

Programa de
Máquinas Eléctricas I



Código/s: E9

Identificación y características de la Actividad Curricular

Carrera/s:	Ingeniería Eléctrica		
Plan de Estudios:	2014	Carácter:	Obligatoria
Bloque/Campo:	Tecnologías Básicas	Área:	Máquinas Eléctricas
Régimen de cursado:	Cuatrimestral		
Cuatrimestre:	6º [ETA]		
Carga horaria:	96 hs. / 6 hs. semanales	Formato curricular:	Asignatura
Escuela:	Ingeniería Eléctrica	Departamento:	Electricidad Aplicada
Docente responsable:	CACHIONE, Raúl		

Programa Sintético

Conversión electromecánica de la Energía. Análisis de estado estacionario Circuitos magnéticos. Transformadores. Teoría general de la máquina rotativa. Máquina de inducción. Máquina sincrónica. Máquina de corriente continua. Máquinas Especiales. Rendimiento, pérdidas y calentamiento. Aspectos constructivos y de diseño. Ensayos típicos.

Asignaturas Relacionadas

Previas:	E4 - Electromagnetismo Aplicado, E5 - Materiales Eléctricos, FI5 - Higiene y Seguridad y Gestión Ambiental
Simultaneas Recomendadas:	E6 - Metrología Eléctrica
Posteriores:	E11 - Dinámica de los Sistemas, E12 - Generación de la Energía Eléctrica

Vigencia desde

Firma Profesor

Fecha

Firma Aprob. Escuela

Fecha

Con el aval del Consejo Asesor:

Características generales

Considerando que la Ingeniería Eléctrica se sustenta en disciplinas tales como instalaciones eléctricas, sistemas de potencia, transmisión, distribución y generación de la energía eléctrica, esta materia se estructura de manera que sirva como sustento para la comprensión de las anteriores. El alumno dispondrá de herramientas básicas, pero necesarias, para poder comprender todos los fenómenos que ocurren en las asignaturas posteriores, y a la vez, la capacidad crítica para observar a las máquinas, no en forma aislada, sino dentro del marco de funcionamiento.

Es por ello que el desarrollo se hace enfocando el hecho físico desde lo conceptual y cualitativo, apoyado por las teorías del electromagnetismo y de los circuitos; y de manera de no perder de vista el fenómeno mismo que da origen al porqué de las máquinas. Para poder cerrar el proceso del conocimiento, siempre se trata de ilustrar todos los temas con las mismas máquinas reales descritas en forma teórica.

Objetivos

Dominar los principios fundamentales que gobiernan el comportamiento de las máquinas eléctricas en régimen permanente, permitiendo su evaluación cuantitativa y cualitativa. Obtener los parámetros característicos de las máquinas mediante ensayos de laboratorio para poder plantear un modelo físico-matemático

Contenido Temático

1. TRANSFORMADORES

- 1.1. Inducción electromagnética.
- 1.2. Circuitos magnéticos.
- 1.3. Inductores con hierro y entrehierro.
- 1.4. Inductancia mutua.
- 1.5. Ecuaciones de circuitos magnéticamente acopiados.
- 1.6. Transformadores. Características constructivas “de columnas y acorazados”.
- 1.7. Relaciones de fase entre corrientes y f.e.m. – diagramas fasorial con secundario en vacío.
- 1.8. Diagrama fasorial del transformador en carga.
- 1.9. Factores de reducción o de referencia.
- 1.10. Diagrama fasorial general.
- 1.11. Relaciones matemáticas y obtención de los circuitos equivalentes exacto y aproximado.
- 1.12. Determinación de los parámetros del transformador por ensayos.
- 1.13. Regulación de tensión.
- 1.14. Pérdidas y separación de pérdidas en el transformador.
- 1.15. Rendimiento – Rendimiento máximo y energético.
- 1.16. Efecto de la reactancia de dispersión sobre el funcionamiento del transformador.
- 1.17. Forma de ondas no sinusoidales. Transformador en circuito abierto.
- 1.18. Transformador de tres arrollamientos.
- 1.19. El auto transformador. Diagrama fasorial, circuito equivalente, regulación y rendimiento.
- 1.20. Paralelo de transformadores monofásicos.
- 1.21. Repartición de carga entre transformadores en paralelo.
- 1.22. Corriente transitoria de conexión.
- 1.23. Transformación trifásica por medio de bancos de transformadores monofásicos.
- 1.24. Características de funcionamiento de las distintas combinaciones de conexión – Triángulo, Estrella, Zig-Zag
- 1.25. Conexión en triángulo abierto.
- 1.26. Conexión en T.

