienda enfatizar y orientar los aprendizajes a estos fines.

### METODOLOGÍA

Se partirá de conceptos generales de electricidad, los cuales son abordados en profundidad en la materia Electrónica Analógica I.

Tras abordar en las primeras semanas los conceptos básicos en forma complementaria a Electrónica Analógica I, se pasará al abordaje de los temas de referencia para electrotecnia.

Se aplicará un taller obligatorio de 10 horas sobre seguridad eléctrica el cual se dictará al inicio del curso.

El desarrollo de los temas será realizado por parte del docente responsable de la asignatura, se expondrán los contenidos de cada unidad didáctica por medio de presentaciones y explicaciones, junto con indicaciones sobre fuentes de información y bibliografía.

Se promoverá la participación activa del estudiante con actividades de debate, discusión de casos, preguntas y exposiciones. El estudiante dispondrá previamente de materiales didácticos, que incluirán objetivos, guiones, cronograma y recursos. Los materiales electrónicos, presentaciones, teóricos y ejercicios, estarán estar previamente cargados en la plataforma CV.

### Desarrollo de la asignatura:

Horas de clase teóricas: 86 horas

Horas de clase práctico: 4 horas

Horas de consulta: 0 horas

Horas de evaluación: 6 horas

Total de horas presenciales: 90 horas

Horas de dedicación del estudiante: 90 horas

### EVALUACIÓN

Esta es una asignatura con derecho a exoneración según lo establecido en el reglamento de evaluación y titulación de educación superior terciaria que se halle vigente, así como sus anexos.

Se sugieren 2 instancias de evaluación o parciales. El primero luego de finalizado el segundo mes del semestre y el último al finalizar éste. A partir de las calificaciones de dichos parciales y de su actuación, el estudiante obtendrá la calificación final del semestre.

El alumno deberá además haber concurrido y aprobado el taller sobre seguridad en las instalaciones eléctricas.

### BIBLIOGRAFÍA

Adolf Senner (1994) - Principios de Electrotecnia - España - Reverté

P. Alcalde San Miguel (2010) - Electrotecnia - España - Paraninfo

UTE - Reglamento de Baja Tensión

UTE - Norma de Instalaciones

UTE - Norma NS1D (para taller sobre seguridad en las instalaciones eléctricas)



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

		PROGRAMA				
		Código en SIPE	Descripción en SIPE			
TIPO DE CURSO		063	Ingeniero Tecnológico			
PLAN		2020				
ORIENTACIÓN		344	Electrotecnia			
MODALIDAD		---	----			
AÑO		----	----			
TRAYECTO		----	----			
SEMESTRE/ MÓDULO		1	1			
ÁREA DE ASIGNATURA		389	EST Física Electrónica			
ASIGNATURA		15971	FAE Física			
CRÉDITOS ACADÉMICOS		----				
DURACIÓN DEL CURSO		Horas totales: 64		Horas semanales: 4		Cantidad de semanas: 16
Fecha de Presentación: 10-10-2019	N° Resolución del CETP	Exp. N° 2019-25-4-009393	Res. N° 3234/19	Acta N° 222	Fecha 19/11/19	

### OBJETIVO DE LA ASIGNATURA

El objetivo central de éste FAE de Física es fortalecer los Modelos Físicos de los estudiantes con orientación no afines al área e introducirlos en la asignatura Física. La Mecánica Clásica nivel 2, es el vehículo elegido para realizar este proceso ya que requiere de menor abstracción que el electromagnetismo y sienta las bases para introducir a los estudiantes los conceptos de la Mecánica con mayor rigurosidad.

El estudiante deberá aplicar leyes y principios de acuerdo a la información recibida. Deberá dominar el manejo de instrumentos, diseñar actividades y

elaborar procedimientos seleccionando el material adecuado. Comunicar los resultados obtenidos por diversos medios de acuerdo a un enfoque científico. Elaborar y aplicar modelos que expliquen ciertos fenómenos. Argumentar sobre la pertinencia del modelo utilizado en diversas situaciones, de laboratorio, cotidiano, y del campo tecnológico específico. Reconocer los límites de validez de los modelos.

### PROGRAMA SINTÉTICO

Tema 1: Introducción a las teorías Físicas

Tema 2: Noción de medida, teoría de errores y propagación.

Tema 3: Cinemática.

Tema 4: Fuerza y Leyes de Newton.

Tema 5: Estática y dinámica de partículas

Tema 6: Trabajo y Energía.

### PROGRAMA ANALÍTICO

#### TEMA 1

1. Introducción a las teorías Físicas.
- 1.2. Introducción a los Modelos Físicos,
- 1.3. Magnitudes y Leyes Físicas
- 1.4. Sistema de unidades en general y SI, sistema inglés, conversión de unidades
- 1.5 Principio de Homogeneidad de Fourier de las Magnitudes.

#### TEMA 2

2. Noción de medida, teoría de errores y propagación.
- 2.1. Noción de medida, directas e indirectas, patrones
- 2.2. Noción de exactitud, precisión.



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

2.3. Cálculo de errores en una serie de medidas

2.4. Teoría de errores, propagación de errores a medias indirectas.

### TEMA 3

3. Cinemática.

3.1. Sistemas de coordenadas del plano

3.2. Movimiento posición, velocidad, aceleración

3.3. Cinemática del movimiento en una línea, Caída libre.

3.4. Cinemática del movimiento en el plano. Movimiento de proyectiles y Movimiento circular.

### TEMA 4

4. Fuerza y Leyes de Newton

4.1. Reconocimiento de fuerzas

4.2. Gravitación, Arquímedes.

4.3. Leyes del movimiento de Newton.

4.4. Aplicación a la resolución de problemas.

### TEMA 5

5. Estática y dinámica de las partículas y de los sistemas de partículas

5.1. Equilibrio de fuerzas

5.2. Dinámica del movimiento rectilíneo

5.3. Dinámica del movimiento circular uniforme.

5.4. Movimiento bajo una fuerza resistiva al avance

### TEMA 6

6. Trabajo y Energía

6.1. Noción y cálculo de Trabajo.

6.2. Potencia, trabajo de fuerzas constantes y variables.

6.3. Energía cinética y teorema del trabajo y la energía cinética.

6.4. Trabajo y energía cinética del movimiento circular

### METODOLOGÍA

El Fortalecimiento Académico Estudiantil (FAE) de Física es una asignatura electiva perteneciente al 1er semestre de la Carrera de Ingeniero Tecnológico en Electrotecnia y presenta un enfoque hacia la Mecánica Clásica Newtoniana de Nivel 2.

Se enfoca a fortalecer los débiles conceptos de Física con que llegan los estudiantes que ingresan con orientaciones humanísticas o alumnos que quieren reforzar conceptos de Física previo a los cursos formales de la carrera.

Se espera que los estudiantes dediquen un mínimo de 6hs semanales en forma domiciliaria para el correcto seguimiento del curso.

Se sugiere abordar los temas con un número de prácticas de Laboratorio no menor a 4 y que le permita al estudiante tener la visión práctica de la mecánica. Se sugiere que el tema 2 se trabaje a instancias de Prácticas de Laboratorios para un mejor aprovechamiento.

El desarrollo de los temas será realizado por parte del docente responsable de la asignatura, se expondrán los contenidos de cada unidad didáctica por medio de presentaciones y explicaciones, junto con indicaciones sobre fuentes de información y bibliografía, además de la realización de experimentos de laboratorios como ya mencionamos.

Se recomienda que los estudiantes ante de comenzar un experimento de Laboratorio realicen la búsqueda de información y luego de finalizar la misma y de forma acordada, entreguen el informe de la práctica. Con la finalidad de promover la investigación, la divulgación y el uso de herramientas digitales.

Además, se deberá disponer de instancias de resolución de ejercicios y consultas.



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

Se promoverá la participación activa del estudiante con actividades de debate, discusión de casos, preguntas y exposiciones. El estudiante dispondrá previamente de materiales didácticos, que incluirán objetivos, guiones, cronograma y recursos. Los materiales electrónicos, presentaciones, teóricos y ejercicios, estarán previamente cargados en la plataforma CV.

#### Desarrollo de la asignatura:

Horas de clase teóricas: 44 horas

Horas de clase práctico: 8 horas

Horas de consulta: 4 horas

Horas de evaluación: 8 horas

Total de horas presenciales: 64 horas

Horas de dedicación del estudiante: 64 horas

#### EVALUACIÓN

Esta es una asignatura electiva del 1er semestre con derecho a exoneración según lo establecido en el reglamento de evaluación y titulación de educación superior terciaria que se halle vigente, así como sus anexos.

Se sugieren 2 instancias de evaluación o parciales. El primero luego de finalizado el segundo mes del semestre y el último al finalizar el semestre.

Una instancia parcial será un parcial escrito y la otra instancia parcial, podrá ser de presentación y defensa de un trabajo que será en formato a convenir con el docente responsable del curso.

#### BIBLIOGRAFÍA

Física Universitaria Vol 1, Young-Freedman (Sears-Zemansky) (Pearson Educación, 12 edición, ISBN: 978-607-442-288-7)

Física, Vol. 1, P.A. Tipler, (Reverté, 3ra. edición, ISBN 84-291-4367-X)

PROGRAMA					
		Código en SIPE	Descripción en SIPE		
TIPO DE CURSO		063	Ingeniero Tecnológico		
PLAN		2020			
ORIENTACIÓN		344	Electrotecnia		
MODALIDAD		---	---		
AÑO		---	---		
TRAYECTO		---	---		
SEMESTRE/ MÓDULO		1	1		
ÁREA DE ASIGNATURA		803	EST Matemática		
ASIGNATURA		15401	FAE MATEMÁTICA		
DURACIÓN DEL CURSO		Horas totales: 96	Horas semanales: 4		Cantidad de semanas: 16
Fecha de Presentación: 10/10/2019	N° Resolución del CETP	Exp. N° 2019-25-4-009393	Res. N° 3234/19	Acta N° 222	Fecha 19/11/19

## OBJETIVOS

- Destacar la importancia de la Matemática para el desarrollo de las ciencias.
- Utilizar los conceptos y procedimientos matemáticos adquiridos en la resolución de problemas, de la especialidad tecnológica y de otras disciplinas.
- Desarrollar y poner en práctica la capacidad de análisis ante una situación problemática, elaborando modelos y estrategias en función de la situación planteada.
- Elaborar definiciones, deducir, demostrar e interpretar propiedades y teoremas.
- Promover el desarrollo del pensamiento crítico y lógico matemático que le permita juzgar la validez de razonamientos y resultados.



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

- Utilizar el lenguaje matemático para reflexionar, investigar y comunicar ideas.
- Utilizar recursos informáticos para incorporar conocimientos, facilitar la comprensión, modelizar situaciones y realizar conjeturas.
- Facilitar el trabajo autónomo y creativo de los estudiantes, potenciando las técnicas de indagación e investigación, así como las aplicaciones y transferencias de lo aprendido a la realidad.
- Promover el aprendizaje a partir del análisis del error.
- Incluir referencias históricas, promoviendo búsqueda de información vinculada a los conceptos o principales referentes, explicitando los vínculos interdisciplinarios e intramatemático.

### CONTENIDOS

- Función lineal, cuadrática, exponencial, logarítmica, trigonométricas.
- Límites de funciones. Límites tipo. Resolución de casos indeterminados.
- Continuidad. Teoremas de Bolzano, Darboux, Weierstrass.
- Derivabilidad. Optimización.
- Función inversa. Inversas trigonométricas.
- Cónicas, coordenadas polares, ecuaciones paramétricas

### PROPUESTA METODOLÓGICA

En los cursos de Matemática es necesario adecuar el enfoque de los contenidos programáticos a los perfiles de ingreso y egreso de los estudiantes que optan por esta carrera. Considerar además los conocimientos previos y prever formas de nivelación que posibiliten un aprendizaje exitoso (FAE).

Se pretende que los estudiantes movilicen saberes y procedimientos a través de planteos de situaciones-problema o ejercicios que integren más de una unidad

temática. Así se asegura el desarrollo de las competencias y la cabal comprensión de los conceptos involucrados.

Los intereses de los estudiantes, su creatividad y actitud proactiva, la orientación docente, la coordinación con otras asignaturas del Componente Profesional generarán propuestas diversas que permitirán alcanzar los mismos logros.

Los contenidos procedimentales estarán relacionados con el saber hacer: búsqueda de solución a problemas o situaciones problemáticas que requieran de los estudiantes la activación de diversos tipos de conocimiento. Se deben proponer actividades variadas, en diversos contextos vinculados a la aeronáutica y a los intereses del estudiante.

Lo abordado en forma teórica deberá reflejarse en los ejercicios de aplicación práctica. Priorizar el abordaje de conceptos matemáticos que estén integrados en otras asignaturas de la carrera del mismo año o subsiguientes.

Ajustarse al tiempo disponible, con un enfoque metodológico que se apoye en el trabajo conceptual y aplicaciones prácticas, por encima de un riguroso desarrollo teórico.

## EVALUACIÓN

La evaluación es un proceso complejo que nos permite obtener información en relación con las actividades de enseñanza y aprendizaje para comprender su desarrollo y tomar decisiones con la finalidad de mejorarlas.

Es necesario considerar los diferentes momentos en que se realiza la evaluación, teniendo en cuenta, en primer lugar, la evaluación inicial (diagnóstica), en distintos momentos del semestre, que permita indagar sobre los conocimientos previos y actitudes, a partir de los cuales se propondrá la correspondiente



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

### Planificación del curso.

En segundo lugar se realizarán dos parciales por semestre, distribuyendo en forma equilibrada todos los contenidos del programa respectivo. Las actividades propuestas deben estar en coherencia con el nivel y el tipo de actividades trabajadas en el aula.

La materia será exonerada si el estudiante obtiene un puntaje total, entre los parciales y el rendimiento en clase, de 7 o más.

En caso contrario el estudiante tendrá que rendir examen y realizar correctamente el 60% de la propuesta (acordada por el tribunal) para alcanzar el mínimo de aprobación.

### BIBLIOGRAFIA SUGERIDA

La bibliografía recomendada solo pretende ser una guía; se sugiere buscar otras fuentes de información incluyendo la disponible en web, donde hay abundante y excelente material de uso libre. El docente orientará al estudiante en esta búsqueda, seleccionando el más adecuado en cada tema tratado.

### INTRODUCCIÓN AL CÁLCULO

Fernando Peláez

Facultad de Ciencias Económicas

### PRECÁLCULO

Franklin Demana – Bert Waits – Gregory Foley – Daniel Kennedy

Pearson Educación

### MATEMÁTICAS

Ernest F. Haeussler – Richard S. Paul

Pearson Prentice Hall

## MATEMÁTICAS APLICADAS

Frank S. Budnick

Mc Graw Hill

## FUNCIONES REALES

Eduardo Giovannini

Tradinco S.A.

## ÁLGEBRA Y TRIGONOMETRÍA C/ GEOMETRÍA ANALÍTICA

Earl W. Swokowski – Jeffery A. Cole

Thomson

## CÁLCULO DE UNA VARIABLE

James Stewart

Cengage Learning

## CÁLCULO VARIAS VARIABLES

Thomas – Finney

Addison Wesley Longman - Pearson

## GEOMETRÍA ANALÍTICA

Charles H. Lehmann

Empresa Consolidada de Artes Gráficas. La Habana

## GEOMETRÍA Y ÁLGEBRA LINEAL

Walter Fernández Val – J. Corradino Castro

Tradinco S.A.

## GEOMETRÍA ANALÍTICA

Joseph H. Kindle

Schaum – Mc Graw Hill



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

		PROGRAMA			
		Código en SIPE	Descripción en SIPE		
TIPO DE CURSO	063	Ingeniero Tecnológico			
PLAN	2020				
ORIENTACIÓN	344	Electrotecnia			
MODALIDAD	---	---			
AÑO	---	---			
TRAYECTO	---	---			
SEMESTRE/ MÓDULO	1	1			
ÁREA DE ASIGNATURA	803	EST Matemática			
ASIGNATURA	17621	Geometría y Álgebra Lineal I			
CRÉDITOS EDUCATIVOS	6				
DURACIÓN DEL CURSO		Horas totales: 64	Horas semanales: 4	Cantidad de semanas: 16	
Fecha de Presentación: 10/10/2019	Nº Resolución del CETP	Exp. Nº 2019-25-4-009393	Res. Nº 3234/19	Acta Nº 222	Fecha 19/11/19

## OBJETIVOS

- Destacar la importancia de la Matemática para el desarrollo de las ciencias.
- Utilizar los conceptos y procedimientos matemáticos adquiridos en la resolución de problemas, de la especialidad tecnológica y de otras disciplinas.
- Desarrollar y poner en práctica la capacidad de análisis ante una situación problemática, elaborando modelos y estrategias en función de la situación planteada.
- Elaborar definiciones, deducir, demostrar e interpretar propiedades y teoremas.
- Promover el desarrollo del pensamiento crítico y lógico matemático que le permita juzgar la validez de razonamientos y resultados.

- Utilizar el lenguaje matemático para reflexionar, investigar y comunicar ideas.
- Utilizar recursos informáticos para incorporar conocimientos, facilitar la comprensión, modelizar situaciones y realizar conjeturas.
- Facilitar el trabajo autónomo y creativo de los estudiantes, potenciando las técnicas de indagación e investigación, así como las aplicaciones y transferencias de lo aprendido a la realidad.
- Promover el aprendizaje a partir del análisis del error.
- Incluir referencias históricas, promoviendo búsqueda de información vinculada a los conceptos o principales referentes, explicitando los vínculos interdisciplinarios e intramatemático.

## CONTENIDOS

Conocimientos previos (MATEMÁTICA FAE) – diagnóstico inicial:

Cónicas, coordenadas polares, ecuaciones paramétricas

\* Geometría y Álgebra Lineal 1:

1. Álgebra de matrices. Determinantes.
2. Sistemas de ecuaciones lineales. Rouche-Frobenius.
3. Sistemas lineales  $n \times n$ . Método de Cramer.
4. Espacios vectoriales  $(V, K, +, \cdot)$ , casos de  $V = \mathbb{R}^n$  y  $K = \mathbb{R}$ , con énfasis en  $n = 2$  y  $n = 3$ .

Producto escalar y vectorial. Rectas en  $\mathbb{R}^2$ : ecuación vectorial, ecuaciones paramétricas. Intersecciones. Rectas en  $\mathbb{R}^3$ . Ecuación vectorial, paramétricas y reducidas. Planos en  $\mathbb{R}^3$ . Ecuaciones paramétricas y reducida.

5. El espacio euclidiano  $\mathbb{R}^n$ .

Producto interno, norma, ángulos. Vectores ortogonales.

Proyección ortogonal. Desigualdades de Cauchy- Schwarz y Triangular.

Distancia entre dos puntos. Distancia de un punto a un plano y a una recta.



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

## PROPUESTA METODOLÓGICA

En los cursos de Matemática es necesario adecuar el enfoque de los contenidos programáticos a los perfiles de ingreso y egreso de los estudiantes que optan por esta carrera. Considerar además los conocimientos previos y prever formas de nivelación que posibiliten un aprendizaje exitoso (FAE).

Se pretende que los estudiantes movilicen saberes y procedimientos a través de planteos de situaciones-problema o ejercicios que integren más de una unidad temática. Así se asegura el desarrollo de las competencias y la cabal comprensión de los conceptos involucrados.

Los intereses de los estudiantes, su creatividad y actitud proactiva, la orientación docente, la coordinación con otras asignaturas del Componente Profesional generarán propuestas diversas que permitirán alcanzar los mismos logros.

Los contenidos procedimentales estarán relacionados con el saber hacer: búsqueda de solución a problemas o situaciones problemáticas que requieran de los estudiantes la activación de diversos tipos de conocimiento. Se deben proponer actividades variadas, en diversos contextos vinculados a la aeronáutica y a los intereses del estudiante.

Lo abordado en forma teórica deberá reflejarse en los ejercicios de aplicación práctica. Priorizar el abordaje de conceptos matemáticos que estén integrados en otras asignaturas de la carrera del mismo año o subsiguientes.

Ajustarse al tiempo disponible, con un enfoque metodológico que se apoye en el trabajo conceptual y aplicaciones prácticas, por encima de un riguroso desarrollo teórico.

## EVALUACIÓN

La evaluación es un proceso complejo que nos permite obtener información en relación con las actividades de enseñanza y aprendizaje para comprender su

desarrollo y tomar decisiones con la finalidad de mejorarlas.

Es necesario considerar los diferentes momentos en que se realiza la evaluación, teniendo en cuenta, en primer lugar, la evaluación inicial (diagnóstica), en distintos momentos del semestre, que permita indagar sobre los conocimientos previos y actitudes, a partir de los cuales se propondrá la correspondiente Planificación del curso.

En segundo lugar se realizarán dos parciales en cada semestre, distribuyendo en forma equilibrada todos los contenidos del programa respectivo. Las actividades propuestas deben estar en coherencia con el nivel y el tipo de actividades trabajadas en el aula.

La materia será exonerada si el estudiante obtiene un puntaje total, entre los parciales y el rendimiento en clase, de 7 o más.

En caso contrario el estudiante tendrá que rendir examen y realizar correctamente el 60% de la propuesta (acordada por el tribunal) para alcanzar el mínimo de aprobación.

### BIBLIOGRAFIA SUGERIDA

La bibliografía recomendada solo pretende ser una guía; se sugiere buscar otras fuentes de información incluyendo la disponible en web, donde hay abundante y excelente material de uso libre. El docente orientará al estudiante en esta búsqueda, seleccionando el más adecuado en cada tema tratado.

### INTRODUCCIÓN AL ÁLGEBRA LINEAL

Ignacio Aemilius- Marcelo Cerminara – Andrea Mesa- Fernando Peláez

Facultad de Ciencias Económicas

### GEOMETRÍA Y ÁLGEBRA LINEAL

Instituto de Matemática y Estadística Ing. Rafael Laguardia

Facultad de Ingeniería



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

## ÁLGEBRA LINEAL

Stanley I. Grossman

Mc Graw Hill

## ÁLGEBRA LINEAL Y SUS APLICACIONES

David C. Lay

Addison Wesley Longman – Pearson

## ÁLGEBRA LINEAL Y GEOMETRÍA

Eugenio Hernández

Addison - Wesley

## ÁLGEBRA LINEAL Y GEOMETRÍA

Eugenio Hernández – María Jesús Vázquez – María Ángeles Zurro

Pearson

## CALCULUS VOLUMEN 1

Tom M. Apostol

Editorial Reverté S.A.

## CALCULUS VOLUMEN 2

Tom M. Apostol

Editorial Reverté S.A.

## GEOMETRÍA ANALÍTICA

Joseph H. Kindle

Schaum – Mc Graw – Hill

## GEOMETRÍA ANALÍTICA Y ÁLGEBRA

W. Fernández Val – J. Corradino Castro

Tradinco S.A.

		PROGRAMA			
		Código en SIPE	Descripción en SIPE		
TIPO DE CURSO		063	Ingeniería Tecnológico		
PLAN		2020			
ORIENTACIÓN		344	Electrotecnia		
MODALIDAD		----	----		
AÑO		---	----		
TRAYECTO		----	----		
SEMESTRE/ MÓDULO		1	1		
ÁREA DE ASIGNATURA		80120	AYC		
ASIGNATURA		22801	Laboratorio I		
CRÉDITOS EDUCATIVOS		9			
DURACIÓN DEL CURSO		Horas totales: 96	Horas semanales: 6	Cantidad de semanas: 16	
Fecha de Presentación: 10-10-2019	N° Resolución del CETP	Exp. N° 2019-25-4-009393	Res. N° 3234/19	Acta N° 222	Fecha 19/11/19

### OBJETIVO DE LA ASIGNATURA

El objetivo central de la asignatura es brindar al estudiante los conocimientos electro-técnicos necesario sobre las distintas tecnologías aplicadas en la industria y un conjunto de herramientas básicas para abordar problemas de diseño, mantenimiento y operación de equipos industriales de BT, realizando la comprobación, bajo el modo de práctica, de los conocimientos adquiridos en forma teórica. Aportando a la formación del estudiante en la concepción, cálculo, diseño y proyección de instalaciones eléctricas industriales.

Así mismo, se pretende lograr que el estudiante obtenga solvencia en el manejo de instrumentos y equipos para trabajo en campo, adquiriendo actitud crítica-



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

profesional que permita realizar la búsqueda, selección e interpretación de múltiple información técnica destinada a la proyección y resolución de problemas de diversa gama.

La asignatura ofrece herramientas elementales que permiten desarrollar competencias de trabajo en equipo, adquirir el dominio de habilidades y destrezas manuales para el desarrollo de tareas de laboratorio y campo con conciencia y fundamento metodológico.

### PROGRAMA SINTÉTICO

Tema 1: Electrotecnia.

Tema 2: Instalaciones Industriales.

Tema 3: Introducción a los Automatismos Electromecánicos.

### PROGRAMA ANÁLITICO

#### TEMA 1

1. Electrotecnia.

1.1. Instrumentos de medida.

1.2. Sistemas en corriente continúa.

1.3. Sistemas en corriente alterna.

1.4. Máquinas eléctricas.

#### TEMA 2

2. Instalaciones Industriales.

2.1. Instalaciones en BT.

2.2. Interpretación de planos eléctricos.

2.3. Cableado estructurado.

2.4. Instalaciones de CCTV.

2.5. Introducción a la Domótica aplicada.

#### TEMA 3

3. Introducción a los Automatismos Electromecánicos.

- 3.1. Equipos, componentes y simbología.
- 3.2. Diseño de circuitos eléctricos.
- 3.3. Cálculo de fusibles para circuito de comando.
- 3.4. Relevamiento de planos eléctricos industriales.
- 3.5. Placa característica de motores monofasicos y trifasicos.
- 3.6. Arranque directo en motores monofasicos y trifasicos.
- 3.7. Inversión de marcha en motores monofasicos y trifasicos.
- 3.8. Métodos de frenado en motores.
- 3.9. Simuladores.

## METODOLOGÍA

Laboratorio I, asignatura perteneciente al 1er nivel de la Carrera de Ingeniero Tecnológico en Electrotecnia, de carácter semestral, presenta un enfoque orientado a conceptos sobre electrotecnia, como herramienta fundamental para la comprensión de fenómenos eléctricos y principalmente a instalaciones industriales de BT, brindando criterios para el diseño, equipos y materiales utilizados en este tipo de instalaciones.

La asignatura Laboratorio I, es un curso práctico que cuenta con tres temas a desarrollar en forma práctica en el Aula, así mismo, requiere que el estudiante también trabaje por fuera del curso y así lograr un correcto proceso de enseñanza-aprendizaje impulsado por los conceptos de formación e investigación.

El desarrollo de los temas prácticos es realizado bajo la modalidad de ejecución de prácticas, aplicando los conocimientos impartidos.

Se considera que la realización de prácticas permite al estudiante la adquisición de destrezas y habilidades técnicas necesarias para el accionar profesional, desarrollando en el mismo la capacidad de realizar analogías e inducciones, capacidad que requerirá posteriormente para el diseño de soluciones, prever resultados y reflexionar sobre la acción en el ámbito laboral.



Desde esta perspectiva los diferentes contenidos programáticos serán planteados a partir de una aplicación concreta y real, para luego o simultáneamente abordar los distintos aspectos conceptuales involucrados en esas prácticas, facilitando así su comprensión.

Este programa es diseñado para desarrollarse por dos docentes, con un grupo de 20 (veinte) estudiantes como máximo.

Se sugiere que para la realización de las prácticas se formen grupos de trabajo con un máximo de 3 (tres) alumnos. Esto implica el trabajar en equipo dentro del Aula en la realización de prácticas vinculadas a los temas y con esto las posibles soluciones a los desafíos que se presentan en el desarrollo de las distintas partes del trabajo.

En su gran mayoría las prácticas propuestas en el curso se basan en ejemplos reales visualizados en las diferentes Industrias, otras son del tipo didáctico, necesarias para favorecer la adquisición por parte del estudiante de habilidades y herramientas de comprensión y análisis.

Como apoyo para consolidar los conocimientos, será necesario que el grupo de trabajo realice actividades fuera del Aula, diseño de sistemas, investigación de procesos, etc.

Al finalizar el curso el alumno deberá de contar con una carpeta (puede ser papel o digital) en el cual contendrá los informes acordes a las aptitudes adquiridas de las práctica realizada en el Aula.

La supervisión y tutoría de las prácticas ejecutadas de los temas es realizado por parte de los docentes responsables de la asignatura, se expondrán los contenidos de cada unidad didáctica por medio de presentaciones y explicaciones, junto con indicaciones sobre fuentes de información y bibliografía.

Se promueve la participación activa del estudiante con actividades de debate, discusión de casos, preguntas, exposiciones y ejecución de prácticas.

El estudiante dispondrá previamente de materiales didácticos, que incluirán

objetivos, guiones, cronograma y recursos.

Los materiales electrónicos, presentaciones, teóricos y ejercicios, estarán estar previamente cargados en la plataforma CV.

#### Desarrollo de la asignatura:

Horas de clase teóricas: 9 horas

Horas de clase prácticas: 59 horas

Horas de consulta: 6 horas

Horas de evaluación: 6 horas

Total de horas presenciales: 80 horas

Horas de dedicación del estudiante: 80 horas

#### EVALUACIÓN

Esta es una asignatura de aprobación durante el curso según lo establecido en el reglamento de evaluación y titulación de educación superior terciaria que se halle vigente, así como sus anexos.

Se sugiere que la evaluación se realice en forma porcentual, donde:

- 1) El 60% de la nota final del estudiante se conforme por el diseño, implementación, ejecución y documentación de prácticas en laboratorio.
- 2) El 40% restante de la nota final del estudiante se conforma por la realización de un parcial a final del semestre que englobe los conceptos vistos durante el curso de la asignatura.

Las bases para las Prácticas serán elaboradas por los docentes de la asignatura en coordinación con otros docentes del área (sala docente o conjunto de coordinadores).

#### BIBLIOGRAFÍA

Automatismo eléctrico Industriales (Ing. Luis B. Gómez Flores).

Automatismo y Cuadros Eléctricos (José Roldan Viloría).

Reglamento de Baja Tensión de UTE.

Normas de Instalaciones de UTE.

Normas internacionales de IEC.

Norma IEC 60617.

Norma IEC 60947.

		PROGRAMA			
		Código en SIPE	Descripción en SIPE		
TIPO DE CURSO		063	Ingeniero Tecnológico		
PLAN		2020			
ORIENTACIÓN		344	Electrotecnia		
MODALIDAD		----	----		
AÑO		----	----		
TRAYECTO		----	----		
SEMESTRE/ MÓDULO		1	1		
ÁREA DE ASIGNATURA		80040	IT PROG		
ASIGNATURA		35500	Programación		
CRÉDITOS EDUCATIVOS		5			
DURACIÓN DEL CURSO		Horas totales: 48	Horas semanales:3		Cantidad de semanas:16
Fecha de Presentación: 10-10-2019	Nº Resolución del CETP	Exp. Nº 2019-25-4-009393	Res. Nº 3234/19	Acta Nº 222	Fecha 19/11/19

### OBJETIVO DE LA ASIGNATURA

El objetivo de esta asignatura es proveer una introducción a la programación, brindando al estudiante conocimientos utilizando un lenguaje de programación, estructuras lógicas, resolución de problemas para desarrollar aplicaciones sencillas con lenguajes C.

Así mismo, se pretende que el estudiante aprenda a utilizar los conceptos de

abstracción de operaciones y de datos.

En la parte práctica se propondrán pequeñas rutinas a implementar por el estudiante, orientadas preferentemente a cálculos eléctricos/electrónicos o vinculados a ciencias básicas.

### PROGRAMA SINTÉTICO

Tema 1: Introducción a la programación.

Tema 2: Programación en C.

### PROGRAMA ANÁLITICO

#### TEMA 1

1. Introducción a la programación.
  - 1.1. Particularidades de la programación
  - 1.2. Lenguaje de programación.
  - 1.3. Generalidades.
  - 1.4. Fundamentos de la programación estructurada.
  - 1.5. Introducción al Lenguaje C.
  - 1.6. El procesador de C.
  - 1.7. Identificadores, constantes y variables.

#### TEMA 2

2. Programación en C.
  - 2.1. Sintaxis de C.
  - 2.2. Tipos de datos básicos en C.
  - 2.3. Tipos de datos básicos en C.
  - 2.4. Funciones, parámetros.
  - 2.5. Instrucciones de entrada y salida.
  - 2.6. Instrucciones de control. Secuencia, selección e iteración. Flujo de datos y archivos.



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

- 2.7. Modularización, encapsulamiento.
- 2.8. Tipos avanzados: punteros, arreglos, estructuras.
- 2.9. Manejo de memoria, eficiencia.
- 2.10 Ciclo de desarrollo: proceso de compilación de proyectos de mediano porte, depuración, perfilado, control de versiones.
- 2.11. Proceso para la obtención de un programa ejecutable de alto nivel. Subprogramas.
- 2.12. La biblioteca estándar de C. Manejo de cadenas, algoritmos, funciones matemáticas, etc.

### METODOLOGÍA

Programación, asignatura perteneciente al 1er nivel de la Carrera de Ingeniero Tecnológico en Electrotecnia, de carácter semestral, presenta un enfoque orientado a la programación imperativa utilizando un lenguaje de programación, abordando la resolución de problemas mediante el uso de algoritmos y manejos de estructura de datos.

La asignatura Programación, es un curso netamente práctico que cuenta con dos temas a desarrollar en forma práctica en el Aula, así mismo, requiere que el estudiante también trabaje por fuera del curso y así lograr un correcto proceso de enseñanza-aprendizaje impulsado por los conceptos de formación e investigación.

El desarrollo de los temas prácticos es realizado bajo la modalidad de ejecución de prácticas, aplicando los conocimientos impartidos.

Se considera que la realización de prácticas permite al estudiante la adquisición de destrezas y habilidades técnicas necesarias para el accionar profesional, desarrollando en el mismo la capacidad de realizar analogías e inducciones, capacidad que requerirá posteriormente para el diseño de soluciones, prever resultados y reflexionar sobre la acción en el ámbito laboral.

Desde esta perspectiva los diferentes contenidos programáticos serán planteados a partir de una aplicación concreta y real, para luego o simultáneamente abordar los distintos aspectos conceptuales involucrados en esas prácticas, facilitando así su comprensión.

Se sugiere que para la realización de las prácticas se formen grupos de trabajo con un máximo de 3 (tres) alumnos. Esto implica el trabajar en equipo dentro del Aula en la realización de prácticas vinculadas a los temas y con esto las posibles soluciones a los desafíos que se presentan en el desarrollo de las distintas partes del trabajo.

En su gran mayoría las prácticas propuestas en el curso desarrollan en el estudiante el pensamiento lógico y facilitando el pensamiento sistémico, necesarios ambos para favorecer la adquisición de habilidades y herramientas de comprensión y análisis para la obtención de soluciones en el mundo industrial.

Como apoyo para consolidar los conocimientos, será necesario que el grupo de trabajo realice actividades fuera del Aula, diseño de sistemas, investigación de procesos, etc.

Al finalizar el curso el alumno deberá de contar con una carpeta (puede ser papel o digital) en el cual contendrá los informes acordes a las aptitudes adquiridas de las práctica realizada en el Aula.

La supervisión y tutoría de las prácticas ejecutadas de los temas es realizado por parte del docente responsables de la asignatura, se expondrán los contenidos de cada unidad didáctica por medio de presentaciones y explicaciones, junto con indicaciones sobre fuentes de información y bibliografía.

Se promueve la participación activa del estudiante con actividades de debate, discusión de casos, preguntas, exposiciones y ejecución de prácticas.

El estudiante dispondrá previamente de materiales didácticos, que incluirán



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

objetivos, guiones, cronograma y recursos.

Los materiales electrónicos, presentaciones, teóricos y ejercicios, estarán estar previamente cargados en la plataforma CV.

#### Desarrollo de la asignatura:

Horas de clase teóricas: 15 horas

Horas de clase práctico: 21 horas

Horas de consulta: 6 horas

Horas de evaluación: 6 horas

Total de horas presenciales: 48 horas

Horas de dedicación del estudiante: 48 horas

#### EVALUACIÓN

Esta es una asignatura con derecho a exoneración según lo establecido en el reglamento de evaluación y titulación de educación superior terciaria que se halle vigente, así como sus anexos.

Se sugiere que la evaluación se realice en forma porcentual, donde:

- 1) El 60% de la nota final del estudiante se conforme por el diseño, implementación, ejecución y documentación de uno o varios controles de proceso.
- 2) El 40% restante de la nota final del estudiante se conforma por la realización de un parcial a final del semestre que englobe los conceptos vistos durante el curso de la asignatura.

#### BIBLIOGRAFÍA

Kernighan, B.W. y D. M. Ritchie. (1991). Lenguaje Programación C. C. Prentice Hall.

Deitel, H. M. y P. J. Deitel. (1998). Como programar en C/C++. Prentice Hall.

Joyanes Aguilar, L., Castillo Sanz, A., Sánchez García, L. y Zahonero Martínez, I. (2002). Programación en C - Libro de problemas. Mc Graw Hill.

		PROGRAMA			
		Código en SIPE	Descripción en SIPE		
TIPO DE CURSO	063	Ingeniero Tecnológico			
PLAN	2020				
ORIENTACIÓN	344	Electrotecnia			
MODALIDAD	---	---			
AÑO	---	---			
TRAYECTO	---	---			
SEMESTRE/ MÓDULO	2	2			
ÁREA DE ASIGNATURA	803	EST Matemática			
ASIGNATURA	12702	Cálculo II			
CREDITO EDUCATIVO	8				
DURACIÓN DEL CURSO	Horas totales: 80		Horas semanales: 5		Cantidad de semanas: 16
Fecha de Presentación: 10/10/2019	Nº Resolución del CETP	Exp. Nº 2019-25-4-009393	Res. Nº 3234/19	Acta Nº 222	Fecha 19/11/19

## OBJETIVOS

- Destacar la importancia de la Matemática para el desarrollo de las ciencias.
- Utilizar los conceptos y procedimientos matemáticos adquiridos en la resolución de problemas, de la especialidad tecnológica y de otras disciplinas.
- Desarrollar y poner en práctica la capacidad de análisis ante una situación problemática, elaborando modelos y estrategias en función de la situación planteada.



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

- Elaborar definiciones, deducir, demostrar e interpretar propiedades y teoremas.
- Promover el desarrollo del pensamiento crítico y lógico matemático que le permita juzgar la validez de razonamientos y resultados.
- Utilizar el lenguaje matemático para reflexionar, investigar y comunicar ideas.
- Utilizar recursos informáticos para incorporar conocimientos, facilitar la comprensión, modelizar situaciones y realizar conjeturas.
- Facilitar el trabajo autónomo y creativo de los estudiantes, potenciando las técnicas de indagación e investigación, así como las aplicaciones y transferencias de lo aprendido a la realidad.
- Promover el aprendizaje a partir del análisis del error.
- Incluir referencias históricas, promoviendo búsqueda de información vinculada a los conceptos o principales referentes, explicitando los vínculos interdisciplinarios e intramatemático.

### CONTENIDOS

1. Funciones vectoriales  $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}^n$ , casos  $n = 2$  y  $n = 3$

Límites, continuidad, derivadas. Velocidad, rapidez, aceleración. Vectores tangente y normal. Longitud de un arco de curva. Estudio de curvas en  $\mathbb{R}^2$

2. Funciones de varias variables:  $f: \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}$ , casos  $n = 2$  y  $n = 3$ .

Curvas y superficies de nivel. Límites y continuidad. Derivadas parciales. Derivadas direccionales. Gradiente. Regla de la cadena. Plano tangente.

3. Integrales múltiples (en coordenadas cartesianas, polares, cilíndricas, esféricas).

### CONOCIMIENTOS PREVIOS

Cálculo 1

GAL 1

## PROPUESTA METODOLÓGICA

En los cursos de Matemática es necesario adecuar el enfoque de los contenidos programáticos a los perfiles de ingreso y egreso de los estudiantes que optan por esta carrera. Considerar además los conocimientos previos y prever formas de nivelación que posibiliten un aprendizaje exitoso (FAE).

Se pretende que los estudiantes movilicen saberes y procedimientos a través de planteos de situaciones-problema o ejercicios que integren más de una unidad temática. Así se asegura el desarrollo de las competencias y la cabal comprensión de los conceptos involucrados.

Los intereses de los estudiantes, su creatividad y actitud proactiva, la orientación docente, la coordinación con otras asignaturas del Componente Profesional generarán propuestas diversas que permitirán alcanzar los mismos logros.

Los contenidos procedimentales estarán relacionados con el saber hacer: búsqueda de solución a problemas o situaciones problemáticas que requieran de los estudiantes la activación de diversos tipos de conocimiento. Se deben proponer actividades variadas, en diversos contextos vinculados a la aeronáutica y a los intereses del estudiante.

Lo abordado en forma teórica deberá reflejarse en los ejercicios de aplicación práctica. Priorizar el abordaje de conceptos matemáticos que estén integrados en otras asignaturas de la carrera del mismo año o subsiguientes.

Ajustarse al tiempo disponible, con un enfoque metodológico que se apoye en el trabajo conceptual y aplicaciones prácticas, por encima de un riguroso desarrollo teórico.

## EVALUACIÓN

La evaluación es un proceso complejo que nos permite obtener información en



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

relación con las actividades de enseñanza y aprendizaje para comprender su desarrollo y tomar decisiones con la finalidad de mejorarlas.

Es necesario considerar los diferentes momentos en que se realiza la evaluación, teniendo en cuenta, en primer lugar, la evaluación inicial (diagnóstica), en distintos momentos del semestre, que permita indagar sobre los conocimientos previos y actitudes, a partir de los cuales se propondrá la correspondiente Planificación del curso.

En segundo lugar se realizarán dos parciales en cada semestre, distribuyendo en forma equilibrada todos los contenidos del programa respectivo. Las actividades propuestas deben estar en coherencia con el nivel y el tipo de actividades trabajadas en el aula.

La materia será exonerada si el estudiante obtiene un puntaje total, entre los parciales y el rendimiento en clase, de 7 o más.

En caso contrario el estudiante tendrá que rendir examen y realizar correctamente el 60% de la propuesta (acordada por el tribunal) para alcanzar el mínimo de aprobación.

### BIBLIOGRAFÍA SUGERIDA

La bibliografía recomendada solo pretende ser una guía; se sugiere buscar otras fuentes de información incluyendo la disponible en web, donde hay abundante y excelente material de uso libre. El docente orientará al estudiante en esta búsqueda, seleccionando el más adecuado en cada tema tratado.

### CÁLCULO CON GEOMETRÍA ANALÍTICA

Earl W. Swokowski

Grupo Editorial Iberoamérica

## CÁLCULO

Purcell – Varberg – Rigdon

Pearson – Prentice Hall

## CÁLCULO VARIAS VARIABLES

Thomas – Finney

Addison Wesley Longman - Pearson

## MATEMÁTICAS

Ernest F. Haeussler – Richard S. Paul

Pearson Prentice Hall

## ÁLGEBRA Y TRIGONOMETRÍA C/ GEOMETRÍA ANALÍTICA

Earl W. Swokowski – Jeffery A. Cole

Thomson

## CÁLCULO 2 DE VARIAS VARIABLES

Larson – Hostetler – Edwards

Mc Graw – Hill

## CÁLCULO MULTIVARIABLE

James Stewart

Thomson Learning

## CÁLCULO DE VARIAS VARIABLES

Gerald L. Bradley – Karl J. Smith

Prentice Hall

## CALCULUS VOLUMEN 2

Tom M. Apostol

Editorial Reverté S.A.



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

		PROGRAMA			
		Código en SIPE	Descripción en SIPE		
TIPO DE CURSO		063	Ingeniero Tecnológico		
PLAN		2020			
ORIENTACIÓN		344	Electrónica		
MODALIDAD		---	----		
AÑO		---	----		
TRAYECTO		---	----		
SEMESTRE/ MÓDULO		2	2		
ÁREA DE ASIGNATURA		80140	ETRO		
ASIGNATURA		13810	Circuitos y Sistemas Digitales I		
CRÉDITOS EDUCATIVOS		8			
DURACIÓN DEL CURSO		Horas totales: 80	Horas semanales:5		Cantidad de semanas:16
Fecha de Presentación: 10-10-2019	Nº Resolución del CETP	Exp. Nº 2019-25-4-009393	Res. Nº 3234/19	Acta Nº 222	Fecha 19/11/19

### OBJETIVO DE LA ASIGNATURA

El objetivo central de la asignatura es analizar y diseñar sistemas electrónicos digitales, desarrollando competencias en el uso de lenguajes de programación de alto nivel mediante el aprendizaje de un lenguaje de descripción de hardware. Se pretende además que el estudiante adquiera conceptos para resolución de problemas lógicos.

### PROGRAMA SINTÉTICO

Tema 1: Sistemas numéricos posicionales.

Tema 2: Álgebra de Boole.

Tema 3: Familias lógicas.

Tema 4: Sistemas combinacionales.

Tema 5: Circuitos aritméticos.

## PROGRAMA ANÁLITICO

### TEMA 1

1. Sistemas numéricos posicionales.

1.1. Sistema decimal, octal, binario, hexadecimal. Conversión de un sistema a otro.  
Aritmética binaria.

1.2. Códigos binarios. Códigos ponderados y no ponderados. BCD natural, Aiken, Gray, exceso de tres, Johnson, ASCII.

1.3. Códigos con detección y corrección de errores. Código de Hamming.

### TEMA 2

2. Álgebra de Boole.

2.1. Postulados, axiomas y teoremas. Funciones OR, AND, NOT, NOR, NAND, EXOR, EXNOR. Simplificación de funciones lógicas.

2.2. Formas canónicas del álgebra de Boole. Matrices de Karnaugh.

### TEMA 3

3. Familias lógicas.

3.1 Parámetros de tensión y de corriente, tiempos de propagación, factor de carga, márgenes de ruido.

3.2. Familia TTL. (estándar, H, L, S, LS, AS, ALS, F). Salidas: “totem-pole”, “colector abierto” y “tri-state”.

3.3. Entradas con histéresis.

3.4. Familia C-MOS. (Serie 4000, HC, HCT, AC, ACT). 1.9. Precauciones de manejo.

3.5. Interconexión de familias lógicas.



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

## TEMA 4

### 4. Sistemas combinatoriales.

- 4.1. Definición de lógica combinatorial.
- 4.2. Decodificadores, demultiplexores, multiplexores.
- 4.3. Solución de funciones lógicas.
- 4.4. Codificadores.
- 4.5. Laboratorio: Implementación y ensayo (entrenador PLD) de circuitos combinatoriales de uso comercial y otros.

## TEMA 5

5. Semi-sumador y sumador completo.
- 5.1 Semi-sumador y sumador completo.
- 5.2 Semi-restador y restador completo.
- 5.3 Comparadores binarios.
- 5.4 Unidad Lógica Aritmética.

## METODOLOGÍA

Circuitos y Sistemas Digitales I, asignatura perteneciente al 2do nivel de la Carrera de Ingeniero Tecnológico en Electrotecnia, de carácter semestral, presenta un enfoque orientado a adquirir el conocimiento para analizar circuitos y sistemas digitales, ya que es necesario para desarrollando de lenguajes de programación de alto nivel.

### Desarrollo de la asignatura:

Horas de clase teóricas: 40 horas

Horas de clase práctico: 30 horas

Horas de consulta: 6 horas

Horas de evaluación: 4 horas

Total de horas presenciales: 80 horas

Horas de dedicación del estudiante: 80 horas

## EVALUACIÓN

Esta es una asignatura con derecho a exoneración según lo establecido en el reglamento de evaluación y titulación de educación superior terciaria que se halle vigente, así como sus anexos.

Se sugiere para efectuar la evaluación de los estudiantes realizar dos parciales.

## BIBLIOGRAFÍA

Taub, H. (1995). Circuitos digitales y microprocesadores. Mac Graw-Hill.

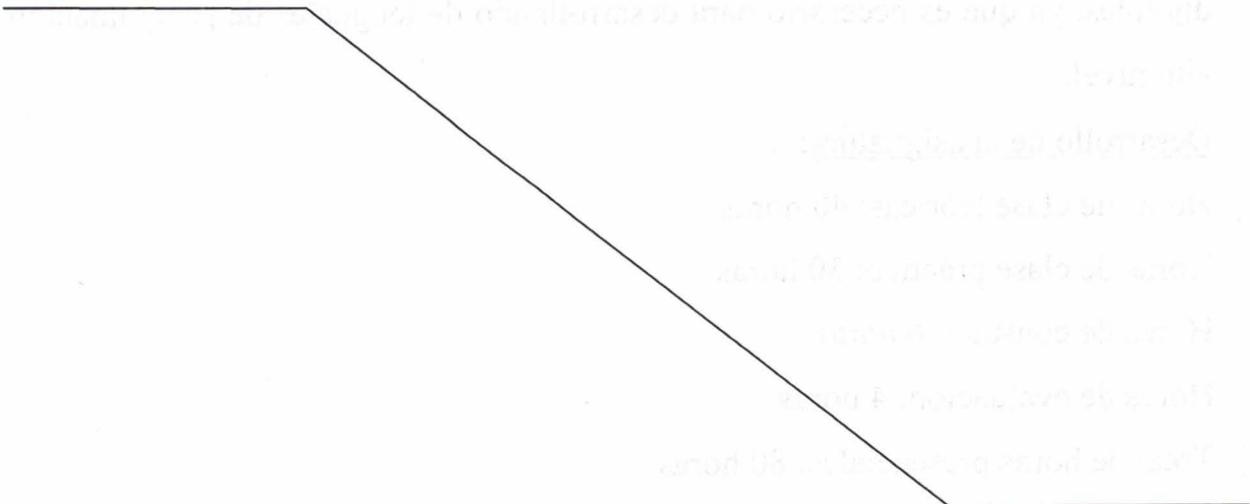
Wakerly, J.F. (2001). Diseño digital: principios y prácticas México. Pearson Educación.

Tocci, R. (2007). Sistemas digitales. Principios y aplicaciones México. Pearson Educación.

Floyd, T. L. (2006). Fundamentos de sistemas digitales Madrid, España. Pearson Educación.

Delgado, A.E., Mira, J., Hernández, R. y Lázaro, J.C. (1999). Problemas de electrónica digital Madrid, España: Sanz y Torres S. L.

Baena, C., Bellido, M.J., Molina, A.J., Parra, M. y Valencia, M. Problemas de circuitos y sistemas digitales. Mac Graw-Hill.





Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

	PROGRAMA				
	Código en SIPE	Descripción en SIPE			
TIPO DE CURSO	063	Ingeniero Tecnológico			
PLAN	2020				
ORIENTACIÓN	344	Electrotecnia			
MODALIDAD	---	---			
AÑO	---	---			
TRAYECTO	---	---			
SEMESTRE / MÓDULO	2	2			
ÁREA DE ASIGNATURA	803	EST Matemática			
ASIGNATURA	17622	Geometría y Álgebra Lineal II			
CRÉDITOS EDUCATIVOS	6				
DURACIÓN DEL CURSO	Horas totales: 64		Horas semanales: 4		Cantidad de semanas: 16
Fecha de Presentación: 10/10/2019	Nº Resolución del CETP	Exp. Nº 2019-25-4-009393	Res. Nº 3234/19	Acta Nº 222	Fecha 19/11/19

## OBJETIVOS

- Destacar la importancia de la Matemática para el desarrollo de las ciencias.
- Utilizar los conceptos y procedimientos matemáticos adquiridos en la resolución de problemas, de la especialidad tecnológica y de otras disciplinas.
- Desarrollar y poner en práctica la capacidad de análisis ante una situación problemática, elaborando modelos y estrategias en función de la situación planteada.
- Elaborar definiciones, deducir, demostrar e interpretar propiedades y teoremas.
- Promover el desarrollo del pensamiento crítico y lógico matemático que le

permita juzgar la validez de razonamientos y resultados.

- Utilizar el lenguaje matemático para reflexionar, investigar y comunicar ideas.
- Utilizar recursos informáticos para incorporar conocimientos, facilitar la comprensión, modelizar situaciones y realizar conjeturas.
- Facilitar el trabajo autónomo y creativo de los estudiantes, potenciando las técnicas de indagación e investigación, así como las aplicaciones y transferencias de lo aprendido a la realidad.
- Promover el aprendizaje a partir del análisis del error.
- Incluir referencias históricas, promoviendo búsqueda de información vinculada a los conceptos o principales referentes, explicitando los vínculos interdisciplinarios e intramatemático.

## CONTENIDOS

1. El espacio vectorial ( $\mathbb{R}^n$ ,  $\mathbb{R}$ , +, .)

Combinaciones lineales. Conjuntos LI y LD.

