



Carrera: Ingeniería Eléctrica.

Plan de Estudio: 1995 Adecuado (Resolución CSU N° 1026/04).

Asignatura: ACCIONAMIENTOS Y CONTROLES ELÉCTRICOS

Carga horaria semanal: 4 horas

Carga horaria total: 128 horas

Área: CONTROL

Porcentaje de horas cátedra del área en la carrera: 5.9 %

Porcentaje de horas cátedra de la asignatura en el área: 44.4 %

Nivel: 5° año

Curso: Anual

Ciclo Académico: 2012

Equipo docente:

Profesor:

ING. JOSÉ JORGE PENCO

Auxiliar:

ING. NÉSTOR FABIÁN ADENTE

Comisiones

N° de Comisiones: 1



PLANIFICACIÓN DE CÁTEDRA

Fundamentación de la asignatura

Dada la situación actual, fundamentalmente económica, tanto de las empresas industriales como de servicios, el Ingeniero Electricista debe poder aportar soluciones concretas o diseñar proyectos desde muy sencillos y económicos, hasta otros donde se pongan en juego los más modernos recursos tecnológicos.

En este contexto, la asignatura trata de aportar las herramientas necesarias para poder comprender los problemas y evaluar las soluciones más convenientes en cada caso, intentando brindar un panorama completo de conceptos y métodos desde los más clásicos hasta los más recientes.

Objetivos Generales

Al finalizar el curso, el alumno deberá ser capaz de seleccionar el motor y su sistema de mando y control correspondientes; así como sus parámetros de ajuste para los diversos mecanismos aplicables a la industria.

Asimismo se introducen las modernas técnicas electrónicas utilizadas para el control de los dispositivos industriales, procurando crear una base de conocimientos que le permitan abordar con éxito cada una de las situaciones particulares que se le presenten.

Contenidos

Por ejes temáticos:

Unidad 1. Accionamientos con máquinas de CC.

Dinámica de los accionamientos.

Momentos motores y estáticos, sus características y sentidos.

Momento dinámico, definición física y matemática.

Cálculo de tiempos y recorridos, en aceleración y frenado de accionamientos. Problemas.

Motores de corriente continua. Tipos y características propias. Linealización.

Revisión de las ecuaciones fundamentales de la máquina y sus curvas estáticas características.

Parámetros eléctricos y mecánicos fundamentales.

Ecuaciones y curvas en valores relativos.

Motor de CC. en derivación. Arranque con flujo total.

Método de las resistencias en serie con el inducido.

Esquemas de conexión según la potencia. Ventajas y desventajas de cada uno.

Cálculo de las resistencias. Procedimientos gráfico y analítico.

Momento previo. Definición y cálculo de la resistencia.

Resolución de problemas.



Arranque y aceleración por variación del flujo de excitación.
Características mecánicas con flujo debilitado.
Fenómenos transitorios de acomodación de la velocidad y sus factores determinantes.

Frenado contracorriente. Distintas formas y ecuaciones demostrativas.
Esquema general de conexionado.
Curvas características mecánicas para el frenado y la inversión de velocidad.
Cálculo de la resistencia necesaria para la etapa.
Cálculo del punto de conexión del relé de contracorriente. Problemas.

Frenado dinámico. Distintos tipos, características eléctricas y mecánicas.
Cálculo de la resistencia de la etapa.
Método para aumentar la efectividad del frenado dinámico.
Frenado dinámico aplicado a motores regulados en velocidad con debilitamiento del flujo de excitación. Distintos casos. Transitorios en la velocidad.
Cálculo de resistencias de frenado para cada caso.
Resolución de problemas.

Métodos clásicos para la regulación de velocidad.
Método de shuntado del inducido. Estudio analítico y gráfico. Esquemas circuitales.
Resolución de problemas.

Motores de CC. serie.
Características básicas de funcionamiento. Curvas eléctricas y mecánicas, naturales y artificiales.
Método de arranque con resistencias en serie. Cálculo gráfico y analítico.
Frenado contracorriente. Comparación con el caso de la máquina en derivación. Cálculos.
Frenado dinámico. Comparación con el caso de la máquina en derivación. Cálculos.
Regulación de velocidad con esquemas resistivos combinados.
Resolución de problemas.

