

# INSTITUTO TECNOLÓGICO DE DURANGO

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍAS QUÍMICA Y BIOQUÍMICA  
SEMESTRE AGOSTO – DICIEMBRE 2012



## DATOS GENERALES DEL CURSO

- Asignatura:** Instrumentación y Control  
**Grupo:** BI1121-5G  
**Carrera:** Ingeniería Bioquímica  
**Nivel:** Licenciatura  
**Créditos:** 5 (3 HT y 2 HP por semana)
- Docente:** Dr. Carlos Francisco Cruz Fierro  
**Correo:** doc@cruzfierro.com  
**Oficina:** Centro de Física (edificio D, tercer piso)
- Horario:** L – V 18-19 H-3

**Suspensiones oficiales:** 17 sep, 2 nov, 19 nov

**Página electrónica:** <http://tecno.cruzfierro.com/>

## COMPETENCIAS A DESARROLLAR

<b>ESPECÍFICAS</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>Conocer la simbología utilizada en la instrumentación</li><li>Conocer los principios para la medición de las variables de proceso.</li><li>Conocer los diferentes tipos de medidores de presión, flujo, nivel y temperatura.</li><li>Conocer los elementos finales de control.</li><li>Deducir el modelo matemático de sistemas físicos.</li><li>Comprender los conceptos fundamentales de los elementos y sistemas de control.</li><li>Obtener la respuesta en el dominio del tiempo de sistemas físicos, partiendo de los modelos matemáticos y transformados al dominio de Laplace.</li><li>Comprender los efectos de los diferentes modos de control (P, PI, PID) en la respuesta de los sistemas.</li><li>Reconocer la estabilidad de sistemas de control automático.</li><li>Determinar los parámetros de ajuste de los controladores a lazo cerrado.</li><li>Conocer algunas de las diferentes estrategias de control de procesos químicos.</li></ul>		
	<b>GENÉRICAS</b>	<b>INSTRUMENTALES</b>	<b>INTERPERSONALES</b>
	<ul style="list-style-type: none"><li>Capacidad de análisis y síntesis.</li><li>Capacidad de organizar y planificar.</li><li>Conocimientos básicos de la carrera.</li><li>Habilidades de gestión de información.</li><li>Resolución de problemas.</li><li>Toma de decisiones.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Razonamiento crítico.</li><li>Trabajo en equipo.</li><li>Habilidades interpersonales.</li><li>Compromiso ético.</li><li>Crítica y autocrítica constructiva.</li><li>Capacidad de comunicación con expertos de otras áreas</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Aplicación práctica de los conocimientos.</li><li>Habilidades de investigación.</li><li>Construcción del propio conocimiento.</li><li>Adaptación a nuevas situaciones.</li><li>Generación de nuevas ideas (creatividad).</li><li>Trabajo autónomo.</li><li>Preocupación por la calidad.</li><li>Búsqueda del logro.</li></ul>

## COMPETENCIAS PREVIAS

<b>ESPECÍFICAS</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>Realizar balances de materia y energía de diversos procesos químicos.</li><li>Utilizar series de Taylor para realizar linealizaciones de sistemas no lineales.</li><li>Utilizar diversos métodos numéricos.</li><li>Utilizar transformadas de Laplace.</li><li>Resolver ecuaciones diferenciales utilizando la técnica de transformada de Laplace.</li><li>Realizar operaciones con números complejos.</li><li>Conocer el entorno Matlab.</li></ul>
--------------------	---

## TEMARIO Y CALENDARIZACIÓN TENTATIVA

NOTA: Los exámenes se programarán por acuerdo grupal al terminar cada unidad (normalmente para una semana después).

