

PROGRAMA ANALÍTICO

OBJETIVOS: expresados en términos de competencias a lograr por los alumnos y/o de actividades para las que capacita la formación impartida.

- Conocer las leyes y reglas que rigen los circuitos magnéticos y eléctricos de corriente alterna monofásica y trifásica.
- Desarrollar habilidad para la conexión y desconexión de circuitos, aparatos de maniobra, protección e instrumentos de medición en instalaciones de Baja Tensión.
- Conocer, comprender y diferenciar los aspectos constructivos, principios de funcionamiento, ecuaciones de equilibrio, circuitos equivalentes, diagramas vectoriales, ensayos y aplicaciones de las máquinas eléctricas de corriente continua y alterna.
- Adquirir habilidades para ensayar las máquinas eléctricas y analizar los resultados.
- Predecir la respuesta de las máquinas eléctricas en función de sus características de arranque, excitación, carga y variación de sus parámetros intrínsecos.
- Seleccionar máquinas eléctricas según la aplicación, en función de sus características y parámetros intrínsecos.
- Conocer las posibles fallas de las máquinas eléctricas y aspectos relacionados con su conservación y mantenimiento.
- Lograr que el alumno pueda proyectar sistemas eléctricos de distribución en Baja Tensión de instalaciones eléctricas domiciliarias e industriales.
- Conocer funcionamiento de los diversos medios de generación de energía eléctrica y su transporte a los centros de consumo.

Modalidad de enseñanza y carga horaria.

	Carga horaria semanal	Carga horaria total
Teórica	3	45
Formación experimental	1	15
Resolución de problemas	2	30
Sumatoria	6	90

Unidad 1- CIRCUITOS

Tema A-MAGNETICOS: 1.A.1-Ley de Hopkinson: fuerza magnetomotriz, reluctancia, longitud media. 1. A.2-Ley de Ampere y la tensión magnética. 1. A.3-Circuitos magnéticos: su analogía con los eléctricos, magnitudes análogas, curvas de imanación. 1. A.4-Circuitos magnéticos serie y paralelo, asociación de reluctancias, factor de apilamiento, el entrehierro. 1. A.5-Circuitos esquemáticos. Los Lemas de Kirchoff. Cálculo y resolución de circuitos magnéticos.

Teoría: 3 hs.

Ejercitación: 3 hs.

TOTAL: 6 hs.

Especialidad: Ing. INDUSTRIAL

Tema B-MONOFÁSICOS DE CORRIENTE ALTERNA: 1. B.1-Tipos de corriente alterna, diversos regímenes de la corriente, ventaja de la onda senoidal, definición matemática y representación gráfica, vector rotativo o fasor, frecuencia y período, valor instantáneo, máximo, pico a pico, medio y eficaz, fase, origen de tiempos y ángulo de fase inicial, defasajes, factores de amplitud y de forma. 1. B.2-Resistencia en corriente alterna, circuito resistivo puro, efecto de la frecuencia, relación entre tensión e intensidad, notación simbólica, potencia, diagrama vectorial. 1. B.3-Circuito inductivo puro, efecto de la frecuencia, relación entre tensión e intensidad, la reactancia inductiva, notación simbólica, el operador j , potencia, diagrama temporal y vectorial. 1. B.4-Circuito capacitivo puro, efecto de la frecuencia, relación entre tensión e intensidad, la reactancia capacitiva, notación simbólica, el operador j , potencia, diagrama temporal y vectorial. 1. B.5-Circuitos Serie R-L, R-C y R-L-C, la impedancia y la ley de Ohm generalizada para corriente alterna, diagramas temporales y vectoriales de tensión e intensidad, solución de problemas mediante el cálculo vectorial simbólico, triángulo de impedancias, triángulo de potencias, el factor de potencia. 1. B.6-Resonancia serie y las curvas de variación con la frecuencia. 1. B.7-Circuito paralelo R-L-C, intensidades parciales, impedancia, admitancia, conductancia y susceptancia del circuito, método de las admitancias. 1. B.8-Resonancia en paralelo o antirresonancia. 1. B.9-Mejoramiento del factor de potencia.-

Teoría: 4,5 hs.**Ejercitación: 4,5 hs.****Laboratorio Experimental: 2 hs.****TOTAL: 11 hs.**