- 1.27. Determinación del índice del sistema.
- 1.28. Transformadores trifásicos.
- 1.29. Características constructivas de los distintos tipos.
- 1.30. Características de funcionamiento de las distintas combinaciones de conexión.
- 1.31. Condiciones para la puesta en paralelo y repartición de carga
- 1.32. Transformador de puesta a tierra.
- 1.33. Sistema de cálculo con valores por unidad.
- 1.34. Comportamiento térmico de los transformadores.

2. PRINCIPIOS FUNDAMENTALES DE LAS MÁQUINAS GIRATORIAS

- 2.1. Fuerza electromotriz generada por movimiento relativo entre un conductor y un campo magnético.
- 2.2. Relación entre flujo polar y densidad de flujo en el entre hierro.
- 2.3. Frecuencia de alternancia.
- 2.4. Angulos eléctricos.
- 2.5. Análisis de Fourier de la densidad de flujo en el entre hierro y distribución de la f.m.m.
- 2.6. Devanados.
- 2.7. Factores de distribución y de paso de los devanados.
- 2.8. Influencia de los factores de distribución y de paso sobre la f.m.m. y sobre la f.m.m. inducida en los devanados.
- 2.9. Campo magnético giratorio.

3. MAQUINAS SINCRONICAS

- 3.1. Características constructivas: máquinas isótropas y anisótropas.
- 3.2. Principio de funcionamiento.
- 3.3. Diagrama vectorial del generador isótropo.
- 3.4. Característica de vacío y corto circuito del generador
- 3.5. Característica en carga. Triángulo de Potier.
- 3.6. Cálculo de las características de carga. Regulación de tensión.
- 3.7. Método de la impedancia sincrónica.
- 3.8. Método de las f.e.m. y de las f.m.m.
- 3.9. Análisis comparativo de los métodos aplicados.
- 3.10. Método de Blondell de las dos reacciones - del generador anisótropo.
- 3.11. Diagrama vectorial modificado del generador anisótropo.
- 3.12. Relaciones entre $Z_s - X_d - X_q$.
- 3.13. Ensayo de deslizamiento.
- 3.14. Reactancia de dispersión del inducido X_a .
- 3.15. Reactancias de reacción en eje directo y cuadratura, $X_{rd} - X_{rq}$.
- 3.16. Reactancias transitorias y subtransitorias.
- 3.17. Determinación de la reactancias subtransitoria de eje directo X_d .
- 3.18. Determinación de las impedancias de secuencia negativa y 0.
- 3.19. Determinación del rendimiento del generador anisótropo
- 3.20. Operación de puesta en paralelo.
- 3.21. Funcionamiento en paralelo y división de la carga.
- 3.22. Transición de la acción generador a motora.
- 3.23. Diagrama vectorial del motor isótropo.
- 3.24. Corriente de inducido como función de la potencia desarrollada.
- 3.25. Corriente de inducido como función de la excitación.
- 3.26. Diagrama vectorial del motor anisótropo.
- 3.27. Relación potencia desarrollada/ ángulo de carga en motor
- 3.28. Expresión de la potencia electromagnética del motor isótropo.

- 3.29. Expresión de la potencia electromagnética del motor anisótropo.
- 3.30. Análisis de los motores anisótropos.
- 3.31. Penduleo y amortiguamiento.
- 3.32. Métodos de arranque del motor.
- 3.33. Diagrama de Blondell – Su construcción y su aplicación en el motor
- 3.34. Determinación de la curva en V del motor
- 3.35. Pérdidas y rendimiento del motor

