



Ministerio de Cultura y Educación
 Universidad Nacional de San Luis
 Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias
 Departamento: Ingeniería
 Área: Automatización

(Programa del año 2011)
 (Programa en trámite de aprobación)
 (Presentado el 15/11/2011 16:03:23)

I - Oferta Académica

Materia	Carrera	Plan	Año	Período
Sistemas de Control	Ingeniería Electromecánica		2011	2° cuatrimestre

II - Equipo Docente

Docente	Función	Cargo	Dedicación
HORCAJO, ELOY MIGUEL	Responsable de Práctico	JTP Exc	40 Hs

III - Características del Curso

Credito Horario Semanal				
Teórico/Práctico	Teóricas	Prácticas de Aula	Práct. de lab/ camp/ Resid/ PIP, etc.	Total
Hs	Hs	Hs	Hs	Hs

Tipificación	Periodo
	2° Cuatrimestre

Duración			
Desde	Hasta	Cantidad de Semanas	Cantidad de Horas

IV - Fundamentación

La asignatura pretende la introducción al mundo de los sistemas de control, basándose en el conocimiento adquirido y el por adquirir en el curso de: leyes físico-químicas-mecánicas-hidráulicas-eléctricas, termo-físicas como termo-químicas, además de herramientas de cálculo integro-diferencial, como también observación de las variables puestas en juego en un sistema de control por medio de programas utilitarios informáticos para; el análisis y síntesis de modelos físicos dinámicos de: controladores, actuadores, plantas y procesos, sensores, transductores y transmisores, -como así también-, la obtención de respuestas: temporales y frecuenciales de ellos. Todo esto con el propósito de caracterizar sistemas, tanto para evaluar rangos dinámicos de las variables que los ponen en evidencia, como el análisis de estabilidad, en frecuencia de los mismos. Se pondrán en escena del conocimiento, tanto lazos simples de control, como múltiples, tanto desde la óptica del sistema específico de control, como del proceso general en el que éstos están inmersos en la automatización industrial.

V - Objetivos / Resultados de Aprendizaje

El alumno aprobante del presente curso, deberá estar capacitado para:

- Analizar, adaptar, optimizar, tener criterios de: ajuste, calibración, selección, y diseño de lazos de sistemas de control y procesos, en la automatización industrial; todo esto, desde la óptica del control clásico moderno.
- Realizar simulaciones de sistemas y analizarlas, mediante software dedicados.
- Saber modelar sistemas físicos dinámicos, para tener capacidad y criterio de: observación, predicción, pronósticos, análisis, y diagnósticos, en la evaluación de performances temporales y frecuenciales de sistemas de control.

VI - Contenidos

Unidad: I "INTRODUCCION A INSTRUMENTACION Y CONTROL"
Tareas Ingenieriles en Instrumentación y Control en la Industria. Definiciones Conceptuales, terminologías, símbolos

utilizados en planos de instrumentación y control. Propiedades de un sistema, sensores, transductores, detectores y actuadores. Perturbaciones en Instrumentación y Sistemas de Control Industriales Sistemas de control digital. Bloques y esquemas físicos funcionales. Sistemas estáticos y dinámicos; modos de control, continuos, discontinuos y por programas. Tipos de lazo: abiertos y cerrados; en cascada y anticipativas. Realimentación positiva ó negativa. Sistemas abiertos y cerrados. Medios, límites y universo de un sistema termodinámico bajo control. Sistemas de múltiples entradas y múltiples salidas.

Ecuaciones diferenciales que rigen dinámicas de sistemas de control: ordinarias totales, parciales, lineales y no lineales-

Unidad: II “HERRAMIENTAS MATEMATICAS BASICAS PARA SISTEMAS DE CONTROL”

Impulsiones típicas temporales de un sistema de control, revisión de Transformada de Laplace, soluciones de ecuaciones diferenciales, utilización del programa matlab. Soluciones de ecuaciones diferenciales de coeficientes constantes de: 1° orden, 2° orden y orden superior, con y sin condiciones iniciales. Conceptos de atenuación, coeficiente de amortiguamiento crítico y efectivo, amortiguamiento Infra/sobre/crítico. Frecuencia natural de oscilación y amortiguada. Tiempos de: retardo, establecimiento, sobreimpulso, establecimiento. Máximo sobreimpulso. Repaso cálculo matricial, introducción a variables de estado.