Tema C-TRIFÁSICOS DE CORRIENTE ALTERNA: 1. C.1-Generación, línea de transporte y cargas trifásicas, formas de conexión, estrella y triángulo. 1. C.2-Carga en conexión estrella equilibrada: tensiones e intensidades de fase, su relación con los parámetros de línea del sistema de transporte, representación analítica y gráfica, potencia. 1. C.3-Carga en conexión triángulo equilibrado: tensiones e intensidades de fase, su relación con los parámetros de línea del sistema de transporte, representación analítica y gráfica, potencia. 1. C.4-Cargas equilibradas en estrella y en triángulo equivalentes. 1. C.5-Cargas equilibradas en paralelo, resolución de circuitos por el método del equivalente monofásico. 1. C.6-Corrección del factor de potencia. 1. C.7-Sistema trifilar y carga desequilibrada en conexión triángulo, intensidades y tensiones, diagramas fasoriales, potencia y el Método Aarón, triángulo de potencias. 1. C.8-Sistema tetrafilar y carga desequilibrada en conexión estrella, la corriente de Neutro. 1. C.9-Sistema trifilar y el desplazamiento del punto neutro, resolución por el "método de las mallas" y de las admitancias, diagramas de tensiones y corrientes, triángulo de potencias.-

Teoría: 4,5 hs.**Ejercitación: 4,5 hs.****Laboratorio Experimental: 3 hs.****TOTAL: 12 hs.**

Unidad 2 - MEDICIONES ELÉCTRICAS

Tema A-Técnicas y aparatos de medida: 2. A.1-Errores, sensibilidad, precisión, clase, constante de lectura. 2. A.2-Clasificación de los aparatos: breve descripción del principio de funcionamiento, elementos constructivos, soportes, dispositivos antagónicos y de amortiguación. 2. A.3-Indicaciones convencionales en las escalas: símbolos normalizados de sistemas de funcionamiento, de tipos de corriente, posición, frecuencia, tensión de prueba, etc.

Tema B-Mediciones: 2. B.1-Ampliación del campo de medida en c.c. y en c.a. El transformador de medida de intensidad y el de tensión, símbolos y esquemas de conexión. 2. B.2-Medida de potencia y de energía: monofásica y trifásica, en sistemas equilibrados y desequilibrados, trifilares (conexión Aarón) y tetrafilares.

Laboratorio Experimental: 2 hs.

TOTAL: 2 hs.

Unidad 3- LINEAS E INSTALACIONES DE BAJA TENSIÓN

Tema A - Líneas Eléctricas: 3. A.1-Su objeto. Aspectos técnicos y económicos. 3. A.2-Clasificación. 3. A.3-Cálculo de canalizaciones eléctricas; criterios y ámbitos de aplicación; generalidades que influyen en el cálculo: materiales, calentamiento, secciones, caída de tensión y pérdida de potencia, consideraciones económicas. 3. A.4-Líneas abiertas alimentada unilateralmente, su cálculo. 3. A.5-Líneas alimentadas bilateralmente o cerradas: aporte de corriente de cada extremo, punto de corte, sección. 3. A.6 –Tipos de carga: cargas expresadas en potencias, cargas uniformemente distribuidas, cargas concentradas y distribuidas, líneas ramificadas y el criterio del mínimo volumen. 3. A.7-Ejemplos y Modelos de Líneas de Baja Tensión en Corriente Continua, Alterna Monofásica y Alterna Trifásica.-

Tema B - Instalaciones: 3.B.1-Definición y componentes. 3. B.2-Elementos de protección y maniobra, tableros, elementos de señalización y control, simbología. 3. B.3-Instalaciones eléctricas domiciliarias en Baja Tensión. 3. B.4-Instalaciones Eléctricas de fuerza motriz. 3. B.5-Normas constructivas.-

Teoría: 3 hs.

Ejercitación: 3 hs.

Lab. Experimental: 1 h.

TOTAL: 7 hs.

Unidad 4-TRANSFORMADORES

Tema A-El Transformador Monofásico: 4. A.1-Aspectos constructivos y principio de funcionamiento. El transformador en vacío y en carga. 4. A.2-Circuito equivalente y diagrama vectorial. 4. A.3-Relaciones fundamentales: Fem. por espira; relación de transformación; corriente secundaria, fase y expresión temporal; tensión secundaria, fase y expresión temporal, corriente de vacío, fmm. total, corriente primaria, tensión primaria. 4.

