

NOMENCLATURA Y UNIDADES

A

A_{co} Área de paso de flujo de la sección transversal del pistón de compresión. [m^2]

A_{cij} Área superficial de la celda del cuerpo expuesta a un fluido ambiente convector. [m^2].

A_{ex} Área de paso de flujo de la sección transversal del pistón de expansión. [m^2]

$A_{tintcoen}$ Área de paso de flujo de la sección transversal del ducto de interconexión cilindro de compresión-enfriador. [m^2]

A_{ij} Área transversal para la conducción normal a δ_{ij} [m^2]

$A_{tintcaex}$ Área de paso de flujo de la sección transversal del ducto de interconexión cilindro de calentador-expansión. [m^2]

$A_{tintenre}$ Área de paso de flujo de la sección transversal de la interconexión enfriador-regenerador. [m^2]

$A_{tintreca}$ Área de paso de flujo de la sección transversal de la interconexión regenerador-calentador. [m^2]

A_p Superficie media de una partícula que conforma el regenerador. [m^2]

Arregtuben Arreglo del banco de tubos del enfriador.

Arregtubca Arreglo del banco de tubos del calentador.

A_v Superficie específica del regenerador. [$\frac{m^2}{m^3}$]

$AVC_{intcoen}$ Área transversal de volumen de control interconexión compresión enfriador. [m^2]

AVC_{en} Área transversal de volumen de control del enfriador. [m^2]

$AVC_{intenre}$ Área transversal de volumen de control interconexión enfriador regenerador. [m^2]

AVC_{re} Área transversal de volumen de control del regenerador. [m^2]

$AVC_{intreca}$ Área transversal de volumen de control interconexión regenerador calentador. [m^2]

$AVC_{intcaex}$ Área transversal de volumen de control interconexión calentador-expansión. [m^2]

C

- C Carrera del pistón. [m]
- C_{ca} Coeficiente de para banco de tubos calentador. Correlación de Zhukauskas.
- C_{co} Calibre de compresión. [m].
- C_{ex} Calibre de expansión. [m].
- C_i Capacidad térmica del volumen de la celda que rodea el nodo i. $[\frac{kJ}{K}]$
- CR_{co} Carrera de compresión. [m].
- CR_{ex} Carrera de expansión. [m].
- C_{en} Coeficiente de para banco de tubos enfriador. Correlación de Zhukauskas.
- C_p Calor específico a presión constante. $[\frac{J}{kgK}]$
- $C_{p,exten}$ Calor específico del fluido exterior del banco de tubos del enfriador. $[\frac{J}{kgK}]$
- $C_{p,extca}$ Calor específico del fluido exterior del banco de tubos del calentador. $[\frac{J}{kgK}]$
- C_{2ca} Coeficiente de corrección para banco de tubos calentador. Correlación de Zhukauskas, en función del número de tubos.
- C_{2en} Coeficiente de corrección para banco de tubos enfriador. Correlación de Zhukauskas, en función del número de tubos.

D

- D_{extco} Diámetro exterior del cilindro de compresión. [m]
- $D_{intintcoen}$ Diámetro interior del ducto de interconexión cilindro de compresión-enfriador [m].
- $D_{intintcaex}$ Diámetro interior del ducto de interconexión cilindro de calentador-expansión [m].
- $D_{extintcoen}$ Diámetro exterior del ducto de interconexión cilindro de compresión-enfriador [m].
- $D_{extintcaex}$ Diámetro exterior del ducto de interconexión cilindro de calentador-expansión [m].
- $D_{extintre}$ Diámetro exterior de la interconexión enfriador-regenerador. [m]
- $D_{intintre}$ Diámetro interior de la interconexión enfriador-regenerador. [m]
- $D_{extintreca}$ Diámetro exterior de la interconexión regenerador-calentador. [m]
- $D_{intintreca}$ Diámetro interior de la interconexión regenerador-calentador. [m]
- $D_{exttubo}$ Diámetro exterior de un tubo del enfriador.[m]
- $D_{exttuboca}$ Diámetro exterior de un tubo del calentador.[m]

- $D_{\text{inttubo en}}$ Diámetro interior de un tubo del enfriador.[m]
- $D_{\text{inttubo ca}}$ Diámetro interior de un tubo del calentador.[m]
- D_p Diámetro de la partícula esférica equivalente que conforma el regenerador.[m]
- D_h Diámetro hidráulico.[m]
- D_{intre} Diámetro interior del regenerador.[m]
- D_{extre} Diámetro exterior del regenerador. [m]
- D_{hilore} Diámetro del hilo del regenerador. [m]
- $d_{\text{disthilose}}$ Distancia entre hilos que conforma el regenerador.[m]
- D_{extre} Diámetro exterior del regenerador.[m]
- D_{extcco} Diámetro exterior cilindro de compresión.[m]
- D_{extcex} Diámetro de exterior cilindro de expansión.[m]

F

- f_{ca} Factor de fricción en el banco de tubos del calentador.
- f_{en} Factor de fricción en el banco de tubos del enfriador.