2. Subespacios vectoriales.

Subespacio generado. Generador de un SEV. Teorema de Steinitz. Base y dimensión de un EV

3. Diagonalización.

Valores y vectores propios. Subespacios propios. Matrices diagonalizables.

4. Transformaciones Lineales.

Núcleo e imagen.

5. Superficies cuádricas. Ecuaciones canónicas.

## PROPUESTA METODOLÓGICA

En los cursos de Matemática es necesario adecuar el enfoque de los contenidos



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

programáticos a los perfiles de ingreso y egreso de los estudiantes que optan por esta carrera. Considerar además los conocimientos previos y prever formas de nivelación que posibiliten un aprendizaje exitoso (FAE).

Se pretende que los estudiantes movilicen saberes y procedimientos a través de planteos de situaciones-problema o ejercicios que integren más de una unidad temática. Así se asegura el desarrollo de las competencias y la cabal comprensión de los conceptos involucrados.

Los intereses de los estudiantes, su creatividad y actitud proactiva, la orientación docente, la coordinación con otras asignaturas del Componente Profesional generarán propuestas diversas que permitirán alcanzar los mismos logros.

Los contenidos procedimentales estarán relacionados con el saber hacer: búsqueda de solución a problemas o situaciones problemáticas que requieran de los estudiantes la activación de diversos tipos de conocimiento. Se deben proponer actividades variadas, en diversos contextos vinculados a la aeronáutica y a los intereses del estudiante.

Lo abordado en forma teórica deberá reflejarse en los ejercicios de aplicación práctica. Priorizar el abordaje de conceptos matemáticos que estén integrados en otras asignaturas de la carrera del mismo año o subsiguientes.

Ajustarse al tiempo disponible, con un enfoque metodológico que se apoye en el trabajo conceptual y aplicaciones prácticas, por encima de un riguroso desarrollo teórico.

## EVALUACIÓN

La evaluación es un proceso complejo que nos permite obtener información en relación con las actividades de enseñanza y aprendizaje para comprender su

desarrollo y tomar decisiones con la finalidad de mejorarlas.

Es necesario considerar los diferentes momentos en que se realiza la evaluación, teniendo en cuenta, en primer lugar, la evaluación inicial (diagnóstica), en distintos momentos del semestre, que permita indagar sobre los conocimientos previos y actitudes, a partir de los cuales se propondrá la correspondiente Planificación del curso.

En segundo lugar se realizarán dos parciales en cada semestre, distribuyendo en forma equilibrada todos los contenidos del programa respectivo. Las actividades propuestas deben estar en coherencia con el nivel y el tipo de actividades trabajadas en el aula.

La materia será exonerada si el estudiante obtiene un puntaje total, entre los parciales y el rendimiento en clase, de 7 o más.

En caso contrario el estudiante tendrá que rendir examen y realizar correctamente el 60% de la propuesta (acordada por el tribunal) para alcanzar el mínimo de aprobación.

### BIBLIOGRAFÍA SUGERIDA

La bibliografía recomendada solo pretende ser una guía; se sugiere buscar otras fuentes de información incluyendo la disponible en web, donde hay abundante y excelente material de uso libre. El docente orientará al estudiante en esta búsqueda, seleccionando el más adecuado en cada tema tratado.

### INTRODUCCIÓN AL ÁLGEBRA LINEAL

Ignacio Aemilius- Marcelo Cerminara – Andrea Mesa- Fernando Peláez

Facultad de Ciencias Económicas

### GEOMETRÍA Y ÁLGEBRA LINEAL

Instituto de Matemática y Estadística Ing. Rafael Laguardia



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

Facultad de Ingeniería

ÁLGEBRA LINEAL

Stanley I. Grossman

Mc Graw - Hill

ÁLGEBRA LINEAL Y SUS APLICACIONES

David C. Lay

Addison Wesley Longman – Pearson

ÁLGEBRA LINEAL Y GEOMETRÍA

Eugenio Hernández

Addison - Wesley

ÁLGEBRA LINEAL Y GEOMETRÍA

Eugenio Hernández – María Jesús Vázquez – María Ángeles Zurro

Pearson

CALCULUS VOLUMEN 1

Tom M. Apostol

Editorial Reverté S.A.

CALCULUS VOLUMEN 2

Tom M. Apostol

Editorial Reverté S.A.

GEOMETRÍA ANALÍTICA

Joseph H. Kindle

Schaum – Mc Graw – Hill

CÁLCULO VARIAS VARIABLES

Thomas – Finney

Addison Wesley Longman – Pearson

		PROGRAMA			
		Código en SIPE	Descripción en SIPE		
TIPO DE CURSO		063	Ingeniería Tecnológica		
PLAN		2020			
ORIENTACIÓN		344	Electrotecnia		
MODALIDAD		---	---		
AÑO		---	---		
TRAYECTO		---	---		
SEMESTRE/ MÓDULO		2	2		
ÁREA DE ASIGNATURA		80000	IYBT		
ASIGNATURA		20681	Instalaciones Eléctricas I		
CRÉDITOS ACADÉMICOS		9			
DURACIÓN DEL CURSO		Horas totales: 96	Horas semanales: 6		Cantidad de semanas: 16
Fecha de Presentación: 10/10/19	Nº Resolución del CETP	Exp. Nº 2019-25-4-009393	Res. Nº 3234/19	Acta Nº 222	Fecha 19/11/19

### OBJETIVO DE LA ASIGNATURA

Para el ingeniero, el rol de proyectar, controlar, y ejecutar instalaciones de potencia en baja tensión se destaca como una de las actividades más críticas y que se encuentran en mayor cercanía a usuarios finales.

El avance de la tecnología, en conjunto con necesidades ambientales, económicas, de seguridad y de diseño, así como marcos normativos cada vez más exigentes, implica la necesidad de ingenieros con niveles de conocimiento en constante superación.

Esta materia se centra en adquirir los conocimientos necesarios para la correcta

elección de conductores eléctricos, canalizaciones y envolventes, así como de los medios de protección de los sistemas eléctricos en instalaciones de baja tensión.

La presente materia, en conjunto con su complemento Instalaciones Eléctricas II dictada en el semestre número 3 de la carrera, contribuyen a la formación de un ingeniero con sólidos conocimientos en el diseño e implementación de sistemas eléctricos de gran porte, y especialmente orientado a aquellas instalaciones con un perfil industrial. Le brinda al futuro ingeniero las herramientas necesarias para un correcto diseño de la distribución de la energía eléctrica, así como los medios de protección necesarios para la operación segura y confiable de los sistemas.

El objetivo central de la asignatura es lograr que el estudiante adquiera los conocimientos para el correcto cálculo de líneas de distribución de energía en instalaciones finales, su canalización y confinamiento, además de la elección de protecciones eléctricas contra sobrecargas, cortocircuitos, y contactos directos e indirectos. Se abordará la metodología de cálculo de cortocircuitos en baja tensión, así como fundamentos sobre sistemas de protección y arranque de máquinas eléctricas. El curso enfatiza en la confiabilidad a la hora de operar los sistemas eléctricos, con foco en la seguridad de personas y bienes.

### PROGRAMA SINTÉTICO

Tema 1: Marco normativo eléctrico nacional, regional y mundial.

Tema 2: Censo de carga.

Tema 3: Tipos de suministros y puestos de enlace.

Tema 4: Canalizaciones eléctricas y accesorios.

Tema 5: Conductores eléctricos.

Tema 6: Cortocircuito.

Tema 7: Protecciones contra sobrecorrientes y aparamenta en BT.

Tema 8: Arquitectura y topologías en redes eléctricas de interior.

Tema 9: Comando y protección para motores y otras cargas.

Tema 10: Diagramas y simbología eléctrica de referencia.

### PROGRAMA ANÁLITICO

#### TEMA 1 [5 hs]

1. Marco normativo eléctrico nacional, regional y mundial.

1.1. Normalización técnica en el Uruguay.

1.2. Normas de referencia utilizadas en el curso.

1.3. Organismos reguladores de energía eléctrica.

1.4. Marco normativo regional.

1.5. Marco normativo de referencia internacional: IEC, IEEE y ANSI.

#### TEMA 2 [10 hs]

2. Censo de carga.

2.1. Metodologías para determinar la potencia instalada.

2.2. Tipos de cargas.

2.2.1. Motores.

2.2.2. Cargas resistivas.

2.2.3. Iluminación.

2.2.4. Tomacorrientes.

2.2.5. Otras cargas.

2.3. Factores de utilización y factores de simultaneidad.

2.4. Censo en edificios de viviendas.

2.5. Criterios finales y buenas prácticas.

#### TEMA 3 [10 hs]

3. Tipos de suministros y puestos de enlace.

3.1. Esquemas de distribución eléctrico en BT (IT, TT, TN).

3.2. Suministros comerciales de energía: potencias y tensiones normalizadas.



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

3.3. Partes integrantes de una instalación de enlace.

3.4. Subestaciones eléctricas transformación MT/BT.

3.4.1. Planos normalizados (aéreas y de piso).

3.4.2. Lineamientos para el diseño de la MPAT-MT<sup>1</sup>.

3.4.3. Trámites y gestiones especiales.

3.4.4. Conceptos básicos de celdas modulares.

3.4.5. El transformador de potencia.

3.4.6. El tablero de BT.

La CGP y caja de distribución.

3.5. El ICP.

3.6. Tipos de acometida.

3.7. Suministros únicos centralizados.

3.8. Suministros colectivos.

3.9. Medida indirecta.

3.10. Planos normalizados para puestos de medida.

TEMA 4 [5 hs]

4. Canalizaciones eléctricas y accesorios.

4.1. Diferenciación entre cable y conductor.

4.2. Canalizaciones a la intemperie.

4.3. Canalizaciones bajo techo.

4.3.1. Bandejas portacables.

4.3.2. Canalización en ducto aparente (metálicos y plásticos).

4.4. Canalizaciones embutidas.

4.5. Canalizaciones subterráneas.

4.5.1. Criterios reglamentarios para canalizaciones subterráneas.

4.5.2. Cables armados.

- 
- 4.6. Topología de las canalizaciones.
  - 4.6.1. La montante o backbone.
  - 4.6.2. Cableado vertical y horizontal.
  - 4.7. Registros, cajas y cámaras.
  - 4.8. Accesorios de montaje aparente en bandejas y conductos.
  - 4.9. Cálculos y proyecciones de confinamiento de conductores.

#### TEMA 5 [10 hs]

- 5. Conductores eléctricos y cables.
- 5.1. Introducción: definición tecnológica de conductor.
- 5.2. Aislaciones comerciales disponibles.
- 5.2.1. Propiedades físico-químicas.
- 5.3. Metales comerciales disponibles.
- 5.3.1. Propiedades físico-químicas.
- 5.4. Conductores aislados y cables.
- 5.5. Clases y secciones de conductores según UNIT-NM 280 (IEC 60228).
- 5.6. Presentaciones comerciales de cables.
- 5.6.1. Multipolares de aislación simple (gemelos).
- 5.6.2. Multipolares de doble aislación (superplástico).
- 5.6.3. Preensamblados.
- 5.6.4. Armados.
- 5.6.5. Otras presentaciones.
- 5.7. Cables antillama según UNIT-IEC 60332 (cap. 3 inciso 23).  
(o norma que se halle vigente).
- 5.8. Criterios de determinación de la corriente máxima admisible.
- 5.8.1. Para cables y conductores.
- 5.8.1.1. Factores de corrección.



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

## 5.8.2. Barras.

### 5.8.2.1. Elección y verificación de barras.

### 5.8.2.2. Factores de corrección.

### 5.8.2.3. Elección y verificación de aisladores.

## 5.9. Caída de tensión en un conductor.

### 5.9.1. Caídas máximas admisibles.

## 5.10. Criterios de selección por solicitud mecánica.

## 5.11. Elevación de la temperatura en un conductor: cálculos y criterios.

## 5.12. Introducción a los cables en media tensión. Abordaje tecnológico.

## TEMA 6 [15 hs]

## 6. Cortocircuito.

### 6.1. Definición de sobrecarga y cortocircuito.

### 6.2. Componente de corriente continua en los cortocircuitos.

### 6.3. Etapas de un cortocircuito.

### 6.4. Efectos térmicos, electrodinámicos y distorsivos de un cortocircuito.

### 6.5. Criterios de cálculo simplificado.

#### 6.5.1. Modelado de la red de alimentación.

#### 6.5.2. Modelado de motores (cargas activas).

#### 6.5.3. Modelado de generadores (cargas activas).

#### 6.5.4. Modelado de una línea.

#### 6.5.5. Modelado de un transformador.

### 6.6. Tipos de cortocircuito y sus cálculos simplificados.

#### 6.6.1. Modelo de Thévenin simplificado.

#### 6.6.2. Cálculo de un cortocircuito trifásico (simétrico).

#### 6.6.3. Cálculo de un cortocircuito monofásico a tierra.

#### 6.6.4. Cálculo de un cortocircuito bifásico.

6.7. Poderes de corte de un interruptor ( $I_{cu}$ ,  $I_{cs}$ ,  $I_{cm}$ ).

6.8. Elevación de la temperatura de un conductor durante un cortocircuito.

6.8.1. Criterios de selección de conductores por su sección.

6.8.2. Tiempos mínimos de despeje de faltas.

6.9. Métodos de determinación de cortocircuitos por tablas normalizadas.

COMENTARIOS TEMA 6: En este curso se analiza el cortocircuito a través del modelo de Thévenin simplificado (tensión pre-falta es la tensión plena). Se modela una red síncrona y se realizan cálculos por modelo de Thévenin simplificado.

TEMA 7 [10 hs]

7. Protecciones contra sobrecorrientes y aparamenta en BT.

7.1. Fusibles.

7.1.1. Diazed.

7.1.2. NH.

7.1.3. FC.

7.2. Interruptores.

7.2.1. Principios de funcionamiento.

7.2.2. Región térmica (curva de tiempo inverso).

7.2.3. Región magnética (región instantánea).

7.2.4. Pequeños interruptores automáticos según IEC 60898 (o norma vigente de referencia).

7.2.4.1. Características.

7.2.4.2. Curvas de disparo.

7.2.5. Interruptores automáticos según IEC 60947-2. (o norma vigente de referencia).

7.2.5.1. Aptitud para el seccionamiento.

7.2.5.2. Categorías de empleo según selectividad en cortocircuito.



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

7.2.5.3. Características y regulaciones.

7.2.5.4. Funciones y relés asociables.

7.3. Seccionadores bajo carga.

7.4. Interruptores de doble vía.

TEMA 8 [5 hs]

8. Arquitectura y topologías en redes eléctricas de interior.

8.1. Tipos de distribución.

8.1.1. Disposición centralizada.

8.1.2. Disposición distribuida.

8.2. Configuraciones.

8.2.1. Configuración de una sola unidad de alimentación radial.

8.2.2. Configuración bipolar.

8.2.3. Configuración bipolar con 2 fuentes al 50%.

8.2.4. Cuadro de distribución desacoplado.

8.2.5. Cuadros de distribución interconectados.

8.2.6. Configuración en anillo.

8.2.7. Fuente de alimentación de doble extremo.

8.2.8. Combinaciones.

8.3. Generadores de reserva.

8.3.1. El grupo electrógeno

8.3.1.1. Elección de un grupo electrógeno.

8.3.1.2. Sala de grupo electrógeno (condiciones).

8.3.1.3. Prescripciones para la conexión de un grupo electrógeno.

8.3.2. Respaldo total o parcial.

8.4. Servicios ininterrumpidos y/o estabilizados (SAI).

8.4.1. El UPS.

8.4.2. Tableros de UPS (by-pass).

TEMA 9 [10 hs]

9. Comando y protección para motores y otras cargas.

9.1. Introducción y generalidades.

9.2. Contactor.

9.3. Relé Térmico.

9.3.1. Bimetálico y electrónico.

9.3.2. Otras funciones.

9.4. Guardamotor.

9.4.1. Magnético.

9.4.2. Magneto-térmico.

9.5. Coordinación con protecciones.

9.6. Tipos de arranque y dispositivos asociados.

9.6.1. Arranque Directo (D.O.L.<sup>2</sup>).

9.6.2. Arranque Estrella/Triángulo.

9.6.3. Arranque por autotransformador.

9.6.4. Arranque suave (softstarter).

9.6.5. Variadores de frecuencia.

9.6.6. Comandos y señalizaciones.

TEMA 10 [5 hs]

10. Diagramas y simbología eléctrica de referencia.

10.1. Nacional (UNIT o la que se halle vigente).

10.2. Internacional (IEC 60617 o la que se halle vigente).

10.3. Diagramas unifilares.

10.4. Buenas prácticas para planos y diagramas eléctricos.

<sup>2</sup> anglicismo: *Direct Of Line*

## METODOLOGÍA

Se sugiere el abordaje técnico de cada unidad temática, seguida de ejercicios aplicados a la práctica profesional del futuro ingeniero. Para cada tema se recomienda trabajar sobre un caso de estudio elaborado (ejercicios resueltos paso a paso, o estudio de aplicaciones prácticas concretas).

El desarrollo de los temas será realizado por parte del docente responsable de la asignatura, se expondrán los contenidos de cada unidad didáctica por medio de presentaciones y explicaciones, junto con indicaciones sobre fuentes de información y bibliografía.

Se promoverá la participación activa del estudiante con actividades de debate, discusión de casos, preguntas y exposiciones. El estudiante dispondrá previamente de materiales didácticos, que incluirán objetivos, guiones, cronograma y recursos. Los materiales electrónicos, presentaciones, teóricos y ejercicios, estarán estar previamente cargados en la plataforma CV.

### Desarrollo de la asignatura:

Horas de clase teóricas: 86 horas

Horas de clase práctico: 4 horas

Horas de consulta: 0 horas

Horas de evaluación: 6 horas

Total de horas presenciales: 90 horas

Horas de dedicación del estudiante: 90 horas

## EVALUACIÓN

Esta es una asignatura con derecho a exoneración según lo establecido en el reglamento de evaluación y titulación de educación superior terciaria que se halle vigente, así como sus anexos.

Se sugieren 2 instancias de evaluación o parciales. El primero luego de finalizado el segundo mes del semestre y el último al finalizar éste. A partir de las calificaciones de dichos parciales y de su actuación, el estudiante obtendrá la calificación final del semestre.

### BIBLIOGRAFÍA

Scheider Electric "Guía de diseño de instalaciones eléctricas" 2º Edición Ed. Tecfoto España

UTE - Reglamento de Baja Tensión

UTE - Norma de Instalaciones

UTE - Norma de Instalaciones de Enlace

IEC 60364 Instalaciones eléctricas en edificios (norma completa)

IEC 60287-1-1 Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1, Sección 1

IEC 60269-1 Fusibles de baja tensión. Parte 1: Reglas generales

IEC 60439-1 Conjuntos de aparamenta de baja tensión. Parte 1, Parte 2, Parte 3, Parte 4 y Parte 5.

IEC 60947-1 Aparamenta de baja tensión. Parte 1: Reglas generales

IEC 60947-2 Aparamenta de baja tensión. Parte 2: Interruptores automáticos

IEC 60947-3 Aparamenta de baja tensión. Parte 3: Interruptores, seccionadores, interruptores-seccionadores y combinados fusibles

IEC 60947-4-1 Aparamenta de baja tensión. Parte 4: Contactores y arrancadores de motor. Sección 1: Contactores y arrancadores electromecánicos

IEC 60947-6-1 Aparamenta de baja tensión. Parte 6: Materiales de funciones múltiples. Sección 1: Materiales de conexión de transferencia automática



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

		PROGRAMA			
		Código en SIPE	Descripción en SIPE		
TIPO DE CURSO	063	Ingeniero Tecnológico			
PLAN	2020				
ORIENTACIÓN	344	Electrotecnia			
MODALIDAD	---	----			
AÑO	---	----			
TRAYECTO	---	----			
SEMESTRE/ MÓDULO	2	2			
ÁREA DE ASIGNATURA	80120	AYC			
ASIGNATURA	22802	Laboratorio II			
CRÉDITOS EDUCATIVOS	9				
DURACIÓN DEL CURSO		Horas totales: 96	Horas semanales:6		Cantidad de semanas:16
Fecha de Presentación: 10/10/2019	Nº Resolución del CETP	Exp. Nº 2019-25-4-009393	Res. Nº 3234/19	Acta Nº 222	Fecha 19/11/19

### OBJETIVO DE LA ASIGNATURA

El objetivo central de la asignatura es brindar al estudiante los conocimientos electrotécnicos necesario sobre las distintas tecnologías aplicadas en la industria y un conjunto de herramientas básicas para abordar problemas de diseño, mantenimiento y operación de equipos industriales de BT, realizando la comprobación, bajo el modo de práctica, de los conocimientos adquiridos en forma teórica. Aportando a la formación del estudiante en la concepción, cálculo, diseño y proyección de instalaciones eléctricas industriales.

Así mismo, se pretende lograr que el estudiante obtenga solvencia en el manejo de instrumentos y equipos para trabajo en campo, adquiriendo actitud crítica-

profesional que permita realizar la búsqueda, selección e interpretación de múltiple información técnica destinada a la proyección y resolución de problemas de diversa gama.

La asignatura ofrece herramientas elementales que permiten desarrollar competencias de trabajo en equipo, adquirir el dominio de habilidades y destrezas manuales para el desarrollo de tareas de laboratorio y campo con conciencia y fundamento metodológico.

### PROGRAMA SINTÉTICO

Tema 1: Conceptos avanzados en Automatismos Electromecánicos.

Tema 2: Introducción al Control Digital.

Tema 3: Neumática.

Tema 4: Oleohidráulica.

### PROGRAMA ANALÍTICO

#### TEMA 1

1. Conceptos avanzados en Automatismos Electromecánicos.

1.1. Sistemas de arranque.

1.2. Arranque estrella triángulo.

1.3. Arranque con autotransformador.

1.4. Automatismos con motor de 3 velocidades.

1.5. Arrancador suave.

1.6. Variador de frecuencia.

1.7. Interpretación de planos eléctricos industriales.

1.8. Métodos de búsqueda de falla y diagnósticos.

#### TEMA 2

2. Introducción al control Digital.



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

- 2.1. Puertas lógicas.
- 2.2. Algebra de Boole.
- 2.3. Circuitos combinacionales.
- 2.4. Simplificación de funciones lógicas.
- 2.5. Biestables.
- 2.6. Simuladores.

TEMA 3

- 3. Neumática.
  - 3.1. Elementos: denominación, simbología, uso, funcionamiento y teoría.
  - 3.2. Métodos de diseño de circuitos neumáticos:
    - 3.2.1. Método intuitivo.
    - 3.2.2. Método binodal.
    - 3.2.3. Método de máquina de estado.
    - 3.2.4. Método en cascada.
    - 3.2.5. Método paso a paso.
    - 3.2.6. Método Grafcet (etapas y transiciones).
  - 3.3. Diseño de circuitos neumáticos básicos utilizando diferentes tipos de cilindros, válvulas, temporizadores, etc.
  - 3.4. Aplicación de diagrama espacio-fase, diagrama lógico, diagrama funcional y ecuaciones funcionales.

TEMA 4

- 4. Oleohidráulica.
  - 4.1. Elementos: denominación, simbología, uso, funcionamiento y teoría.
  - 4.2. Diseño de circuitos básicos. Actuación de un cilindro hidráulico, utilizando electro válvulas 4/2 y 4/3.
  - 4.3. Regulación de velocidad en un cilindro hidráulico.

## METODOLOGÍA

Laboratorio II, asignatura perteneciente al 2do nivel de la Carrera de Ingeniero Tecnológico en Electrotecnia, de carácter semestral, presenta un enfoque orientado a conceptos avanzados sobre automatismos electromecánicos, introducción y aplicación de la electrónica digital, neumática aplicada y fundamentos de oleohidráulica, brindando criterios para el diseño, equipos y materiales utilizados en instalaciones del tipo industrial.

La asignatura Laboratorio II, es un curso práctico que cuenta con cuatro temas a desarrollar en forma práctica en el Aula, así mismo, requiere que el estudiante también trabaje por fuera del curso y así lograr un correcto proceso de enseñanza-aprendizaje impulsado por los conceptos de formación e investigación.

El desarrollo de los temas prácticos es realizado bajo la modalidad de ejecución de prácticas, aplicando los conocimientos impartidos.

Se considera que la realización de prácticas permite al estudiante la adquisición de destrezas y habilidades técnicas necesarias para el accionar profesional, desarrollando en el mismo la capacidad de realizar analogías e inducciones, capacidad que requerirá posteriormente para el diseño de soluciones, prever resultados y reflexionar sobre la acción en el ámbito laboral.

Desde esta perspectiva los diferentes contenidos programáticos serán planteados a partir de una aplicación concreta y real, para luego o simultáneamente abordar los distintos aspectos conceptuales involucrados en esas prácticas, facilitando así su comprensión.

Este programa es diseñado para desarrollarse por dos docentes, con un grupo de 20 (veinte) estudiantes como máximo.

Se sugiere que para la realización de las prácticas se formen grupos de trabajo con un máximo de 3 (tres) alumnos. Esto implica el trabajar en equipo dentro del Aula



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

en la realización de prácticas vinculadas a los temas y con esto las posibles soluciones a los desafíos que se presentan en el desarrollo de las distintas partes del trabajo.

En su gran mayoría las prácticas propuestas en el curso se basan en ejemplos reales visualizados en las diferentes Industrias, otras son del tipo didáctico, necesarias para favorecer la adquisición por parte del estudiante de habilidades y herramientas de comprensión y análisis.

Como apoyo para consolidar los conocimientos, será necesario que el grupo de trabajo realice actividades fuera del Aula, diseño de sistemas, investigación de procesos, etc.

Al finalizar el curso el alumno deberá de contar con una carpeta (puede ser papel o digital) en el cual contendrá los informes acordes a las aptitudes adquiridas de las práctica realizada en el Aula.

La supervisión y tutoría de las prácticas ejecutadas de los temas es realizado por parte de los docentes responsables de la asignatura, se expondrán los contenidos de cada unidad didáctica por medio de presentaciones y explicaciones, junto con indicaciones sobre fuentes de información y bibliografía.

Se promueve la participación activa del estudiante con actividades de debate, discusión de casos, preguntas, exposiciones y ejecución de prácticas.

El estudiante dispondrá previamente de materiales didácticos, que incluirán objetivos, guiones, cronograma y recursos.

Los materiales electrónicos, presentaciones, teóricos y ejercicios, estarán estar previamente cargados en la plataforma CV.

#### Desarrollo de la asignatura:

Horas de clase teóricas: 12 horas

Horas de clase prácticas: 44 horas

Horas de consulta: 12 horas

Horas de evaluación: 12 horas

Total de horas presenciales: 80 horas

Horas de dedicación del estudiante: 80 horas

### EVALUACIÓN

Esta es una asignatura de aprobación durante el curso según lo establecido en el reglamento de evaluación y titulación de educación superior terciaria que se halle vigente, así como sus anexos.

Se sugiere que la evaluación se realice en forma porcentual, donde:

- 1) El 60% de la nota final del estudiante se conforme por el diseño, implementación, ejecución y documentación de prácticas en laboratorio.
- 2) El 40% restante de la nota final del estudiante se conforma por la realización de un parcial a final del semestre que englobe los conceptos vistos durante el curso de la asignatura.

Las bases para las Prácticas serán elaboradas por los docentes de la asignatura en coordinación con otros docentes del área (sala docente o conjunto de coordinadores).

### BIBLIOGRAFÍA

Automatismos Digitales (A. Ramos Fernández).

Sistemas digitales. Principios y aplicaciones. Ronald J. Tocci.

Electrónica digital, L. Cuesta, A Gil Padilla, F. Remiro.

Automatismo eléctrico Industriales (Ing. Luis B. Gómez Flores).

Automatismo y Cuadros Eléctricos (José Roldan Viloría).

Neumática, hidráulica y electricidad aplicada. José Roldan Viloría.

Manuales de trabajo Neumática. Festo

Reglamento de Baja Tensión de UTE.



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

Normas de Instalaciones de UTE.

ISO 1219-1.

Normas internacionales de IEC.

Norma IEC 60617.

Norma IEC 60947.

		PROGRAMA			
		Código en SIPE	Descripción en SIPE		
TIPO DE CURSO		063	Ingeniero Tecnológico		
PLAN		2020			
ORIENTACIÓN		344	Electrotecnia		
MODALIDAD		---	----		
AÑO		---	---		
TRAYECTO		---	---		
SEMESTRE/ MÓDULO		2	2		
ÁREA DE ASIGNATURA		80050	ITRTYDA		
ASIGNATURA		38550	Representación Técnica y Diseño Asistido		
CRÉDITOS EDUCATIVOS		5			
DURACIÓN DEL CURSO		Horas totales: 48	Horas semanales: 3	Cantidad de semanas: 16	
Fecha de Presentación:	Nº Resolución del CETP	Exp. Nº 2019-25-4-009393	Res. Nº 3234/19	Acta Nº 222	Fecha 19/11/19

### OBJETIVO DE LA ASIGNATURA

El objetivo central de la asignatura es capacitar al estudiante en la comprensión e interpretación de planos eléctricos, así como en planos unifilares y trifilares, para la posterior elaboración y diseño propios. Con este fin se considerarán conceptos

de diseño y normativas asociadas para la representación gráfica de elementos eléctricos.

Se pretende introducir al estudiante en estos conceptos mediante la elaboración de dibujos en el software de diseño asistido por computadora (CAD).

### PROGRAMA SINTÉTICO

Tema 1: Normalización y Técnicas de Representación.

Tema 2: Dibujo en 2D asistido por computadora.

Tema 3: Diseño y representación de planos eléctricos, componentes electromecánicos, planos unifilares y trifilares en software.

Tema 4: Introducción a BIM

### PROGRAMA ANÁLITICO

#### TEMA 1

1. Normalización y técnicas de representación.

1.1. Introducción a los recaudos gráficos en electricidad.

1.2. Conceptos en la representación gráfica de esquemas eléctricos, simbología. Normativa vigente.

1.3. Representación de componentes y equipos eléctricos.

1.4. Lectura de planos de obra y análisis de planos eléctricos.

1.5. Esquema eléctrico unifilar.

1.6. Esquema eléctrico trifilar.

#### TEMA 2

2. Dibujo en 2D asistido por computadora.

2.1. Introducción al software.

2.2. Normalización: definiciones, formatos, cuadro de rotulación, escalas, principios generales de representación.



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

- 2.3. Trazos de líneas y figuras básicas.
- 2.4. Intersecciones entre elementos. Paralelismo y perpendicularidad.
- 2.5. Métodos de acotación.
- 2.6. Presentaciones (layouts).
- 2.7. Trabajar en el espacio papel, exportar, plotear e imprimir.

### TEMA 3

3. Diseño y representación de planos eléctricos, componentes electromecánicos, planos unifilares y trifilares en software.
  - 3.1. Planos de canalización en instalaciones domiciliarias.
  - 3.2. Planos de canalización en instalaciones industriales.
  - 3.3. Esquemas y dibujos de componentes electromecánicos.
  - 3.4. Esquema eléctrico unifilar.
  - 3.5. Esquema eléctrico trifilar.

### TEMA 4

#### 4. Introducción a BIM

- 4.1. El modelado de información de construcción. Conceptos generales y acercamiento a la tecnología.
- 4.2. Formatos estándar de colaboración BCF y IFC
- 4.3. El BIM eléctrico como tendencia

### METODOLOGÍA

Representación Técnica y Diseño Asistido, asignatura perteneciente al 2do nivel de la Carrera de Ingeniero Tecnológico en Electrotecnia, de carácter semestral, presenta un enfoque orientado al diseño de planos y esquemas eléctricos mediante la utilización de software, brindando criterios basados en la normativa vigente.

La asignatura Representación Técnica y Diseño Asistido, es un curso teórico-práctico que cuenta tres temas a desarrollar en forma teórico-práctica.

El desarrollo de los temas teóricos es realizado por parte del docente responsable de la asignatura, se expondrán los contenidos de cada unidad didáctica por medio de presentaciones y explicaciones, junto con indicaciones sobre fuentes de información y bibliografía.

El desarrollo de los temas prácticos es realizado bajo la modalidad de ejecución de prácticas, aplicando los conocimientos impartidos para el diseño de planos y esquemas eléctricos según normativa vigente.

Se promueve la participación activa del estudiante con actividades de debate, discusión de casos, preguntas y exposiciones.

El estudiante dispondrá previamente de materiales didácticos, que incluirán objetivos, guiones, cronograma y recursos.

Los materiales electrónicos, presentaciones, teóricos y ejercicios, estarán estar previamente cargados en la plataforma CV.

Para el desarrollo de la asignatura, se recomienda utilizar el software AutoCAD, en combinación con software BIM.

#### Desarrollo de la asignatura:

Horas de clase teóricas: 12 horas

Horas de clase práctico: 30 horas

Horas de consulta: 3 horas

Horas de evaluación: 3 horas

Total de horas presenciales: 48 horas

Horas de dedicación del estudiante: 48 horas



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

## EVALUACIÓN

Esta es una asignatura con derecho a exoneración según lo establecido en el reglamento de evaluación y titulación de educación superior terciaria que se halle vigente, así como sus anexos.

Se sugiere que la evaluación se realice en forma porcentual, donde:

- 1) El 60% de la nota final del estudiante se conforme por el diseño, implementación, ejecución y documentación de prácticas de representación técnica eléctrica.
- 2) El 40% restante de la nota final del estudiante se conforma por la realización de un parcial a final del semestre que englobe los conceptos vistos durante el curso de la asignatura.

## BIBLIOGRAFÍA

Cecil Howard Jensen, Jay D. Helsel, Dennis R. Short. (2004 6ta edición). Dibujo y Diseño en Ingeniería. México, D.F. McGraw-Hill.

Henry Spencer, James Novak, John Dygdon. (2009 8va edición). Dibujo Técnico. México, D.F. Alfaomega.

Sham Tickoo. (2014). Autodesk Inventor 2014 for Designers. Schererville. CADCIM Technologies.

PU UNIT 24. (2018). Símbolos para instalaciones eléctricas. UNIT.

Ademaro Cotrim. (2009 5ta edición). Instalaciones Eléctricas, Editorial Mc Graw Hill.

Norma IEC 61082-2:1993.

Norma UNE-EN 61082-2:2002.

	PROGRAMA				
	Código en SIPE	Descripción en SIPE			
TIPO DE CURSO	063	Ingeniero Tecnológico			
PLAN	2020				
ORIENTACIÓN	344	Electrotecnia			
MODALIDAD	---	---			
AÑO	---	---			
TRAYECTO	---	---			
SEMESTRE/ MÓDULO	3	3			
ÁREA DE ASIGNATURA	80030	IT MAT			
ASIGNATURA	12703	Cálculo III			
CRÉDITOS EDUCATIVOS	8				
DURACIÓN DEL CURSO	Horas totales: 80	Horas semanales: 5	Cantidad de semanas: 16		
Fecha de Presentación: 10/10/2019	Nº Resolución del CETP	Exp. Nº 2019-25-4-009393	Res. Nº 3234/19	Acta Nº 222	Fecha 19/11/19

### OBJETIVO DE LA ASIGNATURA

El objetivo central de la asignatura es lograr que el estudiante adquiera solvencia en el razonamiento lógico-matemático.

Así mismo, se pretende que el estudiante, además de la comprensión de los conceptos y desarrollos teórico-prácticos impartidos en el curso, sea capaz de elaborar razonamientos propios.

Destacar la importancia de la matemática para el desarrollo de las ciencias, de la especialidad tecnológica.

Promover el desarrollo del pensamiento crítico y lógico matemático que le permita juzgar la validez de razonamientos y resultados.



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

La asignatura ofrece herramientas para formalizar distintos conceptos de física de los cuales se puede destacar la teoría electromagnética.

### PROGRAMA SINTÉTICO

Tema 1: Curvas paramétricas.

Tema 2: Superficies.

Tema 3: Campos vectoriales e integrales de línea.

Tema 4: Integrales de superficie.

### PROGRAMA ANÁLITICO

#### TEMA 1

1. Curvas paramétricas.

1.2. Introducción.

1.3. Definiciones y ejemplos.

1.4. Representación gráfica de curvas planas.

1.5. Longitud del arco, parametrización con la longitud del arco.

1.6. Estudio local de curvas (Triedro de Frenet).

#### TEMA 2

2. Superficies.

2.1. Parametrización de superficies.

2.2. Curvas en una superficie, superficies orientables.

2.3. Formas fundamentales.

2.4. Coordenadas esféricas, coordenadas cilíndricas.

2.5. Área de una superficie.

#### TEMA 3

3. Campos vectoriales e integrales de línea.

Definición de campo vectorial, integral de línea de un campo vectorial y un campo escalar.

Campos conservativos, concepto de rotor, gradiente y divergencia.

Concepto de potencial y de diferencia de potencial, determinación del potencial de un campo.

Lema de Poincaré.

Teorema de Green.

#### TEMA 4

4. Integrales de superficie.

4.1. Superficies orientables.

4.2. Integral de superficie de un campo escalar.

4.3. Integral de superficie de un campo vectorial.

4.4. Teorema de Stoks (rotor).

4.5. Teorema de Gauss (divergencia).

#### METODOLOGÍA

Cálculo III, asignatura perteneciente al 3er nivel de la Carrera de Ingeniero Tecnológico en Electrotecnia, de carácter semestral, presenta un enfoque orientado a adquirir el conocimiento y técnicas para analizar y resolver problemas matemáticos, así como también, de adquirir herramientas que permitan sentar las bases para el desarrollo de futuros Ingenieros Tecnológicos.

Cada tema se ordena según la complejidad y nivel de las herramientas de cálculo.

Los contenidos procedimentales estarán relacionados con el saber hacer: búsqueda de solución a problemas o situaciones problemáticas que requieran de los estudiantes la activación de diversos tipos de conocimiento. Se deben proponer actividades variadas, en diversos contextos vinculados a la aeronáutica y a los intereses del estudiante.

Lo abordado en forma teórica deberá reflejarse en los ejercicios de aplicación práctica. Priorizar el abordaje de conceptos matemáticos que estén integrados en



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

otras asignaturas de la carrera del mismo año o subsiguientes.

Ajustarse al tiempo disponible, con un enfoque metodológico que se apoye en el trabajo conceptual y aplicaciones prácticas, por encima de un riguroso desarrollo teórico.

La asignatura Cálculo III, es un curso teórico-práctico que cuenta con cuatro temas a desarrollar.

El desarrollo de los temas es realizado por parte del docente responsable de la asignatura, se expondrán los contenidos de cada unidad didáctica por medio de presentaciones y explicaciones, los conceptos se reafirmaron mediante ejercicios de aplicación, todo se desarrollara junto con indicaciones sobre fuentes de información y bibliografía.

Se promueve la participación activa del estudiante con actividades de debate, discusión de casos, preguntas y exposiciones.

El estudiante dispondrá previamente de materiales didácticos, que incluirán objetivos, guiones, cronograma y recursos.

Los materiales electrónicos, presentaciones, teóricos y ejercicios, estarán estar previamente cargados en la plataforma CV.

#### Desarrollo de la asignatura:

Horas de clase teóricas: 32 horas

Horas de clase práctico: 24 horas

Horas de consulta: 16 horas

Horas de evaluación: 8 horas

Total de horas presenciales: 80 horas

Horas de dedicación del estudiante: 80 horas

#### EVALUACIÓN

La evaluación es un proceso complejo que nos permite obtener información en

relación con las actividades de enseñanza y aprendizaje para comprender su desarrollo y tomar decisiones con la finalidad de mejorarlas.

Es necesario considerar los diferentes momentos en que se realiza la evaluación, teniendo en cuenta, en primer lugar, la evaluación inicial (diagnóstica), en distintos momentos del semestre, que permita indagar sobre los conocimientos previos y actitudes, a partir de los cuales se propondrá la correspondiente Planificación del curso.

Esta es una asignatura con derecho a exoneración según lo establecido en el reglamento de evaluación y titulación de educación superior terciaria que se halle vigente, así como sus anexos.

Se sugiere para efectuar la evaluación de los estudiantes realizar dos parciales.

### BIBLIOGRAFÍA

Cálculo con Geometría Analítica. Earl W. Swokowski. Grupo Editorial Iberoamérica

Cálculo. Purcell – Varberg – Rigdon. Pearson – Prentice Hall.

Cálculo Vectorial. Jerrol E. Marsden – Anthony J. Tromba. Addison – Wesley Iberoamericana.

Apostol, T. Calculus vol 2. Ed. Reverté. (2da Edición).

Matemáticas. Ernest F. Haeussler – Richard S. Paul. Pearson Prentice Hall.

Matemáticas Aplicadas. Frank S. Budnick. Mc Graw - Hill.

Calculo con Geometría Analítica. Earl W. Swokowski. Grupo Editorial Iberoamérica.

Algebra y Trigonometría c/Geometría Analítica. Earl W. Swokowski – Jeffery A. Cole Thomson.

Matemáticas Superiores. I. Suvórov. Editorial Paz - Moscú.

Cálculo 2 de una Variable. Larson – Hostetler – Edwards. Mc Graw – Hill.



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

Cálculo multivariable. James Stewart. Thomson Learning.

Cálculo de Varias Variable. Gerald L. Bradley – Karl J. Smith. Prentice Hall.

Problemas y Ejercicios de Análisis Matemático. B. Demidovich. Paraninfo – Madrid.

Apostol, T. Calculus vol 1. Ed. Reverté. (2da Edición).

Spivak, M. Calculus. Ed. Reverté. (3era Edición).

Lima, Elon I. Análisis Real, Vol 1. Colección de textos del Instituto de Matemática y Ciencias Afines.

	PROGRAMA				
	Código en SIPE	Descripción en SIPE			
TIPO DE CURSO	063	Ingeniero Tecnológico			
PLAN	2020				
ORIENTACIÓN	344	Electrotecnia			
MODALIDAD	---	---			
AÑO	---	---			
TRAYECTO	---	---			
SEMESTRE/ MÓDULO	3	3			
ÁREA DE ASIGNATURA	80030	ITMAT			
ASIGNATURA	14440	Ecuaciones Diferenciales			
CREDITOS EDUCATIVOS	8				
DURACIÓN DEL CURSO	Horas totales: 80	Horas semanales: 5	Cantidad de semanas: 16		
Fecha de Presentación: 10/10/2019	Nº Resolución del CETP	Exp. Nº 2019-25-4-009393	Res. Nº 3234/19	Acta Nº 222	Fecha 19/11/19

## OBJETIVOS

- Destacar la importancia de la Matemática para el desarrollo de las ciencias.

- Utilizar los conceptos y procedimientos matemáticos adquiridos en la resolución de problemas, de la especialidad tecnológica y de otras disciplinas.
- Desarrollar y poner en práctica la capacidad de análisis ante una situación problemática, elaborando modelos y estrategias en función de la situación planteada.
- Elaborar definiciones, deducir, demostrar e interpretar propiedades y teoremas.
- Promover el desarrollo del pensamiento crítico y lógico matemático que le permita juzgar la validez de razonamientos y resultados.
- Utilizar el lenguaje matemático para reflexionar, investigar y comunicar ideas.
- Utilizar recursos informáticos para incorporar conocimientos, facilitar la comprensión, modelizar situaciones y realizar conjeturas.
- Facilitar el trabajo autónomo y creativo de los estudiantes, potenciando las técnicas de indagación e investigación, así como las aplicaciones y transferencias de lo aprendido a la realidad.
- Promover el aprendizaje a partir del análisis del error.
- Incluir referencias históricas, promoviendo búsqueda de información vinculada a los conceptos o principales referentes, explicitando los vínculos interdisciplinarios e intramatemático.

## CONTENIDOS

UNIDAD 1 - Ecuaciones diferenciales de primer orden.

UNIDAD 2 - Ecuaciones diferenciales de segundo orden.

UNIDAD 3 - Sistemas de ecuaciones diferenciales.

UNIDAD 4 - Ecuaciones diferenciales en derivadas parciales

Análisis de las ecuaciones del calor, de onda y de Laplace

UNIDAD 5 - Transformada de Laplace

Definición. Cálculo de transformadas aplicando la definición. Propiedades.



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

Teorema de existencia de la transformada de Laplace.

Determinación de la transformada de la derivada primera y segunda de una función. Transformada de integrales. Antittransformada de Laplace. Uso de tablas.

UNIDAD 6 - Complemento de Ecuaciones

Estudio de casos aplicando Transformada de Laplace.

CONOCIMIENTOS PREVIOS

Cálculo 1

Cálculo 2

Gal 2

### PROPUESTA METODOLÓGICA

En los cursos de Matemática es necesario adecuar el enfoque de los contenidos programáticos a los perfiles de ingreso y egreso de los estudiantes que optan por esta carrera. Considerar además los conocimientos previos y prever formas de nivelación que posibiliten un aprendizaje exitoso.

Se pretende que los estudiantes movilicen saberes y procedimientos a través de planteos de situaciones-problema o ejercicios que integren más de una unidad temática. Así se asegura el desarrollo de las competencias y la cabal comprensión de los conceptos involucrados.

Los intereses de los estudiantes, su creatividad y actitud proactiva, la orientación docente, la coordinación con otras asignaturas del Componente Profesional generarán propuestas diversas que permitirán alcanzar los mismos logros.

Los contenidos procedimentales estarán relacionados con el saber hacer: búsqueda de solución a problemas o situaciones problemáticas que requieran de los estudiantes la activación de diversos tipos de conocimiento. Se deben proponer actividades variadas, en diversos contextos vinculados a la aeronáutica y a los intereses del estudiante.

Lo abordado en forma teórica deberá reflejarse en los ejercicios de aplicación práctica. Priorizar el abordaje de conceptos matemáticos que estén integrados en otras asignaturas de la carrera del mismo año o subsiguientes.

Ajustarse al tiempo disponible, con un enfoque metodológico que se apoye en el trabajo conceptual y aplicaciones prácticas, por encima de un riguroso desarrollo teórico.

### EVALUACIÓN

La evaluación es un proceso complejo que nos permite obtener información en relación con las actividades de enseñanza y aprendizaje para comprender su desarrollo y tomar decisiones con la finalidad de mejorarlas.

Es necesario considerar los diferentes momentos en que se realiza la evaluación, teniendo en cuenta, en primer lugar, la evaluación inicial (diagnóstica), en distintos momentos del semestre, que permita indagar sobre los conocimientos previos y actitudes, a partir de los cuales se propondrá la correspondiente Planificación del curso.

En segundo lugar se realizarán dos parciales en cada semestre, distribuyendo en forma equilibrada todos los contenidos del programa respectivo. Las actividades propuestas deben estar en coherencia con el nivel y el tipo de actividades trabajadas en el aula.

La materia será exonerada si el estudiante obtiene un puntaje total, entre los parciales y el rendimiento en clase, de 7 o más.

En caso contrario el estudiante tendrá que rendir examen y realizar correctamente el 60% de la propuesta (acordada por el tribunal) para alcanzar el mínimo de aprobación.

### BIBLIOGRAFIA SUGERIDA

La bibliografía recomendada solo pretende ser una guía; se sugiere buscar otras



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

fuentes de información incluyendo la disponible en web, donde hay abundante y excelente material de uso libre. El docente orientará al estudiante en esta búsqueda, seleccionando el más adecuado en cada tema tratado.

## ECUACIONES DIFERENCIALES Y SUS APLICACIONES

Martín Braun

Grupo Editorial Iberoamericana

### CALCULUS VOLUMEN 1

Tom M. Apostol

Editorial Reverté S.A.

### CALCULUS VOLUMEN 2

Tom M. Apostol

Editorial Reverté S.A.

### ANÁLISIS MATEMÁTICO 2

Instituto de Matemática y Estadística Prof. Ing. Rafael Laguardia

Facultad de Ingeniería

### CÁLCULO CON GEOMETRÍA ANALÍTICA

Earl W. Swokowski

Grupo Editorial Iberoamérica

### CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL (Tomo II)

N. Piscunov

Editorial Mir – Moscú

### CÁLCULO MULTIVARIABLE

James Stewart

Thomson Learning

### CÁLCULO 1 DE UNA VARIABLE

Ron Larson – Bruce Edwards

Mc Graw – Hill

		PROGRAMA			
		Código en SIPE	Descripción en SIPE		
TIPO DE CURSO	063	Ingeniero Tecnológico			
PLAN	2020				
ORIENTACIÓN	344	Electrotecnia			
MODALIDAD	-----	-----			
AÑO	-----	-----			
TRAYECTO	-----	-----			
SEMESTRE/ MÓDULO	3	Tercero			
ÁREA DE ASIGNATURA	389	EST Física Electrónica			
ASIGNATURA	16201	Física I			
CRÉDITOS EDUCATIVOS	6				
DURACIÓN DEL CURSO		Horas totales: 64	Horas semanales: 4		Cantidad de semanas: 16
Fecha de Presentación: 10/10/19	Nº Resolución del CETP	Exp. Nº 2019-25-4-009393	Res. Nº 3234/19	Acta Nº 222	Fecha 19/11/19

### OBJETIVO DE LA ASIGNATURA

El objetivo central de la asignatura es:

- Introducir el cálculo diferencial e integral a la formulación del modelo de la Mecánica Clásica Newtoniana del punto y los conceptos de magnitudes, su medida y la teoría de errores.
- Introducir al estudiante en el estudio del movimiento relativo de los cuerpos puntuales.
- Estudiar las colisiones.
- Introducir la Mecánica Clásica del rígido y finalizar con los sistemas que oscilan con un grado de libertad.
- Introducir los fenómenos ondulatorios.



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

El estudiante deberá aplicar leyes y principios de acuerdo a la información recibida. Deberá dominar el manejo de instrumentos, diseñar actividades y elaborar procedimientos seleccionando el material adecuado. Comunicar los resultados obtenidos por diversos medios de acuerdo a un enfoque científico. Elaborar y aplicar modelos que expliquen ciertos fenómenos. Argumentar sobre la pertinencia del modelo utilizado en diversas situaciones, de laboratorio, cotidiano, y del campo tecnológico específico. Reconocer los límites de validez de los modelos.

### PROGRAMA SINTÉTICO

Tema 1: Repaso de la Mecánica del punto

Tema 2: Movimiento relativo

Tema 3: Sistemas de partículas. Cantidad de movimiento lineal. Colisiones.

Tema 4: Cinemática y Dinámica de la rotación

Tema 5: Energía cinética de la rotación. Cantidad de movimiento angular.

Tema 6: Vibraciones. Movimiento armónico. Resonancia.

Tema 7: Ondas Mecánicas

### PROGRAMA ANALÍTICO

#### TEMA 1

1. Repaso de la Mecánica del punto

1.1. Sistema de unidades en general y SI, sistema inglés, conversión de unidades

1.2. Magnitudes físicas, Principio de Homogeneidad de Fourier de las Magnitudes.

1.3. Noción de medida, teoría de errores y propagación.

1.4. Introducción del cálculo diferencial al modelo cinemático y dinámica.

1.5. Fuerza y Leyes de Newton.

1.6. Estática y dinámica de partículas.

1.7. Movimiento bajo una fuerza resistiva al avance

1.8. Trabajo y Energía.

1.9. Energía cinética y teorema del trabajo y la energía cinética.

1.10. Fuerzas conservativas y energía potencial.

1.11. Sistemas no conservativos.

## TEMA 2

2. Movimiento Relativo.

2.1. Movimiento Relativo de traslación.

## TEMA 3

3. Sistemas de partículas. Cantidad de movimiento lineal. Colisiones.

3.1 Sistema de partícula, centro de masa, hipótesis del pasaje al continuo.

3.2 Impulso y cantidad de movimiento de una partícula y de un sistema de partículas.

3.3. Colisiones. Conservación del momento de un sistema de partículas.

3.4 Energía cinética de las colisiones.

## TEMA 4

4. Cinemática y Dinámica rotacional.

4.1. Movimiento rotacional, variables rotacionales.

4.2. Variables rotacionales y rotación con aceleración angular constante.

4.3. Torque, momento de inercia. Inercia rotacional y segunda ley de Newton.

4.4. Tratamiento vectorial.

4.5. Relación entre magnitudes rotacionales y lineales.

4.6. Combinación del movimiento rotacional y angular de un objeto.

## TEMA 5

5. Energía cinética de la rotación. Cantidad de movimiento angular.

5.1. Trabajo y energía cinética del movimiento circular.

5.2. Momento angular de una partícula y de un sistema de partículas.

5.3. Conservación del momento angular.

## TEMA 6

6. Vibraciones. Movimiento armónico. Resonancia.

6.1. Sistemas oscilatorios y MAS.



6.2. Cinemática y dinámica del MAS.

6.3. Energía del oscilador simple.

6.4. Sistemas acoplados.

6.5. Movimiento armónico amortiguado.

6.6. Oscilador forzado y resonancia.

## TEMA 7

7. Ondas Mecánicas.

7.1. Ondas mecánicas.

7.2. Velocidad de onda transversal y longitudinal.

7.3. Ecuación de ondas. Velocidad de fase y velocidad de grupo.

7.4. Fenómeno de superposición, transmisión y reflexión de onda.

7.5. Energía de una onda, Potencia y parámetros de transmisión y reflexión.

7.6. Ondas estacionarias y resonancia.

7.7. Ondas en dos dimensiones. Ondas acústicas. Efecto Doppler.

## METODOLOGÍA

Física I es una asignatura perteneciente al 3er semestre de la Carrera de Ingeniero Tecnológico en Electrotecnia, de carácter semestral, presenta un enfoque orientado a introducir a los estudiantes al estudio del modelo de la Mecánica del punto y de los cuerpos rígidos, así como las oscilaciones y ondas mecánicas.