4. MÁQUINAS DE INDUCCIÓN

- 4.1. Elementos componentes del motor asincrónico.
- 4.2. Teoría transformadora del motor asincrónico.
- 4.3. Significado físico del deslizamiento.
- 4.4. Relaciones matemáticas y circuito equivalente.
- 4.5. Circuitos equivalentes referidos.
- 4.6. Par motor y características mecánicas.
- 4.7. Influencia de los parámetros sobre las características mecánicas del motor.
- 4.8. Determinación de los parámetros del motor. Ensayo en vacío y corto circuito.
- 4.9. Diagrama circular de la máquina asincrona.
- 4.10. Rotor de jaula.
- 4.11. Potencia nominal y característica de funcionamiento.
- 4.12. Factores que afectan al par motor.
- 4.13. Rotores de ranura profunda y de doble jaula.
- 4.14. Métodos de arranque.
- 4.15. Regulación de velocidad. Distintos métodos.
- 4.16. Funcionamiento de la máquina de inducción como generador.
- 4.17. Funcionamiento de la máquina de inducción como freno.
- 4.18. Máquinas de inducción especiales.
- 4.19. Motor de inducción monofásico
- 4.20. Teoría de los dos campos giratorios.
- 4.21. Ecuaciones de mallas del estator y rotor.
- 4.22. Circuito equivalente del motor de inducción monofásico.
- 4.23. Par del motor monofásico.
- 4.24. Obtención del par de arranque para el motor monofásico.
- 4.25. Diagrama vectorial para las condiciones de arranque.
- 4.26. Determinación de los parámetros, ensayo de vacío y de corto.
- 4.27. Motor de polos de sombra.

5. MÁQUINAS DE CORRIENTE CONTINUA

- 5.1. Generador de corriente continua. Característica constructiva.
- 5.2. Sentido y magnitud de f.e.m. inducida.
- 5.3. Rectificación de la onda de tensión. El conmutador o colector.
- 5.4. Arrollamientos para las máquinas de corriente continua.
- 5.5. Tensión generada.
- 5.6. Reacción de armadura. Efectos sobre la tensión generada.
- 5.7. Arrollamientos de compensación.
- 5.8. Conmutación.
- 5.9. Polos de conmutación.
- 5.10. Sistemas de excitación en máquinas de corrientes continuas.
- 5.11. Curvas características de los generadores según el sistema de excitación: en vacío, interna, externa y de regulación.
- 5.12. Paralelo de generadores de corriente continua y de repartición de carga.
- 5.13. Relaciones recíprocas entre motores y generadores.

- 5.14. Fuerza contra electromotriz y velocidad de los motores.
- 5.15. Par motor y energía mecánica.
- 5.16. Sistemas de arranque de los motores de corriente continua.
- 5.17. Construcción de las curvas características velocidad/corriente y cupla/corriente de los motores según su sistema de excitación.
- 5.18. Comparación de las características de los motores.
- 5.19. Características mecánicas de los motores de corriente continua y regulación de velocidad en régimen de carga y de freno según sistema de excitación.

6. MÁQUINAS ESPECIALES

- 6.1. Motores de corriente alterna a colector.
- 6.2. El motor monofásico a repulsión.
- 6.3. El motor de paso a paso.
- 6.4. El motor de inducción lineal.

Modalidades de enseñanza-aprendizaje

El dictado de la materia se estructura en el desarrollo de tres ejes: Teoría-Práctica-Trabajos Prácticos

Los temas de teoría se exponen respetando las pautas fijadas en el programa oficial, en forma ordenada, sistemática, y progresiva en complejidad; utilizando herramientas de aula como el pizarrón, Power Point, programas de simulación (Java, Matlab-Simulink entre otros). Se pretende generar una clase dinámica donde los alumnos participen en el desenlace de dilemas reales que propone el docente.

Las clases prácticas son abordadas con la aplicación de los conceptos explicados en las teóricas, incluye la resolución analítica de problemas en el pizarrón, por parte del docente o bien en forma individual o grupal, por parte de los alumnos. Se incluyen problemas propuestos como material de estudio complementario, para que cada uno resuelva en forma particular

Las clases teóricas y prácticas se complementan con actividad de los trabajos prácticos obligatorios en el laboratorio, permitiendo la interacción directa de los alumnos con las máquinas mediante de la concreción de consignas fijadas en las guías elaboradas por la cátedra. Toman contacto con todos los equipos de maniobra y medición que vigilan el hacer de aquellos aparatos eléctricos, donde verifican las aseveraciones de la teoría, elaboran un informe en el que vuelcan los requerimientos del trabajo y elaboran conclusiones en base a los conocimientos adquiridos. Se pone principal cuidado en cumplir con las normas vigentes y observar todas las medidas de seguridad para las personas y bienes de trabajo

Actividades de Formación Práctica

En los trabajos prácticos de laboratorio, se pretenden reproducir las condiciones de trabajo

