

PLAN DE ESTUDIOS: CONTROL DE PROCESOS EAIE92

PROFESOR: Marcos Crutchik Norambuena

CORREO ELECTRONICO: marcos.crutchik@uantof.cl

PERIODO: Semestre 1, año 2025

Mención: Sistemas de Control y Automatización

Sem.	Asignatura	Descriptor
IX	Control de Procesos	<ul style="list-style-type: none">➤ Naturaleza de la asignatura: Profesional, obligatoria, teórico-práctica➤ Competencias a las que tributa: 4.1 Diseña técnica y económicamente proyectos de Control y Automatización de acuerdo a requerimientos de mejoramiento, optimización y desarrollo sostenible en procesos industriales, utilizando tecnologías vigentes, básicas y avanzadas.➤ Nivel de desarrollo: 4.1.2 Analiza aspectos relevantes técnicos, en el diseño y operación de sistemas de control y automatización. Aplica técnicas de control de procesos para mejorar sistemas y procesos industriales➤ Resultados de aprendizaje que desarrolla:<ul style="list-style-type: none">4.1.2.1 Identifica los distintos niveles, la arquitectura de control, las redes y protocolos de comunicación que se establecen en un sistema de control de procesos, así como diversas técnicas aplicadas al nivel de control regulatorio tipo SISO (Lazo Abierto, Lazo Cerrado, Control en Cascada, Control de Razón) basado en controladores PID y/o PLC.4.1.2.4 Selecciona arquitecturas de control tipo SISO, y conoce las ventajas de las distintas redes y protocolos de comunicación, así como técnicas aplicables al nivel de control regulatorio basado en controladores PID.4.1.2.7 Aplica técnicas clásicas del control de procesos, considerando requerimientos de comportamiento y restricciones en el primer nivel de control de la pirámide del control de procesos.

PROGRAMA DE CONTENIDOS

1. FUNDAMENTOS BASICOS DEL CONTROL DE PROCESOS

- 1.1. Los objetivos de la automatización de procesos, el problema de las Perturbaciones, tipo de sistemas de control, tendencias futuras de la automatización
 - Sistemas de Control Automatizados: en base a PLC y en base a Manipuladores Robóticos
 - Sistemas de Control de Procesos
- 1.2. Justificación económica de la automatización de un proceso:
 - Beneficios económicos generados por la automatización
 - Costos asociados a los procesos de automatización: Costos Financieros, O&M, RRHH
 - Evaluación de la Rentabilidad Económica de la automatización de un proceso
- 1.3. El desarrollo de un proyecto de automatización: La Filosofía de Control, selección de Estructuras alternativas de control, criterios selección de la alternativa de control más adecuada, gestión y puesta en marcha de los proyectos.
- 1.4. Conceptos básicos de Estructuras de Control tipo SISO y MIMO

2. ESTRUCTURAS DE CONTROL TIPO SISO

- 2.1. Estructuras de Control tipo SISO: Lazo Abierto, Lazo Cerrado, Control en Cascada, Control de Razón, Control Prealimentado: Características de funcionamiento, usos más usuales, y selección de alternativas.
- 2.2. Sintonía de Lazos de Control: Sintonía de lazo tipo Control en Cascada, y repaso de sintonía de lazo cerrado.

3. ESTRUCTURAS DE CONTROL TIPO MIMO

- 3.1. Estructuras tipo DDC Centralizado, DDC Supervisor, DDC Distribuido: Conceptos básicos, características, ventajas e inconvenientes, usos recomendados.
- 3.2. Estructuras de sistemas digitales de comunicación de datos, usos de Protocolos digitales, tipos de buses de datos, topologías de redes de datos, Software de control (INFI 90 y HMI).

4. ESTRATEGIAS DE CONTROL AVANZADO

- 4.1. Sin requerimiento del Modelo Matemático: Control Experto, Control Difuso (Fuzzy), BIG Data, Redes Neuronales, Machine Learning.
- 4.2. Conceptos básicos de estrategias de control avanzado basadas en modelos: Control Óptimo, Control Adaptivo, Control Estocástico, Control con Referencia a Modelo.

5. ADMINISTRACIÓN Y GESTIOS DE PROYECTOS DE AUTOMATIZACION

- 5.1. Tipos de Administración y Desarrollo de Proyectos de Automatización: Ingeniería Propia, proyectos tipos Llave en mano desarrolladas por empresas EPC, sistemas mixtos de administración de proyectos.
- 5.2. Tipos de Gestión y Licitación de Proyectos de Automatización: Tipo Suma Alzada, por Obra Realizada, sistemas mixtos.
- 5.3. Ejecución y puesta en marcha de proyectos de automatización: Marcha Seca, Marcha Blanca.

Nota:

El Curso estará programado en la UCAMPUS, lugar en donde estarán las materias y apuntes, y en donde se subirán las Pruebas y Actividades de Evaluación respectivas.

