Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional de Cuyo P1- PROGRAMA DE ASIGNATURA			
Asignatura:	Electrotecnia y Máquinas Eléctricas		
Profesor Titular:	Ing. A. FARA		
Carrera:	**Ingeniería Industrial**		
Año: 2018	**Semestre: 4º**	**Horas Semestre: 90**	**Horas Semana: 6**

OBJETIVOS

- Capacitarse para el planeamiento, análisis y resolución de los problemas teóricos de las máquinas eléctricas y su aplicación a la realidad concreta.
- Adquirir competencias para establecer relaciones entre el contexto teórico y los problemas a resolver.
- Capacitarse para fundamentar las distintas alternativas de la resolución de los problemas.
- Desarrollar hábitos de claridad de las expresiones.
- Participar activamente en la elaboración del propio aprendizaje.
- Desarrollar la capacidad del razonamiento lógico, intuitivo y deductivo.
- Desarrollar con la profundidad adecuada los conceptos científicos de la Electrotecnia y las Máquinas Eléctricas.
- Desarrollar hábitos de trabajo, orden y prolijidad.
- Reforzar actitudes de responsabilidad, compromiso, honestidad.

CONTENIDOS

Unidad 1- CIRCUITOS

Tema A-Magnéticos:

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 (saturación). 1. A.4-Circuitos magnéticos serie y paralelo, asociación de reluctancias, factor de apilamiento, el entrehierro y el flujo disperso. 1. A.5-Circuitos esquemáticos. Los Lemas de Kirchhoff. Cálculo y resolución de circuitos magnéticos.

Tema B-Monofásicos de corriente alterna:

1.B.1-Tipos de corriente alterna, diversos regímenes de la corriente, ventajas 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, diagramas vectoriales. 1. B.3-Circuito inductivo puro, efecto de la frecuencia, relación entre tensión e intensidad, la reactancia inductiva, notación simbólica, el operador **j**, potencia, diagramas temporales y vectoriales. 1. B.4-Circuito capacitivo puro, efecto de la frecuencia, relación entre tensión e intensidad, la reactancia capacitiva, notación simbólica, el operador **j,** potencia, diagramas temporales y vectoriales. 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 anti resonancia. 1. B.9-El factor de potencia y su influencia en las pérdidas y caídas de tensión. Mejoramiento del factor de potencia, diagramas vectoriales.-

***Tema C -Trifásicos de corriente alterna*:**

1. C.1-Generación, línea de transporte y cargas trifásicas, formas de conexión, estrella y triangulo. 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 el de las admitancias, diagramas de tensiones y corrientes, triángulo de potencias.-

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. El transformador 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.

Unidad 3- LÍNEAS 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.-

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. 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 secundario. 4. B.3-Circuito equivalente reducido y diagrama vectorial simplificado del transformador en vacío, en carga 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.

Tema C-Transformador Trifásico:

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.-

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 (deducción). 5. A.3-El bobinado inductor: formas de conexión y designación normalizada de terminales, circuitos esquemáticos, placa de bornes. 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-Generador de Corriente Continua:

5. B.1-Ensayos y Gráficos de las curvas características: magnética, en vacío, en carga, externa y de regulación en generadores con excitación independiente, derivación, serie y compuesta. 5. B.2-Circuitos esquemáticos de cada Ensayo con denominación normalizada de Bornes e instrumental. Análisis de las variaciones según las ecuaciones de equilibrio.-

Tema C-Motor 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 (deducción). 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.

Unidad 6-MÁQUINA SÍNCRONA

Tema A-Generador Síncrono:

6. A.1-Generalidades, descripción, aspectos constructivos, frecuencia y velocidad. 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 características*:**

6. B.1-Ensayos y curvas ccaracterísticas: en vacío, en cortocircuito, en carga, externa y regulación. Circuitos esquemáticos, instrumentos de medición y gráficos. 6. B.2-Relación de cortocircuito e 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 la 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 cosφ, conclusiones. 6. D.5-Curvas en V, conclusiones. 6. D.6-Arranque del motor síncrono (alternativas), arranque automático. 6. D.7-Aplicaciones: entregando potencia útil solamente, entregando potencia útil y sobreexcitada, como compensador síncrono. 6. D.8-Comparación de costos y aplicaciones.-

Unidad 7-MOTOR ASÍNCRONO

Tema A-Motor Asincrónico 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, estatórico 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 súper síncrono, inversión de marcha.

