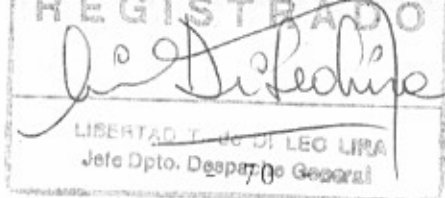




Ministerio de Educación y Justicia  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado



ANEXO III  
ORDENANZA N° 494

INGENIERIA QUIMICA  
PLAN DE TRANSICION

PROGRAMA ANALITICO DE INGENIERIA DE LAS INSTALACIONES .

5to.AÑO ( 5 horas semanales).

Unidad Temática 1: Interpretación de planos.

Planos de niveles de una planta. Altura de las aguas, referencia. Planos de obras. Civiles y mecánicos. Cañerías, planos isométricos de fabricación e instalación. Diagramas de redes subterráneas. Diagramas de puesta a tierra y pararrayos.

15 horas

Unidad Temática 2 : Materiales para Ingeniería Química.

Materiales usados en Ingeniería Química. Aleaciones no ferrosas. Fundiciones- aceros - bronce - aluminio y plásticos. Laminados compuestos (clad) para recipientes. Normas UNS - AISI - DIN - ASME - ASTM - SAE - IRAM.

20 horas

Unidad Temática 3 : Ensayos no destructivos.

Inspección superficial. Fisuras detección por inspección visual, magnaflux. Tintas penetrantes, ultrasonido. Defectos en chapas, radiografiado-ultrasonido. Ensayos de pérdidas burbujas detectores de gases, detectores sonicos. Ensayos en recipientes: procedimiento Norma ASME. Consideraciones. Medición de espesores, control de inspección en recipientes.

15 horas.

Unidad Temática 4 : Soldadura y tratamiento térmicos.

Distintos tipos de soldadura. Soldadura a tope, solapada en ángulo. Cálculo resistente. Importancia de las soldaduras en equipos que trabajan con cargas variables (térmicas y/o presión). Análisis de las soldaduras. Control de recepción de equipos soldados, aceptabilidad. Soldadura chapa (clad). Soldadura de inoxidables. Tratamientos térmicos pre y pos soldadura. Hornos de tratamientos térmicos controles y registros.

Cañerías, cálculo mecánico. Caños y tubos clasificación. "Schedule". ASTM- IRAM- ANSI. Utilización en la Industria Química. Cálculo



Ministerio de Educación y Justicia  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado

- 71 -

del espesor según el material. Expansión térmica, pretensado. Soporte de cañerías, distancias y distintos tipos, cálculos. Cálculo elástico de cañerías, tensiones de dilatación. Reacciones. Flexibilidad, verificación. Diagrama de tensiones. Compensadores de dilatación, amortiguadores de vibración. Juntas de expansión, distintos tipos. Bridas, distintos tipos y usos según ANSI, bulones y esparragos.

10 horas.

Unidad Temática 5 : Recipientes a presión interna y externa.

Cálculo de recipientes solicitados a presión interna y externa. Código ASME. Análisis de los fondos, importancia. Recipientes cilíndricos y esféricos. Refuerzos, boca de inspección. Soportes de tanques. Elementos de protección para recipientes. Válvulas de seguridad y alivio. Discos de ruptura. Cálculo. Código ASME. Elementos de seguridad en tanques móviles presurizados. Protección de tanques presurizados con líquidos o gases tóxicos. Recipientes esbeltos. Cálculo mecánico de internos de torres de destilación y absorción.

25 horas.

Unidad Temática 6 : Tanques de almacenajes.

Cálculo de tanques de almacenajes. Normas API. Techo fijo y flotantes. Refuerzos. Boca de inspección. Accesorios para tanques de fuel oil (líquidos densos). Tanques con cubierta superior presurizada. Elementos de protección, sistemas rompe-vacío. Cimientos para estos tipos de tanques.

