

Universidad Nacional de Salta

FACULTAD DE
INGENIERIA

Avda. Bolivia 5150 - 4400 SALTA
T.E. (0387) 4255420 - FAX (54-0387) 4255351
REPUBLICA ARGENTINA
E-mail: unsaing@unsa.edu.ar

Salta, 28 de Mayo de 2.003

177/03

Expte. N° 14.111/99

VISTO:

La presentación efectuada por el Ing. Francisco Esteban Abán, Profesor a cargo de la asignatura **Instrumentación y Control de Procesos** mediante la cual eleva el programa analítico, su bibliografía y el reglamento interno del régimen de promoción de dicha asignatura; teniendo en cuenta que los mismos corresponden al Plan de Estudio 1.999 y se ajustan a los contenidos sintéticos programados en la currícula; atento que la documentación tiene la anuencia de la Escuela de Ingeniería Química, y de la Comisión de Asuntos Académicos mediante Despacho N° 158/02 y en uso de las atribuciones que le son propias,

EL H. CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD DE INGENIERIA
(en su sesión ordinaria del 14 de Agosto de 2.002)

RESUELVE

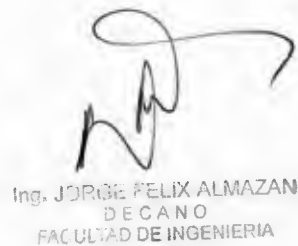
ARTICULO 1°.- Aprobar y poner en vigencia a partir del período lectivo 2.002 el programa analítico, la bibliografía y el reglamento interno del régimen de promoción de la cátedra, para la asignatura (Código Q-25) **INSTRUMENTACION Y CONTROL DE PROCESOS** del Plan de Estudio 1.999 de la carrera de Ingeniería Química, propuesto por el Ing. Francisco Esteban ABÁN, Profesor a cargo de la cátedra.

ARTICULO 2°.- Hágase saber, comuníquese a Secretaría Académica, al Ing. Francisco Esteban ABÁN y siga por la Dirección Administrativa Académica a los Departamentos Docencia y Alumnos para su toma de razón y demás efectos.

AM.



RAUL CASADO
SECRETARIO
FACULTAD DE INGENIERIA



Ing. JORGE FELIX ALMAZAN
DECANO
FACULTAD DE INGENIERIA



Materia: INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL DE PROCESOS **Cód.:** Q -25
Carrera: INGENIERIA QUÍMICA **Plan:** 1.999
Profesor: Francisco Esteban ABAN
Año: 2.002 **Res. N°:** 177/03

Ubicación en la currícula: Segundo Cuatrimestre de 4^{to}. Año

I. OBJETIVOS DE LA MATERIA Y DEL AREA PROFESIONAL ESPECIFICA.

Para el grupo de materias que integran el área Profesional Específica del Plan de Estudios 1.999 de la Carrera de Ingeniería Química se tiene planteado como objetivo general, la formulación de una metodología de trabajo y el suministro de los elementos conceptuales y de las herramientas de análisis y de cálculo necesarios para encarar el diseño y la operación de equipos y plantas de procesos industriales. Este objetivo general se debe lograr mediante una eficiente integración de todos los conocimientos que el alumno adquirió en las otras áreas de materias que conforman el plan de estudios.

Como objetivo particular a la materia Instrumentación y Control de Procesos, le corresponde abordar las cuestiones involucradas en la operación de equipos y plantas en condiciones dinámicas.

II. CONTENIDO TEMATICO DE LA MATERIA.

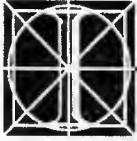
El contenido temático de la materia Instrumentación y Control de Procesos ha sido organizado según el siguiente esquema:

1. Instrumentación y Control de Procesos en relación con la operación de equipos. Sistemas de control. Elementos físicos que configuran las estructuras de control automático.
2. Formulación física-matemática. Herramientas para su tratamiento.
3. Instrumentación.
4. Elementos de la teoría de control.
5. Análisis y diseño de sistemas de control

III. METODOLOGÍA.

La metodología de trabajo adoptada para el desarrollo del contenido temático de la materia, debe permitir un adecuado ensamble de los conocimientos que el alumno adquirió en las materias básicas con los nuevos elementos conceptuales que son necesarios para abordar los problemas de diseño y operación de equipos.