Esta asignatura Física I toma la mecánica y la divide en 7 temas a desarrollar durante 4hs semanales del semestre en curso. Se espera que los estudiantes dediquen un mínimo de 6hs semanales en forma domiciliaria para un correcto seguimiento del curso.

Se sugiere abordar el tema 1.3 dentro de las instancias de Practicas de Laboratorios para avanzar sobre los demás temas.

El desarrollo de los temas será realizado por parte del docente responsable de la asignatura, se expondrán los contenidos de cada unidad didáctica por medio de

presentaciones y explicaciones, junto con indicaciones sobre fuentes de información y bibliografía, además de la realización de experimentos de laboratorios.

Se pretende que se realicen como mínimo 5 experimento práctico con búsqueda de información por parte de los estudiantes y presentación de informes que promuevan la investigación, la divulgación y el uso de herramientas digitales.

Además, se deberá disponer de instancias de resolución de ejercicios

Se promoverá la participación activa del estudiante con actividades de debate, discusión de casos, preguntas y exposiciones. El estudiante dispondrá previamente de materiales didácticos, que incluirán objetivos, guiones, cronograma y recursos. Los materiales electrónicos, presentaciones, teóricos y ejercicios, estarán previamente cargados en la plataforma CV.

#### Desarrollo de la asignatura:

Horas de clase teóricas: 42 horas

Horas de clase práctico: 10 horas

Horas de consulta: 4 horas

Horas de evaluación: 8 horas

Total de horas presenciales: 64 horas

Horas de dedicación del estudiante: 64 horas

#### EVALUACIÓN

Esta es una asignatura con derecho a exoneración según lo establecido en el reglamento de evaluación y titulación de educación superior terciaria que se halle vigente, así como sus anexos.

Se sugieren 2 instancias de evaluación o parciales. El primero luego de finalizado el segundo mes del semestre y el último al finalizar éste. A partir de las calificaciones de dichos parciales y de su actuación, el estudiante obtendrá la calificación final del semestre.



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

## BIBLIOGRAFÍA

### Básica:

Física, Vol. 1, Resnick-Halliday-Krane (Grupo Editorial Patria, 5era. edición en castellano, ISBN 978-970-24-0257-2)

Física, Vol. 1, R. Serway (McGraw Hill, 3ra. edición, ISBN 0-03-031353-8)

### Complementaria:

Física, Vol. 1, P.A. Tipler, (Reverté, 3ra. edición, ISBN 84-291-4367-X)

Física Universitaria Vol 1, Young-Freedman (Sears-Zemansky) (Pearson Educación, 12 edición, ISBN: 978-607-442-288-7)

Vibraciones y Ondas, French, (Reverté, MIT, ISBN 84-291-4098-0)

	PROGRAMA				
	Código en SIPE	Descripción en SIPE			
TIPO DE CURSO	063	Ingeniero Tecnológico			
PLAN	2020				
ORIENTACIÓN	344	Electrotecnia			
MODALIDAD	-----	-----			
AÑO	-----	-----			
TRAYECTO	-----	-----			
SEMESTRE/ MÓDULO	3	Tercero			
ÁREA DE ASIGNATURA	80000	IYBT			
ASIGNATURA	20682	Instalaciones Eléctricas II			
CRÉDITOS ESUCATIVOS	9				
DURACIÓN DEL CURSO	Horas totales: 96	Horas semanales: 6	Cantidad de semanas: 16		
Fecha de Presentación: 10/10/19	Nº Resolución del CETP	Exp. Nº 2019-25-4-009393	Res. Nº 3234/19	Acta Nº 222	Fecha 19/11/19

## OBJETIVO DE LA ASIGNATURA

El fundamento de la presente materia se centra en adquirir los conocimientos necesarios para el correcto diseño y ejecución de sistemas eléctricos en instalaciones de baja tensión, abordando temas de nivel de dificultad más avanzado y adecuado al nivel de un tercer semestre de carrera, como ser el correcto diseño de los sistemas de puestas a tierra, de los sistemas de protección contra descargas atmosféricas, así como de los sistemas de iluminación.

La presente materia, en conjunto con su complemento Instalaciones Eléctricas I dictada en el semestre número 2 de la carrera, contribuyen a la formación de un ingeniero con sólidos conocimientos en el diseño e implementación de sistemas eléctricos de gran porte, y especialmente orientado a aquellas instalaciones con un perfil industrial.

Con respecto a sus contenidos, le brinda al futuro ingeniero las herramientas necesarias para el correcto diseño y ejecución de un sistema de puesta a tierra, así como de las medidas contra accidentes por contactos directos e indirectos. Aborda además los conocimientos necesarios para un correcto diseño e implementación de un sistema de protecciones contra descargas atmosféricas, entre otros temas de aplicación electrotécnica. Senta las bases para un correcto diseño de una iluminación eficiente y eficaz, adecuado a las necesidades de sus destinatarios. Finalmente se centra en las instalaciones de señales y datos (corrientes y tensiones débiles) que acompañan hoy en día todas las instalaciones eléctricas.

## PROGRAMA SINTÉTICO

Tema 1: La puesta a tierra: fundamentos y diseño.

Tema 2: Medidas contra contactos directos e indirectos.

Tema 3: Sistemas de protección contra descargas atmosféricas.



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

Tema 4: Corrección de reactiva.

Tema 5: Luminotecnia.

Tema 6: Calidad de la energía.

Tema 7: Instalaciones de datos y señales.

Tema 8: Instalaciones de alarma y CCTV.

### PROGRAMA ANÁLITICO

#### TEMA 1 [15 hs]

1. La puesta a tierra: fundamentos y diseño.

1.1. Definiciones generales.

1.1.1. Puesta a tierra.

1.1.2. Toma de tierra.

1.1.3. Electrodo de tierra.

1.1.4. Conductor de tierra.

1.1.5. Borne principal de tierra.

1.1.6. Tierra local y tierra de referencia.

1.1.7. Resistencia de puesta a tierra.

1.2. Electrodo de tierra.

1.2.1. Comportamiento de un electrodo de tierra.

1.2.2. Gradiente en suelo.

1.2.3. Zonas de influencia de los electrodos.

1.2.4. Tensión de paso y contacto.

1.3. Resistividad del terreno.

1.3.1. Medición y análisis. Método de Wenner.

1.3.2. Modelo de suelo homogéneo.

1.4. Tierra funcional y de protección. Diferencias y buenas prácticas.

## 1.5. Diseño constructivo de una puesta a tierra.

### 1.5.1. Único electrodo (casos de aplicación).

### 1.5.2. Electrodo en salto.

### 1.5.3. Conductores y placas enterradas.

### 1.5.4. Configuraciones geométricas especiales.

### 1.5.5. Mallas. Ec. de Schwartz y Ec. de Sverak.

## 1.6. Tratamientos químicos en suelos.

## 1.7. Lineamientos en sistemas de puesta a tierra para pararrayos.

COMENTARIOS TEMA 1: Se sugiere el abordaje de clases prácticas donde se realicen ensayos de resistividad de terreno por método de Wenner, ensayos de resistencia puesta a tierra tipo jabalina única y un ensayo de resistencia de puesta a tierra de tipo malla.

## TEMA 2 [5 hs]

## 2. Medidas contra contactos directos e indirectos.

### 2.1. Peligros derivados de la corriente eléctrica.

#### 2.1.1. Efectos y umbrales de tolerancia.

#### 2.1.2. Perspectiva histórica.

### 2.2. Protección contra contactos directos.

### 2.3. Protección contra contactos indirectos.

#### 2.3.1. Tiempos de actuación y tensiones de contacto permisibles.

#### 2.3.2. Consideraciones y cuidados según el sistema de distribución (IT o TT).

### 2.4. La protección diferencial.

#### 2.4.1. Clasificación de dispositivos diferenciales.

##### 2.4.1.1. Según su sensibilidad.

##### 2.4.1.2. Según su capacidad de filtrado.



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

2.4.1.3. Según su selectividad en tiempo.

2.4.2. El relé diferencial.

2.4.3. Dispositivos combinados.

TEMA 3 [10 hs]

3. Sistemas de protección contra descargas atmosféricas.

3.1. Marco normativo. Reconocimiento del fenómeno del rayo como un fenómeno estadístico e impredecible.

3.2. Formación de un rayo.

3.2.1. Teorías y modelos de acumulación de cargas.

3.2.1.1. Modelo convectivo.

3.2.1.2. Modelo de Mason.

3.2.1.3. Modelo del graupel.

3.2.1.4. Modelo final de distribución de cargas.

3.2.2. Tipos de rayos.

3.2.3. Fases de formación de un rayo.

3.2.4. Magnitudes eléctricas de un rayo.

3.2.5. Daños derivados y efectos de las descargas atmosféricas.

3.3. Pararrayos.

3.3.1. Sistemas convencionales de captores.

3.3.1.1. Hilo de Guardia.

3.3.1.2. Franklin.

3.3.1.3. Captores horizontales.

3.3.2. Dispositivos E.S.E. (P.D.C.).

3.3.2.1. Radiactivo (en desuso).

3.3.2.2. Electrónico.

- 3.3.2.3. Piezoeléctrico.
- 3.3.2.4. Perfil especial.
- 3.3.3. Sistemas S.T.C.
- 3.3.4. Lineamientos normativos nacionales e internacionales.
- 3.4. Evaluación de riesgo según IEC 62305 (PARTE 2).
- 3.5. Conductores de bajada.
- 3.6. Aterramiento del pararrayo. Lineamientos y criterios de seguridad.
- 3.7. Dispositivos de supresión de sobretensiones (DPS).
  - 3.7.1. Categorías de utilización.
  - 3.7.2. Clasificación.
    - 3.7.2.1. Tipo crowbar.
    - 3.7.2.2. Tipo clamp.
  - 3.7.3. Formas de instalación y buenas prácticas.

#### TEMA 4 [5 hs]

- 4. Corrección de reactiva.
  - 4.1. Naturaleza de la energía reactiva.
  - 4.2. Definición del factor de potencia.
  - 4.3. Determinación del factor de potencia y evaluación de la situación.
    - 4.3.1. Ensayos cofimétricos.
    - 4.3.2. A partir de la energía reactiva / activa consumida.
  - 4.4. Compensación de la energía reactiva y sus ventajas.
  - 4.5. Criterios de ubicación y tipos de compensación.
    - 4.5.1. Compensación individual.
    - 4.5.2. Compensación parcial.
    - 4.5.3. Compensación global.



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

4.5.4. Compensación automática.

4.6. Efectos de los armónicos sobre los condensadores.

4.6.1. Métodos de mitigación de resonancias.

4.7. Controladores automáticos de reactiva.

4.8. Dispositivos de maniobra.

4.8.1. Contactores.

4.8.2. Módulos tiristorizados.

4.9. Buenas prácticas aplicadas a la instalación de condensadores.

TEMA 5 [15 hs]

5. Luminotecnia.

5.1. Conceptos físicos clave sobre la luz.

5.2. Magnitudes fotométricas básicas.

5.2.1. Flujo luminoso.

5.2.2. Intensidad luminosa.

5.2.3. Iluminancia.

5.2.4. Luminancia.

5.2.5. Rendimiento luminoso.

5.3. Ensayos fotométricos.

5.3.1. Determinación del nivel de iluminancia.

5.3.2. Determinación de flujo total (esfera integradora).

5.4. Abordaje tecnológico.

5.4.1. Tipos de iluminación.

5.4.2. Tipos de luminarias.

5.4.3. Tipos de lámparas.

5.4.4. La iluminación LED.

## 5.5. Curvas fotométricas.

### 5.5.1. Curvas polares de distribución luminosa.

### 5.5.2. Curvas isolux.

### 5.5.3. Otras curvas fotométricas de aplicación.

## 5.6. Método de los lúmenes.

## 5.7. Cálculos luminotécnicos mediante software.

## 5.8. Conexión de iluminación y comandos.

## 5.9. Dimerización, escenas de iluminación y protocolos DALI.

## 5.10 Iluminación de emergencia.

## TEMA 6 [10 hs]

## 6. Calidad de la energía.

### 6.1. Introducción al concepto de armónicos en electrotecnia.

#### 6.1.1. Frecuencia fundamental.

#### 6.1.2. Armónicos de corriente y de tensión.

#### 6.1.3. Resonancia.

#### 6.1.4. THD y forma de onda.

#### 6.1.5. Orígenes y generadores de armónicos.

#### 6.1.6. Efectos de los armónicos en la instalación eléctrica.

### 6.2. Conceptos básicos sobre calidad.

## 6.3. Calidad de la energía.

### 6.3.1. Cargas perturbadoras.

### 6.3.2. Los disturbios o perturbaciones eléctricas.

#### 6.3.2.1. Distorsiones.

#### 6.3.2.2. Ruidos e impulsos en modo diferencial.

#### 6.3.2.3. Cortes y microcortes.



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

6.3.2.4. Flicker.

6.3.2.5. Variaciones de frecuencia.

6.3.3. Los armónicos en la calidad de energía.

6.4. Ensayos de calidad de la energía.

6.5. Métodos de mitigación.

TEMA 7 [5 hs]

7. Instalaciones de datos y señales.

7.1. Criterios vigentes en el diseño de puestos de trabajo.

7.2. Tipos de cables de datos.

7.2.1 Normas de cableado.

7.2.2. Cable UTP.

7.2.3. Fibra óptica.

7.3. La sala de cómputo.

7.4. La montante o backbone.

7.5. Distribución de cableado horizontal.

7.5.1. Canalizaciones de datos.

7.6. Criterios sobre certificación de instalación de cómputo.

7.7. Telefonía.

7.7.1. Topología básica de un sistema telefónico.

7.7.2. VOIP.

TEMA 8 [10 hs]

8. Instalaciones de alarma y CCTV.

8.1. Instalaciones de alarma de intruso.

8.1.1. Topología de un sistema de alarmas.

8.1.2. Central de alarma.

8.1.3. Sensores y extensores de zona.

8.1.4. Canalizaciones adecuados para alarmas.

8.2. Instalaciones de alarma de incendio.

8.2.1. Topología de un sistema de alarma y combate contra incendio.

8.2.2. Central de alarma.

8.2.3. Cableado normalizado.

8.2.4. La canalización de los sistemas de detección de incendio.

8.2.5. Sensores.

8.2.5.1. De humo.

8.2.5.2. Térmicos.

8.2.5.3 Pulsadores.

8.2.6. Sirenas y luces estroboscópicas.

8.3. Criterios para la conexión eléctrica del sistema de extinción y combate.

8.4. CCTV.

8.4.1. Cámaras digitales.

8.4.2. Cámaras IP.

8.4.3. NVR y DVR.

8.4.4. Cableados habituales.

8.4.5. Fuentes de voltaje.

8.4.6. Balunes y conectores.

## METODOLOGÍA

Se sugiere el abordaje técnico de cada unidad temática, seguida de ejercicios aplicados a la práctica profesional del futuro ingeniero. Para cada tema se recomienda trabajar sobre un caso de estudio elaborado (ejercicios resueltos paso a paso, o estudio de aplicaciones prácticas concretas).



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

El desarrollo de los temas será realizado por parte del docente responsable de la asignatura, se expondrán los contenidos de cada unidad didáctica por medio de presentaciones y explicaciones, junto con indicaciones sobre fuentes de información y bibliografía.

Se promoverá la participación activa del estudiante con actividades de debate, discusión de casos, preguntas y exposiciones. El estudiante dispondrá previamente de materiales didácticos, que incluirán objetivos, guiones, cronograma y recursos. Los materiales electrónicos, presentaciones, teóricos y ejercicios, estarán estar previamente cargados en la plataforma CV.

#### Desarrollo de la asignatura:

Horas de clase teóricas: 86 horas

Horas de clase práctico: 4 horas

Horas de consulta: 0 horas

Horas de evaluación: 6 horas

Total de horas presenciales: 90 horas

Horas de dedicación del estudiante: 90 horas

#### EVALUACIÓN

Esta es una asignatura con derecho a exoneración según lo establecido en el reglamento de evaluación y titulación de educación superior terciaria que se halle vigente, así como sus anexos.

Se sugieren 2 instancias de evaluación o parciales. El primero luego de finalizado el segundo mes del semestre y el último al finalizar éste. A partir de las calificaciones de dichos parciales y de su actuación, el estudiante obtendrá la calificación final del semestre.

## BIBLIOGRAFÍA

Campagnolo-Kindermann “Aterramiento Eléctrico” 3º Edición Ed. Sagra-DC  
Luzzatto

Scheider Electric “Guía de diseño de instalaciones eléctricas” 2º Edición Ed.  
Tecfoto España

IEC 60479-1 Efectos de la corriente eléctrica en seres humanos y animales  
domésticos. Parte 1: Aspectos generales

IEC 61440 Protección contra los choques eléctricos. Aspectos comunes a las  
instalaciones y a los equipos

IEC 61557-1 Seguridad eléctrica en redes de distribución de baja tensión de hasta  
1.000 V en CA y 1.500 V en CC. Equipos para ensayo, medida o vigilancia de las  
medidas de protección. Parte 1: Requisitos generales

IEC 61557-8 Seguridad eléctrica en redes de distribución de baja tensión de hasta  
1.000 V en CA y 1.500 V en CC. Equipos para ensayo, medida o vigilancia de las  
medidas de protección. Parte 8: Dispositivos de control de aislamiento para  
esquemas IT

IEC 61557-9 Seguridad eléctrica en redes de distribución de baja tensión de hasta  
1.000 V en CA y 1.500 V en CC. Equipos para ensayo, medida o vigilancia de las  
medidas de protección. Parte 9: Dispositivos de localización de defectos de  
aislamiento en redes IT.

UTE - Reglamento de Baja Tensión

UTE - Norma de Instalaciones

IEC 62305-2 - Protección contra el Rayo - Gestión de riesgo

IEC 62305-4 - Protección contra el Rayo - Sistemas eléctricos y electrónicos en  
estructuras.



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

R. G. Weigel "Luminotecnia" 1º Edición Ed. Gustavo Gili

NORMA UNE 12464.1 'Norma europea sobre la iluminación para interiores'.

		PROGRAMA			
		Código en SIPE	Descripción en SIPE		
TIPO DE CURSO		063	Ingeniero Tecnológico		
PLAN		2020			
ORIENTACIÓN		344	Electrotecnia		
MODALIDAD		-----	Presencial		
AÑO		-----	-----		
TRAYECTO		-----	-----		
SEMESTRE/ MÓDULO		3	Tercero		
ÁREA DE ASIGNATURA		80130	ETROAYC		
ASIGNATURA		20700	Instrumentación y Medidas		
CRÉDITOS EDUCATIVOS		6			
DURACIÓN DEL CURSO		Horas totales: 64	Horas semanales: 4	Cantidad de semanas: 16	
Fecha de Presentación: 10/10/19	Nº Resolución del CETP	Exp. Nº 2019-25-4-009393	Res. Nº 3234/19	Acta Nº 222	Fecha 19/11/19

### OBJETIVO DE LA ASIGNATURA

El objetivo central de la asignatura es introducir al estudiante en los conceptos básicos de los sistemas utilizados en la medida de variables físicas y de las técnicas de acondicionamiento de señales.

Así mismo, se pretende proporcionar al estudiante los conocimientos generales para la comprensión y selección de sistemas a utilizar en problemas reales de ingeniería, tomando como punto de partida el análisis de los distintos modelos

matemáticos aplicados y de simulación.

La asignatura ofrece herramientas elementales para identificar la función de diversos instrumentos, conocer la simbología, terminología y definiciones vinculadas a la medición y adquisición de datos de las principales variables de los procesos utilizados en instrumentación industrial y control automático de procesos.

### PROGRAMA SINTÉTICO

- Tema 1: Conceptos sobre metrología general.
- Tema 2: Introducción a la Instrumentación.
- Tema 3: Sensores Resistivos.
- Tema 4: Sensores de reactancia variable.
- Tema 5: Sensores generadores.
- Tema 6: Circuitos de acondicionamiento.
- Tema 7: Magnitudes electrotécnicas avanzadas
- Tema 8: Principios de calibración
- Tema 9: Instrumentación inteligente.
- Tema 10: Medidas y convertidores.

### PROGRAMA ANÁLITICO

#### TEMA 1 [4 hs]

- 1. Conceptos sobre metrología general
  - 1.1. Los pasos de una medición
    - 1.1.1. Grado de precisión requerido en la medición
    - 1.1.2. Evaluación de la magnitud a medir
    - 1.1.3. Elección del procedimiento de medición más idóneo
  - 1.2. Conceptos de medición
    - 1.2.1. Campo de medida y alcance
    - 1.2.2. Error (absoluto, relativo, porcentual)



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

1.2.3. Incertidumbre

1.2.4. Exactitud

1.2.5. Precisión (repetibilidad)

1.2.6. Sensibilidad (función de transferencia)

1.2.7. Histéresis

TEMA 2 [4 hs]

2. Introducción a la Instrumentación.

2.1. Introducción

2.2. Componentes de un sistema generalizado de medida

2.3. Características, especificaciones y parámetros de los sistemas de medida

2.4. Clasificación, identificación y representación de los instrumentos industriales

2.5. Introducción a elementos primarios de medición (transductor):

2.5.1. Presión.

2.5.2. Temperatura.

2.5.3. Caudal.

2.5.4. Nivel.

2.5.5. Otros.

TEMA 3 [4 hs]

3. Sensores Resistivos.

3.1. Aplicaciones y acondicionamiento. Modelo matemático.

3.2. Termistores.

3.3. LDR.

3.4. Galgas extensiométricas.

3.5. Detectores de temperatura resistivos RTD (Pt100).

3.6. Acondicionamiento de sensores resistivos. Amplificadores de Instrumentación

#### TEMA 4 [4 hs]

##### 4. Sensores de reactancia variable.

##### 4.1. Aplicaciones y acondicionamiento. Modelo matemático.

##### 4.2. Sensores capacitivos

##### 4.3. Sensores inductivos

##### 4.4. Sensores electromagnéticos

##### 4.5. Aplicaciones y acondicionamiento.

#### TEMA 5 [7 hs]

##### 5. Sensores generadores.

##### 5.1. Introducción

##### 5.2. Sensores optoelectrónicos

##### 5.3. Piezoeléctricos y ultrasonidos

##### 5.4. Termopares.

##### 5.5. Sensores electroquímicos

##### 5.6. Acondicionamiento de sensores generadores. Modelo matemático.

#### TEMA 6 [8 hs]

##### 6. Circuitos de acondicionamiento.

##### 6.1. Transmisión de señal

##### 6.2. Señales normalizadas

##### 6.2.1 Lazo de corriente 4-20 mA

##### 6.2.2. Señal de presión 3-15 psi

##### 6.2.3. Conversores P/I, I/P, V/I, I/V, V/F, F/V

##### 6.3. Protección contra interferencias en circuitos de instrumentación.

#### TEMA 7 [12 hs]

##### 7. Magnitudes electrotécnicas avanzadas.

##### 7.1. Ensayos eléctricos avanzados.



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

- 7.1.1. Medición de armónicos en redes de corriente alterna.
- 7.1.2. Principios de termografía aplicada a electrotecnia.
- 7.2. Las magnitudes magnéticas (intensidad de campo, inducción magnética).
- 7.2.1. Sensores de efecto Hall.
- 7.3. Las magnitudes luminotécnicas (intensidad luminosa, flujo luminoso).
- 7.3.1. El luxómetro.
- 7.3.2. La esfera integradora.

#### TEMA 8 [6 hs]

### 8. Principios sobre calibración

- 8.1. Aplicada a la industria
- 8.2. Aplicada a la metrología eléctrica

#### TEMA 9 [8 hs]

### 9. Medidas y convertidores.

- 9.1. Medidas y sistemas de Adquisición de Datos.
- 9.2. El proceso de conversión A/D.
- 9.3. Convertidores D/A.
- 9.4. Convertidores A/D.
- 9.5. Arquitectura de los Sistemas de Adquisición de Datos.
- 9.6. Tarjetas de adquisición de datos.
- 9.7. Instrumentación virtual.

#### TEMA 10 [6 hs]

### 10. Instrumentación inteligente

- 10.1. Buses de comunicaciones industriales
- 10.2. Instrumentación inteligente
- 10.3. Sensores industriales. Aplicación y configuración

### METODOLOGÍA

Instrumentación y Medidas, asignatura perteneciente al 3er nivel de la carrera de Ingeniero Tecnológico en Electrotecnia, de carácter semestral, presenta un enfoque

altamente teórico, con prácticas demostrativas de las funcionalidades de cada tipo de transductor. Cada tema permite desarrollar una clase práctica donde mostrar y confirmar lo aprendido en las clases teóricas.

Al final del curso el estudiante estará familiarizado con las propiedades y limitaciones de los distintos transductores y de su método de aplicación. Conocerá e interpretará la terminología aplicada por el fabricante del mismo en la hoja de datos del dispositivo.

La asignatura Instrumentación y Medidas, es un curso teórico-práctico que cuenta con diez temas a desarrollar en forma teórica y práctica.

El desarrollo de los temas teóricos es realizado por parte del docente responsable de la asignatura, se expondrán los contenidos de cada unidad didáctica por medio de presentaciones y explicaciones, junto con indicaciones sobre fuentes de información y bibliografía.

El desarrollo de los temas prácticos es realizado bajo la modalidad de ejecución de prácticas, aplicando los conocimientos impartidos para la solución y evaluación de diseños de control de procesos centrado en la ingeniería de usabilidad.

La supervisión y tutoría de las prácticas ejecutadas de los temas es realizado por parte de los docentes responsables de la asignatura, se expondrán los contenidos de cada unidad didáctica por medio de presentaciones y explicaciones, junto con indicaciones sobre fuentes de información y bibliografía.

Se promueve la participación activa del estudiante con actividades de debate, discusión de casos, preguntas y exposiciones.

El estudiante dispondrá previamente de materiales didácticos, que incluirán objetivos, guiones, cronograma y recursos.

#### Desarrollo de la asignatura:

Horas de clase teóricas: 32 horas

Horas de clase práctico: 16 horas

Horas de consulta: 8 horas



Horas de evaluación: 8 horas

Total de horas presenciales: 64 horas

Horas de dedicación del estudiante: 64 horas

### EVALUACIÓN

Esta es una asignatura con derecho a exoneración según lo establecido en el reglamento de evaluación y titulación de educación superior terciaria que se halle vigente, así como sus anexos.

Se sugiere para efectuar la evaluación de los estudiantes realizar dos parciales y complementar mediante trabajos de investigación.

### BIBLIOGRAFÍA

M.A. Pérez García et al. (2004 1ra edición). "Instrumentación Electrónica". Thomson-Paraninfo, ISBN 84-9732-166-9.

Ramón Pallás Areny. (1998 3ra edición). "Sensores y acondicionadores de señal". Marcombo, 1998, ISBN 84-267-1171-5.

Antoni Mànuel et al. (2001 1ra edición). "Instrumentación virtual. Adquisición, procesado y análisis de señales". Edicions UPC, ISBN 84-8301-473-4.

Antonio M. Lázaro et al. (1994 3ra edición). "Problemas resueltos de Instrumentación y Medidas Electrónicas". Paraninfo, ISBN 84-283-2141-8.

Francisco J. Ortiz et al. (2011). "Prácticas de Instrumentación Electrónica". Ed. Servicio de publicaciones de la UPCT.

Antonio Creus, "Instrumentación Industrial". (2005 7ma edición). Marcombo, ISBN 84-267-1361-0.

Héctor P. Polenta. (2002 1ra edición) "Instrumentación de procesos industriales". Online- Engineers, ISBN 950-43-5762-8.

Antonio M. Lázaro, LabVIEW 6i. (2001). "Programación Gráfica para el Control de la Instrumentación". Ed. Paraninfo-Thomson Learning. ISBN 84-283-2339-9.

Katsuhiko Ogata. (200). "Problemas de Ingeniería de Control utilizando Matlab". Prentice Hall, INC.



		PROGRAMA			
		Código en SIPE	Descripción en SIPE		
TIPO DE CURSO		063	Ingeniero Tecnológico		
PLAN		2020			
ORIENTACIÓN		344	Electrotecnia		
MODALIDAD		-----	-----		
AÑO		-----	-----		
TRAYECTO		-----	-----		
SEMESTRE/ MÓDULO		3	Tercero		
ÁREA DE ASIGNATURA		80120	AYC		
ASIGNATURA		22803	Laboratorio III		
CRÉDITOS EDUCATIVOS		9			
DURACIÓN DEL CURSO		Horas totales: 96	Horas semanales: 6	Cantidad de semanas: 16	
Fecha de Presentación: 10/10/19	Nº Resolución del CETP	Exp. Nº 2019-25-4-009393	Res. Nº 3234/19	Acta Nº 222	Fecha 19/11/19

**OBJETIVO DE LA ASIGNATURA**

El objetivo central de la asignatura es brindar al estudiante los conocimientos electrotécnicos necesario sobre las distintas tecnologías aplicadas en la industria y un conjunto de herramientas básicas para abordar problemas de diseño, mantenimiento y operación de equipos industriales de BT, realizando la comprobación, bajo el modo de práctica, de los conocimientos adquiridos en forma teórica. Aportando a la formación del estudiante en la concepción, cálculo, diseño y proyección de instalaciones eléctricas industriales.

Así mismo, se pretende lograr que el estudiante obtenga solvencia en el manejo de instrumentos y equipos para trabajo en campo, adquiriendo actitud crítica-



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

profesional que permita realizar la búsqueda, selección e interpretación de múltiple información técnica destinada a la proyección y resolución de problemas de diversa gama.

La asignatura ofrece herramientas elementales que permiten desarrollar competencias de trabajo en equipo, adquirir el dominio de habilidades y destrezas manuales y tecnológicas para el desarrollo de tareas de laboratorio y campo, con conciencia y fundamento metodológico.

### PROGRAMA SINTÉTICO

Tema 1: Potencia Eléctrica.

Tema 2: Electroneumática.

Tema 3: Introducción a los Controladores Lógicos Programables.

### PROGRAMA ANÁLITICO

#### TEMA 1

1. Potencia Eléctrica.

1.1. Funciones trigonométricas y conceptos de electricidad.

1.2. Diagramas vectoriales.

1.3. Factor de potencia y sus efectos en las instalaciones eléctricas.

1.4. Corrección del factor de potencia.

1.5. Conceptos de controladores automáticos de factor de potencia.

#### TEMA 2

2. Electroneumática.

2.1. Elementos: denominación, simbología, uso, funcionamiento y teoría.

2.2. Diseño de circuitos básicos. Aplicabilidad práctica de diferentes tipos de cilindros, electroválvulas, temporizadores, pulsadores, selectoras, etc.

2.3 Aplicación de diagrama espacio-fase, diagrama lógico, diagrama funcional y ecuaciones funcionales.

#### TEMA 3

3. Introducción a los Controladores Lógicos Programables.

3.1. Introducción, comunicación y programación.

3.2. Lenguajes de programación.

3.3. Manejo de funciones básicas.

3.4. Temporizadores y sus aplicaciones.

## METODOLOGÍA

Laboratorio III, asignatura perteneciente al 3er nivel de la Carrera de Ingeniero Tecnológico en Electrotecnia, de carácter semestral, presenta un enfoque orientado a conceptos avanzados sobre electrónica digital, un fuerte énfasis en la electroneumática, conceptos de potencia eléctrica y corrección de factor de potencia, brindando criterios para el diseño, equipos y materiales utilizados en instalaciones del tipo industrial.

Por otro lado, la asignatura aborda, en forma de introducción, los controladores lógicos programables, como herramienta tecnológica para la automatización y control de instalaciones industriales.

La asignatura Laboratorio III, es un curso práctico que cuenta con tres temas a desarrollar en forma práctica en el Aula, así mismo, requiere que el estudiante también trabaje por fuera del curso y así lograr un correcto proceso de enseñanza-aprendizaje impulsado por los conceptos de formación e investigación.

El desarrollo de los temas prácticos es realizado bajo la modalidad de ejecución de prácticas, aplicando los conocimientos impartidos.

Se considera que la realización de prácticas permite al estudiante la adquisición de destrezas y habilidades técnicas necesarias para el accionar profesional, desarrollando en el mismo la capacidad de realizar analogías e inducciones, capacidad que requerirá posteriormente para el diseño de soluciones, prever resultados y reflexionar sobre la acción en el ámbito laboral.

Desde esta perspectiva los diferentes contenidos programáticos serán planteados a partir de una aplicación concreta y real, para luego o simultáneamente abordar los distintos aspectos conceptuales involucrados en esas prácticas, facilitando así su



compresión.

Este programa es diseñado para desarrollarse por dos docentes, con un grupo de 20 (veinte) estudiantes como máximo.

Se sugiere que para la realización de las prácticas se formen grupos de trabajo con un máximo de 3 (tres) alumnos. Esto implica el trabajar en equipo dentro del Aula en la realización de prácticas vinculadas a los temas y con esto las posibles soluciones a los desafíos que se presentan en el desarrollo de las distintas partes del trabajo.

En su gran mayoría las prácticas propuestas en el curso se basan en ejemplos reales visualizados en las diferentes Industrias, otras son del tipo didáctico, necesarias para favorecer la adquisición por parte del estudiante de habilidades y herramientas de comprensión y análisis.

Como apoyo para consolidar los conocimientos, será necesario que el grupo de trabajo realice actividades fuera del Aula, diseño de sistemas, investigación de procesos, etc.

Al finalizar el curso el alumno deberá de contar con una carpeta (puede ser papel o digital) en el cual contendrá los informes acordes a las aptitudes adquiridas de las práctica realizada en el Aula.

La supervisión y tutoría de las prácticas ejecutadas de los temas es realizado por parte de los docentes responsables de la asignatura, se expondrán los contenidos de cada unidad didáctica por medio de presentaciones y explicaciones, junto con indicaciones sobre fuentes de información y bibliografía.

Se promueve la participación activa del estudiante con actividades de debate, discusión de casos, preguntas, exposiciones y ejecución de prácticas.

El estudiante dispondrá previamente de materiales didácticos, que incluirán objetivos, guiones, cronograma y recursos.

Los materiales electrónicos, presentaciones, teóricos y ejercicios, estarán estar previamente cargados en la plataforma CV.

### Desarrollo de la asignatura:

Horas de clase teóricas: 9 horas

Horas de clase prácticas: 59 horas

Horas de consulta: 6 horas

Horas de evaluación: 6 horas

Total de horas presenciales: 80 horas

Horas de dedicación del estudiante: 80 horas

### EVALUACIÓN

Esta es una asignatura de aprobación durante el curso según lo establecido en el reglamento de evaluación y titulación de educación superior terciaria que se halle vigente, así como sus anexos.

Se sugiere que la evaluación se realice en forma porcentual, donde:

1) El 60% de la nota final del estudiante se conforme por el diseño, implementación, ejecución y documentación de prácticas en laboratorio.

2) El 40% restante de la nota final del estudiante se conforma por la realización de un parcial a final del semestre que englobe los conceptos vistos durante el curso de la asignatura.

Las bases para las Prácticas serán elaboradas por los docentes de la asignatura en coordinación con otros docentes del área (sala docente o conjunto de coordinadores).

### BIBLIOGRAFÍA

Automatismos Digitales (A. Ramos Fernández).

Sistemas digitales. Principios y aplicaciones. Ronald J. Tocci.

Electrónica digital, L. Cuesta, A Gil Padilla, F. Remiro.

Automatismo eléctrico Industriales (Ing. Luis B. Gómez Flores).

Automatismo y Cuadros Eléctricos (José Roldan Viloria).

Neumática, hidráulica y electricidad aplicada. José Roldan Viloria.

Manuales de trabajo Neumática. Festo



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

Manual de trabajo Hidráulica. Festo.

Reglamento de Baja Tensión de UTE.

Normas de Instalaciones de UTE.

Normas internacionales de IEC.

Manual de producto PLC LOGO Siemens.

Automatismos industriales. Juan Carlos Martín, Maria Pilar Garcia.

	PROGRAMA		
	Código en SIPE	Descripción en SIPE	
TIPO DE CURSO	063	Ingeniero Tecnológico	
PLAN	2020		
ORIENTACIÓN	344	Electrotecnia	
MODALIDAD	-----	Presencial	
AÑO	-----	-----	
TRAYECTO	-----	-----	
SEMESTRE/ MÓDULO	4	Cuarto	
ÁREA DE ASIGNATURA	80030	IT MAT	
ASIGNATURA	02240	Análisis Complejo	
CRÉDITOS EDUCATIVOS	8		
DURACIÓN DEL CURSO	Horas totales: 80	Horas semanales: 5	Cantidad de semanas: 16
Fecha de Presentación: 10/10/2019	Nº Resolución del CETP Exp. Nº 2019-25-4-009393	Res. Nº 3234/19	Acta Nº 222 Fecha 19/11/19

## OBJETIVOS

- Destacar la importancia de la Matemática para el desarrollo de las ciencias.
- Utilizar los conceptos y procedimientos matemáticos adquiridos en la resolución de problemas, de la especialidad tecnológica y de otras disciplinas.
- Desarrollar y poner en práctica la capacidad de análisis ante una situación

problemática, elaborando modelos y estrategias en función de la situación planteada.

- Elaborar definiciones, deducir, demostrar e interpretar propiedades y teoremas.
- Promover el desarrollo del pensamiento crítico y lógico matemático que le permita juzgar la validez de razonamientos y resultados.
- Utilizar el lenguaje matemático para reflexionar, investigar y comunicar ideas.
- Utilizar recursos informáticos para incorporar conocimientos, facilitar la comprensión, modelizar situaciones y realizar conjeturas.
- Facilitar el trabajo autónomo y creativo de los estudiantes, potenciando las técnicas de indagación e investigación, así como las aplicaciones y transferencias de lo aprendido a la realidad.
- Promover el aprendizaje a partir del análisis del error.
- Incluir referencias históricas, promoviendo búsqueda de información vinculada a los conceptos o principales referentes, explicitando los vínculos interdisciplinarios e intramatemático.
- Resolver problemas de Ingeniería por métodos apoyados en software.

## CONTENIDOS

TEMA 1 Números complejos.

Definición y diferentes notaciones. Operaciones en  $\mathbb{C}$ . Rectas y semiplanos en  $\mathbb{C}$ . El plano  $\mathbb{C}$  extendido.

TEMA 2 Funciones analíticas. Mapeo.

La derivada. Analiticidad de series de potencias. Funciones complejas elementales. La exponencial compleja. Funciones trigonométricas complejas. Logaritmo complejo. Potencias complejas. Ecuaciones de Cauchy – Riemann. Funciones armónicas. Aplicaciones conformes. Conservación de ángulos. Transformaciones



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

de Möbius (o Moebius).

TEMA 3 Integración compleja.

Integral sobre intervalos reales. Integral sobre curvas. Teorema de Cauchy. Índice de una curva cerrada. La representación integral de Cauchy. Consecuencias del teorema de Cauchy. Desigualdad de Cauchy. Teorema de Liouville. Teorema de Morera. Teorema fundamental del álgebra. Principio del módulo máximo.

TEMA 4 Series de potencias.

Series. Series de potencias. Series de funciones. Convergencia. Series de Taylor. Ceros de una función analítica. Series de Laurent.

TEMA 5 Singularidades.

Clasificación de singularidades. Residuos.

TEMA 6 Series de Fourier.

Convergencia puntual. Convergencia uniforme. El fenómeno Gibbs. Derivación e Integración. Sumabilidad Césaró. Teorema de Weierstrass.

### PROPUESTA METODOLÓGICA

En los cursos de Matemática es necesario adecuar el enfoque de los contenidos programáticos a los perfiles de ingreso y egreso de los estudiantes que optan por esta carrera. Considerar además los conocimientos previos y prever formas de nivelación que posibiliten un aprendizaje exitoso.

Se pretende que los estudiantes movilicen saberes y procedimientos a través de planteos de situaciones-problema o ejercicios que integren más de una unidad temática. Así se asegura el desarrollo de las competencias y la cabal comprensión de los conceptos involucrados.

Los intereses de los estudiantes, su creatividad y actitud proactiva, la orientación

docente, la coordinación con otras asignaturas del Componente Profesional generarán propuestas diversas que permitirán alcanzar los mismos logros.

Los contenidos procedimentales estarán relacionados con el saber hacer: búsqueda de solución a problemas o situaciones problemáticas que requieran de los estudiantes la activación de diversos tipos de conocimiento. Se deben proponer actividades variadas, en diversos contextos vinculados a la aeronáutica y a los intereses del estudiante.

Lo abordado en forma teórica deberá reflejarse en los ejercicios de aplicación práctica. Priorizar el abordaje de conceptos matemáticos que estén integrados en otras asignaturas de la carrera del mismo año o subsiguientes.

Ajustarse al tiempo disponible, con un enfoque metodológico que se apoye en el trabajo conceptual y aplicaciones prácticas, por encima de un riguroso desarrollo teórico.

## EVALUACIÓN

La evaluación es un proceso complejo que nos permite obtener información en relación con las actividades de enseñanza y aprendizaje para comprender su desarrollo y tomar decisiones con la finalidad de mejorarlas.

Es necesario considerar los diferentes momentos en que se realiza la evaluación, teniendo en cuenta, en primer lugar, la evaluación inicial (diagnóstica), en distintos momentos del semestre, que permita indagar sobre los conocimientos previos y actitudes, a partir de los cuales se propondrá la correspondiente Planificación del curso.

En segundo lugar se realizarán dos parciales en cada semestre, distribuyendo en forma equilibrada todos los contenidos del programa respectivo. Las actividades



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

propuestas deben estar en coherencia con el nivel y el tipo de actividades trabajadas en el aula.

La materia será exonerada si el estudiante obtiene un puntaje total, entre los parciales y el rendimiento en clase, de 7 o más.

En caso contrario el estudiante tendrá que rendir examen y realizar correctamente el 60% de la propuesta (acordada por el tribunal) para alcanzar el mínimo de aprobación.

### BIBLIOGRAFIA SUGERIDA

La bibliografía recomendada solo pretende ser una guía; se sugiere buscar otras fuentes de información incluyendo la disponible en web, donde hay abundante y excelente material de uso libre. El docente orientará al estudiante en esta búsqueda, seleccionando el más adecuado en cada tema tratado.

### FUNCIONES DE VARIABLE COMPLEJA

José I. Nieto

Monografía N°8 OEA

### ANÁLISIS REAL Y COMPLEJO

Walter Rudin

Mac Graw Hill

### VARIABLE COMPLEJA Y APLICACIONES

Ruel V. Churchill – James W. Brown

Mac Graw Hill

### ANÁLISIS MATEMÁTICO 2

Instituto de Matemática y Estadística Prof. Ing. Rafael Laguardia

Facultad de Ingeniería

## COMPLEX ANALYSIS

Lars Ahlfors

Mac Graw Hill

		PROGRAMA			
		Código en SIPE	Descripción en SIPE		
TIPO DE CURSO	063	Ingeniero Tecnológico			
PLAN	2020				
ORIENTACIÓN	344	Electrotecnia			
MODALIDAD	-----	-----			
AÑO	-----	-----			
TRAYECTO	-----	-----			
SEMESTRE/ MÓDULO	4	Cuarto			
ÁREA DE ASIGNATURA	80130	ETROAYC			
ASIGNATURA	13450	Diseño y Programación de Interfaces			
CRÉDITOS EDUCATIVOS	6				
DURACIÓN DEL CURSO	Horas totales: 64	Horas semanales: 4		Cantidad de semanas: 16	
Fecha de Presentación: 10/10/19	Nº Resolución del CETP	Exp. Nº 2019-25-4-009393	Res. Nº 3234/19	Acta Nº 222	Fecha 19/11/19

### OBJETIVO DE LA ASIGNATURA

El objetivo central de la asignatura es introducir al estudiante en el análisis de problemas industriales, proponiendo soluciones bajo el enfoque del desarrollo centrado en el usuario y aplicando las tendencias emergentes de los modelos de Interfase Hombre-Máquina.

Así mismo, se pretende lograr que el estudiante diseñe y construya prototipos de interfaces con el desarrollo de aplicación para el control de procesos.



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

Por último, se analizan conceptos básicos que permiten identificar los aspectos humanos y tecnológicos que impactan en el desarrollo de interfaces de usuario, debiendo aplicar técnicas de usabilidad para garantizar que la interfaz sea usable, eficiente y accesible.

### PROGRAMA SINTÉTICO

Tema 1: Introducción a redes de comunicación.

Tema 2: Comunicación de datos de estado y comandos.

Tema 3: Introducción y fundamentos de HMI.

Tema 4: Metodología de desarrollo centrada en el usuario.

Tema 5: Ambientes de desarrollo (IDE).

Tema 6: Gestión de Datos.

Tema 7: Ingeniería de usabilidad.

Tema 8: Tendencias actuales para diseño de HMI.

Tema 9: Diseño y soluciones bajo el enfoque del desarrollo centrado en el usuario.

### PROGRAMA ANÁLITICO

#### TEMA 1

1. Introducción a redes de comunicación.

1.1. Introducción a las redes y comunicaciones de datos.

1.2. Objetivo.

1.3. Procesamiento Centralizado vs. Procesamiento Distribuido.

1.4. Servicios y equipos.

1.5. Clasificación y tipología.

1.6. Sistema operativo y conexiones.

1.7. Protocolos de comunicación.

#### TEMA 2

2 Mensajes Maestro-Esclavo y Esclavo-Maestro

2.1. Envío de datos de estado.

2.2. Recepción de comandos

2.3. Concepto de Tokens y Tags

2.4. Ejemplo mediante MODBUS

### TEMA 3

3. Introducción y fundamentos de HMI.

3.1. Introducción a la HMI.

3.2. Factores Humanos.

3.3. Psicología cognitiva.

3.4. Modelos de interfaces de usuario.

### TEMA 4

4. Metodología de desarrollo centrada en el usuario.

4.1. HMI centrada en el usuario.

4.2. HMI centrada en la tarea.

4.3. Modelado de prototipos.

### TEMA 5

5. Ambientes de desarrollo (IDE)

5.1. Sistemas de software SCADA

5.2. Enlaces de comunicación y frecuencia de muestreo

5.3. Variables (TAGs)

5.4. Gráficos y Controles

5.5. Funciones, script y programación.

### TEMA 6

6. Gestión de Datos

6.1. Gestión de alarmas y advertencias

6.2. Informes



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

### 6.3. Recetas

### 6.4. Históricos y gráficos de tendencia

### 6.5. Gestión de usuarios. Niveles de acceso

## TEMA 7

### 7. Ingeniería de usabilidad.

#### 7.1. Criterios y métricas de usabilidad.

#### 7.2. Técnicas de evaluación.

#### 7.3. Diseño de una prueba de usabilidad.

#### 7.4. Evaluación de la usabilidad de prototipos.

## TEMA 8

### 8. Tendencias actuales para diseño de HMI.

#### 8.1. Interfaces hápticas.

#### 8.2. Interfaces gestuales.

#### 8.3. Interfaces locomotivas.

#### 8.4. Interfaces auditivas.

#### 8.5. Interfaces vocales.

#### 8.6. Interfaces de pantalla pequeña.

#### 8.7. Interfaces multimodales cuantitativas (MPEC).

## TEMA 9

### 9. Diseño y soluciones bajo el enfoque del desarrollo centrado en el usuario.

#### 9.1. Diseño de Control de Procesos.

#### 9.2. Sistemas de Información Industriales.

##### 9.2.1. Supervisión a través de Internet.

##### 9.2.2. Interfaces de comunicación.

##### 9.2.3. Gestión de eventos.

##### 9.2.4. Indicadores de rendimiento.

9.2.5. Gestión de fallas y defectos.

9.3. Tendencias en automatización y control industrial:

9.3.1. Sensores inteligentes.

9.3.2. Actuadores inteligentes.

## METODOLOGÍA

Diseño y Programación de Interfaces, asignatura perteneciente al 4to nivel de la Carrera de Ingeniero Tecnológico en Electrotecnia, de carácter semestral, presenta un enfoque orientado al diseño de control de procesos bajo el enfoque del desarrollo centrado en el usuario, brindando criterios ingeniería aplicada, tendencias y focalizando en el desarrollo práctico de soluciones.

La asignatura Diseño y Programación de Interfaces, es un curso teórico-práctico que cuenta ocho temas a desarrollar en forma teórica y un noveno tema a desarrollar en forma práctica.

El desarrollo de los temas teóricos es realizado por parte del docente responsable de la asignatura, se expondrán los contenidos de cada unidad didáctica por medio de presentaciones y explicaciones, junto con indicaciones sobre fuentes de información y bibliografía.

El desarrollo de los temas prácticos es realizado bajo la modalidad de ejecución de prácticas, aplicando los conocimientos impartidos para la solución y evaluación de diseños de control de procesos centrado en la ingeniería de usabilidad.

La supervisión y tutoría de las prácticas ejecutadas de los temas es realizado por parte de los docentes responsables de la asignatura, se expondrán los contenidos de cada unidad didáctica por medio de presentaciones y explicaciones, junto con indicaciones sobre fuentes de información y bibliografía.

Se promueve la participación activa del estudiante con actividades de debate, discusión de casos, preguntas y exposiciones.



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

El estudiante dispondrá previamente de materiales didácticos, que incluirán objetivos, guiones, cronograma y recursos.

Los materiales electrónicos, presentaciones, teóricos y ejercicios, estarán estar previamente cargados en la plataforma CV.

#### Desarrollo de la asignatura:

Horas de clase teóricas: 16 horas

Horas de clase práctico: 32 horas

Horas de consulta: 8 horas

Horas de evaluación: 8 horas

Total de horas presenciales: 64 horas

Horas de dedicación del estudiante: 64 horas

#### EVALUACIÓN

Esta es una asignatura con derecho a exoneración según lo establecido en el reglamento de evaluación y titulación de educación superior terciaria que se halle vigente, así como sus anexos.

Se sugiere que la evaluación se realice en forma porcentual, donde:

- 1) El 60% de la nota final del estudiante se conforme por el diseño, implementación, ejecución y documentación de uno o varios controles de proceso.
- 2) El 40% restante de la nota final del estudiante se conforma por la realización de un parcial a final del semestre que englobe los conceptos vistos durante el curso de la asignatura.

Las bases para las Prácticas serán elaboradas por los docentes de la asignatura en coordinación con otros docentes del área (sala docente o conjunto de coordinadores).

#### BIBLIOGRAFÍA

Mandel, T. The Elements of User Interface Desing. Wiley Computer Publishing,

1997

Preece, J.; Rogers, Y.; Sharp, H.; Benyon, D.; Holland, S.; Cary, T. Human-Computer Interaction. Addison-Wesley, 1994

Shneiderman, B. Designing The User Interface. Third Edition, Addison-Wesley 1998

Donald A. Norman, The Design of Everyday Things, Basic Books, 2002.

Interaction Design: Beyond Human-Computer Interaction. Preece, Rogers and Sharp (Wiley & Sons, 2002).

Alan Dix, Janet Finlay, Gregory D. Abowd, Russell Beaulieu. Human-Computer Interaction (3rd Edition), Pearson, 2004.

Computer Networking with Internet Protocols and Technology – W. Stallings – Pearson – 2004.

Ben Shneiderman, Catherine Plaisant. Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction (5th Edition), Pearson Addison-Wesley, 2009.

Nielsen, J.; Loranger, H. Usabilidad Prioridad en el Diseño Web. Ediciones Anaya Multimedia. España, 2007.

Bill Buxton, Sketching User Experiences: Getting the Design Right and the Right Design (Interactive Technologies), Elsevier, 2007.

McIntire, P. Técnicas Innovadoras en Diseño Web. Ediciones Anaya Multimedia. España, 2009.

Jenny Preece, Yvonne Rogers, Helen Sharp, Interaction Design: Beyond Human-Computer Interaction (3rd Edition), Wiley, 2011.

