

Provincia de La Pampa  
Ministerio de Educación



SANTA ROSA, 16 JUL 2020

VISTO:

El Expediente N° 15908/19, caratulado: "MINISTERIO DE EDUCACIÓN - SUBSECRETARÍA DE EDUCACIÓN TÉCNICO PROFESIONAL - S/ IMPLEMENTACIÓN "TECNICATURA SUPERIOR EN ACCIONAMIENTOS, AUTOMATISMOS Y CONTROL ELÉCTRICO"; y-

**CONSIDERANDO:**

Que mediante Resolución N° 0112/2020 de este Ministerio se aprobó la carrera de "Tecnatura Superior en Accionamientos, Automatismos y Control Eléctrico";

Que ante ello, resulta necesario aprobar nuevamente el Plan de Estudios de la mencionada carrera, con la carga horaria correspondiente y autorizar su implementación;

Que de acuerdo al informe obrante a fojas 110/111, el Equipo Técnico de Educación Superior de la Subsecretaría de Educación Técnico Profesional, ha realizado un nuevo análisis del plan de estudios aprobado, y se detectó la necesidad de efectuar modificaciones en su carga horaria, readecuando la misma en determinados espacios curriculares y referenciales de ingreso;

Que con dicha oferta educativa se contribuye al desarrollo de las zonas socioproductivas, al fortalecimiento de la oferta educativa global de Educación Técnico Profesional de Nivel Superior, y a la profesionalización de operarios para quienes poseen cualquier título de Nivel Secundario, sea de carácter técnico o no, que se desempeñen en empresas e instituciones públicas y privadas de la Provincia en el área;

Que según consta en el informe, esta oferta específica responde a las necesidades establecidas de manera conjunta con representantes del contexto socioproductivo;

Que a fojas 50 la Subsecretaría de Educación Técnico Profesional considera viable la aprobación de dicha oferta y su localización en el Instituto Tecnológico de Educación Superior (I.T.E.S) de la ciudad de Santa Rosa por UNA (1) cohorte, a partir del Ciclo Lectivo 2020;

Que la implementación de la mencionada Tecnicatura utilizará horas de recupero del cierre del tercer año de la Tecnicatura Superior en Desarrollo de Software de la extensión áulica de la localidad de Toay, no generando mayores erogaciones presupuestarias para el Estado Provincial;

Que los artículos 109 y 132, incisos c), d), e) y h) de la Ley de Educación Provincial N° 2511 facultan al dictado de la presente norma legal;

Que ha tomado intervención la Delegación de Asesoría Letrada de

Provincia de La Pampa  
Ministerio de Educación



1112.-

Gobierno actuante en este Ministerio;

Que, en consecuencia, es procedente dictar la medida legal pertinente;

POR ELLO:

EL MINISTRO DE EDUCACIÓN  
RESUELVE:

**Artículo 1º.-** Apruébase la carrera "Tecnatura Superior en Accionamientos, Automatismos y Control Eléctrico", cuyo Plan de Estudios y detalle de espacios curriculares, carga horaria, referencial de ingreso, perfil profesional y capacidades figuran en el Anexo que forma parte integrante de la presente Resolución.-

**Artículo 2º.-** Impleméntase en el "Instituto Tecnológico de Educación Superior" de la ciudad de Santa Rosa, la carrera aprobada precedentemente, por una (1) cohorte a partir del Ciclo Lectivo 2020.-

**Artículo 3º.-** Facúltase a la Subsecretaría de Educación Técnico Profesional de este Ministerio a realizar los controles necesarios con el fin de garantizar la calidad educativa propuesta en el Plan de Estudios aprobado por el artículo 1º de la presente medida legal.-

**Artículo 4º.-** Encomiéndase a la Subsecretaría de Educación Técnico Profesional de este Ministerio, la remisión de la documentación pertinente al Departamento de Títulos a los efectos de que tramite la Validez Nacional del título de "Técnico Superior en Accionamientos, Automatismos y Control Eléctrico", conforme lo establecido por las Leyes Nº 26.206 y Nº 26.058 y sus normativas derivadas vigentes.-

**Artículo 5º.-** Déjase sin efecto la Resolución Nº 0112/2020 de este Ministerio, por los motivos expuestos en los considerandos precedentes.-

**Artículo 6º.-** Regístrese, comuníquese, dése al Boletín Oficial, publíquese, pase a las Subsecretarías de Educación, de Educación Técnico Profesional y de Coordinación, a las Direcciones Generales de Planeamiento, de Educación Secundaria, de Educación Superior y de Personal Docente y al Tribunal de Clasificación de Educación Secundaria y Superior, al Departamento de Títulos, al Consejo Consultivo Provincial y notifíquese a las autoridades del Instituto Tecnológico de Educación Superior de la ciudad de Santa Rosa a sus efectos.-

RESOLUCIÓN Nº 0426/20.-  
GLC/jmr/egb/pf



Lic. PABLO DANIEL MACCIONE  
MINISTRO DE EDUCACIÓN

Provincia de La Pampa  
Ministerio de Educación



ANEXO

Institución: Instituto Tecnológico de Educación Superior (ITES) de la localidad de Santa Rosa.

Carrera Superior No Universitaria: Tecnicatura Superior en Accionamientos, Automatismos y Control Eléctrico.

Título: Técnico Superior en Accionamientos, Automatismos y Control Eléctrico.

1. REFERENCIA AL PERFIL PROFESIONAL

a) Justificación del Perfil Profesional

Un sistema de automatización y control es una interconexión lógica de componentes de base tecnológica diversa (electrónica, informática, eléctrica, electromecánica y mecánica) que actúan conjuntamente, formando una configuración, que proporciona una respuesta tecnológica a una necesidad o problema a resolver de diversos rangos en el campo socioproductivo en general.

La consolidación de las tecnologías de base electrónica, informática como "factor clave" del actual paradigma tecno productivo han tenido como efecto una sucesión de transformaciones tecnológicas dando origen a una expansión de nuevos productos y procesos cada vez más sofisticados, versátiles y difundidos implicando un diverso campo potencial de inserción ocupacional para el Técnico superior en automatización y control.

Los sistemas de automatización y control forman crecientemente parte de los procesos de producción en distintas ramas y sectores incorporándose, asimismo, en unidades de distintos niveles de complejidad y tipos de gestión. Se convierten así en un factor determinante para el desarrollo.

La expansión de las tecnologías de automatización y control ha generado una importante demanda de personal calificado tanto como por parte del sistema productivo, y además estimulada por políticas públicas, que la han colocado como un área prioritaria.

La formación de capacidades en el diseño, mantenimiento y operación de estas tecnologías, resulta sumamente pertinente en la medida en que su carácter transversal a los distintos sectores de actividad productiva se ajusta a la diversificación de los parques industriales que caracterizan a la región.

b) Objetivos de la propuesta educativa:

Proporcionar formación técnica en las áreas relacionadas a los diferentes aspectos de la gestión integral de los sistemas eléctricos y su control.

Provincia de La Pampa  
Ministerio de Educación



III2.-

Proveer al sector encargado de la generación y distribución de las redes eléctricas de Técnicos Superiores especializados.

Incorporar al sistema productivo local técnicos capacitados y actualizados en el campo del control eléctrico, accionamientos eléctricos y automatismos.

Desarrollar actividades que promuevan la capacidad analítica, crítica y creativa de los cursantes, integrando conocimientos para concretar soluciones a problemas afines.

Favorecer al desarrollo territorial con la formación de Técnicos Superiores en Accionamientos, Automatismos y Control Eléctrico.

c) Alcance del Perfil Profesional

El Técnico Superior en Accionamientos, Automatismos y Control Eléctrico está capacitado para aplicar y transferir conocimientos, habilidades, destrezas, valores y actitudes en situaciones reales de trabajo, conforme a criterios de profesionalidad propios de su área y responsabilidad social al:

Diseñar, modificar y actualizar sistemas de automatización y control, aplicando las normas de seguridad y ambiente del trabajo, elaborando y/o realizando las tareas de selección de sistemas, diagramación de los subsistemas, cálculo y selección de componentes, programación, cálculo de circuitos y diseño del montaje.

Supervisar la implementación del sistema de automatización y control, aplicando las normas de seguridad de las personas y el ambiente de trabajo, con relación a la elaboración y/o realización del cableado de conexión, el montaje y armado de dispositivos, los ensayos y mediciones, la programación, la puesta en marcha y la optimización.

Mantener los dispositivos, componentes y equipos del sistema de automatización y control realizando, bajo condiciones de seguridad de las personas y ambiente en el trabajo, la calibración y puesta a punto, mantenimiento preventivo y predictivo, mantenimiento correctivo, producción y actualización de la documentación técnica.

Operar el sistema de automatización y control, realizando la supervisión y monitoreo del sistema automatizado mediante la medición y el análisis de los parámetros que intervienen en los procesos y de las etapas del sistema de control.

Cada uno de estos alcances implica un desempeño profesional del técnico superior acorde al desarrollo local de la región, atendiendo al cuidado del medio ambiente, uso y preservación de recursos, bajo un concepto de sustentabilidad, calidad, inocuidad, integridad y seguridad en los ámbitos de generación y transporte de electricidad, articulando interdisciplinariamente con expertos en otras áreas eventualmente involucrados en su actividad, utilizando instrumental, equipamiento e instalaciones electromecánicas, civiles, mecánicas, eléctricas,

III.-

Provincia de La Pampa  
Ministerio de Educación



///3.-  
electrónicas, informática, etc.

d) Áreas socio ocupacionales

La difusión de las tecnologías de automatización y control (electrónica, informática, fluidica) como tecnologías transversales se verifica en los más diversos ámbitos tecnológicos, sociales, productivos y de servicios. Las capacidades profesionales definidas para este técnico son significativas para el potencial desempeño profesional en un conjunto de actividades productivas y de servicios:

Sectores de actividad económica:

Empresas de generación, distribución y transporte de energía eléctrica, laboratorios de mantenimiento, calibración y reparación de equipos, instrumentos y componentes, infraestructura urbana y edificios. Empresas de producción y servicios de componentes y equipos de automatización y control, en empresas de distintos sectores de actividad económica en las distintas fases de los procesos productivos continuos y seriados.

Ocupaciones relacionadas con estas capacidades profesionales:

Por las características de su formación el Técnico Superior en Accionamientos, Automatismos y Control Eléctrico podrá ocupar diversos roles ocupacionales a nivel de distintos ámbitos de desempeño y/o sectores en empresas e instituciones.

Se podrá desempeñar en empresas industriales, (grandes, medianas y pequeñas). En empresas contratistas que brindan servicios de proyecto, mantenimiento, implementación, montaje y operación de procesos automatizados en instalaciones dedicadas a la investigación científica y tecnológica, a la educación y a la salud. También está formado para generar y gestionar autónomamente y con otros profesionales emprendimientos productivos o de servicios. En estas áreas se desempeña en ámbitos tales como la automatización, control e instrumentación.

El egresado podrá actuar en las áreas y unidades de abastecimiento, cumpliendo tareas de logística, trabajando en la selección, compra o venta de materiales específicos, desempeñándose en actividades de comercialización de dispositivos, equipos y componentes de automatización y control, en asesoramiento técnico, venta y posventa.

Desde el punto de vista de las relaciones funcionales deberá interactuar con profesionales de otros campos y actualizar las capacidades profesionales específicas, mediante procesos de formación profesional continua, por las propias innovaciones tecnológicas en el campo de especialización de referencia;

3. EN RELACIÓN A LA TRAYECTORIA FORMATIVA:

a) Referencial de Ingreso.-

El ingresante deberá haber completado el Nivel de Educación Secundaria, acreditable a través de certificaciones oficiales del Sistema Educativo Nacional- Ley de Educación Nacional N° 26.206.

