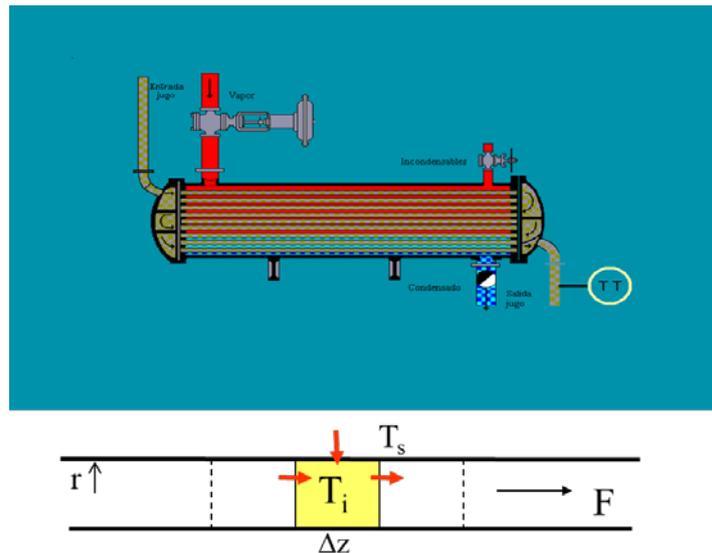


Práctica 4**Simulación de sistemas de parámetros distribuidos.**

El objetivo de esta práctica es familiarizarse con las técnicas de discretización de ecuaciones diferenciales en derivadas parciales, aplicando las mismas a la simulación dinámica de un intercambiador de calor líquido-vapor como el de la figura.



A efecto de modelado, el cambiador se considerará como un tubo largo de radio  $r$  por el que circula un caudal de agua  $F$  rodeado de vapor saturado a temperatura  $T_s$ . El agua entra al cambiador a una cierta temperatura y va calentándose progresivamente a lo largo de la coordenada espacial  $z$  del tubo. Un modelo en PDE que describe los valores de la temperatura  $T$  del agua viene dado por la ecuación:

$$\frac{\partial T(z, t)}{\partial t} = -\frac{F}{\pi r^2} \frac{\partial T(z, t)}{\partial z} + D \frac{\partial^2 T(z, t)}{\partial z^2} + \frac{2U(T_s - T(z, t))}{r\rho c_e}$$

Donde  $\rho$  es el valor de la densidad,  $c_e$  el calor específico,  $D$  un coeficiente de difusión y  $U$  un coeficiente de transmisión de calor.

En esta práctica se trata de usar dos métodos de discretización de ecuaciones PDE, aplicándolos a la simulación del modelo del cambiador: un método de volúmenes finitos y un método de colocación ortogonal en elementos finitos.

El alumno considerará ambos enfoques, escogiendo una discretización y escribiendo las correspondientes ecuaciones discretizadas, llevando después las mismas a EcosimPro y simulándolas, tras lo cual puede realizar algunos experimentos de cambio de caudal de

agua, temperatura de entrada o temperatura del vapor, representando la evolución de la temperatura del agua a lo largo del cambiador.

Pueden usarse los siguientes valores numéricos:

$F = 0.0002$  Flujo volumétrico de agua por tubo (m<sup>3</sup>/s)

$r = 0.015$  Radio de un tubo (m)

$c_e = 4.18$  Calor específico del agua (kJ/kg °K)

$D = 1.5e-7$  Coeficiente de difusión (m<sup>2</sup>/s)

$U = 1.5$  Coeficiente de transmisión global (kW/°K·m<sup>2</sup>)

$T_s = 60$  Temperatura del foco caliente °C

Temperatura de entrada del agua fría = 20°C

Temperatura inicial del agua en los tubos = 20°C

Longitud de los tubos 2 m