Tema D-Motores Asincrónicos Monofásicos:

7. D.1-Forma constructiva, principio de funcionamiento. 7 .D.2-Si lo impulso hay par: teoría de los campos rodantes cruzados. 7. D.3-Momentos, curvas características. Momento neto. 7. D.4-Métodos de puesta en marcha: fase auxiliar, condensadores, polos sombra. 7. D.5-Inversión del sentido de giro. 7. D.6-El motor trifásico como monofásico, características y aplicaciones.-

Unidad 8-PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE ENERGIA 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, 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.-

METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA

Teoría: Se desarrollan los temas mediante exposición en pizarra, con aplicación a ejemplos prácticos, utilizando como recursos didácticos: transparencias, catálogos, partes de máquinas reales y fichas técnicas. Desde la página Web de la Cátedra se sugiere a los alumnos ingresar a Links predeterminados de Internet, íntimamente relacionadas con los temas dictados en la Teoría, en los cuales se aprecian muy buenos despieces de las máquinas y se observan animaciones didácticas de excelente calidad sobre los principios de funcionamiento de cada una, lo que permite "cerrar" conceptualmente los temas.-

Gabinete: Los Jefes de Trabajos Prácticos guían a los alumnos, en la pizarra, para lograr la solución de los problemas más complejos de los Prácticos de Gabinete, a fin de conducirlos en la adquisición de las competencias necesarias para la identificación y solución de estos problemas. Se atenderán rigurosamente las consultas de nuestros alumnos, en los horarios previstos para tal fin.-

Laboratorio Experimental: se efectúan las Experiencias de Laboratorio previstas en la Planificación, una por semana, según el Cronograma de Laboratorio Experimental que se da a conocer a través de la página Web. Las experiencias se realizan, en esta especialidad, con una mayor participación de los alumnos en la ejecución de las mismas, dado el escaso número de alumnos cursantes, lo cual permite que los alumnos desarrollen habilidades prácticas en la conexión, ensayos, lectura de valores de los instrumentos, desconexión y análisis de los resultados obtenidos en los ensayos realizados.-

Actividad	Carga horaria por semestre
Teoría y resolución de ejercicios simples	75
Formación práctica	
Formación Experimental – Laboratorio	15
Formación Experimental - Trabajo de campo	0
Resolución de problemas de ingeniería	0
Proyecto y diseño	0
Total	**90**

BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía básica

Autor	Título	Editorial	Año	Ejemplares en biblioteca
Jesús Fraile Mora	Máquinas Eléctricas	McGraw-Hill	2003	6
Stephen J. Chapman	Máquinas Eléctricas	McGraw-Hill	2000	7
Jesús Fraile Mora	Problemas de Maquinas Eléctricas	Serie Schaum McGraw-Hill	2005	7
Cátedra Electrotecnia	Apuntes de Cátedra y PPS		2009	Web

Bibliografía complementaria

Autor	Título	Editorial	Año	Ejemplares en biblioteca
Marcelo A. Sobrevila	Máquinas Eléctricas	Alsina	2006	4
Castejón y Santamaría	Tecnología Eléctrica	McGraw-Hill	1993	6
Marcelo A. Sobrevila	Circuitos Eléctricos y Magnéticos	Fund. para el Libro Tecnológico	1973	1
J. A. Edminister	Circuitos Eléctricos	Serie Schaum McGraw-Hill	1988	12
J. A. Edminister	Teoría y Problemas de Electromagnetismo	Serie Schaum McGraw-Hill	1981	2

PRACTICOS DE GABINETE (Problemas)

01 Circuitos Magnéticos.
02 Circuitos de Corriente Alterna Monofásica.
03 Circuitos de Corriente Alterna Trifásica.
04 Líneas de Baja Tensión.
05 Transformadores.
06 Máquinas de Corriente Continua.
07 Máquina Síncrona.
08 Motor Asíncrono.