Nº	Título	Descripción
1	Transformadores trifásicos	<ul style="list-style-type: none"> • Medición de resistencias de arrollamientos • Medición de resistencias de aislación • Determinación de la relación de transformación • Determinación de bornes homologos • Determinación del desfase angular • Ensayo en vacio • Ensayo en corto circuito

2	Máquina Sincrónica	<ul style="list-style-type: none"> • Medición de resistencias de armadura y campo • Medición de resistencia de aislación • Ensayo en vacío • Ensayo en corto circuito • Trazado de las características de vacío y de cortocircuito • Determinación de las impedancias sincrónicas saturada y no saturada
3	Máquina Asíncrona	<ul style="list-style-type: none"> • Medición de resistencia de armadura • Medición de resistencia de aislación • Ensayo en vacío • Ensayo en corto circuito • Determinación de los distintos regímenes de funcionamiento • Construcción del diagrama circular y circuito equivalente
4	Máquina de Corriente Continua	<ul style="list-style-type: none"> • Medición de resistencias de armadura y campo • Medición de resistencia de aislación • Ensayo en vacío • Trazado de las características de vacío

Evaluación

Requisitos de aprobación: (según Resolución N° 132/00 CD)

- APROBADO: Calificación final igual o superior a 6 (seis) y aprobar el coloquio final integrador
- INTERMEDIA: Calificación final igual o superior a 4 (cuatro) y menor a 6 (seis). Para alcanzar la condición de aprobado, debe rendir final escrito de los temas y/o trabajos prácticos no aprobados, y coloquio final integrador
- LIBRE: Calificación final menor a 4 (cuatro). Para alcanzar la condición de aprobado, debe rendir laboratorios, final escrito de todos los temas y coloquio final integrador.

Criterios de evaluación:

Se evaluará la metodología aplicada para resolver y justificar una situación teórica dada, empleando las herramientas que se dictaron en la cursada.

Técnicas de evaluación:

Durante el cuatrimestre se realizan cuatro evaluaciones parciales escritas de teoría y práctica, y cuatro trabajos prácticos; de modo de abarcar en forma ordenada los temas del programa.

Los parciales de teoría consisten en preguntas en donde el alumno, en forma individual, debe producir una respuesta en base a alguna justificación teórica vista en clase.

En los de práctica, uno o varios problemas deben ser resueltos, en forma individual, junto a un cuestionario referido a los trabajos prácticos. En cuanto a estos últimos, son obligatoriamente presenciales, y deben ser informados en forma grupal.

La nota final surge del promedio de:

- Nota 1: Promedio de notas de los Parciales teórico-práctico.
- Nota 2: Promedio de notas de los informes de Trabajos Prácticos de Laboratorio.
- Nota 3: Calificación del Coloquio final integrador

Distribución de la carga horaria

Presenciales

Teóricas		48 Hs.
Prácticas	Experimental de Laboratorio	32 Hs.
	Experimental de Campo	0 Hs.
	Resolución de Problemas y Ejercicios	16 Hs.
	Problemas Abiertos de Ingeniería	0 Hs.
	Actividades de Proyecto y Diseño	0 Hs.
	Práctica Profesional Supervisada	0 Hs.
	Total	96 Hs.
Evaluaciones		16 Hs.
Dedicadas por el alumno fuera de clase		
	Preparación Teórica	45 Hs.
	Preparación Práctica	45 Hs.
	Elaboración y redacción de informes, trabajos, presentaciones, etc.	20 Hs.
	Total	110 Hs.

Bibliografía básica

Título	Autores	Editorial	Año	Ejem.
MÁQUINAS ELÉCTRICAS	Jesus Fraile Mora	Mc Graw Hil	2006	-
MÁQUINAS ELÉCTRICAS TOMO 1 y 2	Kostenko-Piotrovsky	Montaner Simón	1978	2
MÁQUINAS ELÉCTRICAS	S.Champman	Mc Graw Hill	2000	7
CIRCUITOS MAGNÉTICOS Y TRANSF.	Staff M.I.T	Reverte	1981	3

Bibliografía complementaria

Título	Autores	Editorial	Año	Ejem.
TEORIA DE LAS MAQUINAS DE CORRIENTE ALTERNA	A. Langsdorf	Mc Graw Hil	1967	4
PRINCIPIO DE LAS MÁQUINAS DE CC	A. Langsdorf	Mc Graw Hil	1967	2
ANALYSIS OF ELECTRIC MACHINARY AND DRIVE SYSTEMS	Paul Krause, Oleg Wasynczuk & Scott Sudhoff	IEEE	2002	3
MAQUINAS DE CORRIENTE ALTERNA	Liwschitz Garik	CECSA	1981	1
ANÁLISIS DE SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA	Grainger-Stevenson	Mc Graw Hil	1996	1