También la metodología debe contemplar cambios en la formulación de las consignas para las tareas prácticas o trabajos de aplicación. En tales trabajos el alumno debe tener una buena simulación de lo que será su futura actividad profesional en la materia.



En el proceso de enseñanza y aprendizaje de esta materia se debe tener presente que en los últimos años las propuestas para el mejoramiento de la operación de equipos y plantas industriales están en estrecha relación con el desarrollo producido en los campos de la informática y de los nuevos materiales. El aprovechamiento de los incontables recursos tecnológicos que se vienen generando, requiere de una capacitación profesional que abarca campos de conocimiento cada vez más amplios y con un alto nivel de especialización. El reconocimiento de estas cuestiones incide en la definición del contenido temático de la materia y en la elección de la modalidad de enfoque que se adoptará en el tratamiento de los mismos.

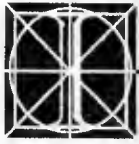
Desde el ámbito de la Ingeniería Química corresponde estructurar un cuerpo de conocimientos y de prácticas muy específico que se debe tomar como la base para el diseño de los sistemas de control de procesos. Este cuerpo de conocimientos debe abarcar, con suficiente profundidad, la modelación física y matemática de los sistemas necesaria para el estudio de la dinámica de los procesos. Dentro de este marco la estima óptima de parámetros de los modelos adoptados es una cuestión específica para la Ingeniería Química. También debe tenerse presente el hecho que los elementos teóricos empleados en el análisis y el diseño de los sistemas de control automático se originaron fuera de la ingeniería de procesos y encontraron una rápida aplicación en otras ramas como la electromecánica y la electrónica en las cuales el orden de valor de las velocidades de los fenómenos que se estudian es totalmente distinto. Así es que, en un análisis detenido de los programas de estudio para las materias que encaran el control automático, en las ramas de ingeniería que están dedicadas al tratamiento de los procesos industriales, se puede observar que se emplea un sustento conceptual extraño para el estudiante de ingeniería química y que se centra la atención en el diseño de las estructuras de control por aplicación de criterios o de técnicas basadas en la estabilidad de los sistemas y no en sus características dinámicas.

Esto refuerza la necesidad, de que en nuestra materia, Instrumentación y Control de Procesos, se tome una estructura de conceptos que permita establecer como base fundamental, para el análisis y el diseño de los sistemas de control, a la caracterización física-matemática que desde la Ingeniería Química se plantea para los fenómenos determinantes de las velocidades con que evolucionan los sistemas de su interés.

En nuestro terreno ingenieril la modelación de las cinéticas de los fenómenos de transformación y transferencia y la determinación de los parámetros involucrados se hace respetando el principio de evolución o segundo principio de la termodinámica. Este procedimiento es una validación de la caracterización física- matemática que se da a través de las ecuaciones de cambio, o balances de las propiedades para los sistemas materiales y constituye un sustento muy fuerte para todo estudio del comportamiento de los sistemas reales.

Empleando el conjunto de ecuaciones diferenciales resultante del planteo de las mencionadas ecuaciones de cambio y presentando los conceptos de estado y de variables de estado en la descripción de los sistemas dinámicos continuos se logra una articulación muy natural con la teoría moderna de control.

