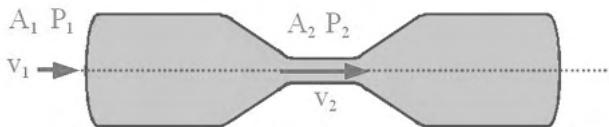


Capítulo 1

Conceptos Aerodinámicos Generales

Efecto Venturi



$$P_1 + \rho g y_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = P_2 + \rho g y_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 \quad \begin{matrix} \text{lado 1} \\ \leftarrow v_v \\ \leftarrow v_s \end{matrix}$$
$$P_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = P_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 \quad \begin{matrix} \leftarrow v_v \\ \leftarrow v_i \end{matrix}$$
$$P_1 - P_2 = \frac{1}{2} \rho (v_2^2 - v_1^2) \quad \begin{matrix} \text{lado 2} \end{matrix}$$



Concepto Aerodinámico

Aerodinámica se considera una rama de la mecánica de fluidos que estudia y analiza las acciones que aparecen sobre los cuerpos sólidos cuando existe un movimiento relativo entre estos y el fluido que los rodea. Considerando este concepto podemos describirla como la ciencia que estudia los efectos que se originan cuando un cuerpo se sitúa en una corriente de aire. Por un lado analiza las variables de la presión y velocidad de las partículas de aire que se ven modificadas por la presencia del objeto. Por otro lado, denomina a estas variables como fuerzas, estudiando su acción y efecto sobre dicho objeto (perfil alar).

La acción aerodinámica está directamente involucrada con la actuación de una aeronave, ya que de ella se desprenden las teorías que hacen lógico al vuelo y sus maniobras. Los principios básicos derivados a la aerodinámica nacen mucho antes que el primer vuelo de los hermanos Wright, llegan de la mano del estudio de la hidrodinámica, estudiando el comportamiento de los fluidos. Pasaron las décadas y las teorías hidrodinámicas volvieron a aplicarse para dar lugar a una nueva ciencia, el estudio del comportamiento de las particular de aire (considerándolas como un fluido gaseoso), en presencia de un objeto interpuesto en su corriente libre.

El primer teorema de la hidrodinámica que derivó a la aerodinámica fue el teorema del científico suizo Daniel Bernoulli. Conozcamos su teoría y ámbito de aplicación:

Teorema de Bernoulli

En su teorema, Daniel Bernoulli (1700 – 1782) demostró que "la presión interna de un fluido (líquido o gas) decrece a medida que la velocidad del fluido se incrementa", generando así un valor constante. Dicho de otra forma en un fluido en movimiento, la suma de la presión y la velocidad en un punto cualquiera permanece constante, pudiendo variar sus valores independientes. Analicemos mas de cerca este concepto:



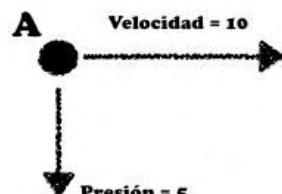
Presión y Velocidad: Toda partícula de aire esta dotada de presión y velocidad. La presión y la velocidad son opuestas. Si una partícula aumenta su velocidad, disminuirá su presión, y al contrario, pero de modo que la suma de ambas sea siempre constante, según lo describe Bernoulli. Veamos unos ejemplos:



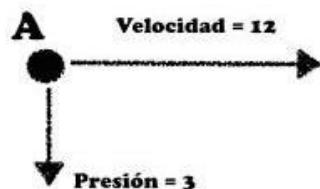
PRESION + VELOCIDAD = CONSTANTE

Supongamos que la partícula A tiene una Presión de 5 y una velocidad de 10, dando una constante de 15.

$$P + V = 5 + 10 = 15$$



Según Bernoulli, si por algún motivo, la partícula A aumenta su velocidad, al mismo tiempo, disminuirá su presión, para mantener constante el valor resultante inicial.



$$P + V = 3 + 12 = 15$$

Por el contrario, si por algún motivo, la partícula A aumenta su presión, al mismo tiempo, disminuirá su velocidad para mantener el valor constante, siendo:

$$P + V = 10 + 5 = 15$$



El Teorema de BERNOULLI, enunciado más rigurosamente establece que la suma de la presión estática debido al peso, y la presión dinámica debida a la velocidad, deben ser siempre constantes, llamándose a esta constante presión total. $P_e + P_d = P_t$.

