



INTRODUCCIÓN A LA AERODINÁMICA

P1.8.5.1

Presión estática y determinación del flujo volumétrico con un tubo de Venturi - Medición de presión con el manómetro fino

P1.8.5.3

Determinación de la velocidad del viento con una sonda de presión de retención - Medición de presión con el manómetro fino

P1.8.5.4

Presión estática y determinación del flujo volumétrico con un tubo de Venturi - Medición de presión con sensor de presión y CASSY

P1.8.5.6

Determinación de la velocidad del viento con una sonda de presión de retención - Medición de presión con sensor de presión y CASSY

Presión estática y determinación del flujo volumétrico con un tubo de Venturi - Medición de presión con el manómetro fino (P1.8.5.1)

N° de cat.	Descripción	P1.8.5.1	P1.8.5.3	P1.8.5.4	P1.8.5.6
373 041	Ventilador aspirador y soplador	1	1	1	1
373 091	Tubo de Venturi con multimanoscopio	1		1	
373 10	Manómetro de precisión	1	1		
300 02	Base de trípode en forma de V, pequeño	2	1	1	
300 41	Varilla de soporte, 25 cm, 12 mm Ø	1		1	
300 42	Varilla de soporte, 47 cm, 12 mm Ø	1	1		
301 01	Mordaza múltiple LEYBOLD	1		1	
391 151	Líquido coloreado para manómetros 100 ml	1	1		
373 13	Sonda manométrica		1		1
524 005W2	Mobile-CASSY 2 wifi			1	1
524 066	Sensor de presión S, ± 70 hPa			1	1

En aerodinámica es sumamente importante describir la corriente de aire que pasa a través de un tubo utilizando la ecuación de continuidad y la ecuación de Bernoulli. Estas expresiones estipulan que, independiente de la sección transversal A del tubo, el flujo

$$\dot{V} = v \cdot A$$

v : velocidad del flujo

y la presión total

$$p_0 = p + p_s \text{ avec } p_s = \frac{\rho}{2} \cdot v^2$$

p : presión estática, p_s : presión dinámica,
 ρ : densidad del aire

permanecen constantes, siempre que la velocidad del flujo sea menor que la velocidad del sonido.

Nota: En los experimentos P1.8.5.1 y P1.8.5.3 las mediciones de las presiones se realizan con un manómetro fino. Este contiene, además de una escala de presión, otra escala que indica directamente la velocidad del flujo cuando se mide con la sonda depresión de Prandtl. En los experimentos P1.8.5.4 y P1.8.5.6 la presión se mide con un sensor de presión para ser registradas con el Mobile-CASSY.

Para verificar ambas ecuaciones, en el experimento P1.8.5.1 se mide la presión estática en un tubo de Venturi en diferentes secciones transversales. La presión estática disminuye en las secciones estrechas, ya que la velocidad del flujo aumenta en ellas. En el experimento se implementa el tubo de Venturi para medir el flujo volumétrico. A partir de la diferencia de presiones $\Delta p = p_2 - p_1$ entre dos lugares, cuyas secciones transversales A_1 y A_2 son conocidas, se obtiene la relación

$$v_1 \cdot A_1 = \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta p \cdot A_2^2}{\rho \cdot (A_2^2 - A_1^2)}}$$

El objetivo de los experimentos P1.8.5.3 y 1.8.5.6 es la determinación de las velocidades de flujo. A tal fin se mide la presión dinámica con una sonda de presión dinámica de Prandtl como la diferencia entre la presión total y la presión estática y de aquí se calcula la velocidad con la densidad ρ

MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA DEL AIRE

P1.8.6.1
Resistencia del aire en función de la velocidad del viento y de la forma del cuerpo - Medición de presión con el manómetro fino

P1.8.6.3
Evolución de la presión de curva en un perfil de ala - Medición de presión con el manómetro fino

P1.8.6.4
Resistencia del aire en función de la velocidad del viento y de la forma del cuerpo - Medición de presión con sensor de presión y CASSY

P1.8.6.6
Evolución de la presión de la curva en un perfil de ala - Medición de presión con sensor de presión y CASSY



Resistencia del aire en función de la velocidad del viento y de la forma del cuerpo - Medición de presión con el manómetro fino (P1.8.6.1)

Nº de cat.	Descripción	P1.8.6.1	P1.8.6.3	P1.8.6.4	P1.8.6.6
373 041	Ventilador aspirador y soplador	1	1	1	1
373 06	Sección de ensayo abierta para aerodinám	1	1	1	1
373 071	Accesorios de medición 1	1	1	1	
373 075	Carro de medición para el túnel aerodiná	1	1	1	
373 14	Dinamómetro sectorial 0,65 N	1	1	1	
373 13	Sonda manométrica	1	1	1	1
373 10	Manómetro de precisión	1	1	1	
300 02	Base de trípode en forma de V, pequeño	1	2	1	1
300 11	Zócalo	1	1	1	
300 43	Varilla de soporte, 75 cm, 12 mm Ø	1	1	1	
391 151	Líquido coloreado para manómetros 100 ml	1	1	1	
373 70	Perfil de ala de avión	1	1	1	1
300 42	Varilla de soporte, 47 cm, 12 mm Ø	1	1	1	
524 005W2	Mobile-CASSY 2 wifi			1	1
524 066	Sensor de presión S, ± 70 hPa			1	1