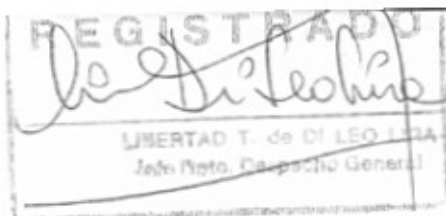
8 horas.

Unidad Temática 7 : Intercambiadores de calor.

Intercambiadores de calor. Normas TEMA. Cálculo de espesor de carcasa, chicanas y cabezales. Vibraciones, importancia. Corrosión y métodos de protección. Protección por sobrepresión. Métodos de limpieza.

7 horas

//



Ministerio de Educación y Justicia  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado

- 72 -

Unidad Temática 8 : Fundaciones.

Terrenos. Su examen y resistencia. Fundaciones directas e indirectas. Fundaciones de máquinas. Cargas dinámicas. Cálculos.

7 horas.

Unidad Temática 9 : Corrosión.

Corrosión en la Industria Química. Importancia del control de la corrosión. Selección y uso de materiales, bajo el punto de vista de la corrosión. Corrosión general y uniforme. Corrosión por picadura. Corrosión bajo tensión (fisuración). Fragilización por hidrógeno. Corrosión galvánica. Deszincificación. Grafitización. Corrosión intergranular. Corrosión por erosión y por choque. Corrosión por desgaste. Sulfuración y oxidación. Recubrimientos protectores. Vidriado ebonitado. etc. Inhibidores. Protección catódica, corrientes parásitas. Curvas de polarización. Criterio económico de redes con protección.

15 horas.

Unidad Temática 10 : Empaquetaduras sellos mecánicos y juntas.

Empaquetaduras en equipos rotantes. Usos y formas. Usos de sellos mecánicos en bombas de proceso. Distintos tipos de sellos mecánicos. Costo inicial y de conservación de los sellos mecánicos. Juntas, distintos tipos de juntas según el líquido o gas a sellar. Consideraciones. Presión de apriete. Cálculo de una junta bridada para condiciones de presión y temperatura simultánea.

8 horas.

-----



Ministerio de Educación y Justicia  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado

- 73 -

ANEXO III  
ORDENANZA N° 494

INGENIERIA QUIMICA  
PLAN DE TRANSICION

PROGRAMA ANALITICO DE TECNOLOGIA DEL CALOR.

5to.AÑO ( 3 horas semanales)

Unidad Temática 1 : Conducción y Convección.

Revisión de mecanismos. Aislaciones : tipos y materiales, espesor económico, radio crítico, funcionamiento de un aislante, criterios de selección, aplicaciones a cañerías. Recipientes y tanques. Hornos y calderas. Referencias Tima. Conducción de calor en sistemas no estacionarios y con generación. Conducción en sistemas bi y tridimensionales.

20 horas.

Unidad Temática 2 : Transferencia de calor sin cambio de fase.

Correlaciones y aplicaciones tecnológicas simples: serpentines sumergidos, enfriadores, doble tubo, recipientes encamisados, etc.-Tipos de equipos : intercambiador casco y tubo, placas. Diseño térmico e hidráulico. Métodos U -MLDT y NTU. Modelos de flujo .Flujo paralelo, contracorriente, cruzado. Factor de eficiencia. Métodos globales. Nociones sobre métodos rigurosos. Criterio para ubicación de fluidos. Verificación de un campo existente. Hoja de especificaciones. Referencia Norma Tima. Trenes de intercambio. Análisis de disponibilidades de energía. Síntesis de redes, nociones.

30 horas.

Unidad Temática 3 : Condensadores.

Revisión de correlaciones según la teoría de Nusel. Correlación para condensación dentro y fuera de tubos y haces de tubos. Modelos de flujos en regímenes bifásicos, correlaciones. Diseño



térmico: vapor saturado, vapor sobresaturado, condensación con subenfriamiento. Condensado de multicomponentes miscibles. Referencias de condensador con inmiscibles y agua y no condensables. Condensadores de vapor de agua: Influencia del aire y del vacío en el condensador. Coeficientes totales según el Heat Exchange Institute. Pérdidas de carga.