///.-

Provincia de La Pampa  
Ministerio de Educación



///4.-

b) Plan de Estudio y Carga Horaria.-

**TECNICATURA EN AUTOMATISMOS, ACCIONAMIENTOS Y CONTROL ELÉCTRICO**

Código de Espacio	Espacio Curricular	Dedicación	Carga Horaria Semanal en Horas Reloj	Carga Horaria Total en Horas Reloj	Correlativas
1	Matemática	C	4	16	-----
2	Física	C	4	16	-----
3	Tecnología de la información y comunicación	C	4	16	-----
4	Análisis de circuitos	C	4	16	-----

**Carga horaria total Primer Año 256 horas reloj**

**Primer Año**

Código de Espacio	Espacio Curricular	Dedicación	Carga Horaria Semanal en Horas Reloj	Carga Horaria Total en Horas Reloj	Correlativas
1	Análisis Matemático Integral	A	1:20	42:40	-----
2	Álgebra Probabilidades y Estadística	A	1:20	42:40	-----
3	Física I	A	2	64	-----
4	Laboratorio de Mando Control	A	2	64	-----
5	Teoría de Circuitos I	A	2:40	85:20	-----
6	Laboratorio de Mediciones	A	1:20	42:40	-----
7	Química General	A	1:20	42:40	-----

**Carga horaria total Primer Año 384 horas reloj**

**Segundo Año**

Código de Espacio	Espacio Curricular	Dedicación	Carga Horaria Semanal en Horas Reloj	Carga Horaria Total en Horas Reloj	Correlativas
8	Física II	A	1:20	42:40	1-3
9	Teoría de los Circuitos II	A	2	64	5-6
10	Máquinas Eléctricas I	A	2	64	3-5-6
11	Sistemas Eléctricos	A	2	64	4-5
12	Electrónica	A	2	64	5
13	Computación Aplicada a Sistemas SCADAS y de Control Eléctrico.	A	1:20	42:40	-----
14	Seguridad Industrial	A	1:20	42:40	-----

**Carga horaria total Segundo Año 384 horas reloj**

///.-

Provincia de La Pampa  
Ministerio de Educación



///5.-

**Tercer Año**

Código de Espacio	Espacio Curricular	Dedicación	Carga Horaria Semanal en Horas Reloj	Carga Horaria Total en Horas Reloj	Correlativas
15	Máquinas Eléctricas II	A	2	64	9-10
16	Energías Alternativas y Renovables	A	1:20	42:40	12
17	Generación y Distribución	A	2	64	10-11
18	Electrónica Industrial	A	1:20	42:40	10-12
19	Técnica Digital y Microprocesadores	A	1:20	42:40	12-13
20	Autómatas Programables	A	2	64	4
21	Cálculos y Proyectos	A	2	64	10-11
<b>Carga horaria total Tercer Año 384 horas reloj</b>					

Total Carga Horaria Tecnicatura Superior en Accionamientos, Automatismos y Control Eléctrico: **MIL CUATROCIENTAS OCHO (1408) Horas Reloj;**

Asignatura: Matemática

Números Naturales, Enteros, Racionales y Reales. Operaciones en cada conjunto: suma, resta, multiplicación, división, potencia, y raíz. Uso de la calculadora.

Prioridad de las operaciones. Propiedades distributivas. Ejercicios combinados. Aplicaciones.

Ecuaciones. Resolución de ecuaciones lineales. Comprobación. Aplicaciones.

Ecuaciones cuadráticas. Fórmula de Bhaskara. Uso de la calculadora. Aplicaciones.

Funciones lineales. Pendiente y ordenada al origen. Paralelas y perpendiculares.

Puntos en el plano. Representación gráfica de funciones lineales. Aplicaciones. Modelizaciones.

Sistemas de ecuaciones lineales. Resolución analítica y gráfica. Aplicaciones.

Funciones cuadráticas. Coeficientes. Raíces, vértice y ramas de una parábola.

Representación gráfica. Aplicaciones. Modelización.

Logaritmos. Definición. Obtención con calculadora. Propiedades. Ecuaciones logarítmicas y exponenciales.

Asignatura: Física

Magnitudes y unidades: Magnitudes físicas. Unidades de medida. Sistemas de unidades. Cambio de unidades. Notación Científica.

///.-

Provincia de La Pampa  
Ministerio de Educación



///6.-

Cinemática: Sistema de referencia. Sistemas de coordenadas cartesianas. Posición e instante de tiempo. Trayectoria. Distancia y desplazamiento. Rapidez y velocidad media.

Rapidez y velocidad instantánea. Aceleración media.

Movimiento rectilíneo: Movimiento rectilíneo uniforme y movimiento rectilíneo uniformemente variado. Caída libre. Tiro vertical. Encuentro.

Dinámica: Primera Ley de Newton. Segunda Ley de Newton. Diagrama de cuerpo libre.

Tercera Ley de Newton.

Tipos de fuerza: Fuerza gravitacional. Peso. Fuerza o reacción normal. Fuerza de rozamiento. Fuerza elástica

Asignatura Tecnología de la Información y de la Comunicación

Plataforma: Acceso, matriculación, recorrido y uso de la plataforma educativa. Medios de comunicación con los docentes y con los pares. Entrega de actividades. Consultas y uso de los foros. Consultas de fechas de entregas. Consultas de notas.

Correo electrónico: Creación de cuenta. Configuración de perfil. Cuestiones de seguridad básica. Redacción y envío de mail. Partes de un mail. Adjuntos. Contactos.

Formas abreviadas de uso de contactos. Envío con copia oculta. Autocompletar. Spam.

Procesador de texto: Redacción básica de textos. Configuración de páginas, tamaño, orientación, márgenes, tabulaciones, fuentes, colores, alineaciones, interlineados y otras opciones. Encabezados y pie de página. Corrección de errores ortográficos y de redacción.

Manejo de idioma y diccionarios personalizados.

Planilla de cálculo: Introducción de datos. Cálculos con celdas. Referencias relativas y absolutas. Fórmulas básicas: suma, promedio, contar y otras lógicas, de texto y matemáticas. Gráficos y sus formatos. Formato de tablas.

Asignatura: Análisis de Circuitos

Corriente eléctrica: Electrostática. Carga eléctrica. Fuerzas de interacción. Ley de Coulomb. Electricidad. Símil hidráulico. Unidades eléctricas: múltiplos y submúltiplos.

Materiales conductores y aislantes. Tipo de señal. Corriente continua. Corriente alterna.

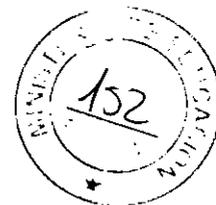
Componentes de circuitos: Simbología. Conductores. Elementos activos (fuentes).

Elementos pasivos (cargas). Elementos de protección. Elementos de control.

Ley de Ohm: Tensión eléctrica. Asociación de pilas y baterías. Resistencia eléctrica.

///.-

Provincia de La Pampa  
Ministerio de Educación



III.-

Asociación serie y paralelo. Código de colores. Nodos. Mallas.

Ley de Watt. Potencia eléctrica. Energía eléctrica.

**PRIMER AÑO**

Asignatura: Análisis Matemático Integral

Funciones. Tablas, representaciones y fórmulas. Funciones polinómicas, particular lineales y cuadráticas. Funciones exponenciales y logarítmicas. Funciones seno y coseno. Operaciones con funciones. Aplicación a situaciones de distintas especialidades.

Límite funcional. Concepto. Propiedades. Cálculo. Noción de continuidad. Uso de esos conceptos para definir Derivada

Derivada. Propiedades. Cálculo de derivadas usuales. Interpretación geométrica e interpretación mecánica de la derivada.

Aplicaciones de la derivada. Máximos y mínimos. Concavidad. Inflexión. Problemas de aplicación. Regla de L'Hopital para el cálculo de límites indeterminados.

Integral. Concepto de Integral Indefinida. Propiedades. Cálculo de Integrales Usuales. Métodos de Integración. Concepto de integral definida. Cálculo de áreas.

Asignatura: Álgebra, Probabilidades y Estadística

Nociones de Lógica Proposicional: Proposiciones. Conectivos lógicos. Análisis de la validez de razonamientos.

Álgebra Vectorial: Vectores en  $\mathbb{R}^2$ . Componentes. Representación en el plano. Adición. Multiplicación de un vector por un escalar. Producto Escalar. Vector determinado por dos puntos. Distancia entre dos puntos. Punto medio de un segmento. Vectores en  $\mathbb{R}^3$ . Componentes. Representación en el espacio. Adición. Multiplicación de un vector por un escalar. Producto Escalar. Producto Vectorial. Producto Mixto. Ángulos directores y Coseno directores.

Números Complejos: Forma Binómica, Polar y Exponencial. Representación Vectorial. Operaciones. Raíces. Logaritmos.

Álgebra de Ecuaciones: Operaciones con Números Reales. Propiedades. Uso de la Calculadora. Resolución de Ecuaciones Lineales, Cuadráticas, Polinómicas en general (Propiedades de las raíces), Exponenciales, Trigonométricas. Inecuaciones Polinómicas. Problemas con Ecuaciones e Inecuaciones.

Álgebra Matricial: Matrices. Operaciones. Determinantes. Propiedades. Cálculo. Matriz Inversa. Sistemas de Ecuaciones Lineales. Número de Soluciones. Resolución. Sistemas Homogéneos. Sistemas Cuadrados Determinados. Aplicaciones.

Álgebra de Sucesos: Concepto de Probabilidad. Cálculo de Probabilidades Elementales. Probabilidad Condicional. Sucesos Independientes. Variables y Distribuciones. Gráficos, Valores Medios, Parámetros de Dispersión. Distribuciones Binomial, de Poisson y Normal. Noción de Correlación.

Inferencia Estadística: Muestras grandes: Estimación de la Media Puntual y por Intervalos de Confianza, de la Diferencia entre Medias. Prueba Estadística de Hipótesis. Muestras pequeñas: Distribución de Student, Inferencias Respecto de la Media, de la Diferencia de Medias, de la Varianza. Tablas de Contingencia y Pruebas de Chi-Cuadrado.

Asignatura: Física I

Provincia de La Pampa  
Ministerio de Educación



///8.-

Estática: Composición y descomposición de vectores. Fuerza. Representación gráfica de las fuerzas. Resultante de un conjunto de fuerzas concurrentes y/o paralelas, analítica y gráficamente. Equilibrio. Primera Ley de Newton. Equilibrio estable, inestable e indiferente. Ejemplos de equilibrio. Momento de una fuerza. Producto vectorial. Vector momento. Segunda condición de equilibrio. Centro de gravedad. Pares.

Cinemática de la partícula: Movimiento en una dimensión. Movimiento rectilíneo uniforme. Movimiento uniformemente variado. Caída libre y tiro vertical de los cuerpos. Movimiento en dos dimensiones. Movimiento con aceleración constante. Movimientos de un proyectil. Movimiento circular uniforme. Movimiento circular uniformemente variado. Movimientos relativos.

Dinámica de la partícula: Leyes de Newton del movimiento, aplicaciones. Fuerza de rozamiento. Impulso y cantidad de movimiento. Conservación de la cantidad de movimiento. Dinámica del movimiento circular. Trabajo. Potencia. Teorema del trabajo y la energía cinética. Fuerzas conservativas y no conservativas. Energía potencial gravitatoria. Energía potencial elástica. Energía mecánica, su conservación. Leyes de la conservación de la energía.

