

---

# Contenido

Prefacio	XI
----------	----

## Parte 1 Fundamentos de mecánica de fluidos

---

<b>1 Propiedades de los fluidos</b>	<b>3</b>
1.1 Definición de fluido	3
1.2 Unidades de fuerza, masa, longitud y tiempo	6
1.3 Viscosidad	8
1.4 Medio continuo	12
1.5 Densidad, volumen específico, peso específico, densidad relativa y presión	13
1.6 Gas perfecto	14
1.7 Módulo elástico a la compresión	16
1.8 Presión de vapor	17
1.9 Tensión superficial	18
<b>2 Estática de fluidos</b>	<b>25</b>
2.1 Presión en un punto	25
2.2 Ecuación básica de estática de fluidos	27
2.3 Unidades y escalas para medición de la presión	31
2.4 Manómetros	34
2.5 Fuerzas sobre superficies planas	39
2.6 Componentes de fuerzas sobre superficies curvas	49
2.7 Fuerza de flotación	55
2.8 Estabilidad de cuerpos flotantes y sumergidos	58
2.9 Equilibrio relativo	63

<b>3 Ecuaciones básicas y conceptos de flujo de fluidos</b>	<b>84</b>
3.1 Características del flujo; definiciones	84
3.2 Conceptos de sistema y volumen de control	90
3.3 Aplicación del volumen de control a la continuidad, energía y cantidad de movimiento	94
3.4 Ecuación de continuidad	96
3.5 La ecuación de Euler de movimiento a lo largo de una trayectoria	101
3.6 La ecuación de Bernoulli	103
3.7 Reversibilidad, irreversibilidad y pérdidas	108
3.8 Ecuación de energía a régimen permanente	110
3.9 Relación entre la ecuación de Euler y las relaciones termodinámicas	113
3.10 Aplicación de la ecuación de energía a casos de flujo de fluidos a régimen permanente	114
3.11 Aplicaciones de la ecuación de cantidad de movimiento lineal	117
3.12 Ecuación de momento de la cantidad de movimiento	144
<b>4 Análisis dimensional y similitud dinámica</b>	<b>162</b>
4.1 Homogeneidad dimensional y relaciones adimensionales	163
4.2 Dimensiones y unidades	165
4.3 El teorema $\Pi$	166
4.4 Análisis de parámetros adimensionales	175
4.5 Similitud: estudios con modelos	179
<b>5 Flujo viscoso: tuberías y canales</b>	<b>188</b>
5.1 Flujo laminar y turbulento; flujo interno y externo	188
5.2 Ecuaciones de Navier-Stokes	192
5.3 Flujo laminar incompresible a régimen permanente entre placas paralelas	194
5.4 Flujo laminar en tuberías y coronas circulares	200
5.5 Relaciones para el esfuerzo de corte turbulento	205
5.6 Flujo turbulento en conductos abiertos y cerrados	211
5.7 Flujo uniforme a régimen permanente en canales abiertos	214
5.8 Flujo incompresible a régimen permanente en tuberías sencillas	216
5.9 Pérdidas menores	227
5.10 Mecánica de la lubricación	234
<b>6 Flujos externos</b>	<b>247</b>
6.1 Fuerzas de corte y de presión	248
6.2 Conceptos de capa límite	250
6.3 Arrastre sobre cuerpos sumergidos	262
6.4 Sustentación	270
6.5 Turbulencia libre y fenómenos de transporte	272
<b>7 Flujo compresible</b>	<b>282</b>
7.1 Expresiones para un gas ideal	282
7.2 Velocidad de una onda sonora; número de Mach	288

7.3 Flujo isoentrópico	291
7.4 Ondas de choque	297
7.5 Líneas de Fanno y de Rayleigh	300
7.6 Flujo adiabático con rozamiento en conductos	304
7.7 Flujo sin rozamiento en conductos con transferencia de calor	309
7.8 Flujo isotérmico a régimen permanente en tuberías largas	313
7.9 Analogía entre ondas de choque y ondas en canales abiertos	316
<b>8 Flujo de un fluido ideal</b>	<b>323</b>
8.1 Condiciones para el flujo de un fluido ideal	323
8.2 Ecuación de Euler del movimiento	324
8.3 Flujo irrotacional; potencial de velocidad	328
8.4 Integración de las ecuaciones de Euler; ecuación de Bernoulli	331
8.5 Funciones de corriente; condiciones a la frontera	333
8.6 La red de flujo	337
8.7 Flujo bidimensional	340