Motores de CC. con excitación compuesta.
Características eléctricas y mecánicas, curvas.
Arranque con resistencias. Cálculo.
Frenados contracorriente y dinámico. Cálculo de las resistencias en cada caso.
Comparación con los otros esquemas de excitación, ventajas y desventajas.

Desarrollo estimado: 11 semanas.

Unidad 2. Accionamientos con máquinas de CA.

Motores asincrónicos. Revisión general de conceptos.
Definiciones de resistencias y parámetros internos. Modelo equivalente.
Diagrama de la máquina en el plano par-velocidad. Resbalamiento.
Trazado de curvas aproximadas.

Motor de rotor bobinado. Características naturales y artificiales.
Corriente y par de arranque, características de cada uno de ellos.
Arranque con resistencias en el rotor, efectos y distintos esquemas de conexión.
Cálculo de las resistencias. Procedimientos gráfico y analítico.
Utilización de resistencias para regular la velocidad, ventajas y desventajas. Problemas.



Frenado contracorriente.
Diagramas par-velocidad en los cuatro cuadrantes.
Esquema de conexión.
Cálculo de la resistencia de contracorriente.

Frenado dinámico. Concepto. Esquema de mando básico.
Curvas características mecánicas en frenado dinámico.
Determinación de la corriente continua de excitación para frenado dinámico.

Motor con rotor en cortocircuito. Clasificaciones y usos habituales.
Distintas formas de construcción de las jaulas y sus efectos eléctricos en la máquina.
Distintos procedimientos para efectuar el arranque, ventajas y desventajas de cada uno.
Métodos clásicos para el control de velocidad.
Ejemplos prácticos

Desarrollo estimado: 10 semanas.

Unidad 3. Servomecanismos y electrónica asociada al control.

Servomecanismos, tipos básicos. Reguladores.
Diagrama en bloques de sistemas realimentados.
Servomotor de corriente continua. Función de transferencia electromecánica.
Control por inducido y control por campo. Particularidades. Ventajas y desventajas.
Estabilidad de los servo sistemas.
Distintos métodos de análisis. Diagramas de Bode y del lugar de las raíces.
Interpretaciones desde los planos temporales y de frecuencias.

Distintos dispositivos y sistemas electrónicos para el control de velocidad.
Control por impulsos, controles bidireccionales, ejemplos.

Inversores electrónicos. Concepto y distintos tipos de dispositivos.
Circuito de conmutación forzada de Murray-Bedford.
Descripción básica de las características de sistemas de accionamiento comerciales, como Altivar, Rectivar, y arrancadores progresivos Altistar, etc.

Motores brushless. Constitución interna. Principio de funcionamiento.
Lógica de accionamiento. Distintas modalidades. Circuitos prácticos. Aplicaciones

Revisión de conceptos sobre sistemas basados en PLC.

Nociones básicas sobre sistemas de adquisición de datos y acondicionamiento de señales.

Dispositivos digitales aplicados a los servo controles y servomecanismos.

Desarrollo estimado: 11 semanas.



Estrategias metodológicas

Estrategias de enseñanza.

Metodología de trabajo.

Clases teóricas.

Para el desarrollo de las clases teóricas pueden utilizarse dos modalidades. En la mayoría de los casos serán del tipo expositiva a cargo del profesor. En ocasiones algunos temas serán asignados a los alumnos como tarea grupal, que serán posteriormente desarrollados con la modalidad de debate con la totalidad del curso. En estos casos se designarán comisiones, cada una de las cuales preparará el tema asignado con anticipación, estableciéndose una fecha para su exposición.

Clases prácticas y de consulta.

Para puntos específicos del programa, la cátedra dejará planteados una serie de problemas complementarios, los que deberán ser resueltos por todos los alumnos, en forma individual. El Auxiliar de la cátedra desarrollará los lineamientos generales para la resolución de los problemas y atenderá las consultas correspondientes.

Actividades en Laboratorio.

Se prevé la realización de trabajos prácticos consistentes en la confección de montajes circuitales que permitan el análisis y verificación de los conceptos desarrollados.

Modalidad de agrupamientos.