Unidad: III “MODELOS MATEMATICOS DE SISTEMAS FISICOS DINAMICOS (Plantas, sensores y sistemas de control)”

Modelos de sistemas físicos dinámicos de parámetros concentrados, lineales e invariables en el tiempo.

Mecánicos de: translación, rotación, y palancas. Motores y redes eléctricas. Tanques receptores de líquidos con y sin interacción. Sistemas hidráulicos, térmicos, y neumáticos.

Transductores: electro-neumáticos, electro-mecánicos, neumo-hidráulicos. Sistemas de retardo de tiempo, actuadores: válvula a diafragma neumática y electromagnética. Servo motores de C.C..

Funciones de transferencia en variable de Laplace salida/entrada de cada uno de los temas, ubicación en plano s complejo de polos y ceros de las transferencias, ecuaciones características, órdenes de sistemas. Sistemas físicos dinámicos no lineales. Técnicas de linealización

UNIDAD: IV “MODELOS MATEMATICOS DE SISTEMAS FISICOS DINAMICOS PARA ROBÓTICA MECÁNICO-ELÉCTRICA”

Modelos de motores de C.C.: por: campo en paralelo, campo en serie, compuesto, campo excitado por separado, por control de armadura. Modelo del motor de C.C. a imán permanente. Modelo Motor paso a paso. Motor de C.C. sin escobillas.

Utilización de curvas par vs. Velocidad en el modelaje. Modelo del motor bifásico. Modelo de sistemas motor-polea-correa/cinta-cabezal para posicionamientos. Modelos de sistemas tipo montacargas ligados por correa, contra-pesos y motor rotativo, con inercias rotativas. Modelos de: planta rotativa posicionadora por reluctancia; tren de laminación, Técnicas de modelaje en sistemas Lineales-Invariantes en el Tiempo- de Parámetros Concentrados (L.I.T.P.C.) por Analogías circuitos eléctricos serie paralelos.

Modelos de taquímetros y encoder para movimientos rotativos.

Modelos de transductores: eléctrico - magnéticos, piezo-eléctricos, acústico-eléctricos. Efecto hall.

Modelos de sistemas por el método de: espacio de estados: concepto de: estado de un sistema; variables de estado, ecuación de estado, Diagrama de estados.

Unidad: V “SENSORES, TRANSDUCTORES, Y DETECTORES a”

Definiciones, tipos y aplicaciones en la medición de: temperatura, caudal, presión, nivel, otras variables controladas de sistemas de control de procesos. Detectores de luz, detectores de metales ferrosos y no ferrosos, detectores de proximidad, detectores de campos magnéticos. Piezodetectores. Galgas extensométricas.

Características estáticas y dinámicas. Errores dinámicos y estáticos. Precisión, alcance, rango, resolución, sensibilidad. Linealidad. Calibración.

Unidad VI “ACCIONES BASICAS DE CONTROL, CONTROLADORES a ”

Controladores: on-off, on-off de tiempo variable, on-off de banda muerta variable, funcionamientos y aplicaciones.

Controladores neumáticos auto-operados, proporcional + integral + derivativo, relevadores neumáticos con escape y sin escape a atm. Relevadores neumáticos amplificadores Válvulas operadas neumáticamente. Controladores hidráulicos, proporcionales, proporcional+integral, servo motor-hidráulico.

Amplificadores Operacionales. Controladores electrónicos.

