



Universidad Nacional de Salta

**FACULTAD DE  
INGENIERIA**

Avda. Bolivia 5150 - 4400 SALTA  
T.E. 4255420 - FAX (54-0387) 4255351  
REPUBLICA ARGENTINA  
E-mail: [unsaing@unsa.edu.ar](mailto:unsaing@unsa.edu.ar)

Salta, 26 de Febrero de 2.002

034/02

Expte. N° 14.112/99

VISTO:

La presentación efectuada por el Ing. Héctor José Sola Alsina, mediante la cual eleva el programa analítico y reglamento interno del régimen de promoción de la asignatura **Instrumentación y Control Automático**; teniendo en cuenta que ambos corresponden al Plan de Estudio 1.999 y se ajustan a los contenidos sintéticos programados en la currícula; atento que la documentación tiene la anuencia de la Escuela de Ingeniería Industrial y de la Comisión de Asuntos Académicos mediante Despacho N° 262/02 y en uso de las atribuciones que le son propias,

EL H. CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD DE INGENIERIA  
(en su sesión ordinaria del 18 de Diciembre de 2.001)

RESUELVE

ARTICULO 1°.- Aprobar y poner en vigencia a partir del período lectivo 2.002, el programa analítico y el reglamento interno de cátedra del régimen de promoción de la asignatura (Código II - 33) INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL AUTOMATICO del Plan de Estudio 1.999 de la carrera de Ingeniería Industrial, propuesto por el Ing. Héctor José SOLA ALSINA.

ARTICULO 2°.- Hágase saber, comuníquese a Secretaría Académica, al Ing. Héctor José SOLA ALSINA y siga por la Dirección Administrativa Académica a los Departamentos Docencia y Alumnos para su toma de razón y demás efectos.  
mv.



Ing. HECTOR RAUL CASADO  
SECRETARIO  
FACULTAD DE INGENIERIA



Ing. JORGE FELIX ALMAZAN  
DECANO  
FACULTAD DE INGENIERIA



Universidad Nacional de Salta

**FACULTAD DE  
INGENIERIA**

Avda. Bolivia 5150 - 4400 SALTA  
T.E. 4255420 - FAX (54-0387) 4255351  
REPUBLICA ARGENTINA  
E-mail: [unsaing@unsa.edu.ar](mailto:unsaing@unsa.edu.ar)

-2-

Asignatura: **INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL AUTOMÁTICO** Código: I. I. - 33  
CARRERA : **INGENIERÍA INDUSTRIAL** PLAN: 1999  
Profesor: **Ing. Héctor José Solá Alsina**  
Período Lectivo: 2002 Res. N° 034/02

#### A. UBICACIÓN DE LA ASIGNATURA Y CARGA HORARIA

Segundo Cuatrimestre de Cuarto Año con 5 horas de dictado semanales.

#### B. CONTENIDO SINTÉTICO

Herramientas matemáticas (Transformada de Laplace y Fourier). Sistemas de control. Función de transferencia. Diagramas de flujo de señales. Diagrama de estado. Modelos matemáticos de sistemas de control. Análisis temporal. Análisis frecuencial. Diseño de sistemas controlados. Mediciones de temperatura. Mediciones de presión. Mediciones de caudal y otras. Controladores. Válvulas de control. Información de control gerencial.

#### C. OBJETIVOS DE LA MATERIA

El alumno debe conocer los principios fundamentales de la teoría del control y resolver aplicaciones del control automático de operaciones y procesos industriales básicos. Necesita conocer los principales métodos de ajuste, los instrumentos de medición y elementos de diseño básico de sistemas de control aplicables en equipos individuales.

#### D. PROGRAMA ANALÍTICO

##### Primera parte: Control Automático

Tema I: ASPECTOS BÁSICOS DE LOS SISTEMAS DE CONTROL

- 1.1 Sistemas de Control de Procesos. Objetivos. Estrategias de Control. Efectos de la realimentación. Aspectos Operacionales en el Control de un Proceso Industrial
- 1.2 Aplicaciones de la Transformada de Laplace a la resolución de sistemas de control. Linealización y variables desviación.
- 1.3 Función de Transferencia. Diagramas de Bloques. Gráficas de Flujo de Señales. Diagramas de Estado.