Otra cuestión de importancia, que se debe abordar, es elegir una herramienta para el análisis de la estabilidad de los sistemas no lineales. Tal herramienta debe permitir el estudio de la



Universidad Nacional de Salta

FACULTAD DE
INGENIERIA

Avda. Bolivia 5150 – 4400 SALTA
T.E. (0387) 4255420 – FAX (54-0387) 4255351
REPUBLICA ARGENTINA
E-mail: unsaing@unsa.edu.ar

-4-

estabilidad como una propiedad del comportamiento dinámico de los sistemas materiales de nuestro interés. En tal sentido, el segundo método de Lyapunov presenta una estimable ventaja, sobre todo si se retoma el concepto de consistencia termodinámica que se ha desarrollado en las materias básicas en el tratamiento de los fenómenos de transformación y de transferencia. Usando las funciones de Lyapunov en el diseño de los sistemas de control se logra un tratamiento integral y adecuado de los temas de estabilidad y de dinámica.

En relación a la cuestión de la consistencia termodinámica de los modelos, se deben plantear ejemplos de modelaciones para equipos tales como, columnas de destilación y torres de absorción para los cuales en la mayor parte del material bibliográfico disponible, se hace uso indebido de relaciones de equilibrio para vincular las variables intensivas de las fases entre las cuales se producen las transferencias de materia ignorándose las cinéticas de la mismas.

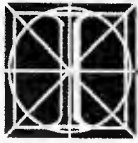
Por otra parte la incorporación de la computadora digital en los lazos de control, obliga a un replanteo de varios conceptos para lograr una organización coherente y compacta de los conocimientos.

La discretización de la variable tiempo y la transformación de característica analógica o continua a digital y viceversa en las señales portadoras de información, traen aparejadas nuevas cuestiones técnicas a considerar e implican también serias dificultades de el proceso de aprendizaje de los alumnos. En este punto es oportuno destacar que actualmente en muchas universidades la formación de grado en la temática del control automático de procesos se aborda por medio de dos cursos secuenciales, uno de introducción a la teoría moderna de control en sistemas dinámicos continuos, y un segundo curso dedicado al tratamiento del control digital.

En la experiencia realizada en la materia Ingeniería Química III del plan 1.984 se buscó una extensión de conceptos y una adecuación del lenguaje con el objeto de poder encarar simultáneamente el control analógico y el digital de una manera integral y compacta.

En esa experiencia, se concibió a las operaciones o procedimientos sobre las señales portadoras de información como fenómenos o sucesos que deben ser modelados para definir la estructura matemática que los caracteriza. Se logró integrar una estructura algebraica global que tiene en cuenta los distintos elementos físicos que conforman el lazo de control, las operaciones de muestreo, reconstrucción y mantenimiento de señales y demás procesamientos de información, que con sus características particulares, determinan el comportamiento resultante para el sistema material controlado. En el tema de modelaciones discretas de los elementos físicos, se incorporó el estudio de las representaciones algebraicas para la información muestreada y para las operaciones de derivación e integración.

Para poder abordar el estudio de la materia con la modalidad que se acaba de enunciar, el alumno debe tener una sólida capacitación en cálculo numérico, en programación y en operación de computadoras digitales. El estudiante debe ser capaz de interactuar con un sistema computacional más allá de la mera operación y uso de programas ya elaborados y probados.



III. 1. Actividades para la implementación del curso.

En relación directa a la metodología a seguir para lograr los objetivos enunciados atendiendo a todas las cuestiones enunciadas, se propone que el desarrollo del curso se concrete básicamente mediante las siguientes jornadas de trabajo:

Jornadas de desarrollo teórico de temas. (J1)

La presentación y el desarrollo de los temas teóricos se realiza mediante la explicación de los conceptos fundamentales por parte del docente y el análisis de distinto tipo de material bibliográfico por parte del alumno. De esta manera se tiene la participación activa y crítica del estudiante en un proceso de aprendizaje donde se debe buscar una integración permanente de conocimientos.

Jornadas de actividades de aplicación. (J2)

Las actividades prácticas que se proponen abarcan tareas de aplicación de todos los temas teóricos que se desarrollan en el curso para un conjunto básico de equipos de modelación tipo.