Unidad VII “DIAGRAMAS DE BLOQUES, DIAGRAMAS DE FLUJO DE SEÑALES DE SISTEMAS DE CONTROL Y CONTROLADORES, ESTABILIDAD a ”

Construcción de diagramas en bloques con funciones de transferencia y diagramas de flujo de señales. Algebra de diagrama en bloques. Fórmula de Mason para transferencias: salida/entrada. Condiciones iniciales no nulas para sistemas L.I.T..

Obtención de transferencias salida/entrada a partir de diafragmas de flujo de señales y su relación con las técnicas de variable de estado. Controladores modo: proporcional, integral y derivativo. Respuestas de sistemas de control al impulso, escalón,

rampa y aceleración .Excitaciones combinadas de las mismas. Criterio de Estabilidad de Routh-Hurwitz.

Unidad: VIII “ANÁLISIS DE ERROR EN SISTEMAS DE CONTROL, RESPUESTA EN FRECUENCIA”

Coeficientes de error estático: de posición (K_p), [entrada: escalón unitario], de velocidad (K_v), [entrada: rampa unitaria] (K_v), de aceleración (K_a) [entrada: parábola unitaria]. Coeficientes de error dinámico (Realimentación unitaria negativa): de posición (k_1), de velocidad (k_2), de aceleración (k_3) Criterios de error (índices de error de comportamiento): cuadrático integral, cuadrático producto integral de tiempo, absoluto integral, absoluto producto integral del tiempo. Efectos de añadir polos y ceros a funciones de transferencia. Representación en módulo y fase en función de la frecuencia de una transferencia de un Sistema de Control, Representaciones de Bode. Estabilidad relativa, márgenes de ganancia y fase.

Unidad: IX “ANÁLISIS Y DISEÑO DE SISTEMAS DE CONTROL POR LUGAR DE RAÍCES (R.L.)”

Diagrama del lugar de raíces, condiciones de módulo y ángulo, en función de la ganancia K del sistema. Idem, cuando varía un parámetro del mismo. Reglas generales de construcción de los grafos, resolución por mano, como también utilizando programa matlab. Ejemplos típicos de configuración de polos y ceros, sistemas con retardo de transporte. Lugares geométricos de sistemas, a frecuencia natural, frecuencia amortiguada, atenuación, amortiguación, constante.

Diseño de Sistemas Control por (R.L.), Métodos generales de compensación, en adelanto y retraso. Utilización de circuitos electrónicos (Amp.Op.). Ídem, utilizando la técnica de respuesta en frecuencia.

X “ACTUADORES Y AUXILIARES EN SISTEMAS DE CONTROL”

Válvulas de control: tipos, cuerpos, asientos, accesorios y obturadores. Servomotores de accionamiento.

Bombas tipos: de pistón, centrífugas, rotativas, características estacionarias y dinámicas; curvas de altura de impulsión vs. Gasto. Instrumentación de las mismas.

Compresores: de pistón, y escalonados; rotativos; axiales, curvas de presión vs. Gasto. Instrumentación de los mismos.

Ventiladores centrífugos, características y curvas operativas.

XI “PANORAMA DEL CONTROL AVANZADO” (informativa)

Control: multivariable, óptimo, adaptativo, predictivo, redes neuronales, de lógica difusa, en el espacio de estados.

Control mediante realimentación de estado.

Control óptimo cuadrático, análisis de estabilidad en sistemas de control de Liapunov.

VII - Plan de Trabajos Prácticos

El plan consistirá de tres estrategias:

- Resolver problemas en aula, relativo a temas de clases teóricas del programa de la Materia. En ellos se tratará de desarrollar en el alumno diversos criterios: 1º Capacidad analítica y comprensión de las diversas temáticas del funcionar de sistemas de control en máquinas de producción y procesos en una industria; 2º Saber utilizar las distintas herramientas de cálculo en que serán instruidos, con la máxima eficacia posible; 3º Resolver en tiempo, forma y exposición los resultados conseguidos en el problema asignado; 4º Desarrollar en el alumno la reflexión y auto evaluación sobre los resultados obtenidos; 5º Desarrollar en el alumno la capacidad de resolver en forma sistemática, cuanto más sencilla, las distintas casuísticas que afectan la problemática del control.
- Ensayo en sala de laboratorio de control electrónico de potencia de motores eléctricos, en la caracterización de una respuesta en frecuencia de un sistema; utilizando la analogía eléctrica para todo sistema de control de Parámetros Concentrados, Lineal e Invariante en el Tiempo.
- Estadía en planta piloto de fabricación de dulces, para luego elevar informe de los controles vistos, operados y analizados en el proceso accedido.