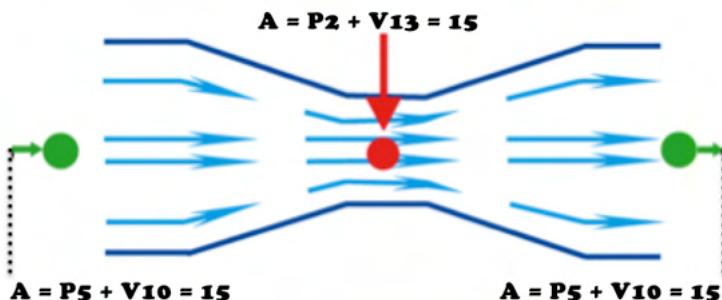
El descubrimiento que había presentado Daniel Bernoulli fue revolucionario para su época, en tal medida que fue puesto a prueba y fue un físico italiano quien demostró la veracidad de Bernoulli y su teorema. Giovanni Battista Venturi fue el encargado de plasmar el teorema de Bernoulli a un ejemplo práctico y cotidiano, creando el conocido “Tubo Venturi” y demostrando que el “Efecto Venturi” guardaba relación con el teorema de Bernoulli. Veamos:

Efecto Venturi

Giovanni Battista Venturi (1746–1822) planteó que el estrechamiento en una sección de un tubo, funcionaría como un objeto que se interpone en la corriente libre de un fluido y dentro de dicho tubo se generaría una diferencias entre variables de presión y velocidad pero manteniendo una constante, tal como lo había descripto Bernoulli.



Las partículas de un fluido que pasan por un estrechamiento aumentan su velocidad y, por tanto, disminuyen su presión. Veamos el siguiente gráfico:

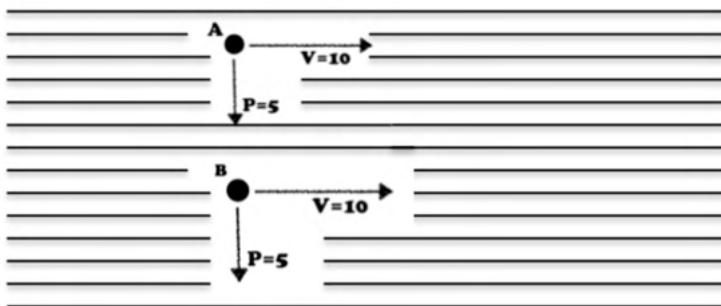


Cómo podemos observar en este gráfico, la presión de la partícula A tiene un valor de 5 y su velocidad un valor de 10, representando una constante de 15. Al continuar su recorrido, se encuentra con un estrechamiento (objeto en su corriente libre) que produce una disminución de la presión a 2 y por consiguiente un aumento de la velocidad a 13, manteniendo su valor inicial constante.

Veamos un ejemplo práctico llevado a la aeronáutica. Sigamos el concepto de Bernoulli y Venturi, pero cambiemos el cuerpo que se introduce en una corriente de aire y pongamos un perfil aerodinámico como lo es el perfil alar. Ubiquemos a nuestro perfil de forma que se sitúe en la corriente de aire para deformar la sección normal y generar un estrechamiento. Observemos el siguiente gráfico y supongamos que nuestro perfil es curvo en su parte superior y plano en su parte inferior.



Plantearemos un ejemplo: imaginemos que dos partículas de aire se mueven a una velocidad de 10 unidades y con una presión de 5 unidades, antes de la perturbación originada por el perfil, tal como se ve a continuación:



Observando el gráfico, vemos que las partículas A y B se mueven a una velocidad de 10 y presión de 5, ambos valores constantes, dentro de la corriente de aire libre de perturbaciones u objetos. Veamos que sucede con estas partículas cuando introducimos un perfil aerodinámico dentro de la corriente del aire, alterando los valores mencionados:

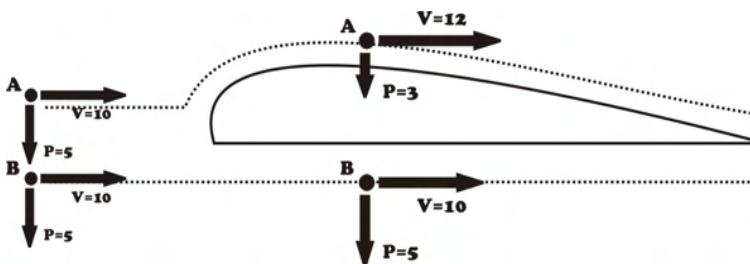
Sección

Estrechamiento

Normal



La presencia del perfil dentro de la corriente de aire produce un estrechamiento en la parte superior del perfil. La parte inferior, al ser recta, no modifica la corriente. Analicemos lo que sucede con las partículas de aire que habíamos considerado (partículas A y B del ejemplo anterior), al verse obligadas a rodear el perfil.