20 horas.

Unidad Temática 4 : Aeroenfriadores. Área expandida, eficiencia de Aleta. Funcionamiento.

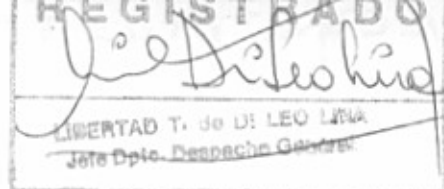
Tipos y aplicaciones, tubos cabezales. Orientación de equipos. Consideraciones de proceso. Requerimientos de energía. Monograma de corrección para más de una hilera de tubos. Cálculo de la superficie de intercambio. Aprovechamiento de productos y vapor de agua. Pérdida de carga de lado proceso y aire, correlaciones más utilizadas.

15 horas.

Unidad Temática 5 : Evaporadores.

Revisión de conceptos fundamentales. Efecto de la P y T y propiedades en coeficientes de transferencia para ebullición. Correlaciones básicas (para regímenes de transferencia de calor en ebullición en recipientes, régimen nucleado y líquido saturado y en film para sistemas de convección forzada más ebullición). Clasificación de equipos. Calderas de recuperación. Cálculo de la superficie, evaporadores de múltiple efecto. Vaporización dentro de tubos. Fenómenos que se presentan en tubos de calderas (riser) y hornos. Rehervidores. Tipos y clasificación. Alternativas de alimentación. Alternativas de alimentación. Metodología para el cálculo de la composición en cada caso. Termosifón horizontal y vertical. Circulación natural y forzada. Vaporizador tipo marmita. Diseño hidráulico de termosifones. Circuito de calefacción con fluido intermedio.

20 horas.



*Ministerio de Educación y Justicia*  
*Universidad Tecnológica Nacional*  
*Rectorado*

- 75 -

Unidad Temática 6 : Combustión.

Generalidades. Combustión completa e incompleta. Combustión de hidrocarburos. Aspectos físicos y químicos de la combustión. Estequiometría: combustión con aire teórico y exceso de aire. Temperatura adiabática de llama. Factor de exceso de aire. Pérdidas por calor sensible y latente. Volumen de gases de combustión. Cálculo del rendimiento térmico. Método analítico y gráfico. Quemadores. Difusionales y de premezcla.

5 horas.

Unidad Temática 7 : Generadores de vapor.

Revisión. Conceptos fundamentales de ciclos. Calderas acuotubulares. De tubos rectos, de tubos curvados. Calderas de circulación forzada. Centrales de generación térmicas y nucleares. Nociones.

5 horas.

Unidad Temática 8 : Hornos de Proceso.

Revisión de los conceptos fundamentales de radiación. Clasificación. Criterios de selección de hornos de proceso. Método de Lobo Evans, zona radiante. Métodos globales. Número de Pasos. Tasa radiante. Temperatura de la pared de tubos. Criterio de selección de materiales. Diseño de la zona convectiva y chimenea. Métodos de Monrad. Cálculo de coeficiente, número de hileras, etc. Cálculo de tiraje. Conceptos de simulación de hornos. Nociones. Uso de precalentadores de aire de combustión. Sistemas de calentamiento por fluidos intermedios.

20 horas.

Unidad Temática 9 : Sistemas de refrigeración.

Fluidos refrigerantes. Selección. Refrigerantes de efecto directo, refrigeración con vapor y con aire. Recuperación del refrigerante. Sistemas de refrigeración por absorción ( $\text{NH}_3$ ).

15 horas.

///





Unidad Temática 10 : Uso racional de la Energía. Fuentes no convencionales de energía.

Criterios de ahorro de energía en procesos. Aplicación. Bomba de calor. Termocompresión. Fuentes no convencionales de energía. Comentarios sobre magneto hidrodinámica solar, eólica, geotérmica, marina, termooceánica, etc. Principios fundamentales. Usos.

