

**CURSO** : **Automatización y Control en la Minería**  
**SIGLA** : **IEE 3634**  
**PROFESOR** : **Aldo Cipriano**  
**CARGA HORARIA** : **10 UAC**

## 1. OBJETIVO

Al finalizar el curso los alumnos dominarán los conceptos fundamentales de las tecnologías de automatización y control, conocerán sus posibilidades de aplicación en la minería, estarán en condiciones de profundizar en su estudio, y podrán interactuar informadamente con ingenieros de proceso, proveedores y empresas de ingeniería que desarrollan aplicaciones de automatización y control para la minería.

## 2. CONTENIDOS

### **Motivación**

Visión general sobre las tecnologías de automatización, control y robótica, y sus potencialidades para la industria minera.

### **Elementos básicos**

Proceso o sistema, variables de proceso, variables manipuladas, variables controladas, perturbaciones. Sensores: función y sensores para diferentes procesos. Actuadores: función y actuadores para diferentes procesos. Controladores: función y controladores para diferentes procesos. Manipuladores y sistemas robóticos: función y robots para diferentes procesos. Ejemplos en minería.

### **Fundamentos de control automático**

Realimentación. Estabilidad. Control discreto y control continuo. Acciones proporcional, integral, derivativa, controladores PI, PID, sintonía de controladores. Control de razón, control en cascada, control prealimentado, control por override, control inferencial. Lazos de control automático en minería.

### **Análisis dinámico**

Característica estática. Respuesta dinámica. Tipos de procesos. Modelos de proceso: modelos fenomenológicos, modelos empíricos. Identificación de modelos. Sistemas de eventos discretos. Simuladores estáticos y dinámicos. Ejemplos de simulación en minería.

### **Sistemas de automatización y robótica**

Sistemas para tiempo real: PLC, SCADA, DCS, PI. Sensores basados en visión. Sistemas robóticos. Funcionalidades y arquitecturas de sistemas de automatización y robótica. Ejemplos en minería.

### **Sistemas inteligentes**

Sistemas expertos: adquisición y representación del conocimiento, estructura y desarrollo de sistemas expertos. Sistemas difusos: lógica difusa, estructura de un sistema experto difuso, controladores difusos. Redes neuronales: neurona artificial, arquitectura y entrenamiento. Algoritmos genéticos. Ambientes para el desarrollo de sistemas inteligentes. Productos comerciales. Ejemplos en minería.

### **Control predictivo**

Conceptos básicos de Model Predictive Control (MPC), modelos para MPC, función objetivo, cálculo de la ley de control, GPC. Variantes: MPC con restricciones, MPC no lineal, MPC híbrido. Ambientes para el desarrollo de controladores predictivos. Productos comerciales. Ejemplos en minería.

### **Casos de estudio**

Análisis de aplicaciones de control automático, sistemas inteligentes, control optimizante y robótica en: mina, chancado, molienda, flotación, espesamiento, fundición, refineras, lixiviación, extracción por solvente, electroobtención.

### **3. METODOLOGÍA**

Exposiciones del material docente publicado en internet. Charlas de profesionales de empresas mineras y empresas proveedoras. Visitas a planta. Desarrollos empleando simuladores computacionales. Trabajos personales de investigación sobre: Caracterización de variables en un proceso minero; Estrategias de control en un proceso minero; Modelos de un proceso minero; Simulación de un proceso minero; Aplicaciones de robótica en un proceso minero; Control inteligente n un proceso minero. Proyecto final consistente en el desarrollo y evaluación por simulación de un sistema de control avanzado para un proceso minero.

### **4. BIBLIOGRAFÍA**

Bai Y., Zhuang H., Wang D. (eds). Advanced fuzzy logic technologies in industrial applications. Springer, 2006.  
Camacho E. F., Bordons C. Model predictive control. Springer, 2nd edition, 2004.  
Romero F., Levi F. (eds). Proceedings of the First International Congress on Automation in the Mining Industry, 2008.  
Sbarbaro D., del Villar R. (eds.) Advanced control and supervision of mineral processing plants. Springer, 2009.