



PROGRAMA ANALÍTICO DE ASIGNATURA

DEPARTAMENTO: Ingeniería Química

CARRERA: Ingeniería Química

NOMBRE DE LA ACTIVIDAD CURRICULAR: CONTROL AUTOMÁTICO DE PROCESOS

Año Académico: 2023

Área: Especialidad

Bloque: Tecnologías Aplicadas

Nivel: 5

Tipo: Obligatoria

Modalidad: Cuatrimestral

Cargas horarias totales:

<i>Horas reloj</i>	<i>Horas cátedra</i>	<i>Horas cátedra semanales</i>
96	128	8

FUNDAMENTACIÓN

El sistema de control de una planta moderna de procesos está constituido por dos partes fundamentales: El sistema de Control automático y por el personal operador u operarios que se encargan de supervisar, operar, mantener y manejar la información generada por el sistema de control.

En una empresa de ingeniería, el ingeniero químico que trabaja como ingenieros de control de procesos, deberá elaborar, reformular, evaluar lazos de control para lograr que la adecuada operación de los equipos, garantizar la calidad del producto, disminuir riesgos laborales y accidentes, así mismo deberá diseñar y evaluar las mejores operacionales de los instrumentos que realizan las acciones de control del proceso, según la tecnología avance, evaluando el impacto que el avance tecnológico tenga en la operación de los lazos de control, esto sin dejar de lado que este conocimiento debe



ser integrado en el desarrollo de nuevas instalaciones y en la puesta a punto de las mismas.

Esto indica claramente el trabajo del ingeniero químico y el nivel de conocimiento de Control de procesos e Instrumentación Industrial necesarios para afrontar exitosamente las exigencias del profesional.

COMPETENCIAS DE EGRESO ESPECÍFICAS A LAS QUE CONTRIBUYE:

Competencia	Competencias de Actividades reservadas			Competencias de Alcances
	Alta	Media	Baja	
CE1 (COMPETENCIA ESPECÍFICA 1) Identificar, formular y resolver problemas relacionados a productos, procesos, sistemas, instalaciones y elementos complementarios correspondientes a la modificación física, energética, fisicoquímica, química o biotecnológica de la materia y al control y transformación de emisiones energéticas, de efluentes líquidos, de residuos sólidos y de emisiones gaseosas incorporando estrategias de abordaje, utilizando diseños experimentales cuando sean pertinentes, interpretando físicamente los mismos, definiendo el modelo más adecuado y empleando métodos apropiados para establecer relaciones y síntesis.	X			
CE2 (COMPETENCIA ESPECÍFICA 2) Diseñar, calcular y proyectar productos, procesos, sistemas, instalaciones y elementos complementarios correspondientes a la modificación física, energética, fisicoquímica, química o biotecnológica de la materia y al control y transformación de emisiones energéticas, de efluentes líquidos, de residuos sólidos y de emisiones gaseosas aplicando estrategias conceptuales y metodológicas asociadas a los principios de cálculo, diseño y simulación para valorar y optimizar, con ética, sentido crítico e innovador, responsabilidad profesional y compromiso social.		X		
CE4 (COMPETENCIA ESPECÍFICA 4) Verificar el funcionamiento, condición de uso, estado y aptitud de equipos, instalaciones y sistemas involucrados en la modificación física, energética, fisicoquímica, química o biotecnológica de la materia y en el control y transformación de emisiones energéticas, de efluentes líquidos, de residuos sólidos y de emisiones gaseosas aplicando procedimientos, técnicas y herramientas teniendo en cuenta la legislación,			X	