Nota : El criterio del uso racional de los combustibles y de los principios de la conversión energética, deben ser pautas de capital importancia en el diseño y selección de equipos encarados en los diferentes puntos del programa.

BIBLIOGRAFIA

1. Procesos de Transferencia de Calor D.Q. KERN CECSA
2. Applied Process Design for Chemical and Petrochemical Plants. E. LUDWIG GULF PUBLISHING Co.
3. La Combustion G. SALVI CECSA

DE CONSULTA

1. Handbook of Heat Transfer .ROHSENOW- HARTNETT .-MC.GRAW-HILL
2. Manual del Ingeniero Químico. John H. PERRY
3. Compact Heat Exchangers .Kays & LONDON MC.GRAW -HILL
4. Data book on Hydrocarbons J.B. MAXWELL GULF. PUB.
5. American Petroleum Institute . Technical Data Book.
6. Standards of Tubular Exchangers Manufacturer Association TEMA
7. Steam its Generation and use BABCOK & Wilcox.

-----



ANEXO III  
ORDENANZA N° 494

Ministerio de Educación y Justicia  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado

INGENIERIA QUIMICA

PLAN DE TRANSICION

PROGRAMA ANALITICO DE INGENIERIA DE PROCESOS II.

6to. AÑO (4 horas semanales).

Unidad Temática 1: Optimización.

Organización del problema. Sistemas y subsistemas. Función. Objetivos. Restricciones. Grado de libertad. Variables de estado. Diagrama de flujo de información: selección de variable de diseño y cálculo de ciclo.

12 horas.

Unidad Temática 2: Técnicas de optimización. Métodos analíticos.

Definiciones. Búsqueda del óptimo en presencia o no de restricción para el caso de funciones de una sola variable. Funciones multivariables. Clasificación. Búsqueda de extremo sin restricciones. Búsqueda del óptimo con restricciones de igualdad. Método de multiplicadores de Lagrange. Ejemplos. Otros métodos. Búsqueda del óptimo con restricciones de desigualdad. Región de soluciones. Variables flojas. Método de Kuhn-Tucker, Ejemplos.

16 horas.

Unidad Temática 3: Métodos analíticos. Programación lineal.

Su fundamentación matemática. Presentación del problema. Generación de soluciones. Interpretación geométrica. Casos de degeneración. El método simplex. Suceptibilidad. Soluciones múltiples. Su interpretación económica. Análisis paramétricos. Valores marginales. Costo de oportunidad. Ejemplos. El problema dual.

20 horas.

Unidad Temática 4: Métodos Analíticos.

Problemas de transporte o distribución. Casos prácticos. Búsqueda/





Ministerio de Educación y Justicia  
Universidad Tecnológica Nacional

- 78 -

Rectorado

11.. 2.

de la primera solución. Índices de Vogel. Optimización de la solución básica. Problemas de asignación. Método Hungaro. Circuitos cíclicos.

8 horas.

Unidad Temática 5: Programación dinámica.

Procesos de múltiples etapas. Decisiones sucesivas. Principio de optimalidad de Bellman. Programación con futuro aleatorio.

12 horas.

Unidad Temática 6: Redes.

Su ordenamiento. Algoritmo de Ford y Bellman y de Ford Fulkerson. Circuitos. Método Pert. Definiciones. Tiempo esperado. Matriz de precedencia. Camino crítico. Análisis de márgenes. Probabilidad de cumplimiento de proyecto. Costos. Conceptos de aceleración. Solución de problemas con costos por aceleración: balance económico.

20 horas.

Unidad Temática 7: Técnicas de optimización. Métodos numéricos.

Su estrategia. Búsqueda del óptimo para una sola variable en presencia o no de restricciones. Método de Fibonacci. Funciones multivariables. Óptimo global y local. Principios generales. Métodos de búsqueda directa. Simplex. Hooke y Jeeves. Rosenbrok. Método del gradiente.