Tema II:        MODELOS MATEMÁTICOS DE SISTEMAS LINEALES

- 2.1 Modelos matemáticos de sistemas físicos. Modelado de sistemas lineales de primer orden: aplicaciones, linealización. Tiempo muerto. Respuesta del sistema frente a excitaciones tipo: escalón, rampa y senoidal.
- 2.2 Sistemas de segundo orden y de orden superior. Sistemas interactuantes y no interactuantes. Sistemas en serie. Respuesta del sistema frente a excitaciones tipo.

Tema III:        DISEÑO DE SISTEMAS DE CONTROL POR RETROALIMENTACIÓN

- 3.1 Análisis dinámico en el dominio temporal. Excitaciones. Respuestas a los sistemas controlados con acción proporcional, integral y derivativa. Efectos del lazo de medición y del retardo.
- 3.2 Análisis de estabilidad de un sistema retroalimentado. Ajuste de Controladores. Síntesis de los Controladores por Retroalimentación.

Tema IV:        DISEÑO FRECUENCIAL DE SISTEMAS DE CONTROL POR RETROALIMENTACIÓN

- 4.1 Análisis en el campo frecuencial. Diagramas de Bode. Diagramas Polares. Diagramas de Nichols. Sistemas de primer orden. Sistemas de segundo orden. Sistemas en serie.
- 4.2 Estabilidad. Criterios. Análisis Frecuencial de controladores. Análisis de sistemas realimentados. Técnicas empíricas de diseño. Optimización de parámetros.

Tema V:        TÉCNICAS ADICIONALES DE CONTROL

- 5.1 Sistemas de control retroalimentados con retardo de tiempo o respuesta inversa. Control de Razón. Sistemas de control con lazo múltiple.
- 5.2 Sistemas de control de acción precalculada y compensado. Sistemas de control adaptativo e inferidos.

Segunda parte: Instrumentación y medición

Tema VI:        INTRODUCCIÓN – MEDIDORES DE PRESIÓN Y NIVEL

- 6.1 Medición. Caracterización dinámica. Caracterización estática de los instrumentos. Calibración. Selección del instrumento (especificación, manejo de catálogos y manuales). Conversión. Amplificación. Transmisión. Medición de variables.
- 6.2 Mediciones de presión. Mediciones de vacío. Medición eléctrica. Medición de nivel y de peso específico.

Tema VII:        MEDIDORES DE TEMPERATURA, CAUDAL Y VARIABLES QUÍMICAS

- 7.1 Mediciones de temperatura. Termómetro de vidrio, bimetálico, de bulbo y capilar, de resistencia. Termistores. Termopares. Circuitos. Radiación. Pirometría óptica.



Universidad Nacional de Salta

FACULTAD DE  
INGENIERIA

Avda. Bolivia 6150 - 4400 SALTA  
T.E. 4255420 - FAX (54-0387) 4255351  
REPUBLICA ARGENTINA  
E-mail: [unsaing@unsa.edu.ar](mailto:unsaing@unsa.edu.ar)

-4-

- 7.2 Mediciones de caudal. Medición por presión diferencial. Teoría y cálculo de placas orificios, venturi y toberas. Elementos de área variable.
- 7.3 Otras variables. Variables físicas: humedad, viscosidad, niveles sonoros y de vibración. Variables químicas: conductividad, pH.

#### Tema VIII: CONTROLADORES, VÁLVULAS Y PLC

- 8.1 Controladores. Controlador neumático y electrónico.
- 8.2 Elementos de Acción Final. Válvulas de control. Tipos. Características inherentes. Dimensionamiento y selección de válvulas. Características dinámicas. Funcionamiento. Posicionadores.
- 8.3 Autómatas Programables (PLC). Aplicaciones

#### E. ASPECTOS METODOLÓGICOS

Al comienzo se definen los términos y los conceptos matemáticos que se utilizan en los sistemas de control de procesos y se explican los principios del análisis dinámico, sus posibilidades. Luego se analizan algunos componentes importantes como los sensores, transmisores y válvulas de control y finalmente se estudia el diseño y análisis de los sistemas de control por retroalimentación y otras técnicas de control en industrias de procesos.

Se pretende desarrollar en los estudiantes una metodología de análisis, transitando de los conceptos o fundamentos generales a las aplicaciones particulares, con una orientación hacia la representación fisicomatemática de las mismas, su cuantificación e interpretación de sus repuestas dinámicas. Sobre esta base y el tratamiento de información específica útil, el estudiante: analiza, resuelve, compara alternativas y selecciona los elementos del sistema de control y ajusta adecuadamente sus parámetros.