estándares y normas de funcionamiento, de calidad, de ambiente y seguridad e higiene.				
CE6 (COMPETENCIA ESPECÍFICA 6) Optimizar procesos, sistemas, instalaciones y elementos complementarios correspondientes a la modificación física, energética, fisicoquímica, química o biotecnológica de la materia y al control y transformación de emisiones energéticas, de efluentes líquidos, de residuos sólidos y de emisiones gaseosas aplicando estrategias conceptuales y metodológicas asociadas a los principios de cálculo, diseño y simulaciones, aplicando el modelo más adecuado, con ética, sentido crítico e innovador, responsabilidad profesional y compromiso social y ambiental.				X
CE8 (COMPETENCIA ESPECÍFICA 8) Asesorar y/o capacitar a organizaciones, empresas, organismos públicos o privados respecto de procesos, productos, instalaciones, construcción, operación, mantenimiento, involucrados en la modificación física, energética, fisicoquímica, química o biotecnológica de la materia y en el control y transformación de emisiones energéticas, de efluentes líquidos, de residuos sólidos y de emisiones gaseosas aplicando procedimientos, técnicas y herramientas teniendo en cuenta la legislación, estándares y normas de funcionamiento, de calidad, de ambiente y seguridad e higiene.				X
CE11 (COMPETENCIA ESPECÍFICA 11) Realizar análisis de riesgo, asesorar y/o implementar diseño seguro para organismos, empresas, organismos públicos o privados respecto de procesos, instalaciones, construcción, operación, mantenimiento involucrados en la modificación física, energética, fisicoquímica, química o biotecnológica de la materia y en el control y transformación de emisiones energéticas, de efluentes líquidos, de residuos sólidos y de emisiones gaseosas aplicando procedimientos, técnicas y herramientas teniendo en cuenta la legislación, estándares y normas de funcionamiento, de calidad, de ambiente y seguridad e higiene.				X



COMPETENCIAS DE EGRESO GENÉRICAS A LAS QUE CONTRIBUYE:

Competencia	Alta	Media	Baja
CT1 (COMPETENCIA GENÉRICA ► COMPETENCIA TECNOLÓGICA 1) Identificar, Formular y resolver problemas de Ingeniería.	X		
CT2 (COMPETENCIA GENÉRICA ► COMPETENCIA TECNOLÓGICA 2) Concebir, diseñar y desarrollar proyectos de Ingeniería.		X	
CT5 (COMPETENCIA GENÉRICA ► COMPETENCIA TECNOLÓGICA 5) Contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas.			X
CS9 (COMPETENCIA GENÉRICA ► COMPETENCIA SOCIAL, POLÍTICA Y APTITUDINAL 9) Aprender en forma continua y autónoma.			X

OBJETIVOS (APRENDIZAJE/LOGROS A ALCANZAR)

- Comprender la dinámica de los procesos industriales, para poder luego proponer un esquema de control adecuado según sean los objetivos de control del proceso.
- Identificar los elementos de un lazo de control feedback (elemento de medición/transmisión, controlador, elemento final de control), y comprender el funcionamiento de cada uno de ellos.
- Aplicar el conocimiento sobre la dinámica de los procesos para proponer estrategias de control avanzadas que permitan el correcto funcionamiento del sistema.
- Conocer las estrategias de control clásicas de distintos equipos de la industria y entender cómo modificarlas en función de cada aplicación o proceso en particular.
- Identificar las diversas tecnologías asociadas a los sistemas de control con el fin de poder argumentar los usos más adecuados de cada una de ellas.

CONTENIDOS

Contenidos mínimos

- Contenidos mínimos, según plan de estudios vigente:
- Lazos de Control.
- Componentes tecnológicos.
- Interfase hombre-proceso.



- Dinámica de Procesos.
- Teoría del Control.
- Estabilidad.
- Criterios de ajuste y performance.
- Esquemas de Control de Equipos y Procesos Industriales.
- Criterios de Diseño de Lazos de Control y operabilidad en Plantas de Proceso

Contenidos analíticos

Unidad Temática 1:

Interpretación de los conceptos básicos de un sistema de control de procesos. Identificación de los objetivos y las variables de entrada, salida, etc. identificación del panorama general del diseño del sistema de control de procesos.

Unidad Temática 2:

Desarrollar modelos matemáticos de equipos simples y comprender la aplicación de estos al diseño de lazos de control. Operar con variables y ecuaciones de estado, balances de materia y energía, equilibrios de fase mediante problemas relacionados con casos de la industria.

Unidad Temática 3:

Aplicación de la transformadas de Laplace y su inversa como herramientas para la resolución de ecuaciones diferenciales. Definición y propiedades mediante la realización de ejercicios de aplicación. Utilización del método de expansión de fracciones parciales y el polinomio de Taylor, como herramientas para la linealización de expresiones matemáticas.

Unidad Temática 4:

Interpretación y aplicación del concepto de función de transferencia y sus propiedades, como también la definición de variable de desviación. Realización de linealización de sistemas no lineales.