UNE-EN 60073: Principios básicos y de seguridad para interfaces hombre-



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

máquina, el marcado y la identificación.

CEI 60447: Interfaz hombre máquina: Principios de maniobra.

		PROGRAMA			
		Código en SIPE	Descripción en SIPE		
TIPO DE CURSO	063	Ingeniero Tecnológico			
PLAN	2020				
ORIENTACIÓN	344	Electrotecnia			
MODALIDAD	-----	Presencial			
AÑO	2	Segundo			
TRAYECTO	-----	-----			
SEMESTRE/ MÓDULO	4	Cuarto			
ÁREA DE ASIGNATURA	389	EST Física Electrónica			
ASIGNATURA	16202	Física II			
CRÉDITOS EDUCATIVOS	6				
DURACIÓN DEL CURSO		Horas totales: 64	Horas semanales: 4		Cantidad de semanas: 16
Fecha de Presentación: 10/10/19	Nº Resolución del CETP	Exp. Nº 2019-25-4-009393	Res. Nº 3234/19	Acta Nº 222	Fecha 19/11/19

### OBJETIVO DE LA ASIGNATURA

El objetivo central de la asignatura es que los estudiantes adquieran los conceptos básicos de electromagnetismo y óptica. El estudiante debería adquirir herramientas conceptuales que le permitan modelar y resolver ejemplos físicos sencillos. Se debe entender el alcance de las herramientas matemática. Además, el estudiante debería ser capaz de entender conceptos que requieren un grado mayor de abstracción (como campo, flujo). El estudiante deberá aplicar leyes y principios de acuerdo a la información recibida. Deberá dominar el manejo de instrumentos,

diseñar actividades y elaborar procedimientos seleccionando el material adecuado. Comunicar los resultados obtenidos por diversos medios de acuerdo a un enfoque científico. Elaborar y aplicar modelos que expliquen fenómenos de la vida diaria. Argumentar sobre la pertinencia del modelo utilizado en diversas situaciones, de laboratorio, cotidiano, y del campo tecnológico específico. Reconocer los límites de validez de los modelos.

### PROGRAMA SINTÉTICO

Tema 1: Electrostática.

Tema 2: Aplicaciones de la electrostática.

Tema 3: Campo magnético y fuerzas magnéticas.

Tema 4: Electromagnetismo.

Tema 5: Inducción Electromagnética.

Tema 6: Leyes de Maxwell y ondas electromagnéticas.

Tema 7: Óptica Geométrica.

Tema 8: Introducción a la Óptica Física.

### PROGRAMA ANALÍTICO

#### TEMA 1

1. Electrostática.

1.1. Carga eléctrica, propiedades e Interacción entre cargas (Coulomb).

1.2. Principio de superposición.

1.3. Campo eléctrico.

1.4. Energía y Potencial eléctrico.

1.5. Movimiento de cargas dentro del campo eléctrico.

1.6. Momento dipolar eléctrico y torque.

1.7. Distribuciones de carga.

1.8. Ley de Gauss.



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

## TEMA 2

### 2. Aplicaciones.

#### 2.1. Capacidad eléctrica, capacitores y dieléctricos

#### 2.2. Corriente eléctrica.

#### 2.3. Nociones generales y definiciones.

#### 2.4. Resistencia eléctrica y clasificación de materiales.

#### 2.5. Circuito de corriente continua.

#### 2.6. Leyes de Kirchhoff.

## TEMA 3

### 3. Campo magnético y fuerzas magnéticas.

#### 3.1. Nociones de magnetismo, campo magnético.

#### 3.2. Fuerza magnética sobre una carga y sobre un conductor con corriente.

#### 3.3. Movimiento de cargas dentro de un campo magnético.

#### 3.4. Momento magnético y par motor.

#### 3.5. Aplicaciones.

## TEMA 4

### 4. Electromagnetismo

#### 4.1. Ley de Biot-Savart.

#### 4.2. Ley de Ampère.

#### 4.3. Aplicaciones.

## TEMA 5

### 5. Inducción Electromagnética.

#### 5.1. Ley de Faraday.

#### 5.2. Ley de Lenz.

#### 5.3. Propiedades magnéticas de la materia.

5.4. Inductancia y autoinducción.

5.5. Aplicaciones.

#### TEMA 6

6. Leyes de Maxwell y ondas electromagnéticas.

6.1. Leyes de Maxwell en el vacío.

6.2. Deducción de la onda electromagnética.

6.3. Velocidad de propagación de la onda electromagnética.

6.4. Energía y cantidad de movimiento de la onda electromagnética.

#### TEMA 7

7. Óptica Geométrica.

7.1. Naturaleza de la luz.

7.2. Fenómenos luminosos de reflexión y refracción de la luz.

7.3. Espejos y lentes. Formación de imágenes.

#### TEMA 8

8. Introducción a la Óptica Física.

8.1. Introducción a la Óptica Física.

8.2. Interferencia, Difracción.

8.3. Polarización de la luz.

#### METODOLOGÍA

Física II es una asignatura perteneciente al 4to semestre de la Carrera de Ingeniero Tecnológico en Electrotecnia, de carácter semestral, presenta un enfoque orientado a la introducción de los estudiantes al estudio del modelo Electromagnético incluyendo a las ondas electromagnéticas.

Esta asignatura Física 2 toma al electromagnetismo y la divide en 8 temas a desarrollar durante 4hs semanales del semestre en curso. Se espera que los estudiantes dediquen un mínimo de 6hs semanales en forma domiciliaria para un correcto seguimiento del curso.

El desarrollo de los temas será realizado por parte del docente responsable de la



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

asignatura, se expondrán los contenidos de cada unidad didáctica por medio de presentaciones y explicaciones, junto con indicaciones sobre fuentes de información y bibliografía, además de la realización de experimentos de laboratorios.

Se pretende que se realicen como mínimo 5 experimento práctico con búsqueda de información por parte de los estudiantes y presentación de informes que promuevan la investigación, la divulgación y el uso de herramientas digitales.

Además, se deberá disponer de instancias de resolución de ejercicios

Se promoverá la participación activa del estudiante con actividades de debate, discusión de casos, preguntas y exposiciones. El estudiante dispondrá previamente de materiales didácticos, que incluirán objetivos, guiones, cronograma y recursos. Los materiales electrónicos, presentaciones, teóricos y ejercicios, estarán previamente cargados en la plataforma CV.

#### Desarrollo de la asignatura:

Horas de clase teóricas: 42 horas

Horas de clase práctico: 10 horas

Horas de consulta: 4 horas

Horas de evaluación: 8 horas

Total de horas presenciales: 64 horas

Horas de dedicación del estudiante: 64 horas

#### EVALUACIÓN

Esta es una asignatura con derecho a exoneración según lo establecido en el reglamento de evaluación y titulación de educación superior terciaria que se halle vigente, así como sus anexos.

Se sugieren 2 instancias de evaluación o parciales. El primero luego de finalizado el segundo mes del semestre y el último al finalizar éste. A partir de las calificaciones de dichos parciales y de su actuación, el estudiante obtendrá la

calificación final del semestre.

**BIBLIOGRAFÍA**

**Básica:**

Física, Vol. 2, Resnick-Halliday-Krane (CECSA, 5ta. edición en castellano, ISBN 978-970-24-0257-2)

**Complementaria:**

Física, Vol. 2, P.A. Tipler, (Reverté, 3ra. edición, ISBN 84-291-4368-8).

Física, Vol. 2, R. Serway (McGraw Hill, 3ra. edición) ISBN 978-607-481-358-6.

Física Universitaria Vol 2, Young-Freedman (Sears-Zemansky) (Pearson Educación, 12 edición, ISBN: 978-607-442-304-4)

	PROGRAMA		
	Código en SIPE	Descripción en SIPE	
TIPO DE CURSO	063	Ingeniero Tecnológico	
PLAN	2020		
ORIENTACIÓN	344	Electrotecnia	
MODALIDAD	-----	-----	
AÑO	-----	-----	
TRAYECTO	-----	-----	
SEMESTRE/ MÓDULO	4	Cuarto	
ÁREA DE ASIGNATURA	80120	AYC	
ASIGNATURA	22804	Laboratorio IV	
CRÉDITOS EDUCATIVOS	9		
DURACIÓN DEL CURSO	Horas totales: 96	Horas semanales: 6	Cantidad de semanas: 16
Fecha de Presentación: 10/10/19	Nº Resolución del CETP	Exp. Nº 2019-25-4-009393	Res. Nº 3234/19 Acta Nº 222 Fecha 19/11/19

## OBJETIVO DE LA ASIGNATURA

El objetivo central de la asignatura es brindar al estudiante los conocimientos electrotécnicos necesario sobre las distintas tecnologías aplicadas en la industria y un conjunto de herramientas básicas para abordar problemas de diseño, mantenimiento y operación de equipos industriales de BT, realizando la comprobación, bajo el modo de práctica, de los conocimientos adquiridos en forma teórica. Aportando a la formación del estudiante en la concepción, cálculo, diseño y proyección de instalaciones eléctricas industriales.

Así mismo, se pretende lograr que el estudiante obtenga solvencia en el manejo de instrumentos y equipos para trabajo en campo, adquiriendo actitud crítica-profesional que permita realizar la búsqueda, selección e interpretación de múltiple información técnica destinada a la proyección y resolución de problemas de diversa gama.

La asignatura ofrece herramientas elementales que permiten desarrollar competencias de trabajo en equipo, adquirir el dominio de habilidades y destrezas manuales y tecnológicas para el desarrollo de tareas de laboratorio y campo, con conciencia y fundamento metodológico.

## PROGRAMA SINTÉTICO

Tema 1: Sensores. Soluciones y aplicaciones.

Tema 2: Conceptos avanzados sobre Controladores Lógicos Programables.

## PROGRAMA ANALÍTICO

### TEMA 1

1. Sensores. Soluciones y aplicaciones.

1.1. Sensores resistivos.

1.2. Sensores de reactancia variable.

1.3. Sensores generadores.

- 1.4. Circuitos de acondicionamiento.
- 1.5. Instrumentación inteligente.
- 1.6. Medidas y convertidores.
- 1.7. Magnitudes electrotécnicas avanzadas

## TEMA 2

- 2. Conceptos avanzados sobre Controladores Lógicos Programables.
  - 2.1. Manejo de funciones avanzadas.
  - 2.2. Entradas y salidas digitales.
  - 2.3. Entradas y salidas analógicas.
  - 2.4. Interacción PLC a distintos entornos de aplicación del tipo industrial.
    - 2.4.1. Módulos de ampliación.
    - 2.4.2. Terminales de diálogo.
    - 2.4.3. Electroneumática.
    - 2.4.4. Variador de frecuencia.
  - 2.5. Control industrial distribuido.

## METODOLOGÍA

Laboratorio IV, asignatura perteneciente al 4to nivel de la Carrera de Ingeniero Tecnológico en Electrotecnia, de carácter semestral, presenta un enfoque orientado a conceptos avanzados sobre los controladores lógicos programables, como herramienta tecnológica para la automatización y control de instalaciones industriales y su aplicación en el mundo industrializado.

Por otro lado, la asignatura aborda en forma práctica, el manejo de sensores utilizados a nivel industrial, sus aplicaciones y soluciones.

La asignatura Laboratorio IV, es un curso práctico que cuenta con dos temas a desarrollar en forma práctica en el Aula, así mismo, requiere que el estudiante también trabaje por fuera del curso y así lograr un correcto proceso de enseñanza-

aprendizaje impulsado por los conceptos de formación e investigación.

El desarrollo de los temas prácticos es realizado bajo la modalidad de ejecución de prácticas, aplicando los conocimientos impartidos.

Se considera que la realización de prácticas permite al estudiante la adquisición de destrezas y habilidades técnicas necesarias para el accionar profesional, desarrollando en el mismo la capacidad de realizar analogías e inducciones, capacidad que requerirá posteriormente para el diseño de soluciones, prever resultados y reflexionar sobre la acción en el ámbito laboral.

Desde esta perspectiva los diferentes contenidos programáticos serán planteados a partir de una aplicación concreta y real, para luego o simultáneamente abordar los distintos aspectos conceptuales involucrados en esas prácticas, facilitando así su comprensión.

Este programa es diseñado para desarrollarse por dos docentes, con un grupo de 20 (veinte) estudiantes como máximo.

Se sugiere que para la realización de las prácticas se formen grupos de trabajo con un máximo de 3 (tres) alumnos. Esto implica el trabajar en equipo dentro del Aula en la realización de prácticas vinculadas a los temas y con esto las posibles soluciones a los desafíos que se presentan en el desarrollo de las distintas partes del trabajo.

En su gran mayoría las prácticas propuestas en el curso se basan en ejemplos reales visualizados en las diferentes Industrias, otras son del tipo didáctico, necesarias para favorecer la adquisición por parte del estudiante de habilidades y herramientas de comprensión y análisis.

Como apoyo para consolidar los conocimientos, será necesario que el grupo de trabajo realice actividades fuera del Aula, diseño de sistemas, investigación de procesos, etc.

Al finalizar el curso el alumno deberá de contar con una carpeta (puede ser papel o digital) en el cual contendrá los informes acordes a las aptitudes adquiridas de la práctica realizada en el Aula.

La supervisión y tutoría de las prácticas ejecutadas de los temas es realizado por parte de los docentes responsables de la asignatura, se expondrán los contenidos de cada unidad didáctica por medio de presentaciones y explicaciones, junto con indicaciones sobre fuentes de información y bibliografía.

Se promueve la participación activa del estudiante con actividades de debate, discusión de casos, preguntas, exposiciones y ejecución de prácticas.

El estudiante dispondrá previamente de materiales didácticos, que incluirán objetivos, guiones, cronograma y recursos.

Los materiales electrónicos, presentaciones, teóricos y ejercicios, estarán estar previamente cargados en la plataforma CV.

#### Desarrollo de la asignatura:

Horas de clase teóricas: 6 horas

Horas de clase prácticas: 62 horas

Horas de consulta: 6 horas

Horas de evaluación: 6 horas

Total de horas presenciales: 80 horas

Horas de dedicación del estudiante: 80 horas

#### EVALUACIÓN

Esta es una asignatura de aprobación durante el curso según lo establecido en el reglamento de evaluación y titulación de educación superior terciaria que se halle vigente, así como sus anexos.

Se sugiere que la evaluación se realice en forma porcentual, donde:

1) El 60% de la nota final del estudiante se conforme por el diseño,



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

implementación, ejecución y documentación de prácticas en laboratorio.

2) El 40% restante de la nota final del estudiante se conforma por la realización de un parcial a final del semestre que englobe los conceptos vistos durante el curso de la asignatura.

Las bases para las Prácticas serán elaboradas por los docentes de la asignatura en coordinación con otros docentes del área (sala docente o conjunto de coordinadores).

### BIBLIOGRAFÍA

Automatismo eléctrico Industriales (Ing. Luis B. Gómez Flores).

Automatismo y Cuadros Eléctricos (José Roldan Viloria).

Reglamento de Baja Tensión de UTE.

Manual de producto PLC LOGO Siemens.

Manual del producto PLC S7 Siemens.

Manual del software de programación del PLC STEP 7 Y MICRO-LOGIX RS.

Automatismos industriales. Juan Carlos Martín, Maria Pilar Garcia.

M.A. Pérez García et alter. (2004 1ra edición). "Instrumentación Electrónica".

Thomson-Paraninfo, ISBN 84-9732-166-9.

Ramón Pallás Areny. (1998 3ra edición). "Sensores y acondicionadores de señal".

Marcombo, 1998, ISBN 84-267-1171-5.

Antonio Creus, "Instrumentación Industrial". (2005 7ma edición). Marcombo, ISBN 84-267- 1361-0.

Héctor P. Polenta. (2002 1ra edición) "Instrumentación de procesos industriales".

Online- Engineers, ISBN 950-43-5762-8.

Normas de Instalaciones de UTE.

Normas internacionales de IEC.

		PROGRAMA			
		Código en SIPE	Descripción en SIPE		
TIPO DE CURSO		063	Ingeniero Tecnológico		
PLAN		2020			
ORIENTACIÓN		344	Electrotecnia		
MODALIDAD		-----	-----		
AÑO		-----	-----		
TRAYECTO		-----	-----		
SEMESTRE/ MÓDULO		4	Cuarto		
ÁREA DE ASIGNATURA		149	EST Administración Aplicada		
ASIGNATURA		28950	Metodología de Gestión		
CRÉDITOS EDUCATIVOS		5			
DURACIÓN DEL CURSO		Horas totales: 48	Horas semanales: 3		Cantidad de semanas: 16
Fecha de Presentación:	Nº Resolución del CETP	Exp. Nº 2019-25-4-009393	Res. Nº 3234/19	Acta Nº 222	Fecha 19/11/19

### OBJETIVO DE LA ASIGNATURA

El objetivo central de la asignatura es Introducir a los estudiantes en los conceptos relativos a la gestión de proyectos, así como también en herramientas y metodologías específicas en los procesos de formulación, ejecución y monitoreo de programas y proyectos.

### PROGRAMA SINTÉTICO

Tema 1: Fundamentos de la gestión de proyectos.

Tema 2: Gestión del alcance del proyecto.

Tema 3: Cronograma del proyecto.

Tema 4: Presupuesto del proyecto.



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

Tema 5: Gestión de la calidad, los RRHH y las comunicaciones del proyecto.

Tema 6: Gestión de los riesgos del proyecto.

## PROGRAMA ANÁLITICO

### TEMA 1

1. Fundamentos de la gestión de proyectos.
  - 1.1. Valor de la gestión profesional de proyectos.
  - 1.2. Fundamentos de la gestión de proyectos.
  - 1.3. Viabilidad de un proyecto.
  - 1.4. Ciclos de vida en la gestión de proyectos.
  - 1.5. Procesos, técnicas y herramientas para la gestión de los proyectos.

### TEMA 2

2. Gestión del alcance del proyecto.
  - 2.1 Recopilación y documentación de los requisitos para un proyecto.
  - 2.2. Definición de alcance de proyecto.
  - 2.3. Estructura de desglose de trabajo.
  - 2.4. Acuerdo de entregables del proyecto con clientes y patrocinadores.

### TEMA 3

3. Cronograma del proyecto.
  - 3.1. Actividades y procesos para definir entregables.
  - 3.2. Diagrama de red.
  - 3.3. Recursos y duración de actividades.
  - 3.4. Cronograma.

### TEMA 4

4. Presupuesto del proyecto.
  - 4.1. Estimación de costos de las actividades del proyecto.
  - 4.2. Presupuesto.

4.3. Control de costos.

## TEMA 5

5. Gestión de la calidad, los RRHH y las comunicaciones del proyecto.

5.1. Plan de gestión de la calidad, plan de mejora de procesos.

5.2. Liderazgo de equipos de trabajo.

5.3. Identificación de colaboradores y conformación de equipos.

5.4. Plan de comunicación.

## TEMA 6

6. Gestión de los riesgos del proyecto.

6.1. Riesgos en el proyecto.

6.2. Registros de riesgos.

6.3. Estrategias para responder a los eventos de riesgos.

## METODOLOGÍA

Metodología de Gestión, asignatura perteneciente al 4to nivel de la Carrera de Ingeniero Tecnológico en Electrotecnia, de carácter semestral, presenta un enfoque orientado a metodología para la formulación, ejecución y evaluación de diversos tipos de proyectos, con énfasis en la calidad de sus procesos y productos.

La asignatura Metodología de Gestión, es un curso teórico que cuenta con seis temas a desarrollar.

El desarrollo de los temas es realizado por parte del docente responsable de la asignatura, se expondrán los contenidos de cada unidad didáctica por medio de presentaciones y explicaciones, junto con indicaciones sobre fuentes de información y bibliografía.

Se promueve la participación activa del estudiante con actividades de debate, discusión de casos, preguntas y exposiciones.



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

El estudiante dispondrá previamente de materiales didácticos, que incluirán objetivos, guiones, cronograma y recursos.

Los materiales electrónicos, presentaciones, teóricos y ejercicios, estarán estar previamente cargados en la plataforma CV.

#### Desarrollo de la asignatura:

Horas de clase teóricas: 25 horas

Horas de clase prácticas: 15 horas

Horas de consulta: 4 horas

Horas de evaluación: 4 horas

Total de horas presenciales: 48 horas

Horas de dedicación del estudiante: 48 horas

#### EVALUACIÓN

Esta es una asignatura con derecho a exoneración según lo establecido en el reglamento de evaluación y titulación de educación superior terciaria que se halle vigente, así como sus anexos.

Se sugieren 2 instancias de evaluación o parciales. El primero luego de finalizado el segundo mes del semestre y el último al finalizar éste. A partir de las calificaciones de dichos parciales y de su actuación, el estudiante obtendrá la calificación final del semestre.

#### BIBLIOGRAFÍA

Project Planning, scheduling and control James P. Lewis, Mc Graw Hill, 1995  
ISBN 1-55738-869-5.

A Guide to the Project Management Body of Knowledge, William R. Duncan,  
1996, Project Management Inst Pubns; ISBN: 1880410133[1].

		PROGRAMA			
		Código en SIPE	Descripción en SIPE		
TIPO DE CURSO		063	Ingeniero Tecnológico		
PLAN		2020			
ORIENTACIÓN		344	Electrotecnia		
MODALIDAD		-----	-----		
AÑO		-----	-----		
TRAYECTO		-----	-----		
SEMESTRE/ MÓDULO		4	Cuarto		
ÁREA DE ASIGNATURA		80000	IYBT		
ASIGNATURA		30120	Proyecto Instalaciones Eléctricas		
DURACIÓN DEL CURSO		Horas totales: 96	Horas semanales: 6	Cantidad de semanas: 16	
Fecha de Presentación: 10/10/19	Nº Resolución del CETP	Exp. Nº 2019-25-4-009393	Res. Nº 3234/19	Acta Nº 222	Fecha 19/11/19

### OBJETIVO DE LA ASIGNATURA

El proyecto de instalaciones eléctricas se realiza como abordaje práctico, en función a los conocimientos y técnicas adquiridas en las asignaturas previas de Instalaciones Eléctricas I (2ºSEMESTRE) e Instalaciones Eléctricas II (3ºSEMESTRE), así como en los respectivos laboratorios.

El futuro técnico será capaz de diseñar un proyecto eléctrico en baja tensión, de porte industrial y sin límites de potencia, donde además demostrará conocimientos adecuados para la participación en el diseño de un local de subestación de transformación MT/BT, así como su gestión de obra.

### PROGRAMA SINTÉTICO

Tema 1: Nociones de presupuestación de obra.

Serán además de aplicación todos los contenidos desarrollados en las asignaturas: Instalaciones Eléctricas I y II, Laboratorios I al III y Representación Técnica y Diseño Asistido.

## PROGRAMA ANÁLITICO

### TEMA 1 [24 hs]

#### 1. Nociones de presupuestación y gestión de obra.

##### 1.1. Análisis y diseño.

##### 1.1.1. El relevamiento.

##### 1.1.2. El anteproyecto.

##### 1.1.3. El proyecto ejecutivo.

##### 1.1.4. La memoria descriptiva.

#### 1.2. Mano de obra.

##### 1.2.1. La hora-hombre como unidad básica.

##### 1.2.2. Categorías de trabajadores de la construcción.

##### 1.2.3. Laudos vigentes.

##### 1.2.4. Tipos de horas en la construcción.

#### 1.3. Materiales.

##### 1.3.1. Listado de materiales.

##### 1.3.2. Unidades constructivas.

##### 1.3.3. Solicitudes a proveedores.

#### 1.4. Gestión de los costos.

##### 1.4.1. Rubrado.

##### 1.4.2. Imprevistos.

##### 1.4.3. Ajustes paramétricos.

##### 1.4.4. Ejercicios prácticos de aplicación.

#### 1.5. La gestión de obra.

- 1.5.1. El cronograma.
- 1.5.2. Las visitas de obra.
- 1.5.3. Los avances y replanteos.
- 1.5.4. La recepción de obra (parcial y definitiva).

## TEMA 2 [12 hs]

### 2. Gestión de obra en subestaciones MT/BT.

#### 2.1. Introducción al diseño y ejecución de subestaciones de transformación.

##### 2.1.1. Planos normalizados.

##### 2.1.2. Los ensayos previos al diseño.

##### 2.1.3. Ejecución de la malla de puesta a tierra según proyecto.

##### 2.1.4. Visitas y avances de obra.

##### 2.1.5. Los ensayos posteriores a la ejecución.

##### 2.1.6. Documentación requerida por proveedor de energía.

COMENTARIOS TEMA 2: Se sugiere el abordaje de clases prácticas donde se realicen ensayos de resistividad de terreno por método de Wenner, ensayo de resistencia de puesta a tierra de tipo malla y ensayos de tensión de paso y contacto. Serán además de aplicación todos los contenidos desarrollados en las asignaturas: Instalaciones Eléctricas I y II, Laboratorios I al III y Representación Técnica y Diseño Asistido.

## METODOLOGÍA

Proyecto de Instalaciones Eléctricas, asignatura perteneciente al 4to nivel de la Carrera de Ingeniero Tecnológico en Electrotecnia, de carácter semestral, presenta un enfoque orientado principalmente a instalaciones de Baja Tensión, presentando criterios de diseño, equipos y materiales utilizados en instalaciones de porte

industrial o comercial (grandes superficies o complejos).

Tratará la elaboración de un proyecto completo de potencia en Baja Tensión por parte de los estudiantes, donde además se demuestren conocimientos adecuados para la participación en el diseño de un local de subestación de transformación MT/BT.

### Desarrollo metodológico

Al inicio del semestre se iniciará con dictado de clases sobre conceptos referentes a presupuestación y gestión de obra. Finalmente se realizará una exposición de los proyectos a ejecutar.

A partir de una formulación inicial, se definirán grupos de trabajo que deban elaborar un documento llamado Propuesta de Proyecto, donde se especifique el proyecto, definiendo además, los objetivos, el alcance del mismo y un cronograma de trabajo a implementar.

Teniendo en cuenta la actividad integradora de la asignatura, el temario para el Proyecto deberá abarcar todos los contenidos del programa analítico de la presente asignatura, más alguno de los contenidos desarrollados en las asignaturas: Instalaciones Eléctricas I y II, Laboratorio I, Laboratorio II, Laboratorio III y Representación Técnica y Diseño Asistido.

Se definen dos instancias del proyecto, llamadas: Entrega 1 y Entrega 2, para las cuales se determinará fechas, las cuales serán de carácter obligatorio y cuyo contenido será particular para cada Proyecto.

Se define una última entrega o Entrega de Proyecto, donde se entregará el documento final, así como una posterior defensa del mismo.

NOTA: El documento deberá cumplir con las metas establecidas durante la

planificación del proyecto, en Propuesta de Proyecto.

El curso contiene clases de asistencia obligatoria.

Las bases de Proyecto serán elaboradas por los docentes de la asignatura en coordinación con otros docentes del área (sala docente o conjunto de coordinadores).

### Consideraciones

Para cumplir con los objetivos precedentes, se deberá llevar a cabo un Proyecto considerando:

- 1) Que los objetivos deben ser claros, precisos y concretos.
- 2) Que el alcance debe ser claro y preciso.
- 3) La factibilidad de su realización con materiales más utilizados en plaza.
- 4) Los problemas y necesidades que deriven de la propuesta presentada se deben ser de aplicación real en el área ingeniería eléctrica en nuestro medio.
- 5) Los fines pueden ser de orden de Aplicación, de Actualización de Tecnología, de Investigación, de Demostración o de Orientación Pedagógica.

### Documentación

La documentación y cálculos justificativos deberá contar con una portada donde se indiquen claramente el título, los autores y la revisión actual del documento y anexo con planos eléctricos efectuados y otros. Es muy frecuente que el docente solicite correcciones o agregados a la documentación del proyecto, por este motivo es necesario contar con una página dentro del documento que hace de referencia al docente de los cambios solicitados y agregados por el grupo de trabajo.

La documentación deberá ser entregada en forma impresa (en dos vías) y en formato digital. La segunda vía de la entrega impresa quedará archivada para uso

en modo de consulta en la escuela o instituto.

Vía impresa: El grupo de trabajo siempre deberá presentarse al examen junto al documento impreso.

Proyecto digital: Será subido electrónicamente al sitio del curso en la en la plataforma CV. Se utilizará para la preparación del examen.

Los criterios para la documentación y confección de documentación serán especificados en las Bases del Proyecto a realizar.

#### Exposición de contenidos (programa analítico)

La tutoría del proyecto es realizada por parte del docentes responsables de la asignatura (horas de consulta).

Se expondrán además al inicio del curso los contenidos de cada unidad didáctica por medio de presentaciones y explicaciones (horas de clase teóricas), junto con indicaciones sobre fuentes de información y bibliografía. Se promueve la participación activa del estudiante con actividades de debate, discusión de casos, preguntas y exposiciones.

El estudiante dispondrá previamente de materiales didácticos, que incluirán objetivos, guiones, cronograma y recursos. Los materiales electrónicos, presentaciones, teóricos y ejercicios, estarán previamente cargados en la plataforma CV.

#### Desarrollo de la asignatura:

Horas de clase teóricas: 36 horas

Horas de clase práctico: 18 horas

Horas de consulta: 20 horas

Horas de evaluación: 18 horas

Total de horas presenciales: 96 horas

Horas de dedicación del estudiante: 96 horas

### METODOLOGÍA - Anexo - Sugerencia de Bases y Alcances

El trabajo se realizará en base a consigna elaborada por el docente en coordinación con otros docentes del área (sala docente o conjunto de coordinadores). Se deja aquí un anexo a modo de sugerencia para la elaboración de bases y delineado de alcances.

Se partirá de planos en planta, sobre un caso real, de porte industrial o comercial para una carga mayor a 300 KW.

El Proyecto completo de potencia será en baja tensión, donde además se demuestren conocimientos adecuados para una participación en el diseño de un local de subestación de transformación MT/BT.

Cada proyecto se realizará en grupos de 2 o 3 estudiantes.

Se llevará a la práctica aplicando:

- Una herramienta de dibujo CAD a los efectos de la representación técnica.
- Planillado electrónico (Calc, Excel, etc) a los efectos de los cálculos eléctricos.
- Software de cálculo luminotécnico para los cálculos de luminotecnia (DIALUX u otro reconocido por el mercado).

El proyecto deberá incluir:

- Tipos de suministros de energía eléctrica.
- Cargas eléctricas y estimación de la demanda .
- Cálculos luminotécnicos (mediante software).
- Elección del circuito unifilar adecuado al tipo de actividad.
- Calculo, elección y verificación de cables, barras y protecciones eléctricas.

- Planteo de todas las necesidades eléctricas. (tomacorrientes, máquinas y motores, etc.).
- Diseño de la red eléctrica en baja tensión (tableros, líneas y circuitos).
- Instalaciones de emergencia (alimentación de bomba de incendio, iluminación de emergencia y sistemas de detección/alarma).
- Cálculo y estimación de niveles de corrientes de cortocircuito, protección contra sobrecorrientes.
- Comando y protección de motores.
- Corrección de potencia reactiva.
- Diseño y cálculos de canalizaciones eléctricas.
- Diseño y cálculos completos del sistema puesta a tierra (será obligatoria la implementación y cálculo de una malla de tierra).
- Sistemas de protección contra descargas atmosféricas (incluirá evaluación de riesgo y diseño por método de las esferas rodantes).
- Lineamientos y requisitos generales para la ejecución instalaciones de datos:
  - \* Datos y telefonía para puestos de trabajo.
  - \* CCTV.
  - \* Alarma de intrusos.
  - \* Alarma de Incendios.

El estudiante deberá presentar al profesor una serie de implementos incluyendo:

- Memoria descriptiva particular eléctrica.
- Memoria de cálculo (tableros, cableado, puesta a tierra, canalizaciones, iluminación, etc).
- Conjunto de planos, diagramas y tablas:

- \* Plano general tableros y PAT.
- \* Plano de puesto de enlace.
- \* Fuerza motriz.
- \* Iluminación.
- \* Diagrama unifilar.
- \* Planilla de derivaciones de cada tablero eléctrico (planillado electrónico).
- Catálogos y elección de materiales eléctricos.
- Presupuesto elaborado.
- Planificación y cronograma de trabajo tentativo.

Podrán ser de aplicación los siguientes implementos de diseño:

- Elección y diseño de sistema de grupo electrógeno.
- Proyecto completo para local de subestación.
- Sistemas ininterrumpidos (SAI).

## EVALUACIÓN

Esta es una asignatura con derecho a exoneración según lo establecido en el reglamento de evaluación y titulación de educación superior terciaria que se halle vigente, así como sus anexos.

Se sugiere clases teórico-prácticas de asistencia libre con los siguientes procedimientos de evaluación:

- 1) Entregas del proyecto según las consideraciones descritas en el punto anterior.
- 2) Presentación y defensa del proyecto realizado (defensa).

En caso de conformidad con las Entregas 1 y 2, así como con el Proyecto terminado y la Defensa al finalizar el semestre de la asignatura, el tutor del proyecto (docente) dará su aprobación de la asignatura. Se informará al grupo de



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

estudiantes con 20 días de antelación la fecha de la Defensa y el tribunal propuesto a fin de generar una mesa de evaluación.

En caso de no aprobación, los estudiantes rendirán examen que incluirá entrega del Proyecto y Defensa oral de mismo, el cual deberá cubrir los temas de la asignatura y cumplir con el enfoque metodológico propuesto.

### BIBLIOGRAFÍA

Toda la bibliografía y normas de referencia existentes en los programas de las asignaturas Instalaciones Eléctricas I y II, Laboratorios I al III y Representación Técnica y Diseño Asistido, más las que sean de aplicación.

	PROGRAMA			
	Código en SIPE	Descripción en SIPE		
TIPO DE CURSO	063	Ingeniero Tecnológico		
PLAN	2020			
ORIENTACIÓN	344	Electrotecnia		
MODALIDAD	-----	-----		
AÑO	-----	-----		
TRAYECTO	-----	-----		
SEMESTRE/ MÓDULO	5	Quinto		
ÁREA DE ASIGNATURA	80140	ETRO		
ASIGNATURA	25450	Introducción a la Teoría de Control		
CRÉDITOS EDUCATIVOS	8			
DURACIÓN DEL CURSO	Horas totales: 80	Horas semanales: 5	Cantidad de semanas: 16	
Fecha de Presentación: 10/10/19	Nº Resolución del CETP	Exp. Nº 2019-25-4-009393	Res. Nº 3234/19 Acta Nº 222	Fecha 19/11/19

## OBJETIVO DE LA ASIGNATURA

El objetivo central de la asignatura es introducir al estudiante en el desarrollo de las competencias necesarias para la representación y obtención de modelos de sistemas físicos, el estudio de la respuesta dinámica y la estabilidad de éstos, así como los diferentes métodos de análisis y proyecto de sistemas de control.

La asignatura ofrece herramientas elementales para realizar el análisis y respuesta de sistemas de control.

## PROGRAMA SINTÉTICO

Tema 1: Introducción y Herramientas Básicas de Análisis.

Tema 2: Modelado matemáticos de sistemas físicos.

Tema 3: Sistemas de Lazo Cerrado.

Tema 4: Estado del Sistema frente al tiempo.

Tema 5: Respuesta Transitoria.

## PROGRAMA ANÁLITICO

### TEMA 1

1. Introducción y Herramientas Básicas de Análisis.

1.1. Introducción Historia y ejemplos de sistemas de control.

1.2. Control de lazo abierto y de lazo cerrado. Glosario de Términos.

1.3. Señales de Prueba en Laboratorio, delta de Dirac, escalón unitario, rampa unitaria, parábola unitaria. Uso de tabla de pares de Transformadas de Laplace.

1.4. Función de Transferencia. Ganancia de lazo Abierto y Lazo Cerrado. Ecuación característica.

1.5. Diagramas de bloque. Diagramas de flujo. Equivalencias.

1.6. Simplificación de diagramas. Regla de Mason.

### TEMA 2

2. Modelado matemáticos de sistemas físicos.



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

- 2.1. Utilidad de modelado matemático de sistemas físicos.
- 2.2. Sistemas Eléctricos. Resistencia, Capacitor, Inductancia, Fuente de Corriente y Tensión, Amplificador Operacional. Corriente y Voltaje.
- 2.3. Sistemas Mecánicos Lineales o Traslacionales. Amortiguador, Masa, Resorte. Fuerza, Desplazamiento, Velocidad, Aceleración y Fuerza de Rozamiento.
- 2.4. Sistemas Mecánicos Rotacionales. Amortiguador rotativo, Resorte rotativo, Masa inercial, Tren de engranajes,
- 2.5. Conversor de movimiento Rotativo en Lineal y Viceversa. Tornillo Sinfin, Cremallera, Eje-Biela-Piston.
- 2.6. Equivalencia entre sistemas Electricos y Mecanicos.
- 2.7. Sistemas Electromecánicos. Servomotor de CC controlado por inducido. Electroimán. Freno Electromagnético.
- 2.8. Sistemas de nivel. Sistema térmico.

### TEMA 3

#### 3. Sistemas de Lazo Cerrado

- 3.1. Componentes del sistema de lazo cerrado. Señal de Referencia, Sumador o Detector de Errores, Señal de Error, Acción de Control, Señal de Control, Driver, Planta, Sensor, Señal de Retroalimentación.
- 3.2. Acciones básicas de Control. Respuesta Característica a señales de laboratorio.
  - 3.2.1. Acción de Control ON-OFF.
  - 3.2.2. Acción de Control Proporcional (P).
  - 3.2.3. Acción de Control Integrativo (I).
  - 3.2.4. Acción de Control Proporcional e Integrativo (PI).
  - 3.2.5. Acción de Control Proporcional y Derivativo (PD)
  - 3.2.6. Acción de Control Proporcional, Integrativo y Derivativo (PID).

3.3. Influencia del sensor en sistemas retroalimentado.

3.3.1. Sensor proporcional a la posición.

3.3.2. Sensor proporcional a la velocidad.

3.3.3. Sensor proporcional a la aceleración.

#### TEMA 4

4. Estado del Sistema frente al tiempo.

4.1. Respuesta en función del tiempo. Respuesta transitoria y estado estacionario.

4.2. Estado Estacionario del sistema.

4.3. Error en estado estacionario. Tipos de sistemas.

#### TEMA 5

5. Respuesta Transitoria

5.1. Análisis de la respuesta transitoria. Sistemas de primer y segundo orden.

5.2. Parámetros de respuesta transitoria.

5.3. Influencia de las Acciones de Control en la Respuesta Transitoria.

5.4. Criterio de estabilidad de Routh Hurwitz.

#### METODOLOGÍA

Introducción a la Teoría de Control, asignatura perteneciente al 5to nivel de la Carrera de Ingeniero Tecnológico en Electrotecnia, de carácter semestral, presenta un enfoque orientado a proporcionar conocimientos necesarios para analizar, sintonizar y controlar sistemas dinámicos invariantes en el tiempo, así como también al desarrollo de las habilidades matemáticas para el modelado de sistemas físicos.

La asignatura Introducción a la Teoría de Control, es un curso teórico que cuenta con cinco temas a desarrollar.

El desarrollo de los temas es realizado por parte del docente responsable de la



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

386

asignatura, se expondrán los contenidos de cada unidad didáctica por medio de presentaciones y explicaciones, los conceptos se reafirmaron mediante ejercicios de aplicación, todo se desarrollara junto con indicaciones sobre fuentes de información y bibliografía.

Se promueve la participación activa del estudiante con actividades de debate, discusión de casos, preguntas y exposiciones.

El estudiante dispondrá previamente de materiales didácticos, que incluirán objetivos, guiones, cronograma y recursos.

Los materiales electrónicos, presentaciones, teóricos y ejercicios, estarán estar previamente cargados en la plataforma CV.

#### Desarrollo de la asignatura:

Horas de clase teóricas: 32 horas

Horas de clase práctico: 24 horas

Horas de consulta: 16 horas

Horas de evaluación: 8 horas

Total de horas presenciales: 80 horas

Horas de dedicación del estudiante: 80 horas

#### EVALUACIÓN

Esta es una asignatura con derecho a exoneración según lo establecido en el reglamento de evaluación y titulación de educación superior terciaria que se halle vigente, así como sus anexos.

Se sugiere para efectuar la evaluación de los estudiantes realizar dos parciales.

Especialmente se sugiere que para la implementación del Tema 1 y Tema 2 la evaluación se realice a través de repartidos de ejercicios que serán complementarios y de ejecución por fuera del Aula.

## BIBLIOGRAFÍA

“Ingeniería de Control Moderna” Katsuhiko Ogata , Edit. Prentice Hall, 2010.

“Ingeniería de Control” W. Bolton, Edit. AlfaOmega, 2001.

“Introducción a los Sistemas de Control” Ricardo Hernández, Edit. Prentice Hall, 2010.

“Mecatrónica” W. Bolton, Edit. AlfaOmega, 2001

“Sistemas de Control Automatico” Benjamin Kuo, Edit. Prentice Hall, 1996.

“Sistemas de Control para Ingeniería” Norman S. Nise, Edit Continental, 2006.

		PROGRAMA			
		Código en SIPE	Descripción en SIPE		
TIPO DE CURSO		063	Ingeniero Tecnológico		
PLAN		2020			
ORIENTACIÓN		344	Electrotecnia		
MODALIDAD		-----	-----		
AÑO		-----	-----		
TRAYECTO		-----	-----		
SEMESTRE/ MÓDULO		5	Quinto		
ÁREA DE ASIGNATURA		80010	MAQ		
ASIGNATURA		26561	Maquinas Eléctricas I		
CRÉDITOS EDUCATIVOS		9			
DURACIÓN DEL CURSO		Horas totales: 96	Horas semanales: 6		Cantidad de semanas: 16
Fecha de Presentación: 10/10/19	Nº Resolución del CERP	Exp. Nº 2019-25-4-009393	Res. Nº 3234/19	Acta Nº 222	Fecha 19/11/19

## OBJETIVO DE LA ASIGNATURA

El objetivo central de la asignatura es impartir al estudiante conocimientos básicos

sobre el comportamiento y las características de los materiales y circuitos magnéticos. Impartir conocimientos para la operación y selección de: transformadores de potencia monofásicos y trifásicos, máquinas eléctricas de corriente continua, máquinas asíncronas y síncronas.

Se analiza el procedimiento de conversión de la energía (eléctrica-mecánica). Se detalla los modelos clásicos de representación circuital de las máquinas con énfasis especial en el comportamiento operativo sin anomalías de las mismas excitadas por fuentes equilibradas. Se detallan los aspectos constructivos de las máquinas eléctricas. Al finalizar el curso, el estudiante deberá poder determinar el régimen operativo normal de las máquinas tratadas, así como las condiciones impuestas por los arranques, deberá además poder seleccionar las condiciones nominales a exigir para una aplicación dada de la máquina eléctrica que se considera.

### PROGRAMA SINTÉTICO

Tema 1: Circuitos y materiales magnéticos.

Tema 2: Principio de la conversión electromecánica de energía.

Tema 3: Transformadores.

Tema 4: Recepción, instalación y mantenimiento de Transformadores.

Tema 5: Máquinas de Corriente Continua.

Tema 6: Campo magnético en el entrehierro y fem inducida. Campo magnético giratorio.

Tema 7: Máquinas Asíncronas.

Tema 8: Máquinas Síncronas.

Tema 9: Motores especiales.

Tema 10: Calentamiento de Máquinas Eléctricas.

## PROGRAMA ANALÍTICO

### TEMA 1

1. Circuitos y materiales magnéticos.
  - 1.1. Magnitudes y Leyes básicas de los campos magnéticos.
  - 1.2. Ley de Hopkinson.
  - 1.3. Materiales magnéticos, permeabilidad magnética, ciclo de histéresis y curva de magnetización.
  - 1.4. Energía almacenada en circuitos magnéticos. Fuerza magnética. Imanes permanentes.
  - 1.5. Pérdidas en el hierro, histéresis, Foucault.
  - 1.6. Concepto de constantes distribuidas.
  - 1.7. Modelado de circuitos magnéticos. Comportamiento de entrehierros.

### TEMA 2

2. Principio de la conversión electromecánica de energía.
  - 2.1. Circuito magnético con un único bobinado eléctrico de excitación.
  - 2.2. Fuerza y par, principio de la conversión electromecánica.
  - 2.3. Circuito magnético con más de un circuito eléctrico de excitación.
  - 2.4. Fuerza y par en circuitos magnéticos con dos circuitos de excitación. Hfhf
  - 2.5. Par y fuerza en circuitos magnéticos no lineales.

### TEMA 3

3. Transformadores.
  - 3.1. Transformador Ideal.
  - 3.2. Transformador monofásico real de Potencia, principio de funcionamiento.
  - 3.3. Circuito Equivalente. Valores Nominales. Ensayos.
  - 3.4. Transformadores trifásicos. Circuito equivalente para excitación perfecta.



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

Ensayos.

3.5. Pérdidas y rendimiento. Expresión por unidad.

3.6. Funcionamiento en Paralelo.

3.7. Transformadores de medida y aplicaciones.

3.8. Comportamientos vinculados a la no idealidad de la curva de magnetización: Distorsión armónica de la corriente de magnetización; Tercera armónica en la operación de los transformadores trifásicos; Corriente de energización de los transformadores.

3.9. Dimensionados dieléctricos; Ensayos dieléctricos; Materiales aislantes; Respuesta al impulso; Campo eléctrico.

3.10. Dimensionado térmico; Núcleo; Bobinados; Sistema de refrigeración.

3.11. Aspectos constructivos básicos, accesorios y protecciones propias.

TEMA 4

4. Recepción, instalación y mantenimiento de Transformadores.

4.1. Normas Internacionales y Nacionales.

4.2. Ensayos de tipo.

4.3. Ensayos de rutina.

4.4. Ensayos especiales.

4.5. Calificación de fabricantes.

4.6. Montaje en sitio de transformadores incluyendo tratamiento de aceite y pruebas eléctricas de puesta en marcha.

4.7. Mantenimiento preventivo del transformador a través del seguimiento del aceite aislante.

4.8. Mantenimiento preventivo del transformador a través de ensayos eléctricos.

TEMA 5

5. Máquinas de Corriente Continua. Transformador de tensión.

- 
- 5.1. Principio de funcionamiento.
  - 5.2. Campos magnéticos en el entrehierro. FEM inducida.
  - 5.3. Reacción magnética del inducido.
  - 5.4. Nociones constructivas.
  - 5.5. Deducción del par como convertidor ideal.
  - 5.6. Rendimiento.
  - 5.7. Características operativas de la máquina con excitación independiente, shunt y serie.
  - 5.8. Arranque de un motor y cebado de un generador.

#### TEMA 6

6. Campo magnético en el entrehierro y fem inducida.
  - 6.1. Campo magnético en una máquina ideal.
  - 6.2. FMM creada por una espira simple de paso diametral. Onda de la FMM del campo en el entrehierro, sinusoidal pura; bobinado eléctrico equivalente ideal.
  - 6.3. Campos magnéticos giratorios. Teorema de Leblanc.
  - 6.4. Campo magnético en el entrehierro creado por la acción conjunta de los bobinados de estator y rotor para una máquina eléctrica ideal.
  - 6.5. Expresión general de la fem inducida en una máquina eléctrica.

#### TEMA 7

7. Máquinas asíncronas.
  - 7.1. Constitución de las máquinas asíncronas.
  - 7.2. Principio de funcionamiento.
  - 7.3. Circuito equivalente real. Circuito equivalente aproximado. Determinación experimental.
  - 7.4. Balance de potencia.

## 7.5. Curva par-velocidad.

### TEMA 8

#### 8. Máquinas sincrónicas.

8.1. Descripción física de la máquina síncrona (MS). MS de rotor cilíndrico.

8.2. Sistemas de excitación.

8.3. Principio de funcionamiento de un alternador.

8.4. Ensayos de vacío y cortocircuito. Reactancia síncrona lineal.

8.5. Diagrama fasorial de un alternador. Regulación de tensión.

8.6. Análisis lineal de la máquina síncrona: el circuito equivalente.

### TEMA 9

#### 9. Máquinas especiales.

9.1. Motor de reluctancia.

9.2. Motor de histéresis.

9.3. Motor universal.

9.4. Motor sin escobillas (Brushless).

### METODOLOGÍA

Máquinas Eléctricas I, asignatura perteneciente al 5to nivel de la Carrera de Ingeniero Tecnológico en Electrotecnia, de carácter semestral, presenta un enfoque orientado al conocimientos generales de las máquinas eléctricas que se encuentran presente en la industria, haciendo especial foco en el principio de funcionamiento, aspecto constructivos y aplicaciones de las mismas.

La asignatura Maquinas Eléctricas I, es un curso teórico que cuenta con nueve temas a desarrollar.

El desarrollo de los temas será realizado por parte del docente responsable de la asignatura, se expondrán los contenidos de cada unidad didáctica por medio de

presentaciones y explicaciones, junto con indicaciones sobre fuentes de información y bibliografía.

Se promoverá la participación activa del estudiante con actividades de debate, discusión de casos, preguntas y exposiciones. El estudiante dispondrá previamente de materiales didácticos, que incluirán objetivos, guiones, cronograma y recursos. Los materiales electrónicos, presentaciones, teóricos y ejercicios, estarán estar previamente cargados en la plataforma CV.

#### Desarrollo de la asignatura:

Horas de clase teóricas: 60 horas

Horas de clase práctico: 28 horas

Horas de consulta: 4 horas

Horas de evaluación: 4 horas

Total de horas presenciales: 96 horas

Horas de dedicación del estudiante: 96 horas

#### EVALUACIÓN

Esta es una asignatura con derecho a exoneración según lo establecido en el reglamento de evaluación y titulación de educación superior terciaria que se halle vigente, así como sus anexos.

Se sugieren 2 instancias de evaluación o parciales. El primero luego de finalizado el segundo mes del semestre y el último al finalizar éste. A partir de las calificaciones de dichos parciales y de su actuación, el estudiante obtendrá la calificación final del semestre.

#### BIBLIOGRAFÍA

Máquinas electromagnéticas y electromecánicas. Leander. W. MATSCH. Ediciones Alfaomega. ISBN 968-6062-90-4.

Máquinas de Corriente Alterna. Liwschitz-Garik-Whipple. CECSA. ISBN 968-26-



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

1031-1.

Máquinas Eléctricas. S. Chapman. Ed. McGraw Hill.

Circuitos magnéticos y Transformadores (consulta). Staff del MIT. Ed. Reverte.

ISBN

Máquinas Eléctricas. Jesús Fraile Mora. Ed. McGraw Hill.

		PROGRAMA			
		Código en SIPE	Descripción en SIPE		
TIPO DE CURSO		063	Ingeniero Tecnológico		
PLAN		2020			
ORIENTACIÓN		344	Electrotecnia		
MODALIDAD		-----	-----		
AÑO		-----	-----		
TRAYECTO		-----	-----		
SEMESTRE/ MÓDULO		5	Quinto		
ÁREA DE ASIGNATURA		80070	MTYATREDES		
ASIGNATURA		35451	Redes Eléctricas de Potencia I		
CRÉDITOS EDUCATIVOS		9			
DURACIÓN DEL CURSO		Horas totales: 96	Horas semanales: 6	Cantidad de semanas: 16	
Fecha de Presentación:	Nº Resolución del CETP	Exp. Nº 2019-25-4-009393	Res. Nº 3234/19	Acta Nº 222	Fecha 19/11/19

### OBJETIVO DE LA ASIGNATURA

En esta asignatura se abordan los conocimientos fundamentales de Sistemas Eléctricos de Potencia (SEP) en redes trifásicas de corriente alterna. Se trabajará sobre fundamentos de la distribución de energía eléctrica, métodos de cálculo de transferencia de potencia en funcionamiento normal. Los temas referentes a

componentes simétricas, y cálculos de fallas asimétricas son tratados en la asignatura Circuitos de Protección y Medida.

### PROGRAMA SINTÉTICO

Tema 1: Introducción. Conceptos básicos.

Tema 2: Componentes de los SEP (Sistemas Eléctricos de Potencia).

Tema 3: Abordaje tecnológico de las líneas aéreas.

Tema 4: Impedancia serie en líneas de transmisión.

Tema 5: Admitancia en derivación en líneas de transmisión.

Tema 6: Cuadripolos de potencia.

Tema 7: Características y desempeño de las líneas de transmisión.

Tema 8: Diseño físico, topologías y operación de una red de potencia.

Tema 9: Diseño de una línea y cálculos mecánicos.

Tema 10: Cables subterráneos.