Reconociendo las dificultades de comprensión que ofrecen la mayoría de los temas teóricos de la materia y la necesidad de una integración de los conocimientos, de distintas asignaturas de la carrera, en el tratamiento de los problemas de ingeniería se ha procedido a estructurar las tareas en dos grupos:

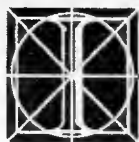
Grupo A:

Se ubican dentro de este grupo a todas aquellas tareas que implican la aplicación de los conocimientos teóricos de los distintos temas del programa tomados en forma individual. Son ejemplificaciones donde se van cubriendo objetivos o metas parciales de la materia sin hacer referencia al marco de tratamiento del problema global.

Grupo B:

Estas tareas están integradas en un trabajo global de aplicación de todos los conocimientos teóricos desarrollados en el curso y que son estructuradas dentro del siguiente esquema general.

- Elaboración y formulación del problema.
- Elaboración de la estructura física matemática para el análisis y solución de problema.
- Búsqueda de información.



Universidad Nacional de Salta

FACULTAD DE
INGENIERIA

Avda. Bolivia 5150 – 4400 SALTA
T.E. (0387) 4255420 – FAX (54-0387) 4255351
REPUBLICA ARGENTINA
E-mail: unsaing@unsa.edu.ar

-6-

- Formulación de la estructura o de los algoritmos de cálculo a implementar.
- Obtención y formulación de los resultados.
- Formulación de la implementación de la solución del problema.

Para los dos grupos de tareas se deberá elaborar un informe individual que será presentado en un disquete en la fecha de las evaluaciones correspondientes.

Es deseable que los equipos que el estudiante adopte para su tratamiento, durante todo el curso, sean los mismos que ya trabajó en las distintas materias del área básica específica. La caracterización física, química y matemática lograda en ellas tiene que continuarse coherentemente dentro de Instrumentación y Control de Procesos.

Jornadas de experimentación en laboratorio y/o planta piloto. (J3)

Tienen por objeto realizar prácticas en actividades tales como:

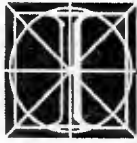
- Muestreo de datos y tratamiento de señales.
- Identificación de sistemas y determinación de parámetros.
- Ajuste de parámetros de control.

Jornadas de procesamiento de información y simulación digital. (J4)

Empleando computadoras digitales se implementan algoritmos de cálculo para la determinación de estados estacionarios, estima óptima de parámetros y demás procesamientos de información. Mediante la simulación digital se estudian los comportamientos dinámicos de distintos equipos, tomados en forma individual y como parte integrante de estructuras de control. Usando el mismo recurso se estudian los efectos de las acciones de control y se realiza el ajuste de las mismas. Los tipos de problemas a encarar en estas jornadas también se clasifican en los dos grupos, A y B, definidos para las jornadas del tipo J2.

Jornadas de consulta. (J5)

Tienen por finalidad ayudar o guiar al alumno en la resolución de las situaciones conflictivas e interrogantes que se le presentan en el estudio individual de la materia. Se dedica por docente un total de cuatro horas semanales para la atención de este tipo de jornadas y las mismas se toman por separado de la carga horaria asignada a la materia.



III. 2. Recursos didácticos.

Los recursos didácticos empleados en el tratamiento de los distintos temas, están formulados implícitamente en lo definido para las distintas jornadas de trabajo que se han propuesto.

El material didáctico desarrollado en la cátedra consiste en ejemplificaciones de modelos para sistemas físicos de interés para la Ingeniería Química y cubre aquellos aspectos que no son encarados en la bibliografía disponible o que son tratados de una manera no adecuada.

También se han desarrollado diversos algoritmos de cálculo numérico y puesto a punto su implementación computacional para poder encarar los distintos trabajos de análisis, diseño y simulación.