Unidad Temática 5:

Análisis de sistemas de Primer Orden. Definición de los parámetros característicos, constante de tiempo y ganancia de estado estacionario. Identificación y operación con la ecuación general de los mismos. Respuesta dinámica de un sistema de primer orden.

Unidad Temática 6:

Análisis de sistemas de Segundo Orden y de Orden Mayor. Identificación de las principales características e interpretación de la respuesta dinámica de un sistema de 2do.orden. Descripción y operación matemática con procesos multicapacitivos no interactuantes e interactuantes, procesos de orden mayor; n capacidades en serie. Cálculo y significado de los polos y ceros y su efecto en la respuesta del proceso. Identificación y comprensión de las consecuencias de procesos con retardos de tiempo. Diferencias entre sistemas de primer orden y de mayor orden.

Unidad Temática 7:

Conceptos generales asociados a instrumentos: terminología, definiciones, simbología. Identificación de las principales características y los principios de funcionamiento de los instrumentos de medición de las variables de procesos más utilizadas: presión, temperatura, nivel y caudal (elementos basados en diferencia de presión: placa de orificio, tobera, venturi, y otros tipos de caudalímetros: turbina, medidores máscos, rotámetros).

Aplicación de criterios de selección, identificación y comprensión de sus ventajas y desventajas, y clasificación según principio de funcionamiento.

Unidad Temática 8:

Adopción del concepto de Control de Retroalimentación, de tal manera de poder diseñar lazos de control simples. Definición de la utilización, según necesidades del proceso, de los diferentes modos de control básicos: proporcional, integral, derivativo, y sus diversas combinaciones: Modo PI y controladores PID (forma paralela, forma en serie, otras). Acciones del controlador y análisis de cuándo utilizar una u otra: Acción directa o inversa. Tipo de control on-off (encendido-apagado), y sus principales usos.



Unidad Temática 9:

Análisis y desarrollo matemático del comportamiento dinámico y la estabilidad de sistemas de control de retroalimentación.

Realización de diagramas de bloque del lazo cerrado. Desarrollo de las funciones de transferencia de los bloques individuales. Operación con el álgebra de diagrama de bloques. Desarrollo y análisis de la función de transferencia a lazo cerrado para cambio del valor deseado, y para cambio de perturbación.

Interpretación de la ecuación general del lazo cerrado y análisis de las respuestas de control proporcional y proporcional-integral para cambios del valor deseado y de la perturbación. Criterio de Estabilidad de sistemas de retroalimentación y análisis del mismo mediante la utilización del criterio y matriz de estabilidad de Routh.

Unidad Temática 10:

Interpretación del criterio de sintonía de un controlador. Resolución de problemas, obteniendo los parámetros de sintonía de un Controlador PID a través de diversos modelos. Significado de performance para sistemas a lazo cerrado. Realización de la sintonía en línea (y en entornos de simulación) del controlador a través del método de Ziegler y Nichols.

Unidad Temática 11:

Desarrollo e interpretación de la respuesta de un proceso de primer orden y de un proceso de segundo orden ante distintas entradas, tales como: salto escalón, rampa, sinusoides, etc. Interpretación de las características respuestas de frecuencia de controladores retroalimentación.

Unidad Temática 12:

Realización de estrategias de Control en el nivel de Unidad de Procesos. Realización de análisis de grados de libertad para control de procesos; grados de libertad de control. Interpretación de las pautas de selección de variables controladas, manipuladas y medidas. Aplicación de los conocimientos a una columna de destilación y a un horno.



Desarrollo de sistemas de Control con Lazos Múltiples: control en cascada, selectivo (permutante y del mayor valor), rango partido; control de corrección anticipante (Feedforward) y control de relación.

Desarrollo de esquemas de control en equipos: intercambiadores de calor, reactores tanque agitado, compresores y bombas. Análisis de esquemas de control en diversos tipos de columnas de destilación: filosofía de control, balance de materia y control de composición, presión, temperatura.