### PROGRAMA ANÁLITICO

TEMA 1 [12 hs]

1. Introducción. Conceptos básicos.

1.1. Introducción.

1.1.1. Topología de una red de potencia desde generación hasta receptor.

1.1.2. Transmisión, Subtransmisión, Distribución Primaria, Distribución Secundaria.

1.1.3. Estudio y reconocimiento del sistema de transmisión y distribución nacional.

1.2. Conceptos básicos.

1.2.1. Notaciones, nomenclaturas y buenas prácticas recomendadas para el curso.

1.2.2. Potencia compleja.

1.2.3. Potencia trifásica.

1.2.4. Dirección del flujo de potencia. Convenciones.



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

1.2.5. Sistema por unidad.

1.2.6. Diagramas y representación de sistemas eléctricos de potencia.

1.2.7. Niveles de tensión normalizados.

TEMA 2 [9 hs]

2. Conceptos generales sobre componentes de los SEP.

2.1. Impedancias síncronas de los elementos de la red.

2.2. Transformador: Circuito equivalente y modelado.

2.2.1. Cambios de base de tensión y potencia.

2.2.2. Características y valores de partida.

2.3. Máquinas rotativas: circuito equivalente y modelado.

2.3.1. Cambios de base de tensión y potencia.

2.3.2. Características y valores de partida.

2.3.3. Conceptos generales sobre máquinas síncronas y modelado en SEP.

2.4. Modelado de una línea y de un cable.

2.5. Modelado de receptores.

COMENTARIOS TEMAS 1 y 2: Se trabaja en 6 hs de práctico con ejercicios sobre representación de SEP, cambios de base y ejercicios básicos de circuitos eléctricos en sistema por unidad.

TEMA 3 [3 hs]

3. Abordaje tecnológico de las líneas aéreas.

3.1. Partes constitutivas de una línea aérea

3.2. Líneas trifásicas de distribución

3.2.1. Línea aérea monofásica MRT y bifilar.

3.2.2. Líneas convencionales

3.2.3. Líneas de cable protegido

3.2.4. Líneas de tipo spacer

3.2.5. Configuraciones geométricas

3.3. Líneas de transmisión

3.3.1. Configuraciones geométricas

3.3.2. Conductores compuestos (spacer)

COMENTARIOS TEMA 3: El abordaje de este tema pretende acercar al estudiante al conocimiento de los principales tipos de líneas utilizadas para distribución y transmisión, desde una perspectiva meramente tecnológica. Será retomado y ampliado en profundidad en el Tema 9 de la presente asignatura.

TEMA 4 [9 hs]

4. Impedancia serie en líneas de transmisión.

4.1. Resistencia.

4.1.1. Modelado de la resistencia.

4.1.2. Variaciones por temperatura.

4.1.3. Efectos Kelvin y proximidad.

4.1.4. Otros efectos.

4.2. Inductancia.

4.2.1. Inductancia en línea monofásica.

4.2.2. Radio medio geométrico e inductancia media.

4.2.3. Inductancia en líneas trifásicas con espaciamiento equilátero, asimétrico y con conductores agrupados (spacer).

4.2.4. Valores tabulados y normalizados.

TEMA 5 [6 hs]

5. Admitancia en derivación en líneas de transmisión.

5.1. Capacitancia.

5.1.1. Capacitancia de línea monofásica de 2 conductores.

5.1.2. Capacitancia en líneas trifásicas con espaciamiento equilátero, asimétrico y



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

con conductores agrupados (spacer).

5.1.3. Efecto suelo.

5.2. Conductancia en derivación.

5.2.1. Naturaleza y análisis de los fenómenos asociados a la conductancia.

5.2.2. Estimaciones de cálculo para pérdidas y criterios de evaluación.

TEMA 6 [6 hs]

6. Cuadripolos de potencia.

6.1. El cuadripolo pasivo como herramienta de cálculo.

6.2. Álgebra de cuadripolos.

6.3. Modelos.

6.3.1.  $\pi$  nominal.

6.3.2. T nominal.

6.4. Flujo de potencia a través de un cuadripolo.

TEMA 7 [12 hs]

7. Características y desempeño de las líneas de transmisión.

7.1. La línea de transmisión corta.

7.2. La línea de longitud media.

7.2.1.  $\pi$  nominal.

7.2.2. T nominal.

7.3. La línea de transmisión larga.

7.3.1. Solución rigurosa (a partir de las ecuaciones diferenciales).

7.3.2. Evaluación de constantes.

7.3.3. Interpretación de las ecuaciones para líneas largas.

7.3.4. Ondas incidentes y reflejadas. Velocidad de propagación, línea infinita.

7.3.5. Impedancia de sobretensión y potencia natural (SIL).

7.3.6. Efectos asociados.

7.4. Circuitos equivalentes.

7.5. Flujo de potencia a través de una línea de transmisión.

7.6. Métodos de control de voltaje en líneas de transmisión.

COMENTARIOS TEMA 6: Este tema será retomado y ampliado en profundidad en la asignatura Redes Eléctricas de Potencia II, donde se encarará desde una perspectiva del transporte de energía y estabilidad. Se sugiere trabajar 6 hs de resolución de ejercicios prácticos sobre determinación de parámetros y cálculos de corriente, tensiones y flujo de potencia en líneas modeladas como cortas, medias y largas.

TEMA 8 [6 hs]

8. Diseño físico, topologías y operación de una red de potencia.

8.1. Concepto de campo.

8.2. Configuración de Subestaciones de Transmisión y Distribución.

8.3. Operación y mantenimiento.

8.4. Configuraciones habituales.

8.4.1. Radiales.

8.4.2. Anillos.

8.4.3. Mallas.

8.4.4. Otros.

8.5. Regímenes de explotación normal y de contingencia.

TEMA 9 [9 hs]

9. Diseño de una línea y cálculos mecánicos.

9.1. Bases para diseño de líneas.

9.1.1. Protección y coordinación de la aislación.

9.1.2. Dimensionado de la conducción AC.

9.1.3. Efectos relacionados con la tensión y corriente.



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

## 9.2. Estudio de componentes.

### 9.2.1. Estructuras. Tipos, clasificación.

### 9.2.2. Soportes. Tipos, clasificación.

### 9.2.3. Conductores. Tipos, clasificación.

### 9.2.4. Aisladores. Tipos, clasificación.

### 9.2.5. Morsetería. Tipos, clasificación.

## 9.3. Cálculos mecánicos

### 9.3.1. Del conductor

#### 9.3.1.1. Ecuación de la flecha.

#### 9.3.1.2. Longitud de un conductor por vano.

#### 9.3.1.3. Ecuación del cambio de condiciones.

#### 9.3.1.4. Vano crítico.

#### 9.3.1.5. Tablas de tendido.

#### 9.3.1.6. Formas de control de tensión y flecha.

### 9.3.2. Del soporte

#### 9.3.2.1. Dimensionado del cabezal.

#### 9.3.2.2. Elección y verificación del soporte.

### 9.3.3. Asistencia en el cálculo de fundaciones.

## TEMA 10 [6 hs]

## 10. Cables.

### 10.1. Abordaje tecnológico.

#### 10.1.1. Partes componentes de los cables.

#### 10.1.2. Clasificación.

##### 10.1.2.1. Cables para media y alta tensión.

##### 10.1.2.2. Cables de aislación seca y papel-aceite.

##### 10.1.2.3. Cables unipolares y tripolares.

#### 10.1.3. Formas de enterrado y marco normativo.

- 10.1.4. Terminales, empalmes, y transiciones.
- 10.1.5. Corriente admisible.
- 10.2. Parámetros de un cable.
  - 10.2.1. Esfuerzo eléctrico en un cable monoconductor.
  - 10.2.2. Capacitancia del cable.
  - 10.2.3. Nivelación de la capacitancia en cables.
  - 10.2.4. Inductancia del cable.
  - 10.2.5. Pérdidas dieléctricas y calentamiento.
- 10.3. Ensayos sobre cables subterráneos.

## METODOLOGÍA

Redes Eléctricas de Potencia I, asignatura perteneciente al 6to nivel de la Carrera de Ingeniero Tecnológico en Electrotecnia, de carácter semestral, presenta un enfoque orientado al estudio de las redes eléctricas de potencia en Alta Tensión y Media Tensión, brindando criterios teóricos y prácticos para su diseño.

La asignatura Redes Eléctricas de Potencia I, es un curso teórico que cuenta con diez temas a desarrollar.

El desarrollo de los temas es realizado por parte del docente responsable de la asignatura, se expondrán los contenidos de cada unidad didáctica por medio de presentaciones y explicaciones, los conceptos se reafirmaron mediante ejercicios de aplicación, todo se desarrollara junto con indicaciones sobre fuentes de información y bibliografía.

Se promueve la participación activa del estudiante con actividades de debate, discusión de casos, preguntas y exposiciones.

El estudiante dispondrá previamente de materiales didácticos, que incluirán objetivos, guiones, cronograma y recursos.

Los materiales electrónicos, presentaciones, teóricos y ejercicios, estarán estar previamente cargados en la plataforma CV.



### Desarrollo de la asignatura:

Horas de clase teóricas: 44 horas

Horas de clase práctico: 28 horas

Horas de consulta: 12 horas

Horas de evaluación: 12 horas

Total de horas presenciales: 96 horas

Horas de dedicación del estudiante: 96 horas

### EVALUACIÓN

Esta es una asignatura con derecho a exoneración según lo establecido en el reglamento de evaluación y titulación de educación superior terciaria que se halle vigente, así como sus anexos.

Se sugieren 2 instancias de evaluación o parciales. El primero luego de finalizado el segundo mes del semestre y el último al finalizar éste. A partir de las calificaciones de dichos parciales y de su actuación, el estudiante obtendrá la calificación final del semestre.

### BIBLIOGRAFÍA

Grainger-Stevenson, Análisis de los sistemas eléctricos de potencia, 2º Ed., McGraw-Hill.

Kothari-Nagrath, Sistemas Eléctricos de Potencia, 3º Ed., McGraw-Hill.

Mujal, Cálculo de líneas y redes eléctricas, UPC Ediciones, 2002.

Mujal, Protección de los sistemas eléctricos de potencia, UPC Ediciones, 2002.

Glover-Overbye-Sarma, Power System Analysis and Design, 6º Ed.

Nasar, Sistemas Eléctricos de Potencia, 1º Ed., McGraw-Hill.

Cheng, Fundamentos de electromagnetismo para ingeniería, 1º Ed. Pearson.

Narro-Cenoz, Cálculo mecánico de líneas eléctricas aéreas de alta tensión, UPN (Universidad Pública de Navarra).

Bacigalupe, Líneas aéreas de media y baja tensión cálculo mecánico, 1º Ed.,

## Parainfo

		PROGRAMA			
		Código en SIPE	Descripción en SIPE		
TIPO DE CURSO	063	Ingeniero Tecnológico			
PLAN	2020				
ORIENTACIÓN	344	Electrotecnia			
MODALIDAD	-----	-----			
AÑO	-----	-----			
TRAYECTO	-----	-----			
SEMESTRE/ MÓDULO	5	Quinto			
ÁREA DE ASIGNATURA	80060	MTYATSSEE			
ASIGNATURA	39800	Subestaciones Eléctricas			
CRÉDITOS EDUCATIVOS	6				
DURACIÓN DEL CURSO	Horas totales: 64	Horas semanales: 4		Cantidad de semanas: 16	
Fecha de Presentación: 10/10/19	N° Resolución del CETP	Exp. N° 2019-25-4-009393	Res. N° 3234/19	Acta N° 222	Fecha 19/11/19

### OBJETIVO DE LA ASIGNATURA

El objetivo central de la asignatura es introducir al estudiante en la concepción y diseño de subestaciones eléctricas en Media Tensión (MT) y adquirir la formación para calcular, diseñar y proyectar una instalación en Media Tensión.

Así mismo, se pretende lograr que el estudiante conozca las diferentes clasificaciones y elementos constructivos de las subestaciones eléctricas en Media Tensión, aparamenta para maniobra y operación, los diferentes tipos de transformador de potencia y sus aplicaciones, la subestación como sistema integrado a la distribución de energía eléctrica y características técnicas.



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

Por último, se analizarán conceptos básicos de los ensayos a realizar sobre los distintos equipos de potencia, así como también, las diferentes estrategias de mantenimiento a aplicar en instalaciones de Media Tensión.

### PROGRAMA SINTÉTICO

Tema 1: Introducción a los sistemas eléctricos de potencia.

Tema 2: Subestaciones eléctricas de MT.

Tema 3: Celdas.

Tema 4: Transformadores de potencia.

Tema 5: Transformadores de medida y protección.

Tema 6: Tablero de baja tensión.

Tema 7: Interruptor de potencia.

Tema 8: Seccionadores.

Tema 9: Configuración de barras.

Tema 10: Sistema de tierra de protección.

Tema 11: Servicios Auxiliares.

Tema 12: Diseño de Subestaciones eléctricas.

Tema 13: Mantenimiento de instalaciones de MT.

Tema 14: Seguridad en instalaciones de Media Tensión.

### PROGRAMA ANALÍTICO

#### TEMA 1

1. Introducción a los sistemas eléctricos de potencia.

1.1. Composición de un sistema eléctrico de potencia.

1.2. Características eléctricas de las distintas etapas de un sistema eléctrico de potencia.

1.3. Tensión nominal, distancias mínimas de seguridad, nivel de aislamiento, descargas parciales.

- 
- 1.4. Perturbaciones en un sistema eléctrico de potencia.
  - 1.5. Introducción al concepto de protección para instalaciones de Alta y Media Tensión.
  - 1.6. Distribución de energía.

## TEMA 2

2. Subestaciones eléctricas en Media Tensión.
  - 2.1. Definición y función de Subestación.
  - 2.2. Clasificación de las subestaciones: elevadoras, reductoras, de enlace y maniobras, aisladas en aire (convencionales), GIS (Gas Insulated Switchgear), de tipo intemperie, de tipo interior, compactas.
  - 2.3. Estructura de una Subestación y su función (aparamenta).
  - 2.4. Especificación del equipamiento y principio de funcionamiento.
  - 2.5. Características constructivas de una Subestación.
  - 2.6. Instalación de enlace o puesto de conexión.
  - 2.7. Unifilar y simbología.
  - 2.8. Manejo de planos eléctricos.

## TEMA 3

3. Celdas.
  - 3.1. Celdas de mampostería.
  - 3.2. Celdas modulares.
  - 3.3. Tipos de celdas modulares y su función.
  - 3.4. Normativa asociada a las celdas modulares.
  - 3.5. Ensayos aplicados a celdas modulares.

## TEMA 4

4. Transformador de potencia.



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

- 4.1. Transformador baño de aceite.
- 4.2. Transformador de tipo hermético.
- 4.3. Transformador con aislación seca.
- 4.4. Transformador de potencia MT/MT.
- 4.5. Protecciones y elementos mecánicas de los transformadores de potencia.
- 4.6. Sistema de refrigeración de transformadores de potencia.
- 4.7. Grupo de conexión.
- 4.8. Regulación de tensión.
- 4.9. Ensayos aplicados a los transformadores de potencia.

#### TEMA 5

5. Transformadores de medida y protección.
  - 5.1. Transformador de tensión.
  - 5.2. Transformador de corriente.
  - 5.3. Aplicaciones de los transformadores de medida y protección.
  - 5.4. Esquemas de conexión.
  - 5.5. Ensayos aplicados a los transformadores de medida y protección.

#### TEMA 6

6. Tablero de Baja Tensión
  - 6.1. Tablero de baja tensión para instalaciones de tipo interior.
  - 6.2. Tablero o armario de baja tensión para instalaciones de tipo intemperie.
  - 6.3. Protección para tableros de baja tensión.

#### TEMA 7

7. Interruptor de potencia.
  - 7.1. Fundamentos del arco eléctrico.
  - 7.2. Fenómenos transitorios en la apertura.
  - 7.3. Definición y tipos de interruptores.

- 7.3.1. interruptor de gran volumen de aceite
- 7.3.2. interruptor de pequeño volumen de aceite
- 7.3.3. interruptor de vacío
- 7.3.4. interruptores de hexafloruro de azufre.
- 7.4. Especificación de interruptores de potencia. Datos característicos.
- 7.5. Selección de interruptores de potencia.
- 7.6. Fusibles de potencia y sus curvas de operación.
- 7.7. Especificaciones de fusibles de potencia.

## TEMA 8

### 8. Seccionadores

8.1 Definición y tipos de seccionadores: seccionadores de cuchillas giratorias, seccionadores de cuchillas deslizantes, seccionadores de columnas giratorias, seccionadores de pantógrafo, seccionadores semi pantógrafos o tipo rodilla.

## TEMA 9

### 9. Configuración de barras

9.1. Analisis y descripción del funcionamiento de las distintas configuraciones de barra: Barra simple, barra simple con by-pass, barra doble, barra doble con seccionador de transferencia, barra principal y barra auxiliar, interruptor y medio, configuración en anillo.

## TEMA 10

### 10. Sistema de tierra de protección.

- 10.1. Resistividad del terreno.
- 10.2. Diseño del mallado de puesta a tierra.
- 10.3. Definición de tensión de paso y tensión de toque.
- 10.4. Normativa asociada.
- 10.5. Régimen de neutro.



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

## TEMA 11

### 11. Servicios auxiliares.

#### 11.1. Servicios auxiliares de CA.

#### 11.2. Servicios auxiliares de CC.

## TEMA 12

### 12. Diseño de Subestaciones eléctricas.

#### 12.1. Especificaciones técnicas.

#### 12.2. Normativa asociada.

#### 12.3. Ensayos de verificación y recepción de la instalación. Conceptos de ensayos FAT<sup>1</sup> y SAT<sup>2</sup>

## TEMA 13

### 13. Operación y Mantenimiento de instalaciones de MT.

#### 13.1. Mantenimiento de aparata de subestaciones.

#### 13.2. Ensayos y pruebas diagnósticas.

#### 13.3. Tipos de mantenimientos.

#### 13.4 Estrategias de mantenimiento.

#### 13.5. Nociones sobre las prácticas de explotación de las subestaciones de MT.

## TEMA 14

### 14. Seguridad en instalaciones de Media Tensión.

#### 14.1. Normativa asociada.

#### 14.2. Cartelería de seguridad.

Visitas Opcionales a Subestaciones eléctricas de Distribución y al Centro de Operación de Redes de UTE (Distribución).

<sup>1</sup> acr. angl. *Factory Acceptance Test* - Pruebas de aceptación de Fábrica

<sup>2</sup> acr. angl. *Site Acceptance Test* - Prueba de Aceptación en Terreno o Sitio

Visitas opcionales al centro de capacitación técnica de UTE para visualización de prácticas de empalmes de conductores eléctricos y colocación de terminales, entre otras.

## METODOLOGÍA

Subestaciones Eléctricas, asignatura perteneciente al 5to nivel de la Carrera de Ingeniero Tecnológico en Electrotecnia, de carácter semestral, presenta un enfoque orientado a instalaciones de Media Tensión, brindando criterios de diseño, equipos y materiales utilizados en Subestaciones de Media Tensión.

La asignatura Subestaciones Eléctricas, es un curso teórico que cuenta con catorce temas a desarrollar.

El desarrollo de los temas será realizado por parte del docente responsable de la asignatura, se expondrán los contenidos de cada unidad didáctica por medio de presentaciones y explicaciones, junto con indicaciones sobre fuentes de información y bibliografía.

Se promoverá la participación activa del estudiante con actividades de debate, discusión de casos, preguntas y exposiciones. El estudiante dispondrá previamente de materiales didácticos, que incluirán objetivos, guiones, cronograma y recursos. Los materiales electrónicos, presentaciones, teóricos y ejercicios, estarán estar previamente cargados en la plataforma CV.

### Desarrollo de la asignatura:

Horas de clase teóricas: 48 horas

Horas de clase práctico: 8 horas

Horas de consulta: 4 horas

Horas de evaluación: 4 horas

Total de horas presenciales: 64 horas

Horas de dedicación del estudiante: 64 horas

### EVALUACIÓN

Esta es una asignatura con derecho a exoneración según lo establecido en el reglamento de evaluación y titulación de educación superior terciaria que se halle vigente, así como sus anexos.

Se sugieren 2 instancias de evaluación o parciales. El primero luego de finalizado el segundo mes del semestre y el último al finalizar éste. A partir de las calificaciones de dichos parciales y de su actuación, el estudiante obtendrá la calificación final del semestre.

### BIBLIOGRAFÍA

Vázquez Praderi: "Sobretensiones y coordinación de la aislación" (CIER)

Normas IEC de equipos de Media Tensión: IEC 60038-8; IEC 60056-17; IEC 60044/2-38; IEC 60076-14; IEC 60186-38; IEC 60285-21.

Norma High-voltage Switchgear and Controlgear. (2011). IEC 62271-200.

Norma High-voltage switchgear and controlgear - Part 201: AC solid-insulation enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 52 kV. (2014). IEC 62271-201.

Norma High-voltage switchgear and controlgear - Part 202: High-voltage/low-voltage prefabricated substation. (2014). IEC 62271-202.

High-voltage switchgear and controlgear - Part 203: Gas-insulated metal-enclosed switchgear for rated voltages above 52 kV. (2011). IEC 62271-203.

Norma Guide for Measuring Earth Resistivity, Ground Impedance, and Earth Surface Potentials of a Ground System. IEEE Std. 81-1983.

Norma Guide for Safety in AC Substation Grounding. IEEE Std. 80-2000.

UTE y URSEA: Reglamentos de instalaciones en MT.

Norma Diseño Instalaciones de Distribución. UTE NO-DIS-DI-0001/00.

Manual de Unidades Constructivas de MT. UTE.

Norma Locales para Subestaciones y Puestos de Conexión y Medida Modulares

Normalizados. MA-DIS-TR01-04.

Centros de Transformación MT/BT. Schneider Electric.

Norma NS1D. UTE.

Conceptos generales de RCM. Libro RCM II - John Moubroy.

Pautas para la gestión de mantenimiento. PAS55 y Norma ISO 55001.

Sobre temas específicos, se podrá recomendar libros especializados para consulta.

		PROGRAMA			
		Código en SIPE	Descripción en SIPE		
TIPO DE CURSO		063	Ingeniero Tecnológico		
PLAN		2020			
ORIENTACIÓN		344	Electrotecnia		
MODALIDAD		-----	-----		
AÑO		-----	-----		
TRAYECTO		-----	-----		
SEMESTRE/ MÓDULO		5	Quinto		
ÁREA DE ASIGNATURA		389	EST Física Electrónica		
ASIGNATURA		75750	Teoría Electromagnética I		
CRÉDITOS EDUCATIVOS		9			
DURACIÓN DEL CURSO		Horas totales: 96	Horas semanales: 6	Cantidad de semanas: 16	
Fecha de Presentación: 10/10/19	Nº Resolución del CETP	Exp. Nº 2019-25-4-009393	Res. Nº 3234/19	Acta Nº 222	Fecha 19/11/19

## OBJETIVO DE LA ASIGNATURA

El objetivo de la asignatura es profundizar en los conceptos de electricidad y magnetismo utilizando lenguaje matemático adecuado al nivel.

Dominio por parte de los estudiantes de las ecuaciones de Maxwell y solvencia en la aplicación de las mismas a la resolución de problemas electrostáticos y electrodinámicos.

Realización de actividades experimentales para verificar los modelos planteados teóricamente.

El estudiante debería mejorar sus herramientas conceptuales que le permitan modelar y resolver ejemplos físicos complejos. Además, el estudiante debería ser capaz de entender conceptos que requieren un grado mayor de abstracción como se requiere en el electromagnetismo. El estudiante deberá aplicar leyes y principios de acuerdo a la información recibida. Deberá dominar el manejo de instrumentos, diseñar actividades y elaborar procedimientos seleccionando el material adecuado. Comunicar los resultados obtenidos por diversos medios de acuerdo a un enfoque científico. Elaborar y aplicar modelos que expliquen fenómenos de la vida diaria. Argumentar sobre la pertinencia del modelo utilizado en diversas situaciones, de laboratorio, cotidiano, y del campo tecnológico específico. Reconocer los límites de validez de los modelos.

## PROGRAMA SINTÉTICO

Tema 1: Electrostatica, Primera ecuación de Maxwell.

Tema 2: Relación entre campo eléctrico y potencial eléctrico.

Tema 3: Materia dentro de un campo eléctrico.

Tema 4: Electrodinámica.

Tema 5: Magnetismo, segunda ecuación de Maxwell.

Tema 6: Inducción electromagnética I. Tercera ecuación de Maxwell.

Tema 7: Inducción electromagnética II. Cuarta ecuación de Maxwell.

## PROGRAMA ANALÍTICO

### TEMA 1

1. Electrostatica, Primera ecuación de Maxwell.

1.1. Ley de Gauss eléctrico en vacío. (En forma integral y diferencial).

1.2. Determinación de campos electrostáticos en vacío en situaciones de simetría.

### TEMA 2

2. Relación entre campo eléctrico y potencial eléctrico.

2.1. Determinación del campo a partir del potencial y viceversa.

2.2. Operador gradiente. El operador en diferentes coordenadas.

2.3. Ecuación de Laplace Determinación de la función potencial aplicando la ecuación de Laplace.

2.4. Condiciones de contorno para el campo electrostático.

2.5. Ecuación de Poisson. aplicación de la ecuación de Poisson a casos regulares.

2.6. Energía electrostática.

### TEMA 3

3. Materia dentro de un campo eléctrico.

3.1. Comportamiento del dieléctrico. La primera ecuación de Maxwell en medios dieléctricos. Dipolo eléctrico.

3.2. Ecuaciones de flujo para el vector desplazamiento y para el vector polarización. Materiales ihl.

3.3. Determinación de campos eléctricos en materiales en condiciones de simetría.

### TEMA 4

4. Electrodinámica



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

- 4.1. Ecuación de continuidad (expresión integral y diferencial).
- 4.2. Aplicaciones de la ecuación de continuidad, determinación de tiempos de relajación.
- 4.3. Modelos de conducción eléctrica. Portadores. Movilidad. La resistividad y la conductividad Ley de Ohm microscópica

#### TEMA 5

5. Magnetismo segunda ley de Maxwell.
  - 5.1. Campo Magnético. Segunda ecuación de Maxwell (Gauss magnético).
  - 5.2. Leyes de Biot Savart. Laplace y Lorentz.
  - 5.3. Momento dipolar Magnético. Comportamiento de un dipolo magnético ante un campo magnético externo.
  - 5.4. Potencial vectorial magnético.
  - 5.5. Inductancia, Energía magnética.
  - 5.6. Materiales en campos magnéticos, Intensidad magnética. Permeabilidad magnética. Histéresis. Circuitos magnéticos.

#### TEMA 6

6. Inducción electromagnética I. Tercera ecuación de Maxwell.
  - 6.1. Ley de Faraday Lenz expresión integral y diferencial.
  - 6.2. Aplicaciones de la tercera ecuación de Maxwell.
  - 6.3. Generadores. Transformadores. Corrientes de Foucault.
  - 6.4. Autoinductancia. Inducción mutua. Energía magnética.

#### TEMA 7

7. Inducción electromagnética II. Cuarta ecuación de Maxwell.
  - 7.1. Ley de Ampère Simple (expresión integral y diferencial).
  - 7.2. Ley de Ampère generalizado (Ampère-Maxwell) expresión integral y diferencial.
  - 7.3. Determinación de campos magnéticos en condiciones de simetría en vacío y

en materiales.

#### 7.4. Condiciones de contorno para el campo magnético.

### METODOLOGÍA

Teoría Electromagnética 1 es una asignatura electiva del 5to semestre con 9 créditos perteneciente a la Carrera de Ingeniero Tecnológico en Electrotecnia, de carácter semestral, presenta un enfoque orientado al estudio de las leyes de Maxwell.

Esta asignatura toma a la Teoría electromagnética y la divide en 7 temas que pueden modificarse para desarrollar durante 6hs semanales del semestre en curso. Se espera que los estudiantes dediquen un mínimo de 10hs semanales en forma domiciliaria para un correcto seguimiento del curso.

El desarrollo de los temas será realizado por parte del docente responsable de la asignatura, se expondrán los contenidos de cada unidad didáctica por medio de presentaciones y explicaciones, junto con indicaciones sobre fuentes de información y bibliografía, además de la realización de experimentos de laboratorios.

Se pretende que se realicen como mínimo 4 experimentos de práctico, con búsqueda de información por parte de los estudiantes y presentación de informes que promuevan la investigación, la divulgación y el uso de herramientas digitales.

Además, se deberá disponer dentro del curso de instancias de resolución de ejercicios y aclaración de dudas.

Se promoverá la participación activa del estudiante con actividades de debate, discusión de casos, preguntas y exposiciones. El estudiante dispondrá previamente de materiales didácticos, que incluirán objetivos, guiones, cronograma y recursos.

Los materiales electrónicos, presentaciones, teóricos y ejercicios, estarán previamente cargados en la plataforma CV.



### Desarrollo de la asignatura:

Horas de clase teóricas: 96 horas

Horas de clase práctico: 12 horas

Horas de consulta: 6 horas

Horas de evaluación: 6 horas

Total de horas presenciales: 96 horas

Horas de dedicación del estudiante: 96 horas

### EVALUACIÓN

Esta es una asignatura obligatoria con derecho a exoneración según lo establecido en el reglamento de evaluación y titulación de educación superior terciaria que se halle vigente, así como sus anexos.

Se sugieren 2 instancias de evaluación o parciales. El primero luego de finalizado el segundo mes del semestre y el último al finalizar el semestre. A partir de las calificaciones de dichos parciales y de su actuación, el estudiante obtendrá la calificación final del semestre.

### BIBLIOGRAFÍA

#### Básica:

Fundamentos de electromagnetismo para ingenieros, David K.Cheng, Pearson,, ISBN 968 444 327 7,

#### Complementaria:

Campos electromagnéticos, R.K.Wangsness, Limusa, ISBN 0-471-04103-3

Fundamentos de la teoría electromagnética, Reitz-Milford-Christy, Addison Wesley Iberoamericana, 4ta edición, ISBN

		PROGRAMA			
		Código en SIPE	Descripción en SIPE		
TIPO DE CURSO	063	Ingeniero Tecnológico			
PLAN	2020	2020			
ORIENTACIÓN	344	Electrotecnia			
MODALIDAD	-----	Presencial			
AÑO	----	----			
TRAYECTO	-----	-----			
SEMESTRE/ MÓDULO	5	5			
ÁREA DE ASIGNATURA	80030	IT MAT			
ASIGNATURA	28920	Métodos Numéricos			
CRÉDITOS EDUCATIVOS	6				
DURACIÓN DEL CURSO		Horas totales: 64	Horas semanales: 4		Cantidad de semanas: 16
Fecha de Presentación: 10/10/2019	N° Resolución del CETP	Exp. N° 2019-25-4-009393	Res. N° 3234/19	Acta N° 222	Fecha 19/11/19

## OBJETIVO

- Destacar la importancia de la Matemática para el desarrollo de las ciencias.
- Utilizar los conceptos y procedimientos matemáticos adquiridos en la resolución de problemas, de la especialidad tecnológica y de otras disciplinas.
- Desarrollar y poner en práctica la capacidad de análisis ante una situación problemática, elaborando modelos y estrategias en función de la situación planteada.
- Elaborar definiciones, deducir, demostrar e interpretar propiedades y teoremas.
- Promover el desarrollo del pensamiento crítico y lógico matemático que le permita juzgar la validez de razonamientos y resultados.



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

- Utilizar el lenguaje matemático para reflexionar, investigar y comunicar ideas.
- Utilizar recursos informáticos para incorporar conocimientos, facilitar la comprensión, modelizar situaciones y realizar conjeturas.
- Facilitar el trabajo autónomo y creativo de los estudiantes, potenciando las técnicas de indagación e investigación, así como las aplicaciones y transferencias de lo aprendido a la realidad.
- Promover el aprendizaje a partir del análisis del error.
- Incluir referencias históricas, promoviendo búsqueda de información vinculada a los conceptos o principales referentes, explicitando los vínculos interdisciplinarios e intramatemático.
- Resolver problemas de Ingeniería por métodos apoyados en software.

## CONTENIDOS

UNIDAD 1 Aritmética de punto flotante y estimación de errores.

Conceptos básicos, representación de punto flotante, propagación de errores, número de condición.

UNIDAD 2 Sistemas de ecuaciones lineales.

Eliminación gaussiana y factorización LU, estrategia de pivoteo, número de condición, métodos iterativos.

UNIDAD 3 Ecuaciones no lineales.

Método iterativo general. Newton. Velocidad de convergencia. Sistemas de ecuaciones no lineales.

UNIDAD 4 Aproximación de mínimos cuadrados.

Ecuaciones normales, resolución usando las descomposiciones QR y SVD

UNIDAD 5 Interpolación.

Interpolación polinomial, de Newton, de Hermite, Splines, curvas de Bezier.

UNIDAD 6 Introducción a las ecuaciones diferenciales ordinarias.

Conceptos fundamentales. Método de Euler. Uso de paquetes numéricos.

### PROPUESTA METODOLÓGICA

En los cursos de Matemática es necesario adecuar el enfoque de los contenidos programáticos a los perfiles de ingreso y egreso de los estudiantes que optan por esta carrera. Considerar además los conocimientos previos y prever formas de nivelación que posibiliten un aprendizaje exitoso.

Se pretende que los estudiantes movilicen saberes y procedimientos a través de planteos de situaciones-problema o ejercicios que integren más de una unidad temática. Así se asegura el desarrollo de las competencias y la cabal comprensión de los conceptos involucrados.

Los intereses de los estudiantes, su creatividad y actitud proactiva, la orientación docente, la coordinación con otras asignaturas del Componente Profesional generarán propuestas diversas que permitirán alcanzar los mismos logros.

Los contenidos procedimentales estarán relacionados con el saber hacer: búsqueda de solución a problemas o situaciones problemáticas que requieran de los estudiantes la activación de diversos tipos de conocimiento. Se deben proponer actividades variadas, en diversos contextos vinculados a la aeronáutica y a los intereses del estudiante.

Lo abordado en forma teórica deberá reflejarse en los ejercicios de aplicación práctica. Priorizar el abordaje de conceptos matemáticos que estén integrados en otras asignaturas de la carrera del mismo año o subsiguientes.

Ajustarse al tiempo disponible, con un enfoque metodológico que se apoye en el trabajo conceptual y aplicaciones prácticas, por encima de un riguroso desarrollo teórico.

## EVALUACIÓN

La evaluación es un proceso complejo que nos permite obtener información en relación con las actividades de enseñanza y aprendizaje para comprender su desarrollo y tomar decisiones con la finalidad de mejorarlas.

Es necesario considerar los diferentes momentos en que se realiza la evaluación, teniendo en cuenta, en primer lugar, la evaluación inicial (diagnóstica), en distintos momentos del semestre, que permita indagar sobre los conocimientos previos y actitudes, a partir de los cuales se propondrá la correspondiente Planificación del curso.

En segundo lugar se realizarán dos parciales en cada semestre, distribuyendo en forma equilibrada todos los contenidos del programa respectivo. Las actividades propuestas deben estar en coherencia con el nivel y el tipo de actividades trabajadas en el aula.

La materia será exonerada si el estudiante obtiene un puntaje total, entre los parciales y el rendimiento en clase, de 7 o más.

En caso contrario el estudiante tendrá que rendir examen y realizar correctamente el 60% de la propuesta (acordada por el tribunal) para alcanzar el mínimo de aprobación.

## BIBLIOGRAFIA SUGERIDA

La bibliografía recomendada solo pretende ser una guía; se sugiere buscar otras fuentes de información incluyendo la disponible en web, donde hay abundante y excelente material de uso libre. El docente orientará al estudiante en esta búsqueda, seleccionando el más adecuado en cada tema tratado.

## MÉTODOS NUMÉRICOS PARA INGENIEROS.

Steven C. Chapra – Raymand P. Canale

Mc Graw Hill

## ANÁLISIS NUMÉRICO Y VISUALIZACIÓN GRÁFICA CON MATLAB

Nakamura

Prentice Hall

## NUMERICAL METHODS

Dalhquist Bjorck

Prentice Hall

## MÉTODOS NUMÉRICOS. Teoría, problemas y prácticas con Matlab

Juan Antonio Infante del Rio – José María Rey Cabezas

Pirámide

		PROGRAMA			
		Código en SIPE	Descripción en SIPE		
TIPO DE CURSO	063	Ingeniero Tecnológico			
PLAN	2020				
ORIENTACIÓN	344	Electrotecnia			
MODALIDAD	-----	-----			
AÑO	-----	-----			
TRAYECTO	-----	-----			
SEMESTRE/ MÓDULO	6	Sexto			
ÁREA DE ASIGNATURA	80010	MAQ			
ASIGNATURA	26562	Maquinas Eléctricas II			
CRÉDITOS EDUCATIVOS	9				
DURACIÓN DEL CURSO	Horas totales: 96	Horas semanales: 6		Cantidad de semanas: 16	
Fecha de Presentación: 10/10/19	Nº Resolución del CETP	Exp. Nº 2019-25-4-009393	Res. Nº 3234/19	Acta Nº 222	Fecha 19/11/19

## OBJETIVO DE LA ASIGNATURA

El objetivo central de la asignatura es:

- Dar una formación básica sobre los principios generales de la conversión electromecánica de la energía a través de los dispositivos y máquinas clásicas de campo electromagnético.
- Proporcionar bases sólidas para el modelado de las máquinas eléctricas a partir del cálculo de sus inductancias.
- Realizar el estudio detallado de las máquinas sincrónicas, en régimen permanente, lineal y saturado.
- Dar una introducción al conocimiento de los métodos generales de análisis del comportamiento en régimen transitorios de máquinas eléctricas.

Se estudia con detalle las características del campo giratorio en las máquinas de corriente alterna, y a partir del mismo se determina las relaciones de energía y par y se calcula las inductancias propias y mutuas en dichas máquinas. Se revisa la deducción del circuito equivalente de la máquina de inducción polifásica en régimen equilibrado permanente, sus modos de funcionamiento y principales características, con alimentación normal y doblemente alimentada.

Se introduce la máquina de inducción monofásica como un caso particular de máquina trifásica en régimen desequilibrado, y se indica sus principales características. Se realiza un modelado de la máquina sincrónica a partir de las relaciones de tensiones inducidas, energía y par resultantes del campo giratorio, y también un modelado detallado a partir de sus ecuaciones eléctricas, con los valores de inductancias deducidos a partir del campo giratorio, y sus ecuaciones transformadas.

Se estudia el régimen permanente a partir de las consideraciones de tensiones inducidas, energía y par, y también como caso particular del modelado general

válido para regímenes transitorios, y se estudia algunos regímenes transitorios particulares.

## PROGRAMA SINTÉTICO

Tema 1: Introducción.

Tema 2: Sistemas polifásicos.

Tema 3: Revisión de Circuitos Magnéticos y Transformadores.

Tema 4: Fundamentos de la conversión electromecánica de la energía.

Tema 5: Campo giratorio.

Tema 6: Máquinas sincrónicas.

Tema 7: Máquinas de inducción polifásicas.

Tema 8: Máquinas de inducción monofásicas.

Tema 9: Modelado de las máquinas sincrónicas.

Tema 10: Máquinas sincrónicas en régimen permanente.

Tema 11: Regímenes transitorios de máquinas sincrónicas.

## PROGRAMA ANALÍTICO

### TEMA 1

1. Introducción.

1.1. Presentación del curso.

1.2. Breve reseña histórica sobre la evolución de las máquinas eléctricas.

1.3. Consideraciones generales sobre la energía, sus fuentes, su conversión, y el rol de las máquinas eléctricas en la misma.

1.4. Importancia de la normalización.

### TEMA 2

2. Sistemas polifásicos.

2.1. Sistemas monofásico, trifásico, y polifásicos generales.

2.2. Resolución de sistemas trifásicos simétricos en régimen desequilibrado.

## 2.3. Impedancias directa, inversa y homopolar.

### TEMA 3

## 3. Revisión de Circuitos Magnéticos y Transformadores.

3.1. Repaso de circuitos magnéticos. Materiales magnéticos. Pérdidas en el hierro. Imanes permanentes.

3.2. Revisión de bobinas y transformadores monofásicos. Circuitos equivalentes de secuencia directa, inversa y homopolar de transformadores trifásicos.

3.3. Corrientes y tensiones armónicas en los transformadores trifásicos.

### TEMA 4

4. Fundamentos de la conversión electromecánica de la energía.

4.1. Balance de energía en un convertidor electromecánico de campo magnético. Convertidor ideal.

4.2. Energía y co-energía almacenadas en el campo magnético.

4.3. Fuerza y par de origen magnético.

4.4. Sistemas de simple y doble excitación.

4.5. Ecuaciones dinámicas de los convertidores.

4.6. Conceptos básicos de las máquinas giratorias. Convertidor giratorio monofásico de doble excitación.

4.7. Par de reluctancia y par de inducción mutua.

4.8. Convertidor giratorio bifásico de doble excitación: condición de existencia de conversión electromecánica.

4.9. Fuerza normal y tangencial aplicada por el campo electromagnético.

### TEMA 5

5. Campo giratorio.

5.1. Fuerza magnetomotriz de entrehierro creada por: espira diametral, bobinado distribuido discreto, y continuo.

- 5.2. Campo (fmm) giratorio creado por un sistema trifásico. Teorema de Ferraris.
- 5.3. Reducción del contenido armónico con bobinado distribuido. Campo multipolar. Efecto del número de fases.
- 5.4. Campo giratorio elíptico. Bobinado monofásico. Campos giratorios armónicos.
- 5.5. Nociones sobre la disposición de los bobinados trifásicos: bobinados en dos capas de paso reducido.
- 5.6. Flujo de arrollamiento por fase, fem inducida. Coeficiente de distribución del bobinado.
- 5.7. Inductancias propias y mutuas en estructuras de entrehierro constante y de entrehierro periódico (polos salientes).
- 5.8. Energía y par en el campo giratorio.

## TEMA 6

### 6. Máquinas sincrónicas

- 6.1. Introducción máquinas sincrónicas (repaso).
- 6.2. Análisis no lineal de la máquina síncrona. Reactancia síncrona saturada (Método de Potier).
- 6.3. Regulación de tensión en las máquinas síncronas de polos salientes.
- 6.4. Funcionamiento de un alternador en una red aislada.
- 6.5. Acoplamiento de un alternador a la red.
- 6.6. Potencia activa y reactiva desarrollada por una máquina síncrona acoplada a una red de potencia infinita.
- 6.7. Funcionamiento de una máquina síncrona conectado a una red de potencia infinita.
- 6.8. Funcionamiento en paralelo de alternadores de potencia similares.
- 6.9. Motor síncrono: Características y aplicaciones. Curvas en V o de Mordey.}



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

6.10. Diagrama de límites de funcionamiento de una máquina sincrónica. Estabilidad. Ecuación de pequeñas oscilaciones

6.11. Estudio de algunos regímenes transitorios particulares.

6.12. Cortocircuito trifásico del generador en vacío. Aproximaciones usuales.

## TEMA 7

7. Máquinas de inducción polifásicas.

7.1. Introducción máquinas asíncronas (repaso).

7.2. Diagrama de círculo.

7.3. Modos de funcionamiento: motor, generador, freno. Modos de funcionamiento de la máquina de inducción doblemente alimentada.

7.4. Arranque de motores asíncronos. Métodos de arranque.

7.5. Motores de doble jaula de ardilla.

7.6. Regulación de velocidad.

7.7. Dinámica del motor asíncrono.

7.8. El par de rotación de un motor de inducción desde el punto de vista físico.

7.9. Máquinas asíncronas especiales.

7.10. Motores de barras profundas y doble jaula.

## TEMA 8

8. Máquinas de inducción monofásicas.

8.1. Análisis como máquina trifásica en régimen desequilibrado y por doble campo giratorio.

8.2. Circuito equivalente.

8.3. Curva par-velocidad.

8.4 Dispositivos de arranque.

## TEMA 9

9. Máquinas especiales.

9.1. Modelado de los amortiguadores.

9.2. Máquina sincrónica ideal. Representación circuital de la MS. Inductancias.

9.3. Ecuaciones en componentes de fase de la MS de polos salientes.

#### TEMA 10

10. Máquinas sincrónicas en régimen permanente.

10.1. Régimen permanente a velocidad sincrónica. Funcionamiento en vacío.

10.2. Funcionamiento con carga simétrica. MS de rotor cilíndrico.

#### TEMA 11

11. Regímenes transitorios de máquinas sincrónicas.

11.1. Estudio de algunos regímenes transitorios particulares.

11.2. Establecimiento de la tensión en vacío.

11.3. Cortocircuito trifásico del generador en vacío. Aproximaciones usuales.

#### METODOLOGÍA

Máquinas Eléctricas II, asignatura perteneciente al 6to nivel de la Carrera de Ingeniero Tecnológico en Electrotecnia, de carácter semestral, presenta un enfoque orientado al conceptos avanzado de las máquinas eléctricas que se encuentran presente en la industria, haciendo especial foco en el principio de funcionamiento, aspecto constructivos y aplicaciones de las mismas.

La asignatura Maquinas Eléctricas II, es un curso teórico que cuenta con once temas a desarrollar.

El desarrollo de los temas será realizado por parte del docente responsable de la asignatura, se expondrán los contenidos de cada unidad didáctica por medio de presentaciones y explicaciones, junto con indicaciones sobre fuentes de información y bibliografía.

Se promoverá la participación activa del estudiante con actividades de debate, discusión de casos, preguntas y exposiciones. El estudiante dispondrá previamente

de materiales didácticos, que incluirán objetivos, guiones, cronograma y recursos. Los materiales electrónicos, presentaciones, teóricos y ejercicios, estarán estar previamente cargados en la plataforma CV.

Desarrollo de la asignatura:

Horas de clase teóricas: 60 horas

Horas de clase práctico: 28 horas

Horas de consulta: 4 horas

Horas de evaluación: 4 horas

Total de horas presenciales: 96 horas

Horas de dedicación del estudiante: 96 horas

## EVALUACIÓN

Esta es una asignatura con derecho a exoneración según lo establecido en el reglamento de evaluación y titulación de educación superior terciaria que se halle vigente, así como sus anexos.

Se sugieren 2 instancias de evaluación o parciales. El primero luego de finalizado el segundo mes del semestre y el último al finalizar éste. A partir de las calificaciones de dichos parciales y de su actuación, el estudiante obtendrá la calificación final del semestre.

## BIBLIOGRAFÍA

La bibliografía indicada a continuación es deliberadamente extensa, debido a que las máquinas eléctricas, las teorías explicativas de su funcionamiento y la enseñanza de las mismas tienen una larga historia de desarrollo. Por otra parte han existido y existen aún diferentes enfoques en cuanto a la naturaleza de las cuestiones básicas a tratar en un curso sobre el tema, desde tratamientos de índole más física orientados a explicar el funcionamiento, especialmente en régimen

permanente, hasta enfoques más analíticos y algebraicos orientados al desarrollo de modelos que permitan la simulación del desempeño de las máquinas eléctricas rotativas, en particular en régimen transitorio.

Como los objetivos del presente curso cubren ambos enfoques, enfatizando el primero y presentando el segundo en forma introductoria, no se dispone de una única referencia bibliográfica abarcativa de ese espectro, y del nivel de profundidad y extensión acorde al curso.

Por lo cual se recomienda las siguientes dos referencias de la lista indicada más abajo:

[1] C.B.Gray - Electrical Machines and Drive Systems. Longman Sci. & Tech. Publications, London, & J.Wiley, New York, 1989. Máquinas Eléctricas y Sistemas Accionadores. Ed. Alfaomega, México, 1993.

[15] J.L.Alonso, A.Portillo. - Apuntes del curso de Máquinas Eléctricas II. Facultad de Ingeniería, Montevideo, (Curso dictado desde 1987 a 1997).

Adicionalmente, algunos temas de los capítulos 4 y 5 están basados en la referencia [5] (ver anexo).

A.- Libros básicos de referencia. ([\*]= Disponibles en Biblioteca IIE.)

[1] C.B.Gray - Electrical Machines and Drive Systems. Longman Sci. & Tech. Publications, London, & J.Wiley, New York, 1989. Máquinas Eléctricas y Sistemas Accionadores. Ed. Alfaomega, México, 1993. [\*]

[2] A.E.Fitzgerald, Ch.Kingsley, A.Kusko. - Electric Machinery (3rd ed.).

McGraw-Hill, New York,

1969. Teoría y Análisis de las Máquinas Eléctricas. Ed. Hispano Europea, Barcelona, 1975. [\*]

[3] L.W.Matsch. - Electromagnetic and Electromechanical Machines. International Textbook Co., New York, 1972. Máquinas Electromagnéticas y Electromecánicas. Ed. Representaciones y Servicios de Ingeniería, México, 1974. [\*]

[4] G.Séguier, F.Notelet. - Electrotechnique Industrielle. Ed. Technique et Documentation, Paris, 1977. [\*]

[5] J.Chatelain. - Machines Electriques - Traité d'Electricité de l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, Vol. X. Presses Polytechniques Romandes, Lausanne, 1983.

[6] M.Liwschitz - Garik, C.C.Whipple. - A.C. Machines. Van Nostrand, New York, 1946. [\*] - D.C. Machines. Van Nostrand, New York, 1946. [\*] Máquinas de Corriente Alterna. C.E.C.S.A., México, 1970. [\*] Máquinas de Corriente Continua. C.E.C.S.A., México, 1970. [\*]

[7] M.Kostenko, L.Piotrovsky. - Electrical Machines. 1. D.C.Machines, 2.A.C.Machines. Mir, Moscow, 1968/69. [\*] (Existe en traducción al español).

[8] A.S.Langsdorf. - Principles of Direct Current Machines. McGraw- Hill, New York, 1940. [\*] - Theory of Alternating Current Machinery. McGraw-Hill, New York, 1955. [\*] (Existe traducciones al español).

[9] G.J.Thaler, M.L.Wilcox. - Electric Machines. Dynamics and Steady State. Wiley, New York, 1966. [\*] Máquinas Eléctricas - Estado dinámico y permanente. Ed. Limusa, México, 1969.

[10] L.V.Bewley. - Alternating Current Machinery. MacMillan, New York 1949.

[\*][11] P.C.Krause. - Analysis of Electric Machinery. McGrawHill, New

York,1986.[\*]

[12] P.C.Krause, O.Wasynczuk, S.D.Sudhoff. - Analysis of Electric Machinery and Drive

Systems. Wiley , New York, 2002.

[13] R. Sanjurjo Navarro. - Máquinas Eléctricas. McGraw-Hill, Madrid, 1989.

B. - Apuntes y Publicaciones universitarias.

[14] A.G.Cisa. - Apuntes del curso de Máquinas Eléctricas. Oficina de Publicaciones de la

Facultad de Ingeniería, Montevideo, (Fascículos de fechas diversas).

[15] J.L.Alonso, A.Portillo. - Apuntes del curso de Máquinas Eléctricas II. Facultad de Ingeniería, Montevideo, (Curso dictado desde 1987 a 1997).

[16] Ph.Barret. - Electrotechnique Générale. Ecole Supérieure d'Electricité, Paris. Tome 1

(Publication No.2272), 1972; Tome 2 (Publ. No.2532), 1976. C. - Obras complementarias y de profundización.

C. - Obras complementarias y de profundización

[17] J.Lesenne, F.Notelet, G.Séguier. - Introduction à l'Electrotechnique Approfondie. Ed.

Technique et Documentation, Paris, 1981. [\*]

[18] J.Meisel. - Principles of Electromechanical Energy Conversion. McGraw-Hill, New York, 1966.

[19] M.Jufer. - Transducteurs Electromécaniques - Traité d'Electricité de l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, Vol.IX. Ed.Georgi, Lausanne, 1979.

[20] C.G.Veinott. - Fractional and Subfractional Horsepower Electric Motors.

McGraw-Hill, New York, 1975. Motores Eléctricos de Potencia Fraccionaria y Subfraccionaria. Ed. Marcombo- Boixareu, Barcelona, 1978. [\*]

[21] D.C.White, H.H.Woodson. - Electromechanical Energy Conversion, Wiley, New York, 1959. [\*]

[22] J.Kirtley – Electric Machines. MIT graduate course 6.685.  
<http://ocw.mit.edu/courses/electrical-engineering-and-computer-science/6-685-electricmachines-fall-2005/>

		PROGRAMA			
		Código en SIPE	Descripción en SIPE		
TIPO DE CURSO		063	Ingeniero Tecnológico		
PLAN		2020			
ORIENTACIÓN		344	Electrotecnia		
MODALIDAD		-----	-----		
AÑO		-----	-----		
TRAYECTO		-----	-----		
SEMESTRE/ MÓDULO		6	Sexto		
ÁREA DE ASIGNATURA		80030	IT MAT		
ASIGNATURA		35200	Probabilidad y Estadística		
CREDITO EDUCATIVO		8			
DURACIÓN DEL CURSO		Horas totales: 80	Horas semanales: 5		Cantidad de semanas: 16
Fecha de Presentación:	Nº Resolución del CETP	Exp. Nº 2019-25-4-009393	Res. Nº 3234/19	Acta Nº 222	Fecha 19/11/19

### OBJETIVOS

- Destacar la importancia de la Matemática para el desarrollo de las ciencias.
- Utilizar los conceptos y procedimientos matemáticos adquiridos en la resolución de problemas, de la especialidad tecnológica y de otras disciplinas.