Un listado aproximado de los elementos que conforman este material es el siguiente:

a) Modelos. Abarcan los balances de masa, entalpía y cantidad de movimiento de:

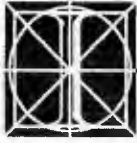
- Columnas de destilación.
- Torres de absorción.
- Intercambiadores de calor.
- Sistemas integrados por sedimentadores, cámaras repartidoras y de bombeo de líquidos.
- Elementos de medición y de acción final.
- Reactores químicos tipos TAC y tubulares con cinéticas varias y distintas situaciones de intercambio térmico.

b) Formulación de funciones de Lyapunov con basamento termodinámico de:

- Reactores químicos exotérmicos con aplicación al análisis de estabilidad y al diseño de sistemas de control.
- Reactores tubulares exotérmicos con aplicación al estudio de la sensibilidad paramétrica.

c) Algoritmos de cálculo numérico y programas para su implementación computacional.

- Determinación de estados estacionarios en sistemas no lineales.
- Determinación de raíces de polinomios y cálculo de antitransformadas de Laplace y "Z" para sistemas lineales de orden elevado.
- Integradores de ecuaciones diferenciales ordinarias y a derivadas parciales.
- Simulación de sistemas de control por realimentación negativa.
- Simulación de sistemas de control anticipatorio. Análisis de condiciones de realizabilidad física.
- Sistemas de control en cascada.
- Análisis de sensibilidad paramétrica y determinación de condiciones límites.



- Determinación de parámetros óptimos de control.
- Estimación óptima de estado. Observadores lineales y no lineales. Filtro de Kalman.
- Identificación de sistemas y su correspondiente determinación paramétrica.

PROGRAMA ANALÍTICO

TEMA 1. OPERACIÓN DE EQUIPOS. INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL DE PROCESOS.

- 1.1. Aspectos básicos de la operación de equipos de procesos industriales. Instrumentación y Control de Procesos.
- 1.2. Distintos tipos de sistemas de control o de regulación automática. Control analógico y por computadoras digitales. Arquitecturas centralizadas y distribuidas.
- 1.3. Etapas y funciones básicas involucradas en las distintas estructuras de control. Instrumentos y elementos físicos correspondientes.

TEMA 2. CONCEPTOS FÍSICOS Y ESTRUCTURAS MATEMÁTICAS PARA LA CARACTERIZACIÓN DINÁMICA DE LOS SISTEMAS.

- 2.1. Sistema u objeto físico. Modelo físico y modelo matemático. Balances integrados de cantidad de movimiento, de masa y de energía como basamento para la modelación matemática. Sistemas que responden a ecuaciones diferenciales ordinarias y a derivadas parciales. Aplicaciones en distintos tipos de equipos.
- 2.2. Descripción interna. Concepto de sistemas dinámicos continuos. Estado. Variable de estado. Sistema libre y forzado. Variables de entrada, de control y de salida. Estados estacionarios de las ecuaciones diferenciales ordinarias y a derivadas parciales. Determinación. Modelos lineales. Procedimiento de linealización. Herramientas matemáticas para la resolución de las ecuaciones diferenciales resultantes (ordinarias y a derivadas parciales). Matriz de transición, propiedades y determinación. Formulación modal. Transformada de Laplace. Aplicaciones.
- 2.3. Descripción externa. Variables de entrada y de salida. Función de transferencia. Parámetros característicos en los sistemas elementales. Realizabilidad física. Identificación de sistemas. Determinación de parámetros. Respuesta dinámica para distintos tipos de señales de entrada.
- 2.4. Sistemas dinámicos en tiempo discreto. Ecuaciones discretizadas o de diferencias finitas. Identificación de sistemas. Muestreo de señales. Período de muestreo. Representación matemática de las funciones o de las señales en tiempo discreto. Transformada z. Funciones de transferencia. Respuesta dinámica en diferentes aplicaciones.



2.5. Modelos no lineales. Resolución numérica de las ecuaciones diferenciales en distintas aplicaciones. Confrontación de los resultados obtenidos con modelaciones lineales y no lineales.

TEMA 3. ELEMENTOS FÍSICOS QUE CONFORMAN LOS LAZOS DE CONTROL.

