



"2024 - 40 años de la Reapertura de la Universidad Nacional de Luján y 30 años del Reconocimiento Constitucional de la Autonomía Universitaria"



Universidad Nacional de Luján  
Departamento de  
Tecnología

DISPOSICION PRESIDENTE/A DEL CONSEJO DIRECTIVO DEPARTAMENTO DE TECNOLOGÍA DISPPCD-T  
: 79 / 2024

LUJÁN, BUENOS AIRES

VISTO: La presentación del programa de la asignatura Instrumental para el Control de Procesos (43952) correspondiente a la Carrera de Ingeniería en Alimentos efectuada por la Coordinadora dicha Carrera; y

CONSIDERANDO:

Que el referido programa se presentó ante la Comisión Plan de Estudios de la Carrera de Ingeniería en Alimentos, la que aconseja su aprobación.

Que además, la Comisión Plan de Estudios de la Carrera de Ingeniería en Alimentos, en el marco de la aprobación del nuevo Plan de Estudios, solicita la adecuación de los contenidos del programa aprobado por Disposición PCDD-T N° 125-23.

Que se realizó la adecuación solicitada.

Que corresponde al Consejo Directivo la aprobación de los programas de las asignaturas de las distintas carreras a las que presta servicios académicos este Departamento, conforme el artículo 64, inciso d) del Estatuto de esta Universidad.

Que el Consejo Directivo Departamental, mediante Disposición DISPCD-TLUJ: 0000357/14, delegó en su Presidente la emisión de actos administrativos de aprobación de programas de asignaturas, que cuenten con el informe favorable de la Comisión Plan de Estudios correspondiente.

Por ello,

LA PRESIDENTA DEL CONSEJO DIRECTIVO



"2024 - 40 años de la Reapertura de la Universidad Nacional de Luján y 30 años del Reconocimiento Constitucional de la Autonomía Universitaria"



Universidad Nacional de Luján  
Departamento de  
Tecnología

## DEL DEPARTAMENTO DE TECNOLOGÍA

### D I S P O N E:

ARTÍCULO 1°.- REEMPLAZAR en el Artículo 1° de la Disposición PCDD-T N° 125-23 por el que se transcribe a continuación:

*"ARTÍCULO 1° APROBAR el programa de la asignatura Instrumental para el Control de Procesos (43952): 2023 - Plan 01.10, correspondiente a la Carrera de Ingeniería en Alimentos, que como Anexo forma parte de la presente Disposición.-"*

ARTÍCULO 2°.- APROBAR el programa de la asignatura Instrumental para el Control de Procesos (43952): 2024 - 2025 - Plan 01.10, correspondiente a la Carrera de Ingeniería en Alimentos, que como Anexo forma parte de la presente Disposición.-

ARTÍCULO 3°.- Regístrese, comuníquese, remítase a la Dirección General de Asuntos Académicos. Cumplido, archívese.-

Mgter. Jimena O. MAZIERES - Presidenta Consejo Directivo - Departamento de Tecnología

PROGRAMA OFICIAL

1/5

---

DENOMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD: 43952 – Instrumental para el Control de Procesos  
TIPO DE ACTIVIDAD ACADÉMICA: Asignatura

CARRERA: Ingeniería en Alimentos  
PLAN DE ESTUDIOS: 01.10

---

DOCENTE RESPONSABLE:  
Ing. Guillermo Gustavo Lio – Profesor Adjunto

EQUIPO DOCENTE:  
Ing. Carlos Chiva – Jefe de Trabajos Prácticos.  
Ing. Mariano Badel – Ayudante de Primera  
Ramiro Flores Alonso – Ayudante de Segunda

**ACTIVIDADES CORRELATIVAS PRECEDENTES:**

PARA CURSAR:

CURSADA: 43047- Instalaciones y Servicios Industriales. En condición de Regular.

CURSADA: 13001- Programación. En condición de Regular.

CARGA HORARIA TOTAL:

HORAS SEMANALES: 4 - HORAS TOTALES: 32

DISTRIBUCIÓN INTERNA DE LA CARGA HORARIA:

TIPO DE ACTIVIDAD: 55% Clases teóricas. (18 hs.)

TIPO DE ACTIVIDAD: 45% Clases Prácticas (14 hs.) – Incluye visita a Planta Piloto.

PERÍODO DE VIGENCIA DEL PRESENTE PROGRAMA: 2024-2025

*Guillermo*  
*du*

PROGRAMA OFICIAL

2/5

**CONTENIDOS MÍNIMOS O DESCRIPTORES**

Instrumental para el control de procesos industriales. Especificaciones y selección. Instrumentación neumática y electrónica. Concepto de señal (analógica y digital). Señales eléctricas y neumáticas. Codificación digital de señales. Transmisión serie paralelo. Transmisión de señales a distancia. Aire comprimido para instrumentos. Tipos de control aplicado a la industria de alimentos.