Unidad Temática 13:

Identificación e interpretación de un Sistema de Control Distribuido, sus principales características, funciones y usos. Descripción de red de Control, estaciones de operación y servidores. Incorporación de conceptos de seguridad del proceso y sistemas de alarmas, enclavamientos, y parada de emergencia. Descripción de Sistemas de Seguridad (SIS): ESD (Emergency Shutdown Systems) y F&G (Fire and Gas Systems)

Unidad Temática 14:

Cálculo y dimensionamiento de válvulas de Control (utilización de tablas y softwares de dimensionamiento). Conceptos de cavitación y flasheo y cómo evitarlos o prevenirlos. Identificación de las partes de una válvula de control: cuerpo (distintos tipos), actuadores (tipo y principio de operación), internos (cómo modificar su característica inherente y cuándo optar por una u otra), posicionador, etc.

DISTRIBUCIÓN DE CARGA HORARIA ENTRE ACTIVIDADES TEÓRICAS Y PRÁCTICAS

Modalidad organizativa de las clases	Horas Reloj totales presenciales	Horas reloj virtuales totales	Horas totales
Teórica	40	10	50
Formación práctica	44	2	46

Tipo de prácticas	Horas Reloj totales presenciales	Horas reloj virtuales totales	Lugar donde se desarrolla la práctica
Formación experimental	6	-	Planta Piloto



Problemas abiertos de Ingeniería (ABP)	4	-	Aula
Proyecto y diseño	-	-	NC
Resolución de series de problemas	34	2	Aula
Práctica supervisada	-	-	-
Total de horas	44	2	46

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

La cátedra presentará al inicio de cada cuatrimestre un cronograma detallado de las clases a dictar, con la especificación de la modalidad (presencial, virtual sincrónica o asincrónica) de cada una, como también explicará cómo realizar el acceso al aula virtual. En el aula virtual, los alumnos podrán encontrar el mismo cronograma de clases presentado por los docentes, un listado de bibliografía sugerida, guías de ejercicios prácticos, links con información de interés, espacios de debate y consultas, entre otras cosas. Allí mismo los docentes podrán ir subiendo el material utilizado en clase, y podrán ir evacuando consultas y dudas que se realicen por ese medio.

Referente a clases teóricas:

Las mismas serán dictadas tanto de manera virtual como presencial, con un 70% de carga horaria virtual. Las clases serán expositivas donde se enfoque en los conceptos fundamentales de cada uno de los temas y acompañando con ejemplos reales de la práctica profesional. De manera rutinaria, cada clase comenzará con un breve punteo de los temas de la clase anterior. En las unidades que se justifique, se expondrán simulaciones para mostrar el comportamiento dinámico de los procesos y lazos de control.

Además, estará disponible material virtual asincrónico para que los estudiantes preparen con anticipación la clase o afiancen los conocimientos como ser: cuestionarios en el aula virtual, presentaciones de Power Point, clases grabadas, etc. (Contribución competencia CE1, CE2 y CE4).



Referente a clases prácticas:

Las mismas serán dictadas tanto de manera virtual como presencial, con un 80% de carga horaria presencial. Las clases se orientarán a la resolución de las guías de ejercicios, haciendo enfoque en que los estudiantes resuelvan los ejercicios por su cuenta antes (para las clases virtuales) o durante las clases (para las clases presenciales) y resolver las dudas con la cátedra.

En cada uno de los temas se reforzarán los conceptos teóricos y se traerán a discusión ejemplos propios de la práctica profesional.

Además, en cada uno de los ejercicios se hará enfoque en la interpretación conceptual de cada uno de los resultados obtenidos, el auxiliar a cargo resolverá las dudas que pudieran surgir y hará enfoque en los errores comunes. (Contribución competencia CE1, CE2 y CE4).

Referente al Trabajo Práctico:

Incluye una actividad práctica en la Planta Piloto de la Sede Medrano de la facultad.

El trabajo se basa en estudiar la dinámica del proceso de llenado de un tanque de almacenamiento cuando el mismo se encuentra a lazo abierto y a lazo cerrado. Se realizará en grupos y los estudiantes deberán entregar un informe final.

Los alumnos podrán realizar preguntas con los auxiliares y docentes de la cátedra antes de entregar el informe. (Contribución competencia CE4, CE6, CE8 y CE11)

MODALIDAD DE EVALUACIÓN

La modalidad de evaluación es escrita, con 2 (DOS) parciales con niveles de contenidos equivalentes, y cada parcial con posibilidad de 2 recuperatorios tal como lo define el Reglamento de Estudios vigente.

