| Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional de Cuyo<br>P1- PROGRAMA DE ASIGNATURA<br>Adecuación a las modalidades presencial y a distancia por Pandemia COVID-19 | | | |
|---|---|---|---|
| **Asignatura:** | **Instrumentación y Control Automático** | | |
| **Docente Responsable:** | **Cargo, Título , Nombre y Apellido** | | |
| **Carrera:** | **Ingeniería Industrial** | | |
| **Año: 2020** | **Semestre: PAR (8°)** | **Horas Semestre: 90 hs** | **Horas Semana: 6 hs** |

## *1-Información Académico Administrativa*

*Ingeniería Industrial*

• Identificación: (023) Instrumentación y Control Automático
• Departamento de pertenencia: Ingeniería Industrial
• Carrera en la que se imparte: Ingeniería Industrial
• Plan de Estudios: Ord 110/2004-CS, Acreditada por la Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria. Resolución Res 416/14 CONEAU Ministerio de Educación Ciencia y Tecnología.
• Ubicación: 4° año, 8° semestre
• Régimen: Semestral
• Duración: 15 semanas

• Asignaturas correlativas previas – Carrera Ingeniería Industrial:

| Plan estudios | Carrera | Para cursar | Para rendir | Materia |
|---|---|---|---|---|
| 110/04 | I | Aprobada | | Electrónica General y Aplicada |

## *2-OBJETIVOS*

### 2.1 Objetivos generales de la carrera de Ing Industrial:

• Capacitarse para el planeamiento, análisis y resolución de problemas teóricos y su aplicación a la realidad concreta.
• Adquirir competencias para establecer relaciones entre el contexto y los problemas a resolver.
• Desarrollar hábitos de claridad, orden y corrección en la expresión.
• Adquirir la habilidad para interpretar textos con diferentes terminologías y simbolismos.
• Participar activamente en la elaboración del propio aprendizaje.
• Desarrollar con la profundidad adecuada los conceptos científicos de las distintas áreas.
• Valorar la aplicación de los contenidos científico-tecnológicos en los diferentes campos del ejercicio profesional.
• Adquirir habilidades y actitudes para la formación continua.
• Reforzar actitudes de responsabilidad, compromiso y honestidad.
• Desarrollar hábitos de trabajo, orden y disciplina.
Ubicar, analizar, seleccionar, evaluar y cursar la información adecuada al campo de estudio.

• Formar la conciencia ética en el desempeño profesional y la inserción social.

**Objetivos del Área de Tecnologías Aplicadas**

• Aplicar el conjunto de técnicas que definen la actividad primordial del Ingeniero Industrial.
• Adquirir la capacitación metodológica específica y el pensamiento crítico y creador en el trabajo.
• Consolidar los aprendizajes para acceder a los problemas con visión de integración multidisciplinaria.
• Realizar experiencia integral y directa de lo que será el futuro quehacer del graduado.
• Adquirir la disposición de mejoramiento permanente.
• Integrar la capacidad y el esfuerzo profesional en conductas de compromiso social frente a los desafíos de la actividad contemporánea.

**Objetivos de la asignatura INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL AUTOMÁTICO:**

Que el alumno frente a un proceso industrial:
- Pueda identificar los elementos dinámicos del proceso.
- Sea capaz de seleccionar la instrumentación de medición y control requerida para su automatización.
- Conozca las aplicaciones que tiene el control automático y los elementos que están en juego en los lazos realimentados.

**Objetivos específicos:**

- Comprender y aplicar los principios fundamentales y los conceptos básicos de la teoría de control.
- Establecer la dependencia de los distintos conceptos involucrados.
- Reconocer los elementos que conforman los distintos tipos de lazos de control.
- Interrelacionar los conceptos teóricos adquiridos a fin de interpretar las ventajas y desventajas de las distintas configuraciones de control.
- Reconocer los principales aspectos de diseño o de funcionamiento del lazo de control
- Adquirir el adecuado entrenamiento que les facilite la aplicación del control automático en los procesos industriales
- Definir, representar, modelizar matemáticamente los distintos procesos para predecir el comportamiento de los mismos, seleccionar adecuadamente el controlador y evaluar su comportamiento.
- Identificar, describir los instrumentos de medición y elementos de acción final.
- Conocer los principios básicos de funcionamiento (propiedades físicas, químicas, eléctricas) que generan las señales medidas y transmitidas
- Realizar aplicaciones industriales de los distintos elementos sensores y actuadores.
- Identificar, observar y describir los objetos de estudio. Elegir correctamente de catálogos, bibliografía, programas de computación los instrumentos que conforman un lazo de control.
- fomentar en el alumno la capacidad de *autogestión* del aprendizaje, realizando trabajos grupales de resolución de situaciones problema, observación, análisis, reflexión, aplicación, interacción y búsqueda de información bibliográfica.

