Ministerio de Cultura y Educación **(Programa del año 2014)**
Universidad Nacional de San Luis
Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias
Departamento: Ingeniería
Area: Electrónica

I - Oferta Académica

Materia	Carrera	Plan	Año	Período
Sistemas de Control	Ingeniería Electromecánica	Ord.C.D.020/12	2014	2° cuatrimestre
Sistemas de Control	Ingeniería Electromecánica	007/03	2014	2° cuatrimestre

II - Equipo Docente

Docente	Función	Cargo	Dedicación
SERRA, FEDERICO MARTIN	Prof. Responsable	P.Adj Exc	40 Hs
HORCAJO, ELOY MIGUEL	Auxiliar de Práctico	JTP Exc	40 Hs
OLGUIN, ANIBAL JAVIER	Auxiliar de Práctico	A.1ra Semi	20 Hs

III - Características del Curso

Credito Horario Semanal				
Teórico/Práctico	**Teóricas**	**Prácticas de Aula**	**Práct. de lab/ camp/ Resid/ PIP, etc.**	**Total**
Hs	2 Hs	2 Hs	2 Hs	6 Hs

Tipificación	Periodo
B - Teoria con prácticas de aula y laboratorio	2º Cuatrimestre

Duración			
Desde	**Hasta**	**Cantidad de Semanas**	**Cantidad de Horas**
19/08/2014	21/11/2014	15	90

IV - Fundamentación

En Procesos de naturaleza dinámica siempre ocurren cambios en el tiempo, es en el ingeniero prioridad tanto; capacidad de pronosticarlos, como de tomar medidas acertadas de control a partir de esos hechos físicos que se manifiesten. El objetivo del control automático es mantener en valores preelaborados y dentro de rangos sustentables las variables físicas manipuladas a efectos de tener las variables controladas en los valores de consigna predeterminados.

V - Objetivos / Resultados de Aprendizaje

Que el futuro profesional
- Adquiera conocimientos básicos de la automación e instrumentación, estructurados desde la óptica de la teoría clásica en lo relativo al análisis y diseño de los sistemas de control.
- Sea capaz de comprender, estudiar, analizar funcionamientos de componentes de un sistema de control a efectos de su selección, reemplazo ú ajuste.
- Tenga movimientos hacia el conocimiento de nuevas tecnologías, y cómo se incorporan al campo de la automatización.

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: eléctro - 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 reumáticamente.
- 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-Hurwithz.

Unidad: VIII "ANALISIS DE ERROR EN SISTEMAS DE CONTROL, RESPUESTA EN FRECUENCIA"

- Coeficientes de error estático: de posición (Kp), [entrada: escalón unitario], de velocidad (Kv),[entrada: rampa unitaria] (Kv), de aceleración (Ka)[entrada: parábola unitaria]. Coeficientes de error dinámico (Realimentación unitaria negativa): de posición (k1), de velocidad (k2), de aceleración (k3)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 "ANALISIS Y DISEÑO DE SISTEMAS DE CONTROL POR LUGAR DE RAICES (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; axiles, curvas de presión vs. Gasto. Instrumentación de los mismos.*&.
- Ventiladores centrífugos, características y curvas operativas &

* Sistemas de Control de Procesos, F.G. Shinskey, McGraw Hill, Ed. 1996
#Instrumentación Industrial, A. Creus, 6° Ed.,Marcombo.
&Mecánica Aplicada, R. Thibaut, Ed. J. Monteso.

XI "PANORAMA DEL CONTROL AVANZADO"

- 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

Trabajo Practico N 1 : Resolución de problemas: a) obtención de modelos matemáticos de los sistemas, b) obtención de la función de transferencia. (Unidad III y IV)
Trabajo practico N2: realizar las acciones de control a los modelos dinámicos del Trabajo práctico N1. (Unidad V y VI)
Trabajo Practico N3: Ejercicios de aplicación correspondiente a la unidad VII.
Trabajo Practico N4: Ejercicios de aplicación correspondiente a la unidad VIII y IX. Ejercicios con simulación con Matlab de las unidades VIII y IX.
Trabajo Practico N5: Ejercicios de aplicación correspondiente a la unidad XI.

Practico de Laboratorio: Obtención de la curvas de velocidad de un motor CC con excitación independiente. Análisis de las respuesta en Matlab. Redactar informe.