### UNIDAD 1: ELEMENTOS PRIMARIOS Y FINALES DE CONTROL

1.1	Conceptos básicos de la instrumentación y el control	3 sep
1.2	Simbología y diagramas de instrumentación	5 sep
1.3	Elementos primarios de medición (sensores)	10 sep
1.4	Elementos finales de control	11 sep

### UNIDAD 2: MODELACIÓN DINÁMICA

2.1	Modelos de los procesos químicos	18 sep
2.2	Linealización de modelos no lineales	1° oct
2.3	Funciones de transferencia y diagramas de bloques	3 oct
2.4	Sistemas de primer orden	8 oct
2.5	Sistemas de segundo orden	5 nov
2.6	Sistemas de orden superior	14 nov

### UNIDAD 3: DISEÑO DE CONTROLADORES

3.1	Generalidades del control retroalimentado	20 nov
3.2	Controlador proporcional (P)	21 nov
3.3	Controlador proporcional integral (PI)	27 nov
3.4	Controlador proporcional integral derivativo (PID)	29 nov
3.5	Estabilidad	3 dic
3.6	Sintonización de controladores	5 dic

### UNIDAD 4: TÉCNICAS ADICIONALES DE CONTROL

4.1	Control relacional	10 dic
4.2	Control en cascada	11 dic
4.3	Control anticipatorio	12 dic

## BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

1. Anderson. "Instrumentation for Process Measurement and Control". Foxboro.
2. Considine. "Manual de Instrumentación Aplicada". McGraw-Hill.
3. Coughanowr y Koppel. "Process System Analysis and Control". Prentice Hall.
4. Creus. "Instrumentación Industrial". Alfaomega Marcombo.
5. Creus. "Instrumentos Industriales: Su Ajuste y Calibración". Alfaomega.
6. Creus. "Simulación y Control de Procesos por Ordenador". Alfaomega.
7. Luyben. "Process Modeling, Simulation and Control for Chemical Engineers".
8. Ogata. "Ingeniería de Control Moderna". Pearson Educación.
9. Ogata. "Problemas de Ingeniería de Control utilizando Matlab". Prentice Hall. (629.80285 O345)
10. Ogunnaike y Ray. "Process Dynamics, Modeling and Control". Oxford.
11. Pallás. "Sensores y Acondicionadores de Señal". Alfaomega.
12. Smith y Corripio. "Principios y Práctica de Control Automático de Procesos". John Wiley & Sons.
13. Soisson. "Instrumentación Industrial". Limusa.
14. Stephanopoulos. "Chemical Process Control: An Introduction to Theory and Practice". Prentice Hall.

## CRITERIOS DE ACREDITACIÓN

**Evaluación de primera oportunidad.** Es la evaluación sumativa que se realiza por primera ocasión para cada unidad<sup>(\*)</sup> durante el periodo planeado y señalado por el docente.

**Evaluación de segunda oportunidad.** Es la evaluación sumativa de complementación, que cumple con la integración de las evidencias no presentadas o incompletas en la evaluación de primera oportunidad y se realiza al finalizar el curso, de acuerdo a las fechas programadas por el docente.

**Desempeño en la evaluación.** Sólo existen dos opciones de desempeño en la evaluación sumativa de competencias: "competencia alcanzada" o "competencia no alcanzada". La opción "competencia alcanzada" se logra cuando el estudiante ha cubierto el 100% de evidencias conceptuales, procedimentales y actitudinales de una competencia específica; en caso contrario se trata de una "competencia no alcanzada".

**Indicadores de desempeño.** Las siguientes tablas especifican los indicadores empleados para establecer el nivel de desempeño de cada unidad y su correspondiente valoración numérica.