Esto se lleva a cabo mediante diferentes actividades pedagógicas que involucran:

- **Clases expositivas** donde se aplican los fundamentos teóricos asociados con la teoría de control en diferentes aplicaciones industriales,
- **Estudios dirigidos** para que los alumnos alcancen ciertas destrezas y conocimientos, analizando y resolviendo problemas, ejecutando actividades prácticas en laboratorios y planta piloto, utilizando programas computacionales para desarrollar algoritmos de cálculo, graficar los resultados e interpretarlos o diseñar un estudio guiado con autómatas programables (PLC).
- **Estudios centrados en los alumnos** mediante el planteo de situaciones reales para abordar un tema, buscando que ellos: integren sus conocimientos, perfeccionen sus exposiciones escritas u orales, interpreten artículos técnicos y busquen información bibliográfica.



### E. BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

- Considine, D.; "Process Instruments and Controls Handbook", 4ª Ed. Mc Graw Hill; (1993);
- Coughanowr D R; "Process Systems Analysis and Control"; 2ª Ed., Mc Graw Hill; (1991); (660.028; C854e2)
- Creus Solé, A.; "Control de Procesos Industriales - Criterios de Implantación"; Marcombo; (1988); (629.8; C925)
- Creus Solé, A.; "Instrumentación Industrial", Ed Marcombo SA
- Harriot, P.; "Process Control", Mc Graw Hill; (1964); (660.281; H312)
- Hughes, T "Measurement and Control Basic", Ed. Instruments Society of America (INIQUI)
- Koppel, L. B.; "Introduction to Control Theory with applications to process control"; Prentice Hall; (1968); (660.281;K83)
- Kuo, B.; "Sistemas Automáticos de Control", CECSa, (1991); (629.832; K96)
- Murrill, P; "Fundamentals of Process Control Theory", 2ª Ed, Ed.Instruments Society of America (INIQUI)
- Ogata, K.; "Problemas de Ingeniería de Control usando Matlab", Prentice Hall; (1999); (629.807.6; O34)
- Phillips C. L.; "Feedback Control Systems"; Prentice Hall, (2000), (629.83; p558e5)
- Stephanopoulos G.; "Chemical Process Control"; Prentice Hall International Editions.

### F. REGLAMENTO INTERNO DE RÉGIMEN DE PROMOCIÓN

#### Docentes:

Responsable: Ing: Héctor José Solá Alsina

Asistente: Ing. Raúl Valentín Bojarski

Auxiliar: Dr. Antonio Arciénaga Morales

#### **Requerimientos mínimos para la promoción**

Para promocionar la asignatura el alumno deberá realizar la siguiente serie de evaluaciones que serán ponderadas para calcular la nota final.

- A) PARCIALES PRACTICOS
- B) PARCIALES TEORICOS
- C) CUESTIONARIOS EN CADA TRABAJO PRACTICO
- D) EVALUACION GLOBAL



Tanto los parciales prácticos, como los teóricos se agruparán respetando las unidades temáticas del programa analítico, de acuerdo al siguiente detalle:

Número de Orden	Unidades Temáticas	Parcial Práctico	Parcial Teórico
Primero	Temas 1, 2 y 3	A <sub>1</sub>	B <sub>1</sub>
Segundo	Temas 4 y 5	A <sub>2</sub>	B <sub>2</sub>
Tercero	Temas 6, 7 y 8	A <sub>3</sub>	B <sub>3</sub>

#### Requerimiento (A) PARCIALES PRACTICOS:

Se realizarán 3 (tres) evaluaciones parciales de carácter práctico. El alumno debe obtener como mínimo 40 (cuarenta) puntos, sobre un total de 100 (cien) en cada uno de los parciales o en sus recuperaciones como requisito indispensable para continuar con el cursado normal de la asignatura.

El puntaje final (AI) se calcula como el valor medio de las tres evaluaciones parciales:  $AI = (A_1 + A_2 + A_3) / 3$ , y tendrá un factor de ponderación de **0,4** en el valor de la nota final (FI).

#### Requerimiento (B) PARCIALES TEORICOS:

Se realizarán 3 (tres) evaluaciones parciales de carácter teórico. El alumno debe obtener como mínimo 40 (cuarenta) puntos, sobre un total de 100 (cien) en cada uno de los parciales o en sus recuperaciones como requisito indispensable para continuar con el cursado normal de la asignatura.

