

## Programa

### 1.- Modelización

Introducción. Sistema. Clasificación de los sistemas. Ecuación de estado de un sistema. Ejemplos del rol de la dinámica de procesos y control. Motivación para el estudio del modelado de procesos y control. Conceptos generales. Leyes de la dinámica de sistemas, leyes del control. Espacio de las fases. Sistemas dinámicos descritos por sistemas de ecuaciones diferenciales ordinarias. Interpretación del equilibrio de un sistema dinámico en el espacio de las fases. Estabilidad. Ecuaciones constitutivas de un sistema. Parámetros. Concepto de identificación de un sistema. Sistemas dinámicos en tiempo continuo y discreto. Variable temporal y transformada. Representación en variables de estado. Simulación computacional.

### 2.- Procesos térmicos. Conducción.

Introducción, Fenómenos de transferencia de energía térmica. Conducción, convección y radiación. Conservación de la energía. La conducción. Introducción. Ecuación de transferencia de calor por conducción. Una ecuación constitutiva para la conducción del calor: la Ley de Fourier. Ecuación de difusión del calor. Condiciones iniciales y de contorno. Discusión de la ecuación de conducción. Soluciones estacionarias unidimensionales. Placa plana sin fuente. Cilindro sin fuente. Esfera sin fuente. Resistencia térmica y paredes compuestas. Coeficiente total de transmisión de calor. Radio crítico de aislación. El número de Biot. Soluciones estacionarias bidimensionales. Separación de variables. Diferencias finitas. Soluciones no estacionarias. Sólido con conductividad térmica infinita. El número de Fourier.

### 3.- Fundamentos de la mecánica de los fluidos.

Fluidos ideales. Flujo de masa. Ley de continuidad. Flujo de momento. Ecuación de Euler. Ecuación de Bernoulli. Hidrostática. Estabilidad del equilibrio de un fluido: caso en que la convección está ausente. Flujo a través de un orificio. Flujo a través de la pared de un tanque. Fluidos viscosos. La ecuación de Navier-Stokes: condiciones de contorno e iniciales, soluciones sencillas. Regímenes de flujo. Régimen laminar. Régimen turbulento. El número de Reynolds. El cambio de régimen. Viscosidad turbulenta y energía de disipación turbulenta.

### 4.- Sistemas hidráulicos.

Flujo en una tubería cilíndrica. Pérdida de carga. Circuitos hidráulicos. Resistencia e inercia de los sistemas hidráulicos. Síntesis sobre distintos tipos de bombas. Actuadores. Síntesis sobre válvulas hidráulicas de control. Ventajas y desventajas de los sistemas hidráulicos. Martilleo y golpeteo del aceite. Elaboración de modelos matemáticos para sistemas de nivel de líquido. Linealización de las características de las válvulas.

### 5.- Procesos térmicos. Convección.

Introducción. Tipos de convección. Análisis dimensional en convección forzada. El número de Prandtl. El número de Eckert. Convección forzada en flujos laminares internos. Tubo circular con perfiles de velocidad y temperatura completamente desarrollados. Temperatura de mezcla. Perfil de temperatura completamente desarrollado. Convección forzada en flujos laminares externos. Convección forzada en flujos turbulentos en conductos. Convección natural. Introducción. Análisis dimensional de la ecuación para convección natural. El número de Grashof.

### 6.- Procesos térmicos. Transferencia de calor en fluidos con cambio de fase.

Introducción. Ebullición y condensación. Parámetros adimensionales. El número de Nusselt. El número de Jacob. El número de Bond. Ebullición. Regímenes de ebullición. Flujo crítico de calor. Condensación.

### 7.- Procesos térmicos. Radiación.

Introducción. Espectro de radiación electromagnético. Intensidad de radiación. Intensidad espectral emitida e incidente. Radiación de cuerpo negro. Distribución de Planck. Ley de desplazamiento de Wien. Una ecuación constitutiva para la radiación: la Ley de Stefan- Boltzmann. Emisión de banda. Emisión de

superficies reales. Absorción, reflexión y transmisión en superficies reales. Ley de Kirchoff. Superficie gris. Intercambio de radiación entre superficies. Intercambio de radiación de cuerpo negro. Intercambio neto de radiación en una superficie.

8.- Procesos y sistemas químicos: Fundamentos.

Leyes fundamentales. Ecuaciones de continuidad. Balance de masas. Balances por componentes. Ecuaciones de movimiento. Energía. Ecuaciones de transporte. Ecuaciones de estado. Equilibrio. Potenciales químicos. Equilibrio químico. Cinética química. Una ecuación constitutiva para la velocidad de reacción: la Ley de Arrhenius. Ley de acción de las masas.

9.- Procesos y sistemas químicos: Modelos matemáticos.

Series de tanques reactores con mezcla continua (TRMC), isotermos y con alimentación constante. TMRCs con alimentaciones variables. Dos tanques calefaccionados. TMRC presurizado. TMRC no isotermino. Caso de la cubierta de enfriamiento perfectamente mezclada. Vaporizador con un componente. Estado estacionario. Modelo dinámico de la fase líquida. Modelo dinámico de líquido y vapor.

10.- Procesos y sistemas químicos: otros modelos y simulación computacional.

Tanque con flujo por gravedad. Tres TRMC en serie. TRMC no isotermino. Columna de destilación binaria. Columna de destilación multicomponente. Modelos para destilación con presión variable.

## Bibliografía

- Incropera y De Witt, "Fundamentals of heat and mass transfer", 6th Ed. , 2007, Editorial Wiley and Sons.
- Luyben, "Process modeling, simulation and control for chemical engineers", 1990, Ed. McGraw-Hill.
- Welty, Wicks, Wilson, "Fundamentos de transferencia de momento, calor y masa". Limusa, 5ª Ed. , 2007

## Bibliografía de consulta

- Perry, Chemical Engineer's Handbook, 8 th.Ed. , 2007
- Mc Cabe, Smith, Harriot, Operaciones unitarias en Ingeniería Química. Mc Graw Hill, 1994.
- Geankoplis, Christie: Transport Processes and Separation Process Principles, Prentice Hall, 4th. Ed. , 2007

## Condiciones de aprobación de la asignatura

- De acuerdo al régimen de estudios de la Universidad Nacional de Quilmes, para promocionar la asignatura el alumno debe aprobar dos parciales teórico-prácticos con nota 6 o más en cada uno de ellos y tener un promedio no inferior a 7. Aquellos alumnos que obtengan nota 4 o más en cada parcial, rendirán un final integrador y de no aprobarlo estarán habilitados para rendir otro examen integrador antes de concluir el cuatrimestre siguiente.
- Además, deberá aprobarse un trabajo práctico obligatorio.

## Cronograma tentativo de exámenes

- **Primer parcial: 16/10**
- Recuperatorio primer parcial: 02/11
- Vencimiento entrega TP obligatorio: 20/11
- **Segundo parcial: 11/12**
- Defensas orales TP obligatorio: 14/12
- Recuperatorio segundo parcial: 18/12
- **Examen integrador: 21/12**