Una corriente de aire ejerce sobre un cuerpo una fuerza F_W paralela a la dirección del flujo que se denomina resistencia del aire. Esta fuerza depende de la velocidad del flujo v , de la sección transversal A del cuerpo vertical a la dirección del flujo y de la forma del cuerpo. La influencia de la forma del cuerpo se describe con ayuda del así denominado coeficiente de resistencia c_w , que está relacionado con la resistencia del aire según la ecuación:

$$F_w = c_w \cdot \frac{\rho}{2} \cdot v^2 \cdot A$$

Nota: En los experimentos P1.8.6.1 y P1.8.6.3 las mediciones de presión se llevan a cabo con el manómetro fino. Este contiene, además de una escala de presión, otra escala que indica directamente la velocidad del flujo cuando se mide con la sonda de presión de Prandtl. En los experimentos P1.8.6.4 y P1.8.6.6 la presión se mide con un sensor de presión para registrarse con el Mobile-CASSY.

En el experimento P1.8.6.1 et P1.8.6.4 se estudia la resistencia del aire en un disco circular en función de la velocidad del flujo. Se mide la velocidad del flujo con una sonda de presión de Prandtl y la resistencia del aire se mide con un dinamómetro. En el experimento se determina el valor c_w de diferentes cuerpos con la misma sección transversal.

El objetivo de los experimentos P1.8.6.3 y P1.8.6.6 es medir la presión estática p en diferentes puntos de los lados superior e inferior del perfil alar. El proceso de medición sirve para ilustrar a los alumnos la resistencia del aire y la causa de la aparición del empuje que actúa sobre el perfil alar.

MEDICIONES EN EL TÚNEL AERODINÁMICO

P1.8.7.1

Mediciones de alas en el túnel aerodinámico

P1.8.7.3

Verificación de la ecuación de Bernoulli - Medición con el manómetro fino

P1.8.7.4

Verificación de la ecuación de Bernoulli - Medición con el sensor de presión y CASSY



Mediciones de alas en el túnel aerodinámico (P1.8.7.1)

N° de cat.	Descripción	P1.8.7.1	P1.8.7.3	P1.8.7.4
373 12	Túnel aerodinámico	1	1	1
373 041	Ventilador aspirador y soplador	1	1	1
373 075	Carro de medición para el túnel aerodinámico	1	1	1
373 08	Accesorios de medición 2	1		
373 14	Dinamómetro sectorial 0,65 N	1		
373 13	Sonda manométrica		1	1
373 10	Manómetro de precisión		1	
391 151	Líquido coloreado para manómetros 100 ml		1	
524 005W2	Mobile-CASSY 2 wifi			1
524 066	Sensor de presión S, ± 70 hPa			1

El túnel aerodinámico ofrece un trayecto de medición apropiado para experimentos cuantitativos en aerodinámica y en el que se garantiza una distribución de velocidad del aire constante en el tiempo y espacio. Es adecuado sobre todo para realizar mediciones de la física del vuelo.

En el experimento P1.8.7.1 se mide la resistencia del aire f_W y el empuje F_A de un perfil alar en función del ángulo de ataque α del perfil alar respecto a la dirección del flujo. En un diagrama polar se grafica F_W en función de F_A con el ángulo de ataque α como parámetro. De este diagrama polar se puede tomar, por ejemplo, el ángulo de ataque óptimo. En el experimento se llevan a cabo mediciones en los perfiles alares construidos por el propio experimentador. Aquí se estudia la forma de los perfiles alares para obtener un cociente F_W / F_A lo más pequeño posible para un determinado ángulo de ataque α .

El objetivo de los experimentos P1.8.7.3 y P1.8.7.4 es la verificación de la ecuación de Bernoulli. Con tal propósito se mide la diferencia entre la presión total y la presión estática en función de la sección transversal, en donde se monta una rampa para estrechar de forma continua la sección transversal del túnel aerodinámico a lo largo de la dirección del flujo. Bajo el supuesto que se cumpla la ecuación de continuidad, a causa de

$$v = \frac{v_0 \cdot A_0}{A}$$

v_0 : velocidad del flujo para sección transversal A_0

se tiene que la sección transversal A es una medida de la velocidad de flujo v aquí se confirma la siguiente relación

$$\Delta p \sim \frac{1}{A^2}$$

deducida de la ecuación de Bernoulli.



Verificación de la ecuación de Bernoulli - Medición con un sensor de presión y Mobile-CASSY (P1.8.7.4)