El puntaje final (BI) se calcula como el valor medio de las tres evaluaciones parciales:  $BI = (B_1 + B_2 + B_3) / 3$ , y tendrá un factor de ponderación de **0,25** en el valor de la nota final (FI).

#### Requerimiento (C) CUESTIONARIO EN CADA TRABAJO PRÁCTICO

Son cuestionarios previos a las Clases Prácticas, que tienen la finalidad de evaluar aspectos conceptuales sobre el tema que se desarrollará en la clase. Deberán aprobar como mínimo el 80 % de los mismos, es decir que entre faltas y coloquios reprobados, no podrá ser superior al 20% de total de clases prácticas.

Cada cuestionario se calificará con una nota en una escala de 0 a 100, y el promedio de las notas de todas evaluaciones (CI) tendrá una ponderación de **0,10** en el valor de la nota final (FI).



### Requerimiento (D): EVALUACIÓN GLOBAL

Se harán dos (2) evaluaciones globales, la primera de carácter teórico-práctica, al finalizar el dictado de las clases teóricas, los alumnos desarrollaran una breve exposición oral sobre algún tema del programa de la asignatura (elegido por sorteo) frente a los docentes de la cátedra. En la segunda, los alumnos deben realizar un informe monográfico sobre "Sensores y Transmisores de Variables Químicas".

Ambas se clasificarán con una escala de 0 a 100, que una vez promediadas formarán una única nota (DI), que tendrá una ponderación de 0,25 en la nota final (FI)

#### Nota de Promoción:

El puntaje final (FI) será calculado a través de la siguiente ecuación:

$$FI = 0,4 \cdot (AI) + 0,25 \cdot (BI) + 0,1 \cdot (CI) + 0,25 \cdot (DI)$$

La nota final de la asignatura (NF) se obtendrá a partir del puntaje final (FI) en una escala de 0 a 10, para lo cual se divide el puntaje final (FI) por un factor de escala de 10 y se redondea la fracción decimal al entero más próximo a partir de 0,50, por defecto para el rango 0,00 a 0,49 y por exceso para el rango 0,50 a 0,99. Es decir que la nota final de promoción se calcula por la siguiente tabla:

Puntaje Final (FI)	de 70,00 a 74,99	de 75,00 a 84,99	de 85,00 a 94,99	De 95,00 a 100
Nota Final (NF)	7 (siete)	8 (ocho)	9 (nueve)	10 (diez)

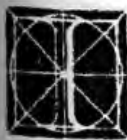
### Otros Requerimientos

Asistencia. El alumno deberá registrar como mínimo el 80 % de asistencia a las clases prácticas.

Presentación de Informes de Trabajos Prácticos y de Laboratorio. El alumno deberá registrar la aprobación del 100 % de los informes.

Puntaje Final Mínimo. Aquellos alumnos que al finalizar el dictado de la materia tuvieron un puntaje final (FI) de **70 (setenta) puntos o más promocionarán la materia**, siempre que cumplan con los requisitos excluyentes (superar una calificación del 40% en cada evaluación parcial, cumplir con el 100% de los trabajos prácticos y de laboratorio y aprobar el informe monográfico)

Etapas de Recuperación: Los alumnos que al finalizar el cursado de la materia hayan obtenido un puntaje entre 40 y 69 puntos, **no promocionaran la materia** y pasan a una etapa de recuperación durante el período de receso académico en la que rendirán una evaluación escrita de carácter teórico-práctica de todos los temas del programa. En caso



Universidad Nacional de Salta

**FACULTAD DE  
INGENIERIA**

Avda. Bolivia 5150 - 4400 SALTA  
T.E. 4255420 - FAX (54-0387) 4255351  
REPUBLICA ARGENTINA  
E-mail: [unsaing@unsa.edu.ar](mailto:unsaing@unsa.edu.ar)

-8-

de **obtener 70 (setenta) o más puntos se considerará superada esta recuperación** y la calificación final para la nota de promoción se calculará a partir del promedio del puntaje obtenido en la etapa de cursado normal y en la etapa de recuperación, este promedio será traducido a una nota final siguiendo la norma establecida anteriormente para definir la nota final. Los que obtengan **menos de 70 (setenta) puntos quedarán en condición de libres.**

Ing. Héctor José SOLA ALSINA