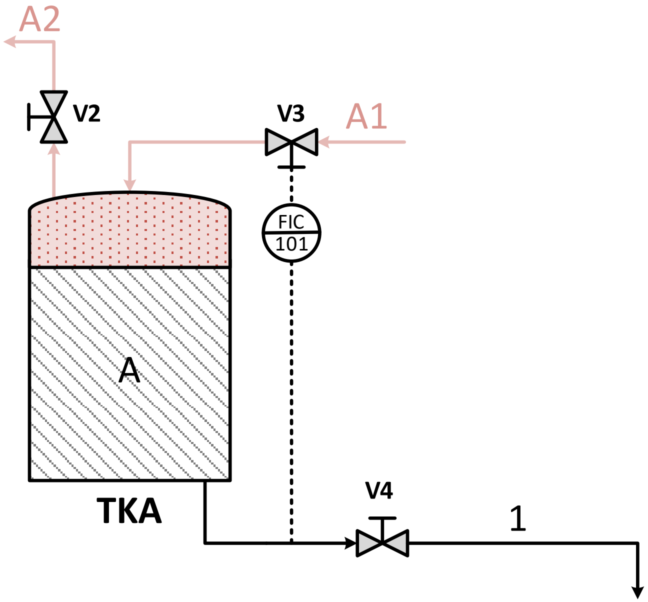
DSOySP

Resolución en Estado Dinámico

2024

Profesor: Dr. Nicolás J. Scenna
Profesor: Dr. Néstor H. Rodríguez
JTP: Dr. Juan I. Manassaldi

Tanque almacenamiento



- Tanque de almacenamiento de reactivo A
- Cilíndrico de sección constante.
- Sin reacción química
- Sobre la superficie del líquido existe una atmosfera de gas inerte de holdup **NO DESPRECIABLE**.
- El gas inerte no es absorbido por el líquido.
- El gas inerte se utiliza para aumentar la presión de manera de controlar el caudal de salida de líquido.
- Se desprecian los efectos de compresión o expansión del gas por lo que podemos considerar la temperatura del gas y del líquido conocida y constante (e idénticas entre sí).

Hipótesis - Varias

Válvulas (V2, V3 y V4)

- Válvulas de apertura lineal con todos sus parámetros conocidos.
- Las válvulas V2 y V4 se encuentra en modo manual a una apertura conocida.
- Todas las válvulas no alteran las propiedades del fluido.

Controladores

- FIC/101: Controlador de flujo PI

Corrientes

- Corriente A1: Corriente de gas inerte.

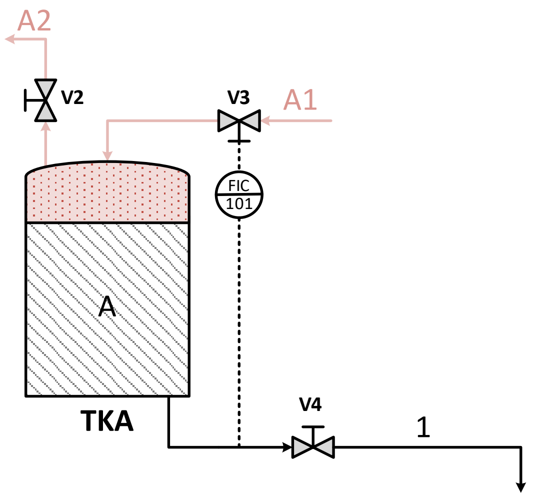
Especificaciones de corrientes de entrada y salida (marcar con una X)

Corrientes	Temperatura	Presión	Composición	Flujo molar
A1	**x**	**x**	**x**	
A2		x		
1		x		

Modelado - Tanque TKA

$$\boxed{\rho_1 A_{TKA}\frac{dh_{TKA}}{dt} = -m_1}$$

$$\boxed{\frac{dM_{GI}}{dt} = m_{A1} - m_{A2}} \qquad M_{GI} = \frac{P_{TKA}^0\left(V_{TKA} - A_{TKA}h_{TKA}\right)}{RT_{TKA}}$$