## Parte 2 Aplicaciones de la mecánica de fluidos

---

<b>9 Mediciones de fluidos</b>	<b>354</b>
9.1 Medición de presión	354
9.2 Medición de velocidad y volumen	356
9.3 Orificios	361
9.4 Medidor de Venturi, boquilla y otros medidores de rapidez	370
9.5 Vertedores	376
9.6 Medición de turbulencia	381
9.7 Medición de viscosidad	382
<b>10 Turbomaquinaria</b>	<b>392</b>
10.1 Unidades homólogas; velocidad específica	392
10.2 Teoría elemental de álabes	399
10.3 Teoría de las turbomáquinas	401
10.4 Turbinas de reacción	405
10.5 Bombas y ventiladores	411
10.6 Turbinas de impulso	418
10.7 Compresores centrífugos	423
10.8 Cavitación	425
<b>11 Flujo a régimen permanente en conductos cerrados</b>	<b>433</b>
11.1 Fórmulas exponenciales de rozamiento en tubos	433
11.2 Líneas de altura motriz (LAM) y de nivel energético (LINE)	436
11.3 El sifón	440
11.4 Tuberías en serie	442
11.5 Tuberías en paralelo	445
11.6 Tuberías interconectadas	448

11.7	Redes de tuberías	452
11.8	Programas de computadora para sistemas hidráulicos a régimen permanente	455
11.9	Conductos de secciones transversales no circulares	464
11.10	Envejecimiento de tuberías	466
<b>12</b>	<b>Flujo en canales abiertos</b>	<b>476</b>
12.1	Clasificación de flujo	477
12.2	Secciones transversales óptimas en canales hidráulicos	478
12.3	Flujo uniforme a régimen permanente en un cauce de alivio	481
12.4	Salto hidráulico; tanques amortiguadores	481
12.5	Energía específica; tirante crítico	485
12.6	Transiciones	489
12.7	Flujo gradualmente variado	492
12.8	Clasificación de perfiles de superficie libre	497
12.9	Secciones de control	500
12.10	Cálculo del flujo gradualmente variado mediante computadora	501
12.11	Onda positiva sin rozamiento en un canal rectangular	506
12.12	Onda negativa sin rozamiento en un canal rectangular	507
<b>13</b>	<b>Flujo a régimen no permanente en conductos cerrados</b>	<b>515</b>
13.1	Ocilación de un líquido en un tubo en U	516
13.2	Establecimiento de flujo	527
13.3	Control de oscilaciones	529
13.4	Descripción del fenómeno de golpe de ariete	531
13.5	Ecuaciones diferenciales para calcular el golpe de ariete	534
13.6	Solución por el método de características	537
13.7	Condiciones a la frontera	541
13.8	Programa en lenguaje BASIC para el golpe de ariete	548
	<b>Apéndices</b>	<b>554</b>
<b>A</b>	<b>Sistemas de fuerza, momentos y centroides</b>	<b>554</b>
	A.1 Sistemas simples de fuerzas	554
	A.2 Momentos de primero y segundo órdenes; centroides	555
<b>B</b>	<b>Ayudas para programación de computadoras</b>	<b>558</b>
	B.1 Lenguaje de computadora	558
	B.2 Cuadraturas: integración numérica por las reglas trapezoidal y de Simpson	558
	B.3 Interpolación parabólica	560
	B.4 Solución de ecuaciones algebraicas o trascendentes por el método de bisección	561
	B.5 Solución de ecuaciones algebraicas o trascendentes por el método de Newton-Raphson	562

<b>B.6 Solución de ecuaciones diferenciales por el método de Runge-Kutta</b>	<b>564</b>
<b>C Propiedades físicas de los fluidos</b>	<b>567</b>
<b>D Nomenclatura</b>	<b>575</b>
<b>E Respuestas a los problemas pares</b>	<b>579</b>
<b>Índice</b>	<b>585</b>