

# MAESTRÍA EN METALURGIA EXTRACTIVA

Acreditación CONEAU-Resol n° 1069/10  
Carrera n° 30.094/10

## Curso de Posgrado CONTROL DE PROCESOS

### DOCENTES

**Dr. Ing. Daniel CHUK**

-Responsable -

**Ing. Enrique Antonio NUÑEZ**

**Ing. Gustavo RODRIGUEZ MEDINA**

**Daniel Chuk** es Ingeniero Electrónico y Doctor en Ingeniería de Sistemas de Control por la Universidad Nacional de San Juan, Argentina. Es docente e investigador del Nucleamiento Ingeniería de Minas de la Facultad de Ingeniería de la UNSJ, donde se desempeña desde el año 1986. Es Profesor de la Cátedra Control e Instrumentación de Procesos, en las carreras de grado de Ingeniería de Minas e Ingeniería en Metalurgia Extractiva y ha dirigido diversos Proyectos de Investigación relacionados con el control automático de plantas de procesamiento de minerales.

**Enrique Antonio Núñez** es Ingeniero Electromecánico, egresado de la Universidad Nacional de San Juan. Es docente e investigador desde el año 1981, en el Nucleamiento Ingeniería de Minas. Integra el equipo de cátedras de la Cátedra Control e Instrumentación de Procesos en las carreras de Ingeniería de Minas e Ingeniería en Metalurgia Extractiva.

**Gustavo Rodríguez Medina** es Ingeniero Electrónico, egresado de la UNSJ, es parte del equipo de la Cátedra Control e Instrumentación de Procesos y Responsable de la Unidad de Vinculación Tecnológica de la UNSJ.

### TIPO:

Obligatorio Electivo, para alumnos de la Maestría en Metalurgia Extractiva.

**Perfeccionamiento.** Para los no inscriptos en la Maestría en Metalurgia Extractiva

### DESTINATARIOS:

Alumnos de la Maestría en Metalurgia Extractiva, Profesionales, Docentes, e Investigadores relacionados a la temática.

### METODO DE DICTADO

Clases magistrales (expositivas con diálogos e interrogatorios).

Clases grupales participativas (discusión y debates sobre temas específicos).

Práctica de laboratorio

### METODO DE EVALUACIÓN

Elaborar y defender una monografía sobre un tema específico del curso

El curso se aprobará con una nota final igual o mayor a 7 puntos en la escala 0 a 10.

### OBJETIVOS GENERALES

Al aprobar el curso se espera que el alumno logre:  
A nivel cognitivo: Logre conocer el funcionamiento de un lazo de control y sus componentes. Comprenda los factores que determinan la estabilidad de sistemas. Entienda la función de los controladores y efecto de los mismos en la dinámica de los sistemas.

A nivel sicomotriz: Sea capaz de elegir los instrumentos adecuados para la automatización de una planta. Adquiera habilidad para ubicar sensores y actuadores en el flow sheet de una planta. Pueda cerrar los lazos de control que sean necesarios para cumplir con los propósitos productivos de la

planta. Pueda sugerir un sistema digital de supervisión y control

A nivel afectivo: Desarrolle sentido común en cuanto a la elección de distintos sistemas de control según las características de la planta y el medio. Advierta la importancia de incorporar control, automático a las plantas de procesamiento de minerales.

### PROGRAMA ANALÍTICO

#### Unidad 1: EL LAZO DE CONTROL Y SUS ELEMENTOS

**1. Concepto de sistemas de control. El lazo de control, sus elementos. Ejemplos en distintas disciplinas.**

**1.2. Realimentación negativa, positiva. Avanzación.**

**1.3. Control anidado. Control de relación y control conmutado.**

**1.4. Control multivariable**

**1.5. Evolución histórica del control industrial.**

#### Unidad 2: INSTRUMENTACIÓN

**2.1.Sensores: descripción general de los distintos tipos**

**2.2.Simbología, nomenclatura**

**2.3.Actuadores. Válvulas de control. Accionadores de velocidad variable.**

**2.4.Dispositivos específicos de la industria minera.**

#### Unidad 3: COMPORTAMIENTO DE SISTEMAS

##### ESTABILIDAD

**3.1. Ecuaciones diferenciales.**

**3.2. Ecuaciones características y transformadas de Laplace**

**3.3. Estabilidad, estabilidad relativa**

**3.4. Sistemas lineales de 1er. y 2do. Orden**

**3.5. Realimentación y especificaciones de diseño de un sistema de control**

**3.6. Error del sistema en estado estacionario**

#### Unidad 4: CONTROLADORES

- 4.1. Objetivos de control. Velocidad de respuesta vs. exactitud
- 4.2. Control lineal y ON-OFF
- 4.3. Controlador proporcional integral derivativo. Calibración
- 4.4. Conceptos de interacción de lazos de control.

#### Unidad 5: SISTEMAS DIGITALES DE CONTROL

- 5.1. Controlador lógico programable y Sistemas de adquisición de datos.
- 5.2. Instrumentos unilazo. Autosintonía de controladores PID
- 5.3. Sistemas de control basados en PC. Software de control MMI.
- 5.4. Sistemas expertos.
- 5.5. Fieldbus.

#### Unidad 6: CONTROL DE TRITURACIÓN Y MO- LIENDA.

- 6.1. Control de la trituración primaria y secundaria
- 6.2. Cintas transportadoras.
- 6.3. Molienda en húmedo: configuración de control
- 6.4. Molienda autógena. Molienda en seco.

#### Unidad 7: CONTROL DE FLOTACIÓN

- 7.1. Variables más usadas.
- 7.2. Configuraciones de control en flotación en celdas.
- 7.3. Columnas de flotación.
- 7.4. Sistemas expertos. Uso de simuladores

#### **ARANCEL**

Alumnos de la Maestría: cubiertos por el arancel anual del programa.  
Profesionales: (\$2.000)

#### **CUPO**

10 participantes

#### **CARGA HORARIA**

Total 100 horas (80 horas presenciales y 20 horas de trabajos personales).

#### **PERIODO DE DICTADO**

11 al 22 de Mayo de 2015

#### **HORARIO**

Mañana: (09:00 a 13:00) hs.

Tarde: (16:00 a 20:00) hs.

#### **LUGAR**

Aula de Posgrado del  
Nucleamiento Ingeniería de Minas

#### **INSCRIPCIÓN**

Desde el 24 de Abril y hasta el 13 de Mayo de 2015, en el Departamento de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de San Juan. Av. Libertador 1109 (o) - Capital CP 5400 San Juan. Tel 54 2644211700 – Int. 291.

#### **INFORMES**

Secretaría de Posgrado  
del Nucleamiento Ingeniería de Minas.  
Avda. Libertador Gral. San Martín 1109  
(oeste) CP 5400 San Juan.  
Tel 0264 4220556 /0264 4211700

Int. 376

Tel/fax: 0264 4220556

E – mail: [dobertero@unsj.edu.ar](mailto:dobertero@unsj.edu.ar)

E – mail: [mail:dchuk@unsj.edu.ar](mailto:mail:dchuk@unsj.edu.ar)

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN JUAN**  
1973

**FACULTAD DE INGENIERIA**  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN JUAN

**iim**  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES MINERAS

**DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DE MINAS**

**Curso de Posgrado**  
**Maestría en Metalurgia Extractiva**

**CONTROL DE PROCESOS**

**Dr. Ing. Daniel CHUK**  
(Docente responsable del curso)

**Ing. Enrique Antonio NUNEZ**  
**Ing. Gustavo RODRIGUEZ MEDINA**

2015