.

## *3-CONTENIDOS*

Contenidos Mínimos:

Introducción al control automático, el lazo de control. Características de los procesos. Análisis dinámico del lazo de control. Análisis de lazos típicos de control. Controladores y modos de control. Elementos de acción final. Sistemas de control especiales. Aplicaciones de control a procesos industriales. Instrumentación de temperatura y presión. Instrumental de caudal. Instrumentación de nivel y otras variables. Modelización matemática

### Unidad 1 - INTRODUCCION AL CONTROL AUTOMATICO:

1- A: La problemática del control automático.
1- B: El lazo de control - Terminología.
1- C: La Transformada de Laplace.
1- D: Función de Transferencia.
1- E: Representaciones gráficas.
1- F: Acciones básicas de control.
1- G: Balances dinámicos de masa y energía en procesos de 1º orden, 2º orden y con tiempo muerto.
1-H: Linealización
1- I: Ejemplos de aplicación.

### Unidad 2 - ESTABILIDAD DEL LAZO DE CONTROL:

2-A Controladores por retroalimentación
2-B Funcionamiento de los controladores
2-C Tipos de controladores de retroalimentación
2-D Método de substitución directa
2-E Ajuste de controladores
2-F Método del lugar de las raíces

### Unidad 3 - RESPUESTA EN EL DOMINIO DE FRECUENCIA:

3- A: Función de transferencia en el dominio de frecuencia.
3- B: Diagrama de Nyquist.
3- C: Diagrama de Bode.
3- D: Criterio de estabilidad de Nyquist.
3- E: Diseño de los sistemas de control mediante análisis en lazo abierto.

### Unidad 4 - ANALISIS EN EL ESPACIO DE ESTADO:

4- A: Concepto de estado. Espacio de estados.
4- B: Ecuación de estado.
4- C: Solución de la ecuación de estado.
4- D: Controlabilidad y observabilidad.
4- E: Movimiento en el espacio de estado.
4- F: Trayectorias y estabilidad.

### Unidad 5 - OTROS SISTEMAS DE CONTROL:

5- A: Control de Relación.
5- B: Control en Cascada.
5- C: Control de Avanacción.
5- D: Control Difuso.

**Unidad 6 - CONTROL DIGITAL:**

6- A: Controladores basados en microprocesador, introducción.
6- B: Transformada Z y funciones de transferencias en lazos continuos y muestreados.
6- C: Elementos de hardware.
6- D: Elementos de software.
6- E: Análisis del algoritmo PID digitalizado.
6- F: Subrutinas complementarias.

**Unidad 7 - AUTOMATISMOS CON CONTROLADORES LOGICOS PROGRAMABLES(PLC):**

7- A: El Controlador Lógico Programable (PLC) introducción.
7- B: Entradas / Salidas típicas, descripción.
7- C: Elementos de hardware.
7- D: Elementos de software, diagrama escalera, lógica de contactos.
7- E: Temporizadores (a la conexión, a la desconexión), contadores.
7- F: Generación de pulsos y modulación por ancho de pulso.
7- G: Ejemplos y aplicaciones más corrientes.

**Unidad 8 - INTRUMENTACION DE PRESION Y CAUDAL:**

8- A: Medición y transmisión de variables en un lazo de control realimentado, incidencia en el comportamiento del mismo.
8- B: Medición y transmisión de presión absoluta, relativa y diferencial.
8- C: Idem de caudal por medidores de área fija: placa orificio, Venturi, Tubo Pitot y Annubar.
8- D: Medidores de caudal de turbina.
8- E: Medidores de caudal magnéticos.
8- F: Medidores de caudal másicos.