Recursos web y otros recursos

El desarrollo de los temas teóricos se realiza mediante la proyección de Power Point producidas en la cátedra y en base al material de estudio propuesto. Se pretende crear un ámbito de debate dentro del marco fijado por los temas tratados. Se complementa con la simulación de fenómenos mediante Java, Matlab-Simulink entre otros, y la exposición y funcionamiento de máquinas reales. La cátedra produjo apuntes de temas que en la bibliografía no se ajustan al programa y facilita el material bibliográfico que no se encuentra en la biblioteca.

Las clases prácticas son abordadas con la aplicación de los conceptos explicados en las teóricas; el docente desenvuelve, pizarrón mediante, los problemas propuestos en las guías echas por la cátedra, o planteando situaciones elaboradas desde hechos reales. Se propone problemas a resolver en forma individual o grupal por parte de los alumnos.

Los trabajos prácticos que se realizan en laboratorio, descrito en las guías correspondientes. tratan sobre el funcionamiento y la medición de los parámetros característicos de cada máquina. Dentro de este ámbito, se encuentran motores y generadores de corriente continua y alterna, transformadores y autotransformadores trifásicos y monofásicos, y elementos de medición recientemente adquiridos, que permite ejecutar los trabajos en forma precisa y segura. Es importante resaltar que las máquinas se encuentran en perfecto estado de funcionamiento, a pesar de su antigüedad, y disponen de aparatos de maniobra y protección adecuados para el funcionamiento seguro de aquellas.

Esta materia utiliza su página web dentro la plataforma de C-VIRTUAL en donde se vuelcan bibliografía, información, calendarios, notas de parciales, etc., y constituye una herramienta muy eficaz para la comunicación.

Cronograma de actividades

Semana	Unidad	Tema	Actividad
1	1	Inducción electromagnética. Circuitos magnéticos. Inductores con hierro y entrehierro. Inductancia mutua. Ecuaciones de circuitos magnéticamente acopiados. Transformadores. Características constructivas “de columnas y acorazados”. Relaciones d	Desarrollo de teoría mediante power point con exposiciones de máquinas reales, y trabajo en práctica con resolución de problemas propuestos en la guía
2	1	Relaciones matemáticas y obtención de los circuitos equivalentes exacto y aproximado. Determinación de los parámetros del transformador por ensayos. Regulación de tensión. Pérdidas y separación de pérdidas en el transformador. Rendimiento – Rendim	Desarrollo de teoría mediante power point con exposiciones de máquinas reales, y trabajo en práctica con resolución de problemas propuestos en la guía
3	1	Transformador de tres arrollamientos. El auto transformador. Diagrama fasorial, circuito equivalente, regulación y rendimiento. Paralelo de transformadores monofásicos. Repartición de carga entre transformadores en paralelo. Corriente transitoria	Desarrollo de teoría mediante power point con exposiciones de máquinas reales, y en práctica explicación del trabajo práctico N° 1, se sigue con la resolución de problemas propuestos en la guía.
4	1	Transformación trifásica por medio de bancos de transformadores monofásicos. Características de funcionamiento de las distintas combinaciones de conexión – Triángulo, Estrella, Zig -Zag Conexión en triángulo abierto. Conexión en T. Determinación d	Desarrollo de teoría mediante power point con exposiciones de máquinas reales y en práctica se realiza el trabajo práctico N°1 en el laboratorio.
5	2	Fuerza electromotriz generada por movimiento relativo entre un conductor y un campo magnético. Relación entre flujo polar y densidad de flujo en el entre hierro. Frecuencia de alternancia. Angulos eléctricos. Análisis de Fourier de la densidad de	Desarrollo de teoría mediante power point con exposiciones de máquinas reales, y trabajo en práctica con resolución de problemas propuestos en la guía. Realización del parcial N°1 :Transformadores