Especialidad: Ing. INDUSTRIAL

A.4-Diagrama vectorial completo en vacío y en carga, Ecuaciones de equilibrio. Conclusiones. 4. A.5-Potencia del circuito magnético.-

Tema B-Ensayos y Curvas Características: 4. B.1-Ensayo en Vacío y en Cortocircuito. 4. B.2-Reducción del circuito equivalente a la malla del primario o del secundario. 4. B.3-Circuito equivalente reducido y diagrama vectorial simplificado del transformador en vacío y en cortocircuito. 4. B.4-Variación de la tensión, regulación y característica externa. 4. B.5-Pérdidas y curvas de rendimiento, el máximo rendimiento. 4. B.6-Mantenimiento Preventivo: calentamiento y refrigeración, verificación de aislamiento, cortocircuitos y continuidad, controles del aceite, verificación de las protecciones.-

Tema C-Transformadores Trifásicos: 4. C.1-Formas constructivas y conexiones Δ -Y y zig-zag. 4. C.2-Transformaciones polifásicas. 4. C.3-Conexión en paralelo y los Grupos de Conexión (cuadro y diagramas vectoriales). 4. C.4-El auto transformador: principio de funcionamiento, relaciones, potencia de paso y potencia interna. 4. C.5-Comparación con el transformador, pérdidas, caídas de tensión, ventajas e inconvenientes, formas de conexión y aplicaciones, ejemplos.-

Teoría: 6 hs.

Ejercitación: 4,5 hs.

Laboratorio Experimental: 4,5 hs.

TOTAL: 15 hs.

Unidad 5-MAQUINAS DE CORRIENTE CONTINUA

Tema A-Generalidades: 5. A.1-Aspectos constructivos. 5. A.2-Principio de funcionamiento, valor medio de la Fem. continua. 5. A.3-El bobinado inductor: formas de conexión y designación normalizada de terminales, circuitos esquemáticos, placa de bornas. 5. A.4-Ecuaciones de equilibrio para cada tipo de excitación. 5. A.5-La reacción de inducido, fmm. por reacción de inducido, efectos y soluciones. 5. A.6-Conmutación: causas, efectos y soluciones. 5. A.7-Polos auxiliares, fem. de conmutación, arrollamiento de compensación.-

Tema B-Generadores de Corriente Continua: 5. B.1-Curvas características: magnética, en vacío, en carga, externa y de regulación de generadores con excitación independiente, derivación, serie y compuesta.-

Tema C-Motores de Corriente Continua: 5. C.1-Ecuación de la velocidad, regulación, consecuencias. 5. C.2-Corriente de arranque y los reóstatos de arranque. 5. C.3-Ecuación del par. 5. C.4-Motor con excitación independiente: designación normalizada de terminales, circuito esquemático y ecuaciones de equilibrio, arranque, características de velocidad y par, inversión de marcha y frenado. 5. C.5-Conexiones en derivación, serie y compuesta: designación normalizada de terminales, circuitos esquemáticos y ecuaciones de equilibrio, arranque, curvas características de velocidad y par, inversión de marcha y frenado. 5. C.6-Mantenimiento Preventivo: herramientas necesarias, revisión y detección de fallas mecánicas; comprobación de circuitos: localización de derivaciones, cortocircuitos e interrupciones.

Teoría: 4,5 hs.

Ejercitación: 4,5 hs.

Laboratorio Experimental: 2hs.

TOTAL: 11 hs.

Unidad 6-MÁQUINA SÍNCRONA

Tema A-Generador Síncrono: 6. A.1-Generalidades, descripción, aspectos constructivos, frecuencia. 6. A.2-Expresión de la Fem., forma de onda. 6. A.3-El campo rodante: bifásico y trifásico. 6. A.4-Reacción del inducido: carga resistiva, inductiva y capacitiva pura, carga R-L, conclusiones para rotor cilíndrico y de polos salientes. 6. A.5-Circuito equivalente y ecuaciones de equilibrio para ambos tipos. 6. A.6-Diagrama Vectorial Exacto: rotor liso y polos salientes. 6. A.7-Diagrama Vectorial simplificado: rotor liso y polos salientes. Parámetros característicos: las reactancias de la máquina (informativo)

Tema B- Ensayos y curvas: 6. B.1-Características: en vacío, en cortocircuito, en carga, externa y regulación. 6. B.2-Relación de cortocircuito y su relación con la impedancia síncrona. 6. B.3-Variación de la tensión. 6. B.4-Balance energético y rendimiento. 6. B.5-Potencia electromagnética de la máquina de polos salientes y de rotor liso: deducción a partir de los circuitos equivalentes y diagramas vectoriales simplificados; gráficos de sus características angulares. 6. B.6-Métodos de excitación: con c.c. y con c.a., el generador auto excitado.-