---

**FUNDAMENTACIÓN, OBJETIVOS, COMPETENCIAS**

En todo proceso industrial es fundamental asegurar la calidad del producto. Para tal fin se hace necesario cuantificar y controlar las variables significativas presentes en el mismo tales como temperatura, presión, concentración, PH, etc. Es necesario para el ingeniero en alimentos tener un conocimiento de las especificaciones fundamentales de los instrumentos como así también del comportamiento de un sistema controlado, que le permita tomar decisiones en cuanto a la selección e implementación de equipos, y la comunicación fluida con un especialista si fuere necesario.

**OBJETIVOS:**

Proveer al alumno de los conocimientos relativos a la clasificación de los instrumentos de uso industrial, como así también de sus características principales. Evaluar los errores que se cometen al realizar una medición. Describir en qué consiste un proceso industrial controlado, y diferenciar las etapas que lo componen y los elementos involucrados en cada una de ellas. Analizar los distintos sensores destinados a la medición de variables, evaluando su empleo en relación a los requerimientos del proceso alimenticio.

Analizar diferentes sistemas de balance de masa y energía, establecer los conceptos de fenómeno transitorio y estado permanente, modelar procesos controlados y evaluar el comportamiento de los diferentes modos de control, tales como: ON-OFF, P, PI, PID, entre otros.

Desarrollar capacidades de oratoria y de resolución de problemas en el área del campo.

**CONTENIDOS**

**UNIDAD 1:**

Procesos industriales. Conceptos de variables. Clasificación de instrumentos, indicadores, transmisores, controladores, registradores, etc. Conceptos de señales: Señales eléctricas y neumáticas. Señales normalizadas. Señales analógicas y digitales, codificación. Conversión de señales. Errores. Tipos de errores. Propagación de errores. Incertidumbre. Precisión y exactitud. Histéresis. Zona muerta. Calibraciones. Patrones.

**UNIDAD 2:**

Características de los instrumentos. Rango. Alcance. Sensibilidad. Resolución. Precisión. Histéresis. Linealidad. Medición de variables: fuerza, presión, nivel. Caudal, temperatura, humedad, velocidad angular y lineal. Sistemas de detección de llama, Consideraciones en la elección de los sensores primarios con respecto a la higiene y seguridad. Sensores de proximidad.

**UNIDAD 3:**

Elementos finales de control. Relés, contactores. Válvulas de accionamiento neumático. Posicionadores. Aire comprimido para instrumentos. Válvulas de accionamiento eléctrico. Válvulas solenoides. Servomotores. Electroválvulas. Sistemas de control de velocidad en motores de CC y de CA. Consideraciones en la elección de elementos finales de control con respecto a la higiene y seguridad.

**UNIDAD 4:**

Diagramas P&ID. Código de identificación de instrumentos. Símbología ISA. Comunicaciones industriales. Transmisores. Señales analógicas, digitales, neumáticas, eléctricas, electrónicas. Transmisión serie y paralelo. Transmisión de señales a distancia. Protocolos de comunicación serie. RS 232, RS 422, RS 485.

**UNIDAD 5:**

Motivación al control. Ventajas del control. Historia del control automático. Lazos de control cotidianos. Diseños en control. Integración de sistemas: planta, objetivos, sensores, actuadores, comunicaciones,

*de fullen*

PROGRAMA OFICIAL

3/5

cómputo, interfaces, algoritmos, perturbaciones e incertidumbres. Procesos y sistemas. Sistemas de control realimentados y de lazo abierto. Ventajas y desventajas de ambos.

UNIDAD 6:

Función de transferencia. Respuesta al impulso. Solución de Sistemas Lineales. Transformada de Laplace. Integral de convolución. Estabilidad de funciones de transferencia. Sistemas con retardo. Polinomio de Taylor y la aproximación de Padé para sistemas con retardo. Diagramas de bloques. Controladores automáticos. Sistemas de control. Control de lazo abierto. Control de lazo cerrado. Sistemas ON-OFF. Histéresis. Sistemas de control proporcional. Error de off-set. Sistema de control P+I. Tiempo integral. Sistema P+I+D. Tiempo derivativo. Algebra de bloques. Reducción de bloques.

UNIDAD 7:

Modelos matemáticos de sistemas físicos. Sistemas de nivel. Sistemas térmicos. Balance de masa y energía. Concepto de estado estacionario y transitorio. Sistemas lineales. Resolución de ecuaciones diferenciales por métodos numéricos con software de apoyo Scilab y Labview. Aplicaciones del Teorema de Superposición. Perturbaciones. Sistemas de primer orden. Valor final. Constante de tiempo del sistema. Sistemas de segundo orden. Frecuencia natural. Coeficiente de amortiguamiento. Comportamiento sub amortiguado y sobre amortiguado, amortiguamiento crítico. Método de la curva de reacción de Ziegler-Nichols para la obtención de modelos. Sistemas de control en cascada. Sistema de control centralizado y distribuido. Sistemas de supervisión SCADA y HMI.