Cinemática del rígido: Cuerpo rígido. Traslación y rotación de un cuerpo rígido. Cinemática rotacional. Rotación con aceleración angular constante. Energía cinética de rotación. Momento de inercia. Cálculo de momentos de inercia. Teorema de Steiner.

Estática y dinámica de los fluidos: Peso específico y densidad. Presión hidrostática. Teorema fundamental de la hidrostática. Leyes de Pascal y Arquímedes, aplicaciones. Manómetros. Presión atmosférica. Experimento de Torricelli. Fluidos en movimiento. Caudal y ecuación de continuidad. Teorema de Bernoulli. Aplicaciones. Viscosidad.

Movimiento oscilatorio y vibratorio. Ondas.

Movimiento armónico simple. El oscilador armónico simple. Aplicaciones del movimiento armónico simple. Relación entre el movimiento armónico simple y el movimiento circular uniforme. Movimiento armónico amortiguado. Oscilaciones forzadas. Resonancia.

Movimiento ondulatorio. Ondas: clasificación y función de onda. Ondas armónicas de una dimensión. Ecuación de onda. Interferencia de ondas armónicas. Ondas estacionarias.

Electrostática: Electrización por frotamiento. Concepto de electricidad o carga eléctrica. Electroscopio. Conductores y aisladores. Inducción electrostática. Conservación de la carga eléctrica. Ley de Coulomb. Cuantización de la carga eléctrica. Campo eléctrico. Líneas de fuerza de un campo eléctrico. Cálculo del campo eléctrico creado por una carga puntual y por sistema de cargas puntuales. Diferencia de potencial. Potencial eléctrico. Superficies equipotenciales. Relación entre potencial eléctrico y campo eléctrico. Capacitores. Capacitancia. Capacitor de placas paralelas. Capacitores en serie y en paralelo. Energía eléctrica almacenada en un capacitor. Dieléctrico. Capacitor de láminas plano paralelas con un dieléctrico.

Asignatura: Laboratorio de Mando Control

Campo magnético. Propiedades. Inducción magnética. Líneas de campo. Unidades de inducción magnética: tesla y gauss. Fuerza sobre cargas móviles. Fuerza de Lorentz. Fuerza sobre conductores de corriente. Par sobre una espira o sobre una bobina con corriente situada en un campo magnético uniforme. Momento dipolar magnético. Cargas aisladas en movimiento. Ciclotrón. Selector de velocidades. Espectrómetro de masas. Efecto Hall. Ley de Biot-Savart. Cál

///.-

Provincia de La Pampa  
Ministerio de Educación



///9.-

culo de campos magnéticos. Campo producido por una espira y por una bobina circular. Ley de Ampere. Campo magnético producido por un conductor indefinido. Campo magnético producido por un solenoide y por un toroide. Fuerzas entre conductores paralelos. Definición del Ampere.

Flujo de inducción magnética. Unidades de flujo magnético: Weber y Maxwell. Cálculo del flujo magnético en las inmediaciones de un conductor. Cálculo del flujo magnético en el interior de una bobina, de un solenoide y de un toroide de sección rectangular. Fuerza electromotriz inducida. Ley de Faraday Lenz. Fuerza electromotriz inducida en una espira en movimiento dentro de un campo magnético uniforme. Fuerza electromotriz inducida en una espira rectangular en las inmediaciones de un conductor con corriente variable. Fuerza electromotriz inducida en una barra que gira dentro de un campo magnético uniforme. Autoinductancia. Inductancia mutua. Energía almacenada en una bobina en forma de campo magnético.

Magnetismo en medios materiales. Paramagnetismo y diamagnetismo. Imanación. Intensidad de campo magnético o Excitación magnética. Magnetización. Susceptibilidad magnética. Permeabilidad absoluta y permeabilidad relativa. Densidad de energía almacenada en medios magnéticos. Materiales ferromagnéticos. Teoría de los dominios. Corrientes parásitas o de Foucault. Pérdidas en el núcleo. Laminación. Hornos de corrientes parásitas. Frenos de corrientes parásitas. Curva de imanación o curva BH de un material. Ciclo de histéresis. Inducción remanente y campo coercitivo. Materiales magnéticamente duros y magnéticamente blandos. Imanes permanentes. Circuitos magnéticos. Reluctancia. Unidad de reluctancia: Rowland. Fuerza magnetomotriz. Ley de Hopkinson. Circuitos magnéticos con entrehierros. Correcciones por dispersión y apilamiento. Circuitos magnéticos de reluctancia variable. Electroimanes.

Contactores. Características constructivas. Clases de servicio. Categorías de empleo. Elección de un contactor. Circuitos de mando. Tipos de alimentación. Mando permanente y por impulsos. Elementos de protección y de señalización.

Circuitos de potencia multifilares y unifilares. Circuitos funcionales. Diagramas de secuencia-tiempo. Simbología. Identificación de componentes. Circuitos de mando no temporizados. Arranque directo de motores. Protección por falta de fase y señalización. Circuitos con enclavamientos. Inversión del sentido de rotación de motores.

Temporizadores. Retardo a la conexión y a la desconexión. Circuitos de mando temporizados. Arranque de motores estrella-triángulo y por autotransformador con y sin desconexión en la transición. Mando secuencial temporizado. Mando de un motor de dos velocidades. Otros circuitos de aplicación.

Conceptos básicos de Controladores Lógicos Programables (PLC). Constitución de entradas y salidas, secuencia de funcionamiento, instrucciones elementales de programación. Circuitos de aplicación.

Liadonosa Circuitos Básicos de Contactores y Temporizadores Ed. Marcombo.

Roldan Viloría Motores Eléctricos. Automatismos de Control Ed. Paraninfo.

Lagarde Diseño Lógico de Circuitos Binarios. Eudeba.  
Siemens Manual de Baja Tensión.

Asignatura: Teoría de Circuitos I

CAMPO ELÉCTRICO.CONDUCTORES Y DIELECTRICOS: Carga eléctrica. Ley de Coulomb. Campo eléctrico. Líneas de fuerza. Teorema de Gauss.

///.-



## Provincia de La Pampa Ministerio de Educación

///10.-

Cálculo intensidad de campo eléctrico de un conductor rectilíneo uniformemente cargado. Cálculo intensidad de campo eléctrico entre dos placas conductoras paralelas uniformemente cargadas. Potencial eléctrico. Superficies equipotenciales. Diferencia de potencial. Concepto de circuito eléctrico y fuente de energía. Tipos de fuentes. Materiales conductores. Ley de Ohm. Influencia de la temperatura en el valor de la resistencia eléctrica. Ley de Joule. Concepto de potencia y energía activa. Leyes de Kirchhoff. Materiales dieléctricos. Polarización. Rigidez dieléctrica. Ecuación general de un dieléctrico. Capacidad. Energía del campo eléctrico. Conexión en serie y paralelo de capacidades.

**SEÑALES:** Clasificación. Elementos de las señales: período, frecuencia, fase, forma, simetría y pulsación. Valores característicos: pico, pico a pico, medio, medio de módulo y eficaz Sentido físico de los valores característicos. Interpretación geométrica. Factores característicos: factor de media de módulo, factor de cresta y factor de forma. Comparación con onda cuadrada. Señales senoidales. Nociones de generación. Factores característicos de las señales senoidales. Interpretación como fasor. Cálculo de diferencia de fase. Representación matemática de fasores. Expresiones rectangular y polar. Notación de Euler. Cálculo básico con números complejos: suma, resta, producto y cociente. Concepto de complejo conjugado. Operaciones con fasores y números complejos. Señales senoidales trifásicas. Conceptos de equilibrio, simetría y secuencia. Ejemplos de fuentes trifásicas alternas senoidales. Conexiones en estrella y en triángulo. Valores por fase y de línea.

**CIRCUITOS DE LAZO SIMPLE EN RÉGIMEN PERMANENTE:** Elementos ideales de circuito: resistencia, inductancia y capacidad. Significado de los términos concentrado, lineal y bilateral. Concepto de régimen transitorio y régimen permanente. Respuesta en régimen permanente de los elementos individuales de circuito al aplicar señal constante y al aplicar señal alterna senoidal. Conceptos de potencia instantánea, potencia media, potencia reactiva. Respuesta a señal alterna senoidal, en régimen permanente, de un lazo simple R-L. Concepto de impedancia. Potencia aparente y factor de potencia. Diagrama fasorial. Respuesta del lazo simple R-L al aplicar señal constante. Respuesta a señal alterna senoidal, en régimen permanente, de un lazo simple R-C. Potencia aparente y factor de potencia. Diagrama fasorial. Respuesta del lazo simple R-C al aplicar señal constante. Concepto de potencia aparente compleja. Estudio del lazo simple R-L-C: ecuación integro-diferencial, respuesta en régimen permanente a señal alterna senoidal y a señal constante. Diagrama fasorial. Concepto de compensación de potencia reactiva. Concepto de admitancia. Transformación de lazos simples R-L, R-C y R-L-C en circuitos lazos. Conceptos de conductancia (G) y susceptancia (B).

**REDES SIMPLES EN RÉGIMEN PERMANENTE:** Concepto de red simple. Estructura de una red: nodos y ramas. Métodos de conexión de impedancias: Serie, paralelo, estrella, triángulo. Transformaciones de Kenelly. Aplicación de las leyes de Kirchhoff a la solución de redes simples. Gráfico de red. Balance de potencia. Cálculo de energía activa, energía reactiva y factor de potencia. Trazado de diagramas fasoriales. Aplicación del análisis fasorial a la solución de redes simples. Corrección de factor de potencia.

**REDES MÚLTIPLES EN RÉGIMEN PERMANENTE:** Concepto de red múltiple. Definición de árbol, ramas de enlace y mallas. Determinación del número mínimo de intensidades de corriente y tensiones de nodo necesarios para resolver una red múltiple. Métodos de resolución de redes: superposición, intensidades de corriente de malla y tensiones de nodos. Ecuaciones matriciales y

///.-

Provincia de La Pampa  
Ministerio de Educación



///11.-

solución por determinantes. Aplicación a redes trifásicas usuales: fuente en estrella con carga en estrella (con y sin neutro) y carga en triángulo; fuente en triángulo con carga en estrella y en triángulo.

TEOREMAS: Teorema de máxima transferencia de potencia: lazo simple con fuente de señal constante, lazo simple con fuente de señal alterna senoidal y carga R o Z. Reducción de una red múltiple a un lazo simple aplicando los teoremas de Thévenin y Norton. Aplicación al caso de fuentes de tensión reales en paralelo: teorema de Millmann.

RESONANCIA: Resonancia: concepto general. Obtención de resonancia serie variando frecuencia, capacidad e inductancia: fórmula de Thompson. Estudio de las variaciones de tensiones, corriente, admitancias, potencias y fases; relación de estas variables con el factor de mérito del circuito. Puntos de potencia mitad. Ancho de banda. Resonancia paralelo (RL // RC). Concepto de dualidad.

Asignatura: Laboratorio de Mediciones

Principios físicos en base a los que se definen las magnitudes y sus unidades: Masa, Velocidad, Aceleración, Fuerza, Trabajo, Potencia. Sistema internacional de unidades (SI).

Concepto de medida. Error de medida. Formas de anotación. Tipos de errores. Lectura de instrumentos. Clase de los instrumentos Analógicos. Errores por clase y por lectura. Escalas. Presentación (display) de los instrumentos digitales. Errores de calibración y de cuantificación.

Magnitudes eléctricas, unidades. Relación con el SI. Patrones eléctricos. Características y aspectos constructivos de los patrones.