6	3	<p>Características constructivas: máquinas isótropas y anisótropas.</p> <p>Principio de funcionamiento.</p> <p>Diagrama vectorial del generador isótropo.</p> <p>Característica de vacío y corto circuito del generador</p> <p>Característica en carga. Triángulo de Potier.</p> <p>Cálculo</p>	<p>Desarrollo de teoría mediante power point con exposiciones de máquinas reales, y trabajo en práctica con resolución de problemas propuestos en la guía.</p>
7	3	<p>_Ensayo de deslizamiento.</p> <p>Reactancia de dispersión del inducido X_a.</p> <p>Reactancias de reacción en eje directo y cuadratura, $X_{rd} - X_{rq}$.</p> <p>Reactancias transitorias y subtransitorias.</p> <p>Determinación de la reactancias subtransitoria de eje directo X_d.</p> <p>Det</p>	<p>Desarrollo de teoría mediante power point con exposiciones de máquinas reales, y trabajo en práctica con resolución de problemas propuestos en la guía</p>
8	3	<p>Transición de la acción generador a motora.</p> <p>Diagrama vectorial del motor isótropo.</p> <p>Corriente de inducido como función de la potencia desarrollada.</p> <p>Corriente de inducido como función de la excitación.</p> <p>Diagrama vectorial del motor anisótropo.</p> <p>Re</p>	<p>Desarrollo de teoría mediante power point con exposiciones de máquinas reales, y en práctica explicación del trabajo práctico N° 2, se sigue con la resolución de problemas propuestos en la guía.</p>
9	3	<p>Penduleo y amortiguamiento.</p> <p>Métodos de arranque del motor.</p> <p>Diagrama de Blondell – Su construcción y su aplicación en el motor</p> <p>Determinación de la curva en V del motor</p> <p>Pérdidas y rendimiento del motor</p>	<p>Desarrollo de teoría mediante power point con exposiciones de máquinas reales y en práctica se realiza el trabajo práctico N°2 en el laboratorio.</p>
10	4	<p>Elementos componentes del motor asincrónico.</p> <p>Teoría transformática del motor asincrónico.</p> <p>Significado físico del deslizamiento.</p> <p>Relaciones matemáticas y circuito equivalente.</p> <p>Circuitos equivalentes referidos.</p> <p>Par motor y características mecáni</p>	<p>Desarrollo de teoría mediante power point con exposiciones de máquinas reales, y trabajo en práctica con resolución de problemas propuestos en la guía.</p> <p>Realización del parcial N°2: Máquinas Sincrónicas</p>
11	4	<p>Potencia nominal y característica de funcionamiento.</p> <p>Factores que afectan al par motor.</p> <p>Rotores de ranura profunda y de doble jaula.</p> <p>Métodos de arranque.</p>	<p>Desarrollo de teoría mediante power point con exposiciones de máquinas reales, y en práctica explicación del trabajo práctico N°3, se sigue con la resolución de problemas propuestos en la guía.</p>

12	4	Regulación de velocidad. Distintos métodos. Funcionamiento de la máquina de inducción como generador. Funcionamiento de la máquina de inducción como freno. Máquinas de inducción especiales.	Desarrollo de teoría mediante power point con exposiciones de máquinas reales y en práctica se realiza el trabajo práctico N°3 en el laboratorio.
13	4	Motor de inducción monofásico Teoría de los dos campos giratorios. Ecuaciones de mallas del estator y rotor. Circuito equivalente del motor de inducción monofásico. Par del motor monofásico. Obtención del par de arranque para el motor monofásico.	Desarrollo de teoría mediante power point con exposiciones de máquinas reales, y trabajo en práctica con resolución de problemas propuestos en la guía
14	5	Generador de corriente continua. Característica constructiva. Sentido y magnitud de f.e.m. inducida. Rectificación de la onda de tensión. El conmutador o colector. Arrollamientos para las máquinas de corriente continua. Tensión generada. Reacción	Desarrollo de teoría mediante power point con exposiciones de máquinas reales, y en práctica explicación del trabajo práctico N°4, se sigue con la resolución de problemas propuestos en la guía. Realización del parcial N°3: Máquinas Asíncronas
15	6-7	Relaciones recíprocas entre motores y generadores. Fuerza contra electromotriz y velocidad de los motores. Par motor y energía mecánica. Sistemas de arranque de los motores de corriente continua. Construcción de las curvas características velocida	Desarrollo de teoría mediante power point con exposiciones de máquinas reales, y en práctica se realiza el trabajo práctico N°4 en el laboratorio.
16		Recuperatorios Coloquio Globalizador Final	Realización del parcial N°4: Máquinas de CC y Especiales