

NOMENCLATURA:

- A : Área de cara plana de partícula tipo pastilla. Área transversal (m^2).
 A_r : Número de Arquímedes (Galileo) (-)
 $\{A\}$: Matriz de coeficientes.
 $\{B\}$: Vector de términos independientes del sistema de ecuaciones.
 $\{C_i\}$: Vector de concentraciones.
 A_j : Área transversal del orificio del distribuidor (m^2)
 $A_p(l,m)$: Área superficial nominal de la partícula de tamaño l y densidad m (m^2)
 A_R : Sección transversal del reactor (m^2)
 b : Relación estequiométrica molar: mol sólido/mol gas.
 C : Concentración del reactante gas ($mol\ m^{-3}$)
 C_A : Concentración del reactante gas ($mol\ m^{-3}$)
 C_{A0}, C_f : Concentración del reactante gaseoso lejos de las partículas ($mol\ m^{-3}$)
 C_g, C_p : Concentración de gas en el interior del pellet, es función del radio ($mol\ m^{-3}$)
 C_d : Coeficiente de transferencia de momento gas-partícula
 $C_B(i,t)$: Concentración en la burbuja en nodo i a tiempo t ($mol\ m^{-3}$)
 $C_E(i,t)$: Concentración en la emulsión de la zona de burbujeo en nodo i a tiempo t ($mol\ m^{-3}$)
 $C_F(i,t)$: Concentración en el nodo i del freeboard a tiempo t ($mol\ m^{-3}$)
 $C_{GE}(i,t)$: Conc. de reactante gas en el nodo i de la emulsión de la zona grid a tiempo t ($mol\ m^{-3}$)
 $C_{GJ}(i,t)$: Concentración del reactante gaseoso en el nodo i del jet de la zona grid a tiempo t ($mol\ m^{-3}$)
 $C_N(i,t)$: Concentración en la estela y la nube que rodea a la burbuja en nodo i a tiempo t ($mol\ m^{-3}$)
 C_{p_g} : Capacidad calorífica del gas ($J\ kg^{-1}\ C^{-1}$)
 $C_p(l,m)$: Capacidad calorífica de la partícula de gas de tamaño l y densidad m ($J\ kg^{-1}\ C^{-1}$)
 C_{s0} : Concentración molar de sólido en la partícula porosa a conversión nula ($mol\ m^{-3}$)
 C_r : Concentración del reactante gas para el radio r en el interior de la partícula ($mol\ m^{-3}$)
 C_p : Concentración del reactante gas en el interior del poro ($mol\ m^{-3}$)
 D_A : Difusividad molecular ($m^2\ s^{-1}$)
 D_{ep} : Difusividad del reactante gas a través de los poros del sólido ($m^2\ s^{-1}$)
 D_{gr} : Difusividad del reactante gas a través de la capa de producto sólido ($m^2\ s^{-1}$)
 D_e : Difusividad del reactante gas a través de los poros del sól. (modelo de tres parám.) ($m^2\ s^{-1}$)
 D_{er} : Difusividad del gas para la reacción de reducción ($m^2\ s^{-1}$)
 D_{es} : Difusividad del gas para la reacción de sulfidación ($m^2\ s^{-1}$)
 d_p : Diámetro de partícula (m)
 e : espesor unitario del lecho bidimensional
 E_a : Energía de activación ($J\ mol^{-1}$)
 E_{ar} : Energía de activación para la reacción de reducción ($J\ mol^{-1}$)
 E_{as} : Energía de activación para la reacción de sulfidación ($J\ mol^{-1}$)
 f : Factor geométrico definido en tabla 3.1
 f_c : Fracción de volumen ocupada por la aureola de la burbuja (-)
 $F^N(l,m)$: Fracción en número de sólido (l,m) (número de partículas de sólido l,m)/(número total de partículas de sólido)
 $F^V(l,m)$: Fracción en volumen de sólido (l,m) (m^3 sólido l,m)/(m^3 total de sólido)
 $f_c(i)$: fracción de burbuja ocupada por la nube-estela (-)
 g : Aceleración de la gravedad ($m\ s^{-2}$)
 H : Entalpía ($J\ kg^{-1}$)
 ΔH_R : Entalpía de reacción ($J\ mol\ gas^{-1}$)
 h : Coeficiente de transferencia de calor ($W\ m^{-2}\ K^{-1}$)
 i : Indicador del número de nodo (-)
 K : Constante de equilibrio. (-)
 $k(X)$: Constante cinética volumétrica referida a mol de sólido. s^{-1}
 k_{mA}, k_g, k_{gr} : Coeficiente de transferencia de masa gas-superficie del sólido ($m\ s^{-1}$)
 k_s : Constante cinética referida a superficie ($m\ s^{-1}$)
 k_{Or} : Factor preexponencial de la constante cinética de reducción. s^{-1}