$$m_{A1} = \rho_{A1}x_{V3}K_{V3}\sqrt{\frac{\Delta P_{V3}}{G_{V3}}}$$

$$\varepsilon = m_{sp} - m_1$$

$$m_{A2} = \rho_{A2}x_{V2}K_{V2}\sqrt{\frac{\Delta P_{V2}}{G_{V2}}}$$

$$A_P = K_P\,\varepsilon \qquad \boxed{\frac{dA_I}{dt} = K_I\,\varepsilon}$$

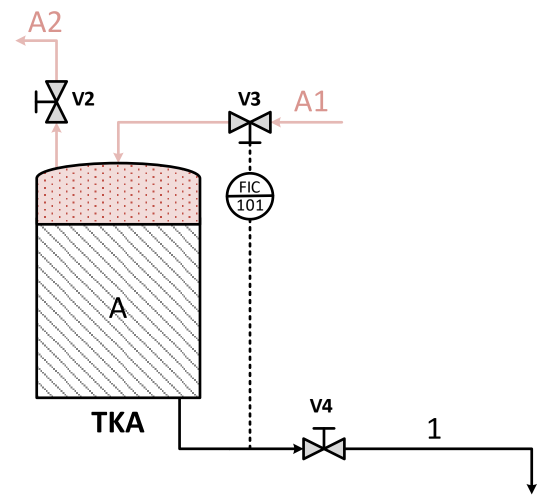
$$AC = A_P + A_I + A_0$$

$$m_1 = \rho_1 x_{V4}K_{V4}\sqrt{\frac{\Delta P_{V4}}{G_{V4}}}$$

$$x_{V3} = \max\left(0, \min\left(1, AC\right)\right)$$

Sistema de EDOS – Resolución

Condiciones iniciales: $h_{TKA}^{(0)} \quad M_{GI}^{(0)} \quad A_I^{(0)}$



$$M_{GI} = \frac{P_{TKA}^{0}\left(V_{TKA} - A_{TKA}h_{TKA}\right)}{RT_{TKA}} \rightarrow P_{TKA}^{0\ (0)}$$

$$\Delta P_{V2} = P_{TKA}^{0} - P_{A2} \rightarrow \Delta P_{V2}^{(0)}$$

$$\Delta P_{V3} = P_{A1} - P_{TKA}^{0} \rightarrow \Delta P_{V3}^{(0)}$$

$$\Delta P_{V4} = P_{TKA}^{0} + \tilde{\rho}_1 g h_{TKA} - P_1 \rightarrow \Delta P_{V4}^{(0)}$$

$$m_{A2} = \rho_{A2} x_{V2} K_{V2} \sqrt{\frac{\Delta P_{V2}}{G_{V2}}} \rightarrow m_{A2}^{(0)}$$

$$m_1 = \rho_1 x_{V4} K_{V4} \sqrt{\frac{\Delta P_{V4}}{G_{V4}}} \rightarrow m_1^{(0)}$$

Sistema de EDOS – Resolución

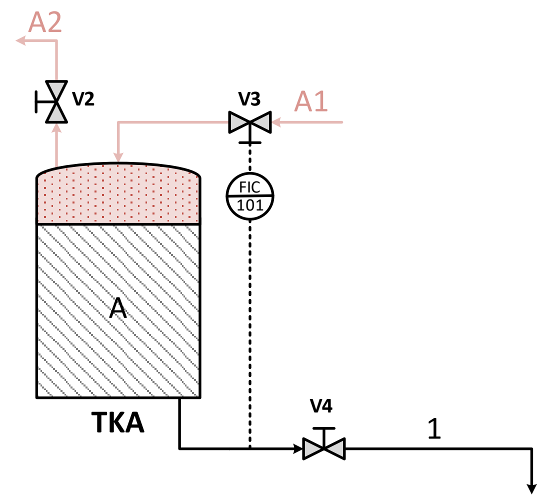
$$\varepsilon = m_{sp} - m_1 \rightarrow \varepsilon^{(0)}$$

$$A_P = K_P\,\varepsilon \rightarrow A_P^{(0)}$$

$$AC = A_P + A_I + A_0 \rightarrow AC^{(0)}$$

$$x_{V3} = \max\left(0, \min\left(1, AC\right)\right) \rightarrow x_{V3}^{(0)}$$

$$m_{A1} = \rho_{A1} x_{V3} K_{V3} \sqrt{\frac{\Delta P_{V3}}{G_{V3}}} \rightarrow m_{A1}^{(0)}$$