- 3.1. Revisión de los fundamentos de la medición de las variables de estado en condiciones dinámicas y de la generación de señales analógicas. Caracterización dinámica de los distintos tipos de medidores.
- 3.2. Muestreo de señales y reconstrucción. Transducciones analógica-digital y digital-analógica. Elementos físicos. Tarjetas de adquisición de datos . Mantenedores.
- 3.3. Controladores analógicos y digitales.
- 3.4. Elementos de acción final. Válvulas de control. Distintos tipos. Características inherentes. Dimensionamiento. Caracterización dinámica.

TEMA 4. FUNDAMENTOS DE CONTROL DE PROCESOS.

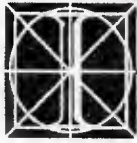
- 4.1 Controlabilidad en sistemas en tiempo continuo y discreto. Definiciones. Análisis y aplicaciones.
- 4.2. Observabilidad en sistemas en tiempo continuo y discreto. Definiciones. Análisis y aplicaciones.
- 4.3. Estabilidad. Definiciones. Análisis vía segundo método de Lyapunov. Aplicaciones. Referencia a los recursos de análisis empleados en la teoría clásica de control. Análisis frecuencial. Márgenes de ganancia y de fase.
- 4.4 Observadores y estimación de estado en sistemas lineales.

TEMA 5. SISTEMAS DE CONTROL.

- 5.1. Procesos escalares.
 - 5.1.1. Análisis de sistemas de control. Control por realimentación negativa. Control anticipatorio. Realizabilidad física en los esquemas de regulación anticipatoria. Acciones de control proporcional, derivativa e integral. Construcción de los lazos de control en tiempo continuo y discreto. Análisis de los efectos de las distintas acciones de control sobre la estabilidad y la dinámica de los sistemas. Simulación, en tiempo continuo y discreto, de los lazos de control con equipos diversos. Selección de las características inherentes de las válvulas de control.
 - 5.1.2. Introducción al diseño de sistemas de control. Criterios para la determinación de los parámetros de los controladores. Técnicas empíricas. Ajuste óptimo. Diseño en control digital. Aplicaciones.

5.2. Procesos Multivariabes.

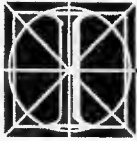
5.2.1. Control anticipatorio. Realizabilidad física. Diseño. Aplicaciones.



- 5.2.2. Control en cascada. Diseño. Aplicaciones.
- 5.2.3. Control por realimentación negativa. Interacción de los lazos de control. Diseño o ajuste de las acciones de control.
- 5.2.4. Control Desacoplado. Diseño. Aplicaciones.
- 5.2.5. Control modal. Diseño. Aplicaciones.

BIBLIOGRAFÍA

1. Aris, R. Introduction to the analysis of chemical reactors. 1965. Prentice Hall.
2. Bellman, R. Introduction to the mathematical theory of control process. 1967. Academic Press.
3. Buckley, P. S. Techniques of process control. 1964. John Wiley and Sons.
4. Considine, D. M. Process instruments and control handbook. 1957. Mc Graw Hill.
5. Considine, D. M. Handbook of applied instrumentation . 1964. Mc Graw Hill.
6. Considine, D. M. Process/Industrial instruments and control handbook. 1993. Mc Graw Hill.
7. Coughanwr D.R. Process systems analysis and control. 1991. McGraw Hill.
8. Coughanwr D.R. ; Koppel L. Process systems analysis and control. 1965. McGraw Hill.
9. D'Attelis, C. Sistemas dinámicos lineales. 1988. Universidad Tecnológica Nacional.
10. De Russo, P. State variables for engineers. 1967. John Wiley and Sons.
11. Douglas, J.M. Process dynamics and control.. 1972. Prentice Hall Inc.
12. Friendland, B. Control systems design; an introduction to state space methods. 1986. Mc Graw Hill.
13. Gould, L. A. Chemical process control .Theory and applications. 1969. Addison-Wesley
14. Harriot, P. Process control. 1964. McGraw Hill.
15. Kalman, R.E. ; Falb, P. y Arbib, M. Topics in mathematical systems theory. 1969. Mc Graw Hill.
16. Koppel, L. Introduction to control theory with applications to process control. 1968. Prentice Hall Inc.
17. Kuo, B. Sistemas automáticos de control. 1991. CECSA.
18. La Salle, J. ; Lefschetz, S. Stability by Lyapunov's direct method. 1964. Academic Press.
19. Leondes, C. T. Advances in control systems. Theory and Applications . Vol 1 al 14. 1964. Academic Press.
20. Luyben, W.I. Process modelling, simulation and control for chemical engineers . 2001. Mc Graw Hill.
21. Mc Causland, I. Introduction to optimal control 1985. R. Krieger.
22. Mompin Poblet . Transductores y medidores electrónicos. 1977. Marcombo Boixareu Ed.
23. Ogata, K. Ingeniería de control moderna. 1979. Prentice Hall.