Interpretación de simbología. Selección de funciones y alcances de instrumentos de acuerdo a la aplicación. Determinación de los límites de error.

Principio de funcionamiento del instrumento de imán permanente y bobina móvil. Aplicación a la medición de tensión y corriente en Corriente Continua (CC). Multiplicadores y shunts. Inclusión del instrumento en un circuito, efecto sobre el mismo. Óhmetro serie.

Principio de funcionamiento del instrumento de hierro móvil. Ley de respuesta y de distribución de escala. Aplicaciones como voltímetro y como amperímetro. Ampliación de alcance mediante transformadores de medida.

Principio de funcionamiento del instrumento electrodinámico. Ley de respuesta y distribución de escala con simple y doble excitación. Uso como wattímetro. Medición de potencia y energía en corriente continua con voltímetro y amperímetro y con wattímetro.

Principio de funcionamiento del instrumento de inducción. Utilización como medidor de energía. Medición de potencia y energía en corriente alterna.

Disposiciones de medida en corriente alterna trifásica. Cofímetros. Medición de potencia reactiva y aparente.

Medición: de resistencia, inductancia y capacidad. Puentes de Wheatstone, Thompson y Kohlrausch. Telurímetros de cero y de deflexión Puentes de corriente alterna: Maxwell y Schering. Puente de Sauty – primera y segunda variante.

Principio de funcionamiento de los convertidores analógico digital. Medición de tensión y corriente mediante divisores de tensión y shunts en corriente

Provincia de La Pampa  
Ministerio de Educación



///12.-

continua. Medición en corriente alterna con conversión analógica previa y por muestreo. Medición digital de potencia activa, reactiva, aparente, factor de potencia y energía.

Medición de densidad de flujo, flujo, pérdidas en el hierro. Cuadro de Epstein.

Medición de temperatura y deformación por medios eléctricos.

Asignatura: Química General

Estructura de la materia: Teoría atómico molecular clásica. Teoría cuántica de la estructura atómica. Números cuánticos. Tabla Periódica de los elementos.

Uniones químicas: Unión iónica, covalente, dativa. Unión metálica. Unión puente hidrógeno. Dipolos. Fuerzas de Van der Waals. Materiales aislantes, semiconductores, conductores y superconductores.

Funciones químicas: Óxidos ácidos y básicos. Hidróxidos. Ácidos oxigenados y no oxigenados. Sales oxigenadas y no oxigenadas. Ecuaciones de disociación de ácidos, bases y sales.

Electroquímica: Electrólisis. Leyes de Faraday. Reacciones redox. Reacciones de desplazamiento. Pilas electroquímicas. Pila de Daniell. Pila seca. Acumulador de plomo. Electrodeposición. Galvanoplastia.

Estado gaseoso: Leyes de los gases. Ley de Boyle. Ley de Charles y Gay-Lussac. Ecuación de estado de un gas ideal. Nociones de teoría cinética. Ecuación general de un gas ideal. Mol.

## SEGUNDO AÑO

Asignatura: Física II

Estática de los fluidos. Concepto de fluido. Fuerzas normales a la superficie. Definición de presión. Unidades. Equivalencias. Definición de densidad. Variaciones de presión en un fluido. Principio de Pascal. Aplicación a la prensa hidráulica. Principio de Arquímedes. Concepto de empuje. Centro de flotación. Presa hidráulica.

Dinámica de los fluidos. Conceptos de flujo estable, irrotacional, incompresible, laminar, viscoso, turbulento. Definiciones de caudal másico y volumétrico. Ecuación de continuidad. Ecuación de Bernoulli en unidades de energía, presión y altura. Medidor de Ventura. Caída del agua desde el orificio de un depósito.

Temperatura. Criterio de igualdad. Equilibrio térmico. Principio cero de la termodinámica. Termometría. Velocidad para alcanzar el equilibrio térmico. Superficies adiabáticas y diatérmicas. Termómetros. Propiedades termométricas. Termómetro de líquido en un tubo, de resistencia y de par termoeléctrico. Pirómetro óptico. Termómetro de gas a volumen constante. Temperatura empírica y termodinámica o absoluta. Escalas termométricas Celsius, Fahrenheit, Kelvin y Rankine.

Dilatación de sólidos. Barras. Coeficiente de dilatación lineal. Chapas. Coeficiente de dilatación superficial. Cuerpos. Coeficiente de dilatación volumétrica. Relaciones entre coeficientes. Dilatación de líquidos. Caso particular del agua. Esfuerzos térmicos. Ley de Hooke. Módulo de Young.

Gases ideales o perfectos. Leyes de Boyle-Mariotte, de Charles-Gay Lussac y de Amontón. Ley general de los gases ideales. Condiciones normales de presión y temperatura (CNPT). Volumen molar normal del gas ideal. Ecuación de estado de los gases ideales. Constante universal de los gases. Mezcla

///.-

Provincia de La Pampa  
Ministerio de Educación



///13.-

de gases. Ley de las presiones parciales de Dalton. Difusión y efusión de gases. Ley de Graham. Gases reales. Ecuación de estado de un gas de Van der Waals. Calorimetría. Teoría del calórico. El calor como forma de energía. Definiciones de caloría y BTU (*British Thermal Unit*). Equivalencias entre unidades. Equivalente mecánico del calor o térmico del trabajo. Capacidad calorífica. Calor específico. Calor molar específico. Regla de Dulong y Petit. Medición del calor. Principios de igualdad de los intercambios de calor y de las transformaciones inversas. Calorímetro de las mezclas. Equivalente en agua del calorímetro. Cambios de estado de agregación. Calores de fusión y de vaporización. Poder calorífico de un combustible.

Propagación del calor. Transmisión por conducción. Corriente calorífica. Coeficiente de conductividad térmica. Gradiente de temperatura. Unidades. Transmisión en una barra o chapa, en una pared compuesta, en un cilindro y en una esfera. Transmisión por convección. Coeficiente de convección. Variables de las que depende. Transmisión en una lámina horizontal o vertical y en un tubo. Transmisión por radiación. Poder absorbente, reflectante y emisivo. Cuerpo negro. Emitancia radiante y espectral. Ley de desplazamiento de Wien. Ley de Stefan. Ecuación de transmisión. Ley de enfriamiento de Newton.

Superficie característica de una sustancia. Superficies regladas. Proyecciones sobre los planos p-T (presión temperatura) y p-V (presión volumen). Punto triple y punto crítico. Diferencias entre gas y vapor. Vapor húmedo, saturado seco y recalentado. Caso particular del agua.

Termodinámica. Transformaciones reversibles o evoluciones. Intercambio de calor y trabajo. Trabajo en diversas evoluciones. Trabajo en un ciclo. Variación de energía interna. Primer Principio de la Termodinámica. Aplicación a diversas evoluciones. Ley de Joule de la energía interna. Relación de Mayer. Evoluciones adiabáticas. Coeficiente adiabático. Ley de los procesos adiabáticos. Trabajo en una adiabática. Evoluciones politrópicas. Definición de entalpía. Cambio de estado.

Ciclo de Carnot. Máquina térmica. Rendimiento térmico. Máquina frigorífica. Coeficiente de eficiencia. Segundo Principio de la Termodinámica. Enunciados de Clausius y de Kelvin-Planck. Equivalencia de enunciados. Teorema de Carnot. Definición de entropía. Diagrama entrópico. Variaciones de entropía en procesos reversibles e irreversibles. Ciclo de Carnot en un diagrama entrópico. Teoremas de Clausius. Principio de aumento de la entropía en sistemas aislados.

Óptica geométrica. Reflexión. Espejos planos y esféricos. Aberración esférica. Imágenes reales y virtuales. Posición y tamaño. Resolución gráfica y analítica. Refracción. Prisma óptico. Ley de Snell. Índices de refracción. Lentes gruesas y delgadas. Potencia de una lente. Definición de dioptría. Posición y tamaño de la imagen. Resolución gráfica y analítica.

Asignatura: Teoría de los Circuitos II

Circuitos acoplados magnéticamente. Concepto de auto inductancia e inductancia mutua. Bornes homólogos. Determinación experimental. Inductancia equivalente de circuitos acoplados serie y paralelo. Determinación experimental de la inductancia mutua. Energía de circuitos acoplados. Coeficiente de acoplamiento. Método de las mallas aplicado a circuitos con acoplamiento magnético. Método de los nodos aplicado a circuitos con acoplamiento magnético. Circuito equivalente de dos arrollamientos acoplados inductivamente.

Cuadripolos. Definición. Configuraciones típicas. Clasificación. Problemas de aplicación: transferencia, transmisión e inserción. Ecuación característica de un cuadripolo. Terminología. Parámetros característicos impedancia, admitan

///.-

Provincia de La Pampa  
Ministerio de Educación



///14.-

cia, híbridos h, híbridos g, constantes de transmisión. Información suministrada por los parámetros característicos. Concepto de fuente controlada y amplificador. Circuitos equivalentes de cuadripolos con dos fuentes controladas. Nociones de álgebra de matrices: suma, producto, inversión. Asociación de cuadripolos: serie, paralelo, serie-paralelo, paralelo-serie y cascada. Equivalencias de parámetros característicos. Impedancias iterativas de entrada y de salida, impedancia imagen de entrada y de salida, impedancia característica.

Resolución de circuitos por métodos gráficos. Definición de lugar geométrico de una función. Representación gráfica de impedancia (admitancia) de circuitos serie (paralelo) con elementos variables. Hipótesis simplificativas. Reglas para la construcción de diagramas: inversión de rectas y de circunferencias. Análisis gráfico de circuitos: escalas de corriente, tensión y potencia. Determinación de sobretensiones y sobrecorrientes. Circuito RLC (Resistivo Inductivo Capacitivo) serie a tensión y frecuencia constante con capacidad variable. Circuito RL (Resistivo Inductivo) con capacidad variable en paralelo a tensión y frecuencia constante. Circuito RLC (Resistivo Inductivo Capacitivo) serie a frecuencia variable. Circuito RL (Resistivo Inductivo) con capacidad en paralelo a frecuencia variable. Resistencia de pérdidas.

Fenómenos transitorios. Respuesta de circuitos inductivos y capacitivos excitados por corriente continua. Componente libre y forzada en estado transitorio. Respuesta de circuitos inductivos y capacitivos excitados por corriente continua. Componente libre y forzada en estado transitorio. Respuesta de circuitos RL (Resistivo Inductivo) y RC (Resistivo Capacitivo) ante la conexión a una señal alterna sinusoidal. Soluciones generales y particulares de las ecuaciones diferenciales asociadas. Aplicaciones.

Circuitos alimentados por señales poliarmónicas. Análisis de ondas. Simetría. Métodos analíticos y gráficos. Teorema, condiciones y serie de Fourier. Grados de simetría. Factor de desviación. Resolución de circuitos serie y paralelo. Potencia activa y reactiva en circuitos con señales poliarmónicas. Potencia de deformación. Contenido armónico. Aplicaciones.

Circuitos polifásicos balanceados. Generación de tensiones polifásicas, secuencia de fases y simetría. Notación. Sistemas trifásicos, trifilares y tetrafilares. Conexión estrella-estrella, estrella-triángulo. Relación entre magnitudes de fase y de línea. La tensión de neutro a tierra. Desequilibrios por asimetría de cargas. Métodos de cálculo y medición de potencia. Definición y cálculo del factor de potencia. Análisis y simplificación de circuitos con impedancia en sus conductores. Determinación experimental y analítica de la secuencia de fases.