VIII - Regimen de Aprobación

Para acceder a la condición de regular el alumno deberá cumplir con los siguientes requisitos:
1- Acreditar el 80% de asistencia a los trabajos prácticos de aula y 100% de los laboratorios.
2- Tener aprobada la totalidad de los trabajos prácticos, los cuales deberán ser presentados en la semana posterior de la finalización del mismo. Las carpetas podrán realizarse en grupos no mayor de 5 alumnos.
3- Tener aprobado los informes de laboratorio.
4- Aprobar dos evaluaciones parciales o sus correspondientes recuperatorios.
Los alumnos que trabajen tendrán una recuperación global de acuerdo a la reglamentación vigente.

Para la aprobación de la asignatura se realizara mediante un examen oral o escrito individual que tiene la siguiente modalidad: En el caso de ser oral se selecciona tres temas de las diferentes Unidades del Programa Analítico, de las cuales el alumno deberá exponer uno y luego el tribunal lo evalúa en los restantes. En el caso de ser escrito se seleccionan dos temas de las diferentes Unidades del Programa Analítico que tendrá que desarrollar.

Para aprobar la asignatura en condición de alumno libre, el alumno tendrá que rendir primero un examen escrito sobre resolución de problemas cuya temática será la correspondiente al programa de trabajos prácticos de la materia y desarrollar alguno de los Laboratorios. Solo si aprueba dichos exámenes podrá rendir el examen oral o escrito individual que tendrá las mismas características que para un alumno que lo hace en condición de regular.

IX - Bibliografía Básica

[1] Ingeniería de Control Moderna,3° Ed. 1998, Ogata, Katsuhiko, P. Hall
[2] Sistema de Control Autómatico,7° Ed.:1996, Kuo, Benjamin C. Prentice Hall.
[3] Instrumentación Industrial, 6° Ed. 1997,Marcombo, Creus Sole, Antonio
[4] Sistemas de Control de Procesos, Ed.:1996, F.G. Shinskey,Tmo's Iy II Mc. Graw-Hill
[5] Mecánica Aplicada,Ed. 1974, Ing. R.Thibaut, J. Monteso Edcn's

[6] Dinámica de Sistemas de Control, Cpryt:2001,Uronini Umez-Eronini. Thomson Learning

X - Bibliografia Complementaria

[1] Process Control, ed:26/10/07.D. Green/R.Perry, Mc. Graw Hill
[2] Sensors Hand Book, 27/11/09, Sabrie Soloman, Mc. Graw Hill
[3] Modern Control Theory, Adisson Wesley, 2006
[4] Hand book of Applied Instrumentation, D. Considine,1964, Mc Graw Sistemas de Control para Ingeniería, 3° Ed. 2006, N. Nise,CECSA
[5] Process Control, 1964.P. Harriot,Mc Graw Hill

XI - Resumen de Objetivos

Que el futuro profesional
- Adquiera conocimientos básicos de la automación e instrumentación, estructurados desde la óptica de la teoría clásica en lo relativo al análisis y diseño de los sistemas de control.
- Sea capaz de comprender, estudiar, analizar funcionamientos de componentes de un sistema de control a efectos de su selección, reemplazo ú ajuste.
- Tenga movimientos hacia el conocimiento de nuevas tecnologías, y cómo se incorporan al campo de la automatización.

XII - Resumen del Programa

Unidad: I “INTRODUCCION A INSTRUMENTACION Y CONTROL”

-Definiciones Conceptuales, terminologías, símbolos utilizados en planos de instrumentación y control. -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.

Unidad: II “HERRAMIENTAS MATEMATICAS BASICAS PARA SISTEMAS 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..

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

- Modelos de motores de C.C.. 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 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. - 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 reumáticamente.
- 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-Hurwithz.

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

- Coeficientes de error estático: de posición (Kp), [entrada: escalón unitario], de velocidad (Kv),[entrada: rampa unitaria] (Kv), de aceleración (Ka)[entrada: parábola unitaria]. Coeficientes de error dinámico (Realimentación unitaria negativa): de posición (k1), de velocidad (k2), de aceleración (k3)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 “ANALISIS Y DISEÑO DE SISTEMAS DE CONTROL POR LUGAR DE RAICES (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; axiles, curvas de presión vs. Gasto. Instrumentación de los mismos.*&.
- Ventiladores centrífugos, características y curvas operativas &

* Sistemas de Control de Procesos, F.G. Shinskey, McGraw Hill, Ed. 1996
#Instrumentación Industrial, A. Creus, 6° Ed.,Marcombo.
&Mecánica Aplicada, R. Thibaut, Ed. J. Monteso.

XI “PANORAMA DEL CONTROL AVANZADO”

- 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.

XIII - Imprevistos

-

XIV - Otros