**Unidad 9 - INTRUMENTACION DE TEMPERATURA Y NIVEL:**

9- A: Instrumentos de temperatura, particularidades en su med. y transmisión en un lazo de control realimentado, incidencia en el comportamiento del mismo.
9- B: Termocuplas.
9- C: Termoresistencias.
9- D: Instrumentos de nivel, particularidades en su medición y transmisión en un lazo de control realimentado, incidencia en el comportamiento del mismo.
9- E: Medidores de nivel por desplazamiento.
9- F: Medidores de nivel por presión hidrostática y burbujeo.
9- G: Medidores de nivel por ultrasonido.
9- H: Otras variables de interés industrial.

**Unidad 10 - ELEMENTOS DE ACCION FINAL:**

10- A: Tipos de elementos de acción final. Válvulas de control.

10- B: Tipos de cuerpos.
10- C: Actuadores.
10- D: Características inherentes y efectivas de las válvulas de control, su selección.
10- E: Cálculo del CV.
10- F: Selección del cuerpo.
10-G: Posicionadores.
10-H: El variador de frecuencia para motores de CA tipo jaula de ardilla, componentes principales, configuración y campos de aplicación.

## *4- METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA*

**Resultados de Aprendizaje que se espera logren los estudiantes:**
-Identifica ecuaciones de modelos SISO y MIMO para comprender los comportamientos de diferentes procesos en el entorno de referencia.
-Reconoce el comportamiento de los diferentes modos de control para hallar la mejor respuesta del lazo, ajustándose a las características de cada modelo, justificando el uso de los ajustes elegidos y dando una interpretación en el contexto del problema.
-Analiza las respuestas en frecuencia de distintos elementos dentro de un lazo de control con la finalidad de ajustar los parámetros PID en condición óptima.
-Experimenta con sistemas muestreados para identificar las respuestas obtenidas cuando se utilizan algoritmos digitalizados.
-Programa ejemplos sencillos con PLC para aplicar los elementos de hardware y software en lógica escalera.
-Opera los equipos didácticos de Laboratorio para lograr una respuesta optima del lazo de control utilizando los manuales e instructivos de manejo del equipo.
-Comprende los principios físicos en los que se basan los diferentes sensores que se utilizan en la Industria para medir variables como nivel, presión, caudal, temperatura.
-Selecciona adecuadamente los sensores y elementos de acción final según la aplicación industrial y el contexto donde instalarlo.

### *Desarrollo de la Asignatura*

**Mediación Pedagógica:**
Para optimizar el logro de los Resultados de Aprendizaje, se debe trabajar intensamente desde los docentes para que la participación del que aprende sea lo más activa posible. En esta línea se desarrollan diferentes instancias de enseñanza- aprendizaje:
-Método Expositivo/Lección Magistral, alternando con Resolución de Ejercicios y Problemas durante las horas de clase desarrolladas en el aula.
-Clases virtuales desarrollando algunos conceptos y respondiendo consultas.
-Prácticas grupales externas, con uso de herramientas informáticas y software de simulación y entregas a través del campus virtual.
-Laboratorio de Formación Experimental, donde los estudiantes en grupos, aplican los conocimientos teóricos previamente adquiridos, operan los equipos, obtienen datos e interpretan los resultados obtenidos. El trabajo en laboratorio “permite el desarrollo de una cantidad de hábitos, habilidades y destrezas que no pueden lograrse por otros métodos” (Mastache, 2009).
Esta actividad se espera poder realizar cumpliendo los protocolos COVID-19 necesarios y conformes a las resoluciones y recomendaciones de las autoridades sanitarias de la Universidad Nacional de Cuyo.

**Criterios de Evaluación**
Los criterios de evaluación están relacionados con los saberes que se espera adquiera el estudiante:
Conocimientos teóricos adecuados, aplicación de los conceptos en la actividad de laboratorio y en casos de estudio.
Resolución de los ejercicios y problemas justificando las condiciones de contexto que se consideraron.
Operación de Instrumentos, Equipos y Máquinas en Ambientes de Acceso Local.
Todos los datos obtenidos y resultados son interpretados y discutidos correctamente
Participación activa, con la claridad adecuada y consensuada con sus compañeros.
Preocupación por la participación de todos los estudiantes.