Circuitos polifásicos no balanceados. Circuitos con generador equilibrado, línea simétrica y carga no balanceada. Determinación de la secuencia experimentalmente. Circuitos trifilares y tetrafilares con carga no balanceada. Análisis de la influencia de los componentes armónicos. Medición de potencia activa y reactiva con carga no equilibrada. Componentes simétricos. Teorema de Fortes-Cue. Las componentes directa, inversa y homopolar en los circuitos desequilibrados. Aplicación del método de las componentes simétricas a la resolución de circuitos trifásicos por superposición. Análisis de fallas.

Asignatura: Máquinas Eléctricas I

Reactores: Comportamiento de un reactor en corriente alternada. Ley de Faraday. Análisis del signo de la tensión inducida. Relación entre la tensión inducida, tensión aplicada y flujo en un reactor con núcleo de aire. Reactor con núcleo de hierro. Pérdidas en los núcleos ferromagnéticos. Forma de onda de la corriente de excitación. Análisis armónico de la corriente en un reactor con satu

///.-

Provincia de La Pampa  
Ministerio de Educación



///15.-

ración y pérdidas. Circuito equivalente del reactor con núcleo de hierro.

Transformadores monofásicos. Polaridad. Transformador ideal. Transformador real. Parámetros referidos. Circuito equivalente exacto. Circuito equivalente aproximado. Ecuaciones y fasoriales. Valores nominales. Parámetros por unidad. Ensayo indirecto del transformador. Determinación de los parámetros del circuito equivalente. Rendimiento. Rendimiento máximo. Regulación.

Paralelo de transformadores. Condiciones para el reparto proporcional de carga. Caso de igual relación de transformación. Idem con distinta relación de transformación.

Máquinas Rotativas de Corriente Continua (CC): Fundamentos de las máquinas de corriente continua. Máquina homopolar (máquina acíclica). Máquinas cíclicas. Acción de motor. Acción de generador. Disposición constructiva de las máquinas de corriente continua Fuerza Magneto Motriz (FMM) de excitación. Distribución de Fuerza Magneto Motriz (FMM) y de inducción a lo largo del entrehierro en una máquina de corriente continua.

Devanados: Fuerza Electromotriz (FEM), del alternador elemental. Devanado en anillo o de GRAMME. Excitación. Localización de las pérdidas en las máquinas de corriente continua. Arrollamientos de inducido. Arrollamientos imbricados simples. Arrollamientos ondulados.

Reacción de Armadura. Distribución de la Fuerza Magneto Motriz (FMM) de armadura en los distintos arrollamientos. Línea neutra. Efectos de la reacción de armadura. Fuerza Electromotriz (FEM), inducida en un arrollamiento imbricado. Fuerza Electromotriz media. Excitación distintos tipos. Polos de conmutación. Polos de compensación. Conexión.

Características de los Generadores de corriente continua: Generadores con excitación independiente. Característica de vacío y en carga. Característica externa y de regulación. Generadores con excitación derivación. Característica de autoexcitación. Condiciones para la autoexcitación del generador derivación. Característica externa y de regulación. Generadores con excitación serie. Característica externa. Generadores con excitación compound adicional y diferencial. Características externas.

Motores de Corriente Continua: Potencia electromagnética y par electromagnético desarrollado por la armadura.

Inversión del sentido de giro. Característica del par y velocidad en los motores con excitación independiente y derivación. Característica del par y velocidad en los motores con excitación serie. Característica del par y velocidad en los motores con excitación compuesta. Arranque de motores de corriente continua. Determinación de las pérdidas en el hierro, en el cobre y las pérdidas mecánicas. Fenómenos transitorios electromecánicos.

  
Asignatura: Sistemas Eléctricos

CORTOCIRCUITO: Distintos tipos y conceptos de fallas. Efectos térmicos en componentes de las instalaciones debidos a la circulación de corriente. Fallas de aislación. Sobrecargas, subtensiones, sobretensiones, fallas de frecuencia y cortocircuitos. Análisis pormenorizado de este último. AEA 90909. Fallos simétricos y asimétricos. Fallos monofásicos, bifásicos, bifásicos a tierra, tripolares y tripolares a tierra. Cálculo de las corrientes en cada uno de los casos. Consideraciones para la aplicación del fallo tripolar como condición de máxima. Fuente de las corrientes de cortocircuito. Modelo didáctico aplicando un circuito de corriente continua. Ejemplos. Análisis de los parámetros de un transformador de distribución: tensiones, potencia y tensión de cortocircuito. Cálculos simplificados. Hipótesis de máxima despreciando impedancias impredecibles. Ejemplos

///.-  


Provincia de La Pampa  
Ministerio de Educación



///16.-

considerando red de potencia infinita y red con potencia de cortocircuito conocida. Comparación entre ambos. Situaciones con alimentaciones en paralelo. Cálculos aplicando el método de las impedancias equivalentes, considerando todas las que estén en juego. Ejemplos. Determinaciones de los niveles de cortocircuito en cualquier punto de una instalación. Comparativas entre los distintos métodos. Empleo de software de aplicación (EcoDial, Proceda).

**PROTECCIONES CONTRA EL PELIGRO DE INCENDIO:** Fusibles de alta capacidad de ruptura. Aspectos constructivos y curvas características. Empleo para protección de conductores, semiconductores, bancos de capacitores y como respaldo. Protección térmica y protección magnética. Discriminación del tipo de protección de acuerdo con la falla a tratar. Diagrama de bloques para un sistema de protección: órganos de medición, de comparación y accionado. Interruptores automáticos: selección de los mismos en base a parámetros característicos: tensión, número de polos, corriente asignada, curva, poder de corte y clase de limitación. Norma IEC 60898 para aplicaciones domésticas o similares. Descripción de componentes, bimetales, cámaras de ruptura, bobinas de disparo, etc. Construcción de curvas características; escalas doble logarítmicas, curvas de tiempo dependiente, independiente y de tiempo inverso. Poder de corte, configuración y señalización de acuerdo a norma. Máxima exigencia térmica; su asociación con la clase de limitación. Estudio comparativo de interruptores con diferentes tecnologías. Desclasificación de las protecciones en función de parámetros asociados al lugar de instalación, tales como temperatura, presión y humedad. Norma IEC 60947-2 para usuario calificado. Poder de corte; definiciones y ciclos de operación de la corriente de corte último, la corriente de corte de servicio y la corriente admisible de corta duración. Ejemplos. Selección de interruptores por su poder de corte. Análisis técnico-económico referido a las capacidades de ruptura. Relés electromecánicos y electrónicos. Orientación hacia la protección de líneas de distribución y los arranque-motor. Curvas características, modificación de las mismas en modelos regulables. Empleo de catálogos técnicos para la elección de los relés. Selección de relés con corriente de neutro regulable en instalaciones con cargas asimétricas, desequilibradas o con fuerte influencia de terceras armónicas. Interruptores limitadores. Visualización de la energía relativa limitada frente a los interruptores convencionales. Forma de la onda limitada. Aspectos constructivos; cámaras de ruptura, aplicación de Ley de Laplace, esfuerzos electrodinámicos de repulsión, creación de sobrepresión local, sistema de extinción del arco eléctrico. Selección de limitadores en función de los niveles de cortocircuito. Ejemplos.

**SELECTIVIDAD:** Plan de escalonamiento de protecciones de acuerdo a las curvas de los elementos en juego. Selectividad amperométrica, relación entre los calibres de los interruptores automáticos. Ejemplos. Selectividad cronométrica; relés de retardo corto, umbrales electrodinámicos. Ejemplos. Selectividad lógica; generadores de desconexión. Selectividad energética, curvas características. Umbrales típicos en función de la corriente presunta de cortocircuito, de funcionamiento, de repulsión de contactos, de ruptura refleja y límite de la capacidad de ruptura. Ejemplos. Protección de acompañamiento o efecto "cascading", economía del equipamiento de las instalaciones, el interruptor automático como función de respaldo. Empleo de tablas garantizadas de selectividad entre componentes de un único proveedor. Aproximaciones teóricas comparando características de limitación con las máximas capacidades admisibles de los elementos aguas abajo. Definición del comparando con limitadores. Ejemplos.

///.-

Provincia de La Pampa  
Ministerio de Educación



///17.-

**CÁLCULO DE CONDUCTORES:** Cálculo térmico por tablas, consideraciones referidas a la temperatura ambiente indicada en tablas de fabricantes. Conductores en aire o directamente enterrados. Conductores unipolares y multipolares. Clasificación por categorías I y II, y por envoltura de protección: policloruro de vinilo (PVC), polietileno reticulado (XLPE) y goma etilén-propilénica (EPR). Temperaturas en servicio y en cortocircuito. Factores de corrección por temperatura, agrupamiento e instalación. Empleo de tablas. Análisis del conductor neutro en instalaciones con gran contenido armónico. Verificación a la caída de tensión, modificación de la reactancia en función de la disposición. Verificación al cortocircuito, análisis técnico-económico. Influencia de la limitación de la corriente de cortocircuito. Ejemplos.

**EJECUCIÓN DE INSTALACIONES:** Instalaciones interiores. Caños de tipos liviano y semipesado. Cañerías en losas, muros y a la vista. Instalaciones exteriores: antiexplosivas y en ambientes agresivos. Cañerías de hierro galvanizado. Bandejas portacables: tipos escalera, perforada y alambre. Accesorios de unión, curvas vertical y horizontal, uniones Tee, reducciones. Elementos de fijación: ménsulas, soportes "C" y rieles tipo Olmar. Blindobarras, distintos tipos de ejecución; conductos blindoventilados y blindo-trolley. Ejecución de tableros, disposición de barras de alimentación y conexas.

**REGLAMENTACIONES VIGENTES:** La Ley N° 19.587 de Seguridad e Higiene en el Trabajo, consideraciones para su aplicación. La Resolución ENRE N° 207/95, sus posteriores y Reglamentaciones de la Asociación Electrotécnica Argentina (últimas ediciones): AEA 95301 Líneas Aéreas de Exteriores de Media y Alta Tensión; AEA 95401 Centro de Transformación y Suministro en Media Tensión; AEA 95402 Estaciones Transformadoras; 95403 Ejecución de Instalaciones Eléctricas en Inmuebles de Tensión Nominal mayor a 1KV y hasta 36KV inclusive en corriente alterna (CA); AEA 95702 Ejecución de Trabajos con Tensión en Instalaciones Eléctricas con Tensiones mayores a 1KV; AEA 95101 Líneas Subterráneas de Exteriores de Energía y Telecomunicaciones; AEA 95101 Suministro y Medición en Baja Tensión; AEA 95201 Líneas Aéreas Exteriores de Baja Tensión; AEA 95705 Ejecución de Trabajos con Tensión en Instalaciones de BT en corriente continua y alterna.

**LUMINOTECNIA:** Unidades y conceptos; flujo luminoso, intensidad luminosa, ángulo sólido, iluminancia, luminancia y uniformidad. Fuentes de luz. Lámparas; incandescentes, fluorescentes, mezcladoras y de descarga: alta presión, baja presión y con haluros metálicos. Luminarias. Curvas isolux, isocandela y de distribución. Cálculos de alumbrado interior por los métodos del flujo y cavidades zonales, sistemas directo e indirecto. Reflectancias. Niveles mínimos de iluminación, de acuerdo con los valores sugeridos por la Asociación Argentina de Luminotecnia (ADDL). Empleo de software específico (Calculux) para cálculos de alumbrado interior, exterior y público (Aplicación de la normativa de AEA 95703).

