

Objetivo

Medir el campo de velocidad $u(\mathbf{r}, t)$ de la estela producida por un cilindro de diámetro d y largo (span) L enfrentando un flujo de aire uniforme de velocidad media constante u_0 y viscosidad cinemática $\nu = \mu/\rho$. El parámetro adimensional relevante es el número de Reynolds

$$Re = \frac{u_0 d}{\nu}$$

Conceptos clave

Anemometría, inestabilidad del flujo, condicionamiento de señales, adquisición de datos, procesamiento de señales.

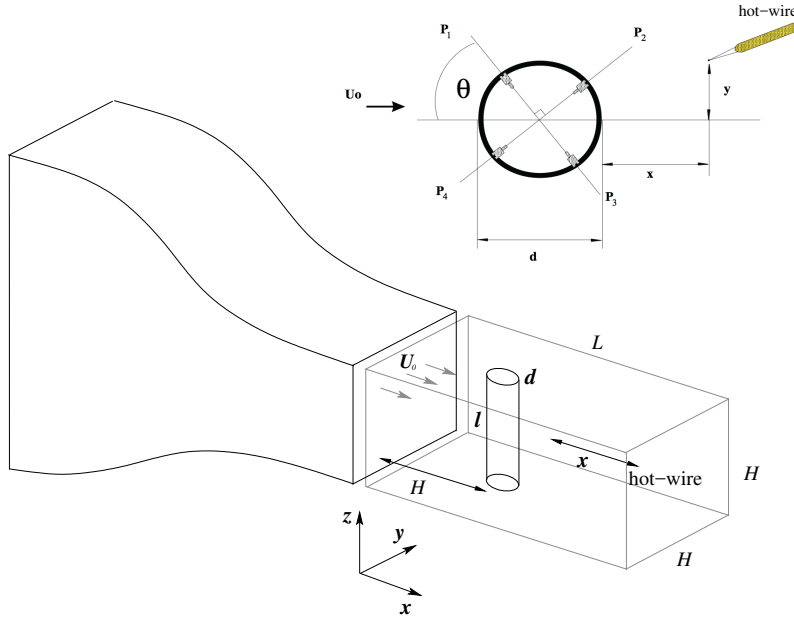
Antecedentes The onset of periodic structures in these systems when driven by spatially homogeneous or time constant forcing, corresponds typically to a bifurcation, characterized by one or several modes that become unstable. In particular, pattern forming instabilities of vortical nature, such the von Kármán street (vks) instability can induce a phenomenon which generates strong transverse force fluctuations originated by the periodic vortex shedding from bluff bodies. The BvK instability can be generated in the wake of a circular cylinder of diameter d and length L , and it is commonly accepted that for large aspect ratios, $\Gamma = L/d \gg 1$, the onset for vortex shedding occurs for a critical value of the Reynolds number ($Re = U_o d/\nu$, where U_o , ν are the kinematic viscosity and mean fluid velocity respectively) close to $Re_c \sim 50$ [1, 2]. At low Reynolds numbers, of order one, a reversed flow first occurs near the rear stagnation point of the cylinder and leads to the formation of two attached eddies in the near wake of the cylinder, thus breaking the upstream-downstream symmetry. The two attached eddies grow in size as the Reynolds number is increased, and at a Reynolds number close to the threshold $Re \sim Re_c$, the flow ceases to be symmetric about the centerline and stationary; it settles into a time periodic regime in which vortices are shed alternatively from the two sides of the cylinder, giving rise to the von Kármán vortex street [3]. Vortex shedding corresponds to a limit-cycle oscillation of the near wake described by a Stuart–Landau equation [1].

Alcances

En trabajo práctico Ud. combinará nociones de condicionamiento de señales, filtros antialiasing, ampli-ficación y tratamiento de señales junto con adquisición de datos en un problema clásico de mecánica de fluidos. Utilizará un tunel de viento controlado en velocidad y se familiarizará con la técnica de medición de velocidad denominada Anemometría de Hilo Caliente (hot wire anemometry).

informe: Redactar informe en dos columnas, máximo 5 páginas, que contenga (i) introducción, (ii) objetivos, (iii) montaje experimental, (iv) resultados experimentales, (v) análisis y conclusiones, (vi) bibliografía. Todos los cálculos deben estar debidamente explicados así como los gráficos, y éstos deben verse claramente. El informe debe contener tablas y gráficos. Además debe incluir un *tratamiento de errores* y éstos deben aparecer tanto en las tablas como en los gráficos.