**Estimación del Tiempo del Estudiante**
Los tiempos que establece el Plan de Estudio corresponden a Horas Presenciales. Se considera que el estudiante debe agregar Horas no Presenciales para adquirir las Competencias esperadas, Resolución de Actividades no Presenciales y Trabajos Grupales (indicados en el punto 6).

En el contexto de pandemia COVID 19, la modalidad a distancia adoptada dependerá de las condiciones que se presenten en el segundo semestre, contemplando la posibilidad de aumentar el porcentaje de las horas de clases por videoconferencia si hiciera falta, agregar más videos explicativos y material en aualaabierta. Es de interés para la cátedra mantener la presencialidad para las actividades de laboratorio ya que se valora mucho que el estudiante interactue con equipos e instrumentos comerciales.

***Recomendaciones de Estudio***

• Resolver los ejercicios y problemas propuestos aplicando la teoría desarrollada. Dedicar el tiempo necesario.
• Realizar las actividades de laboratorio leyendo previamente la información aportada por los manuales y material guía elaborado por la cátedra y participando activamente.
• Realizar las actividades de autoevaluación en tiempo y forma.
• Buscar información adicional y aplicaciones que estén presentes en el entorno del estudiante.
• Elaborar en forma grupal los informes y trabajos en equipo.

***Sistema de Evaluación***

• **Evaluación del Aprendizaje de Recursos**.
Para evaluar los saberes conocer, saberes hacer y saberes ser en las actividades de laboratorio, se prevén:
Exámenes breves individuales al finalizar las clases prácticas y la entrega de un informe por grupo que debe contener: los datos y resultados obtenidos, detalles del trabajo realizado, situaciones no esperadas y como fueron resueltas, y una instancia de investigación sobre otros sensores, instrumentos o equipos que serán definidos para cada grupo y cada actividad.
Resolución de evaluaciones en Moodle como instancia de autoevaluación de los aprendizajes y como evaluaciones parciales del proceso de enseñanza y aprendizaje.
• **Evidencias de Aprendizaje para cada Resultado de Aprendizaje**.
Se suman los resultados obtenidos en exámenes escritos parciales y el examen global integrador.

***Planes de Contingencia***

• Los cambios en la planificación que surgieran por algún imprevisto, serán informado a través de la página https://aulaabierta.ingenieria.uncuyo.edu.ar/enrol/index.php?id=77.

• Los estudiantes que tengan alguna duda o consulta a resolver con los integrantes de la cátedra, podrán hacerlo en los horarios de consulta o por mail a sbernasc@uncu.edu.ar o fernandogeli@gmail.com

***Listado de Trabajos Prácticos***

• Las guías de resolución de problemas, guías de laboratorios, están disponibles en la página Aula Abierta: https://aulaabierta.ingenieria.uncuyo.edu.ar/enrol/index.php?id=77

## *5-DISTRIBUCIÓN DE LA CARGA HORARIA*

| Actividad | Carga horaria por semestre |
|---|---|
| Teoría y resolución de ejercicios simples | 50 |
| Formación práctica | |
| Formación Experimental – Laboratorio | 10 |
| Formación Experimental - Trabajo de campo | 0 |
| Resolución de problemas de ingeniería | 15 |
| Proyecto y diseño | 15 |
| **Total** | **90** |

| | |
|---|---|
| **Porcentaje de Horas Presenciales** | 50 % del Total |
| **Porcentaje de Horas a Distancia** | 50 % del Total |

## *6- BIBLIOGRAFÍA*

***Bibliografía básica***

| Autor | Título | Editorial | Año | Ejemplares en biblioteca |
|---|---|---|---|---|
| Antonio Creus | Instrumentación Industrial | Marcombo | 1997<br>1989<br>1979 | 3<br>3<br>6 |
| C.Smith y A. Corripio | Control Automático de Procesos<br><br>Control Automático de Procesos, teoría y práctica- 2° ED | Limusa | 1996<br>1985<br>2014 | 7<br>1 |
| F. G. Shinskey | Process Control Systems | Mc.Graw Hill | 1996 | 3 |
| K. Ogata | Ingeniería de control Moderna | Prentice Hall | 2003<br>1993<br>1979 | 4<br>2<br>1 |
| Antonio Creus Solé | Simulación y control de procesos por ordenador | Alfaomega | 2007 | 2 |
| B.Kuo | Sistemas automáticos de control | Pearson | 2006<br>1973 | 1<br>1 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | 1965 | 1 |
| F.Raven | Automatic control engineering | McGraw-Hill | 1961 | 1 |
| W.Bolton | Instrumentación y control industrial | Paraninfo | 1999<br>2001 | 1<br>1 |
| D. Auslander, Y.Takahashi, M.Rabins | Introducción a sistemas y control | McGraw-Hill | 1976 | 1 |

