Sistema de ecuaciones diferenciales a integrar:

Momentum

$$\frac{L_{dc}}{A_{dc}}\frac{d\dot{m}_{dc}}{dt} = (P_{dr} - P_{wh}) + \frac{gL_{dc}}{v_{dc}} - \frac{\dot{m}_{dc}{}^{2}v_{dc}}{2A_{dc}{}^{2}}\left(\xi + f_{dc}\frac{L_{dc}}{D_{dc}}\right) \quad (1)$$

$$\frac{L_{r}}{A_{r}}\frac{d\dot{m}_{r}}{dt} = (P_{wh} - P_{dr}) + \frac{\dot{m}_{dc}{}^{2}v_{dc}}{A_{r}A_{dc}} + \frac{gL_{r}}{v_{r}} - \frac{\dot{m}_{r}{}^{2}v_{r}}{2A_{r}{}^{2}}\left(2 + \xi + f_{r}\frac{L_{r}}{D_{r}}\right) \quad (2)$$

Energía

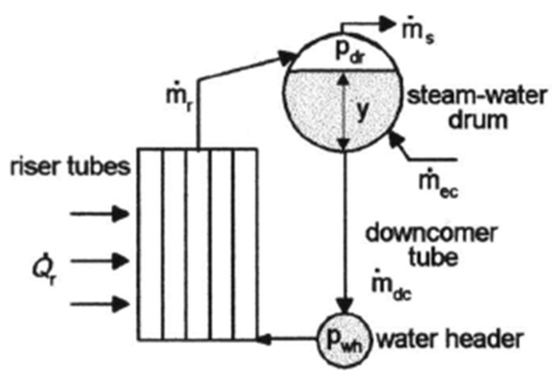
$$\frac{du_{r}}{dt} = \frac{v_{r}}{A_{r}L_{r}}\left(\dot{Q}_{r} + \dot{m}_{dc}h_{dc} - \dot{m}_{r}h_{r} - u_{r}\frac{dM_{r}}{dt}\right) \quad (3)$$

Continuidad

$$\frac{dM_{r}}{dt} = \dot{m}_{dc} - \dot{m}_{r} \quad (4)$$

Donde:

L Longitud (m)
A Área (m2)
$\dot{m}$ Flujo másico (kg/s)
P Presion (Pa)
g Gravedad (m/s2)
v Volumen especifico (m3/kg)
ξ Perdidas
f Factor de fricción
D Diámetro (m)
u Energía especifica (kJ/kg)
$\dot{Q}$ Flujo de calor (W)
h Entalpia (kJ/kg)
M Masa (kg)
dc Downcomer (bajantes)
r Risers (subientes)
dr Drum (domo)
wh Water Header (Cabezal de agua)



Las 4 ecuaciones describen un circuito de evaporación de flujo natural en una caldera (Domo-Downcomer-Risers).

Necesito integrar las ecuaciones para simular lo que pasa bajo distintas condiciones de trabajo cambiando $\dot{Q}$. Por lo pronto quiero utilizar el método de Euler que es el más sencillo.

El problema es que no tengo de donde resolver P_{wh}. Todas las demás variables o constantes si las conozco o las evalúo fácilmente para cada instante de la integración en el tiempo. También tengo todos los valores en estado estable, cuando las derivadas son cero.

De la integración debo obtener valores para $\dot{m}_{dc}$ flujo másico de agua en los tubos bajantes (downcomers), $\dot{m}_r$ flujo másico en los tubos subientes (risers), y u_r energía interna en los tubos subientes (risers).

Puedo deshacerme del término $(P_{dr} - P_{wh})$ de las ecuaciones (1) y (2) formando una nueva ecuacion al sumarlas algebraicamente:

De (1):

$$P_{dr} - P_{wh} = \frac{L_{dc}}{A_{dc}} \frac{d\dot{m}_{dc}}{dt} - \frac{gL_{dc}}{v_{dc}} + \frac{\dot{m}_{dc}{}^2 v_{dc}}{2A_{dc}{}^2}\left(\xi + f_{dc}\frac{L_{dc}}{D_{dc}}\right) \tag{5}$$

De (2):

$$P_{dr} - P_{wh} = -\frac{L_r}{A_r}\frac{d\dot{m}_r}{dt} + \frac{\dot{m}_{dc}{}^2 v_{dc}}{A_r A_{dc}} + \frac{gL_r}{v_r} - \frac{\dot{m}_r{}^2 v_r}{2A_r{}^2}\left(2 + \xi + f_r\frac{L_r}{D_r}\right) \tag{6}$$

Igualo (5) y (6) para deshacerme de $P_{dr} - P_{wh}$:

$$\begin{aligned}\frac{L_{dc}}{A_{dc}} \frac{d\dot{m}_{dc}}{dt} - \frac{gL_{dc}}{v_{dc}} + \frac{\dot{m}_{dc}{}^2 v_{dc}}{2A_{dc}{}^2}\left(\xi + f_{dc}\frac{L_{dc}}{D_{dc}}\right)& \\ = -\frac{L_r}{A_r}\frac{d\dot{m}_r}{dt} + \frac{\dot{m}_{dc}{}^2 v_{dc}}{A_r A_{dc}} &+ \frac{gL_r}{v_r} - \frac{\dot{m}_r{}^2 v_r}{2A_r{}^2}\left(2 + \xi + f_r\frac{L_r}{D_r}\right)\end{aligned} \tag{7}$$

Paso de un lado los términos derivativos:

$$\begin{aligned}\frac{L_{dc}}{A_{dc}} \frac{d\dot{m}_{dc}}{dt} + \frac{L_r}{A_r}\frac{d\dot{m}_r}{dt}& \\ = \frac{gL_{dc}}{v_{dc}} - \frac{\dot{m}_{dc}{}^2 v_{dc}}{2A_{dc}{}^2}\left(\xi + f_{dc}\frac{L_{dc}}{D_{dc}}\right) &+ \frac{\dot{m}_{dc}{}^2 v_{dc}}{A_r A_{dc}} + \frac{gL_r}{v_r} \\ - \frac{\dot{m}_r{}^2 v_r}{2A_r{}^2}\left(2 + \xi + f_r\frac{L_r}{D_r}\right)&\end{aligned} \tag{8}$$

Y ya de aquí me queda la duda de cómo integrar (7) u (8) junto con (3) y (4).

Posiblemente no sea correcto lo que hago desde la ecuación (5) pudiera ser que haya cometido alguna barbaridad con lo que me dictaba mi lógica. ¿Será posible integrar (resolver) el sistema de ecuaciones formado por (8),(3) y (4)? Si conoces alguna manera de resolver este sistema y de paso me la quisieras mencionar, te lo agradecería mucho.