A efectos de la preparación de los temas grupales y su exposición, el total de alumnos del curso se dividirá, como mínimo, en 2 comisiones, con no más de 3 alumnos por cada una de ellas.

Para las actividades prácticas y de resolución de problemas cada alumno deberá confeccionar informes individuales conteniendo la totalidad de los problemas resueltos como así también los informes referentes a las actividades de laboratorio.

Consultas.

Se empleará la modalidad de consulta permanente, a efectuarse en los horarios establecidos para las clases prácticas. También podrán acordarse horarios especiales de consulta con cualquiera de los docentes de la asignatura.

Organización de espacios.

Las clases se desarrollarán en los siguientes ámbitos:

Aula: Exposición y debate de los contenidos teóricos. Resolución de problemas.

Laboratorios: Se utilizarán las instalaciones del Laboratorio de Alta Tensión de la Facultad ó, en su defecto, las del Laboratorio de Mediciones Eléctricas perteneciente a la Escuela de Educación Técnica N° 1 de nuestra ciudad.



Materiales curriculares.

- Textos. La nómina sugerida se detalla en el ítem de Bibliografía.
- Publicaciones de la especialidad.
Revistas: MEGAVATIOS, INGENIERÍA DE CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN, etc.
Catálogos comerciales de SIEMENS ARGENTINA y SCHNEIDER ELECTRIC ARGENTINA.
- Software específico.
ZELIO Soft. Versión 2.1. Groupe Schneider. Copyright 2000. (desarrollo de programación y aplicaciones para equipos PLC)
MATLAB. Versión 7.0 (estabilidad de sistemas de control).

Formación práctica

Formación experimental

Ámbito de realización. Laboratorio de Alta Tensión (UTN - Facultad Regional Concordia)
Laboratorio de Mediciones Eléctricas (Escuela Técnica N° 1)

Disponibilidad de infraestructura y equipamiento. Semanal.

Actividades a desarrollar. Verificación de funcionamiento de montajes básicos.

Tiempo. 2 a 4 horas por Trabajo Práctico, desarrollados en el horario establecido para las clases prácticas.

Evaluación. Del tipo continua, a través de la presentación de informes de los trabajos realizados
Por su parte las clases de planteo y resolución de la ejercitación propuesta proveen, también, una evaluación permanente sobre la asimilación de conceptos.

Resolución de problemas de ingeniería

Ámbito de realización. En el aula y domicilio particular de los alumnos.

Actividades a desarrollar. Resolución de problemas planteados como aplicación de los contenidos teóricos de cada unidad temática.

RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS Y PRÁCTICAS A DESARROLLAR

Trabajos en aula.

- Especificaciones de la simbología eléctrica normalizada a utilizar.
- El contactor, despiece, usos y manejos. Aplicaciones en el comercio y la industria.
- El relé de protección, utilización y montajes. Funcionamiento.

Trabajos en laboratorio.

- Comando de un contactor a distancia a través de 1 mando y 2 mandos.
- Contactor con piloto de señalización de conexión y desconexión.
- Montaje de un esquema de arranque estrella-triángulo para motores eléctricos.



UNIDAD 1 – Accionamiento de máquinas de CC.

Trabajos en aula.

- Cálculos de tiempos y recorridos para aceleración y frenado de máquinas de CC.
- Determinación de las resistencias de arranque y aceleración.
- Cálculo de la resistencia previa.
- Características de operación de la máquina de CC con flujo debilitado.

Práctica en laboratorio.

- Estudio de características de un motor universal en CC.
- Determinación de las resistencias óhmicas de los bobinados de CC.
- Determinación de las pérdidas en vacío y por efecto Joule del motor universal con CC.
- Determinación de las curvas características de n , M , I y η en función de la potencia del motor.

Trabajos en aula.

- Frenado dinámico. Cálculo de resistencia, potencia disipada y tiempo de detención.
- Frenado contracorriente. Cálculo de resistencia y conexión del relé de contracorriente.
- Regulación de velocidad por shuntado del inducido.

Práctica en laboratorio.

- Regulación de la velocidad en el motor universal en CC.
- Determinación de la característica $n = f(M)$ para distintas formas de conexión.

UNIDAD 2 – Accionamiento de máquinas de CA.