Tema C – Paralelo de generadores: 6. C.1-Fundamentos de las condiciones para el acoplamiento. 6. C.2-Métodos: lámparas de fase apagadas, luces rotantes e instrumentos para sincronización. 6. C.3-Una máquina sobre barras infinitas: proceso para tomar carga: primer a cuarto caso. 6. C.4-Diagrama de potencia constante y excitación variable. 6. C.5-Diagrama a excitación constante y potencia variable. 6. C.6-Análisis de dos máquinas en paralelo: cambio de excitación, corriente y potencia.-

Tema D - Motor síncrono: 6.D.1-Principio de funcionamiento, conclusiones. 6. D.2-Diagrama vectorial. 6. D.3-Comparación mecánica. 6. D.4-Modificación del $\cos\phi$, conclusiones. 6. D.5-Curvas en V, conclusiones. 6. D.6-Arranque del motor síncrono, arranque automático. 6. D.7-Aplicaciones: entregando potencia útil solamente, entregando potencia útil y sobreexcitado, como compensador síncrono. 6. D.8-Comparación de costos y aplicaciones. 6. D.9- Mantenimiento Preventivo: herramientas necesarias, revisión y detección de fallas mecánicas; comprobación de circuitos: localización de derivaciones, cortocircuitos e interrupciones.-

Teoría: 6 hs.

Ejercitación: 5 hs.

Laboratorio Experimental: 2 hs.

TOTAL: 13 hs.

Unidad 7-MOTOR ASÍNCRONO

Tema A-Motor Asíncrono Trifásico: 7. A.1-Descripción y principio de funcionamiento. Aplicaciones. 7. A.2-El motor a inducción como transformador: (a) circuito abierto, rotor detenido; (b) rotor en cortocircuito y bloqueado; (c) rotor girando, motor en marcha; consecuencias y aplicaciones. 7. A.3-Determinación de la Fem. y reactancia secundaria para rotor en marcha. 7. A.4-Fmm en marcha. 7. A.5-Diagrama vectorial. 7. A.6-Circuito equivalente reducido al primario. 7. A.7-Potencia y ciclo de carga variable. 7. A.8-Momento motor: curva de par-velocidad; conclusiones. 7. A.9-Otras expresiones del momento. 7. A.10-Balance Energético. 7. A.11-Potencia del circuito magnético.-

Tema B- Ensayos: 7. B.1-Parámetros del circuito equivalente: ensayo en cortocircuito (rotor bloqueado), ensayo en vacío, determinación de las pérdidas en el hierro, determinación de R_0 y X_0 . 7. B.2-Influencia de la saturación en los parámetros X_1 y X_{21} . 7. B.3-Influencia del efecto pelicular en los parámetros R_{21} y X_{21} .-

Tema C- Arranque, frenado, variación de la velocidad e inversión de marcha: 7.C .1-Arranque: directo, arrollamientos divididos, conmutación Y/ Δ , estático por resistencias, por auto transformador, con anillos rozantes, electrónico por tensión variable y limitación de corriente, jaulas especiales (doble jaula y ranura profunda). 7. C.2-Variación de la velocidad: auto transformador; reactancias saturables; resistencia rotórica; por variación del número de polos (ciclo convertidor); por variación de frecuencia; 7.C.3-Frenado: por contracorriente, por corriente continua y supersíncrono, inversión de marcha. 7. C.4-Mantenimiento Preventivo: herramientas necesarias, revisión y detección de fallas mecánicas; comprobación de circuitos: localización de derivaciones, cortocircuitos e interrupciones.-

Tema D-Motores Asíncronos Monofásicos: 7. D.1-Forma constructiva, principio de funcionamiento, campos rodantes cruzados, arranque. 7. D.2-Momento, curvas características. 7. D.3-Métodos de puesta en marcha: fase auxiliar, condensadores, polos sombra. 7. D.4-Inversión del sentido de giro. 7. D.5-El motor trifásico como monofásico, características y aplicaciones.-

Teoría: 6 hs.

Ejercitación: 3 hs.

Laboratorio Experimental: 2 hs.

TOTAL: 11 hs.

Unidad 8-PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Tema A-Centrales: 8. A.1-Clasificación. 8. A.2-Hidroeléctricas: de pasada, de embalse, de acumulación y bombeo, máquinas impulsoras. 8. A.3-Térmicas, convencionales de vapor, nucleares de vapor, turbo gas, diesel.

Tema B-Sistema Eléctrico de Potencia: 8.B.1-Esquema, componentes. 8. B.2-Potencia y demanda de un sistema. 8. B.3-Potencia media, potencia instalada, factor de carga,

ELECTROTECNIA Y MÁQUINAS ELÉCTRICAS

Especialidad: Ing. INDUSTRIAL

factor de utilización, factor de reserva, reserva fría. 8. B.4-Tiempo de utilización y coste de la energía. 8. B.5-Centrales de Punta y de Base.-

Teoría: 2 hs.