**ESFUERZOS ELECTROMAGNÉTICOS EN CONDUCTORES:** Empleo de IEC 60865. Selección de tipos de pletinas, conductores principales y conductores parciales. Piezas intermedias, de refuerzo y medios de fijación. Solicitaciones térmicas y electrodinámicas. Fuerzas y cargas actuantes sobre conductores y apoyos. Distancias efectivas y momentos resistentes W entre centros de conductores. Dimensionamiento de los aisladores. Cálculo de distancias entre apoyos. Frecuencia característica de los conductores, verificación por auto frecuencia. Resistencia térmica frente a cortocircuitos; corriente térmicamente activa de

///.-

Provincia de La Pampa  
Ministerio de Educación



///18.-

breve duración, factores y de las componentes de corriente alterna y continua respectivamente.

**COMPENSACIÓN DE LA ENERGÍA REACTIVA:** Revisión de las potencias en juego en una instalación eléctrica; potencias activa, reactiva y aparente, triángulo de potencias. La necesidad de compensar la energía reactiva: lado usuario; pérdidas en las instalaciones, economía en conductores, lado compañía de energía; desaprovechamiento de los transformadores, régimen de sanciones para suministros con bajo factor de potencia. Compensaciones individual, grupal y central: ventajas y desventajas de cada una de estas opciones. Cálculo de la potencia reactiva necesaria para la compensación requerida; empleo de fórmulas y tablas. Selección de capacitores. Equipos automáticos, relé varimétrico. Normas de las compañías proveedoras de energía. Ejemplos de aplicación.

**PROTECCIÓN CONTRA CHOQUES ELÉCTRICOS:** Conclusiones de IEC/TS 60479-1; umbrales de corrientes, efectos fisiológicos en el cuerpo humano, tetanización, fibrilación ventricular. Clasificación de zonas de riesgo con las curvas sin reacción, efectos no peligrosos, peligrosos reversibles y peligrosos espontáneamente irreversibles. Contactos directo e indirecto: reglas fundamentales para la protección contra choques eléctricos. AEA 91140. Circuitos de muy baja tensión sin puesta a tierra y muy baja tensión de protección. Protecciones contra contacto directo: aislación, barreras, puesta fuera del alcance por alejamiento y por colocación de obstáculos. Protección complementaria con interruptores por corriente diferencial de fuga. Principio de funcionamiento. Parámetros característicos; corriente nominal, corriente diferencial y tiempo de actuación. Bandas de disparo según IEC 61008. Inmunidad de ruido. Pruebas necesarias y suficientes para el correcto funcionamiento. Selectividad de interruptores por corriente diferencial de fuga. Ejemplos.

**PROTECCIONES CONTRA CONTACTO INDIRECTO:** empleo de equipamiento Clase II, relevadores de tensión de defecto, separación eléctrica, conexiones equipotenciales locales no conectadas a tierra y desconexión automática de la alimentación. Los esquemas de conexión a tierra. Condiciones de conexión de los lado alimentación y lado usuario; sistemas aislados de tierra, rígidos a tierra y con puesta a tierra funcional. Esquema IT, aplicación a instalaciones industriales y hospitalarias, monitor electrónico de aislación y monitor de impedancias. Esquema TN y sus variantes; TN-C, TN-S y TN-C-S; conductor PE y conductor PEN. Aplicaciones de cada uno de ellos. Esquema TT; configuración para nuestro país, las prescripciones de las compañías proveedoras de suministro eléctrico. Lazos de falla en todos los sistemas; análisis de cada uno de ellos: sobretensiones en fases no falladas, circulación de corriente por capacidades distribuidas, corrientes de falla. Tensiones de paso y de contacto; modelos equivalentes, valores límites contemplando la Ley de Higiene y Seguridad en el Trabajo y las prescripciones de las distintas normas. Instalaciones y cálculos de los sistemas de puesta a tierra. Resistividad del terreno, influencias de la profundidad, humedad, temperatura. Distintos tipos de electrodos; formas constructivas y elección de los mismos. Gradiente de potencial en función de la carga inyectada. Manejo de ábacos para el pre-cálculo de sistemas simples. Mallas; conformación, configuración, disposición y ejecución. Efectos de borde en conductores perimetrales. Soldaduras cuproaluminotérmica. Mediciones, empleo del método de voltímetro y amperímetro y sus limitaciones, uso del telurímetro.

**PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES TRANSITORIAS:** La serie de documentos AEA 92305 y la protección contra sobretensiones transitorias.

///.-

Provincia de La Pampa  
Ministerio de Educación



///19.-

Compatibilidad electromagnética, origen de las sobretensiones: SEMP (Switching Electromagnetic Pulse), NEMP (Nuclear Electromagnetic Pulse) y LEMP (Lightning Electromagnetic Pulse). Niveles cerámicos y densidad de rayos a tierra por km<sup>2</sup> por año. Forma de onda de impulso 8/20 ms normalizada para equipamiento en baja tensión. Acoplamientos resistivo, inductivo y capacitivo. Los efectos de las tierras "lejanas". Sistema primario o externo de protección contra el rayo: pararrayos; formas constructivas y clasificación, puntas Franklin y pararrayos activos: radiactivo, iónico y piezoeléctrico. Las conclusiones internacionales acerca de la equipotencialidad de las puestas a tierra. El efecto Jaula de Faraday y los "agujeros" de Faraday. Método de la esfera de rayo. Sistema secundario o interno de protección contra el rayo: descargadores de sobretensión, selección según la probabilidad de riesgo y los equipos a proteger. Reglas prácticas de instalación y coordinación entre descargadores. Descargadores gaseosos para líneas de comunicación.

Asignatura: Electrónica

Diodos: Materiales semiconductores P (positivos) y N (negativos). Juntura. Diodo. Característica directa e inversa. Diodo rectificador. Zener. Varicap. Efecto Hall. Led. Polarización. Recta de carga. Resistencia estática y dinámica. Trabajos Prácticos.

Fuentes no Reguladas: Rectificación de media onda. Onda completa bifásica y en puente. Filtrado. Diseño con curvas de Schade. Selección de componentes normalizados. Trabajos Prácticos.

Transistor Bipolar: Constitución. Principio de funcionamiento. Curvas características. Polarizaciones. Recta de carga estática. Señales fuertes. Recta de carga dinámica. Máxima excursión simétrica. Señales débiles. Modelo equivalente de parámetros híbridos. Ganancias e impedancias. Configuración Emisor, base y colector común. Trabajos Prácticos. Diseño de disipadores térmicos.

Multietapas: Acoplamiento entre etapas. Continua y en alterna. Conexión D'Arlington. Ganancias totales. Ejemplos típicos. Trabajos Prácticos.

Motores paso a paso: Interfases para motores paso a paso y circuitos de excitación para control de motores y actuadores. Optocopladores. Tipos. Características. Componentes. Circuitos de aplicación. Trabajos Prácticos. Características funcionales de motores paso a paso. Tablas de verdad para paso completo y medio paso. Principio de funcionamiento de drivers para máxima velocidad y máxima cupla, modo V cte y modo I cte.

Reguladores de tensión: Regulación con diodo Zener. Regulador serie con transistor de paso. Regulador serie con realimentación. Principio de funcionamiento de fuentes conmutadas. Reguladores integrados. Circuitos típicos de aplicación.

Amplificadores Operacionales: El amplificador operacional ideal. Características esenciales. Circuitos típicos: Inversor, No inversor, sumador, restador, amplificador de instrumentación, rectificadores de media onda y onda completa de precisión, conformadores: Derivador e integrador.

Amplificadores de potencia: Clases de funcionamiento, A, B y AB Circuitos teóricos y prácticos de etapas de salida con y sin transformador. Cálculo de etapas de salida. Potencia de salida, potencia de entrada, rendimiento, potencia disipada por los Transistores de salida. Sistemas de Numeración y Códigos.

Control de potencia: Dispositivos semiconductores para control de potencia: Diodo de 4 capas. Diac, Tiristor, Triac. Curvas de funcionamiento y parámetros principales. Circuitos básicos de control de potencia por control de fase.

///.-

Provincia de La Pampa  
Ministerio de Educación



///20.-

Aplicaciones principales.

Asignatura: Computación Aplicada a Sistemas SCADAS y de Control Eléctrico

Herramientas Informáticas para Mediciones Análisis y Síntesis Electrónicas.

La Computadora Personal en ambientes Industriales:

Vínculo entre una computadora personal y el medio. Monitoreo y Supervisión utilizando la computadora personal. Formas básicas de conexión del Hardware de adquisición a la computadora personal. Criterios de selección. Sistemas externos e internos. Controladores y manejadores de Dispositivos. Dispositivos de reloj implementados por hardware y software. Manejadores de Comunicación. Generación de estrategias de operación. Desarrollo de interfaces para la visualización de datos en Sistemas Multitarea Gráficos. Modelo básico. Metodología de programación en sistemas manejados por eventos. Programación orientada a objetos en entornos gráficos. Sistemas manejados por mensajes. Núcleos operativos multitarea gráficos para la adquisición de datos. Desarrollo de estrategias de para la visualización de datos remotos. Estructura para el desarrollo de aplicaciones.

Comunicaciones en la Industria:

Comunicaciones en la Industria. Conceptos generales para la comunicación entre computadoras Industriales. Medios físicos de comunicación. Envío de mensajes. Reconocimiento de errores. Comandos. Sistema Maestro-Esclavo en el Modelo ISO/OSI. Topologías. Repetidores. Ruteadores. Gateways. Protocolos normalizados a nivel físico y enlace de datos: RS-232c, RS-422, RS-485, Lazo de Corriente, ARCnet, Ethernet, ARM, MAP, Fieldbus, Profibus. Desarrollo de manejadores de Comunicación. Técnicas para la Implementación de protocolos normalizados para la supervisión de datos remotos. Interfaces con lenguajes de alto nivel.

Sistemas SCADA:

Unidad Terminal Remota (RTU). Clasificación. Diseño de la Estación Maestra. Sistema de Comunicaciones con la RTU. Clasificación de Sistemas SCADA. Ejemplos.

Sistemas Industriales Distribuidos y Abiertos:

Conceptos. Arquitecturas. Interfaces con el operador. Procesamiento de la información. Implementación de estrategias distribuidas. Diseño de mímicos dinámicos. Diseño de reportes e históricos. Interfaces con otros sistemas. Arquitectura. Integración de Dominios. Administración de la Información. Recolección de Datos en Tiempo Real. Históricos. Hacia una Interconexión del Sistema de Monitoreo y Control con el Sistema Administrativo.

Asignatura: Seguridad Industrial

Conceptos generales sobre Seguridad Industrial. Accidentes y lesiones. Acción insegura y condición insegura. Costo de los accidentes. Estudio estadístico de accidentes. Registro de lesiones. Prevención de accidentes. Entrenamiento de operarios y personal de seguridad. Papel del supervisor. Comité de Seguridad e Higiene. Normas de seguridad. Acción disciplinaria.

Seguridad en Máquinas Industriales. Acciones o movimientos peligrosos. Requisitos de las protecciones de máquinas. Resguardos de cubierta, de seguro y automáticos. Interruptores de seguridad y de límites. Controles de emergencia. Colores de máquinas. Iluminación adecuada.

Seguridad en el uso de Herramientas manuales y Máquinas portátiles. Recomendaciones generales y específicas en herramientas manuales: pinzas,

///.-

Provincia de La Pampa  
Ministerio de Educación



///21.-

cinceles o cortafíos, destornilladores, formones, limas, llaves, martillos, sierras. Riesgos y precauciones en el manejo de máquinas portátiles: amoladoras o radiales, sierras circulares, taladros, martillos neumáticos.