Trabajos en aula.

- Motor asíncrono. Curvas características natural y artificial con resistencias exteriores.
- Cálculo de resistencias de arranque y aceleración en forma gráfica y analítica.
- Regulación de velocidad por medio de resistencias.

Prácticas en laboratorio.

- Estudio de las características de un motor universal en CA.
- Determinación de las resistencias óhmicas de los bobinados de CA y del inducido.
- Determinación de las curvas características n , M y η para el motor universal en CA.

UNIDAD 3 – Servomecanismos y electrónica asociada al Control.

Trabajos en aula.

- Función de transferencia electromecánica de un generador de CC y servomotor de CC.
- Problemas relacionados con la estabilidad de los controles de velocidad.
- Problemas relacionados con la lógica de los accionamientos.

Prácticas en laboratorio.

- Regulación de velocidad mediante rectificadores controlados SCR.
- Aplicación de la fuente controlada por SCR a motores de CC con excitación independiente.
- Variación de la velocidad a par constante.
- Utilización y manejo del PLC aplicado a la lógica de los automatismos.

Tiempo. 2 horas semanales, desarrolladas en el horario asignado a las clases prácticas.

Evaluación. Conceptual y permanente, a través de la participación de los alumnos en la resolución de los ejercicios propuestos, en las prácticas de laboratorio y los informes de actividades.



Actividades de proyecto y diseño

Ámbito de realización. Se desarrollan en forma particular, con ámbito de consultas en aula.

Actividades a desarrollar. Trabajo Práctico de aplicación. TEMA: Controladores PLC.

Tiempo. Últimas 2 semanas del ciclo lectivo, con consultas en el horario establecido para las clases prácticas, o en horarios especiales a convenir.

Evaluación. Informe individual y coloquio de aprobación.

Práctica profesional supervisada

No se realiza.

Evaluación

Momentos. Formativa ó continua: durante las actividades de resolución de problemas y los trabajos prácticos efectuados.

Actividades.

Participación en clases teóricas y en la resolución de problemas. Realización de prácticas. Presentación de trabajos. Coloquios.

Instrumentos. Informe individual de las actividades.

Cronograma de presentación de informes.

Este cronograma podrá ser parcialmente modificado a criterio de la cátedra, conforme al desarrollo del ciclo lectivo.

CONTENIDOS	PRESENTACIÓN
Informe N° 1. El contactor. Despiece, utilización, selección, simbología. El relé de protección térmica. Montaje, selección, ajuste, simbología conforme a normas.	29-04-12
Trabajo de laboratorio N° 1. Diferentes formas de comando de contactores. Montaje experimental de circuito estrella-triángulo.	29-04-12
Problemas Unidad 1. Accionamiento de máquinas de CC.	01-07-12
Trabajo de laboratorio N° 2. Estudio de las características del motor universal en CC. Regulación de la velocidad del motor universal en CC.	01-07-12
Trabajo de laboratorio N° 3. Estudio de las características del motor universal en CA. Determinación de las curvas η , M y η del motor universal en CA	07-10-12
Problemas Unidad 2. Accionamiento de máquinas de CA.	21-10-12
Problemas Unidad 3. Servomecanismos y electrónica asociada al control.	04-11-12
Trabajo de laboratorio N° 4. Control de velocidad con dispositivos electrónicos. (Opcional).	
Trabajo de laboratorio N° 5. Aplicación de automatización con PLC. (Opcional).	



Regimen de Promoción, Regularización y Aprobación Final.

Reglamento Interno de la Cátedra.