***Bibliografía complementaria***

| Autor | Título | Editorial | Año | Ejemplares en biblioteca |
|---|---|---|---|---|
| E. Mandado Pérez y otros | Autómatas Programables | Thomson | 2005 | 1 |
| R. Piedrafita Moreno | Ingeniería de la Automatización Industrial. | Alfaomega | 2004 | 5 |
| A. Roca Cusidó | Control de Procesos | Alfaomega | 2002<br>1999 | 5<br>1 |
| Mc Neil and Thro | Fuzzy Logic | Ap. Prof. | 1994 | 1 |
| Ian Mc Ausland | Introduction to Optimal Control | R. Krieger P.C | 1969<br>1996 | 1<br>5 |
| A. Porras y A. P. Montanero | Autómatas Programables | McGrawHill | 1990 | 1 |
| Acedo Sánchez | Control avanzado de procesos : teoría y práctica | Díaz de Santos | 2003 | 1 |
| K. Ogata | Problemas de ingeniería de control utilizando Matlab | Prentice-Hall | 1999 | 1 |
| A.Creus Solé | Control de procesos industriales : criterios de implantación | Alfaomega | 1999 | 2 |
| S.Szklanny, C Behrends. | Sistemas digitales de control de procesos | Editorial Control | 1994 | 1 |
| P. Lewis, Ch. Yang. | Sistemas de control en ingeniería | Prentice-Hall | 1999 | 2 |

Sitios web recomendados: la página web http://fing.uncu.edu.ar/catedras/InstrumentacionYControl y https://aulaabierta.ingenieria.uncuyo.edu.ar/enrol/index.php?id=77

## *Recursos Necesarios*

• Espacios Físicos: aula 16 para las actividades teóricas y ejercitación de 18 a 21 hs, Laboratorio de Control en DETI I para las actividades prácticas, equipamiento informático personal sumado al disponible en la Facultad.
• Espacios o Recursos tecnológicos: proyector multimedia como apoyo en las explicaciones de contenidos teóricos, software de simulación y graficación, aulas virtuales.
• Visitas a plantas industriales.

## *7- EVALUACIONES (S/ Ord. 108-10_CS)*

## *Reglamento de Cátedra*

### • Sistema de Evaluación y de Calificación

Se considera que la evaluación "Es uno o más procesos formativos que sirven para identificar, recolectar y preparar datos que permitan determinar el logro de los resultados del aprendizaje" y "puede utilizar tanto métodos cualitativos como cuantitativos, según cuál sea el resultado del aprendizaje a verificar, y debe ser entendida como un proceso de mejora" (CONFEDI, 2017).

Están previstas varias instancias de evaluación, las que están reglamentadas en la Ord. 108-10_CS
-Autoevaluación y exámenes parciales a través de cuestionarios en Moodle.
-Co evaluación durante el desarrollo de las prácticas de laboratorio y en la Resolución de Ejercicios y Problemas.
-Evaluaciones teórico- prácticas durante el cursado de la asignatura: se tomarán en cuenta las evaluaciones de cada práctico de laboratorio, trabajos especiales solicitados, el o los examenes parciales y un examen global (Solo se recuperará el examen global).
-Evaluación integradora en examen final presencial si fuera posible o virtual mientras dure el contexto COVID 19.

- **CONDICIONES PARA OBTENER LA REGULARIDAD**:

La regularidad se logra cumpliendo con:

- la asistencia y aprobación de los trabajos de laboratorio y los trabajos especiales de aula
- la asistencia obligatoria (75% de las clases presenciales)
- la aprobación del examen global.
- La fecha límite para obtener la regularidad será el 12 de diciembre de 2020.

