

Capítulo 1

Conclusiones

En el presente capítulo se repasará el trabajo realizado en este proyecto y se hará una recapitulación de los resultados y conclusiones, terminando con algunas propuestas para futuros trabajos.

1.1. Puesta a punto de los equipos y realización de los dispositivos en taller.

Durante la primera fase de este trabajo se puso a punto el equipo de anemometría. Así tras realizar un estudio sobre los fundamentos de la anemometría de hilo caliente, y dado que este equipo era de nueva adquisición, tuvimos que aprender su funcionamiento y realizar diversas pruebas previas para probar que funcionaba adecuadamente. Como resultado de las mismas se detectaron fallos en el sistema de adquisición de datos, que resultaron ser debidos al software suministrado por el fabricante, para salvar este problema se recurrió a una tarjeta de adquisición de datos conectada a un PC.

Antes de poder realizar medidas con el equipo de anemometría fue necesario calibrar la sonda de hilo caliente. Para conocer la velocidad del fluido en el punto de medida se recurrió a un tubo de pitot. Para aumentar la sensibilidad del mismo ante las pequeñas variaciones de presión, se construyó un soporte de madera para el tubo que contenía a la columna de líquido. Dicho soporte introduce dos ángulos de inclinación, uno de 60° respecto al plano horizontal, y otro de 15° del tubo respecto a

la horizontal del plano que lo contiene, así la altura de líquido (h) queda relacionada con la longitud del mismo (l), mediante $h = l \sin 60^\circ \sin 15^\circ$. Además como líquido de medida se utilizó hexano por su baja densidad.

Para controlar la velocidad el ventilador y poder generar corrientes de distinta velocidad media, se contó con un variador de frecuencia, que fue conectado al ventilador y configurado para este propósito.

Los dispositivos generadores de turbulencia fueron contruidos en el laboratorio del Grupo de Mecánica de Fluidos, del Departamento de Ingeniería Energética y Mecánica de Fluidos. Para la realización del dispositivo fractal se recurrió a una máquina de control numérico.

1.2. Métodos para la obtención de medidas y tratamiento de datos.

La obtención de los datos se realizó a través del equipo de anemometría. La señal analógica suministrada por el mismo era tratada por la tarjeta de adquisición de datos (convertidor analógico/ digital) que conectada a un PC permitía obtener muestras a diversas frecuencias. La principal limitación la imponía el software que acompañaba a la misma, ya que no permitía adquirir más de 10.000 datos por muestra. Para poder contar con un número representativo de datos, el proceso de adquisición se repitió 50 veces en cada experimento (500.000 datos en total).

Una vez obtenidos los ficheros con los datos de los experimentos, fueron tratados mediante el programa matemático Matlab, que posee herramientas que facilitan mucho operaciones como la obtención del espectro de Fourier de una señal digital o la realización de integrales numéricas, imprescindibles en este trabajo. Ésto supone una mejora respecto al método de trabajo utilizado por Daniel Polo (2000), en el que el tratamiento de los datos se realizó mediante el programa Test Point. Este programa no realiza bien el algoritmo de la FFT y fue necesario escribir a mano el algoritmo correspondiente a la DFT (Transformada Discreta de Fourier), lo que supone además un mayor tiempo de cálculo.

1.3. Experimentos realizados.

En este trabajo se pretendía comprobar la idoneidad de los dispositivos basados en matrices de chorros enfrentados en la generación de turbulencia isótropa y homogénea, así como estudiar la mejora que produce su combinación con mallas metálicas. Para ello se montaron los distintos experimentos descritos en el apartado 4.4. del cuarto capítulo del presente documento, que se enumeran a continuación:

1. Generación de turbulencia mediante parrilla de chorros enfrentados e inyectados transversalmente en una corriente principal en la dirección del túnel.
2. Generación de turbulencia mediante parrilla de chorros enfrentados sin entrada de corriente principal. En ella toda la corriente que entra en el túnel lo hace a través de los chorros.
3. Generación de turbulencia mediante parrilla de chorros enfrentados y malla metálica. En él se intenta comprobar la mejora que supone el introducir las escalas menores en origen, de cara a conseguir un rango inercial mayor.
4. Generación de turbulencia mediante fractal. Este dispositivo está compuesto por agujeros de distintos tamaños, repartidos en una configuración fractal. En él se intenta estudiar una idea parecida a la anterior, generando en origen tanto las escalas mayores como las más pequeñas, de cara a conseguir un abanico más amplio de torbellinos en el rango inercial.

1.4. Resultados obtenidos y conclusiones.

Como se explica en el capítulo 5 de este trabajo, para la caracterización de la turbulencia se recurrió al espectro de energía cinética turbulenta, que se obtuvo a través de la transformada discreta de Fourier mediante Matlab de los datos de fluctuación de velocidad adquiridos. A partir de dicho espectro se pudieron obtener las distintas magnitudes utilizadas en este estudio: velocidad de disipación turbulenta (ϵ), número de Reynolds asociado a la escala de Taylor (Re_λ) y la escala de Kolmogorov (η). Para la longitud integral, si bien se obtuvieron valores mediante diversos métodos basados en la función de correlación temporal o a través de la relación entre Re_L y Re_λ , se observó una gran dispersión en los mismos, debido por un lado a la inestabilidad del flujo resultante de la unión de los chorros, así como debido a la limitación que supone el no poder tomar muestras más grandes. Por ese motivo no

se han mostrado aquí dichos resultados.

Los resultados obtenidos, comentados en el capítulo 5, nos muestran por un lado, que se obtienen números de Reynolds Re_λ elevados comparados con estudios anteriores de otros autores. Así mismo se observa que los valores obtenidos para ϵ son pequeños respecto a los esperados, debido a la inestabilidad de la corriente. De esta forma podemos llegar a las siguientes conclusiones.

1. Los valores de Re_λ y T_u , muestran que el sistema de chorros enfrentados es muy eficaz a la hora de generar turbulencia, debido a la cortadura que produce.
2. El uso de rejilla metálica, mejora más esta eficacia, dado que la energía que tienen que invertir los torbellinos grandes en generar los pequeños es menor.
3. Para el fractal, si bien el número de datos es pequeño debido a que no se contó con una ventilador apropiado para vencer las pérdidas, se puede ver un comportamiento similar a los anteriores.
4. Por desgracia la inestabilidad del flujo resultante de la unión de los chorros, hace que la turbulencia no sea homogénea.

1.5. Futuros trabajos.

Puesto que se ha comprobado la idoneidad de utilizar dispositivos de chorros enfrentados y puesto que el único problema ha consistido en la inestabilidad debida a la orientación de los mismos respecto del túnel, se proponen las siguientes líneas de trabajo, de cara a mejorar estos resultados e impedir la aparición de la inestabilidad.

- En primer lugar, se terminarán de resolver los problemas relacionados con el sistema de adquisición del equipo de anemometría. Para ello se investigará el formato de los archivos generados por el nuevo software suministrado por su fabricante y se realizará un programa capaz de leerlos.
- Se realizarán experimentos, en los que los chorros se generen en la dirección del túnel, para evitar el giro de 90° . Para poder generar corrientes en los dos sentidos, respecto a la parrilla de chorros, se utilizarán dos ventiladores, succionando en sentidos opuestos. Además se propone realizar el experimento en el túnel de viento que se encuentra en el laboratorio del Grupo de Mecánica de Fluidos, que dispone de mayor sección y de un ventilador más potente.

- Por otro lado sería conveniente repetir los experimentos realizados con el fractal, utilizando un ventilador apropiado (centrífugo) que permita alcanzar velocidades mayores en los orificios.

Todas estas líneas de trabajo propuestas serán desarrolladas por el autor de este trabajo, durante el resto del presente año 2.004.