



Ingeniería Electromecánica

Cuarto año

Diseño Curricular: 2004 - Ordenanza N°1029

MECÁNICA DE FLUIDOS Y MÁQUINAS FLUIDODINÁMICAS

Resumen para estudiantes

El presente documento fue elaborado por un grupo de estudiantes con el objetivo de crear un resumen completo y conciso de la materia *Mecánica de Fluidos y Máquinas Fluidodinámicas*.

El documento abarca los puntos más destacados de la materia *Mecánica de Fluidos y Máquinas Fluidodinámicas*, incluyendo sus conceptos principales, teorías, enfoques y aplicaciones prácticas. También hemos incorporado ejemplos ilustrativos y claros para ayudar a la comprensión de los temas abordados.

Esperamos que este resumen sea de gran utilidad para aquellos que buscan una visión general de la materia *Mecánica de Fluidos y Máquinas Fluidodinámicas* o que necesitan una revisión rápida de los conceptos clave antes de un examen.

Estudiantes: Faulkner, Melani;
Franzoi, Valentín;
Guardiani, Franco;
Polo, Daiana.

Teoría del flujo unidimensional

Unidad 1

Visión General

1.1 Sistema y volumen de control . .	1.3.2 Flujo en una, dos y tres dimensiones
1.1.1 Sistema de control	1.3.3 Flujo laminar y turbulento
1.1.2 Volumen de control	1.3.4 Flujos viscosos e inviscidos
	1.3.5 Flujo compresible e incompresible .
1.2 Línea y tubo de corriente	1.4 Ecuación de continuidad
1.2.1 Línea de trayectoria	1.5 Ecuación de Euler
1.2.2 Línea de corriente	1.6 Ecuación de Bernoulli
1.2.3 Tubo de corriente	1.6.1 Enfoque diferencial
1.3 Tipos de flujo	1.6.2 Enfoque termodinámico
1.3.1 Flujo permanente	

1.1 SISTEMA Y VOLUMEN DE CONTROL

1.1.1 Sistema de control

Un sistema de control se refiere a una masa fija (infinitesimal o finita) definida y se distingue de todas las demás. Las fronteras del sistema forman una superficie cerrada. Esta superficie puede variar en el tiempo de tal manera que mantenga la misma masa durante los cambios. Es decir $dm/dt = 0$. En el enfoque *Lagrangiano* en el cual el estudio se centra en el movimiento de partículas individuales, el movimiento se observa como una función del tiempo. Es decir se "sigue.^a la partícula, como en el estudio de sólidos. En este caso se utiliza un sistema de control, ya que la masa de la partícula o sólido se mantiene constante

1.1.2 Volumen de control

En el enfoque *Euleriano* se mantiene fija la coordenada espacial y así se pueden observar las velocidades de las partículas móviles al pasar por esta posición en cualquier instante. Entonces, las propiedades del flujo son funciones del espacio y el tiempo. Este tipo de enfoque se puede estudiar a través de un volumen de control o punto fijo, en el cual el flujo pasa a traves de este.

1.2 LINEA Y TUBO DE CORRIENTE

1.2.1 Línea de trayectoria

Es el lugar geométrico de los puntos recorridos por una partícula determinada cuando se desplaza en un campo de flujo.

1.2.2 Línea de corriente

Es una línea continua que representa el flujo y ésta posee la propiedad de que el vector velocidad de cada partícula es tangente a la línea de corriente. La ecuación que representa el vector: $\vec{v} \times d\vec{r} = 0$

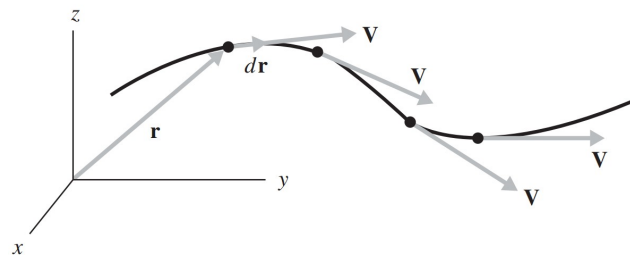


Figura 1.1: Línea de corriente en un campo de flujo

En un flujo *permanente* la trayectoria de una partícula es una línea de corriente. Pero en un flujo no permanente donde el vector velocidad cambia con el tiempo, haciendo que la partícula siga diferentes líneas de corrientes de tal manera que la trayectoria de esta no puede parecerse a ninguna línea de corriente.

1.2.3 Tubo de corriente

Un tubo de corriente está constituido por una región parcial del flujo delimitada por una familia de líneas de corriente. No existe flujo a través de las paredes ya que el vector velocidad no tiene componente perpendicular a la superficie del tubo ya que siempre es tangente a la línea de corriente.

1.3 TIPOS DE FLUJO

1.3.1 Flujo permanente

Ocurre cuando las condiciones en cualquier punto del fluido no cambian con el tiempo es decir:

$$\frac{\delta v}{\delta t} = 0 \quad \frac{\delta p}{\delta t} = 0 \quad \frac{\delta \rho}{\delta t} = 0$$

Esto no significa que la velocidad no varíe de un punto.

1.3.2 Flujo en una, dos y tres dimensiones

El vector velocidad del flujo \vec{V} puede depender de una, dos o tres dimensiones espaciales mas el tiempo. El nombre que recibe el flujo dependiendo de cuantas variables espaciales depende es: **unidimensional** (tubos largos, rectos, o entre placas), **bidimensional** o **tridimensional**.