Seguridad en el empleo de equipos de Soldadura. Soldadura eléctrica y corte. Soldadura por resistencia. Soldadura por arco de plasma: Soldadura MIG (Metal Inert Gas) y soldadura TIG (Tungsten Inert Gas). Riesgos y precauciones. Soldadura autógena y oxicorte. Riesgos y precauciones. Manipulación de tubos.

Seguridad en el manejo, transporte y almacenamiento de Sólidos. Manejo manual de cargas. Accesorios para el manejo manual: barretas, rodillos, ganchos, palas. Tipos de vehículos. Carretillas manuales: procedimientos de manejo. Carretillas motorizadas: criterios de transporte, carga y descarga. Seguridad en grúas. Revisiones técnicas. Normas de almacenamiento de materiales.

Matafuegos. Descripción de matafuegos. Tipos de fuegos. Condiciones mínimas para la extinción. Responsabilidad. Elección de matafuegos. Instalación de matafuegos. Cantidad y ubicación. Uso de los matafuegos. Clasificación de riesgos. Formas de funcionamiento. Evacuación de edificios. Prevención de catástrofes. Medidas a tomar en caso de siniestro. Edificios de altura. Riesgos a tener en cuenta. Planilla básica para la confección del plan. Planificación de la evacuación. Conceptos a considerar. Pasos a seguir.

Ventilación industrial. Alternativas para el control de contaminantes. Ventilación general de confort, para control de contaminantes por dilución y para control de las condiciones higrotérmicas del ambiente de trabajo. Extracción localizada por encapsulado, por cabina, por campana de aspiración y por campana receptora. Procedimiento de inyección-extracción.

Protección contra Ruido y Vibraciones. Sonido. Medio y propagación. Ruido. Composición y medición del ruido. Definición de decibel. Medición del nivel sonoro: curvas A, B, C y lineal. Nivel sonoro continuo equivalente. Tipos de ruido. Control del ruido. Protección del trabajador. Nivel sonoro efectivo. Anatomía del oído. Trauma acústico. Vibraciones. Origen de las mismas.

Seguridad eléctrica. Niveles de tensión. Tensión de seguridad. Bloqueo de un aparato de corte o seccionamiento. Consignación de una instalación, línea o aparato. Ejecución de trabajos con tensión: métodos. Capacitación del personal. Responsable del trabajo. Material de seguridad. Ejecución de trabajos sin tensión.

Carga térmica. Calor generado en los procesos metabólicos. Mecanismos de evacuación: conducción, convección y radiación. Pérdida de calor por evaporación de la sudoración. Medición de la carga térmica. Índice de temperatura de globo de bulbo húmedo. Aspectos legales. Control de la carga térmica.

Iluminación y color. Espectro electromagnético. Anatomía del ojo humano. Unidades luminotécnicas. Iluminación natural. Iluminación lateral. Iluminación cenital. Iluminación artificial. Definición y clasificación. Lámparas incandescentes y fluorescentes. Lámparas de descarga. Aspectos para una buena iluminación. Iluminación de emergencia. El color en la industria. Características individuales. Colores cálidos y fríos. Aspectos subjetivos.

**TERCER AÑO**

Asignatura: Máquinas Eléctricas II

Análisis funcional de las máquinas eléctricas rotativas de corriente alterna.

Cálculo de fuerza magnetomotriz. Caso de bobinas concentradas y distri

///.-

Provincia de La Pampa  
Ministerio de Educación



///22.-

buídas. Influencia del paso de bobinado y del número de capas. Trazado de diagramas de fuerza magneto-motriz. Factores de arrollamiento. Expresión general de la fuerza magnetomotriz producida por una fase de un devanado polifásico. Contenido armónico.

Cálculo de la fuerza magnetomotriz producida por un devanado trifásico. Descripción del campo magnético giratorio. Características y contenido armónico. Extensión al caso de devanados polifásicos. Interpretación del campo magnético producido por un devanado monofásico. Teorema de Leblanc. Cálculo del flujo magnético por polo.

Cálculo de fuerza electromotriz inducida. Caso de bobinas concentradas y distribuidas. Influencia del paso de bobinado y del número de capas. Factores de arrollamiento. Expresión general de la fuerza electromotriz inducida en una fase de un devanado polifásico. Contenido armónico. Efectos del conexionado en estrella o en triángulo de un devanado trifásico. Influencia del tipo de campo magnético y de la velocidad de rotación. Casos de campos alternos y de campos giratorios.

Expresión general de cupla para una máquina eléctrica rotativa elemental. Criterio de estabilidad y cupla máxima. Principales tipos de máquinas rotativas.

Devanados trifásicos de simple y doble capa. Parámetros constructivos. Tipos concéntrico por polos consecuentes, concéntrico por polos, imbricado y ondulado. Características y aplicaciones principales. Esquemas de conexión. Concepto de devanados congruentes y no congruentes. Ejemplo de devanado fraccionario. Aplicaciones

Máquina asincrónica trifásica

Aspectos constructivos de los motores de inducción trifásicos. Ejecuciones normales. Tipos de rotores. Tipos de devanados. Sistemas de refrigeración. Motores de seguridad aumentada. Comparación de los tipos principales de motores.

Principio de funcionamiento de la máquina asincrónica trifásica. Deducción de los tipos de máquinas básicas. Variador de fase, regulador de inducción, motor, freno y generador. Balance de potencia y circuito equivalente del motor de inducción trifásico. Representación gráfica. Interpretación del diagrama circular como diagrama de intensidades de corriente, potencia y cupla. Generalización para los casos de funcionamiento como freno y como generador.

Interpretación y empleo del diagrama circular, zona motor. Determinación gráfica de corrientes, potencias, cupla, rendimiento y resbalamiento. Trazado de escalas de factor de potencia, cupla y rendimiento. Determinación de máximos.

Ensayos en vacío y a rotor bloqueado del motor de inducción trifásico. Separación de pérdidas. Cálculo del circuito equivalente a partir de las mediciones efectuadas en los ensayos indirectos. Trazado del diagrama circular. Trazado aproximado del diagrama circular empleando datos de catálogo: caso de motores de rotor jaula y de rotor bobinado. Ensayo directo del motor de inducción trifásico. Ventajas e inconvenientes. Ensayo del motor de inducción trifásico por el método de oposición. Ventajas e inconvenientes.

Características funcionales del motor de inducción trifásico. Consumo, factor de potencia, rendimiento y mecánica. Efecto de los armónicos de campo en la característica mecánica. Efecto del corte de barra del rotor en la característica mecánica. Frenado del motor de inducción trifásico. Métodos por inversión de marcha, funcionamiento en régimen de generador e inyección de corriente continua. Empleo de frenos electromagnéticos.

Control de la velocidad de los motores de inducción trifásicos. Modificación del número de polos. Tipos de devanados de polos conmutables. Control

///.-

Provincia de La Pampa  
Ministerio de Educación



///23.-

por regulación de la frecuencia. Regulación de la velocidad aplicando tensión al rotor. Efecto sobre el factor de potencia. Control de la velocidad empleando acoplamientos inductivos. Métodos de puesta en marcha de los motores de inducción trifásicos. Arranque directo y a tensión reducida. Efecto del diseño de la jaula rotórica. Empleo de reóstatos de arranque.

Máquina sincrónica trifásica

Aspectos constructivos de las máquinas sincrónicas trifásicas. Tipos de rotor liso y de polos salientes. Comparación de velocidades, dimensiones y potencias. Sistemas de refrigeración para turboalternadores y para alternadores hidráulicos. Sistemas de excitación usuales con y sin escobillas.

Análisis funcional de las máquinas de rotor liso. Efecto de la reacción de armadura en función del factor de potencia. Sub-excitación y sobre-excitación. Casos motor y generador. Características en vacío y en cortocircuito. Interpretación según Potier. Trazado y empleo del triángulo de Potier. Interpretación del funcionamiento aplicando el concepto de reactancia sincrónica. Efecto de la saturación.

Características en servicio del generador sincrónico. Potencia y cupla en función del ángulo de carga. Criterio de estabilidad. Característica exterior y de regulación. Cálculo de la regulación por el método de Potier y por reactancia sincrónica.

Motor sincrónico trifásico. Métodos de arranque. Resistencia de descarga. Nociones sobre penduleo. Característica en "V". Regulación del factor de potencia. Concepto de compensador sincrónico. Motor sincrónico monofásico. Motor de reluctancia. Motor de histéresis. Aspectos constructivos y características funcionales. Aplicaciones.

Paralelo de generadores sincrónicos. Condiciones para efectuar la puesta en paralelo. Métodos clásicos empleando lámparas. Lámparas encendidas y lámparas apagadas. Uso del sincronoscopio. Funcionamiento en paralelo de dos generadores. Reparto de potencias activa y reactiva. Funcionamiento en paralelo con una red de potencia infinita. Trazado del diagrama bicircular y determinación del área de trabajo.

Análisis funcional de las máquinas sincrónicas trifásicas con rotor de polos salientes. Interpretación de la reacción de armadura según la teoría de los dos ejes. Concepto de reactancias longitudinal y transversal. Potencia y cupla en máquinas de polos salientes. Trazado de diagramas vectoriales. Determinación experimental de reactancias.

Máquinas de corriente alterna monofásica y a colector

Límites de potencia de los motores de corriente alterna monofásica. Concepto de motores fraccionales y sub fraccionales Empleo de motores de inducción trifásicos con corriente alterna monofásica. Puesta en marcha de motores de inducción monofásicos. Empleo de campo bifásico imperfecto. Empleo de polos sombreados.

Motores de corriente alterna monofásica a colector: fuerza electromotriz inducida y cupla. Motor serie. Características funcionales, conmutación, regulación de velocidad, uso universal. Motores del tipo a repulsión. Sistema Thompson y sistema Deri. Tipos especiales de colectores.

Asignatura: Energías Alternativas y Renovables

CONCEPTUALIZACIÓN: Analizar y caracterizar diferentes fuentes de energía, analizando reservas, producción y consumo. Reflexionar en torno a la necesidad del uso de recursos renovables para generar energía. Comprender la

///.-

Provincia de La Pampa  
Ministerio de Educación



///24.-

necesidad de lograr un desarrollo sostenible en el uso de las reservas de energía, identificar las ventajas y desventajas que puedan llegar a encontrarse. Analizar la matriz energética nacional y evaluar la influencia que las energías renovables tienen en la misma.

**ALTERNATIVAS:** Definir las características de la biomasa y su aprovechamiento como fuente de energía. Comparar diferentes tipos de biomasa. Definir a los biocombustibles y diferenciarlos de los biocarburantes. Analizar diferentes métodos de obtención de biocombustibles: tratamientos termoquímicos, digestión anaeróbica. Analizar y comprender las metodologías para la obtención de biocombustibles sólidos primarios. Ejemplificar la aplicación de biocombustibles.

Conocer las características que deben presentar los ríos para que puedan ser usados como fuente de generación eléctrica. Reconocer las características que presentan las centrales hidroeléctricas y clasificarlas. Analizar las tendencias y perspectivas de desarrollo de la hidroenergía de pequeña potencia. Evaluar esquemas de pequeñas centrales hidroeléctricas analizando su equipamiento principal, sus dispositivos de alimentación y descarga.

**ENERGÍA EÓLICA:** Definir las características del viento y los diferentes sistemas desarrollados para transformar la energía eólica en eléctrica. Comparar las turbinas eólicas analizando su coeficiente de potencia y su velocidad de giro. Reconocer las características, ventajas y desventajas de las aeroturbinas de eje horizontal y de eje vertical. Identificar las diferentes aplicaciones de las aeroturbinas en la actualidad. Describir las características del aerogenerador convencional de pocas palas y eje horizontal, analizando sus componentes y los aspectos a considerar en su diseño, armado y montaje.

