**Utilización del Comando *fsolve* de Scilab para la Determinación del Factor de Fricción en Flujo Turbulento a través de Tuberías de Sección Circular**

**Cálculo del factor de fricción *f***

Una expresión que describe la variación de f = f (e/D, Re) para flujo turbulento es la ecuación de Coolebrook-White dada por:



Aquí, *log* representa el logaritmo en base 10. En Scilab, el log de la función representa el logaritmo natural, es decir, el logaritmo en base *e = 2.718281828*, que generalmente se escribe como *ln*. Usando logaritmos naturales, reescribimos la ecuación Coolebrook:



Esta función es implícita en *f*, por lo tanto, adecuada para la solución a través de los métodos de ecuaciones no lineales presentados en este capítulo.

**Determinación del factor de fricción *f***

Como ejemplo, intentaremos usar los siguientes valores e = 0.00001m, D = 0.25 m, Re = 1×106 para determinar el factor de fricción correspondiente. Usaremos el software Scilab. Primero definimos la función para la ecuación Coolebrook-White:

-->deff('[P]=CW(f)','P=1/sqrt(f)+0.8686\*log(e/(3.7\*D)+2.51/(Re\*sqrt(f)))')

Seguidamente ingresamos los valores de rugosidad, diámetro de la tubería número de Reynolds

-->e = 0.00001; D = 0.25; Re = 1e6;

El correspondiente factor de fricción se calcula utilizando el comando *fsolve* de Scilab, así:

-->f = fsolve(0.02,CW)

f =

.0124687

**Construcción del Diagrama de Moody**

La función descrita por la ecuación de Coolebrook-White se traza típicamente en escala log-log con el número de Reynolds, Re, en el eje x y el factor de fricción, *f*, como curvas correspondientes a diferentes valores de la rugosidad relativa, e/D. El siguiente script Scilab se usa para trazar una versión simplificada del diagrama de Moody para valores seleccionados de la rugosidad relativa. El script se llama *PlotMoody* y se almacena en el directorio de trabajo de Scilab:

// Script para trazar el diagrama de Moody

// Primero definimos la función para Colebrook-White

deff('[P]=CW(f)','P=1/sqrt(f)+0.8686\*log(e/(3.7\*D)+2.51/(Re\*sqrt(f)))')

D = 0.025; //Diámetro del tubo: 2.5 cm, aprox. 1.0 inch

//Los siguientes vectores contienen los valores de la rugosidad y del //número de Reynolds

e\_v = [0.01 0.001 0.0001 0.00001 0.000001 0.0000001];

Re\_v = [1e4 1e5 1e6 1e7 1e8];

[ne me] = size(e\_v); //tamaño de los vectores

[nR mR] = size(Re\_v); //e\_v y Re\_v

fMoody = zeros(mR,me); //Crea una matriz para valores de f

//Calcula los factores de fricción para combinaciones de valores

//de e\_v(i) y de Re\_v(j):

for j = 1:me

for i = 1:mR

Re = Re\_v(i); e = D\*e\_v(j);

if e < 1e-5 then

f0 = 0.01;

else

f0 = 0.02;

end;

fMoody(i,j) = fsolve(f0,CW);

end;

end;

//Gráfica del Diagrama de Moody

plot2d('ll',Re\_v',[fMoody(:,1),fMoody(:,2),...

fMoody(:,3),fMoody(:,4), fMoody(:,5), fMoody(:,6)],...

[1:6],leg='e=0.01@e=0.001@e=0.0001@e=0.00001@e=0.000001@e=0.0000001');

xlabel('Reynolds number')

ylabel('friction factor')

title('Moody diagram')

//fin del script