- A partir de la incorporación de la asignatura dentro del cuerpo troncal de la carrera se dispondrá la posibilidad de su aprobación por promoción directa. Para ello cada alumno deberá presentar los informes de las distintas actividades ajustándose estrictamente al cronograma establecido. El alumno que no presente en tiempo y forma más de dos de los informes programados deberá rendir una evaluación parcial de los contenidos desarrollados, en fecha que será anunciada oportunamente.
- Si la calificación obtenida a partir de las evaluaciones es de 7 (siete) puntos o superior se otorgará la aprobación por promoción directa, en caso contrario se otorgará la regularización de los Trabajos Prácticos debiendo rendir un examen final de la asignatura. En la instancia de examen final se deberá acreditar la aprobación de los Trabajos Prácticos mediante la presentación de la libreta firmada por los docentes de la cátedra.
- Para el año **2012** se ha establecido el período del **26/11 al 30/11** como fecha tope para la aprobación de la asignatura por promoción directa ó para su regularización por aprobación de los trabajos prácticos.
- El régimen de asistencia necesario para mantener la condición de alumno regular se ajusta al Reglamento Interno de Regularidad de la Facultad, requiriéndose como mínimo el 75 % de asistencia a las distintas actividades.
- La información desarrollada en clase deberá ser complementada con la bibliografía alternativa que se sugiere para la asignatura.

Cronograma (Organización de tiempos)

CICLO LECTIVO 2012

Clases teóricas: Jueves 21.00 a 22.30 h.

Clases prácticas: Viernes 19.30 a 21.00 h.

En los casos en que se desarrollen trabajos prácticos fuera del ámbito de la Facultad se convendrá con los alumnos la utilización de horarios especiales.

Consultas especiales: se establecerán en horarios a convenir.

Asignaturas o conocimientos con que se vincula

Accionamientos y Controles Eléctricos es una asignatura que se encuadra en la categoría de las Tecnologías Aplicadas. Presenta un carácter fuertemente integrador, reuniendo conceptos inicialmente impartidos en diferentes áreas de conocimiento.

De esta forma se complementan numerosos temas que han sido previamente estudiados en asignaturas como "Máquinas Eléctricas I", "Máquinas Eléctricas II", "Electrónica I", "Electrónica II" y "Control Automático", verificándose una importante vinculación en sentido horizontal y vertical dentro del diseño curricular de la carrera.

Este hecho permite que el alumno adquiera, desde las aplicaciones, una serie de herramientas que le posibilitarán efectuar un correcto análisis de problemas reales, arribando a soluciones técnica y económicamente viables conociendo las tendencias modernas de las técnicas de control y las tecnologías asociadas.



Bibliografía sugerida

- **Maniobra, mando y control eléctrico.**
Oñóz Prados - Ramírez Vázquez - Ruíz Vasallo -- Editorial CEAC - 1989.
- **Teoría y análisis de las máquinas eléctricas.**
FITZGERALD - KINGSLEY - KUSKO -- Editorial Mexicana - 1984.
- **Máquinas eléctricas.**
CHAPMAN, Stephen -- Editorial Mc Graw Hill. (3º edición en español) - 2000.
- **Máquinas eléctricas.**
KOSTENKO - PIOTROVSKY -- Editorial MIR - 1979.
- **Máquinas eléctricas. Análisis y diseño aplicando MATLAB.**
CATHEY, Jimmie J. -- Editorial Mc Graw Hill Interamericana SA. (1º edic. en español) - 2002.
- **Máquinas eléctricas y técnicas modernas de control.**
PONCE CRUZ, Pedro - SAMPÉ LÓPEZ, Javier – Editorial Alfaomega (México) - 2008.
- **Ingeniería de Control Moderno.**
OGATA, Katsuhiko -- Editorial Prentice Hall Hispanoamericana SA. (3º edición) - 1998.
- **Sistemas de Control Moderno.**
DORF – BISHOP -- Editorial Pearson Educación SA. (10ª edición) - 2005.
- **DC Motors, Speed Controls and Servo Systems.**
The Electro-Craft engineering handbook -- Editorial Reliance Motion Control Inc.
- **Control de Motores de CA.**
Traducción del Ing. O. Ferrari de la obra
“THYRISTOR CONTROL OF AC MOTORS” (John Murphy)
Centro de Estudiantes Tecnológicos -- UTN Facultad Regional La Plata - 1999.
- **Sensores y Acondicionadores de Señal.**
PALLAS ARENY, Ramón -- Editorial Alfaomega (3º edición) - 2001.
- **Manual de Baja Tensión.**
Edición Siemens - 2000
- **Sistemas Digitales de Control de Procesos.**
SZKLANNY - BEHERENDS - Editorial Control SRL. (2º edición) - 1992.

Articulación docencia-investigación-extensión

Actividades no definidas.