k_{Os}	: Factor preexponencial de la constante cinética de sulfidación. s^{-1}
$K_{bc}(i)$: Coeficiente de transferencia de masa burbuja-nube/estela ($m^3_{gas} m^{-3}_{burbuja} s^{-1}$)
$K_{ce}(i)$: Coeficiente de transferencia de masa nube/estela-emulsión ($m^3_{gas} m^{-3}_{burbuja} s^{-1}$)
$K_{je}(i)$: Coeficiente de transferencia de masa jet-emulsión en la zona grid ($m^3_{gas} m^{-3}_{burbuja} s^{-1}$)
$K_{HBE}(i)$: Coeficiente de transferencia de calor burbuja-emulsión en la zona burbujeo ($J s^{-1}$)
$K_{HJE}(i)$: Coeficiente de transferencia de calor jet-emulsión en la zona grid ($J s^{-1}$)
$k_v(l,m)$: Coeficiente cinético del sólido (l,m) (s^{-1})
k_{v0}	: Factor preexponencial del coeficiente cinético (s^{-1})
l	: longitud de poro (m)
L	: longitud de la partícula cilíndrica. Anchura del lecho bidimensional (m)
L_n	: Anchura del nodo del lecho bidimensional (m)
M_f	: Masa molar del gas ($g mol^{-1}$)
Nm^3	: m^3 en condiciones normales ($0^\circ C$, 1 bar)
n	: número de mol (mol)
n_j	: número de perforaciones del distribuidor (-)
N	: número de mol (mol)
n_{0i}	: número inicial de gránulos de tamaño i (-)
N	: Número de tamaños de gránulo o poro considerados en la partícula.
N_j	: Número de perforaciones del distribuidor (si es perforado) por unidad de área (m^{-2})
N_K	: Caudal de partículas en número en la corriente de entrada k de sólido (s^{-1})
N_{out}	: Caudal de partículas en número de salida del reactor (s^{-1})
N_R	: Número total de partículas en el interior del reactor (-)
p, P	: Presión (bar)
q	: Espesor de la capa de producto sólido formado en el poro.
Q	: caudal ($m^3 s^{-1}$)
r	: Radio del pellet, radio de nodo del pellet(m)
R	: Radio de la partícula (m) o Constante de los gases ideales ($J mol^{-1} K^{-1}$)
Re	: Número de Reynolds (-)
R_v	: Velocidad de reacción ($mol m^{-3} s^{-1}$)
s	: Factor de forma según tabla 3.1
S	: Superficie (m^2)
$S(X)$: Área superficial del sólido para conversión X ($m^2 g^{-1}$)
S_{ext}	: Superficie extendida, sin solapamientos ($m^2 g^{-1}$)
S_{sp}	: Área superficial de poro ($m^2 g^{-1}$)
S_{sr}	: Área superficial de frente de reacción ($m^2 g^{-1}$)
t	: Tiempo (s)
T	: Temperatura (K)
$T_B(i,t)$: Temperatura de burbuja del nodo i a tiempo t (K)
$T_E(t)$: Temperatura de emulsión a tiempo t (K)
$T_F(i,t)$: Temperatura del nod i del freeboard a tiempo t (K)
$T_N(i,t)$: Temperatura de nube y estela de la zona grid a tiempo t (K)
T_g^0	: Temperatura de entrada de gas (K)
$T_{GE}(i,t)$: Temperatura del nodo i de la emulsión de la zona grid a tiempo t (K)
$T_{GJ}(i,t)$: Temperatura del nodo i del jet de la zona grid a tiempo t (K)
$T_s^0(k)$: Temperatura de entrada de sólido de la corriente k (K)
u_{mf}	: velocidad mínima de fluidización ($m s^{-1}$)
u, u_0	: Velocidad superficial del gas . Caudal de gas/Sección transversal del reactor ($m s^{-1}$)
v	: velocidad del sólido ($m s^{-1}$)
V	: Volumen (m^3)
V_s	: Volumen de sólido
V_{ext}	: Volumen extendido, sin solapamientos (m^3)
$V(l,m)$: Volumen de partícula de tamaño l y densidad m (m^3)
X	: Conversión, fracción convertida o reaccionada (-)
X_B	: Conversión del componente B (sólido) (-)
y	: Fracción molar de gas (-)
$z, \Delta z(i)$: altura (m), Altura del nodo i (m)
z_B	: Altura del reactor desde el distribuidor a la que acaba la zona grid (m)
z_f	: Altura del reactor desde el distribuidor a la que empieza el freeboard (m)