- Desarrollar y poner en práctica la capacidad de análisis ante una situación problemática, elaborando modelos y estrategias en función de la situación planteada.
- Elaborar definiciones, deducir, demostrar e interpretar propiedades y teoremas.
- Promover el desarrollo del pensamiento crítico y lógico matemático que le permita juzgar la validez de razonamientos y resultados.
- Utilizar el lenguaje matemático para reflexionar, investigar y comunicar ideas.
- Utilizar recursos informáticos para incorporar conocimientos, facilitar la comprensión, modelizar situaciones y realizar conjeturas.
- Facilitar el trabajo autónomo y creativo de los estudiantes, potenciando las técnicas de indagación e investigación, así como las aplicaciones y transferencias de lo aprendido a la realidad.
- Promover el aprendizaje a partir del análisis del error.
- Incluir referencias históricas, promoviendo búsqueda de información vinculada a los conceptos o principales referentes, explicitando los vínculos interdisciplinarios e intramatemático.
- Resolver problemas de Ingeniería por métodos apoyados en software.

## CONTENIDOS

Se espera que al finalizar este curso el estudiante esté en capacidad de aplicar la teoría de la probabilidad y la estadística en los procesos de medición y planeación que incluyen aleatoriedad e incertidumbre en problemas de ingeniería.

### UNIDAD 1

#### Estadística Descriptiva

Población y muestra. Necesidad de efectuar el muestreo. Tipo de datos

Representación de los datos de una muestra: tabla de frecuencias e histograma.

Polígonos de Frecuencias relativas y de frecuencia relativa acumulada

Parámetros descriptivos de una muestra: media, mediana, moda, percentiles, variancia

Desviación estándar, coeficientes de correlación, coeficientes de sesgo y curtosis.

## UNIDAD 2

Fundamentos de la teoría de Probabilidad

Espacio muestral y eventos. Técnicas de conteo. Definición de probabilidad y sus axiomas. Reglas aditivas de probabilidad. Probabilidad condicional: eventos dependientes e independientes. Reglas multiplicativas de probabilidad y el teorema de Bayes

## UNIDAD 3

Variables aleatorias

Definición de variables aleatorias: discretas y continuas. Distribución de probabilidad y sus propiedades. Función de densidad y sus propiedades. Variables aleatorias conjuntas. Valor esperado: media y variancia

## UNIDAD 4

Distribuciones de probabilidad discretas

Introducción. Distribución uniforme discreta. Distribución binomial y multinomial

Distribución hipergeométrica. Distribución Binomial negativa y geométrica

Distribución de Poisson.

## UNIDAD 5

Distribuciones de probabilidad continuas

Distribución de probabilidad continua. Distribución normal. Aproximación binomial a la normal. Distribución Gamma.

## UNIDAD 6

Técnicas de muestreo

Conceptos básicos de muestreo: muestreo aleatorio simple. Estadísticos de

muestreo

## UNIDAD 7

Inferencia estadística

Distribuciones muestrales: teorema central del límite, t-Student, Ji-cuadrada, F-Fisher

Estimación: puntual y por intervalos de confianza. Pruebas de hipótesis.

## UNIDAD 8

Regresión Lineal y Correlación

El significado de la regresión. Ajuste de la recta de regresión mediante el método de mínimos cuadrados. Predicción: puntual y por intervalo. Coeficiente de correlación y de determinación.

### PROPUESTA METODOLÓGICA

En los cursos de Matemática es necesario adecuar el enfoque de los contenidos programáticos a los perfiles de ingreso y egreso de los estudiantes que optan por esta carrera. Considerar además los conocimientos previos y prever formas de nivelación que posibiliten un aprendizaje exitoso.

Se pretende que los estudiantes movilicen saberes y procedimientos a través de planteos de situaciones-problema o ejercicios que integren más de una unidad temática. Así se asegura el desarrollo de las competencias y la cabal comprensión de los conceptos involucrados.

Los intereses de los estudiantes, su creatividad y actitud proactiva, la orientación docente, la coordinación con otras asignaturas del Componente Profesional generarán propuestas diversas que permitirán alcanzar los mismos logros.

Los contenidos procedimentales estarán relacionados con el saber hacer: búsqueda de solución a problemas o situaciones problemáticas que requieran de los estudiantes la activación de diversos tipos de conocimiento. Se deben proponer



412

actividades variadas, en diversos contextos vinculados a la aeronáutica y a los intereses del estudiante.

Lo abordado en forma teórica deberá reflejarse en los ejercicios de aplicación práctica. Priorizar el abordaje de conceptos matemáticos que estén integrados en otras asignaturas de la carrera del mismo año o subsiguientes.

Ajustarse al tiempo disponible, con un enfoque metodológico que se apoye en el trabajo conceptual y aplicaciones prácticas, por encima de un riguroso desarrollo teórico.

### EVALUACIÓN

La evaluación es un proceso complejo que nos permite obtener información en relación con las actividades de enseñanza y aprendizaje para comprender su desarrollo y tomar decisiones con la finalidad de mejorarlas.

Es necesario considerar los diferentes momentos en que se realiza la evaluación, teniendo en cuenta, en primer lugar, la evaluación inicial (diagnóstica), en distintos momentos del semestre, que permita indagar sobre los conocimientos previos y actitudes, a partir de los cuales se propondrá la correspondiente Planificación del curso.

En segundo lugar se realizarán dos parciales en cada semestre, distribuyendo en forma equilibrada todos los contenidos del programa respectivo. Las actividades propuestas deben estar en coherencia con el nivel y el tipo de actividades trabajadas en el aula.

La materia será exonerada si el estudiante obtiene un puntaje total, entre los parciales y el rendimiento en clase, de 7 o más.

En caso contrario el estudiante tendrá que rendir examen y realizar correctamente el 60% de la propuesta (acordada por el tribunal) para alcanzar el mínimo de aprobación.

## BIBLIOGRAFÍA SUGERIDA

La bibliografía recomendada solo pretende ser una guía; se sugiere buscar otras fuentes de información incluyendo la disponible en web, donde hay abundante y excelente material de uso libre. El docente orientará al estudiante en esta búsqueda, seleccionando el más adecuado en cada tema tratado.

### PROBABILIDAD E INFERENCIA ESTADÍSTICA

Luis A. Santaló

Monografía N° 11 OEA

### PROBABILIDAD Y ESTADÍSTICA

Murray R. Spiegel – John Schiller – R. Alu Srinivasan

Mc Graw - Hill - Schaum

### ESTADÍSTICA

Murray R. Spiegel – Larry J. Stephens

Mc Graw - Hill - Schaum

### CALCULUS VOLUMEN 2

Tom M. Apostol

Editorial Reverté S.A.

### MATEMÁTICAS APLICADAS

Frank S. Budnick

Mc Graw Hill

### ESTADÍSTICA

Mario F. Triola

Pearson – Addison Wesley

### NOCIONES BÁSICAS ESTADÍSTICA CON EXCEL

María Elizabeth Cristófoli – Matías Belliard

Ediciones Maurina

## ESTADÍSTICA CON SPSS PARA WINDOW

Juan Camacho Rosales

Alfaomega

	PROGRAMA				
	Código en SIPE		Descripción en SIPE		
TIPO DE CURSO	063		Ingeniero Tecnológico		
PLAN	2020				
ORIENTACIÓN	344		Electrotecnia		
MODALIDAD	-----		-----		
AÑO	-----		-----		
TRAYECTO	-----		-----		
SEMESTRE/ MÓDULO	6		Sexto		
ÁREA DE ASIGNATURA	80120		AYC		
ASIGNATURA	35250		Proyecto de Automatismo y Control		
CRÉDITOS EDUCATIVOS	6				
DURACIÓN DEL CURSO	Horas totales: 64		Horas semanales: 4		Cantidad de semanas: 16
Fecha de Presentación: 10/10/19	Nº Resolución del CETP	Exp. Nº 2019-25-4-009393	Res. Nº 3234/19	Acta Nº 222	Fecha 19/11/19

### OBJETIVO DE LA ASIGNATURA

El objetivo central de la asignatura es lograr que el estudiante se enfrente ante una temática nueva, investigue y desarrolle tareas de síntesis de conocimientos obtenidos durante el proceso acorde al nivel de las competencias adquiridas, abordando proyectos de automatización y control a nivel industrial utilizando como apoyo conceptos y tecnologías aplicadas.

Se pretende concientizar al estudiante en la problemática de la realización de

proyectos utilizando metodologías de gestión de proyectos para resolver problemas y necesidades provenientes del desarrollo y la ejecución de proyectos de ingeniería, así como también, adquirir experiencias de integración en una organización de trabajo en equipo.

### PROGRAMA SINTÉTICO

Tema 1: Automatización de un proceso industrial.

Tema 2: Monitoreo y control de sensores industriales.

Tema 3: Domótica aplicada.

Tema 4: Interfaz para control de proceso.

Serán además de aplicación todos los temas desarrollados en las asignaturas: Laboratorio I, Laboratorio II, Laboratorio III, Laboratorio IV y Diseño y Programación de Interfaces.

### PROGRAMA ANÁLITICO

#### TEMA 1

1. Automatización de un proceso industrial.

1.1. Simulación del proceso o prototipo.

1.2. Documentación. Manuales y Guías de mantenimiento.

1.3. Factibilidad y análisis económico-financiero.

#### TEMA 2

2. Monitoreo y control de sensores industriales.

2.1. Simulación del monitoreo y control de datos de entrada.

2.2. Documentación. Manuales y Guías de mantenimiento.

2.3. Factibilidad y análisis económico-financiero.

#### TEMA 3

3. Domótica aplicada.

3.1. Intervención en instalaciones.



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

- 3.2. Simulación o prototipo.
- 3.3. Centralización de la gestión.
- 3.4. Documentación. Manuales y Guías de mantenimiento.
- 3.5. Factibilidad y análisis económico-financiero.

#### TEMA 4

- 4. Interfaz para control de proceso.
  - 4.1. Diseño y soluciones.
  - 4.2. Simulación.
  - 4.3. Muestra, Control y Procesamiento.
  - 4.4. Integración.
  - 4.5. Documentación. Manuales y Guías de mantenimiento.
  - 4.6. Factibilidad y análisis económico-financiero.

Serán además de aplicación todos los temas desarrollados en las asignaturas: Laboratorio I, Laboratorio II, Laboratorio III, Laboratorio IV y Diseño y Programación de Interfaces.

#### METODOLOGÍA

Proyecto de Automatismo y Control, asignatura perteneciente al 6to nivel de la Carrera de Ingeniero Tecnológico en Electrotecnia, de carácter semestral, presenta un enfoque orientado principalmente a el diseño de proyectos de automatización y control a nivel industrial con el fin de generar procesos en los cuales se maximicen los estándares de productividad y optimicen los procesos productivos, con diseño de control de procesos centrado y desarrollado para los usuarios que lo operan.

#### Desarrollo metodológico

Al inicio del semestre se comienza con conceptos avanzados de sistemas de automatización, características específicas de los proyectos de automatización y control, realizando luego un resumen de los temas vistos en la asignatura

Metodología de Gestión con el fin de retomar conocimientos básicos que ayuden a los estudiantes a la elaboración de proyectos. Finalmente se realizará una exposición de los proyectos a ejecutar.

A partir de una formulación inicial, se definirán grupos de trabajo que deban elaborar un documento llamado Propuesta de Proyecto, donde se especifique el proyecto, definiendo además, los objetivos, el alcance del mismo y un cronograma de trabajo a implementar.

Teniendo en cuenta la actividad integradora de la asignatura, el temario para el Proyecto deberá abarcar los contenidos del programa analítico de la presente asignatura, más alguno de los contenidos desarrollados en las asignaturas: Laboratorio I, Laboratorio II, Laboratorio III, Laboratorio IV y Diseño y Programación de Interfaces.

Se definen dos instancias del proyecto, llamadas: Entrega 1 y Entrega 2, para las cuales se determinará fechas, las cuales serán de carácter obligatorio y cuyo contenido será particular para cada Proyecto.

Se define una última entrega o Entrega de Proyecto, donde se entregará el documento final, así como una posterior defensa del mismo.

NOTA: El documento deberá cumplir con las metas establecidas durante la planificación del proyecto, en Propuesta de Proyecto.

El curso contiene clases de asistencia obligatoria.

### Consideraciones

Para cumplir con los objetivos precedentes, se deberá llevar a cabo un Proyecto considerando:

- 1) Que los objetivos deben ser claros, precisos y concretos.
- 2) Que el alcance debe ser claro y preciso.
- 3) La factibilidad de su realización con materiales más utilizados en plaza.



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

- 4) Los problemas y necesidades que deriven de la propuesta presentada se deben ser de aplicación real en el área ingeniería eléctrica en nuestro medio.
- 5) Los fines pueden ser de orden de Aplicación, de Actualización de Tecnología, de Investigación, de Demostración o de Orientación Pedagógica.

### Documentación

La documentación y cálculos justificativos deberá contar con una portada donde se indiquen claramente el título, los autores y la revisión actual del documento y anexo con planos eléctricos efectuados y otros. Es muy frecuente que el docente solicite correcciones o agregados a la documentación del proyecto, por este motivo es necesario contar con una página dentro del documento que hace de referencia al docente de los cambios solicitados y agregados por el grupo de trabajo.

La documentación deberá ser entregada en forma impresa (en dos vías) y en formato digital. La segunda vía de la entrega impresa quedará archivada para uso en modo de consulta en la escuela o instituto.

Vía impresa: El grupo de trabajo siempre deberá presentarse al examen junto al documento impreso.

Proyecto digital: Será subido electrónicamente al sitio del curso en la en la plataforma CV. Se utilizará para la preparación del examen.

Los criterios para la documentación y confección de documentación serán especificados en las Bases del Proyecto a realizar.

### Exposición de contenidos (programa analítico)

La tutoría del proyecto es realizada por parte del docentes responsables de la asignatura (horas de consulta).

Se expondrán además al inicio del curso los contenidos de cada unidad didáctica por medio de presentaciones y explicaciones (horas de clase teóricas), junto con indicaciones sobre fuentes de información y bibliografía. Se promueve la

participación activa del estudiante con actividades de debate, discusión de casos, preguntas y exposiciones.

El estudiante dispondrá previamente de materiales didácticos, que incluirán objetivos, guiones, cronograma y recursos. Los materiales electrónicos, presentaciones, teóricos y ejercicios, estarán previamente cargados en la plataforma CV.

#### Desarrollo de la asignatura:

Horas de clase teóricas: 8 horas

Horas de clase práctico: 0 horas

Horas de consulta: 52 horas

Horas de evaluación: 4 horas

Total de horas presenciales: 64 horas

Horas de dedicación del estudiante: 64 horas

#### EVALUACIÓN

Esta es una asignatura con derecho a exoneración según lo establecido en el reglamento de evaluación y titulación de educación superior terciaria que se halle vigente, así como sus anexos.

Se sugiere clases teórico-prácticas de asistencia libre con los siguientes procedimientos de evaluación:

- 1) Entregas del proyecto según las consideraciones descritas en el punto anterior.
- 2) Presentación y defensa del proyecto realizado (defensa).

En caso de conformidad con las Entrega 1 y Entrega 2, así como con el Proyecto terminado y la Defensa al finalizar el semestre de la asignatura, el tutor del proyecto (docente) dará su aprobación de la asignatura. Se informará al grupo de estudiantes con 20 días de antelación la fecha de la Defensa y el tribunal propuesto a fin de generar una mesa de evaluación.



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

En caso de no aprobación, los estudiantes rendirán examen que incluirá entrega del Proyecto y Defensa oral de mismo, el cual deberá cubrir los temas de la asignatura y cumplir con el enfoque metodológico propuesto.

### BIBLIOGRAFÍA

Piedrafita Moreno Ramón, Ingeniería de la automatización industrial, Editorial alfaomega, México 2004.

Romero Morales Cristóbal, Vázquez serrano francisco, Carlos de Castro Lozano, Domotica e Inmotica , Editorial alfaomega , mexico 2007.

Perez García Miguel Ángel y Alvarez Juan C., Instrumentación Electrónica. Editorial Thomson, México 2004.

Maloney J. Timothy, Electrónica Industrial, editorial prentice hall, México 2000.

Eronini-Umez-Eronini, Dinámica De Sistemas Y Control, Editorial Thomsom Learning, México 2001.

Joseph Balcells. Autómatas programables. Ed. Alfaomega Marcombo. Creus-Sole, Antonio. (2010). Instrumentación Industrial. Madrid. Alfaomega grupo editor.

UNE-EN 60073: Principios básicos y de seguridad para interfaces hombre-máquina, el marcado y la identificación.

CEI 60447: Interfaz hombre máquina: Principios de maniobra.

Human-Compuer Interaction (5th Edition), Pearson Addison-Wesley, 2009.

Nielsen, J.; Loranger, H. Usabilidad Prioridad en el Diseño Web. Ediciones Anaya Multimedia. España, 2007.

Automatismo eléctrico Industriales (Ing. Luis B. Gómez Flores).

Automatismo y Cuadros Eléctricos (José Roldan Viloría).

Reglamento de Baja Tensión de UTE.

Manual de producto PLC LOGO Siemens.

Manual del producto PLC S7 Siemens.

Automatismos industriales. Juan Carlos Martín, Maria Pilar Garcia.

Héctor P. Polenta. (2002 1ra edición) "Instrumentación de procesos industriales".

Online Engineers, ISBN 950-43-5762-8.

		PROGRAMA			
		Código en SIPE	Descripción en SIPE		
TIPO DE CURSO		063	Ingeniero Tecnológico		
PLAN		2020			
ORIENTACIÓN		344	Electrotecnia		
MODALIDAD		-----	-----		
AÑO		-----	-----		
TRAYECTO		-----	-----		
SEMESTRE/ MÓDULO		6	Sexto		
ÁREA DE ASIGNATURA		80060	MTYATSSEE		
ASIGNATURA		35260	Proyecto en Media Tensión		
CRÉDITOS EDUCATIVOS		6			
DURACIÓN DEL CURSO		Horas totales: 64	Horas semanales: 4		Cantidad de semanas: 16
Fecha de Presentación: 10/10/19	Nº Resolución del CETP	Exp. Nº 2019-25-4-009393	Res. Nº 3234/19	Acta Nº 222	Fecha 19/11/19

### OBJETIVO DE LA ASIGNATURA

El objetivo central de la asignatura es lograr que el estudiante se enfrente ante una temática nueva, investigue y desarrolle tareas de síntesis de conocimientos obtenidos durante el proceso, acorde al nivel de las competencias adquiridas.

Se pretende concientizar al estudiante en la problemática de la realización de proyectos utilizando metodologías de gestión de proyectos para resolver problemas y necesidades provenientes del desarrollo y la ejecución de proyectos de ingeniería, así como también, adquirir experiencias de integración en una

organización de trabajo en equipo.

## PROGRAMA SINTÉTICO

Tema 1: Conceptos avanzados de los sistemas eléctricos de potencia.

Tema 2: Diseño de Subestaciones eléctricas.

Tema 3: Diseño de Sistema de tierra de protección.

Tema 4: Diseño de redes de Media Tensión.

Serán además de aplicación todos los temas desarrollados en las asignaturas: Subestaciones Eléctricas, Redes Eléctricas de Potencia I y Máquinas Eléctricas I.

## PROGRAMA ANALÍTICO

### TEMA 1

1. Conceptos avanzados de los sistemas eléctricos de potencia.

1.1 Composición de un sistema eléctrico de potencia.

1.2. Características eléctricas de las distintas etapas de un sistema eléctrico de potencia.

### TEMA 2

2. Diseño de Subestaciones eléctricas.

2.1. Diseño y dimensionado de una subestación.

2.2. Cálculo de cortocircuitos.

2.3. Especificaciones técnicas.

2.4. Normativa asociada.

2.5. Estimación de la demanda.

2.6. Ensayos de verificación y recepción de la instalación. Conceptos de ensayos FAT<sup>3</sup> y SAT<sup>4</sup>.

---

<sup>3</sup> acr. angl. *Factory Acceptance Test* - Pruebas de aceptación de Fábrica

<sup>4</sup> acr. angl. *Site Acceptance Test* - Prueba de Aceptación en Terreno o Sitio

### TEMA 3

#### 3. Diseño de Sistema de tierra de protección.

##### 3.1. Resistividad del terreno.

##### 3.2. Diseño del mallado de puesta a tierra.

##### 3.3. Cálculo de cortocircuitos.

##### 3.4. Definición y cálculos de tensión de paso y tensión de toque.

##### 3.5. Normativa asociada.

##### 3.6. Régimen de neutro.

### TEMA 4

#### 4. Diseño de redes de Media Tensión.

##### 4.1. Línea Aérea de Media Tensión.

###### 4.1.1. Criterios generales de diseño.

###### 4.1.2. Tensión Nominal y Nivel de Aislamiento.

###### 4.1.3. Cimentación, apartamentas y puesta a tierra.

###### 4.1.4. Distancias de seguridad.

###### 4.1.5. Tendido de conductores.

###### 4.1.6. Cálculos eléctricos.

###### 4.1.7. Cálculos mecánicos.

##### 4.2. Cable Subterráneo de Media Tensión.

###### 4.2.1. Criterios generales de diseño

###### 4.2.2. Tensión Nominal y Nivel de Aislamiento.

###### 4.2.3. Canalización, elementos y puesta a tierra.

###### 4.2.4. Tendido de conductores.

###### 4.2.5. Cálculos eléctricos.

Serán además de aplicación todos los contenidos desarrollados en las asignaturas:



Subestaciones Eléctricas, Redes Eléctricas de Potencia I y Máquinas Eléctricas I.

## METODOLOGÍA

Proyecto en Media Tensión, asignatura perteneciente al 6to nivel de la Carrera de Ingeniero Tecnológico en Electrotecnia, de carácter semestral, presenta un enfoque orientado principalmente a instalaciones de Media Tensión, presentando criterios de diseño, equipos y materiales utilizados en Subestaciones de Media Tensión y en redes de Mallado de Puestas a Tierra.

### Desarrollo metodológico

Al inicio del semestre se iniciará con dictado de clases sobre conceptos avanzados de los sistemas eléctricos de potencia, realizando luego un resumen de los temas vistos en la asignatura Metodología de Gestión con el fin de retomar conocimientos básicos que ayuden a los estudiantes a la elaboración de proyectos. Finalmente se realizará una exposición de los proyectos a ejecutar.

A partir de una formulación inicial, se definirán grupos de trabajo que deban elaborar un documento llamado Propuesta de Proyecto, donde se especifique el proyecto, definiendo además, los objetivos, el alcance del mismo y un cronograma de trabajo a implementar.

Teniendo en cuenta la actividad integradora de la asignatura, el temario para el Proyecto deberá abarcar todos los contenidos del programa analítico de la presente asignatura, más alguno de los contenidos desarrollados en las asignaturas: Subestaciones Eléctricas, Redes Eléctricas de Potencia I y Máquinas Eléctricas I.

Se definen dos instancias del proyecto, llamadas: Entrega 1 y Entrega 2, para las cuales se determinará fechas, las cuales serán de carácter obligatorio y cuyo contenido será particular para cada Proyecto.

Se define una última entrega o Entrega de Proyecto, donde se entregará el

documento final, así como una posterior defensa del mismo.

NOTA: El documento deberá cumplir con las metas establecidas durante la planificación del proyecto, en Propuesta de Proyecto.

El curso contiene clases de asistencia obligatoria.

### Consideraciones

Para cumplir con los objetivos precedentes, se deberá llevar a cabo un Proyecto considerando:

- 1) Que los objetivos deben ser claros, precisos y concretos.
- 2) Que el alcance debe ser claro y preciso.
- 3) La factibilidad de su realización con materiales más utilizados en plaza.
- 4) Los problemas y necesidades que deriven de la propuesta presentada se deben ser de aplicación real en el área ingeniería eléctrica en nuestro medio.
- 5) Los fines pueden ser de orden de Aplicación, de Actualización de Tecnología, de Investigación, de Demostración o de Orientación Pedagógica.

### Documentación

La documentación y cálculos justificativos deberá contar con una portada donde se indiquen claramente el título, los autores y la revisión actual del documento y anexo con planos eléctricos efectuados y otros. Es muy frecuente que el docente solicite correcciones o agregados a la documentación del proyecto, por este motivo es necesario contar con una página dentro del documento que hace de referencia al docente de los cambios solicitados y agregados por el grupo de trabajo.

La documentación deberá ser entregada en forma impresa (en dos vías) y en formato digital. La segunda vía de la entrega impresa quedará archivada para uso en modo de consulta en la escuela o instituto.

Vía impresa: El grupo de trabajo siempre deberá presentarse al examen junto al



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

documento impreso.

Proyecto digital: Será subido electrónicamente al sitio del curso en la en la plataforma CV. Se utilizará para la preparación del examen.

Los criterios para la documentación y confección de documentación serán especificados en las Bases del Proyecto a realizar.

#### Exposición de contenidos (programa analítico)

La tutoría del proyecto es realizada por parte del docentes responsables de la asignatura (horas de consulta).

Se expondrán además al inicio del curso los contenidos de cada unidad didáctica por medio de presentaciones y explicaciones (horas de clase teóricas), junto con indicaciones sobre fuentes de información y bibliografía. Se promueve la participación activa del estudiante con actividades de debate, discusión de casos, preguntas y exposiciones.

El estudiante dispondrá previamente de materiales didácticos, que incluirán objetivos, guiones, cronograma y recursos. Los materiales electrónicos, presentaciones, teóricos y ejercicios, estarán previamente cargados en la plataforma CV.

#### Desarrollo de la asignatura:

Horas de clase teóricas: 16 horas

Horas de clase práctico: 0 horas

Horas de consulta: 44 horas

Horas de evaluación: 4 horas

Total de horas presenciales: 64 horas

Horas de dedicación del estudiante: 64 horas

## METODOLOGÍA - Anexo - Sugerencia de Bases y Alcances

El trabajo se realizará en base a consigna elaborada por el docente en coordinación con otros docentes del área (sala docente o conjunto de coordinadores). Se deja aquí un anexo a modo de sugerencia para la elaboración de bases y delineado de alcances.

El proyecto deberá tratar como temática central alguno de estos temas:

- Diseño de una subestación MT/BT de tipo interior con local edilicio en planta a calle.
- Diseño de una subestación de tipo intemperie MT/BT.
- Diseño de sistema de tierra de protección para una subestación MT/BT de tipo interior.
- Diseño de línea aérea de MT.
- Diseño de cable subterráneo de MT.

Cada proyecto se realizará en grupos de 2 o 3 estudiantes.

NOTA: Los formatos de documento solicitados son PDF y docx.

## EVALUACIÓN

Esta es una asignatura con derecho a exoneración según lo establecido en el reglamento de evaluación y titulación de educación superior terciaria que se halle vigente, así como sus anexos.

Se sugiere clases teórico-prácticas de asistencia libre con los siguientes procedimientos de evaluación:

- 1) Entregas del proyecto según las consideraciones descritas en el punto anterior.
- 2) Presentación y defensa del proyecto realizado (defensa).

En caso de conformidad con las Entregas 1 y 2, así como con el Proyecto terminado y la defensa al finalizar el semestre de la asignatura, el tutor del



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

proyecto (docente) dará su aprobación de la asignatura. Se informará al grupo de estudiantes con 20 días de antelación la fecha de la Defensa y el tribunal propuesto a fin de generar una mesa de evaluación.

En caso de no aprobación, los estudiantes rendirán examen que incluirá entrega del Proyecto y Defensa oral de mismo, el cual deberá cubrir los temas de la asignatura y cumplir con el enfoque metodológico propuesto.

### BIBLIOGRAFÍA

Vázquez Praderi: "Sobretensiones y coordinación de la aislación" (CIER)

Normas IEC de equipos de Media Tensión: IEC 60038-8; IEC 60056-17; IEC 60044/2-38; IEC 60076-14; IEC 60186-38; IEC 60285-21.

Norma High-voltage Switchgear and Controlgear. IEC 62271-200.

Norma Guide for Measuring Earth Resistivity, Ground Impedance, and Earth Surface Potentials of a Ground System. IEEE Std. 81-1983.

Norma Guide for Safety in AC Substation Grounding. IEEE Std. 80-2000.

UTE y URSEA: Reglamentos de instalaciones en MT.

Norma Diseño Instalaciones de Distribución. UTE NO-DIS-DI-0001/00.

Manual de Unidades Constructivas de MT. UTE.

Norma Locales para Subestaciones y Puestos de Conexión y Medida Modulares Normalizados. MA-DIS-TR01-04.

Centros de Transformación MT/BT. Schneider Electric.

Norma NS1D. UTE.

Conceptos generales de RCM. Libro RCM II - John Moubray.

Pautas para la gestión de mantenimiento. PAS55 y Norma ISO 55001.

Sobre temas específicos, se podrá recomendar libros especializados para consulta.

		PROGRAMA			
		Código en SIPE	Descripción en SIPE		
TIPO DE CURSO	063	Ingeniero Tecnológico			
PLAN	2020				
ORIENTACIÓN	344	Electrotecnia			
MODALIDAD	-----	-----			
AÑO	-----	-----			
TRAYECTO	-----	-----			
SEMESTRE/ MÓDULO	6	Sexto			
ÁREA DE ASIGNATURA	80070	MTYATREDES			
ASIGNATURA	35452	Redes Eléctricas de Potencia II			
CRÉDITOS EDUCATIVOS	9				
DURACIÓN DEL CURSO		Horas totales: 96	Horas semanales: 6		Cantidad de semanas: 16
Fecha de Presentación: 10/10/19	Nº Resolución del CETP	Exp. N° 2019-25-4-009393	Res. N° 3234/19	Acta N° 222	Fecha 19/11/19

### OBJETIVO DE LA ASIGNATURA

En esta asignatura se abordan conocimientos avanzados de Sistemas Eléctricos de Potencia (SEP) en redes trifásicas de corriente alterna. Se trabajará sobre fundamentos de la transporte de energía eléctrica y flujos de potencia a través de redes de complejidad avanzada, con fuerte énfasis en el análisis operativo, diseño y estabilidad de las redes eléctricas de potencia. Además se introducirá al estudiante en el análisis de fallas (fallas simétricas) al inicio del curso. Este tema es de aplicabilidad para la elaboración del Proyecto en Media Tensión, asignatura que pertenece mismo semestre que la presente. Será fundamental haber asimilado y consolidado los conocimientos de las asignaturas Redes Eléctricas de Potencia I y

Métodos Numéricos para un provechoso encare de la presente asignatura.

### PROGRAMA SINTÉTICO

Tema 1: Laboratorio de cálculos y análisis de SEP mediante software.

Tema 2: Flujo de cargas y operación óptima de los SEP.

Tema 3: Introducción al análisis de fallas (fallas simétricas).

Tema 4: Sobretensiones y transitorios.

Tema 5: Estabilidad transitoria de los SEP.

### PROGRAMA ANÁLITICO

#### TEMA 1 [12 hs]

1. Introducción a cálculos de SEP mediante software.

1.1. Licenciamiento, instalación y configuraciones.

1.2. Repaso de sistema por unidad.

1.3. Representación y parametrización de los componentes de los SEP. Ejercicios.

COMENTARIOS TEMA 1: Esta unidad es transversal a las demás, se desarrolla a lo largo de toda la asignatura, ilustrando con prácticas de simulador, los diferentes conceptos y técnicas adquiridos. Se sugiere trabajar con el software PSS®E de SIEMENS o similar, en combinación con sistemas de cómputo numérico (MATLAB, OCTAVE o similar). Se realizará una introducción a la herramienta y su uso por parte de los estudiantes, que luego realizarán diferentes prácticas y ejercicios según el avance del curso.

#### TEMA 2 [24 hs]

2. Flujo de cargas y operación óptima de los SEP.

2.1. Repaso. Flujo de potencia a través de una línea y regulación de voltaje.

2.2. Circuito equivalente de una línea de transmisión para estudio de flujos de

carga.

## 2.3. Formulación de modelos de red.

### 2.3.1. Obtención del bus de admitancias.

#### 2.3.1.1. Admitancias de convergencia y transferencia.

#### 2.3.1.2. Matriz de admitancia de bus.

#### 2.3.1.3. Formulación de Ybus por transformación singular.

#### 2.3.1.4. Introducción a la formulación de Zbus. (Se amplía en unidad 3)

## 2.4. Estudios de flujo de carga.

## 2.5. Operación óptima.

### 2.5.1. Operación óptima de generadores interconectados.

### 2.5.2. Programación óptima de generación.

### 2.5.3. Pérdida de transmisión y modelos.

### 2.5.4. Solución óptima de flujo de carga.

#### 2.5.4.1. Flujo de potencia óptimo sin restricciones de desigualdad.

#### 2.5.4.2. Restricciones de desigualdad en las variables de control.

#### 2.5.4.3. Restricciones de desigualdad en variables dependientes.

### 2.5.5. Control automático de generación y voltaje.

## TEMA 3 [24 hs]

## 3. Introducción al análisis de fallas (fallas simétricas).

### 3.1. Tipos de fallas

#### 3.1.1. Cortocircuitos.

#### 3.1.2. Líneas abiertas.

### 3.2. Transitorios en una línea de transmisión.

### 3.3. Cortocircuito de una máquina síncrona (con y sin carga).



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

3.4. Estudios, mapas y tablas de nivel de cortocircuito instalado.

3.5. Selección de cortacircuitos (fusibles de potencia).

3.6. Algoritmo para el estudio de cortocircuitos.

3.6.1. Por teorema de Thévenin.

3.6.2. Obtención del bus de impedancias.

3.6.2.1. Autoadmitancias de los nodos.

3.6.2.2. Impedancias de transferencia.

3.6.2.3. Formulación de Zbus.

3.6.3. Cálculos por software.

3.7. Normas de referencia y aplicación.

COMENTARIOS TEMA 3: El análisis de fallas asimétricas se desarrolla en la asignatura Circuitos de protección y medida.

TEMA 4 [12 hs]

4. Sobretensiones y transitorios.

4.1. Propagación de ondas. Fenómenos de reflexión. Origen de las sobretensiones.

4.2. Clasificación de las sobretensiones.

4.2.1. Por su frecuencia.

4.2.2. Por su tiempo de duración.

4.2.3. Por su origen.

4.3. Sobretensiones de origen atmosférico.

4.3.1. Forma de onda standard.

4.3.2. Curvas isoceránicas.

4.3.3. Hilos de guardia.

4.4. Sobretensiones de origen interno.



- 4.4.1. Tipos.
- 4.4.2. Forma de onda standard.
- 4.4.3. Conexión y desconexión de líneas en vacío.
- 4.4.4. Línea con transformador en vacío.
- 4.4.5. Maniobra de pequeñas corrientes inductivas.
- 4.4.6. Defecto kilométrico.
- 4.4.7. Sistemas efectiva y no efectivamente puestos a tierra.

TEMA 5 [24 hs]

- 5. Estabilidad transitoria de los SEP.
  - 5.1. Ecuación de oscilación.
  - 5.2. Modelo y dinámica de la máquina síncrona.
    - 5.2.1. Ecuación del ángulo de potencia.
    - 5.2.2. Modelo simplificado de la máquina.
  - 5.3. Sistemas y conexión de máquinas (clasificación y análisis).
  - 5.4. Estabilidad de estado estable.
  - 5.5. Estabilidad transitoria.
    - 5.5.1. Criterio del área igual.
      - 5.5.1.1. Análisis de casuísticas más habituales.
        - 5.5.1.1.1. Cambio repentino en la entrada mecánica.
        - 5.5.1.1.2. Efecto del tiempo de desconexión.
        - 5.5.1.1.3. Pérdida repentina de línea paralela.
        - 5.5.1.1.4. Cortocircuito en extremo de línea.
        - 5.5.1.1.5. Cortocircuito alejado de los extremos de la línea.
        - 5.5.1.1.6. Reconexión.

## 5.6. Estabilidad en un sistema multimáquinas.

### METODOLOGÍA

Redes Eléctricas de Potencia II, asignatura perteneciente al 7mo nivel de la Carrera de Ingeniero Tecnológico en Electrotecnia, de carácter semestral, presenta un enfoque orientado al estudio avanzado de las redes eléctricas de potencia en Alta Tensión y Media Tensión, brindando criterios teóricos y prácticos para su análisis y diseño.

La asignatura Redes Eléctricas de Potencia II, es un curso teórico que cuenta con cinco temas a desarrollar.

El desarrollo de los temas es realizado por parte del docente responsable de la asignatura, se expondrán los contenidos de cada unidad didáctica por medio de presentaciones y explicaciones, los conceptos se reafirmaron mediante ejercicios de aplicación, todo se desarrollara junto con indicaciones sobre fuentes de información y bibliografía.

Se promueve la participación activa del estudiante con actividades de debate, discusión de casos, preguntas y exposiciones.

El estudiante dispondrá previamente de materiales didácticos, que incluirán objetivos, guiones, cronograma y recursos.

Los materiales electrónicos, presentaciones, teóricos y ejercicios, estarán estar previamente cargados en la plataforma CV.

#### Desarrollo de la asignatura:

Horas de clase teóricas: 44 horas

Horas de clase práctico: 28 horas

Horas de consulta: 12 horas

Horas de evaluación: 12 horas

Total de horas presenciales: 96 horas

Horas de dedicación del estudiante: 96 horas

### EVALUACIÓN

Esta es una asignatura con derecho a exoneración según lo establecido en el reglamento de evaluación y titulación de educación superior terciaria que se halle vigente, así como sus anexos.

Se sugieren 2 instancias de evaluación o parciales. El primero luego de finalizado el segundo mes del semestre y el último al finalizar éste. A partir de las calificaciones de dichos parciales y de su actuación, el estudiante obtendrá la calificación final del semestre.

### BIBLIOGRAFÍA

Grainger-Stevenson, Análisis de los sistemas eléctricos de potencia, 2º Ed., McGraw-Hill.

Kothari-Nagrath, Sistemas Eléctricos de Potencia, 3º Ed., McGraw-Hill.

Mujal, Cálculo de líneas y redes eléctricas, UPC Ediciones, 2002.

Mujal, Protección de los sistemas eléctricos de potencia, UPC Ediciones, 2002.

Glover-Overbye-Sarma, Power System Analysis and Design, 6º Ed.

Nasar, Sistemas Eléctricos de Potencia, 1º Ed., McGraw-Hill.

Cheng, Fundamentos de electromagnetismo para ingeniería, 1º Ed. Pearson.

Kirchmayer, Economic Operation of Power Systems, Wiley, NY.

Kirchmayer, Economic Control of Interconnected Systems, Wiley, NY.

Anderson-Fund, Power System Control and Stability, The Iowa State University Press, Iowa, 1997.

Kimbark, Power System Stability, vols. 1, 2 y 3. Wiley, NY.

		PROGRAMA			
		Código en SIPE	Descripción en SIPE		
TIPO DE CURSO	063	Ingeniero Tecnológico			
PLAN	2020				
ORIENTACIÓN	344	Electrotecnia			
MODALIDAD	-----	-----			
AÑO	-----	-----			
TRAYECTO	-----	-----			
SEMESTRE/ MÓDULO	6	Sexto			
ÁREA DE ASIGNATURA	80140	ETRO			
ASIGNATURA	39010	Sistemas de Control			
CRÉDITOS EDUCATIVOS	8				
DURACIÓN DEL CURSO	Horas totales: 80	Horas semanales: 5		Cantidad de semanas: 16	
Fecha de Presentación: 10/10/19	Nº Resolución del CETP	Exp. Nº 2019-25-4-009393	Res. Nº 3234/19	Acta Nº 222	Fecha 19/11/19

### OBJETIVO DE LA ASIGNATURA

El objetivo central de la asignatura es brindar al estudiante conceptos avanzados para la representación y obtención de modelos de sistemas físicos, el estudio de la respuesta dinámica y la estabilidad de éstos, así como los diferentes métodos de análisis y proyecto de sistemas de control.

La asignatura ofrece herramientas elementales para realizar el diseño y análisis de sistemas de control en sus variantes más importantes y de aplicación al campo industrial.

### PROGRAMA SINTÉTICO

Tema 1: Análisis de Sistemas por el método del Lugar Geométrico de las Raíces.

Tema 2: Interpretación del LGR y Diseño de Sistemas de Control.

Tema 3: Análisis y Diseño de Sistemas de Control mediante respuesta en frecuencia.

Tema 4: Análisis y diseño de sistemas de control en el espacio de estados.

Tema 5: Análisis y diseño de controladores en el tiempo.

## PROGRAMA ANÁLITICO

### TEMA 1

1. Análisis de Sistemas por el método del Lugar Geométrico de las Raíces.

1.1. Uso de las raíces de la ecuación característica para determinar el funcionamiento del sistema. Analizar comportamiento en base a los polos y ceros de lazo abierto. Polos y ceros dominantes.

1.2. Variación de las raíces de la ecuación característica en función del parámetro de ganancia proporcional  $K_p$ .

1.3. Trazado del Lugar Geométrico de las Raíces (LGR).

1.4. Uso del computador para el trazado del Lugar Geométrico de las Raíces (LGR).

### TEMA 2

2. Interpretación del LGR y Diseño de Sistemas de Control.

2.1. Significado de la curva del LGR. Análisis del LGR para predecir comportamiento del sistema.

2.2. Comparar respuesta en el tiempo según el punto de funcionamiento.

2.3. Determinación y elección del punto de funcionamiento en base al LGR.

2.4. Compensadores de Adelanto, Atraso y Adelanto-Atraso.

2.5. Diseño Gráfico con el LGR para agregar ceros y polos.

2.6. Diseño analítico para agregar ceros y polos.



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

### TEMA 3

#### 3. Análisis y Diseño de Sistemas de Control mediante Respuesta en Frecuencia.

##### 3.1. Características de la Respuesta en Frecuencia

##### 3.2. Trazas de Bode.

##### 3.3. Diagrama Nyquist. Criterio de estabilidad de Nyquist.

##### 3.4. Cálculo de compensadores.

##### 3.4.1. Compensación en adelanto.

##### 3.4.2. Compensación en atraso.

##### 3.4.3. Compensación en adelanto-atraso.

### TEMA 4

#### 4. Análisis y diseño de sistemas de control en el espacio de estados

##### 4.1. Representación de Sistemas en el Espacio de Estados.

##### 4.2. Uso del computador para analizar sistemas.

##### 4.3. Variable Z, método discreto de análisis.

##### 4.4. Metodología de diseño a través de variables de estado.

##### 4.5. Control Realimentado Discreto de Sistemas.

### TEMA 5

#### 5. Análisis y diseño de controladores en el tiempo.

##### 5.1. Definición y características de un controlador.

##### 5.2. Introducción a los controladores: P, PI, PD y PID.

##### 5.3. Operación de los controladores P, PI y PID.

##### 5.4. Reglas de Ziegler-Nichols. Aplicación de las reglas de Ziegler-Nichols.

##### 5.5. Selección y sintonización del controlador.

##### 5.6. Aplicaciones en la solución de problemas reales. Sintonización analítica

robusta de controladores PI/PID de dos grados de libertad, plantas con y sin tiempo muerto.

5.7. Características de cada controlador a partir de la respuesta de salida de la planta.

5.8. Ajustar y calibrar un controlador tipo PID a partir del método de de Ziegler-Nichols.

## METODOLOGÍA

Sistemas de Control, asignatura perteneciente al 6to nivel de la Carrera de Ingeniero Tecnológico en Electrotecnia, de carácter semestral, presenta un enfoque orientado a proporcionar los elementos para realizar el control lineal de sistemas dinámicos, además de desarrollar la habilidad en el uso de herramientas de vanguardia aplicables a la simulación, análisis y diseño de controladores para sistemas dinámicos

La asignatura Sistemas de Control, es un curso teórico que cuenta cinco temas a desarrollar.

El desarrollo de los temas es realizado por parte del docente responsable de la asignatura, se expondrán los contenidos de cada unidad didáctica por medio de presentaciones y explicaciones, los conceptos se reafirmaron mediante ejercicios de aplicación, todo se desarrollara junto con indicaciones sobre fuentes de información y bibliografía.

Se promueve la participación activa del estudiante con actividades de debate, discusión de casos, preguntas y exposiciones.

El estudiante dispondrá previamente de materiales didácticos, que incluirán objetivos, guiones, cronograma y recursos.



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

Los materiales electrónicos, presentaciones, teóricos y ejercicios, estarán estar previamente cargados en la plataforma CV.

#### Desarrollo de la asignatura:

Horas de clase teóricas: 32 horas

Horas de clase práctico: 24 horas

Horas de consulta: 16 horas

Horas de evaluación: 8 horas

Total de horas presenciales: 80 horas

Horas de dedicación del estudiante: 80 horas

#### EVALUACIÓN

Esta es una asignatura con derecho a exoneración según lo establecido en el reglamento de evaluación y titulación de educación superior terciaria que se halle vigente, así como sus anexos.

Se sugiere realizar dos parciales para efectuar la evaluación de los estudiantes.

Especialmente se sugiere que para la implementación del Tema 1 y Tema 2 la evaluación se realice a través de repartidos de ejercicios que serán complementarios y de ejecución por fuera del Aula.

#### BIBLIOGRAFÍA

“Ingeniería de Control Moderna” Katsuhiko Ogata , Edit. Prentice Hall, 2010.

“Ingeniería de Control” W. Bolton, Edit. AlfaOmega, 2001.

“Introducción a los Sistemas de Control” Ricardo Hernández, Edit. Prentice Hall, 2010.

“Mecatrónica” W. Bolton, Edit. AlfaOmega, 2001

“Sistemas de Control Automatico” Benjamin Kuo, Edit. Prentice Hall, 1996.

“Sistemas de Control para Ingeniería” Norman S. Nise, Edit Continental, 2006.

		PROGRAMA			
		Código en SIPE	Descripción en SIPE		
TIPO DE CURSO		063	Ingeniero Tecnológico		
PLAN		2020			
ORIENTACIÓN		344	Electrotecnia		
MODALIDAD		---	----		
AÑO		---	----		
TRAYECTO		---	----		
SEMESTRE/ MÓDULO		7	7		
ÁREA DE ASIGNATURA		80090	MTYATPRO		
ASIGNATURA		13890	Circuitos de Protección y Medida		
CRÉDITOS ACADÉMICOS		9			
DURACIÓN DEL CURSO		Horas totales:96	Horas semanales:6		Cantidad de semanas:16
Fecha de Presentación:	N° Resolución del CETP	Exp. N° 2019-25-4-009393	Res. N° 3234/19	Acta N° 222	Fecha 19/11/19
10/09/2019					

### OBJETIVO DE LA ASIGNATURA

El objetivo central de la asignatura es introducir al estudiante en los circuitos de protección y medida para distintas aplicaciones de EAT, AT y MT, se brinda conocimiento sobre los tipos de fallas y la ingeniería asociada para el análisis de las mismas. Se pretende que el estudiante adquiera conocimientos básicos sobre los circuitos de protección y medida, así como también, sobre los equipos vinculados.

La asignatura ofrece herramientas elementales para seleccionar los equipos protección y medida para instalaciones eléctricas, tomando en cuenta consideraciones de confiabilidad, desempeño, complejidad, costo, etc.



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

## PROGRAMA SINTÉTICO

Tema 1: Transformador de medida y protección.

Tema 2: Equipos de corte en Media Tensión y Alta Tensión en aplicación a los sistemas de protección.

Tema 3: Protecciones mecánicas de los transformadores de potencia.

Tema 4: Componentes simétricas.

Tema 5: Impedancias secuenciales.

Tema 6: Corto-circuito y circuitos abiertos.

Tema 7: Análisis de fallas o condiciones anormales de funcionamiento por medio de software.

## PROGRAMA ANÁLITICO

### TEMA 1

1. Transformador de medida y protección.

1.1 Transformador de tensión.

1.2 Transformador de corriente.

1.3. Elección de transformador de corriente: Análisis en régimen permanente y transitorio.

1.4. Circuitos de conexión para medida y protección.

1.5. Relés auxiliares para protección y su aplicación.

1.6. Análisis de planos eléctricos de Media Tensión y Alta Tensión.

### TEMA 2

2. Equipos de corte en Media Tensión y Alta Tensión en aplicación a los sistemas de protección.

2.1. Seccionador.

2.2. Interruptor de potencia.

## 2.3. Fusibles.

## TEMA 3

### 3. Protecciones mecánicas de los transformadores de potencia.

#### 3.1. Relé Buchholz.

#### 3.2. Protección por temperatura: Termómetro e Imagen Térmica.

#### 3.3. Protección de cuba.

#### 3.4. Válvula de sobrepresión.

#### 3.5. Relé de flujo.

#### 3.6. Elementos asociados: Tanque de expansión, descargadores, CBC, etc.

#### 3.7. Sistemas de refrigeración: para transformadores en baño de aceite y de aislación seca.

## TEMA 4

### 4. Componentes simétricas.

#### 4.1. Teoría general de sistemas trifásicos.

#### 4.2. Aplicación a sistemas eléctricos desequilibrados.

## TEMA 5

### 5. Impedancias secuenciales.

#### 5.1. Impedancia síncrona, asíncrona y de secuencia cero.

#### 5.2. Comportamiento de los distintos equipos de la red.

## TEMA 6

### 6. Corto-circuito y circuitos abiertos.

#### 6.1. Naturalezas, causas y efectos.

#### 6.2. Cálculo mediante el modelo Thevenin.

#### 6.3. Cálculo de los distintos tipos de cortocircuitos.

#### 6.4. Factor de distribución.



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

6.5 Atenuación de la corriente de cortocircuito según sistema de aterramiento de neutro.

6.6 Circuitos abiertos.

## TEMA 7

7. Análisis de fallas o condiciones anormales de funcionamiento por medio de software.

7.1. Introducción al software.

7.2. Análisis de condiciones anormales de funcionamiento.

## METODOLOGÍA

Circuitos de Protección y Medida, asignatura perteneciente al 7mo nivel de la Carrera de Ingeniero Tecnológico en Electrotecnia, de carácter semestral, presenta un enfoque orientado a instalaciones de Alta Tensión y Media Tensión, brindando criterios de cálculo y diseño para su aplicación en sistemas de protección, medida y control.

La asignatura Circuitos de Protección y Medida, es un curso teórico-práctico que cuenta siete temas a desarrollar.

El desarrollo de los temas es realizado por parte del docente responsable de la asignatura, se expondrán los contenidos de cada unidad didáctica por medio de presentaciones y explicaciones, los conceptos se reafirmaron mediante ejercicios de aplicación, todo se desarrollara junto con indicaciones sobre fuentes de información y bibliografía.

Se promueve la participación activa del estudiante con actividades de debate, discusión de casos, preguntas y exposiciones.

El estudiante dispondrá previamente de materiales didácticos, que incluirán objetivos, guiones, cronograma y recursos.

Los materiales electrónicos, presentaciones, teóricos y ejercicios, estarán estar previamente cargados en la plataforma CV.

Para el desarrollo del Tema 7: Análisis de fallas o condiciones anormales de funcionamiento por medio de software, se recomienda utilizar el software PSSE/E.

#### Desarrollo de la asignatura:

Horas de clase teóricas: 36 horas

Horas de clase práctico: 36 horas

Horas de consulta: 12 horas

Horas de evaluación: 12 horas

Total de horas presenciales: 96 horas

Horas de dedicación del estudiante: 96 horas

#### EVALUACIÓN

Esta es una asignatura con derecho a exoneración según lo establecido en el reglamento de evaluación y titulación de educación superior terciaria que se halle vigente, así como sus anexos.

Se sugieren 2 instancias de evaluación o parciales. El primero luego de finalizado el segundo mes del semestre y el último al finalizar éste. A partir de las calificaciones de dichos parciales y de su actuación, el estudiante obtendrá la calificación final del semestre.

#### BIBLIOGRAFÍA

Análisis de los sistemas eléctricos de potencia. Stevenson y Grainger. Ediciones 970-10-0908-8.

IEC 61869-1: Transformadores de medida - Parte 1: Requerimientos generales.

IEC 61869-2: Transformadores de medida - Parte 2: Requisitos adicionales para los transformadores de corriente.