INDICADORES DE DESEMPEÑO	
<b>(A) Se adapta a situaciones y contextos complejos.</b>	Puede trabajar en equipo, reflejar sus conocimientos en la interpretación de la realidad. Inferir comportamientos o consecuencias de los fenómenos o problemas en estudio. Incluir más variables en casos de estudio.
<b>(B) Hace aportaciones a las actividades académicas desarrolladas.</b>	Pregunta ligando conocimientos de otras asignaturas o de casos anteriores de la misma asignatura. Presenta otros puntos de vista que complementan al presentado en la clase. Presenta fuentes de información adicionales (internet, documentales), usa más bibliografía, consulta fuentes en un segundo idioma, entre otras.
<b>(C) Propone y/o explica soluciones o procedimientos no vistos en clase (creatividad).</b>	Ante problemas o casos de estudio propone perspectivas diferentes para abordarlos correctamente sustentadas. Aplica procedimientos aprendidos en otra asignatura o contexto para el problema que se está resolviendo.
<b>(D) Introduce recursos y experiencias que promueven un pensamiento crítico.</b>	Ante temas de la asignatura, introduce cuestionamientos de tipo ético, ecológico, histórico, político, económico, etcétera, que deben tomarse en cuenta para comprender mejor, o a futuro, dicho tema. Se apoya en foros, autores, bibliografía, documentales, tecnologías de la información, etcétera, para apoyar su punto de vista.
<b>(E) Incorpora conocimientos y actividades interdisciplinarias en su aprendizaje.</b>	En el desarrollo de los temas de la asignatura, incorpora conocimientos y actividades desarrollados en otras asignaturas sobrepasando la calidad o prestaciones del producto o evidencia requerida para la competencia.
<b>(F) Realiza su trabajo de manera autónoma y autorregulada.</b>	Es capaz de organizar su tiempo y trabajar sin necesidad de una supervisión estrecha o coercitiva. Aprovecha la dosificación de la asignatura presentada por el docente (avance programático) para llegar a las clases con dudas o comentarios de la temática a ver. Investiga o lee y en consecuencia es capaz de participar activamente en clase.

VALORACIÓN DEL DESEMPEÑO					
DESEMPEÑO	COMPETENCIA ALCANZADA				COMPETENCIA NO ALCANZADA
INDICADORES LOGRADOS	5 ó 6	4	3	2	1 ó 0
NIVEL DE DESEMPEÑO	Excelente	Notable	Bueno	Suficiente	Insuficiente
VALORACIÓN NUMÉRICA	95-100	85-94	75-84	70-74	NA

**Acreditación de la asignatura.** Para que el estudiante acredite una asignatura, debe ser evaluado en todas y cada una de las competencias específicas de la misma, y el nivel de desempeño alcanzado por el estudiante estará sustentado en las evidencias y cumplimiento de los indicadores de alcance.

**Calificación del curso.** Los resultados de las evaluaciones sumativas de cada unidad se promedian para obtener la calificación de la asignatura, siempre y cuando se hayan alcanzado todas las competencias específicas.

<sup>(\*)</sup> El documento "Lineamiento para la Evaluación y Acreditación de Asignaturas versión 1.0 Planes de Estudio 2009-2010" indica que la evaluación sumativa se realiza por cada competencia. Por compatibilidad con el contenido temático y para facilitar el trabajo académico, en este curso las evaluaciones sumativas se realizarán por cada unidad. El texto en esta página se ha adaptado de acuerdo a este criterio.

## EVIDENCIAS PARA EVALUACIÓN

**Examen.** Se aplicará un examen escrito una semana después de concluir cada unidad, evaluando teoría y/o problemas. En caso de ser necesario se puede cambiar una sola vez la fecha del examen (previo acuerdo con al menos un día de anticipación) pero no posponerlo más de una semana adicional. No se aplicarán exámenes extemporáneos. Los exámenes serán a libro y cuaderno cerrado, excepto por los formularios que en su momento indique el profesor. Los alumnos no podrán prestarse nada durante el desarrollo del examen. Tampoco podrán abandonar el salón ni recibir nada del exterior durante el examen. Dado que no se seguirá estrictamente ninguna de las referencias bibliográficas, se espera que el alumno tome notas adecuadas de la información presentada en clase. Todo material cubierto en clase o tareas puede ser objeto de evaluación. *Para que el examen se acepte como evidencia de las competencias correspondientes, debe alcanzar un mínimo de 70% de la puntuación total del examen. En caso contrario se presentará un examen en segunda oportunidad.*