20 horas.

Unidad Temática 8: Modelos.

Clasificación. Diseño de experimentos. Modelos y métodos de simu/



11.. 3.

lación. Modelos estáticos de stock. Demandas alcatorias. Aplica/  
ciones.

20 horas.

BIBLIOGRAFIA BASICA.

Optimization: Theory and Practice  
Beveridge- Achecter- Edit. Mc Graw- Hill.

Métodos y modelos de la investigación de operaciones.  
A. Kaufman- Edit. Cecsá

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTARIA.

Linear Programming F Extensions  
Dantzing- Princeton University Press.

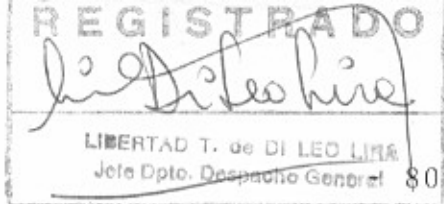
La programación lineal en el proceso de Dirección  
I. Marin- R. Plama y C. Lara- Edit. Macchi

Foundations of Optimization  
D. Wilde- CH. Beightler- Edit. Prentice Hall

La Methode du Chemin Critique  
A. Kaufman y G. Desbazeille- Edit. Dunod.

Métodos de Econometría  
J. Johnston- Edit. Vicens.

---



ANEXO III  
ORDENANZA N° 494

Ministerio de Educación y Justicia  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado

INGENIERIA QUIMICA

PLAN DE TRANSICION

PROGRAMA ANALITICO DE INSTRUMENTACION Y CONTROL AUTOMATICO.

6to. AÑO (6 horas semanales)

Unidad Temática 1: Introducción al Control Automático.

Reseña histórica. Regulador de Watt.

Controladores y servo mecanismos. Concepto de Realimentación-/  
de la información. Sistemas de lazo abierto y sistemas en lazo  
cerrado. Algebra de diagramas en bloque. Ejemplos y ejercicios  
de los teoremas de transformación y reducción. Simbología: Es/  
tudio de la norma correspondiente. Documentación en control.

18 horas.

Unidad Temática 2: Dinámica de Procesos.

Transformada de Laplace. Repaso general y ejercicios. Tablas-/  
de transformadas. Inversión de la transformada. Respuesta de-/  
sistemas de primer orden frente a escalón de entrada, frente-/  
a una rampa y Sinusoide. Definición de función de transferen-/  
cia. Significado de la constante de tiempo en sistemas Mecáni-  
cos, eléctricos, térmicos, etc. y su importancia en los senso-  
res. Análisis de la respuesta temporal de sistemas de primer-/  
orden en serie e interactuantes. Sistemas de segundo orden. Res-  
puesta oscilante. Respuestas del sistema de segundo orden fren-/  
te a señal escalón, rampa, impulso y periódicas. Sistemas no -/  
lineales. Linealización de sistemas de nivel.

21 horas.

Unidad Temática 3: Estabilidad.

Relación entre raíces de la ecuación característica de la fun-/  
ción de transferencia y la respuesta temporal. Definición en -/  
estabilidad: criterios en estabilidad, estabilidad absoluta. Mé/  
-



Ministerio de Educación y Justicia  
Universidad Tecnológica Nacional

- 81 -

Rectorado

11.. 2.

todo de Routh. Estabilidad relativa. Respuesta de frecuencia./  
Diagrama de Bode. Margen de ganancia y margen de fase.

18 horas.

Unidad Temática 4: Acciones de Control.

Sistemas de control ON-OFF, proporcional, integral, flotante/  
proporcional más derivativo, P.I., P.I.D., etc. Respuesta tem  
poral y en frecuencia de controladores. Diagrama de Bode del/  
proceso más el controlador. Relación entre el diagrama de Bo/  
de a lazo abierto y a lazo cerrado (corte de Nichols). Control  
de relación. Control en cascada. Avanciación, ejemplos de apli/  
cación.

12 horas.