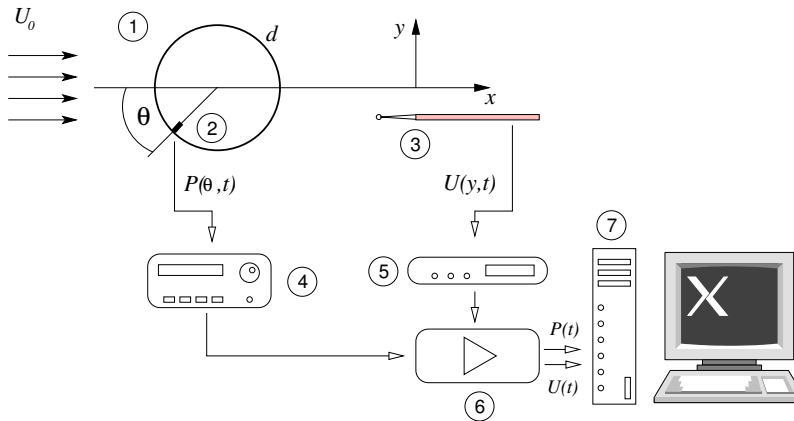
Montaje experimental: Von Kármán Street



Schematics of the experimental set-up showing the circular cylinder of diameter $d = 0.1$ m and span $l = 0.5$ m with aspect ratio $l/d = 5$ placed at $x = H$ in the square test section of side $H = 0.5$ m and $L = 2.5$ m long. A hot wire probe placed downstream in the near wake measures the local fluid velocity. The cylinder is bounded by two end-plates with sharp edges of diameter $2d$ and supported by a steel tube mounted on ball bearings outside the wind tunnel including a goniometer to determine angle θ

Condicionamiento de señal

Para desarrollar este trabajo práctico, se propone el siguiente esquema metodológico para implementar el condicionamiento de señales, la medición de la velocidad y la adquisición de datos..



Flow diagram for signal conditioning and data acquisition setup to record synchronised time series of surface pressure and hot wire velocity. (1) Cylinder of diameter d (2) Four pressure sensors PCB 103A02 piezotronics (3) Dantec hot wire probe $150 \mu\text{m}$ (4) Charge amplifier (5) Dantec mini-CTA hotwire

anemometer bandwidth 5-10 kHz (6) Stanford Research SR-560 pre-amplifier and 12 dB/Octave anti-aliasing filter (7) Pressure and velocity signals are sampled with a Data Translation DT-322 series A/D sampling card, 16 bits, 250 kHz maximum sampling frequency. The effective sampling frequency for the acquired velocity and pressure data was $f_s = 1024$ Hz

Se pide

- [1] Obtener el perfil de velocidad de la estela aguas abajo del cilindro $u(x_0, y, t)$ para $x_0 \sim 10 - 20d$ para 10 valores del número de Reynolds en un rango que cubra el régimen sub y super crítico.
- [2] Repetir el experimento para tres cilindros de diámetros $d = 3, 5, 8$ mm.
- [3] Obtener los perfiles de velocidad espacial para cada caso, la evolución temporal, la densidad espectral de potencia usando la transformada de Fourier.
- [4] Determinar la relación entre los parámetros adimensionales $Ro = f d^2 / \nu$ y Re donde f es la frecuencia característica de vks para cada valor de Re .

References

- [1] M. Provansal, C. Mathis, L. Boyer, Bénard-von Kármán instability: transient and forced regimes, J. Fluid Mech., **182**, 1 (1987).
- [2] R. H. Hernández, C. Baudet, A new perturbation method. Application to the Bénard-von Kármán instability, Europhys. Lett., **49** (3), 329, (2000).
- [3] see for instance, Batchelor G. K., An Introduction to Fluid Mechanics, Cambridge University Press (1967).
- [4] <http://en.wikipedia.org>
- [5] <http://www.jameco.com>
- [6] <http://focus.ti.com/lit/an/sloa034/sloa034.pdf>