**La Cátedra no llevará ningún tipo de registro de asistencia u otro elemento de evaluación durante el cursado de la materia para los estudiantes que estén en condición de LIBRES.**
**Luego de haber obtenido la regularidad, la materia se aprobará rindiendo un examen final.**
**Para la situación de examen presencial, constará de la resolución de un ejercicio práctico, la exposición de un tema correspondiente a Teoría de Control y otro correspondiente a Instrumentación. Esta instancia de evaluación está planteada como una actividad de síntesis e integradora de los contenidos.**
**Mientras exista imposibilidad de evaluación presencial, la evaluación se podrá realizar en la modalidad virtual. El examen en esta modalidad consistirá, para los alumnos regulares, en un cuestionario en aulaabierta con ejercicios prácticos y si la nota en esta instancia es 60% o superior, el estudiante pasará a la instancia de evaluación teórica. Se realizará un cuestionario con preguntas o desarrollos teóricos que también se debe aprobar con 60% o más. Luego a través de una videollamada se realizará una instancia oral que profundizará los temas tratados en el cuestionario y se podrá preguntar sobre otros temas del programa.**
**Los estudiantes que rindan en condición de <u>ALUMNO LIBRE</u>, deberán realizar previamente una evaluación escrita, sobre un tema y con fecha de entrega a acordar. El día del examen se evaluará primero sobre las actividades de laboratorio a través de un cuestionario, que deberá aprobar con 60% mínimo para pasar a la siguiente instancia de evaluación consistente en ejercitación práctica de aula, exposición de un tema correspondiente a Teoría de Control y otro correspondiente a Instrumentación (dentro de la bolilla de examen elegida por el estudiante) y luego otro tema elegido por el docente a programa abierto. Esta instancia de evaluación está planteada como una actividad de síntesis e integradora de los contenidos.**
**Mientras exista imposibilidad de evaluación presencial, la evaluación se podrá realizar en la modalidad virtual. En este caso las condiciones son idénticas a las de la presencialidad solo que los cuestionarios se realizarán a través de aulaabierta y la instancia oral a través de una videollamada**

***Criterios de acreditación**:*

- Participación activa y pertinente en la clase

- Búsqueda de información adicional al contenido trabajado
- Entrega en tiempo y forma de los trabajos encomendados
- Compromiso y solidaridad con los acuerdos arribados en la tarea grupal

***Criterios de evaluación:***

- la coherencia en lo que se expresa en forma oral o escrita
- la consistencia u organicidad en el tratamiento o análisis de algún tema
- la organización lógica de los contenidos desarrollados y relación con otros temas
- la suficiencia en los argumentos que se aportan
- la relevancia de los antecedentes o de la información seleccionada
- la pertinencia de las hipótesis formuladas, de las fuentes de información consultadas, de las categorías de análisis utilizadas
- la claridad en el uso del lenguaje, de los juicios de valor, de la toma de decisiones pertinentes ante situaciones problemáticas hipotetizadas
- la precisión en el empleo del vocabulario o léxico específico de la disciplina
- la exhaustividad en la selección de los posibles argumentos que fundamenten alguna posición, en el análisis de un caso

***Programa de examen***

Bolilla 1: Unidades 1-8
Bolilla 2: Unidades 2-10
Bolilla 3: Unidades 3-9
Bolilla 4: Unidades 4-7
Bolilla 5: Unidades 5-6
Bolilla 6: Unidades 6-3
Bolilla 7: Unidades 7-2
Bolilla 8: Unidades 8-4
Bolilla 9: Unidades 5-10

## *Equipo Docente*

o Profesor Adjunto, responsable de cátedra: Ing María Susana Bernasconi
o Jefe de Trabajos Prácticos: Ing Fernando Geli

• Clases: Jueves de 15 hs a 21 hs
• Clases de Consulta: En DETI I – Laboratorio de Control.
Ing Maria Susana Bernasconi: Martes 9 hs,
Ing Fernando Geli: Martes 19 hs.
• Inicio de clases:
• Finalización de clases

Mientras continúe la situación generada por COVID 19, las consultas y clases se realizan por videoconferencia los lunes a las 18 hs. También se responden consultas a través de los correos electrónicos de los docentes.

Ing María Susana Bernasconi
18/5/2020