---

**METODOLOGÍA**

El desarrollo de la asignatura abarca series de resolución de ejercicios obligatorios y actividades prácticas presenciales y obligatorias en el laboratorio, aula y planta piloto Unlu, con entrega obligatoria de informes.

Vídeos seleccionados de apoyo para visualizar instrumentos y procesos.

Simulación de sistemas y procesos con software Scilab.

Demostraciones de lazos de control con software Labview.

Exposición oral sobre distintos temas abordados en la asignatura.

Actividades en planta piloto Unlu y laboratorios.

---

**TRABAJOS PRÁCTICOS**

TP1: Aplicaciones de las características de los instrumentos, cálculo de resolución, rango, alcance, precisión etc. Análisis de qué instrumentos y sistemas pueden ser aptos a los efectos de realizar diferentes mediciones. Cálculo de errores cometidos en las mediciones.

TP2: Clasificación de instrumentos. Celdas de carga, balanzas. Medidores de nivel resistivo y capacitivo. Tubo de Venturi. Presión hidrostática. Nivel ultrasónico.

TP3: Caudalímetros. Tipos, selecciones de los mismos. Termocuplas tipo J y K. Termómetros. Termorresistencias. Conexión a tres y cuatro hilos. Sensores de humedad según velocidad de respuesta. Elementos finales de control. Densidad de líquidos y métodos de medición.

TP4: Diagramas P&ID. Interpretación de esquemas. Normas ISA. Comunicaciones industriales. Ventajas y desventajas. Selección de las mismas. Características.

TP5: Análisis de sistemas. Lazos cerrados vs abiertos. Diagramas en bloques. Algebra de bloques. Fuerzas externas, realidad física. Tipos de variables: controlada, medida, perturbación. Funcionamiento de lazos de control.

TP6: Diagramas de bloques. Polos y ceros en función de transferencia. Reducción de bloques. Estabilidad de sistemas. Tipos de controladoras.

TP7: Respuestas temporales. Sistemas de primer orden y segundo orden. Respuestas al escalón unitario. Frecuencia natural y coeficiente de amortiguamiento. Establecimiento. Simulación de respuestas con Scilab y Labview. Obtención de modelos experimentales.

*de fullen*

PROGRAMA OFICIAL

4/5

En el desarrollo de las series de problemas se enfatiza el análisis de los resultados arrojados por los cálculos, tanto en lo referente a las magnitudes y signos de los mismos, como así también a su análisis dimensional. A este fin se considera que todo ingeniero debe integrar sus conocimientos en las tres ciencias básicas de la carrera: Matemática, Física y Química, analizando siempre los resultados obtenidos en cuanto a su coherencia con el fenómeno involucrado.

El criterio anteriormente enunciado se aplica a los trabajos de laboratorio en cuanto al análisis de los planteos de sistemas modelizados matemáticamente y los resultados obtenidos, tanto en lo referente a resultados totalmente ajustados a lo previsto el cálculo, como cuando se advierte una diferencia entre el planteo teórico con el resultado empírico. En ambos casos se analizan las limitaciones de los modelos. Esto comprende el análisis de fenómenos no considerados (fuerzas de rozamiento, cambios de fase, pérdida de energía por procesos exotérmicos etc.) o las limitaciones de un modelo continuo aplicado al estudio de un proceso discreto.

---

**ACTIVIDADES PRÁCTICAS**

LABORATORIO 1: Reconocimiento de instrumentos. Características de los instrumentos, cálculo de resolución, rango, alcance, precisión etc. Cálculo de errores cometidos en las mediciones. Aire comprimido. Compresores, válvulas, etc.

LABORATORIO 2: Uso de multímetros. Medición de voltaje, corriente y resistencia. Pulsadores, relés y contactores. Finales de carreras. Luces ojo de buey. Sensores inductivos, capacitivos y ópticos.

LABORATORIO 3: Medición con termocuplas tipo J y K. Termómetros. Termorresistencias. Conexión a tres y cuatro hilos. Errores típicos.

LABORATORIO 4: Elementos finales de control. Relés, contactores, pulsadores. Enclavamientos. Sistemas de lazo abierto. Lazo de temperatura. Control ON-OFF. Nivel. Reconocimiento planta de caudal didáctica en laboratorio. Uso de servo válvulas.

LABORATORIO 5: Control ON-OFF en equipo de nivel. Control PID. Demostración. Gráficas de respuestas temporales.