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

IEC 61869-3: Transformadores de medida - Parte 3: Requerimientos adicionales para transformadores de tensión inductivos.

IEC 61869-5: Transformadores de medida - Parte 5: Requerimientos adicionales para transformadores de tensión capacitivos.

IEC 60044-1: Transformadores de medida - Parte 1: Transformadores de corriente.

IEC 60044-2: Transformadores de medida - Parte 2: Transformadores de tensión inductivos.

IEC 60044-5: Transformadores de medida. Parte 5: Transformadores de tensión capacitivos.

IEC 60044-6: Transformadores de medida - Parte 6: Requerimientos para los transformadores de corriente para uso en protecciones para el comportamiento dinámico.

IEEE C57.13: IEEE Standard Requirements for Instruments Transformers.

IEEE C37.110: IEEE Guide for the Application of Current Transformers Used for Protective Relaying Purposes.

IEEE C93.2: Standard Requirements for Power Line Coupling Capacitor Voltage Transformer.

Method of Symmetrical Co-ordinates Applied to the Solution of Polyphase Networks, C.L. Fortescue, 34th Annual Convention of AIEE, 1918.

Protective Relaying Theory and Applications, Walter A. Elmore, Marcel Dekker Inc. 2nd ed. 2004.

Protective Relaying: Principles and Applications, J. Lewis Blackburn, Marcel Dekker Inc. 2nd ed. 1997.

		PROGRAMA			
		Código en SIPE	Descripción en SIPE		
TIPO DE CURSO		063	Ingeniero Tecnológico		
PLAN		2020			
ORIENTACIÓN		344	Electrotecnia		
MODALIDAD		---	----		
AÑO		---	----		
TRAYECTO		---	----		
SEMESTRE/ MÓDULO		7	7		
ÁREA DE ASIGNATURA		80080	MTYATGEN		
ASIGNATURA		17000	Generación de Energía Eléctrica		
CRÉDITOS ACADÉMICOS		5			
DURACIÓN DEL CURSO		Horas totales: 48	Horas semanales:3	Cantidad de semanas:16	
Fecha de Presentación: 10/10/2019	Nº Resolución del CETP	Exp. Nº 2019-25-4-009393	Res. Nº 3234/19	Acta Nº 222	Fecha 19/11/19

## OBJETIVO DE LA ASIGNATURA

El objetivo central de la asignatura es introducir al estudiante en las áreas de generación, diseño constructivo, mantenimiento y explotación de centrales que emplean fuentes de energía renovable y no renovable.

Así mismo, se pretende lograr que el estudiante adquiera conocimientos acerca de la generación térmica, hidráulica, eólica y fotovoltaica, presentando principios básicos de funcionamiento y control de estos generadores, así como el estudio del impacto de la inserción de la generación en la operación y control de sistemas eléctricos de potencia.

Por último, se analizarán conceptos básicos de las tecnologías para la generación distribuida y su integración al sistema eléctrico de Media Tensión.



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

Se complementa con aspectos generales sobre el abastecimiento de la energía eléctrica, comparativa y análisis de costes de la generación, desde una óptica de eficiencia económica.

## PROGRAMA SINTÉTICO

Tema 1: Introducción a la Generación de Energía.

Tema 2: Generación Térmica.

Tema 3: Generación Hidráulica.

Tema 4: Generación Eólica.

Tema 5: Generación Fotovoltaica.

Tema 6: Generación Distribuida.

Tema 7: Otras fuentes de energía.

## PROGRAMA ANALÍTICO

### TEMA 1

1. Introducción a la Generación de Energía.

1.1. Recursos y reservas de las principales centrales generadoras.

1.2. Clasificación de las fuentes energéticas.

1.3. Tipos de centrales eléctricas.

1.4. Centrales que emplean fuentes de energía renovable.

1.5. Centrales que emplean fuentes de energía no renovable.

1.6. Transformaciones de la energía primaria.

1.7. Matriz energética.

### TEMA 2

2. Generación Térmica.

2.1. Reseña histórica.

2.2. Principio de funcionamiento.

2.3. Ciclo de vapor. Ciclo de Rankine. Descripción de los principales

componentes.

2.4. Ciclo de gas. Ciclo de Brayton. Descripción de los principales componentes..

2.5. Ciclo combinado. Descripción de los principales componentes.

2.6. Ventajas y desventajas que presenta este tipo de generación. Aspectos económicos, ambientales y estratégicos.

2.7. Características de la Generación Térmica en el Uruguay.

### TEMA 3

3. Generación Hidráulica.

3.1. Diseño de represa y sala de máquinas.

3.2. Principio de funcionamiento.

3.3. Descripción de los principales componentes.

3.4. Turbina Kaplan. Montaje y aplicación.

3.5. Turbina Pelton. Montaje y aplicación.

3.6. Turbina Francis. Montaje y aplicación.

3.7. Ventajas y desventajas que presenta este tipo de generación. Aspectos económicos, ambientales y estratégicos.

3.8. Características de la Generación Hidráulica en el Uruguay.

### TEMA 4

4. Generación Eólica.

4.1. Introducción y tipos de Aerogeneradores.

4.2. Principio de funcionamiento.

4.3. Descripción de los principales componentes de los aerogeneradores de eje horizontal.

4.4. Operación y control de turbinas eólicas.

4.5. Tecnología aplicada en los aerogeneradores.

4.6. Parque eólico OnShore. Parque eólico OffShore. Impacto del parque eólico en



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

la estabilidad del sistema eléctrico de potencia.

4.7. Ventajas y desventajas que presenta este tipo de generación. Aspectos económicos, ambientales y estratégicos.

4.8. Características de la Generación Eólica en el Uruguay.

## TEMA 5

5. Generación Fotovoltaica.

5.1. Principio de funcionamiento.

5.2. Descripción de los principales componentes de los sistemas fotovoltaicos.

5.3. Tipos de células fotovoltaicas más empleadas en la actualidad.

5.4. Parque fotovoltaico.

5.5. Ventajas y desventajas que presenta este tipo de generación. Aspectos económicos, ambientales y estratégicos.

5.6. Características de la Generación Fotovoltaica en el Uruguay.

## TEMA 6

6. Generación Distribuida.

6.1. Introducción. La generación distribuida y su impacto en el sistema eléctrico.

6.2. Tecnologías de generación distribuida.

6.3. Marco regulatorio de la generación distribuida. Criterios de conexión.

## TEMA 7

7. Otras fuentes de energía.

7.1. Biomasa.

7.2. Nuclear.

7.3. Geotérmica.

7.4. Mareomotriz.

## METODOLOGÍA

Generación de Energía Eléctrica, asignatura perteneciente al 7mo nivel de la

Carrera de Ingeniero Tecnológico en Electrotecnia, de carácter semestral, presenta un enfoque orientado a la generación de energía eléctrica exponiendo conceptos de energía y sus fuentes, apuntando a lograr una visión de conjunto del sistema eléctrico de potencia, brindando criterios de diseño, principio de funcionamiento y tecnología aplicada.

La asignatura Generación de Energía Eléctrica, es un curso teórico que cuenta con siete temas a desarrollar.

El desarrollo de los temas es realizado por parte del docente responsable de la asignatura, se expondrán los contenidos de cada unidad didáctica por medio de presentaciones y explicaciones, junto con indicaciones sobre fuentes de información y bibliografía.

Se promueve la participación activa del estudiante con actividades de debate, discusión de casos, preguntas y exposiciones.

El estudiante dispondrá previamente de materiales didácticos, que incluirán objetivos, guiones, cronograma y recursos.

Los materiales electrónicos, presentaciones, teóricos y ejercicios, estarán estar previamente cargados en la plataforma CV.

## EVALUACIÓN

Esta es una asignatura con derecho a exoneración según lo establecido en el reglamento de evaluación y titulación de educación superior terciaria que se halle vigente, así como sus anexos.

Se sugiere para efectuar la evaluación de los estudiantes realizar tres entregables con defensa a final del curso.

## BIBLIOGRAFÍA

Eduard F. Orbert. (1948). Thermodynamics. New York: McGraw-Hill.

William Johnston Kearton. (2011). Steam Turbine Theory and Practice - A Textbook for Engineering Students. New York: Pitman.

Rogers, G., Cohen, H., Herg. (1983). Teoría de las Turbinas de Gas. Barcelona:



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

Marcombo.

J. Fritz: "Small and mini hydropower systems"; McGraw – Hill, USA, 1984, ISBN 0-07-022470-6; 1984.

F. Zárate, C. Aguirre, R. Aguirre: "Turbinas Michell-Banki: criterios de diseño, selección y utilización"; Univ. Nal. De laPlata, Argentina, 1987.

Wind power in power systems. T. Ackermann. J.Wiley & Sons. (2005). ISBN 0-470-85508-8.

Induction generators for wind power. V. Akhmatov. Multi-Science Publishing. (2005). Co.. ISBN: 0-906522-40-4.

Wind energy generation modelling and control. O. Anayalara. J.Wiley & Sons. (2009). ISBN: 978-0-470-71433-1.

J.A. Duffie and W.A. Beckman. Solar Engineering of Thermal Processes. Wiley and Sons, Hoboken, New Jersey, third edition, 2006.

Gonzalo Abal. Fundamentos de Energía Solar: Radiación Solar. Instituto de Física, Facultad de Ingeniería, Uruguay, versión 2.31, 2012.

FalkAntony, Christian Dürschner, Karl-Heinz Remmers. Photovoltaics for Professionals: Solar Electric Systems Marketing, Design and Installation. Solarpraxis AG, 2007.

Jenkins N., Ekanayake J.B., Strbac G., Distributed generation. IET Renewable Energy Series 1. London 2010.

Keyhani A., Marwali M.N., Dai M., Integration of green and renewable energy in electric power systems. Wiley. Hoboken 2010.

Bollen M.H.J., Hassan F., Integration of distributed generation in the power system. IEEE Press Series on Power Engineering. Wiley. Hoboken 2011.

ELEC2014 (OLADE) Impacto de la GD en las Redes de Distribución, Setiembre 2014.

		PROGRAMA			
		Código en SIPE	Descripción en SIPE		
TIPO DE CURSO		063	Ingeniero Tecnológico		
PLAN		2020			
ORIENTACIÓN		344	Electrotecnia		
MODALIDAD		---	----		
AÑO		---	----		
TRAYECTO		---	----		
SEMESTRE/ MÓDULO		7 y 8	7 y 8		
ÁREA DE ASIGNATURA		149	EST ADMINISTRACIÓN APLICADA		
ASIGNATURA		17771 17772	Gestión Empresarial I Gestión Empresarial II		
CRÉDITOS EDUCATIVOS		4 por semestre			
DURACIÓN DEL CURSO		Horas totales: 32 por semestre	Horas semanales: 2 por semestre		Cantidad de semanas: 16 por semestre
Fecha de Presentación: 10/10/2019	Nº Resolución del CETP	Exp. Nº 2019-25-4-009393	Res. Nº 3234/19	Acta Nº 222	Fecha 19/11/19

### OBJETIVO DE LA ASIGNATURA

El objetivo central de la asignatura es lograr la integración del conocimiento en todas sus áreas, se pretende que el estudiante aborde los conocimientos básicos en el área de gestión y administración empresarial, con el fin de establecer las pautas esenciales vinculadas a la profesión del Ingeniero Tecnológico en sus diversos campos de aplicación.

Se aborda a las organizaciones en su conjunto, con el fin de insertar a futuros egresados en el medio laboral de forma dependiente o independiente, así como, conocer las técnicas básicas para iniciar, gestionar y administrar organizaciones o



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

emprendimientos propios.

La asignatura ofrece herramientas que permiten aplicar los contenidos en el desarrollo profesional y productivo, buscando el mejoramiento continuo, alcanzando la eficacia y eficiencia.

### PROGRAMA SINTÉTICO

Tema 1: Las Organizaciones.

Tema 2: La Empresa y el Empresario.

Tema 3: Administración de las Organizaciones.

Tema 4: Recursos de las Organizaciones.

Tema 5: Sistemas de Información.

Tema 6: Remuneraciones.

Tema 7: Trámites externos.

Tema 8: Tributos.

### PROGRAMA ANALÍTICO

#### TEMA 1

1. Las Organizaciones.

1.1. Concepto, definiciones, elementos característicos.

1.2. Roles de los individuos, Status, Interacción social.

1.3. Los grupos y su influencia en el comportamiento.

1.4. Objetivos y Tecnología.

1.5. Clasificaciones de las organizaciones:

1.5.1. Según la forma de adhesión.

1.5.2. Según el factor de nucleamiento.

1.5.3. Según el producto socio cultura.

1.6. División del trabajo y coordinación.

1.7. La estructura de las organizaciones.

## 1.8. Las cinco partes de las organizaciones:

1.8.1. Base operativa.

1.8.2. Línea jerárquica.

1.8.3. Cúpula estratégica.

1.8.4. Tecnoestructura.

1.8.5. Funciones logísticas.

1.8.6. Niveles jerárquicos dentro de la organización.

## TEMA 2

### 2. La Empresa y el Empresario.

2.1. La Empresa. Organización como institución social.

2.2. Globalización.

2.3. Funciones de la empresa:

2.3.1. Estructura orgánica funcional y relaciones internas.

2.3.2. La Gerencia de Producción u Operación.

2.3.3. La Gerencia Comercial.

2.3.4. La Gerencia de Finanzas.

2.3.5. La gerencia de Personal.

2.4. El Empresario. Concepto.

2.4.1. Principales características.

2.4.2. Funciones del empresario.

2.5. Ética de la Empresa y del Empresario.

2.6. Concepto de Micro y Pequeña Empresa.

2.6.1. Legislación vigente.

2.7 La creación de las Empresas:

2.7.1. La idea de negocio, las fuentes de ideas de negocio.

2.7.2. Los estudios necesarios, los consumidores, el mercado, el capital necesario.



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

2.7.3. Las formas de financiación posibles, la rentabilidad, las formas jurídicas.

2.7.4. El crecimiento de las Empresas.

### TEMA 3

3. Administración de las Organizaciones.

3.1. Concepto y definiciones. Su relación con el medio social.

3.2. Características diferenciales de las empresas y las organizaciones.

3.3. Clasificación.

3.4. Tipología de empresas.

3.5. Los distintos sectores de actividad (la actividad industrial, la actividad comercial y los servicios).

3.6. Descripciones de nuestra realidad.

3.7. El proceso administrativo y los principios de la administración.

3.8. Funciones de la Administración:

3.9. Planificación.

Fijación de objetivos.

Planeamiento estratégico y operativo.

Organización. Principios y Diseño.

La estructura formal.

Asignación de actividades.

Dirección. Autoridad y poder.

Liderazgo. Estilos de dirección.

Control.

Coordinación.

### TEMA 4

4. Recursos de las Organizaciones.

4.1. Recursos físicos:

- 4.1.1. Inversiones.
- 4.1.2. Custodia de bienes.
- 4.1.3. Manejo de inventarios.
- 4.2. Recursos financieros:
  - 4.2.1. Evaluaciones de propuestas de asistencia financiera.
  - 4.2.2. Financiamiento propio.
  - 4.2.3. Préstamos de instituciones financieras.
- 4.3. Recursos Tecnológicos:
  - 4.3.1 Evaluación de adquisición y puesta en marcha de equipos.
  - 4.3.2. Actualización de equipos y local comercial.
- 4.4 Recursos humanos:
  - 4.4.1. Personal necesario: reclutamiento, capacitación.
  - 4.4.2. Funciones del personal. Incidencia en la empresa y relación con la misma.
- 4.5. Gestión de activos.
  - 4.5.1. Definición de activo. Tipo de activos.
  - 4.5.2. Plan estratégico organizacional.
  - 4.5.3. Estructura.
  - 4.5.4. Requerimientos generales.
  - 4.5.5. Indicadores.
  - 4.5.6. Evaluación y mejora del desempeño.

## TEMA 5

- 5. Sistemas de Información.
  - 5.1. Tecnología. Uso de diferentes sistemas informáticos como soporte de información.
  - 5.2. Documentación Comercial:
    - 5.2.1. Comprobantes básicos.



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

5.2.2. Estado de cuenta comercial.

5.3. Documentos Bancarios.

5.3.1. Estado de cuenta bancario.

5.4 Títulos de crédito.

TEMA 6

6. Remuneraciones.

6.1. Liquidación de sueldos y jornales.

6.2. Aplicación de normas legales sobre remuneraciones.

6.3. Licencia y licencia no gozada.

6.4. Salario Vacacional.

6.5. Aguinaldo.

6.6. Indemnización por despido.

TEMA 7

7. Trámites externos.

7.1. Análisis de los trámites al inicio de la gestión de la empresa

7.2. Trámites durante la gestión de la empresa:

7.2.1. DGI.

7.2.2. B.P.S.

7.2.3. MTSS.

7.2.4. BSE.

7.2.5. Intendencias.

7.2.6. Municipales.

7.2.7. Bomberos.

7.2.8. Habilitaciones Especiales.

7.2.90 Otros.

## TEMA 8

### 8. Tributos.

#### 8.1. Tributos-Definición.

##### 8.1.1. Conceptos generales:

##### 8.1.2. Sujeto pasivo y activo.

##### 8.1.3. Contribuyente y hecho generador.

##### 8.1.4. Clasificación.

#### 8.2. Diferentes tributos empresariales actualizados.

##### 8.2.1. Concepto.

##### 8.2.2. Montos actualizados y pagos.

#### 8.3. Ejemplos de Tributos:

##### 8.3.1. Tasas.

##### 8.3.2. Liquidación.

##### 8.3.3. Pago.

## METODOLOGÍA

Gestión Empresarial, asignatura perteneciente al 7mo nivel de la Carrera de Ingeniero Tecnológico en Electrotecnia, de carácter semestral, presenta un enfoque orientado al desarrollo de habilidades de gestión para futuros Ingenieros Tecnológicos que permita organizar y administrar, estratégicamente y con fundamento técnico, una organización identificando e incorporando los conceptos e instrumentos para la creación y mantención de empresas.

La asignatura Gestión Empresarial, es un curso teórico que cuenta con ocho temas a desarrollar.

El desarrollo de los temas es realizado por parte del docente responsable de la asignatura, se expondrán los contenidos de cada unidad didáctica por medio de presentaciones y explicaciones, junto con indicaciones sobre fuentes de



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

información y bibliografía.

Se promueve la participación activa del estudiante con actividades de debate, discusión de casos, preguntas y exposiciones.

El estudiante dispondrá previamente de materiales didácticos, que incluirán objetivos, guiones, cronograma y recursos.

Los materiales electrónicos, presentaciones, teóricos y ejercicios, estarán estar previamente cargados en la plataforma CV.

### METODOLOGÍA - Anexo - Sugerencia de Bases y Alcances

El Entregable se realizará en base a consigna elaborada por el docente. Se deja aquí un anexo a modo de sugerencia para la elaboración de bases y delineado de alcances.

El Entregable deberá tratar como temática central los siguientes temas:

- Creación de una empresa.
- Misión y Visión.
- Concepto y diseño.
- Criterios de selección de la propuesta.
- El análisis y estudio de mercado incorporados al proyecto.
- Fundamentación, Factibilidad, Viabilidad, Costos y Rentabilidad esperada.
- Análisis F.O.D.A y estrategias a utilizar.
- Plan de negocio.
- Trámites y gestiones.

Cada Entregable se realizará en grupos de 2 o 3 estudiantes.

NOTA: Los formatos de documento solicitados son PDF y docx.

### EVALUACIÓN

Esta es una asignatura con derecho a exoneración según lo establecido en el reglamento de evaluación y titulación de educación superior terciaria que se halle

vigente, así como sus anexos.

Se sugiere para efectuar la evaluación de los estudiantes realizar un Entregable con defensa a final del curso.

## BIBLIOGRAFÍA

Las Organizaciones. Características y Fenómenos Principales. Cr. Lic. Javier Comas Mérola. Impresora Policolor.

Chiavenato, I, (2014) Introducción a la Teoría General de la Administración Editorial (7ma. Ed.) México: Mc Graw Hill.

Comas, J., Ginesta, D., (2005), Emprendimientos Creación y Gestión (2° ed), Montevideo: Entrepreneur XXI.

Fernández Tuneu, R. (1977) Comunicaciones. Montevideo: UDELAR, División Publicaciones y Ediciones.

Kelly, J. (1978) Relaciones Humanas en la Empresa. Bs.As. El Ateneo.

Koontz, H., Weihrich, H., (1999), Administración Una perspectiva global (11 ed), México: Mc Grow Hill.

Penengo, M., (edición revisada 2007), Metodología de los procesos de mejoramiento administrativo. Montevideo: Oficina de Apuntes del CECEA.

Pini, J. (2011) Teoría y diseño de la organización formal. Oficina de Apuntes del CECEA, Edición revisada 2011.

Robbins, S., Coulter, M., (1999), Comportamiento Organizacional (8ª ed), México: Prentice Hall.

Robbins, S., Coulter, M., (2010), Administración (10ª ed), México: Pearson.

Stoner, J., Freeman, R., Gilbert, D., (1996), Administración (6ta.ed), México: Pearson.

PAS 55-1:2008. Gestión de Activos - Parte 1: Especificaciones para la gestión optimizada de activos físicos. (2008). BSi.

PAS 55-2:2008. Gestión de Activos - Parte 2: Directrices para la aplicación de PAS



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

55-1. (2008). BSi.

		PROGRAMA			
		Código en SIPE	Descripción en SIPE		
TIPO DE CURSO		063	Ingeniero Tecnológico		
PLAN		2020			
ORIENTACIÓN		344	Electrotecnia		
MODALIDAD		-----	-----		
AÑO		-----	-----		
TRAYECTO		-----	-----		
SEMESTRE/ MÓDULO		7	Séptimo		
ÁREA DE ASIGNATURA		80010	MAQ		
ASIGNATURA		56050	Taller de Maquinas Eléctricas I		
CRÉDITOS EDUCATIVOS		6			
DURACIÓN DEL CURSO		Horas totales: 64	Horas semanales: 4		Cantidad de semanas: 16
Fecha de Presentación: 10/10/19	Nº Resolución del CETP	Exp. Nº 2019-25-4-009393	Res. Nº 3234/19	Acta Nº 222	Fecha 19/11/19

### OBJETIVO DE LA ASIGNATURA

El objetivo central de la asignatura es brindar al estudiante los conocimientos electrotécnicos necesario sobre las distintas máquinas eléctricas y un conjunto de herramientas básicas para abordar problemas de diseño, mantenimiento y operación tanto de las distintas máquinas, así como sus sistemas de control, realizando la comprobación bajo el modo de práctica, de los conocimientos adquiridos en forma teórica.

Así mismo, se pretende lograr que el estudiante obtenga solvencia en el manejo de

instrumentos y equipos para trabajo en campo, adquiriendo actitud crítica-profesional que permita realizar la búsqueda, selección e interpretación de múltiple información técnica destinada a la proyección y resolución de problemas de diversa gama.

La asignatura ofrece herramientas elementales que permiten desarrollar competencias de trabajo en equipo, adquirir el dominio de habilidades y destrezas manuales para el desarrollo de tareas de laboratorio y campo con conciencia y fundamento metodológico.

### PROGRAMA SINTÉTICO

Tema 1: Ensayo de transformadores.

Tema 2: Ensayos de máquinas de corriente continua.

Tema 3: Ensayos de máquinas asíncronas.

Tema 4: Ensayos de máquinas sincrónicas.

### PROGRAMA ANALÍTICO

#### TEMA 1

1. Ensayos de transformadores.

1.1. Medida de resistencia de aislación, índice de polarización.

1.2. Medida de resistencia de devanados, relación de transformación, polaridad.

1.3. Ensayo en vacío.

1.4. Ensayo de cortocircuito.

1.5. Ensayo en carga (resistiva, inductiva, capacitiva).

1.6. Conexión de transformadores en paralelo.

#### TEMA 2

2. Ensayo de máquinas de corriente continua.

2.1. Medida resistencia interna, ensayo de aislación.

2.2. Determinación de pérdidas.



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

2.3. Regulación de velocidad, inversión de giro.

2.4. Regulación de tensión.

2.5. Análisis como generador.

2.6. Análisis como motor.

### TEMA 3

3. Ensayos de Medida resistencia interna, ensayo de aislación.

3.1. Medida resistencia interna, ensayo de aislación.

3.2. Ensayo en vacío.

3.3. Ensayo en carga.

3.4. Ensayo a rotor bloqueado.

3.5. Evaluación de pérdidas.

3.6. Análisis de par - velocidad.

3.7. Métodos de arranque y regulación de velocidad.

### TEMA 4

4. Ensayos de máquinas sincrónicas.

4.1. Medida resistencia interna, ensayo de aislación.

4.2. Ensayo en vacío.

4.3. Ensayo en carga.

4.4. Ensayo a rotor bloqueado.

4.5. Evaluación de pérdidas.

4.6. Análisis de par - velocidad.

4.7. Métodos de arranque y regulación de velocidad.

4.8. Métodos de regulación de tensión y excitación.

4.9. Análisis como generador.

4.10 Análisis como motor.

### METODOLOGÍA

Taller de Máquinas Eléctricas I, asignatura perteneciente al 7mo nivel de la

Carrera de Ingeniero Tecnológico en Electrotecnia, de carácter semestral, presenta un enfoque orientado a situaciones reales de campo o taller donde se apliquen los conceptos teóricos ya adquiridos, brindando criterios para la instalación y el mantenimiento de las máquinas utilizadas en instalaciones del tipo industrial.

Taller de Máquinas Eléctricas I, es un curso práctico que cuenta con cuatro temas a desarrollar en forma práctica en el Aula, así mismo, requiere que el estudiante también trabaje por fuera del curso y así lograr un correcto proceso de enseñanza-aprendizaje impulsado por los conceptos de formación e investigación.

El desarrollo de los temas prácticos es realizado bajo la modalidad de ejecución de prácticas, aplicando los conocimientos impartidos.

Se considera que la realización de prácticas permite al estudiante la adquisición de destrezas y habilidades técnicas necesarias para el accionar profesional, desarrollando en el mismo la capacidad de realizar analogías e inducciones, capacidad que requerirá posteriormente para el diseño de soluciones, prever resultados y reflexionar sobre la acción en el ámbito laboral.

Desde esta perspectiva los diferentes contenidos programáticos serán planteados a partir de una aplicación concreta y real, para luego o simultáneamente abordar los distintos aspectos conceptuales involucrados en esas prácticas, facilitando así su comprensión.

Este programa es diseñado para desarrollarse por dos docentes, con un grupo de 20 (veinte) estudiantes como máximo.

Se sugiere que para la realización de las prácticas se formen grupos de trabajo con un máximo de 3 (tres) alumnos. Esto implica el trabajar en equipo dentro del Aula en la realización de prácticas vinculadas a los temas y con esto las posibles soluciones a los desafíos que se presentan en el desarrollo de las distintas partes del trabajo.



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

En su gran mayoría las prácticas propuestas en el curso se basan en ejemplos reales visualizados en las diferentes Industrias, otras son del tipo didáctico, necesarias para favorecer la adquisición por parte del estudiante de habilidades y herramientas de comprensión y análisis.

Como apoyo para consolidar los conocimientos, será necesario que el grupo de trabajo realice actividades fuera del Aula, diseño de sistemas, investigación de procesos, etc.

Al finalizar el curso el alumno deberá de contar con una carpeta (puede ser papel o digital) en el cual contendrá los informes acordes a las aptitudes adquiridas de las práctica realizada en el Aula.

La supervisión y tutoría de las prácticas ejecutadas de los temas es realizado por parte de los docentes responsables de la asignatura, se expondrán los contenidos de cada unidad didáctica por medio de presentaciones y explicaciones, junto con indicaciones sobre fuentes de información y bibliografía.

Se promueve la participación activa del estudiante con actividades de debate, discusión de casos, preguntas, exposiciones y ejecución de prácticas.

El estudiante dispondrá previamente de materiales didácticos, que incluirán objetivos, guiones, cronograma y recursos.

Los materiales electrónicos, presentaciones, teóricos y ejercicios, estarán previamente cargados en la plataforma CV.

#### Desarrollo de la asignatura:

Horas de clase teóricas: 10 horas

Horas de clase práctico: 40 horas

Horas de consulta: 6 horas

Horas de evaluación: 8 horas

Total de horas presenciales: 64 horas

Horas de dedicación del estudiante: 64 horas

## EVALUACIÓN

Esta es una asignatura de aprobación durante el curso según lo establecido en el reglamento de evaluación y titulación de educación superior terciaria que se halle vigente, así como sus anexos.

Se sugiere que la evaluación se realice en forma porcentual, donde:

- 1) El 60% de la nota final del estudiante se conforme por el diseño, implementación, ejecución y documentación de prácticas en laboratorio.
- 2) El 40% restante de la nota final del estudiante se conforma por la realización de un parcial a final del semestre que englobe los conceptos vistos durante el curso de la asignatura.

Las bases para las Prácticas serán elaboradas por los docentes de la asignatura en coordinación con otros docentes del área (sala docente o conjunto de coordinadores).

## BIBLIOGRAFÍA

### A.- Libros básicos de referencia.

Máquinas electromagnéticas y electromecánicas. Leander. W. MATSCH. Ediciones Alfaomega. ISBN 968-6062-90-4.

Máquinas de Corriente Alterna. Liwschitz-Garik-Whipple. CECSA. ISBN 968-26-1031-1.

Máquinas Eléctricas. S. Chapman. Ed. McGraw Hill.

Circuitos magnéticos y Transformadores (consulta). Staff del MIT. Ed. Reverte. ISBN.

Máquinas Eléctricas. Jesús Fraile Mora. Ed. McGraw Hill.

C.B.Gray - Electrical Machines and Drive Systems. Longman Sci. & Tech. Publications,



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

London, & J. Wiley, New York, 1989.

Máquinas Eléctricas y Sistemas Accionadores. Ed. Alfaomega, México, 1993.

A.E.Fitzgerald, Ch.Kingsley, A.Kusko. - Electric Machinery (3rd ed.). McGraw-Hill, New York, 1969.

Teoría y Análisis de las Máquinas Eléctricas. Ed. Hispano Europea, Barcelona, 1975.

L.W.Matsch. - Electromagnetic and Electromechanical Machines. International Textbook Co., New York, 1972.

Máquinas Electromagnéticas y Electromecánicas. Ed. Representaciones y Servicios de Ingeniería, México, 1974.

G.Séguier, F.Notelet. - Electrotechnique Industrielle. Ed. Technique et Documentation, Paris, 1977.

J.Chatelain. - Machines Electriques - Traité d'Electricité de l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, Vol. X. Presses Polytechniques Romandes, Lausanne, 1983.

M.Liwschitz - Garik, C.C.Whipple. - A.C. Machines. Van Nostrand, New York, 1946.

Machines. Van Nostrand, New York, 1946. [\*] Máquinas de Corriente Alterna. C.E.C.S.A.,

Máquinas de Corriente Continua. C.E.C.S.A., México, 1970.

M.Kostenko, L.Piotrovsky. - Electrical Machines. 1. D.C.Machines, 2.A.C.Machines. Mir, Moscow, 1968/69.

A.S.Langsdorf. - Principles of Direct Current Machines. McGraw-Hill, New York, 1940.

Theory of Alternating Current Machinery. McGraw-Hill, New York, 1955.

G.J.Thaler, M.L.Wilcox. - Electric Machines. Dynamics and Steady State. Wiley,

New York, 1966.

Máquinas Eléctricas - Estado dinámico y permanente. Ed. Limusa, México, 1969.

L.V.Bewley. - Alternating Current Machinery. MacMillan, New York 1949.

P.C.Krause. - Analysis of Electric Machinery. McGrawHill, New York, 1986.

P.C.Krause, O.Wasynczuk, S.D.Sudhoff. - Analysis of Electric Machinery and Drive Systems. Wiley, New York, 2002.

R. Sanjurjo Navarro. - Máquinas Eléctricas. McGraw-Hill, Madrid, 1989.

B. - Apuntes y Publicaciones universitarias.

A.G.Cisa. - Apuntes del curso de Máquinas Eléctricas. Oficina de Publicaciones de la Facultad de Ingeniería, Montevideo, (Fascículos de fechas diversas).

J.L.Alonso, A.Portillo. - Apuntes del curso de Máquinas Eléctricas II. Facultad de Ingeniería,

Montevideo, (Curso dictado desde 1987 a 1997).

Ph.Barret. - Electrotechnique Générale. Ecole Supérieure d'Electricité, Paris. Tome 1.

(Publication No.2272), 1972; Tome 2 (Publ. No.2532), 1976.

C. - Obras complementarias y de profundización

J.Lesenne, F.Notelet, G.Séguier. - Introduction à l'Electrotechnique Approfondie. Ed.

Technique et Documentation, Paris, 1981.

J.Meisel. - Principles of Electromechanical Energy Conversion. McGraw-Hill, New York,

1966.

M.Jufer. - Transducteurs Electromécaniques - Traité d'Electricité de l'Ecole Polytechnique

Fédérale de Lausanne, Vol.IX. Ed.Georgi, Lausanne, 1979.

C.G.Veinott. - Fractional and Subfractional Horsepower Electric Motors.



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

McGraw-Hill, New

York, 1975.

Motores Eléctricos de Potencia Fraccionaria y Subfraccionaria. Ed. Marcombo-Boixareu, Barcelona, 1978.

D.C.White, H.H.Woodson. - Electromechanical Energy Conversion, Wiley, New York, 1959.

J.Kirtley – Electric Machines. MIT graduate course 6.685.

	PROGRAMA				
	Código en SIPE	Descripción en SIPE			
TIPO DE CURSO	063	Ingeniero Tecnológico			
PLAN	2020				
ORIENTACIÓN	344	Electrotecnia			
MODALIDAD	---	----			
AÑO	---	----			
TRAYECTO	---	----			
SEMESTRE/ MÓDULO	7 y 8	7 y 8			
ÁREA DE ASIGNATURA	80110	AYC			
ASIGNATURA	35271 35272	Proyecto I Proyecto II			
CRÉDITOS ACADÉMICOS	32				
DURACIÓN DEL CURSO	Horas totales: 320 por semestre	Horas semanales: 10 por semestre	Cantidad de semanas: 16 por semestre		
Fecha de Presentación: 10/10/2019	Nº Resolución del CETP	Exp. Nº 2019-25-4-009393	Res. Nº 3234/19	Acta Nº 222	Fecha 19/11/19

### OBJETIVO DE LA ASIGNATURA

Frente a diversos problemas de ingeniería el estudiante deberá ser capaz de desarrollar una tarea que sintetice las herramientas y los conocimientos adquiridos

a lo largo de la Carrera de Ingeniero Tecnológico en Electrotecnia. El objetivo de esto es estimular al estudiante a evolucionar por sí mismo en las áreas de investigación, desarrollo e innovación en el campo tecnológico, con el fin de ampliar sus conocimientos y competencias.

El estudiante deberá llevar adelante las tareas necesarias forma proactiva generando experiencias de integración en una estructura de trabajo en grupo.

A su vez se pretende incentivar al estudiante a la práctica de la ingeniería de forma profesional, utilizando metodologías de gestión de proyectos para resolver problemas y necesidades provenientes del desarrollo y la ejecución de proyectos de ingeniería.

### PROGRAMA SINTÉTICO

Teniendo en cuenta la actividad integradora de la asignatura, el temario abarca toda la Carrera de Ingeniero Tecnológico en Electrotecnia.

### METODOLOGÍA

Proyecto, consta con la particularidad de dictarse durante dos semestres los cuales pertenecerán a los niveles 7 y 8 de la Carrera de Ingeniero Tecnológico en Electrotecnia, a su vez también una vez exonerados ambos semestres los participantes deberán cumplir con una instancia de presentación y defensa del trabajo realizado durante los dos semestres.

Dicha asignatura tiene como cometido principal integrar la mayoría de los conceptos adquiridos por el alumno a lo largo de la carrera. En particular se deben abordar como mínimo dos de las siguientes temáticas:

- Sistemas de Transmisión y Distribución de Sistemas de Eléctricos de Potencia.
- Automatismo y Control.
- Generación de Energía Eléctrica.
- Electrónica de Potencia.



- Máquinas Eléctricas.
- Instalaciones Eléctricas Industriales.

Los problemas y necesidades que deriven de la propuesta de Proyecto presentada se deben ser de aplicación real en el área ingeniería eléctrica en nuestro medio.

### Desarrollo metodológico

El primer semestre se iniciará con el dictado de clases obligatorias donde se expondrán la metodología del curso, así como los criterios obligatorios a cumplir a lo largo de los dos semestres. A continuación, se dictarán clases de repaso sobre conceptos básicos para gestión de proyectos, temas ya vistos en la asignatura Metodología de Gestión. Durante el dictado de estas clases se aconseja destinar horas para clases de consulta, estas serán necesarias en función del grado de avance de los participantes.

A partir de la formulación inicial los estudiantes deben presentar un documento llamado Propuesta de Proyecto con el fin de ser aprobada por docente Tutor en conjunto con el Referente de Electrotecnia. Dicha propuesta podrá ser presentada en grupo con un máximo de tres estudiantes por grupo, la cantidad de participantes será evaluada y aprobada por el Tutor en función de la envergadura de cada proyecto. Dicha propuesta se debe reflejar claramente criterios como: objetivo, alcance y cronograma de trabajo.

Como forma alternativa el Referente de Electrotecnia en acuerdo con el Tutor puede proponer temáticas o problemas a abordar por los estudiantes con el fin de construir una propuesta de proyecto. Si propuesta decanta en un problema complejo de Ingeniería puede ser abordado mediante varios grupos de estudiantes, donde el análisis del problema y la especificación de cada parte es tarea de Tutor asignado. En este caso es deseable mantener en lo posible determinados aspectos de diseño a ser resueltos por el grupo y que éste conozca la globalidad del proyecto

para el que están trabajando.

Durante el transcurso de los dos semestres cada grupo deberá realizar cuatro entregas parciales de carácter obligatorio, cuyo contenido será particular para cada proyecto. Tanto los contenidos y las fechas de las ya mencionadas entregas serán aprobadas por docente Tutor. Por último, luego de evaluadas y aprobadas las entregas parciales se deberá realizar una entrega final, la cual se llamará Entrega de Proyecto y deberá contener toda la documentación generada.

Las fechas asignadas para las entregas tienen carácter de clase obligatoria, a su vez en paralelo con el transcurso de los dos semestres se destinan horas clases de consultas, destinadas al monitoreo y evolución de los proyectos, así como y también correcciones y devoluciones sobre los trabajos realizados.

Por último, en caso de exonerar ambos semestres de la asignatura Proyecto y cumpliendo con la reglamentación correspondiente el o los estudiantes tendrán derecho a realizar la Defensa de Proyecto.

### Consideraciones

Para cumplir con los objetivos precedentes, se deberá llevar a cabo un Proyecto considerando:

- Que el objetivo debe ser claro, preciso y concreto.
- Que el alcance debe ser claro, preciso.
- Que el cronograma de trabajo se adecúe al curso de la asignatura.
- La factibilidad de su realización con materiales disponibles en plaza.
- Los problemas y necesidades que deriven de la propuesta presentada se deben ser de aplicación real en el área ingeniería eléctrica en nuestro medio.
- Los fines pueden ser de orden de Aplicación, de Actualización de Tecnología, de Investigación, de Demostración o de Orientación Pedagógica.
- Deberá contar fundamentación teórica correspondiente.

## Documentación

La estructura, así como el formato de la documentación a entregar deberá respetar los lineamientos establecidos por el docente Tutor.

La documentación deberá ser entregada en forma impresa (en dos vías) y en formato digital. La segunda vía de la entrega impresa quedará archivada para uso en modo de consulta en la Escuela o Instituto.

Vía impresa: el grupo de trabajo siempre deberá presentarse a la Defensa de Proyecto junto al documento impreso.

Proyecto digital: será subido electrónicamente al sitio del curso en la en la plataforma CV.

Se utilizará para la preparación en la Defensa de Proyecto.

### Desarrollo de la asignatura:

Horas de clase teóricas: 80 horas

Horas de clase práctico: 80 horas

Horas de consulta: 120 horas

Horas de evaluación: 40 horas

Total de horas presenciales: 320 horas

Horas de dedicación del estudiante: 320 horas

## EVALUACIÓN

Esta es una asignatura con derecho a exoneración según lo establecido en el reglamento de evaluación y titulación de educación superior terciaria que se halle vigente, así como sus anexos.

En caso de conformidad con los trabajos realizados al finalizar el segundo semestre de la asignatura, el docente Tutor dará su aprobación a los mismos. Se informará al grupo de estudiantes la fecha para la Defensa de Proyecto y el tribunal propuesto a fin de generar una Mesa de Examen.

Esto se hará con por lo menos veinte días de anticipación a la fecha del examen la

que puede no coincidir con períodos ordinarios de examen.

El plazo máximo para rendir el examen será de tres semestres lectivos a partir del comienzo del curso, en ese lapso solo se podrá rendir el examen hasta dos veces.

## BIBLIOGRAFÍA

En lo referente a la Gestión de Proyectos, se recomienda:

Project Planning, scheduling and control James P. Lewis, Mc Graw Hill, 1995 ISBN 1-55738-869-5.

A Guide to the Project Management Body of Knowledge, William R. Duncan, 1996, Project Management Inst Pubns; ISBN: 1880410133[1].

Sin perjuicio de ello, cada proyecto deberá consultar bibliografía específica a su actividad.

		PROGRAMA			
		Código en SIPE	Descripción en SIPE		
TIPO DE CURSO		063	Ingeniero Tecnológico		
PLAN		2020			
ORIENTACIÓN		344	Electrotecnia		
MODALIDAD		---	---		
AÑO		---	---		
TRAYECTO		---	---		
SEMESTRE/ MÓDULO		8	8		
ÁREA DE ASIGNATURA		80080	MTYATGEN		
ASIGNATURA		13480	Electrónica de Potencia		
CRÉDITOS EDUCATIVOS		5			
DURACIÓN DEL CURSO		Horas totales: 48	Horas semanales: 3		Cantidad de semanas: 16
Fecha de Presentación: 10/10/2019	Nº Resolución del CETP	Exp. Nº 2019-25-4-009393	Res. Nº 3234/19	Acta Nº 222	Fecha 19/11/19

## OBJETIVO DE LA ASIGNATURA

El objetivo central de la asignatura es introducir al estudiante conocimientos sobre diferentes tipos de convertidores estáticos de energía eléctrica, mediante el uso de puentes electrónicos.

Así mismo, se pretende lograr que el estudiante conozca las aplicaciones que brinda la electrónica de potencia, en particular, convertidores de estado sólido para el control y conversión de energía, basándose principalmente en la conmutación de dispositivos semiconductores de potencia.

La asignatura ofrece herramientas elementales que permiten adquirir conocimientos básicos sobre las configuraciones típicas aplicadas, calcular diferentes parámetros y analizar el impacto y forma de onda en la carga, tanto en corriente continua como en corriente alterna, en sistemas monofásicos y/o trifásicos.

## PROGRAMA SINTÉTICO

Tema 1: Introducción a la Electrónica de Potencia.

Tema 2: Componentes electrónicos para conmutación de potencia.

Tema 3: Convertidores AC/DC (Rectificadores).

Tema 4: Convertidores DC/AC (Inversores).

Tema 5: Convertidores DC/DC.

Tema 6: Convertidores AC/AC.

Tema 7: Aplicaciones de la Electrónica de Potencia.

## PROGRAMA ANÁLITICO

TEMA 1 [1 horas]

1. Introducción a la Electrónica de potencia.

1.1. Objetivos de la Electrónica de Potencia.

1.2. Clasificación de convertidores.

1.3. Campos de aplicación.

1.4. Conceptos básicos de potencia eléctrica utilizados en Electrónica de Potencia.

TEMA 2 [11 horas]

2. Componentes electrónicos para conmutación de potencia.

2.1. Llave ideal y llave real. Clasificación de llaves electrónicas. Conceptos generales.

2.2. Modelos térmicos. Temperatura de trabajo. Disipadores.

2.3. Tiristores. Funcionamiento. Modelos de dos transistores. Parámetros. Curvas características. Características de Gate. Circuitos básicos de disparo y disparo de un tiristor.

2.4. Llaves apagables. Características. Circuito de ayuda a la conmutación. Implementación física de las llaves apagables: GTO, BJT, MOSFET, IGBT y aplicaciones específicas.

2.5. Componentes pasivos.

2.5.1. Transformadores.

2.5.2. Inductancias.

2.5.3. Capacitores.

2.5.4. Acumuladores de Energía: Baterías. Principio de funcionamiento, clasificación según aplicación, capacidad, carga y descarga.

TEMA 3 [10 horas]

3. Convertidores AC/DC (Rectificadores).

3.1. Introducción a los convertidores AC/DC.

3.2. Convertidores AC/DC conmutados por la red. Funcionamiento.

3.3. Convertidor ideal de 6 pulsos-2 vías. Funcionamiento.

3.4. Convertidor de 12 pulsos.



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

### 3.5. Conexiones y aplicaciones.

#### TEMA 4 [9 horas]

#### 4. Convertidores DC/AC (Inversores).

##### 4.1. Introducción a los convertidores DC/AC.

4.2. Convertidores con conmutación forzada, no controlada por la red.  
Funcionamiento.

##### 4.3. Inversor en operación como rectificador.

##### 4.4. Eliminación de armónicos.

4.5. Control de tensión de salida de un inversor. Control por fase y modulación de amplitud de pulsos.

##### 4.6. Implementaciones y aplicaciones.

#### TEMA 5 [7 horas]

#### 5. Convertidores DC/DC.

##### 5.1. Introducción a los convertidores DC/DC.

##### 5.2. Convertidores que solo actúan en el primer cuadrante.

##### 5.3. Convertidores de dos cuadrantes

##### 5.4. Convertidores de cuatro cuadrantes.

##### 5.5. Circuitos básicos. Reductor y Elevador. Funcionamiento.

##### 5.6. Convertidores con aislación galvánica.

##### 5.7. Convertidores flyback y forward simples.

5.8. Convertidores tipo puente simétrico. Push pull, medio puente y puente completo.

##### 5.9. Implementaciones y aplicaciones.

#### TEMA 6 [3 horas]

#### 6. Convertidores AC/AC.

##### 6.1. Cicloconvertidores.

6.2. Convertidor monofásico con carga resistiva. Dimmer.

6.3. Compensación de potencia de reactiva.

6.4. Compensación serie de líneas eléctricas de potencia.

6.5. Llaves electrónicas. Relés de estado sólido.

TEMA 7 [1 horas]

7. Aplicaciones de la Electrónica de Potencia.

7.1. Control de velocidad de motores eléctricos. Bombeo, ascensores, maquinaria industrial, movilidad eléctrica.

7.2. Sistemas de transmisión de energía eléctrica.

7.3. Electrónica de potencia y la generación eólica.

Se realizarán prácticas involucrando temas de electrónica de potencia y control de máquinas eléctricas. Para el desarrollo de la asignatura, se recomienda utilizar el software PSpice y como complemento la utilización del software Matlab.

Visitas Opcionales a Convertora de Frecuencia, Subestaciones Eléctricas con compensador de reactiva y Parques Eólicos.

### METODOLOGÍA

Electrónica de Potencia, asignatura perteneciente al 8vo nivel de la Carrera de Ingeniero Tecnológico en Electrotecnia, de carácter semestral, presenta un enfoque orientado a la electrónica de potencia como disciplina tecnológica que trata la conversión eficiente de energía eléctrica y sus aplicaciones en la industria.

La asignatura Electrónica de Potencia, es un curso teórico que cuenta siete temas a desarrollar.

El desarrollo de los temas es realizado por parte del docente responsable de la asignatura, se expondrán los contenidos de cada unidad didáctica por medio de presentaciones y explicaciones, los conceptos se reafirma mediante ejercicios de aplicación, todo se desarrollara junto con indicaciones sobre fuentes de



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

información y bibliografía.

Se promueve la participación activa del estudiante con actividades de debate, discusión de casos, preguntas y exposiciones.

El estudiante dispondrá previamente de materiales didácticos, que incluirán objetivos, guiones, cronograma y recursos.

Los materiales electrónicos, presentaciones, teóricos y ejercicios, estarán estar previamente cargados en la plataforma CV.

#### Desarrollo de la asignatura:

Horas de clase teóricas: 30 horas

Horas de clase práctico: 6 horas

Horas de consulta: 6 horas

Horas de evaluación: 6 horas

Total de horas presenciales: 48 horas

Horas de dedicación del estudiante: 48 horas

#### EVALUACIÓN

Esta es una asignatura con derecho a exoneración según lo establecido en el reglamento de evaluación y titulación de educación superior terciaria que se halle vigente, así como sus anexos.

Se sugiere para efectuar la evaluación de los estudiantes realizar dos parciales.

#### BIBLIOGRAFÍA

Power Electronics. Kjeld Thorborg. ISBN: ISBN-0-13-686577-1.

Power Electronics. Ned Mohan. ISBN: ISBN-0-471-58408-8.

Electrónica de Potencia. Daniel W. Hart.

Electrónica de Potencia. Eduard Ballester Portillo y Robert Pique Lopez

Electrónica de Potencia H. Rashid Muhanmad.

Electrónica de Potencia. Salvador M. Garcia y Juan A. Gualda Gil.

Revista IEEE America Latina, Volume 4, Number 3 - 2006.

Técnicas Aplicadas a la Enseñanza de la Electrónica. TAEE. Madrid, España.,  
page 1-9 - Jul. 1994

		PROGRAMA			
		Código en SIPE	Descripción en SIPE		
TIPO DE CURSO		063	Ingeniero Tecnológico		
PLAN		2020			
ORIENTACIÓN		344	Electrotecnia		
MODALIDAD		---	---		
AÑO		---	---		
TRAYECTO		---	---		
SEMESTRE/ MÓDULO		8	8		
ÁREA DE ASIGNATURA		80090	MTYATPRO		
ASIGNATURA		35120	Protecciones de los Sistemas Eléctricos de Potencia		
CRÉDITOS ACADÉMICOS		9			
DURACIÓN DEL CURSO		Horas totales: 96	Horas semanales:6	Cantidad de semanas: 16	
Fecha de Presentación: 10/10/2019	Nº Resolución del CETP	Exp. Nº 2019-25-4-009393	Res. Nº 3234/19	Acta Nº 222	Fecha 19/11/19

### OBJETIVO DE LA ASIGNATURA

El objetivo central de la asignatura es introducir al estudiante en los sistemas de protección para distintas aplicaciones de EAT, AT y MT. Se pretende que el estudiante adquiera conocimientos básicos sobre la filosofía de los sistemas de protección y el conocimiento de los equipos de protección y control asociados.

La asignatura ofrece herramientas elementales para seleccionar y diseñar los



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

sistemas de protección para instalaciones eléctricas de potencia, tomando en cuenta consideraciones de confiabilidad, desempeño, complejidad, costo, etc., así como ajustes y coordinaciones.

### PROGRAMA SINTÉTICO

Tema 1: Introducción y conceptos básicos de los sistemas de protección.

Tema 2: Componentes de los sistemas de protección.

Tema 3: Sistemas de protección de alimentadores, líneas y cables de MT, AT y EAT.

Tema 4: Sistemas de protección de transformadores de MT, AT y EAT.

Tema 5: Sistemas de protección de otros equipos e instalaciones de MT.

Tema 6: Análisis de registros oscilográficos.

Tema 7: Sincronización y verificación de sincronismo.

Tema 8: Conceptos avanzados de sistemas de protección.

### PROGRAMA ANALÍTICO

#### TEMA 1

1. Introducción y conceptos básicos de los sistemas de protección.

1.1. Repaso de los sistemas de potencia.

1.2. Filosofía general de un sistema de protección.

1.3. Definiciones asociadas al sistema de protección.

1.4. Concepto de protección principal, de respaldo, redundante, etc.

1.5. Selectividad y principio de operación de las protecciones.

1.6. Evolución tecnológica. Relés electromecánicos.

1.7. Clasificación de relés de aplicación en sistemas de protección.

#### TEMA 2

2. Componentes de los sistemas de protección.

2.1. Descripción de los equipos involucrados.

2.2. Aporte de los equipos al sistema de protecciones.

- 2.3. Evolución tecnológica. Relés digitales y Relés numéricos.
- 2.4. IEDs (Dispositivos Electrónicos Inteligentes).
- 2.5. Introducción al sistema de control aplicado a instalaciones de MT, AT y EAT.
- 2.6. Introducción al SCADA aplicado a instalaciones de MT, AT y EAT.

### TEMA 3

- 3. Sistemas de protección de alimentadores, líneas y cables de MT, AT y EAT.
  - 3.1. Función de protección diferencial de línea.
  - 3.2. Función de protección distancia.
  - 3.3. Esquemas de teleprotección.
  - 3.4. Función de protección sobrecorriente.
  - 3.5. Función de protección direccional.
  - 3.6. Oscilación de potencia.
  - 3.7. Cierre sobre falta.