TOTAL: 2 hs.

BIBLIOGRAFÍA:

ELEMENTAL

**Electrotecnia de Potencia
Tecnología Eléctrica
Máquinas Eléctricas**

Wolfgang Muller –Editorial Reverté
Castejón y Santamaría-Editorial McGraw-Hill
Marcelo A. Sobrevila-Editorial Alsina

PRINCIPAL

**Máquinas Eléctricas
Máquinas de Corriente Continua
Máquinas de Corriente Alterna
Circuitos de Corriente Alterna
Máquinas Eléctricas
Mantenimiento de Máq. Eléctricas
Máquinas Eléctricas**

Jesús Fraile Mora – Editorial McGraw-Hill
Michael Liwischitz-Garik-Editorial Continental
Michael Liwischitz-Garik-Editorial Continental
Kerchner y Corcoran – Editorial CECSA
Stephen J. Chapman-Editorial McGraw-Hill
Juan J. Manzano Orrego – Edit. Paraninfo -Thomson
Apuntes de la Cátedra

DE CONSULTA

**Teoría y Probl. De Electromagnetismo
Circuitos Eléctricos
Problemas de Máquinas Eléctricas
Esc. del Técnico Electricista T. VII
Esc. del Técnico Electricista T. X
Circuitos Eléctricos y Magnéticos**

Serie Schaum - J. A. Edminister - Editorial McGraw Hill
Serie Schaum - J. A. Edminister - Editorial McGraw Hill
Serie Schaum - J. F. Mora-Editorial McGraw Hill
Juan Corrales Martín –Editorial Labor
Paúl Hering –Editorial Labor
Marcelo A. Sobrevila

PROBLEMAS DE GABINETE

- 1 – Circuitos Magnéticos
- 2 – Circuitos de Corriente Alterna Monofásica
- 3 – Circuitos de Corriente Alterna Trifásica
- 4 – Líneas de Baja Tensión
- 5 – Transformadores
- 6 – Máquinas de Corriente Continua
- 7 – Máquina Síncrona
- 8 – Motor Asíncrono

ENSAYOS DE LABORATORIO

- 01- Elementos de Protección y Comando. Errores en las Mediciones.
- 02- Mediciones en CA Monofásica.
- 03- Determinación de la Potencia y el factor de potencia con Medidor de Energía.
- 04- Medición de Potencia Trifásica. Método Aarón.
- 05- Transformador –Medición de resistencias de los devanados y Relación de Transformación
- 06- Transformador: Ensayo de Vacío.

Especialidad: Ing. INDUSTRIAL

- 07- Transformador: Ensayo de Cortocircuito.
- 08- Generador de Corriente Continua: Curvas Características
- 09- Motor de Corriente Continua: Variación de la velocidad
- 10A- Generador Síncrono: Ensayos y Paralelo
- 10B- Motor Síncrono: Paralelo y Ensayos
- 11- Arranque Y/Δ de motor trifásico con lógica cableada.
- 12- Motor Asíncrono Trifásico: Ensayos de Vacío y C.C.

PROGRAMA DE EXAMEN

Bolilla 1: Unidades: 1A – 4A – 5A	- Exp. Lab. 4 y 9	-P. Gab. 2 y 7
Bolilla 2: Unidades: 1B – 4B – 6C	- Exp. Lab. 3 y 11	-P. Gab. 1 y 6
Bolilla 3: Unidades: 1C – 4C – 7A	- Exp. Lab. 6 y 10.A	-P. Gab. 8 y 4
Bolilla 4: Unidades: 2A – 5A – 6D	- Exp. Lab. 8 y 4	-P. Gab. 5 y 3
Bolilla 5: Unidades: 2B – 5B – 7C	- Exp. Lab. 6 y 3	-P. Gab. 3 y 7
Bolilla 6: Unidades: 3A – 5C – 7B	- Exp. Lab. 5 y 4	-P. Gab. 1 y 7
Bolilla 7: Unidades: 3B – 6A – 7D	- Exp. Lab. 9 y 7	-P. Gab. 1 y 8
Bolilla 8: Unidades: 8A – 6B – 7A	- Exp. Lab. 1 y 7	-P. Gab. 2 y 4
Bolilla 9: Unidades: 8B – 4A – 6B	- Exp. Lab. 10. B y 2	-P. Gab. 8 y 3