Sistema de EDOS – Resolución

$$\rho_1 A_{TKA}\frac{dh_{TKA}}{dt} = -m_1 \rightarrow \left(\frac{dh_{TKA}}{dt}\right)^{(0)}$$

$$\frac{dM_{GI}}{dt} = m_{A1} - m_{A2} \rightarrow \left(\frac{dM_{GI}}{dt}\right)^{(0)}$$

$$\frac{dA_I}{dt} = K_I\,\varepsilon \rightarrow \left(\frac{dA_I}{dt}\right)^{(0)}$$

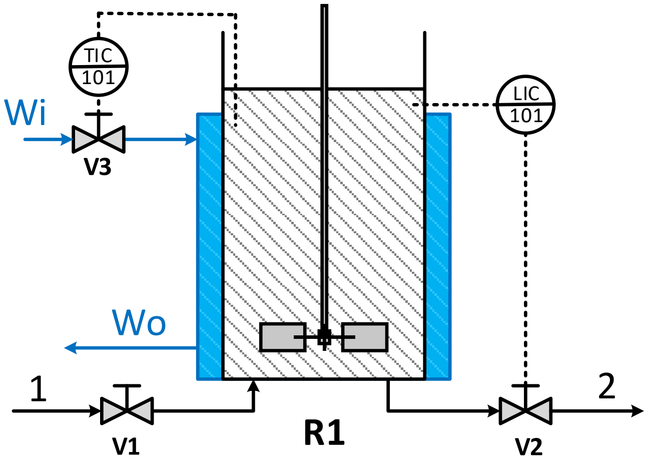
$$h_{TKA}{}^{(1)} = h_{TKA}{}^{(0)} + \Delta t\left(\frac{dh_{TKA}}{dt}\right)^{(0)}$$

$$M_{GI}{}^{(1)} = M_{GI}{}^{(0)} + \Delta t\left(\frac{dM_{GI}}{dt}\right)^{(0)}$$

Y repetimos…

$$A_I{}^{(1)} = A_I{}^{(0)} + \Delta t\left(\frac{dA_I}{dt}\right)^{(0)}$$

Reactor refrigerado



- Reacción química cuya cinética corresponde a:

$$A \underset{k_I}{\overset{k_D}{\rightleftarrows}} B$$

- La base para la cinética de reacción corresponde a la concentración molar:

$$r_A = -k_D C_A + k_I C_B$$

- Mezcla completa y cilíndrico.
- Presión en la superficie conocida y constante.

- Reactor Mezcla completa de geometría cilíndrica vertical y sección constante.
- La presión sobre la superficie de líquido es conocida y constante.
- Camisa de enfriamiento de agua:
  - Mezcla completa con Holdup conocido y constante.
  - Caída de presión nula.
  - (UA) conocido y constante.

Hipótesis - Varias

Válvulas (V1, V2 y V3)

- Válvulas de apertura lineal con todos sus parámetros conocidos.
- La válvula V1 se encuentra en modo manual a una apertura conocida.
- Todas las válvulas no alteran las propiedades del fluido.

Controladores

- LIC/101: Controlador de nivel PID con parámetros conocidos,
- TIC/101: Controlador de temperatura PID con parámetros conocidos.

Corrientes

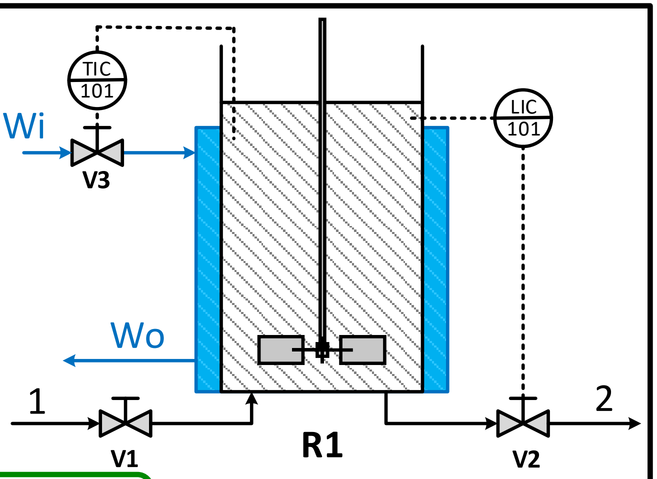
- Wi: Corriente líquida de agua de enfriamiento.
- 1: Corriente líquida de A.