**Tareas.** Generalmente se asignarán una o dos tareas por unidad, para ser resueltas en equipos de máximo 3 personas. Todos los miembros del equipo son igualmente responsables del trabajo realizado. La tarea deberá ser entregada una semana después de ser asignada, al inicio de la clase correspondiente. Cuando por cualquier motivo no haya clase el día que se debía entregar la tarea, ésta se entregará el siguiente día que sí haya clase, sin considerarse esto un retraso. Las tareas no necesitan ser en computadora, aunque se espera un esfuerzo por la mejor calidad de presentación. Los gráficos sí deberán ser en computadora. Las tareas deberán entregarse en papel, no se acepta entrega por correo electrónico.

**Portafolio.** Está constituido por ejercicios y otras actividades realizadas por el alumno durante el curso. Algunos pueden ser opcionales, según lo indique el profesor. El alumno entregará los ejercicios asignados en clase, resueltos a mano, como evidencia de su trabajo personal, a más tardar una semana después de haberse encargado cada ejercicio. Cuando el docente proporcione la respuesta, es responsabilidad del alumno verificar que su respuesta concuerde. Todas las hojas deberán llevar nombre y número de control. Se recomienda emplear ambos lados de la hoja o papel de reuso, pero no se recomiendan hojas de cuaderno.

**Portafolio global.** Es la evidencia final del curso y derecho para la calificación final. Al término del semestre, el alumno preparará un engargolado con todas las evidencias que se le indiquen formando un portafolio final.

## INFORMACIÓN ADICIONAL

**Asistencia.** La asistencia es requerida. En caso de que el alumno llegue significativamente tarde o que abandone el salón durante un tiempo considerable de la clase, se le podrá cancelar la asistencia correspondiente. Las inasistencias deberán justificarse por escrito en un plazo máximo de una semana. Es responsabilidad del alumno ponerse al corriente a la mayor brevedad cuando haya faltado.

**Honestidad académica.** Es indispensable que el alumno mantenga una ética consistente con la formación profesional que está recibiendo. La deshonestidad en un examen será motivo de anulación. En el caso de tareas u otros trabajos, se anularán si muestran evidencia de material copiado de otro equipo o de información simplemente copiada y pegada de Internet. Por otro lado, se permite y se recomienda que los alumnos se reúnan a trabajar en tareas y repasar temas visto en clase, a condición de que todos participen y que cada uno desarrolle su propio trabajo.

**Aprendizaje incremental.** Los temas del curso tienen una secuencia lógica que requiere del dominio de un tema antes de continuar con el siguiente. Del mismo modo, este curso requiere y se basa en aprendizajes previos. Las tareas o los exámenes pueden requerir conocimientos de unidades anteriores o de cursos anteriores.

**Trabajo extra-clase.** De acuerdo a la asignación de créditos, se espera que el alumno dedique al curso un mínimo de 3 horas extra-clase semanalmente, adicionales al horario asignado. Estas horas extra de trabajo corresponden a la realización de tareas y finalización de ejercicios de portafolio.

**Evidencia del proceso educativo.** Todos los exámenes y tareas constituyen evidencia del proceso educativo, por lo que permanecerán en custodia del profesor. Al entregar resultados de los exámenes, el alumno deberá firmar de enterado y devolver su examen. El portafolio sí se devolverá al alumno al final del curso, aunque en algunos casos el profesor podrá solicitarlo en préstamo como evidencia adicional para los procesos de certificación y/o acreditación.

**Calidad del trabajo escolar.** Se espera que el alumno refleje su esfuerzo en alcanzar y mantener una alta calidad en su trabajo. Si hay deficiencias significativas, la calificación obtenida puede ser penalizada o se puede indicar que se hagan las correcciones pertinentes.

**Celulares.** No se permite su uso durante la clase. Mantenerlos apagados o en modo silencioso.