El flujo en una dimensión no tiene en cuenta las variaciones o cambios en la velocidad, presión, etc. en un plano transversal a la dirección de este, es decir, el vector velocidad depende solo de una variable espacial.

1.3.3 Flujo laminar y turbulento

En un **flujo laminar** las partículas se mueven a lo largo de trayectorias suaves en láminas o capas, con una capa deslizándose suavemente sobre otra adyacente. El flujo laminar está gobernado por la ley de viscosidad de Newton, la cual relaciona el esfuerzo cortante con la tasa de deformación angular. En situaciones de baja viscosidad, alta velocidad o grandes caudales, este flujo no es estable y se rompe en flujo turbulento.

En un **flujo turbulento** los movimientos del fluido varían irregularmente. Las partículas se mueven en trayectorias arremolinadas causando un intercambio de momentum. La turbulencia causa mayores esfuerzos cortantes y pérdidas.

Si un flujo es laminar o turbulento depende de tres parámetros físicos que combinados forman el número de **Reynolds** y nos permite determinar el régimen de flujo:

$$Re = \frac{VL}{\nu}$$

V velocidad
L Longitud
 ν viscosidad cinemática

1.3.4 Flujos viscosos e inviscidos

El **flujo inviscido** es aquel en donde se desprecian los efectos viscosos. Estos flujos se consideran generalmente en flujos externos, para el estudio de flujos aerodinámicos, donde los efectos viscosos están confinados en una capa delgada alrededor del cuerpo denominada *capa límite*.

En un **flujo viscoso** se consideran las pérdidas que generan los efectos viscosos. Esto suele ocurrir en tubos, conductos, o canales abiertos.

1.3.5 Flujo compresible e incompresible

Un **flujo incompresible** existe si la densidad de cada partícula de fluido permanece relativamente constante cuando se mueve por el campo del fluido.

$$\frac{D\rho}{dt} = 0$$

Esta condición no implica que la densidad sea la misma en todos los puntos.

En flujos de gas, el número de Mach nos permite determinar si este flujo puede ser estudiado como compresible ($M < 0,3$) o incompresible.

$$M = \frac{V}{c}$$

donde V es la velocidad del gas y $c = \sqrt{kRT}$ es la velocidad de la onda.

En un **flujo compresible**.. avisale

1.4 ECUACIÓN DE CONTINUIDAD ---

La **ley de conservación de la masa** establece que toda la masa de un sistema permanece constante, en otras palabras, el caudal de flujo permanece constante a lo largo del trayecto.

Considerando un caudal volumétrico de un flujo con densidad constante entre dos puntos (1) y (2):

$$Q_1 = Q_2 \left[\frac{m^3}{s} \right]$$

además, si se considera el caudal en función de la sección transversal del flujo y la velocidad de las partículas en ese punto, se llega a la *ecuación de la continuidad*:

$$A_1 V_1 = A_2 V_2 \quad (1.1)$$

En caso de que se presenten perfiles de velocidad no uniformes, como se muestra en la figura 1.2, se toma la velocidad promedio en el instante determinado y se denota con una raya arriba. La ecuación de continuidad se expresa entonces

$$A_1 \bar{V}_1 = A_2 \bar{V}_2 \quad (1.2)$$



Figura 1.2: Perfiles de velocidad no uniformes.

1.5 ECUACIÓN DE EULER

Esto lo podríamos agregar dentro de la ecuación de Bernoulli en el enfoque diferencial, pero después lo completo :) (Dai y Franquis)

1.6 ECUACIÓN DE BERNOULLI

1.6.1 Enfoque diferencial

Para la deducción de la *ecuación de Bernoulli* se realizaron cinco suposiciones:

- Flujo inviscido (sin esfuerzos cortantes)
- Flujo permanente ($\partial V / \partial t = 0$)
- A lo largo de una línea de corriente ($a_s = V \partial V / \partial s$)
- Densidad constante ($\partial \rho / \partial s = 0$)
- Marco de referencia inercial.

1.6.2 Enfoque termodinámico

Para el siguiente análisis se plantea la *primera ley de la termodinámica* para un sistema de régimen permanente esquematizado en la figura 1.3, donde la ecuación de flujo estable se puede expresar como sigue:

$$\frac{p_1}{\rho} + \frac{V_1^2}{2} + gz_1 + u_1 + Q = \frac{p_2}{\rho} + \frac{V_2^2}{2} + gz_2 + u_2 + W$$

Si las pérdidas son insignificantes y no se suministra ni se extrae energía del sistema, tanto la energía interna u , como el calor Q y trabajo W se eliminan de la ecuación, obteniendo entonces la *ecuación de Bernoulli*:

$$\frac{p_1}{\rho} + \frac{V_1^2}{2} + gz_1 = \frac{p_2}{\rho} + \frac{V_2^2}{2} + gz_2 \quad (1.3)$$

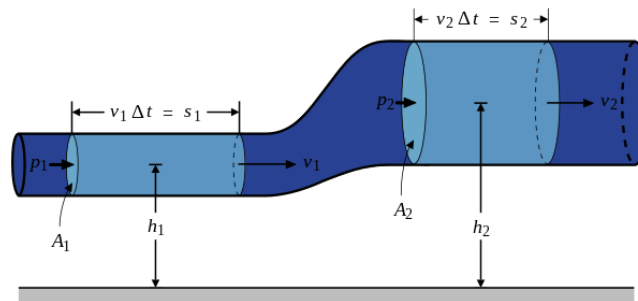


Figura 1.3: Esquema del principio de Bernoulli