Requisitos de regularidad

Será necesario

-Una calificación de 6 (SEIS) o más, en cada ejercicio de los dos exámenes parciales o en alguno de sus dos recuperatorios (Se debe aprobar al menos el 60% de cada ejercicio propuesto en cada examen parcial. Si el estudiante no alcanza esta condición, el mismo



deberá recuperarse en su totalidad, ya que no se contempla la posibilidad de recuperar por temas).

-La aprobación del Trabajo Práctico establecido.

-El cumplimiento de asistencia según lo establecido en el Reglamento de Estudios vigente.

Requisitos de aprobación

Para aprobar la materia, aquellos alumnos que la hayan regularizado (y no promocionado) deberán rendir un examen final. La nota mínima de aprobación del mismo debe ser 6 (seis) y estará conformado primeramente por una parte escrita y luego una segunda instancia oral. La parte escrita consta de 3 (tres) puntos y requiere una nota mínima del 80%, caso contrario, el examen no será aprobado. En caso de superar el valor mínimo de la instancia escrita, el alumno deberá luego rendir un oral de aproximadamente 30 minutos para confirmar su nota y aprobación.

Requisitos de aprobación directa (Promoción):

Se requiere:

-Una calificación de 8 (ocho) o más en cada ejercicio de los dos parciales (se debe aprobar el 80% de cada ejercicio). Se contempla una **única** instancia de recuperación en la cursada, es decir, pueden rendir 1 (uno) solo recuperatorio de sólo 1 (uno) examen parcial. Si el estudiante se presenta a la única instancia de recuperación válida para el régimen de promoción para intentar obtener una calificación mayor, con la aspiración de promocionar, **se anula la calificación obtenida previamente.**

-La entrega y aprobación del Trabajo Práctico establecido, en las formas solicitadas y fechas establecidas.

-El cumplimiento de asistencia según lo establecido en el Reglamento de Estudios vigente.



ARTICULACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL CON OTRAS MATERIAS

Articulación vertical con otras materias.

Debido a que la asignatura “Control Automático de Procesos” se aplica a la gran mayoría de los procesos industriales existentes y se encuentra posicionada en el último nivel de la carrera, la misma rescata conocimientos previos desarrollados en las asignaturas precedentes, a saber:

Las asignaturas “Termodinámica”, “Fenómenos de Transporte”, “Introducción a Equipos y Procesos” y “Balances de Masa y Energía”, brindan las bases y conocimientos previos para luego en la materia realizar balances de energía en estado estacionario y no estacionario o transitorio (en Control Automático de Procesos se analizarán de manera dinámica), los cuales permiten definir cuantitativamente las características principales de los procesos industriales.

La asignatura “Operaciones Unitarias I”, “Operaciones Unitarias II”, “Ingeniería de las Reacciones Químicas” y “Tecnología de la Energía Térmica” en lo referido a los conceptos de los diferentes equipos e instrumentos que en esas asignaturas se desarrollan (bombas, compresores, torres de destilación, intercambiadores de calor e instrumentos deprimógenos principalmente).

La asignatura “Matemática Superior Aplicada”, donde se brindan las herramientas matemáticas necesarias para el estudio dinámico de los procesos.

Articulación horizontal con otras materias

Control automático de procesos se cursa en el quinto nivel de la carrera de ingeniería química y por lo tanto se articula horizontalmente con “Proyecto Final”. Esta última toma gran cantidad de herramientas de la primera para su desarrollo.



CRONOGRAMA ESTIMADO DE CLASES

Nota: Las horas consignadas como “virtual-sincrónicas” son computadas como horas presenciales, conforme el documento CONEAU sobre consideraciones sobre las estrategias de hibridación IF-2021-123533751-APN-CONEAU#ME, la resolución del CIN 1716/22 sobre la reconfiguración de las opciones pedagógicas presencial y a distancia, y la resolución del Consejo superior 87/22 sobre el desarrollo de actividades académicas presenciales.