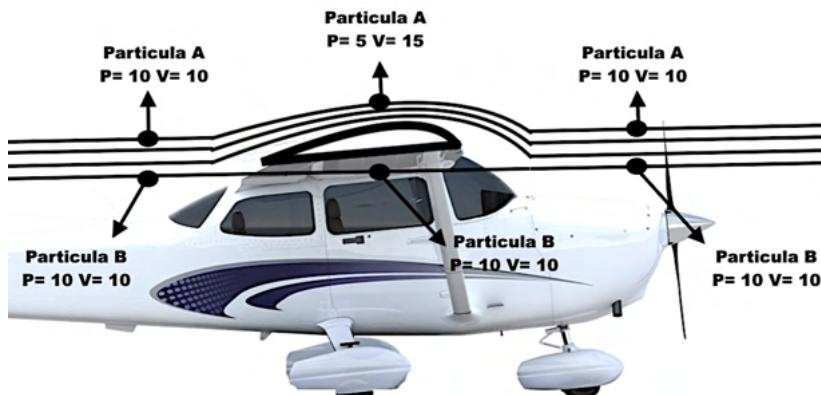


La partícula (A), al pasar por un estrechamiento, aumenta su velocidad a $V=12$ (efecto Venturi), y disminuye su presión a $P = 3$ ($P + V = 15$) para mantener el valor constante inicial de 15 (Efecto Bernoulli). La partícula (B), al no verse afectada por el perfil, permanece con sus valores $V=10$ y $P=5$ sin alteración alguna. Como resultado se origina una disminución de presión entre ambas partículas. La partícula (A) se apoya menos, ejerce menos presión, pesa menos que la partícula (B). De esta manera podría originarse una fuerza hacia arriba denominada “Fuerza Aerodinámica” y comúnmente conocida como “Sustentación”.

Para finalizar con este concepto, llevemos la teoría a la práctica. Veamos el siguiente gráfico donde el perfil alar de una aeronave se introduce en la corriente de aire interponiéndose en el paso de las partículas y modificando sus valores.



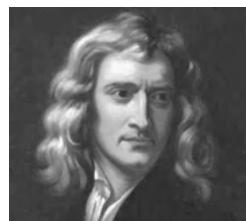
La deformación del perfil alar genera que la partícula de aire que pasa por encima del mismo, reduzca su presión y aumente su velocidad para mantener su valor constante inicial. Por otra parte, en la sección inferior del perfil no se presentan modificaciones de las partículas, manteniendo su estado original. Veamos más de cerca el perfil alar de nuestro avión:



La partícula A presenta un valor de 20, con una presión de 10 y una velocidad de 10. La partícula B, presenta las mismas características. Ambas particular se encuentran con el perfil alar durante su recorrido. Mientras que la partícula B no modifica sus valores y mantiene una constante, la partícula A presenta una modificación de la presión y la velocidad al enfrentarse a la parte superior del perfil a alar. Esta modificación en sus variables permite mantener el valor constante inicial al abandonar el perfil.

Las Leyes de Isaac Newton

El matemático y astrónomo inglés “Sir Isaac Newton” fue el creador de las leyes del movimiento o leyes de la dinámica. Desconociendo que una de esas leyes sería un pilar para lo que hoy conocemos como “Aviación”. Publicó tres leyes físicas conocidas como “Las leyes de movimiento de Newton”. Repasémoslas brevemente:



Primera Ley de Newton. INERCIA: La primera ley de Newton o ley de la inercia afirma que un objeto en movimiento permanecerá en movimiento uniforme y rectilíneo de forma indefinida si no hay una fuerza que actúe sobre él y lo obligue a cambiar de velocidad (acelerar o desacelerar) o a cambiar la dirección de desplazamiento. Veamos como se aplica esta primera ley de Newton al universo aeronáutico:

Observando la siguiente imagen vemos como el avión inicia con una velocidad de 110 KT y sigue con la misma velocidad, ya que según la **Primera Ley de Newton**, si no existe una fuerza que actúe sobre la fuerza