### TEMA 4

- 4. Sistemas de protección de transformadores de MT, AT y EAT.
  - 4.1. Función de protección diferencial de transformador.
  - 4.2. Función de protección sobreflujo.
  - 4.3. Función de protección sobrecorriente.
  - 4.4. Función de protección rango restringido.

### TEMA 5

- 5. Sistemas de protección de otros equipos e instalaciones de MT.
  - 5.1 Sistemas de protección de subestaciones de distribución.

### TEMA 6

- 6. Análisis de registros oscilográficos.
  - 6.1. Introducción al análisis de registros oscilográficos.
  - 6.2. Análisis de registros oscilográficos de diversas condiciones anormales de funcionamiento.

## TEMA 7

### 7. Sincronización y verificación de sincronismo.

#### 7.1. Sincronización.

#### 7.25. Verificación de sincronismo.

## TEMA 8

### 8. Conceptos avanzados de sistemas de protección.

#### 8.1. Sistemas de protección de barras.

#### 8.2. Conceptos sobre sistemas de protección de generadores y motores.

#### 8.3. Falla interruptor.

#### 8.4. Sincronización horaria (GPS, IRIG-B, PTP, IEEE 1588, etc.).

#### 8.5. Protección sistémica (WAP, SPS, RAS), sincrofasores, etc.

#### 8.6. Desarrollos recientes y futuros (norma IEC 61850, Smart Grid, etc.).

## METODOLOGÍA

Protecciones de los Sistemas Eléctricos de Potencia, asignatura perteneciente al 8vo nivel de la Carrera de Ingeniero Tecnológico en Electrotecnia, de carácter semestral, presenta un enfoque orientado a instalaciones de Alta y Media Tensión, brindando criterios de diseño de protecciones para sistemas de Alta y Media Tensión.

La asignatura Protecciones de los Sistemas Eléctricos de Potencia, es un curso teórico que cuenta con ocho temas a desarrollar.

El desarrollo de los temas es realizado por parte del docente responsable de la asignatura, se expondrán los contenidos de cada unidad didáctica por medio de presentaciones y explicaciones, junto con indicaciones sobre fuentes de información y bibliografía.

Se promueve la participación activa del estudiante con actividades de debate, discusión de casos, preguntas y exposiciones.

El estudiante dispondrá previamente de materiales didácticos, que incluirán

objetivos, guiones, cronograma y recursos.

Los materiales electrónicos, presentaciones, teóricos y ejercicios, estarán estar previamente cargados en la plataforma CV.

Para el desarrollo de la asignatura, se recomienda utilizar el software PSSE/E.

Desarrollo de la asignatura:

Horas de clase teóricas: 54 horas

Horas de clase práctico: 18 horas

Horas de consulta: 18 horas

Horas de evaluación: 6 horas

Total de horas presenciales: 96 horas

Horas de dedicación del estudiante: 96 horas

METODOLOGÍA - Anexo - Sugerencia de Bases y Alcances

El Entregable se realizará en base a consigna elaborada por el docente. Se deja aquí un anexo a modo de sugerencia para la elaboración de bases y delineado de alcances.

Los Entregables deberán tratar como temática central alguno de los siguientes temas:

- Elección y cálculos justificativos de Transformadores de Intensidad para una subestación preferentemente de 150 kV.
- Ajustes y cálculos justificativo para diseño de un Sistema de Protección de una línea en 150 kV.
- Ajustes y cálculos justificativo para diseño de un Sistema de Protección de un transformador de potencia AT/MT.
- Análisis de registro oscilográfico de casos reales.
- Análisis de artículos o papers de ingeniería eléctrica aplicada a Sistemas de Protección.

Cada Entregable se realizará en grupos de 2 o 3 estudiantes.

### EVALUACIÓN

Esta es una asignatura con derecho a exoneración según lo establecido en el reglamento de evaluación y titulación de educación superior terciaria que se halle vigente, así como sus anexos.

Se sugiere para efectuar la evaluación de los estudiantes realizar tres Entregables con defensa a final del curso.

### BIBLIOGRAFÍA

Power System Protection, Edited by The Electricity Training Association, The Institute of Electrical Engineers, 1995.

Protective Relays. Their Theory and Practice, A.R. van C.Warrington, Chapman and Hall 1969.

Protective Relaying Theory and Applications, Walter A.Elmore, M.Dekker Inc. 2nd ed. 2004.

Protective Relaying: Principles and Applications, J. Lewis Blackburn, Marcel Dekker Inc. 2nd ed. 1997.

Power System Relaying, S. Horowitz, A. Phadke, Second Edition, John Wiley 1996.

Apuntes del curso Medidas y Protecciones Eléctricas, Ing. Jorge Alonso, IIE-FING plan 1991.

The Art and Science of Protective Relaying, C.R. Mason, John Wiley 1956.

Protection of Synchronous Generators, IEEE Tutorial 95TP102, 1995.

Power System Protection, P. M. Anderson, IEEE Press.

Advancements in Microprocessor Based Protection and Communication, IEEE

Tutorial Course, 97TP120-0, 1997.

Protective relaying for Power Systems, edited by Stanley H. Horowitz, IEEE Press, 1980.

Protective relaying for Power Systems II, edited by Stanley H. Horowitz, IEEE Press, 1992.

Normas IEC e IEEE.

Network Protection and Automation Guide, Alstom

Power System Relaying, S. Horowitz, A. Phadke 3rd ed. 2008

IEEE Guide for Protective Relay Applications to Transmission Lines, (IEEE Standard C37.113- 1999)

Manuales e información de fabricantes de protecciones.

		PROGRAMA				
		Código en SIPE	Descripción en SIPE			
TIPO DE CURSO		063	Ingeniero Tecnológico			
PLAN		2020				
ORIENTACIÓN		344	Electrotecnia			
MODALIDAD		---	----			
AÑO		---	----			
TRAYECTO		---	----			
SEMESTRE/ MÓDULO		Electiva				
ÁREA DE ASIGNATURA		389	EST Física Electrónica			
ASIGNATURA		16203	Física III			
CRÉDITOS EDUCATIVOS		6				
DURACIÓN DEL CURSO		Horas totales: 64		Horas semanales: 4		Cantidad de semanas: 16
Fecha de Presentación: 10/10/19	Nº Resolución del CERP	Exp. Nº 2019-25-4-009393	Res. Nº 3234/19	Acta Nº 222	Fecha 19/11/19	

## 1) OBJETIVO DE LA ASIGNATURA

El objetivo central de la asignatura es que los estudiantes realicen un abordaje básico de la mecánica de medios continuos. Introducir a nivel elemental los conceptos y leyes de la termodinámica. El estudiante debería adquirir herramientas conceptuales que le permitan modelar y resolver ejemplos físicos sencillos. Se debe entender el alcance de las herramientas matemática. Además, el estudiante debería ser capaz de entender conceptos que requieren un grado mayor de abstracción como se requiere en la Termodinámica. El estudiante deberá aplicar leyes y principios de acuerdo a la información recibida. Deberá dominar el manejo de instrumentos, diseñar actividades y elaborar procedimientos seleccionando el material adecuado. Comunicar los resultados obtenidos por diversos medios de acuerdo a un enfoque científico. Elaborar y aplicar modelos que expliquen fenómenos de la vida diaria. Argumentar sobre la pertinencia del modelo utilizado en diversas situaciones, de laboratorio, cotidiano, y del campo tecnológico específico. Reconocer los límites de validez de los modelos.

## 2) PROGRAMA SINTÉTICO

Tema 1: Mecánica de los Fluidos

Tema 2: Termodinámica

## 3) PROGRAMA ANALÍTICO

### TEMA 1

#### 1. Mecánica de los fluidos

1.1. Hidrostática: Presión, densidad. Leyes de la hidrostática.

1.2. Dinámica de fluidos. Flujo y campo de velocidad.

1.3. Ecuación de continuidad. Ecuación de Bernouilli.

1.4. Conceptos de viscosidad y turbulencia.

## TEMA 2

### 2. Termodinámica

2.1. Temperatura y escalas de temperatura

2.2. Calor, Calorimetría y cambios de fase

2.3. Mecanismo de transferencia de calor

2.4. Energía interna.

2.5. Primera ley de la termodinámica. Trabajo. Procesos termodinámicos. Capacidad Calorífica de los gases.

2.6. Segunda ley de la Termodinámica. Reversibilidad e irreversibilidad. Enunciados de la segunda ley.

2.7. Ciclo de Carnot.

2.8. Entropía.

### 4) METODOLOGÍA

Física 3 es una asignatura electiva del 7mo semestre con 6 créditos perteneciente a la Carrera de Ingeniero Tecnológico en Electrotecnia, de carácter semestral, presenta un enfoque orientado a la introducción de los estudiantes a la mecánica de los fluidos y al estudio del modelo Termodinámico.

Esta asignatura Física 3 toma a la mecánica de los fluidos y a la termodinámica para desarrollar durante 4hs semanales del semestre en curso. Se espera que los estudiantes dediquen un mínimo de 6hs semanales en forma domiciliaria para un correcto seguimiento del curso.

El desarrollo de los temas será realizado por parte del docente responsable de la asignatura, se expondrán los contenidos de cada unidad didáctica por medio de presentaciones y explicaciones, junto con indicaciones sobre fuentes de información y bibliografía, además de la realización de experimentos de laboratorios.

Se pretende que se realicen como mínimo 4 experimentos de práctico, con búsqueda de información por parte de los estudiantes y presentación de informes que promuevan la investigación, la divulgación y el uso de herramientas digitales. Además, se deberá disponer dentro del curso de instancias de resolución de ejercicios y aclaración de dudas.

Se promoverá la participación activa del estudiante con actividades de debate, discusión de casos, preguntas y exposiciones. El estudiante dispondrá previamente de materiales didácticos, que incluirán objetivos, guiones, cronograma y recursos. Los materiales electrónicos, presentaciones, teóricos y ejercicios, estarán previamente cargados en la plataforma CV.

Desarrollo de la asignatura:

Horas de clase teóricas: 42 horas

Horas de clase práctico: 8 horas

Horas de consulta: 4 horas

Horas de evaluación: 8 horas

Total de horas presenciales: 64 horas

Horas de dedicación del estudiante: 64 horas

## 5) EVALUACIÓN

Esta es una asignatura electiva de semestre impar con derecho a exoneración según lo establecido en el reglamento de evaluación y titulación de educación superior terciaria que se halle vigente, así como sus anexos.

Se sugieren 2 instancias de evaluación o parciales. El primero luego de finalizado el segundo mes del semestre y el último al finalizar el semestre.

Una instancia será un parcial escrito y la otra instancia parcial, podrá ser de presentación y defensa de un trabajo que será en formato a convenir con el docente responsable del curso.

## 6) BIBLIOGRAFÍA

### Básica:

Física, Vol. 1, Resnick-Halliday-Krane (Grupo Editorial Patria, 5era. edición en castellano, ISBN 978-970-24-0257-2)

### Complementaria:

Física, Vol. 1, P.A. Tipler, (Reverté, 3ra. edición, ISBN 84-291-4367-X)

Física, Vol. 1, R.. Serway (McGraw Hill, 3ra. edición, ISBN 0-03-031353-8)

Física Universitaria Vol 1, Young-Freedman (Sears-Zemansky) (Pearson Educación, 12 edición, ISBN: 978-607-442-288-7)

		PROGRAMA			
		Código en SIPE	Descripción en SIPE		
TIPO DE CURSO		063	Ingeniero Tecnológico		
PLAN		2020			
ORIENTACIÓN		344	Electrotecnia		
MODALIDAD		----	----		
AÑO		----	----		
TRAYECTO		----	----		
SEMESTRE/ MÓDULO		Electiva			
ÁREA DE ASIGNATURA		80010	MAQ		
ASIGNATURA		56052	Taller de Maquinas Eléctricas II		
CRÉDITOS EDUCATIVOS		6			
DURACIÓN DEL CURSO		Horas totales: 64	Horas semanales: 4		Cantidad de semanas: 16
Fecha de Presentación: 10/10/19	Nº Resolución del CETP	Exp. Nº 2019-25-4-009393	Res. Nº 3234/19	Acta Nº 222	Fecha 19/11/19



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

## OBJETIVO DE LA ASIGNATURA

El objetivo central de la asignatura es brindar al estudiante los conocimientos electrotécnicos necesario avanzados sobre las distintas máquinas eléctricas y un conjunto de herramientas básicas para abordar problemas de diseño, mantenimiento y operación tanto de las distintas máquinas, así como sus sistemas de control, realizando la comprobación bajo el modo de práctica, de los conocimientos adquiridos en forma teórica.

Así mismo, se pretende lograr que el estudiante obtenga solvencia en el manejo de instrumentos y equipos para trabajo en campo, adquiriendo actitud crítica-profesional que permita realizar la búsqueda, selección e interpretación de múltiple información técnica destinada a la proyección y resolución de problemas de diversa gama.

La asignatura ofrece herramientas elementales que permiten desarrollar competencias de trabajo en equipo, adquirir el dominio de habilidades y destrezas manuales para el desarrollo de tareas de laboratorio y campo con conciencia y fundamento metodológico.

## PROGRAMA SINTÉTICO

Tema 1: Ensayos de rutina de transformadores.

Tema 2: Ensayos de máquinas de corriente continua.

Tema 3: Ensayos de máquinas asíncronas.

Tema 4: Ensayos de máquinas especiales.

## PROGRAMA ANALÍTICO

### TEMA 1

1. Ensayos de transformadores.

1.1. Ensayos de rutina de transformadores de MRT.

1.2. Ensayos de rutina de transformadores de MT/BT.

1.3. Ensayos de rutina de transformadores de AT/MT.

## TEMA 2

2. Ensayo de máquinas de corriente continua.

2.1. Ensayo máquina excitación independiente y shunt.

2.2. Ensayo máquina excitación serie.

2.3. Ensayo máquina excitación compuesta.

## TEMA 3

3. Ensayos de máquinas asíncronas.

3.1. Funcionamiento del motor asíncrono trifásico conectado a una red monofásica.

3.2. Métodos de Frenado de los motores asíncronos.

3.3. Ensayos en motores monofásicos.

3.3.1. Arranque de los motores de inducción monofásicos.

3.3.2. Inversión de giro de los motores monofásicos.

## TEMA 4

4. Ensayos de máquinas especiales.

4.1. Ensayo de motores de reluctancia.

4.2. Ensayo de Brushless.

4.3. Ensayo de motores paso a paso.

## METODOLOGÍA

Taller de Máquinas Eléctricas II, asignatura electiva perteneciente a la Carrera de Ingeniero Tecnológico en Electrotecnia, de carácter semestral, presenta un enfoque orientado a situaciones reales de campo o taller donde se apliquen los conceptos teóricos ya adquiridos, brindando criterios para la instalación y el mantenimiento de las máquinas utilizadas en instalaciones del tipo industrial.

Taller de Máquinas Eléctricas II, es un curso práctico que cuenta con cuatro temas



453

a desarrollar en forma práctica en el Aula, así mismo, requiere que el estudiante también trabaje por fuera del curso y así lograr un correcto proceso de enseñanza-aprendizaje impulsado por los conceptos de formación e investigación.

El desarrollo de los temas prácticos es realizado bajo la modalidad de ejecución de prácticas, aplicando los conocimientos impartidos.

Se considera que la realización de prácticas permite al estudiante la adquisición de destrezas y habilidades técnicas necesarias para el accionar profesional, desarrollando en el mismo la capacidad de realizar analogías e inducciones, capacidad que requerirá posteriormente para el diseño de soluciones, prever resultados y reflexionar sobre la acción en el ámbito laboral.

Desde esta perspectiva los diferentes contenidos programáticos serán planteados a partir de una aplicación concreta y real, para luego o simultáneamente abordar los distintos aspectos conceptuales involucrados en esas prácticas, facilitando así su comprensión.

Este programa es diseñado para desarrollarse por dos docentes, con un grupo de 20 (veinte) estudiantes como máximo.

Se sugiere que para la realización de las prácticas se formen grupos de trabajo con un máximo de 3 (tres) alumnos. Esto implica el trabajar en equipo dentro del Aula en la realización de prácticas vinculadas a los temas y con esto las posibles soluciones a los desafíos que se presentan en el desarrollo de las distintas partes del trabajo.

En su gran mayoría las prácticas propuestas en el curso se basan en ejemplos reales visualizados en las diferentes Industrias, otras son del tipo didáctico, necesarias para favorecer la adquisición por parte del estudiante de habilidades y herramientas de comprensión y análisis.

Como apoyo para consolidar los conocimientos, será necesario que el grupo de

trabajo realice actividades fuera del Aula, diseño de sistemas, investigación de procesos, etc.

Al finalizar el curso el alumno deberá de contar con una carpeta (puede ser papel o digital) en el cual contendrá los informes acordes a las aptitudes adquiridas de las práctica realizada en el Aula.

La supervisión y tutoría de las prácticas ejecutadas de los temas es realizado por parte de los docentes responsables de la asignatura, se expondrán los contenidos de cada unidad didáctica por medio de presentaciones y explicaciones, junto con indicaciones sobre fuentes de información y bibliografía.

Se promueve la participación activa del estudiante con actividades de debate, discusión de casos, preguntas, exposiciones y ejecución de prácticas.

El estudiante dispondrá previamente de materiales didácticos, que incluirán objetivos, guiones, cronograma y recursos.

Los materiales electrónicos, presentaciones, teóricos y ejercicios, estarán previamente cargados en la plataforma CV.

#### Desarrollo de la asignatura:

Horas de clase teóricas: 10 horas

Horas de clase práctico: 40 horas

Horas de consulta: 6 horas

Horas de evaluación: 8 horas

Total de horas presenciales: 64 horas

Horas de dedicación del estudiante: 64 horas

#### EVALUACIÓN

Esta es una asignatura de aprobación durante el curso según lo establecido en el reglamento de evaluación y titulación de educación superior terciaria que se halle vigente, así como sus anexos.

Se sugiere que la evaluación se realice en forma porcentual, donde:

- 1) El 60% de la nota final del estudiante se conforme por el diseño, implementación, ejecución y documentación de prácticas en laboratorio.
- 2) El 40% restante de la nota final del estudiante se conforma por la realización de un parcial a final del semestre que englobe los conceptos vistos durante el curso de la asignatura.

Las bases para las Prácticas serán elaboradas por los docentes de la asignatura en coordinación con otros docentes del área (sala docente o conjunto de coordinadores).

### BIBLIOGRAFÍA

#### A.- Libros básicos de referencia.

IEC 60076 - Power Transformer. Edición actual.

Máquinas electromagnéticas y electromecánicas. Leander. W. MATSCH.  
Ediciones Alfaomega. ISBN 968-6062-90-4.

Máquinas de Corriente Alterna. Liwschitz-Garik-Whipple. CECSA. ISBN 968-26-1031-1.

Máquinas Eléctricas. S. Chapman. Ed. McGraw Hill.

Circuitos magnéticos y Transformadores (consulta). Staff del MIT. Ed. Reverte.  
ISBN.

Máquinas Eléctricas. Jesús Fraile Mora. Ed. McGraw Hill.

C.B.Gray - Electrical Machines and Drive Systems. Longman Sci. & Tech.  
Publications, London, & J.Wiley, New York, 1989.

Máquinas Eléctricas y Sistemas Accionadores. Ed. Alfaomega, México, 1993.

A.E.Fitzgerald, Ch.Kingsley, A.Kusko. - Electric Machinery (3rd ed.). McGraw-Hill, New York, 1969.

Teoría y Análisis de las Máquinas Eléctricas. Ed. Hispano Europea, Barcelona,

1975.

L.W.Matsch. - Electromagnetic and Electromechanical Machines. International Textbook Co., New York, 1972.

Máquinas Electromagnéticas y Electromecánicas. Ed. Representaciones y Servicios de Ingeniería, México, 1974.

G.Séguier, F.Notelet. - Electrotechnique Industrielle. Ed. Technique et Documentation, Paris,

1977.

J.Chatelain. - Machines Electriques - Traité d'Electricité de l'Ecole Polytechnique Fédérale de

Lausanne, Vol. X. Presses Polytechniques Romandes, Lausanne, 1983.

M.Liwschitz - Garik, C.C.Whipple. - A.C. Machines. Van Nostrand, New York, 1946.

Machines. Van Nostrand, New York, 1946. [\*] Máquinas de Corriente Alterna.

C.E.C.S.A.,

Máquinas de Corriente Continua. C.E.C.S.A., México, 1970.

M.Kostenko, L.Piotrovsky. - Electrical Machines. 1. D.C.Machines, 2.A.C.Machines. Mir, Moscow, 1968/69.

A.S.Langsdorf. - Principles of Direct Current Machines. McGraw- Hill, New York, 1940.

Theory of Alternating Current Machinery. McGraw-Hill, New York, 1955.

G.J.Thaler, M.L.Wilcox. - Electric Machines. Dynamics and Steady State. Wiley, New York,

1966.

Máquinas Eléctricas - Estado dinámico y permanente. Ed. Limusa, México, 1969.

L.V.Bewley. - Alternating Current Machinery. MacMillan, New York 1949.

P.C.Krause. - Analysis of Electric Machinery. McGrawHill, New York, 1986.

P.C.Krause, O.Wasynczuk, S.D.Sudhoff. - Analysis of Electric Machinery and Drive Systems. Wiley, New York, 2002.

R. Sanjurjo Navarro. - Máquinas Eléctricas. McGraw-Hill, Madrid, 1989.

B. - Apuntes y Publicaciones universitarias.

A.G.Cisa. - Apuntes del curso de Máquinas Eléctricas. Oficina de Publicaciones de la Facultad de Ingeniería, Montevideo, (Fascículos de fechas diversas).

J.L.Alonso, A.Portillo. - Apuntes del curso de Máquinas Eléctricas II. Facultad de Ingeniería,

Montevideo, (Curso dictado desde 1987 a 1997).

Ph.Barret. - Electrotechnique Générale. Ecole Supérieure d'Electricité, Paris. Tome 1 (Publication No.2272), 1972; Tome 2 (Publ. No.2532), 1976.

C. - Obras complementarias y de profundización

J.Lesenne, F.Notelet, G.Séguier. - Introduction à l'Electrotechnique Approfondie. Ed. Technique et Documentation, Paris, 1981.

J.Meisel. - Principles of Electromechanical Energy Conversion. McGraw-Hill, New York,

1966.

M.Jufer. - Transducteurs Electromécaniques - Traité d'Electricité de l'Ecole Polytechnique

Fédérale de Lausanne, Vol.IX. Ed.Georgi, Lausanne, 1979.

C.G.Veinott. - Fractional and Subfractional Horsepower Electric Motors. McGraw-Hill, New

York, 1975.

Motores Eléctricos de Potencia Fraccionaria y Subfraccionaria. Ed. Marcombo - Boixareu, Barcelona, 1978.

D.C.White, H.H.Woodson. - Electromechanical Energy Conversion, Wiley, New York, 1959.

J.Kirtley – Electric Machines. MIT graduate course 6.685.

		PROGRAMA			
		Código en SIPE	Descripción en SIPE		
TIPO DE CURSO		063	Ingeniero Tecnológico		
PLAN		2020			
ORIENTACIÓN		344	Electrotecnia		
MODALIDAD		---	----		
AÑO		---	----		
TRAYECTO		---	----		
SEMESTRE/ MÓDULO		Electiva			
ÁREA DE ASIGNATURA		389	EST Física Electrónica		
ASIGNATURA		75752	Teoría Electromagnética II		
CRÉDITOS EDUCATIVOS		9			
DURACIÓN DEL CURSO		Horas totales: 96		Horas semanales: 6	
				Cantidad de semanas: 16	
Fecha de Presentación:	Nº Resolución del CETP	Exp. Nº 2019-25-4-009393	Res. Nº 3234/19	Acta Nº 222	Fecha 19/11/19

### 1) OBJETIVO DE LA ASIGNATURA

El objetivo de la asignatura es profundizar los conceptos del campo de la óptica y las ondas aplicando las ecuaciones de Maxwell desarrolladas en el semestre anterior.



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

Estudiar la propagación de ondas en vacío y en medios materiales.

Estudiar específicamente las ondas electromagnéticas, sus parámetros, propagación e interacción con la materia.

Consolidar la demostración de la propagación de los campos eléctrico y magnético aplicando las cuatro ecuaciones de Maxwell, arribando a una expresión para la velocidad de propagación coincidente con resultados experimentales.

Realización de actividades experimentales para verificar los modelos sustentados teóricamente.

El estudiante debería mejorar sus herramientas conceptuales que le permitan modelar y resolver ejemplos físicos complejos vinculados con las ondas electromagnéticas y la óptica. Además, el estudiante debería ser capaz de entender conceptos que requieren un grado mayor de abstracción como se requiere en el electromagnetismo. El estudiante deberá aplicar leyes y principios de acuerdo a la información recibida. Deberá dominar el manejo de instrumentos, diseñar actividades y elaborar procedimientos seleccionando el material adecuado.

Comunicar los resultados obtenidos por diversos medios de acuerdo a un enfoque científico. Elaborar y aplicar modelos que expliquen fenómenos de la vida diaria.

Argumentar sobre la pertinencia del modelo utilizado en diversas situaciones, de laboratorio, cotidiano, y del campo tecnológico específico. Reconocer los límites de validez de los modelos.

## 2) PROGRAMA SINTÉTICO

Tema 1: Ondas

Tema 2: Ondas electromagnéticas.

Tema 3: Fenómenos Ondulatorios.

Tema 4: Interferencia y difracción de las ondas

Tema 5: Difracción de las ondas.

Tema 6: Polarización de las ondas

### 3) PROGRAMA ANALÍTICO

#### TEMA 1

1. Ondas

1.1. Ondas mecánicas y electromagnéticas, Clasificación de ondas

1.2. Parámetros de las ondas. Amplitud, velocidad de onda, longitud de onda número de onda, frecuencia.

1.3. Principio de Huygens

1.4. Ecuación de onda armónica. Energía de las ondas. intensidad de onda

1.5. Ondas armónicas y ondas complejas

#### TEMA 2

2. Odas electromagnéticas

2.1. Deducción de la ecuación de onda a partir de las ecuaciones de Maxwell.

2.2. Generación de ondas electromagnéticas Parámetros de las ondas electromagnéticas. Ondas electromagnéticas naturales y artificiales.

2.3. Espectro electromagnético. Energía de las ondas electromagnéticas. Velocidad de las ondas electromagnéticas. Velocidad de grupo y velocidad de fase. Onda armónica. Ecuación de la onda electromagnética en el vacío.

2.4. Generalidades sobre la propagación de ondas electromagnéticas en medios conductores

2.5. Generalidades sobre la propagación de ondas electromagnéticas en dieléctricos.

### TEMA 3

#### 3. Fenómenos ondulatorios

3.1. Reflexión. leyes de la reflexión. Reflectancia. Coeficientes de Fresnel

3.2. Reflexión total interna. Fibra óptica

3.3. Refracción. Leyes de la refracción. Índice de refracción absoluto y relativo.

Transmitancia, Coeficientes de Fresnel.

### TEMA 4

#### 4. Interferencia y difracción de las ondas

4.1. Focos sincrónicos, Interferencia constructiva y destructiva.

4.2. Ondas estacionarias. Experimento de Young. Interferencia en películas delgadas

### TEMA 5

#### 5. Difracción de las ondas

5.1. Difracción de Fraunhofer.

5.2. Red de difracción.

5.3. Resolución de un sistema óptico, Criterio de Rayleigh

### TEMA 6

#### 6. Polarización de las ondas

6.1. Ley de Brewster. Ley de Malus

6.2. Láminas polaroid, Polaroides cruzados. Absorción de las ondas.

6.3. Formas de polarizar una onda electromagnética

6.4. Dispersión de las ondas

#### 4) METODOLOGÍA

Teoría Electromagnética 2 es una asignatura electiva del 8to semestre con 9

créditos perteneciente a la Carrera de Ingeniero Tecnológico en Electrotecnia, de carácter semestral, presenta un enfoque orientado al estudio de las leyes de Maxwell.

Esta asignatura toma a la Teoría electromagnética II y la divide en 6 temas que pueden modificarse para desarrollar durante 6hs semanales del semestre en curso. Se espera que los estudiantes dediquen un mínimo de 10hs semanales en forma domiciliaria para un correcto seguimiento del curso.

El desarrollo de los temas será realizado por parte del docente responsable de la asignatura, se expondrán los contenidos de cada unidad didáctica por medio de presentaciones y explicaciones, junto con indicaciones sobre fuentes de información y bibliografía, además de la realización de experimentos de laboratorios.

Se pretende que se realicen como mínimo 4 experimentos de práctico, con búsqueda de información por parte de los estudiantes y presentación de informes que promuevan la investigación, la divulgación y el uso de herramientas digitales. Además, se deberá disponer dentro del curso de instancias de resolución de ejercicios y aclaración de dudas.

Se promoverá la participación activa del estudiante con actividades de debate, discusión de casos, preguntas y exposiciones. El estudiante dispondrá previamente de materiales didácticos, que incluirán objetivos, guiones, cronograma y recursos. Los materiales electrónicos, presentaciones, teóricos y ejercicios, estarán previamente cargados en la plataforma CV.

#### Desarrollo de la asignatura:

Horas de clase teóricas: 96 horas

Horas de clase práctico: 12 horas

Horas de consulta: 6 horas

Horas de evaluación: 6 horas

Total de horas presenciales: 96 horas

Horas de dedicación del estudiante: 96 horas

### 5) EVALUACIÓN

Esta es una asignatura electiva de semestre par con derecho a exoneración según lo establecido en el reglamento de evaluación y titulación de educación superior terciaria que se halle vigente, así como sus anexos.

Se sugieren 2 instancias de evaluación o parciales. El primero luego de finalizado el segundo mes del semestre y el último al finalizar el semestre.

Una instancia será un parcial escrito y la otra instancia parcial, podrá ser de presentación y defensa de un trabajo que será en formato a convenir con el docente responsable del curso.

### 6) BIBLIOGRAFÍA

#### Básica:

Óptica, Hecht, Addison Wesley, 3ra Edición, ISBN 84-7829-025-7

Fundamentos de electromagnetismo para ingenieros, David K.Cheng, Pearson,, ISBN 968 444 327 7

#### Complementaria:

Campos electromagnéticos, R.K.Wangsness, Limusa, ISBN 0-471-04103-3

Fundamentos de la teoría electromagnética, Reitz-Milford-Christy, Addison Wesley Iberoamericana, 4ta edición, ISBN

		PROGRAMA			
		Código en SIPE	Descripción en SIPE		
TIPO DE CURSO		063	Ingeniero Tecnológico		
PLAN		2020			
SECTOR DE ESTUDIO		344	Electrotecnia		
ORIENTACIÓN		---	----		
MODALIDAD		---	----		
AÑO		---	----		
TRAYECTO		---	----		
SEMESTRE/MÓDULO		Electiva			
ÁREA DE ASIGNATURA		664	EST Seguridad Industrial II		
ASIGNATURA		48500	Seguridad		
CRÉDITOS EDUCATIVOS		8			
DURACIÓN DEL CURSO		Horas totales: 80	Horas semanales: 5		Cantidad de semanas: 16
Fecha de Presentación: 10/10/2019	N° Resolución del CETP	Exp. N° 2019-25-4-009393	Res. N° 3234/19	Acta N° 222	Fecha 19/11/19

## FUNDAMENTACIÓN

Se estudian todos los aspectos técnicos relacionados con el trabajo causantes de accidentes laborales.

Abordar el conocimiento de los agentes materiales causantes de accidentes del trabajo así como las formas de producirse estos, con objeto de profundizar sobre los sistemas preventivos más idóneos para su eliminación tras la aplicación de adecuadas técnicas de evaluación de peligrosidad de los riesgos.

NOTA: El presente programa es una adaptación del Programa Teórico-Práctico de la materia Seguridad en el Trabajo, correspondiente al Plan 1986. Se han realizado agregados y modificaciones para actualizar los contenidos a la realidad de la normativa y la gestión preventiva en la actualidad.

## OBJETIVOS

Capacitar al estudiante en el conocimiento y seguimiento de los Accidentes de Trabajo. Determinación de las causas con los diferentes modelos existentes para su posterior control.

Capacitar al estudiante para que sepa Identificar los Peligros, sus Riesgos derivados y asociados.

Capacitar al estudiante en las Inspecciones de Seguridad, Investigación de los accidentes de trabajo, como se notifican y se registran. Índices de accidentabilidad y siniestralidad.

Capacitar al estudiante en las diferentes Técnicas Operativas, Señalización en Seguridad, Norma de colores y Seguridad en el Proyecto.

Orden y Limpieza en los lugares de trabajo.

## CONTENIDOS/UNIDADES DIDÁCTICAS

### TEMA 1 - INTRODUCCIÓN A LA PREVENCIÓN DE ACCIDENTES DEL TRABAJO

1. Orígenes de la prevención de accidentes.
2. Evolución histórica. Desde la Revolución Industrial hasta la actualidad.
  - 2.1 Las primeras iniciativas filantrópicas y paternalistas del Estado.
  - 2.2. La implantación de la responsabilidad empresarial y la obligación del aseguramiento para la representación legal de los accidentes de trabajo.
  - 2.3. El desarrollo de la aportación norteamericana a los planteos del Control Total de Pérdidas y su evolución hasta la Seguridad Nuclear y Aeroespacial.
  - 2.4 Los sindicatos y la prevención.
  - 2.5. La Prevención de Accidentes de Trabajo en Uruguay.
3. Tendencias actuales en prevención.
3. De la prevención de accidentes a la mejora de las condiciones de trabajo. El

accidente de trabajo, una difusión del sistema múltiple interrelación. La humanización del trabajo.

3.2 Tránsito del macro nivel del Estado al micro nivel de la Empresa. El papel protagónico de empresarios y trabajadores y su coparticipación en la Prevención.

3.3 Hacia una Prevención: científica, integral e integrada en las Políticas de la Empresa.

3.4 El esfuerzo preventivo en la empresa. La curva de Bradley.

4. Perfil y funciones del Asesor de Seguridad y Salud Ocupacional en la Empresa. Situación actual y perspectivas futuras. Las profesiones similares a la del Ingeniero Tecnológico Prevencionista en la Empresa.

5. Evolución de la Prevención de Riesgos en el Uruguay.

## TEMA 2 - EL ACCIDENTE DE TRABAJO Y LA SEGURIDAD EN EL TRABAJO

1. Introducción. Los accidentes del trabajo.

1.1. Los objetivos, la finalidad y la metodología de la seguridad. Los accidentes, sus causas y consecuencias.

1.2. Concepto de accidentes de trabajo: incidentes, accidentes y averías.

1.3. Las consecuencias de los accidentes del trabajo, pérdida, daños y lesiones.

2. Teoría de la causalidad de los accidentes: Peligros, Riesgos y Causas.

3. La seguridad en el Trabajo. Conceptos generales.

3.1. La seguridad en el trabajo como sentimiento y necesidad.

3.2. La seguridad en el trabajo como disciplina y especialidad técnica de carácter científico.

3.3. Los contenidos, el desarrollo y las aplicaciones de la seguridad técnica del trabajo.

## TEMA 3 - LAS TÉCNICAS DE SEGURIDAD

1. Introducción. Las técnicas de lucha contra los accidentes del trabajo

2. Las técnicas de seguridad. Definición y clasificación.
3. Definición de Peligro versus Riesgo.
4. Desarrollo de las etapas de evolución y planeamiento de las técnicas de seguridad y su correspondencia con la normativa nacional vigente.
  - 4.1. Etapa de identificación de Peligros.
  - 4.2. Etapa de identificación y previsión de Peligros.
  - 4.3. Etapa de prevención de riesgos.
  - 4.4. Etapa de protección frente a las consecuencias del accidente.
5. Análisis comparativo de la efectividad en la aplicación de las técnicas de seguridad.
  - 5.1. La efectividad desde el punto de vista de la cronología en la aplicación.
  - 5.2. La efectividad en función del tipo de técnica aplicada.

#### TEMA 4 - PLANIFICACIÓN DE LA PREVENCIÓN. EVALUACIÓN DE RIESGOS

1. Introducción. Relación Prevención – Costes.
2. Necesidad de planificación.
3. Planificación de la prevención – análisis de riesgo.
  - 3.1. Sistema del árbol de defectos (FTA).
  - 3.2. Sistema de los modos de fallo y sus efectos (FMEA).
  - 3.3. Evaluación de Riesgos. El grado de peligrosidad. Factores determinantes del grado de peligrosidad: Consecuencias. Exposición y Probabilidad. Justificación de la acción correctora.
  - 3.4. Valoración integral de puestos de trabajo. Análisis de puestos de trabajo. Análisis de los índices empleados. Factor humano. Factor material y Repercusión económica.
4. Estudio de casos prácticos.

#### TEMA 5 - LA INSPECCIÓN DE SEGURIDAD

1. El concepto de Inspección de Seguridad.

2. La detección de riesgos.
  - 2.1. Condicionantes básicos de la efectividad de la detección de posibles causas de accidentes.
  - 2.2. La localización de las causas.
  - 2.3. La identificación de peligros.
3. Clasificación de las Inspecciones de Seguridad.
4. Metodología de conducción y registro de inspecciones de Seguridad.
5. La evaluación y ordenación de los riesgos.
  - 5.1. Aspectos básicos de la evaluación de riesgos.
  - 5.2. La ordenación de los riesgos.
  - 5.3. Clasificación de los Riesgos. Metodologías de notación
6. El estudio, implantación y control de las medidas correctas.
  - 6.1. El estudio de las medidas correctas.
  - 6.2. La implantación de las medidas correctas.
  - 6.3. El control de la eficacia preventiva de la medida correcta aplicada.
7. Principios aplicables en el establecimiento de una metodología operativa para el planeamiento de las Inspecciones de Seguridad.
  - 7.1. Personas que pueden llevar a cabo las Inspecciones de Seguridad.
  - 7.2. Ejecución práctica de la Inspección de Seguridad.
  - 7.3. Organismos públicos y privados que pueden realizar inspecciones de seguridad. Alcance.

## TEMA 6 - NOTIFICACIÓN. REGISTRO Y CLASIFICACIÓN DE PARTES DE ACCIDENTES.

### ÍNDICES DE ACCIDENTABILIDAD. SISTEMAS ESTADÍSTICOS DE CONTROL DE LOS ÍNDICES

1. Notificación de accidentes
  - 1.1. Tipos de notificación.

- 1.1.1. Reporte interno del Incidente.
- 1.1.2. Notificación a Organismos Estatales. Tipos de denuncias de un accidente laboral ante el Banco de Seguros del Estado.
- 1.1.3. Información a incluir en los partes de accidente (internos de empresa y oficiales de accidente).
- 1.2. Destinatarios de las notificaciones. Utilidad de compartir esta información.
2. Registro de Incidentes.
  - 2.1. Tipos de registros.
  - 2.2. Fichas de registro de Incidentes.
  - 2.3. Tarjetas de registro personal.
  - 2.4. Listados de Incidentes.
3. Clasificación de Incidentes.
  - 3.1. Factores claves de un Accidente.
  - 3.2. Fuentes de información para la clasificación de incidentes. Norma UNIT de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional.
  - 3.3. Sistemas de clasificación de accidentes (O.I.T., A.N.S.I.). Forma de accidente. Agente material, parte del agente material, condición peligrosa, acción peligrosa, factor personal de inseguridad, parte del cuerpo lesionada, etc.
  - 3.4. Clasificación empleada por el Banco de Seguros del Estado.
4. Índices estadísticos en la Prevención de Accidentes.
  - 4.1. Índice de frecuencia.
  - 4.2. Índice de gravedad.
  - 4.3. Índice de incidencia.
  - 4.4. Índice de duración media.
  - 4.5. Índice de incidencia de Enfermedades Profesionales.
5. Métodos estadísticos para análisis de Índices de Accidentabilidad.

5.1. Métodos de las líneas límites.

5.2. Diagrama mes por mes.

5.3. Diagrama anual.

## TEMA 7 - LA INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES

1. Introducción. Conceptos previos sobre: Accidentes de Trabajo. Riesgo. Suceso. Consecuencias.

2. Las causas de los accidentes. Clasificación:

2.1. Según su naturaleza.

2.2. Según su eficacia preventiva.

2.3. Según su fase cronológica.

3. La investigación de accidentes de trabajo

3.1. Definición.

3.2. Objetivos.

3.3. Metodología.

3.4. Clasificación:

3.4.1. Investigación de línea.

3.4.2. Investigación especializada.

3.4.3. Investigación exterior.

4. Metodología práctica de la investigación de accidentes

4.1. Proceso de datos. Recopilación de datos. Criterios a seguir.

4.2. Integración de datos. Criterios a seguir. Resultados. Descripción el accidente.

4.3. Descripción del trabajo. Información complementaria.

4.4. Determinación de causas. Criterios a seguir. Selección de causas principales.

Criterios a seguir. Ordenación de resultados.

5. Tipos de investigación de accidentes

5.1. La investigación en línea. Objetivos. Ámbito de aplicación. Ejecución.



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

Metodologías y modelos.

5.2. La investigación especializada. Objetivos. Ámbito de aplicación. Ejecución.

Metodologías y modelos. Índices guía para informe de investigación especializada.

5.3. Investigaciones externas. Responsables.

## TEMA 8 - LA NORMA Y SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD

1. Introducción. Normas y señalización como técnicas de información o de esfuerzo de otras técnicas de seguridad.

2. Normas de Seguridad.

2.1. Concepto de Normas de Seguridad.

2.2. Principios básicos de una Norma.

2.3. Clasificación.

2.4. Contenido de una Norma.

2.5. Procedimiento para la elaboración de una Norma.

2.6. Norma de Trabajo y Norma de Seguridad. Coincidencias.

2.7. El reglamento Interno de Empresa y la Seguridad.

3. Señalización de Seguridad.

3.1. Concepto de Señalización.

3.2. Principios básicos de la Señalización.

3.3. Utilización de la Señalización.

3.4. Clases de Señalización.

3.5. Señalización óptica:

3.5.1. Colores de seguridad y colores de señalización.

3.5.2. Colores de contraste.

3.5.3. Combinación de formas, colores y significado.

3.5.4. Símbolos y dimensiones.

3.5.5. Señales de prohibición, advertencia, obligación, salvamento. Normas UNIT.

- 3.5.6. Balizamiento y señalización.
- 3.5.7. Etiquetado de productos químicos peligrosos.
- 3.5.8. Señalización de tuberías. Normas UNIT.
- 3.5.9. Señalización de recipientes para gases.
- 3.5.10. Indicadores luminosos.
- 3.5.11. Alumbrado de emergencia.
- 3.5.12. Avisos de seguridad. Trabajos de reparación y mantenimiento de máquinas e instalaciones.
- 3.6. Señalización acústica.
- 3.7. Señalización olfativa.
- 3.8. Señalización táctil.
- 3.9. Normas nacionales – UNIT – e internacionales en señalización.

## TEMA 9 - EL MANTENIMIENTO DE INSTALACIONES COMO TÉCNICA DE SEGURIDAD.

1. El mantenimiento preventivo como técnica operativa frente al accidente de trabajo.
2. Tipos de mantenimiento.
  - 2.1. Predictivo
  - 2.2. Preventivo
  - 2.3. Correctivo
3. Sistemas de Gestión de Mantenimiento.
4. Funciones de Mantenimiento Preventivo.
  - 4.1. Inspección
  - 4.2. Lubricación
  - 4.3. Limpieza
  - 4.4. Reparación

5. Programación y control del mantenimiento. Elaboración y complementación de fichas para el mantenimiento preventivo.

## TEMA 10 - LA SEGURIDAD EN EL PROYECTO. CONDICIONES DE SEGURIDAD EN EDIFICIOS INDUSTRIALES

1. La Seguridad en el Proyecto. Edificios, equipos, procesos. Códigos y normas. Programa de verificaciones.

2. Planificación del emplazamiento. Necesidades de espacio. Instalaciones al aire libre. Recintos. Expedición y recepción de materiales. Zonas de paso y tránsito de vehículos. Disposiciones de instalaciones. Líneas de flujo. Iluminación. Instalaciones eléctricas. Instalaciones generadoras de calor.

3. Condiciones generales de seguridad en edificios y locales.

3.1 Resistencia estructural. Prevención de sobrecargas.

3.2 Superficie y ubicación.

3.3 Pisos, techos y paredes.

4. Pasillos y zonas de tránsito.

4.1 Escaleras: fijas, de servicio y portátiles.

4.2. Escalas fijas.

4.3. Puertas y salidas.

4.4. Plataformas de trabajo.

4.5. Aberturas en pisos y paredes.

4.6. Barandas y rodapiés.

5. Reglamentación oficial sobre el tema.

## TEMA 11 - ORDEN Y LIMPIEZA EN LOS LOCALES DE TRABAJO

1. Importancia del orden y limpieza en la prevención de los accidentes de trabajo.

2. Metodologías de Planificación y Seguimiento de la Gestión del Orden y

Limpieza en un lugar de Trabajo.

3. Relación de la Gestión de Residuos y el cuidado con el medio ambiente.
4. Eliminación de residuos. Recipientes adecuados para el control de desperdicios.
5. Control de derrames.
6. Medios de limpieza en locales industriales.
7. Normas de tipo general para el mantenimiento del orden y la limpieza en los locales de trabajo.

### SUGERENCIAS METODOLÓGICAS

Es recomendable una variedad metodológica que se justifica desde una variada perspectiva:

- No existe un único método de enseñanza.
- Distintos tipos de contenidos necesitan formas de enseñanza diferentes.
- Diversidad de cada grupo de alumnos, implica distintas formas de enfocar el proceso de enseñanza-aprendizaje.
- Características particulares de cada docente y su forma de interactuar con el grupo, condiciona la elección de los métodos de enseñanza.

En cuanto a la metodología a seleccionar, en concordancia a lo expresado en la Fundamentación, ésta debe tender a facilitar el trabajo autónomo de los alumnos, potenciando las técnicas de indagación e investigación, así como las aplicaciones y transferencias de lo aprendido a la vida real.

Se deberá:

- Priorizar la comprensión de los contenidos sobre su aprendizaje mecánico de forma de asegurarse que el alumno le asigna significado a lo que aprende y favorecer su aplicación funcional.
- Posibilitar el auto aprendizaje significativo: que los alumnos aprendan a aprender.



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

- Orientar la enseñanza hacia la combinación de actividades estructuradas con las otras asignaturas, de forma que los alumnos, autónomamente puedan tomar decisiones de distinto tipo: elegir la temática a trabajar y seleccionar los recursos.

### Estrategias de Enseñanza

La variedad de contenidos a impartir y la diversidad del alumnado aconsejan la utilización de una serie de estrategias que combinen las de carácter expositivo con las de indagación:

- Expositivas: Basadas en la presentación oral o escrita de los contenidos estructurados de forma clara y coherente, con el objeto de conectarlos con los conocimientos de partida de los alumnos.
- De indagación: Se requiere de parte del alumno técnicas de investigación e indagación de modo de que éste construye su aprendizaje.

Como ejemplo, se pueden manejar:

#### 1. Análisis de situaciones - problemas.

Se trata de presentar al alumno situaciones-problema, cuya solución requiera la activación de un concepto antes aprendido.

#### 2. Indagación y construcción

Se busca introducir al alumno en el proceso de búsqueda, selección, análisis y presentación de distintas informaciones.

### EVALUACIÓN

La evaluación será continua y formativa y a su vez diagnóstica y final.

Abarcará contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales; y fundamentalmente los objetivos programáticos, las competencias y la metodología a aplicar.

Se entiende que deberá ser reflexivo-valorativa utilizando la autoevaluación, tanto

para evaluar aprendizajes como para el proceso de enseñanza en su práctica docente evaluadas.

Valorará el trabajo individual y el trabajo en equipo.

En todos los temas el docente tendrá en cuenta el marco normativo vigente; promoverá el abordaje práctico de los temas mediante visitas a locales de trabajo; visitas al aula de disertantes que sean técnicos reconocidos o representantes de colectivos técnicos y sociales; análisis de casos prácticos; debates sobre temas de actualidad; trabajos concretos individuales y/o en equipo.

El docente tendrá libertad de cátedra para organizar el orden del temario como también para vincularlos por su afinidad o basado en el particular estudio de actividades propias de diferentes sectores productivos.

En temas compartidos con otras asignaturas se respetará el enfoque disciplinario haciendo hincapié en la Seguridad.

### BIBLIOGRAFÍA

- Liderazgo práctico en el control de pérdidas, Frank E. Bird, Jr y George L. Germain. Traducción en español por Adriana Silva O y Raúl E Álvarez Beca, Publicado por Det Norske Veritas Inc, ISBN 0-88061-054-9.
- Manual de Seguridad en el trabajo, Fundación Mapfre, ISBN 84-7100-987-0.
- Re Pensando la Seguridad como una ventaja competitiva, Samuel Chávez Donoso, Asociación para la prevención de accidentes APA Chile, ISBN 956-272-541-6.
- Manual Básico en Seguridad en el Trabajo, Manuel Bestratén, Ministerio de Trabajo y Seguridad Social – Uruguay. Cooperación Técnica Hispano/Uruguaya.
- Enciclopedia de Seguridad y Salud en el Trabajo (O.I.T.).
- Compendio de Normativa Vigente.
- Compendio de Convenios y recomendaciones de OIT.



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

- Compendio de Normas Técnicas de UNIT
  - Compendio de Notas Técnicas o de buenas prácticas nacionales e internacionales de institutos de referencia.
- 2) Elévese al Consejo Directivo Central para homologación de lo actuado en relación a la reformulación del curso.
- 3) Remítase al Órgano Jerarca por Departamento de Administración Documental.

Ing. Agr. María Nilsa PÉREZ HERNÁNDEZ

Directora General

Mtro. Téc. Miguel VENTURIELLO BLANCO

Consejero

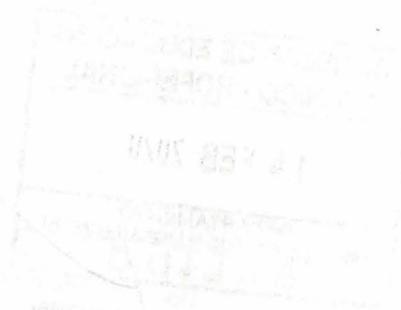
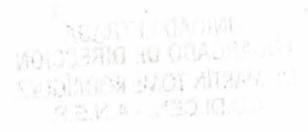
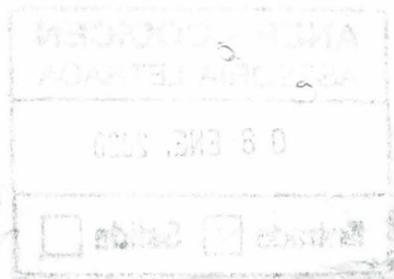
Mtro. Téc. Freddy AMARO BATALLA

Consejero

Dra. Paola SAYANES LAVACA

Pro-Secretaria

NC/ym



CONSEJO DE EDUCACION  
TECNICO - PROFESIONAL  
20 NOV. 2019  
SECRETARIA GENERAL  
DEL CONSEJO  
SALIDA

CONSEJO DE DIRECTIVO CENTRAL  
DPTO. REGULADOR DE TRÁMITE  
20 NOV. 2019  
Entrada  Salida

Consejo Directivo Central  
Dirección Sectorial de  
Planificación Educativa  
27 NOV. 2019  
Entrada  Salida

A.N.E.P.  
CO.DI.CEN.  
UNIDAD LETRADA  
04 DIC. 2019  
ENTRADA  SALIDA

A.N.E.P. CODICEN  
UNIDAD LETRADA  
03 DIC. 2019  
Entrada  Salida

CONSEJO DE EDUCACION  
TECNICO PROFESIONAL  
14 FEB. 2020  
RECIBIDO

UNIDAD LETRADA  
Montevideo, 4/12/19  
De *[Handwritten Signature]*  
Pase a

UNIDAD LETRADA  
ENCARGADO DE DIRECCION  
Dr. MARTÍN TOMÉ RODRÍGUEZ  
CO.DI.CEN. - A.N.E.P.

Milton DE LEÓN GARCÍA  
Dpto. Administración  
Documental

CONSEJO DE EDUCACION  
TECNICO PROFESIONAL  
14 FEB 2020  
DEPARTAMENTO  
ADMINISTRACION DOCUMENTAL  
MILTON DE LEÓN GARCÍA  
Dpto. Administración  
Documental  
SALIDA

ANEP - CODICEN  
ASESORIA LETRADA  
08 ENE. 2020  
Entrada  Salida