**ENERGÍA SOLAR:** Desarrollar y analizar las ventajas del uso de la energía solar como fuente de generación térmica. Reconocer las características de los colectores planos empleados para calentamiento de fluidos, analizando los diferentes tipos y funcionamientos. Diseñar y dimensionar calentadores de agua y calefactores solares; definiendo balance térmico, coeficiente de pérdida, factor de rendimiento de evacuación de calor y sistemas térmicos.

Comprender e identificar las ventajas del uso de la energía solar como fuente de generación eléctrica. Analizar el proceso de conversión fotovoltaica y las características de las células solares. Clasificar las diferentes tecnologías de fabricación de células fotovoltaicas, mostrando las ventajas y desventajas que presenta cada tipo. Identificar los componentes presentes en una instalación fotovoltaica: acumuladores, reguladores, inversores de potencia, conductores y elementos de protección. Calcular instalaciones fotovoltaicas respetando las normativas que las regulan.

Asignatura: Generación y Distribución

Descripción de la materia, historia de la distribución eléctrica, historia de la distribución eléctrica en la Argentina. Sistema interconectado nacional. Componentes de centrales eléctricas. Centrales térmicas. Centrales hidroeléctricas. Centrales nucleares.

Teoría del arco eléctrico. Definición del arco eléctrico. Análisis de arcos estables. Diferencia entre potencia de arco y potencia de cortocircuito. Procedimientos generales para la extinción del arco. Condiciones de extinción. Retardo de la desionización, restablecimiento de la rigidez dieléctrica del medio del arco y rigidez dieléctrica reestablecida.

Aparatos de maniobra. Seccionadores. Definición. Valores característi-

///.-

Provincia de La Pampa  
Ministerio de Educación



///25.-

cos. Seccionadores de cuchilla giratoria. Seccionadores de cuchilla giratoria con puesta a tierra. Seccionadores deslizantes. Seccionadores de pantógrafo. Seccionadores de semi pantógrafo. Ventajas y desventajas de cada uno de ellos.

Seccionadores bajo carga. Definición. Valores característicos. Extinción por soplido magnético. Extinción por autoformación de gases. Extinción por soplido de aire. Seccionadores bajo carga en SF6. Principios de funcionamiento. Descripciones constructivas. Ventajas y desventajas de cada uno de ellos.

Interruptores. Definición. Valores característicos. Interruptor en gran volumen de aceite. Interruptor en pequeño volumen de aceite. Interruptores en SF6. Interruptores en ampolla de vacío. Principios de funcionamiento. Descripciones constructivas. Ventajas y desventajas de cada uno de ellos.

Perturbaciones. Cortocircuitos. Sobrecargas. Retornos de corriente. Subtensiones. Sobre tensiones. Dispositivos de protección, esquemas funcionales y exigencias de los relés de protección. Clasificación de los relés según su forma constructiva. Relé buchhols, relé electromagnético, relé de inducción, relé electrodinámico, relé electrónico y relé térmico. Principios de funcionamiento y forma constructiva.

Componentes de subestaciones. Sistemas de barras, barra simple, barra simple con by pass y barra simple partida. Juegos de barras con transferencia, barra doble. Doble juego de barras con by pass. Doble barra con barra de transferencia. Interruptor y medio. Anillo. Sus utilizaciones y normativas de maniobras.

Distribución en media tensión. Sistema en anillo. Sistema radial. Tecnología de cables de media tensión. Red aérea. Red subterránea. Cables aislamiento papel impregnado. Cables triplomo, cables tripulares. Cables secos. Campo eléctrico radial. Terminales onecor. Empalmes con aislamiento de aceite. Empalmes de transición, empalmes termocontraíbles. Terminales encintados. Terminales estancos. Terminales termocontraíbles.

Descripción de cámaras transformadoras. Configuraciones típicas. Centros de Potencia. Suministros en Media Tensión. Sistemas de Ventilación. Transformadores. Tableros de Media Tensión, barras omnibus. Tableros de Baja Tensión. Protecciones.

Requerimientos de las Distribuidoras para la solicitud de suministros. Distribución en Baja Tensión. Sistema 3x380/220V. Sistema 3x220V. Distintos tipos de fallas. Reflectometría. Puntualización de fallas. Sistemas de contralor de redes. Operatoria de redes eléctricas, seguridad eléctrica, las cinco reglas de oro.

Asignatura: Electrónica Industrial

Revisión de características de dispositivos de potencia: diodos, tiristores, triacs, transistores.

Configuración de rectificadores monofásicos y polifásicos. Análisis de valores característicos: valor medio, eficaz, ondulación, factor de forma, contenido armónico sobre la fuente de Corriente Alterna (CA). Variación del ángulo de conducción.

Aplicación de los rectificadores a la alimentación de los motores de Corriente Continua (CC) en servicio de variación de velocidad; efecto del contenido de corriente alterna (CA) sobre el calentamiento y la conmutación. Alimentación de dispositivos de electrólisis: carga de acumuladores, refinación y deposición de metales. Alimentación de convertidores con enlace de corriente continua (CC). Influencia de los armónicos sobre la red/transformador. Empleo de grupos de conexión especiales, desclasificación, filtros.

///.-

Provincia de La Pampa  
Ministerio de Educación



///26.-

Circuitos con triacs y tiristores en oposición: control por ángulo de conducción y por cruce por cero.

Aplicación de circuitos con triacs al control de calefacción eléctrica. Uso como interruptor estático.

Troceadores con transistores y con tiristores. Formas de conmutación.

Convertidores de corriente continua-corriente alterna. Variadores de tensión y frecuencia por cicloconversión y por troceo. Enlace entre redes no sincronizadas.

Aplicación de los convertidores de tensión y frecuencia a la regulación de velocidad de motores de inducción y sincrónicos. Influencia de los armónicos.

Protección de semiconductores.

Transductores de magnitudes no eléctricas, acondicionamiento de señales, técnicas de amplificación y supresión de ruidos.

Asignatura: Técnica Digital y Microprocesadores

Sistemas de numeración y códigos: Sistemas de numeración posicionales: Binario, Octal, Decimal y Hexadecimal. Códigos: Binario, BCD Natural, Exceso de tres, BCD Aiken, Gray y Jhonson. Detección y corrección de errores. Bit de paridad. Aplicaciones. Complemento al módulo. Códigos alfanuméricos.

Algebra de Boole: Postulados y teoremas. Aplicabilidad. Funciones lógicas elementales: AND, OR, INVERSOR, NAND, OR-EXCLUSIVA. Minitérminos y maxitérminos. Simplificación de funciones. Diagramas de Karnaugh. Redundancia. Listas incompletas.

Sistemas combinacionales: Codificadores y decodificadores. Comparadores. Multiplexores y demultiplexores. Sumadores y restadores. Circuitos integrados característicos.

Biestables o Flip-Flops: Flip-Flops RS, JK, D y T. Tablas de verdad. Disparo por flanco y por nivel. Configuración Maestro-Esclavo. Integrados característicos.

Tecnología de compuertas lógicas: Familias TTL, TTL LS, TTL ALS, MOS, CMOS, HCMOS y HCT. Características distintivas. Inmunidad al ruido. Fan-in. Fan-out. Tiempo de propagación. Margen de ruido. Consumo.

Asignatura: Automatas Programables

Introducción a los controladores lógicos programables. Principios de un sistema automático, definición y aplicaciones de un Controlador Lógico Programable (PLC). Ventajas de su utilización. Arquitectura interna de un Controlador Lógico Programable (PLC). Disposiciones concentradas y distribuidas. Módulos de expansión como concepto. Memoria ROM, RAM, EPROM, EEPROM, FLASH. Concepto de imagen de proceso Introducción a la lógica binaria. Módulos de entradas digitales, tipos de sensores requeridos. Módulos de salidas digitales: por relé, por transistor, por triac; diferencias entre ellos. Especificaciones eléctricas de los distintos módulos.

Funciones lógicas: Lógica combinacional, funciones NOT, AND, OR, NOR, NAND. Sus respectivas tablas de verdad.

Programación básica: Modos de programación: Escalera, mnemónico. Realizar el programa lógico partiendo del conocimiento de un esquema funcional. Uso de la memoria a nivel de bit. La función Set-Reset. Temporizadores básicos: Retardo a la conexión, a la desconexión, de pulso. Variantes de los temporizadores básicos. Cadena de temporizadores. Contadores: ascendente y descendente. Control de eventos por conteo. Combinación con temporizadores.

///.-

Provincia de La Pampa  
Ministerio de Educación



11127.-

Secuencia de contadores.

Programación avanzada: Uso de la memoria a nivel de bit, byte y palabra. Interpretación y conversión de una palabra a diferentes sistemas de numeración. Señales analógicas. Módulos de procesamiento analógico. Registros de desplazamiento. Aplicaciones. Temporizadores utilizando el manejo de palabras. Contadores utilizando el manejo de palabras. Módulos contadores rápidos. Aplicaciones.

Interfaces hombre-máquina: Interfaces implementadas mediante llaves digitales. Paneles de texto. Paneles de operación.

Comunicación: Tipos de comunicación a nivel de hardware. Conceptos de diferentes redes de comunicación. Protocolos de comunicación. Comunicación entre PLC's

Documentación: Etiquetas y comentarios. Preparación de la documentación.

Asignatura: Cálculos y Proyectos

**CONCEPTUALIZACIÓN:** Comprender y definir un proyecto de equipos electromecánicos y sus funciones. Comparar con otras metodologías. Analizar, en forma general, las diferentes etapas que componen un proyecto, evaluando la metodología empleada para su desarrollo y planificación.

**ETAPAS DE UN PROYECTO:** Identificar y comprender las características a cumplir por un anteproyecto, las metodologías que colaboran en la toma de decisiones, sus formas de desarrollo y técnicas de representación. Reconocer y desarrollar las pautas a seguir para realizar un análisis técnico económico confiable y de calidad, evaluando la importancia del mismo, las ventajas y desventajas que se observan, basados en la importancia que asume dentro del proyecto global. Analizar la estructura que caracteriza a un informe técnico, estableciendo las condiciones a cumplir para su correcta elaboración. Comprender la importancia de desarrollar una memoria técnica dentro de un proyecto; analizar su estructura y los pasos a seguir para su desarrollo. Reconocer y comprender la importancia de contar con un estudio de impacto ambiental en los proyectos y las condiciones a tener en cuenta para su elaboración.

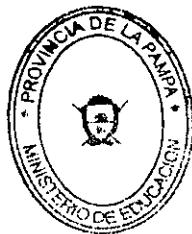
**PROYECTO DE EQUIPO ELECTROMECAÁNICO:** Comprender y definir las condiciones que caracterizan a un proyecto electromecánico y los elementos de cálculo necesarios para su desarrollo. Evaluar y analizar las características constructivas a tener en cuenta en la elaboración de planos y especificaciones técnicas del proyecto. Conocer, comprender y utilizar la metodología para el desarrollo de planos conforme a obra. Conocer las normas que aplican en el desarrollo de proyectos electromecánicos.

**ANEXO A LA RESOLUCIÓN N° 0426/20.-**  
GLC/jmr/egb/pf



Lic. PABLO DANIEL MACCIONE  
MINISTRO DE EDUCACION

Certifico que la presente fotocopia es fiel de su original que he tenido a la vista para este acto. Conste.-----  
Santa Rosa, Provincia de La Pampa, 16 de julio de 2020.-----



  
Prof. Alicia del Carmen LLANOS  
a/c Jefa de Despacho  
Ministerio de Educación