Especificaciones de corrientes de entrada y salida (marcar con una X)

Corrientes	Temperatura	Presión	Composición	Flujo molar
Wi	**x**	**x**	**x**	
1	x	x	x	
2		x		
Wo		x		

Modelado - Tanque TKA

$$\rho_2 A_{R1} \frac{dh_{R1}}{dt} = m_1 - m_2$$



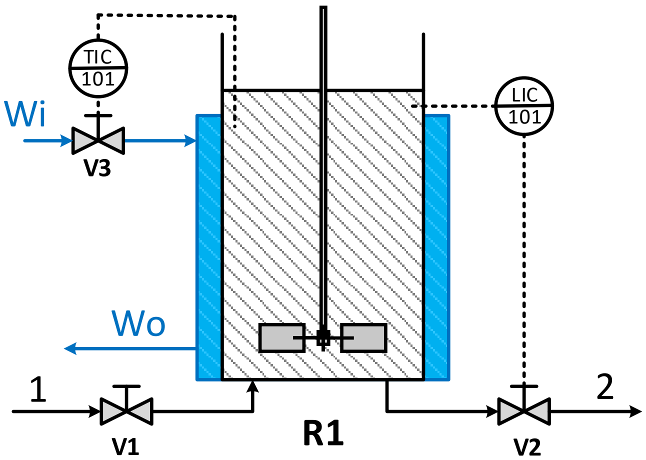
$$A_{R1} C_A \frac{dh_{R1}}{dt} + A_{R1} h_{R1} \frac{dC_A}{dt} = m_1 x_{A,1} + r_A A_{R1} h_{R1} - m_2 x_{A,2}$$

$$A_{R1} C_B \frac{dh_{R1}}{dt} + A_{R1} h_{R1} \frac{dC_B}{dt} = m_1 x_{B,1} + r_B A_{R1} h_{R1} - m_2 x_{B,2}$$

$$\rho_2 A_{R1} h_{R1} \frac{dH_2}{dt} + \rho_2 A_{R1} H_2 \frac{dh_{R1}}{dt} = m_1 H_1 - m_2 H_2 + (-r_A) A_{R1} h_{R1} (-\Delta H_{rD}) - Q_{R1}$$

Modelado - Tanque TKA

$$\boxed{M_a \frac{dH_{Wo}}{dt} = m_{Wi}\left(H_{Wi} - H_{Wo}\right) + Q_{R1}}$$



$$m_{Wi} = \rho_{Wi} x_{V3} K_{V3} \sqrt{\frac{\Delta P_{V3}}{G_{V3}}}$$

$$m_1 = \rho_1 x_{V1} K_{V1} \sqrt{\frac{\Delta P_{V1}}{G_{V1}}} \qquad m_2 = \rho_2 x_{V2} K_{V2} \sqrt{\frac{\Delta P_{V2}}{G_{V2}}}$$

$$\varepsilon^T = T_2 - T_{sp}$$

$$A_P^T = K_P^T \varepsilon^T; \boxed{\frac{dA_I^T}{dt} = K_I^T \varepsilon^T;} A_D^T = K_D^T \frac{dT_2}{dt}$$

$$AC^T = A_P^T + A_I^T + A_D^T + A_0^T$$

$$x_{V3} = \max\left(0, \min\left(1, AC^T\right)\right)$$

$$\varepsilon^L = h_{R1} - h_{sp}$$

$$A_P^L = K_P^L \varepsilon^L; \boxed{\frac{dA_I^L}{dt} = K_I^L \varepsilon^L;} A_D^L = K_D^L \frac{dh_{R1}}{dt}$$

$$AC^L = A_P^L + A_I^L + A_D^L + A_0^L$$

$$x_{V2} = \max\left(0, \min\left(1, AC^L\right)\right)$$

Sistema de EDOS – Resolución

Condiciones iniciales:

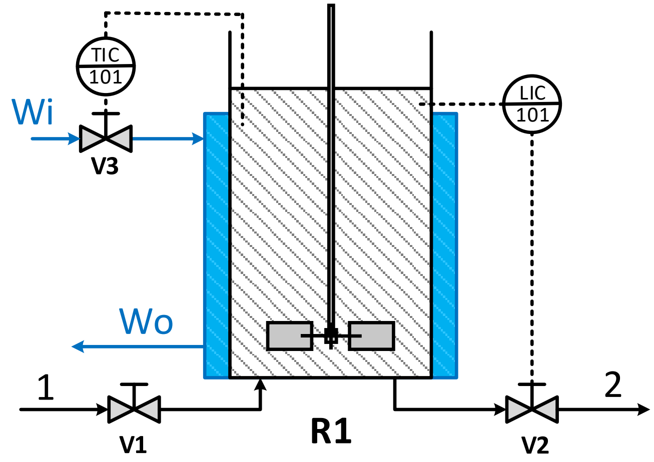
$$h_{R1}^{(0)} \quad C_A^{(0)} \quad C_B^{(0)} \quad H_2^{(0)} \quad H_{Wo}^{(0)}$$