Clase	Tema	Actividad	Modalidad de dictado (presencial/virtual)	Horas cátedra
1	Presentación asignatura, temario, calendario, actividad de diagnóstico, Introducción al CAP y Herramientas Matemáticas	Teoría	Presencial	3
2	Serie de Problemas Nro 1: Herramientas matemáticas para CAP	Práctica	Presencial	3
3	Sistemas de Primer Orden	Teoría	Virtual Sincrónica	5
4	Serie de Problemas Nro 2: Sistemas de Primer Orden	Práctica	Presencial	3
5	Serie de Problemas Nro 2: Sistemas de Primer Orden (Continuación)	Práctica	Virtual Sincrónica	5
6	Sistemas de 2do y Mayor Orden	Teoría	Virtual Sincrónica	5
7	Serie de Problemas Nro 3: Sistemas de Segundo Orden	Práctica	Presencial	3



8	Serie de Problemas Nro 3: Sistemas de Segundo Orden (Continuación)	Práctica	Virtual Asincrónica	3
9	Introducción a la Instrumentación (Caudalímetros)	Teoría	Virtual Asincrónica	5
10	Transmisores de Presión, Nivel, Temperatura	Teoría	Presencial	3
11	Transmisores de Presión, Nivel, Temperatura (Continuación y visualización y desarme de instrumentos)	Práctica	Presencial	3
12	Telemetría, P&ID, repaso Primer Parcial	Práctica	Presencial	3
13	Primer Parcial	Práctica	Presencial	5
14	Válvulas de Control	Teoría	Virtual Sincrónica	5
15	Válvulas de Control	Práctica	Presencial	3
16	Válvulas ON OFF	Teoría	Virtual Asincrónica	3
17	Control PID (Estrategias Simples)	Teoría	Virtual Sincrónica	5
18	Control PID (Dinámica y Estabilidad)	Teoría	Virtual Sincrónica	5



19	Serie de Problemas Nro 4: Dinámica y estabilidad	Práctica	Presencial	3
20	Serie de Problemas Nro 4: Dinámica y estabilidad (Continuación)	Práctica	Presencial	3
21	Estrategias de Control Múltiples	Teoría	Virtual Sincrónica	5
22	Estrategias de Control Equipos	Teoría	Presencial	3
23	Estrategias de Control Torres de Destilación	Teoría	Presencial	5
24	Ejercicios Estrategias de control	Práctica	Virtual Sincrónica	5
25	Sintonía PID	Teoría	Virtual Sincrónica	5
26	Práctica Sintonía PID	Práctica	Presencial	3
27	Práctica Planta Piloto	Práctica	Presencial	5
28	Sistemas de Control (DCS)	Teoría	Virtual Asincrónica	5
29	Sistemas de Seguridad (SIS)	Teoría	Presencial	5



30	Práctica PLC	Práctica	Presencial	3
31	Repaso 2do Parcial	Práctica	Presencial	3
32	2do Parcial	Práctica	Presencial	5

BIBLIOGRAFÍA OBLIGATORIA

Bela Liptak (2006). *Instrument Engineers Handbook*. Taylor & Francis Inc

C.A.Smith-A.B.Corripio (3ra edición, 1997). *Control Automático de Procesos: Teoría y Práctica*. Limusa Wiley.

Emerson (4th. Edition, 2005). *Control Valve Handbook*. Fisher

Gene F. Franklin, J Davis Powell, Abbas F. Emami-Naeini (8th Edition, 2019). *Feedback Control of Dynamics Systems*. Pearson.

George Stephanopoulos (1988). *Chemical Process Control: An Introduction to Theory and Practice*. Prentice Hall.

Katsuhiko Ogata (5ta. Edición, 2010). *Ingeniería de Control Moderna*. Pearson.

Robert H. Bishop (14th Edition, 2021). *Modern Control Systems*. Pearson.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

A.Creus (5ta. edición, 1993). *Instrumentación Industrial*. Marcombo-Boixareu.

Distefano-Stubberud-Williams (2da. edición, 1992). *Retroalimentación y Sistemas de Control*. Schaum-McGraw-Hill.

H.Z.Kister (1993). *Distillation-Operation*. McGraw-Hill.



*Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Buenos Aires*

S.Szklanny-C.Berends (2006). Sistemas Digitales de Control de Procesos. El Galpón Impresiones.

William Luyben (2006). Distillation design and control. Wiley - Interscience

Seaborg-Edgar-Mellichamp (2nd.Ed, 2004). Process Dynamics and Control. Wiley.