

Un ingeniero desea realizar un programa para calcular la distribución de velocidades de un fluido en una conducción con sección transversal rectangular de dimensiones $w \times h$ (fig. 1 izqda.). El fluido está sometido a una diferencia de presión uniforme y distribuida a lo largo de la conducción de valor $\frac{\Delta P}{L}$ y la velocidad del fluido es nula en los contornos.

Por simetría el problema anterior se puede reducir al estudio de un cuarto del dominio (fig. 1 dcha.).

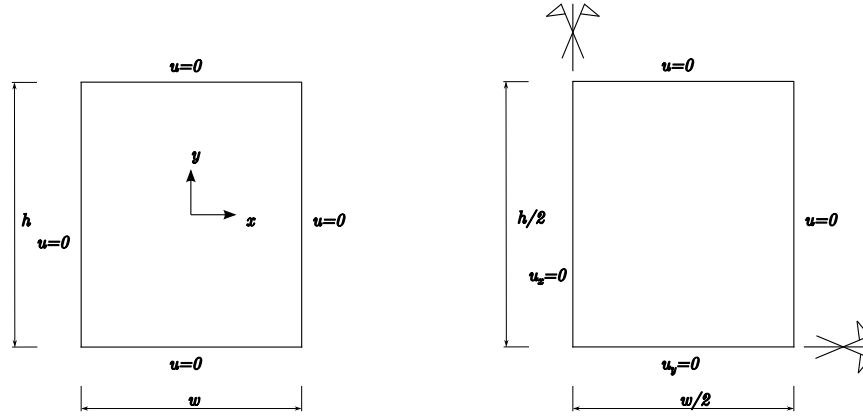


Figura 1: Geometría del problema (izqda.) y geometría reducida por simetría (dcha.).

Bajo estas hipótesis la ecuación diferencial que rige el comportamiento físico de este problema es:

$$\rho \frac{\partial u}{\partial t} = \mu \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right) + \frac{\Delta p}{L}, \quad (1)$$

con las condiciones de contorno:

$$\left. \frac{\partial u}{\partial x} \right|_{x=0} = 0, \quad u|_{x=w/2} = 0, \quad \left. \frac{\partial u}{\partial y} \right|_{y=0} = 0, \quad u|_{y=h/2} = 0, \quad (2)$$

siendo $u(x, y)$ la velocidad en cada punto del dominio, Δp una diferencia de presión entre dos puntos separados una longitud L a lo largo de la conducción, μ la viscosidad dinámica y ρ la densidad del fluido. Se considerará que el fluido está inicialmente en reposo.

Si se discretiza el dominio de la figura 1 (dcha.) en $(n_x + 1) \times (n_y + 1)$ puntos en horizontal y vertical respectivamente y se utiliza una aproximación de la ecuación diferencial y de las condiciones de contorno mediante diferencias finitas centradas con aproximación de segundo orden, se pide:

1. Obtener el campo de velocidades en estado estacionario utilizando un método directo para la resolución del sistema de ecuaciones resultante considerando la estructura de la matriz obtenida y utilizando un esquema de almacenamiento apropiado.
2. Obtener el campo de velocidades en estado transitorio mediante un método de integración temporal implícito. Comparar la solución obtenida tras un tiempo suficientemente amplio con la solución estacionaria obtenida.
3. Calcular el caudal que fluye por la conducción partir de los campos de velocidades obtenidos en los apartados anteriores. Si se considera relevante para este apartado se puede optar por establecer valores pares para n_x y n_y .

FECHA LÍMITE DE ENTREGA:

- El día 10 de mayo de 2024 para ambas oportunidades.

REQUISITOS DE LOS PROGRAMAS FORTRAN

- a) Los programas tienen que estar diseñados de forma modular, es decir, existirá un programa principal desde el que serán llamadas las distintas subrutinas o funciones.
- b) A medida que se vaya desarrollando el programa cada módulo debe ser comprobado por separado.
- c) Tanto el programa principal como los módulos tienen que estar comentados.
 - c.1) Al principio del programa principal y de cada subrutina o función se indicará su nombre, su propósito y una breve descripción del trabajo que realiza esa parte del programa.
 - c.2) A continuación se describirá el significado de sus variables más importantes, cuyos nombres deberán reflejar el tipo de información que contienen.
 - c.3) A lo largo de cada módulo se dejarán líneas en blanco para separar los diferentes bloques de instrucciones, y se añadirán las explicaciones que se consideren oportunas para comprender cómo funciona cada una de sus partes y el programa en su conjunto.

DOCUMENTACIÓN A ENTREGAR

A cada estudiante se le facilitará una **cuenta** personal en el servidor de cálculo de la asignatura. El estudiante deberá crear en esta cuenta un directorio, denominado *trabajo*, en el que se incluirán únicamente el/los archivo/s que contenga/n el código fuente, el archivo correspondiente al programa ejecutable y los archivos de datos y resultados correspondientes a los ejemplos y pruebas que se presenten en la memoria.

Por otro lado, el estudiante creará en su cuenta de usuario otra carpeta denominada *memoria* en la que dejará un ejemplar de la **memoria** completa del trabajo. La memoria debe elaborarse íntegramente mediante un editor de textos con el que se puedan incluir fórmulas, tablas y figuras y se incluirá en la carpeta del estudiante en el servidor en formato PDF. La memoria también se imprimirá en papel y se entregará personalmente al profesor responsable de los trabajos de curso en el plazo establecido.

La **memoria** deberá contener, al menos, los siguientes apartados:

- a) Una portada en la que se indique el nombre del programa (o programas), el nombre de los ficheros de resultados y sus contenidos, el nombre del autor y el nombre de la cuenta que le ha sido asignada.
- b) La formulación y desarrollo numérico completo del problema incluyendo el procedimiento empleado para la discretización de la ecuación en derivadas parciales y las condiciones de contorno.
- c) Un apartado en el que se comente cada uno de los programas o subprogramas de ordenador realizados, incluyendo los siguientes puntos:
 - c.1) Documentación del programa/subprograma: características, datos necesarios para ejecutarlo e instrucciones para introducirlos, resultados y limitaciones que presenta, etc.
 - c.2) Esquema de funcionamiento de cada programa o subprograma.
- d) El código fuente completo del programa

- e) Un apartado en el que se presenten, se analicen (física y numéricamente) y se comparen los resultados obtenidos a través de gráficos, comentando aspectos relativos a número de operaciones de cada algoritmo, condiciones de convergencia (en su caso), número de iteraciones (si procede), etc. Se valorará especialmente la discusión y análisis de los resultados obtenidos en función de los diversos parámetros y constantes del problema. Este estudio se deberá realizar para cada uno de los modelos que se propongan en el enunciado.

Nota: La memoria debe incluir todos los aspectos indicados anteriormente para ser aceptada.