ENSAYOS DE LABORATORIO EXPERIMENTAL

01 Elementos de Protección y Comando. Errores en las Mediciones.
02 Mediciones en CA Monofásica.
03 Determinación de Potencia y el factor de pot. 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.
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, impedancia síncrona y Relación de Cortocircuito, pta. en paralelo.
10B Paralelo del Generador Síncrono. Funcionamiento como motor, variación de la excitación.
11 Arranques Varios y Frenado del motor asíncrono trifásico. El motor monofásico.
12 Motor Asíncrono Trifásico: Ensayos de Vacío y C.C. Determinación de Pérdidas y Parámetros.
13 Medición de Aislación.

EVALUACIONES

1. La evaluación del aprendizaje del alumno consiste en dos instancias de evaluación parcial con sus respectivas recuperaciones y una evaluación Global Complementaria de carácter integrador.-
2. Todos los parciales son escritos inclusive el global integrador, y se califican con puntaje de 0 a 100 puntos. La aprobación se logra con el 60%.-
3. Las evaluaciones son de carácter eminentemente práctico y se inquiere al alumno con preguntas relacionadas a las experiencias de Laboratorio y problemas análogos a los desarrollados en las clases de problemas.-

4. El alumno debe cumplir con el 75% de ASISTENCIA a las Clases Experimentales de Laboratorio.
5. El alumno debe APROBAR la Carpeta de Reportes de Laboratorio.-

6. El alumno para regularizar debe aprobar dos parciales en fecha o en recuperación ó en su defecto, un parcial aprobado en fecha o recuperación y el Global Integrador.-

7. El alumno logra la regularidad, cuando, habiendo cumplido los requisitos mencionados, presenta para su aprobación la Carpeta de Prácticos de Problemas y Experiencias de Laboratorio, la cual debe también presentar al inicio del Examen Final.-

CONDICIONES PARA APROBAR LA ASIGNATURA

8. En cuanto al Examen Final, los alumnos REGULARES: eligen una de las dos bolillas sorteadas al azar y sobre ella se los indaga: 1º) mediante la exposición de un tema Práctico, que puede ser una Experiencia de Laboratorio o un Problema de la Carpeta, respondiendo luego preguntas teóricas y/o prácticas, relacionadas al Ejemplo Práctico que ha expuesto. A continuación, debe exponer sobre un tema teórico de la bolilla elegida. Luego de su exposición debe responder, de nuevo preguntas relacionadas al tema y/o máquina en cuestión. Si fallara en algún tema o su exposición ha sido muy pobre se le solicita el desarrollo de otro tema de cualquiera de las dos bolillas que sacó. Dos temas nos aprobados implica la desaprobación del Examen final.-

9. Respecto de los alumnos LIBRES, son indagados a Programa abierto y deben resolver, en forma escrita, dos Ejemplos Prácticos, un problema y una experiencia de Laboratorio y luego desarrollar dos temas teóricos, en la pizarra, todos elegidos al azar por el Comité Examinador, respondiendo a todas las preguntas del Comité. Dos de estos cuatro ítems nos aprobados implica la desaprobación del Examen final.-

PROGRAMA DE EXAMEN

Bolilla 1:	Temas: 1A – 4A – 5A	Exp. Lab. 4	y 9	P. Gab. 2 y 7
Bolilla 2:	Temas: 1B – 4B – 6C	Exp. Lab. 3	y 11	P. Gab. 1 y 6
Bolilla 3:	Temas: 1C – 4C – 7A	Exp. Lab. 6	y 10A	P. Gab. 8 y 4
Bolilla 4:	Temas: 2A – 5A – 6D	Exp. Lab. 8	y 4	P. Gab. 5 y 3
Bolilla 5:	Temas: 2B – 5B – 7C	Exp. Lab. 6	y 3	P. Gab. 3 y 7
Bolilla 6:	Temas: 3A – 5C – 7B	Exp. Lab. 5	y 4	P. Gab. 1 y 7
Bolilla 7:	Temas: 3B – 6A – 7D	Exp. Lab. 9	y 12	P. Gab. 1 y 8
Bolilla 8:	Temas: 8A – 6B – 7A	Exp. Lab. 1	y 7	P. Gab. 2 y 4
Bolilla 9:	Temas: 8B – 4A -6B	Exp. Lab. 10B	y 2	P. Gab. 8 y 3

Mendoza, 01 de Julio de 2018.-

.....

Ing. Alejandro Fara

Profesor Adj. A cargo