SUBÍNDICES :

A	: Especie química A
b, B	: De la burbuja
c, C	: De la aureola que rodea la burbuja (cloud)
0	: Inicial, a conversión cero.
e, E	: Equivalente. De la emulsión
ep	: Efectiva de poro
f, F	: Del freeboard, del fluido
g	: Gas, gránulo, de la zona del distribuidor (grid)
ge	: De la emulsión de la zona del distribuidor
gr	: En el gránulo, de gránulo
j	: Del jet
mf	: Mínima de fluidización
p	: Referida al poro
r	: En el (de) frente de reacción. De reducción
R	: Del reactor
s	: Sólido. Referido a superficie. De sulfidación
sk	: Esqueletal (sin poros)
sp	: De poro del sólido
t	: Terminal
v	: Referido a volumen
vapor	: Del vapor de agua
w	: De refrigeración
x, y	: Direcciones de ejes cartesianos.

COEFICIENTES :

ext	: Nodo exterior superficial
i, j	: Número de nodo o tamaño de poro-gránulo.
l	: Indicador del diámetro de la partícula de sólido
n	: Nodo
m	: Indicador de la densidad de la partícula de sólido
t	: Tiempo
X	: Conversión.
Θ_j	: Diámetro de partícula
ρ	: Densidad de partícula

SÍMBOLOS GRIEGOS.

$\delta(i)$: Fracción de volumen ocupado por las burbujas en nodo i (m^3 burbuja/ m^3 reactor)
ϵ_{p0}	: Porosidad del sólido a conversión cero.
$\epsilon_p(X)$: Porosidad del sólido a conversión X.
$\epsilon_b(i)$: Fracción de volum. del gas en la burbuja del nodo i (m^3 gas m^{-3} burbuja)
$\epsilon_c(i)$: Fracción de volum. del gas en la nube-estela de la burbuja del nodo i (m^3 gas m^{-3} burbuja)
$\epsilon_e(i)$: Fracción de volum. del gas en la emulsión de la zona de burbujeo del nodo i (m^3 gas m^{-3} lecho)
$\epsilon_f(i)$: Fracción de volum. del gas en el nodo i del freeboard (m^3 gas m^{-3} freeboard)
$\epsilon_{gj}(i)$: Fracción de volumen ocupado por gas en el nodo i jet (m^3 gas m^{-3} jet)
$\epsilon_{ge}(i)$: Fracción de volum. del gas en el nodo i de la emulsión de la zona grid (m^3 gas m^{-3} jet)
ϵ_0	: Porosidad del sólido a conversión nula.
η	: Tortuosidad del sólido poroso
η_s, v_s	: Volumen molar del reactante sólido sin poros (m^3 mol ⁻¹)
μ_g	: viscosidad del gas ($kg\ m^{-1}\ s^{-1}$)

- Θ_j : Diámetro de la perforación del distribuidor perforado (m).
 ρ_g : Densidad del gas (kg m^{-3})
 ρ_p : Densidad de la partícula (kg m^{-3})
 $\rho(l,m)$: Densidad de la partícula de tamaño l y densidad m (kg m^{-3})
 τ : Tensor tensión.
 ϕ : Fracción de volumen de fase sólida ocupado por el sólido (-)
 Φ_s : Factor de forma de la partícula (-)
 $\Psi(i)$: Factor de flujo visible de Werther : flujo por las burbujas/flujo teórico según u_{mf} (-)
-