Unidad Temática 5: Ajuste de Controladores.

Criterios para el ajuste óptimo. Criterio de la integral del/  
error, del error cuadrático, IAE, ITAE, etc. Ajuste utilizan/  
do el diagrama de Bode. Ajuste por métodos empíricos. Método/  
de las oscilaciones sostenidas. Métodos de las oscilaciones-/  
amortiguadas. Método de la curva de reacción del proceso. Pro/  
cesos con retardo de transporte.

9 horas.

Unidad Temática 6: Versión Tecnológica de Controladores.

Sistemas mecánicos, neumáticos, electrónicos, hidráulicos de/  
detección y amplificación. Diagramas constructivos de distin/  
tos tipos de controladores. Análisis de la interacción entre/  
modos de control. Efectos de saturación fuentes de alimenta-/  
ción neumática, especificación de consumos y calidad de aire/  
Fuentes de alimentación eléctrica, sistemas con respaldo de-/  
baterías (UPS).

12 horas.



Ministerio de Educación y Justicia  
Universidad Tecnológica Nacional

Rectorado

11.. 3.

Unidad Temática 7: Microprocesadores Aplicados al Controlador de Procesos.

Distintas formas de aplicación de la computadora al control./ Sistemas de adquisición de datos (Data Loggers). Control digital directo. Control supervisor. Arquitectora de microprocesores. Interfases, conversores A/D y D/A. Sistemas de entrada/salida digital. Sistema de control distribuido, distintas configuraciones. Software de control de procesos. Confiabilidad/ Nociones de control lógico. Algebra de Boole, circuitos secuenciales.

12 horas.

Unidad Temática 8: Medición de Variables de Proceso.

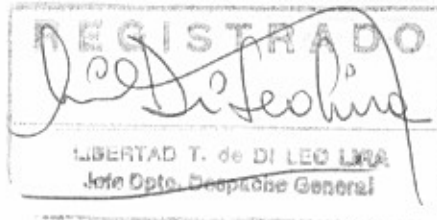
Sensores, calidad de la medición, campo de medida. Alcance, zona muerta, etc. Sistemas por balance de movimiento, de fuerzas y por deformación del elemento sensible. Medición y control de temperatura. Sistemas de bulbo lleno, bimetalicos. Termocuplas. Termómetros de resistencia. Medición de presión diferencial: a pistón, de columna líquida, por deformación (de diafragma, fuelle, o Bourdon). Medición de nivel: Visual, por desplazamiento (flotador, desplazador) por presión hidrostática (diferencial, burbujeo, etc.) Medición de caudal: Medidores volumétricos (por presión diferencial, por área variable, por velocidad, otros). Medidores másicos (térmico, momento y por presión diferencial). Cálculo de un elemento primario (Placa orificio)/ Otras mediciones:  $p^H$ , densidad, O<sub>2</sub>, etc. Analizadores en línea.

30 horas.

Unidad Temática 9: Elementos Finales de Control.

Diversos tipos, válvulas y actuadores. Análisis de los diversos tipos de válvulas desde el punto de vista constructivo. Características de flujo. Cálculo y selección.

12 horas.



Ministerio de Educación y Justicia  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado

- 83 -

11.. 4.

Unidad Temática 10: Instrumentación por Equipos.

Hornos, Intercambiadores, compresores, torres de destilación, / calderas etc. Diseño del sistema de control de la unidad, objeto del proyecto.

30 horas.

BIBLIOGRAFIA.

Instrumentación Industrial

Antonio CREUS

Editorial Marcombo

Process Control

Peter MARRIOTT

MC GRAW - HILL

Process Modeling, Simulation, and Control

For Chemical Engineers

W.L. LUYBEN

Mac Graw- Hill

"Process Systems Analysis and Control"

Coughnour and Koppel

Mac Graw- Hill

Instrument Engineer's

Hand book Vol I y II

Editado por Bela Liptak

Chilton Book

Instrumentation in the Process Industries

Editor Bela Liptak

Chilton Book.