1. EVALUACION DE LA ASIGNATURA

La asignatura se evaluará se realizará en base a 2 pruebas y un Trabajo. La nota final (NF) se determinara en base al siguiente polinomio:

$$NF=0.4*NP1 + 0.4*NP2 +0.2*NTR$$

1.1. Trabajo de Investigación:

- **Contexto:** Las empresas mineras chilenas están sujetas a un aumento estructural de sus costos operacionales, algo que se debe esencialmente al envejecimiento de los yacimientos, y a la disminución de las leyes de los minerales. Una de las estrategias que ha planteado la minería para lidiar con este problema es automatizar sus procesos, algo que llaman Autonomía Operacional, pues ello les permitiría que los equipos trabajen periodos más largos de tiempo, como también hacer un uso más eficiente y eficaz de los materiales e insumos. Además, dado que los equipos se usarían de manera más eficiente, todo ello aumentaría la productividad, y con ello se generaría una disminución de los costos operacionales.
- **Trabajo a Realizar:** En el contexto de la minería del cobre, Investigar las alternativas que existen para automatizar los procesos mineros, analizando la posible aplicación de las estrategias de control que son materias del curso Control de Procesos. La idea es, a nivel de perfil, analizar las dificultades operacionales de los procesos, e indicar las alternativas de control que se podrían utilizar para resolver esta problemática, indicando brevemente como se haría la automatización, describiendo las ventajas y posibles inconvenientes, tanto económicas, técnicas, y sociales, que podría implicar el uso de estas automatización del proyecto.
- **Modo de desarrollo del Trabajo:** Para simular lo que hace un ingeniero en la vida real, el Trabajo se realizará en forma grupal, los grupos serán establecidos por el Profesor (así es, en la vida profesional, los compañeros de equipo no se eligen, son los profesionales que hay en la empresa, por lo que hay que aprender a convivir con diferentes tipo de personas, y con diferentes tipos de personalidades).Cada grupo tendrá que organizarse, fijar sus reglas de funcionamiento, y desarrollar una planificación de la forma en que se llevará adelante la tarea encomendada, planteando la Carta Gantt respectiva. **La planificación del Trabajo deberá ser enviada al correo del profesor la 3º semana de clases.** El profesor, simulando la labor de un Gerente, realizará con cada Grupo Reuniones de Gerencia, de modo de verificar el avance del trabajo, y el cumplimiento de la planificación establecida por cada grupo.

1.2. Comentarios respecto a la evaluación y aprobación de la asignatura:

Siguiendo el modelo del trabajo real de un ingeniero en la realidad laboral, el profesor actuará como Mandante de un trabajo, y entregará en ciertas fechas convenidas una prueba la cual los alumnos deberán resolver. **Los alumnos tendrán una semana para entregar al profesor la resolución de la prueba, enviándola, en formato Word, al correo del profesor (marcos.crutchik@uantof.cl).** Como ocurre en la vida laboral, los alumnos podrán usar

cualquier fuente de información que quieran, entrevistarse con expertos, juntarse con sus compañeros del curso, o usar cualquier otro medio para resolver el problema dado. Eso si, al igual que en la práctica, el atraso en la entrega del trabajo será multado, estableciéndose una disminución de 0.2 puntos en la nota por cada día de atraso.

En cuanto al trabajo, será evaluado en base a la calidad del informe escrito y la exposición oral, y los antecedentes recogidos de las reuniones de gerencia.

De acuerdo con la reglamentación de la Universidad, cada Actividad Evaluativa se debe aprobar en forma individual, y en caso de que algún alumno reciba una nota inferior a 4.0, en alguna de las evaluaciones individuales, el profesor realizará una Actividad Remedial para que el alumno pueda corregir su situación. La Actividad Remedial consistirá en que, en base a una realimentación recibida por el alumno por parte del profesor, el alumno rinde nuevamente la misma prueba, que en el caso de responder en forma correcta a los problemas planteados, subirá la nota de esta evaluación a 4.0.

La planificación de las pruebas se registrará por el siguiente calendario:

	Fecha entrega Profesor	Fecha entrega del alumno	Trabajo Remedial de Recuperación
Prueba 1 Filosofía de Control y Selección de Estructura SISO	Semana 7	Semana 8	A partir de la realimentación hecha por el profesor en clases, y respecto a los errores cometidos por el alumno en la prueba, el estudiante, en un plazo de 3 días, realiza nuevamente la misma prueba.
Prueba 2 Selección de Estructura MIMO y Estructura de Comunicaciones	Semana 11	Semana 12	A partir de la realimentación hecha por el profesor en clases, y respecto a los errores cometidos por el alumno en la prueba, el estudiante, en un plazo de 3 días, realiza nuevamente la misma prueba.
Trabajo Automatización de procesos de la minería del cobre chilena	Semana 15	Semana 16	A partir de la realimentación hecha por el profesor en clases, y en el propio informe escrito, en relación a las deficiencias encontradas en el Trabajo, el Grupo, en un plazo de 3 días, entregará el Trabajo corregido

1.3. Comentarios respecto a la Asistencia a Clases:

Según la reglamentación vigente de la Universidad, más allá de sus notas, para aprobar el curso los alumnos deberán registrar una asistencia igual o superior a un 75% a las actividades desarrolladas en la asignatura. Así, los alumnos que tengan una nota final

promedio igual o superior 4.0, y que registre una asistencia superior, o igual, al 75%, aprobará el curso.

Para aquellos alumnos que, **por motivos previamente justificados ante el profesor**, no les sea posible acreditar una asistencia superior a un 75%, de acuerdo a lo determinado por el Consejo de Profesores del DIE, esta regla no les sería aplicable en el caso de que el alumno, a pesar de las inasistencias, muestre un buen desempeño en la evaluaciones, habiendo aprobado el curso con un buen promedio de notas. En el caso de la asignatura de Control de Procesos se eximirá de la obligación de acreditar la asistencia a los alumnos que tengan una calificación final igual o superior a 4.8. De no ser así, el alumno reprobará el curso, y tendrá que dar los Exámenes de 1º y/o 2º oportunidad. En el contexto de los exámenes, Para aprobar la asignatura, para los alumnos que tengan problemas con la asistencia, una vez rendido los Exámenes, para aprobar la asignatura la nota final tendrá que ser igual o superior a 4.0.