$$A_I^{T(0)} \quad A_I^{L(0)}$$

$$\left.\begin{aligned} x_{A,2} &= \frac{C_A}{C_A + C_B} \\ x_{B,2} &= \frac{C_B}{C_A + C_B} \end{aligned}\right\} \rightarrow x_{A,2}^{(0)} \quad x_{B,2}^{(0)}$$

$$H_2 = f\left(T_2, x_2\right) \rightarrow T_2^{(0)}$$

$$H_{Wo} = f\left(T_{Wo}\right) \rightarrow T_{Wo}^{(0)}$$



Sistema de EDOS – Resolución

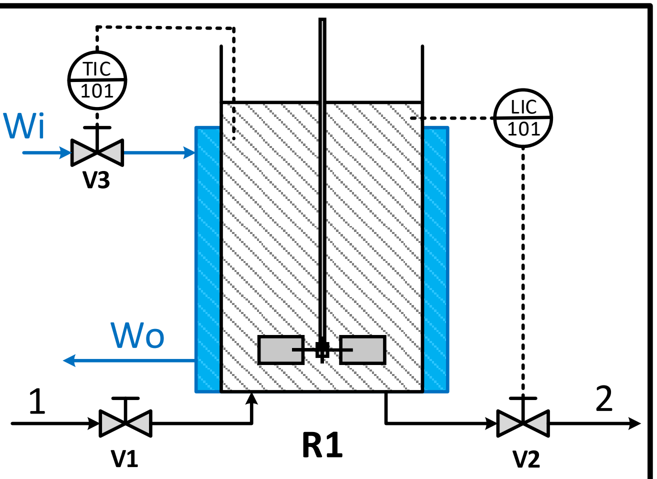
$$\Delta P_{V1} = P_1 - \left(P_{R1}^0 + \tilde{\rho}_2 g h_{R1}\right) \rightarrow \Delta P_{V1}{}^{(0)}$$

$$\Delta P_{V2} = \left(P_{R1}^0 + \tilde{\rho}_2 g h_{R1}\right) - P_2 \rightarrow \Delta P_{V2}{}^{(0)}$$

$$\Delta P_{V3} = P_{Wi} - P_{Wo} \rightarrow \Delta P_{V3}{}^{(0)}$$

$$m_1 = \rho_1 x_{V1} K_{V1} \sqrt{\frac{\Delta P_{V1}}{G_{V1}}} \rightarrow m_1{}^{(0)}$$

Propongo: $\left(\frac{dT_2}{dt}\right)^* ; \left(\frac{dh_{R1}}{dt}\right)^*$



Sistema de EDOS – Resolución

$$\left(\frac{dT_2}{dt}\right)^* \rightarrow \left.\begin{array}{l} \varepsilon^T = T_2 - T_{sp};\ A_P^T = K_P^T\,\varepsilon^T;\ A_D^T = K_D^T\left(\dfrac{dT_2}{dt}\right)^* \\ AC^T = A_P^T + A_I^T + A_D^T + A_0^T;\ x_{V3} = \max\left(0, \min\left(1, AC^T\right)\right) \\ m_{Wi} = \rho_{Wi} x_{V3} K_{V3}\sqrt{\dfrac{\Delta P_{V3}}{G_{V3}}} \end{array}\right\} \rightarrow m_{Wi}^{(0)}$$

$$\left(\frac{dh_{R1}}{dt}\right)^* \rightarrow \left.\begin{array}{l} \varepsilon^L = h_{R1} - h_{sp};\ A_P^L = K_P^L\,\varepsilon^L;\ A_D^L = K_D^L\left(\dfrac{dh_{R1}}{dt}\right)^* \\ AC^L = A_P^L + A_I^L + A_D^L + A_0^L;\ x_{V2} = \max\left(0, \min\left(1, AC^L\right)\right) \\ m_2 = \rho_2 x_{V2} K_{V2}\sqrt{\dfrac{\Delta P_{V2}}{G_{V2}}} \end{array}\right\} \rightarrow m_2^{(0)}$$