LABORATORIO 6: Visita Planta Piloto UNLU. Identificar componentes y el funcionamiento de los equipos instalados. Reconocimiento de sensores, indicadores, controladores, registradores, convertidores de señal, actuadores, PLC's.

---

**REQUISITOS DE APROBACIÓN Y CRITERIOS DE CALIFICACIÓN:**

CONDICIONES PARA PROMOVER (SIN EL REQUISITO DE EXAMEN FINAL) DE ACUERDO AL ART.23 DEL RÉGIMEN GENERAL DE ESTUDIOS RESHCS 261-21 y su ANEXO PARA CARRERAS CON MODALIDAD PEDAGÓGICA A DISTANCIA

- a) Tener aprobadas las actividades correlativas al finalizar el turno de examen extraordinario de ese cuatrimestre.
- b) Cumplir con un mínimo del 75 % de asistencia para las actividades teóricas y prácticas.
- c) Aprobar todos los trabajos prácticos previstos en este programa y asistencia a prácticas de laboratorio previstos en este programa, pudiendo recuperarse hasta un 25% del total por ausencias o aplazo.
- d) Aprobar el cien por ciento (100%) de las evaluaciones previstas con un promedio final no inferior a seis (6) puntos, sin haber recuperado ninguna.
- e) Aprobar una evaluación integradora de la asignatura con calificación no inferior a siete (7) puntos. Oral y escrita.

CONDICIONES PARA APROBAR COMO REGULAR (CON REQUISITO DE EXAMEN FINAL) DE ACUERDO AL ART.24 DEL RÉGIMEN GENERAL DE ESTUDIOS RESHCS 261-21 y su ANEXO PARA CARRERAS CON MODALIDAD PEDAGÓGICA A DISTANCIA

- a) Estar en condición de regular en las actividades correlativas al momento de su inscripción al cursado de la asignatura.

*de fullen*

PROGRAMA OFICIAL

5/5

- b) Cumplir con un mínimo del 50% de asistencia para las actividades teóricas y prácticas.
- c) Aprobar todos los trabajos prácticos previstos en este programa, pudiendo recuperarse hasta un 40% del total por ausencias o aplazo.
- d) Aprobar todas las evaluaciones con una calificación no inferior a cuatro (4) puntos, pudiendo recuperar hasta el cincuenta por ciento (50%) de las mismas. Cada evaluación solo podrá recuperarse en una oportunidad.

**EXÁMENES PARA ESTUDIANTES EN CONDICIÓN DE LIBRES**

1. Para aquellos estudiantes que, habiéndose inscriptos oportunamente en la presente actividad hayan quedado en condición de libres por aplicación de los artículos 22, 25, 27, 29 o 32 del Régimen General de Estudios, podrán rendir en tal condición la presente actividad.
2. Para aquellos estudiantes que no cursaron la asignatura y se presenten en condición de alumnos libres en la Carrera, por aplicación de los artículos 10 o 19 del Régimen General de Estudios, podrán rendir en tal condición la presente actividad.
3. Las características del examen libres son las siguientes: Dicho examen incluirá una exposición escrita y una oral. Examen teórico y práctico. El estudiante debe comunicarse primeramente con el equipo docente para recibir indicaciones concretas sobre el material que debe presentar previamente para su corrección. Luego se acordará un día, horario y llamado.

---

**BIBLIOGRAFÍA**

- Ogata, Katsuhiko. "Ingeniería de Control Moderna". Edic. Pearson-Prentice Hall. 4ta. Edición. 2003
- Kuo, Benjamin C. "Sistemas de Control Automático" Edic. Prentice Hall. 1996
- Smith y Corripio. "Control Automático de Procesos. Teoría y Práctica". Edic. Limusa/Noriega. 2007
- Creus, A. "Instrumentación Industrial" Edic. Marcombo. 2005.
- Distéfano, Stubberud, Williams. "Retroalimentación y Sistemas de Control". Mc. Graw Hill. Serie Schaum. 1992
- Perry - Chilton "Manual del Ingeniero Químico" Mc Graw Hill. 2001.
- Stephanopoulos G. "Chemical Process control an introduction to theory and practice"
- Páginas web para consultas:

[www.silge.com.ar](http://www.silge.com.ar)

[www.phelectronica.com.ar](http://www.phelectronica.com.ar)

[www.inqcapino.com.ar](http://www.inqcapino.com.ar)

[www.krohne.com](http://www.krohne.com)

[www.gefran.com](http://www.gefran.com)

---

DISPOSICIÓN DE APROBACIÓN: PCDD-T



Lio, Guillermo Gustavo

# Hoja de firmas



**Sistema: sudocu**

**Fecha: 27/08/2024 13:50:35**

**Cargado por: ENZO EMMANUEL FERRARI**



**Sistema: sudocu**

**Fecha: 27/08/2024 13:55:41**

**Autorizado por: JIMENA MAZIERES**