

# PROGRAMA ANALÍTICO MECÁNICA DE LOS FLUIDOS

Nº de Resolución: 287/04 - ANEXO XIV

Plan: 2003

Nivel: Tercero

Bloque: Tecnologías Básicas

Área: Fluidos

Horas semanales: 5

Total de Horas: 160

## **UNIDAD 1: DINAMICA Y TEOREMAS DE CONSERVACION EN LA DINÁMICA**

Conceptos de viscosidad de un fluido y capa límite. Sistema de unidades. Fuerza de tensión de contacto en un fluido viscoso en movimiento y sus componentes según planos coordinados. Ecuaciones indefinidas. Ecuaciones de Lamé para fluidos newtonianos. Ecuaciones de Navier-Stokes. Integración y sistema de Bernoulli. Casos particulares: ecuaciones de Bernoulli y Saint-Venant. Teoremas de conservación: Conservación de la masa, conservación de la cantidad de movimiento (sistema inercial). Ecuación de estado. Compresibilidad y módulo de elasticidad. Vínculos conceptuales de la velocidad del sonido. Número de Mach. Flujo subsónico y supersónico. Aplicaciones.

## **UNIDAD 2: TERMODINAMICA DE LOS FLUIDOS**

Trabajo elemental de las fuerzas de contacto exteriores. Aplicación del teorema de las fuerzas vivas del primer principio de la Termodinámica. Calor comunicado y calor producido por disipación viscosa. Energía interna y restituida por el fluido. Entalpía y entropía. Ecuación complementaria y sistema general resolvente de la Termodinámica de los fluidos baroclinos. Aplicaciones.

## **UNIDAD 3: DINAMICA DE GASES. FLUJO UNIDIRECCIONAL ISOENTROPICO PARA GASES IDEALES EN REGIMEN SUBSONICO Y SUPERSONICO**

Flujo unidimensional. Velocidad del sonido en un gas ideal. Ecuación general de la Dinámica de los fluidos. Flujo isoentrópico a través de conductos de sección variable. Estados característicos: estancamiento y crítico. Relaciones entre parámetros característicos. Flujo isoentrópico en tobera convergente. Optimización del caudal másico en tobera convergente. Flujo isoentrópico en tobera de Laval. Performance de tobera convergente-divergente. Aplicaciones.

## **UNIDAD 4: FENOMENOS DE DISCONTINUIDAD. ONDAS DE CHOQUE NORMALES**

Formación de onda de choque normal. Ecuaciones del movimiento de una onda de choque. Variación de entropía en función de las propiedades de estancamiento. Ondas de choque normales reflejadas. Utilización Report Naca 1135. Aplicaciones.

## **UNIDAD 5: FENOMENOS DE DISCONTINUIDAD. ONDAS DE CHOQUE OBLICUAS**

Ecuaciones básicas de continuidad, cantidad de movimiento y energía aplicadas a una onda de choque oblicua. Relaciones entre  $M_1$ ,  $\theta$  (ang. De la onda), (semiáng. de cuña.) Gráficos según Report Naca 1135. Ondas de choque oblicuas fuertes y débiles. Ondas de Mach. Relación entre  $M_1$  y  $M_2$  a través de la onda de choque oblicua. Polar de choque. Relaciones de Prandtl y Saint-Venant. Aplicaciones.

#### **UNIDAD 6: FLUJO EXTERNO. FLUJO DE EXPANSIÓN DE PRANDTL-MAYER**

Consideraciones termodinámicas básicas. Compresión y expansión gradual. Ecuaciones del movimiento para un flujo de Prandtl-Meyer. Angulo de desviación del flujo y su vinculación con el número de Mach. Angulo límite. Variación de la presión, temperatura a través de la expansión de Prandtl-Meyer. Utilización Report Naca 1135. Aplicaciones.

#### **UNIDAD 7: FLUJO INTERNO. FLUJO CON INTERCAMBIO DE CALOR, FLUJO CON FRICCIÓN Y FLUJO DE COMBUSTION**

Flujo de fricción (Fanno). Líneas de Fanno. Determinación de las propiedades del fluido a través de un conducto. Longitud máxima alcanzada hasta bloque sónico.  $\{L_{max}=f(M)\}$ . Flujo isotérmico. Determinación de la transferencia de calor para mantener el flujo isotérmico. Flujo adiabático con fricción y variación de sección. Flujo en tobera en fricción. Coeficiente de velocidad en tobera. Flujo condición o pérdida de calor (Rayleigh). Flujo sin fricción y con transferencia de un conducto de sección constante. Determinación de los parámetros del  $N^{\circ}$  de Mach. Diagrama T-S (Línea de Rayleigh). Onda de choque normal en las líneas de Fanno y Rayleigh. Flujo con adición de calor y sección variable. Flujo con fricción y adición de calor. Solución unificada para flujos comprensibles unidimensionales. Flujo de combustión. Flujo isoentrópico. Flujo con transferencia de calor. Flujo con fricción. Discontinuidades coincidentes en los flujos básicos. Bloqueos sónicos. Métodos de resolución.

#### **UNIDAD 8: FLUJO VISCOSO EXTERNO. CAPA LÍMITE CON Y SIN TRANSFERENCIA DE CALOR**

Capa límite. Ecuaciones de la capa límite sin transferencia de calor. Reducción de las ecuaciones de Navier-Stokes para la capa límite. Ponderación de Prandtl. Ecuaciones de Blassius. Solución de las ecuaciones de Blassius para la capa límite laminar sobre placa plana. Coeficiente de resistencia sobre placa plana (capa límite laminar y turbulenta). Capa límite con transferencia de calor. Ecuación de energía para flujo estacionario con transferencia de calor. Números adimensionales característicos.  $N^{\circ}$  de Prandtl.  $N^{\circ}$  Nusselt,  $N^{\circ}$  de Reynolds,  $N^{\circ}$  de Stanton. Aplicaciones.

#### **UNIDAD 9: FLUJO VISCOSO INTERNO. TURBULENCIA**

Origen de la viscosidad en forma microscópica. Modelo laminar y turbulento. Tensión de Reynolds. Conceptos básicos del flujo de tuberías. Distribución de velocidad y relación entre la caída de presión y el caudal volumétrico. Fluctuaciones y magnitudes de tiempo ajustado. Ajuste de tiempo en las ecuaciones de variación para un fluido incomprensible. Ecuaciones de continuidad y cantidad de movimiento. Expresiones semiempíricas para las tensiones de Reynolds. Deducción de la ley de distribución logarítmica para el flujo en un tubo (lejos de la pared). Distribución de la velocidad para el flujo en un tubo (cerca de la pared)

#### **UNIDAD 10: ELEMENTOS DE FLUJO HIPERSONICO**

Introducción. Aspectos cualitativos del flujo hipersónico. Teoría Newtoniana. Sustentación y resistencia de alas a velocidades hipersónicas. Resultados newtonianos para placa plana a ángulo de ataque. Relaciones para onda de choque en régimen hipersónico Independencia del número de Mach.