Sistema de EDOS – Resolución

$$\rho_2 A_{R1} \frac{dh_{R1}}{dt} = m_1 - m_2 \rightarrow \left(\frac{dh_{R1}}{dt} \right)^{(0)}$$

$$\left. \begin{aligned} r_A &= -k_D C_A + k_I C_B \\ r_B &= -r_A \end{aligned} \right\} \rightarrow r_A^{(0)}; \;\; r_B^{(0)}$$

$$\left. \begin{aligned} A_{R1} C_A \frac{dh_{R1}}{dt} + A_{R1} h_{R1} \frac{dC_A}{dt} &= m_1 x_{A,1} + r_A A_{R1} h_{R1} - m_2 x_{A,2} \\ A_{R1} C_B \frac{dh_{R1}}{dt} + A_{R1} h_{R1} \frac{dC_B}{dt} &= m_1 x_{B,1} + r_B A_{R1} h_{R1} - m_2 x_{B,2} \end{aligned} \right\} \rightarrow \left(\frac{dC_A}{dt} \right)^{(0)}; \left(\frac{dC_B}{dt} \right)^{(0)}$$

$$Q_{R1} = \left(UA \right)_{R1} \left(T_2 - T_{Wo} \right) \rightarrow Q_{R1}^{(0)}$$

$$\Delta H_{rD} = f\left(T_2 \right) \rightarrow \Delta H_{rD}^{(0)}$$

$$\rho_2 A_{R1} h_{R1} \frac{dH_2}{dt} + \rho_2 A_{R1} H_2 \frac{dh_{R1}}{dt} = m_1 H_1 - m_2 H_2 + \left(-r_A \right) A_{R1} h_{R1} \left(-\Delta H_{rD} \right) - Q_{R1} \rightarrow \left(\frac{dH_2}{dt} \right)^{(0)}$$

Sistema de EDOS – Resolución

$$C_A^{(1)} = C_A^{(0)} + \Delta t \left(\frac{dC_A}{dt}\right)^{(0)}$$

$$C_B^{(1)} = C_B^{(0)} + \Delta t \left(\frac{dC_B}{dt}\right)^{(0)} \rightarrow \begin{cases} x_{A,2}^{(1)} = \dfrac{C_A^{(1)}}{C_A^{(1)} + C_B^{(1)}} \\ x_{B,2}^{(1)} = \dfrac{C_B^{(1)}}{C_A^{(1)} + C_B^{(1)}} \end{cases} \rightarrow H_2^{(1)} = f\left(T_2^{(1)}, x_2^{(1)}\right) \rightarrow T_2^{(1)}$$

$$H_2^{(1)} = H_2^{(0)} + \Delta t \left(\frac{dH_2}{dt}\right)^{(0)}$$

$$\left(\frac{dT_2}{dt}\right)^{(0)} = \frac{T_2^{(1)} - T_2^{(0)}}{\Delta t}$$

$$G_1 = \left| \left(\frac{dh_{R1}}{dt}\right)^{*} - \left(\frac{dh_{R1}}{dt}\right)^{(0)} \right| \quad G_2 = \left| \left(\frac{dT_2}{dt}\right)^{*} - \left(\frac{dT_2}{dt}\right)^{(0)} \right|$$

$¿\max\left(G_1, \ldots, G_4\right) < tol? \rightarrow Si$ Continuamos

$¿\max\left(G_1, \ldots, G_4\right) < tol? \rightarrow No$ Recalculamos

Sistema de EDOS – Resolución

$$M_a \frac{dH_{Wo}}{dt} = m_{Wi}\left(H_{Wi} - H_{Wo}\right) + Q_{R1} \rightarrow \left(\frac{dH_{Wo}}{dt}\right)^{(0)}$$

$$\frac{dA_I^T}{dt} = K_I^T \varepsilon^T \rightarrow \left(\frac{dA_I^T}{dt}\right)^{(0)}$$

$$\frac{dA_I^L}{dt} = K_I^L \varepsilon^L \rightarrow \left(\frac{dA_I^L}{dt}\right)^{(0)}$$

Aplicando Euler obtenemos:

$$h_{R1}{}^{(1)} \qquad C_A{}^{(1)} \qquad C_B{}^{(1)} \qquad H_2{}^{(1)} \qquad H_{Wo}{}^{(1)}$$

$$A_I^{T(1)} \qquad A_I^{L(1)}$$

Y resolvemos nuevamente para el nuevo instante (1)…