Universidad Nacional de Salta
**FACULTAD DE
INGENIERIA**

Avda. Bolivia 5150 – 4400 SALTA
T.E. (0387) 4255420 – FAX (54-0387) 4255351
REPUBLICA ARGENTINA
E-mail: unsaing@unsa.edu.ar

-11-

24. Ogata, K. Modern control engineering. 1997. Prentice Hall.
25. Ogata, K. Sistemas de control en tiempo discreto. 1999. Prentice Hall.
26. Perlmutter, D.D. Introduction to chemical process control. 1965. John Wiley and Sons.
27. Perlmutter, D.D. Stability of chemical reactor. 1972. Prentice Hall.
28. Raven, F. Automatic control engineering. 1987. McGraw Hill.
29. Shinskey, F. Process control systems. Applications. Design. Adjustment. 1979. McGraw Hill.
30. Shinskey, F. Sistemas de control de procesos. Aplicaciones, diseño y sintonización. 1996. McGraw Hill.
31. Smith, J.M. Mathematical modeling and digital simulation for engineers and scientists. 1977. John Wiley and Sons.
32. Stephanopoulos, G. Chemical process control. An introduction to theory and practice. 1984. Prentice Hall Inc.
33. Strang, G. Linear algebra and its applications. 1988. Saunders College Publ.

Ing. Francisco Esteban Abán



Universidad Nacional de Salta

FACULTAD DE
INGENIERIA

Avda. Bolivia 5150 – 4400 SALTA
T.E. (0387) 4255420 – FAX (54-0387) 4255351
REPUBLICA ARGENTINA
E-mail: unsaing@unsa.edu.ar

-12-

REGLAMENTO INTERNO

Materia: INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL DE PROCESOS **Cód.:** Q -25
Carrera: INGENIERIA QUÍMICA **Plan:** 1.999
Profesor: Francisco Esteban ABAN
Año: 2.002 **Res. N°:** 177/03

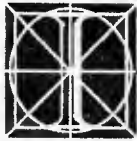
Ubicación en la currícula: Segundo Cuatrimestre de 4° Año

a) Etapa de promoción:

Para poder acceder a la posibilidad de promocionar la materia serán condiciones necesarias:

- Tener todos los ejercicios del tipo A, definidos previamente, resueltos a la fecha de cada una de las dos evaluaciones parciales. Los resultados obtenidos, los algoritmos de cálculo y los programas implementados deben formar parte de un informe individual y estar contenidos en un disquete.
- Aprobar 2 (dos) pruebas de evaluación parcial. A cada evaluación parcial se le asignará una instancia de recuperación a cumplirse en un tiempo no menor a una semana. Cada alumno expondrá los fundamentos teóricos que sustentan los trabajos prácticos desarrollados y presentará mediante la operación de una PC los resultados obtenidos con la implementación computacional de los distintos algoritmos de cálculo y de simulación. Tanto las evaluaciones parciales como las correspondientes recuperaciones se realizarán en forma coloquial e individual y se calificarán en una escala 0-100. El no haber alcanzado un puntaje mínimo de 40 en alguna de estas evaluaciones significará la pérdida de la posibilidad de promocionar la materia, pasando el alumno a la condición de libre.
- Aprobar una prueba de evaluación que integre la totalidad de los conocimientos teóricos y prácticos adquiridos en el desarrollo del curso. La evaluación se realizará no antes de las dos semanas inmediatas a la terminación del dictado de la materia y no más allá de la última semana de actividad académica del mes de diciembre. Consistirá en la exposición individual de temas teóricos y en la presentación de la estructura de cálculo que el alumno armó para conseguir los resultados del trabajo práctico integrador o global, del tipo B que se define al iniciarse el curso. Todos los algoritmos de cálculo correspondientes deben estar contenidos en un disquete personal que el alumno está obligado a operar en el momento de esta evaluación integradora. Esta evaluación se calificará en la escala 0-100.
- La nota en esta etapa será calculada mediante la siguiente fórmula

$$NPNC = 0,6 * (0,15 * Np1 + 0,15 * Np2 + 0,70 * Ni) + 0,4 * (NPD)$$



Donde:

NPNC : Nota del período normal de cursado.

Np1: Calificación obtenida en el primer examen parcial o en su correspondiente recuperatorio.

Np2: Calificación obtenida en el segundo examen parcial o en su correspondiente recuperatorio.

Ni: Calificación obtenida en la evaluación integradora.

NPD : Nota promedio de desempeño y cumplimiento en la asignatura que se calcula como un promedio de las calificaciones obtenidas en las actuaciones en cada una de las jornadas de trabajo que han sido previamente definidas.

- Para poder promocionar la materia, la nota durante el período normal de cursado (NPNC) deberá ser mayor o igual que 70 (setenta) puntos. En este caso la nota final (Nf) será igual a la nota del período normal de cursado (NPNC).
- Si la nota durante el período normal de cursado (NPNC) fuera menor que 70 (setenta) puntos pero mayor o igual que 40 (cuarenta) puntos el alumno pasará a una etapa o ciclo de recuperación.

b) Etapa de recuperación:

- Se tomará como periodo de recuperación 15 días hábiles ubicados en febrero y/o marzo del año inmediato siguiente. La prueba de evaluación integradora se realizará no más allá de la última semana antes de la iniciación del nuevo cuatrimestre.
- La nota final, en caso de superarse esta etapa de recuperación, se calculará como un promedio ponderado entre la nota obtenida durante el período normal de cursado (NPNC) y la obtenida en la etapa de recuperación (NER), de la siguiente manera:

$$Nf = 0.2 * NPNC + 0.8 * NER$$

c) Calificación Final obtenida en la materia:

La Calificación final obtenida en esta materia se determinará mediante el empleo de las siguientes tablas:

1. Período normal de promoción:

- Cf = 7 para $70 \leq Nf < 77.5$
- Cf = 8 para $77.5 \leq Nf < 85$
- Cf = 9 para $85 \leq Nf < 92.5$
- Cf = 10 para $92.5 \leq Nf \leq 100$



Universidad Nacional de Salta
**FACULTAD DE
INGENIERIA**

Avda. Bolivia 5150 -- 4400 SALTA
T.E. (0387) 4255420 – FAX (54-0387) 4255351
REPUBLICA ARGENTINA
E-mail: unsaing@unsa.edu.ar

-14-

2. Período de recuperación.

- Cf = 4 para $40 \leq Nf < 48,6$
- Cf = 5 para $48,6 \leq Nf < 57,2$
- Cf = 6 para $57,2 \leq Nf < 65,8$
- Cf = 7 para $65,8 \leq Nf < 74,4$
- Cf = 8 para $74,4 \leq Nf < 83$
- Cf = 9 para $83 \leq Nf < 91,6$
- Cf = 10 para $91,6 \leq Nf \leq 100$

Ing. Francisco Esteban Abán