VIII - Régimen de Aprobación

Régimen de alumnos regulares

Se accede a la regularización de los trabajos prácticos cumpliendo con los siguientes items:

- Asistencia al 80% de las clases prácticas.
- Aprobación de dos parciales con nota igual o mayor a 6, en un rango de 0 a 10 puntos.
- Se podrá recuperar una sola vez cada uno de los parciales.
- La aprobación de todos los trabajos prácticos realizados en el curso.

Para el Examen final del presente curso de la materia Sistemas de Control, el alumno deberá responder a un examen escrito/oral, en temas del programa expuesto, que le solicite un tribunal examinador.

Régimen de alumnos libres

El alumno que en esta condición desee rendir deberá:

- a) rendir examen escrito/oral de temas dados en cursos de Trabajos Prácticos de la materia.
- b) aprobado lo anterior expuesto, deberá responder en forma oral/escrita sobre temas del programa de la materia, solicitado por el tribunal examinador.

IX - Bibliografía Básica

- [1] [1] Ingeniería de Control Moderna, 3° Ed. 1998, Ogata, Katsuhiko, P. Hall.
- [2] [2] Instrumentación Industrial, 6° Ed. 1997, Marcombo, Creus Sole, Antonio
- [3] [3] Sistema de Control Automático, 7° Ed.: 1996, Kuo, Benjamin C. Prentice Hall.
- [4] [4] Sistemas de Control para Ingeniería, 3° Ed. 2006, N. Nise, CECSA

X - Bibliografía Complementaria

- [1] Sistemas de Control de Procesos Tmo's I y II, Ed.: 1996, F.G. Shinskey, Mc. Graw-Hill.
- [2] Process Control, ed: 26/10/07. D. Green/R. Perry, Mc. Graw Hill.
- [3] Sensors Hand Book, 27/11/09, Sabrie Soloman, Mc. Graw Hill.
- [4] Modern Control Theory, Addison Wesley, 2006.

XI - Resumen de Objetivos

La presente materia persigue el propósito de adentrarse en el mundo de la Automación Industrial, tanto como el Control de Procesos. Pretende en su intensión, asombrar al educando, moviéndolo a comprender, a saber: el porqué, el cómo, con cual tecnología, y el correcto aplicar de toda la ciencia del control. Haciendo uso tanto de lo que en esta materia aprenda, como de las anteriores, y las futuras, con las cuales forman un integrando sumatorio de términos; que en el tiempo y experiencia adquirida, perfilan al Ingeniero en Sistemas de Control y Procesos.

XII - Resumen del Programa

La presente materia se resume en los siguientes pilares básicos:

- 1) Sistemas de Control de Plantas ó Máquinas, como de Procesos.
- 2) Modelado matemático de todo sistema Físico dinámico.
- 3) Análisis de respuestas: transitorias temporales y frecuenciales de sistemas de control y su estabilidad frecuencial.
- 4) Estudio de funcionamiento de: sensores, transductores, transmisores, amplificadores, actuadores, detectores, controladores y auxiliares de planta; utilizados en sistemas de control y procesos típicos en la industria.
- 5) Conocer la estrategia de diseño de Sistemas de Control, por técnica de lugar de Raíces.
- 6) Ejemplos de Control Aplicado.

XIII - Imprevistos

XIV - Otros

ELEVACIÓN y APROBACIÓN DE ESTE PROGRAMA	
	Profesor Responsable
Firma:	
Aclaración:	
Fecha:	