H

- h_{ambco} Coeficiente de convección del ambiente compresión. $[\frac{W}{m^2K}]$
- h_{ambex} Coeficiente de convección del ambiente calentador. $[\frac{W}{m^2K}]$
- $h_{\text{amb intenre}}$ Coeficiente de convección del ambiente interconexión enfriador-regenerador. $[\frac{W}{m^2K}]$
- $h_{\text{amb intcaex}}$ Coeficiente de convección del ambiente interconexión calentador-expansión. $[\frac{W}{m^2K}]$
- $h_{\text{amb intcoen}}$ Coeficiente de convección del ambiente interconexión compresión-enfriador.
- h_{ambre} Coeficiente de convección del ambiente donde se encuentra el regenerador. $[\frac{W}{m^2K}]$
- \bar{h}_{en} Coeficiente de transferencia de calor por convección promedio en el enfriador. $[\frac{W}{m^2K}]$

- \bar{h}_{ca} Coeficiente de transferencia de calor por convección promedio en el calentador.
 $[\frac{W}{m^2K}]$
- $h_{amb\ intreca}$ Coeficiente de convección del ambiente interconexión regenerador-calentador. $[\frac{W}{m^2K}]$
- h_{ij} Coeficiente de transferencia de calor por convección de la celda del cuerpo expuesta a un fluido ambiente convectivo. $[\frac{W}{m^2K}]$

K

- K_f Coeficiente dependiente del tipo de gas.
- k Conductividad térmica del material de la celda. $[\frac{W}{mK}]$

L

- L Longitud de biela. [m]
- l_c Longitud de la biela de compresión. [m].
- l_{ca} Longitud del tubo del calentador [m].
- l_e Longitud de la biela de expansión. [m].
- l_{en} Longitud del tubo del enfriador [m].
- $l_{intcoen}$ Longitud del ducto de interconexión cilindro de compresión-enfriador. [m].
- $l_{intcaex}$ Longitud del ducto de interconexión cilindro de calentador-expansión. [m].
- $l_{intenre}$ Longitud de la interconexión enfriador-regenerador. [m]
- $l_{intreca}$ Longitud de la interconexión calentador-regenerador. [m]
- l_{re} Longitud del regenerador. [m]
- l_{lx} longitud total del modelo de estudio. [m]

M

- m_{ca} Exponente m de la correlación de Zhukauskas para el calentador.
 m_{ce} Exponente m de la correlación de Zhukauskas para el enfriador.
 M_f Masa del fluido de trabajo. [kg]
Malla Número de hilos por mm de longitud

N

- $n_{enfriadores}$ Número de enfriadores por cilindros de compresión-expansión.
 $n_{regeneradores}$ Número de regeneradores por cilindros de compresión-expansión.
 $n_{calentadores}$ Número de calentadores por cilindros de compresión-expansión.
 $n_{litubosen}$ Número de líneas de tubos en el enfriador.
 $n_{litubosca}$ Número de líneas de tubos en el calentador.
 $n_{tubosca}$ Número de tubos totales en el calentador.
 $n_{tubosen}$ Número de tubos totales en el enfriador.
 $n_{tuboslien}$ Número tubos por líneas en el enfriador.
 $n_{tuboslica}$ Número tubos por líneas en el calentador.
 $n_{tubostca}$ Número de tubos en el plano transversal del enfriador.
 $n_{tubosten}$ Número de tubos en el plano transversal del enfriador.
 n Número de partículas que conforman el regenerador.
 n_{rc} Número de regeneradores por cilindro.
 n_{ca} Número de nodos en que se divide el calentador.

 n_{co} Número de nodos en el espacio de compresión. [1].
 n_{en} Número de nodos en el enfriador.
 n_{re} Número de nodos del regenerador.
 $n_{intenre}$ Número de nodos de la interconexión enfriador-regenerador.
 $n_{intcoen}$ Número de nodos en la interconexión compresión enfriador.
 $n_{intreca}$ Número de nodos interconexión calentador-regenerador.
 $n_{intcaex}$ Número de nodos de la interconexión calentador-expansión.
 n_{ex} Número de nodos en el espacio de expansión.[1]
 n_{lx} Número de nodos longitudinales.

- n_{intcoen} Número de partes en que se divide la interconexión compresión-enfriador.
- $\overline{\text{Nu}}_{\text{Dca}}$ Número de Nusselt para el banco de tubos del calentador.
- $\overline{\text{Nu}}_{\text{Den}}$ Número de Nusselt para el banco de tubos del enfriador.

P

- p orden del intervalo de tiempo, número de paso del intervalo de tiempo.
- P_f Presión del fluido de trabajo. [Pa]
- Pr_{ca} Número de Prandtl de la correlación de Zhukauskas en el calentador.
- Pr_{en} Número de Prandtl de la correlación de Zhukauskas en el enfriador.
- Pr_{sca} Número de Prandtl de la correlación de Zhukauskas en el calentador.
- Pr_{sen} Número de Prandtl de la correlación de Zhukauskas en el enfriador para la temperatura superficial.

Q

- q_i Calor generado en, o añadido al volumen de la celda en i por otros medios distinto al de convección superficial. [W].
- q'_{ca} Transferencia de calor por unidad de longitud de tubos en el calentador. [$\frac{\text{W}}{\text{m}}$]
- q'_{en} Transferencia de calor por unidad de longitud de tubos en el enfriador. [$\frac{\text{W}}{\text{m}}$]

R

- r Radio de la manivela. [m]
- r_c Radio de la manivela de compresión. [m].
- r_e Radio de la manivela de expansión. [m].
- R_{ij} Resistencia térmica entre los nodos i y j . [$\frac{\text{K}}{\text{W}}$]
- R_f Constante del gas. [$\frac{\text{Pam}^3}{\text{kgK}}$]
- $\text{Re}_{\text{Dmáx,ca}}$ Número de Reynolds para la correlación de Zhukauskas para el calentador.
- $\text{Re}_{\text{Dmáx,en}}$ Número de Reynolds para la correlación de Zhukauskas para el enfriador.

S

$S_{\text{ontubosen}}$	Separación longitudinal entre tubos del enfriador.[m]
$S_{\text{ontubosca}}$	Separación longitudinal entre tubos del calentador.[m]
S_{tubosen}	Separación transversal entre tubos del enfriador.[m]
S_{tubosca}	Separación transversal entre tubos del calentador.[m]
S_{Den}	Separación diagonal entre tubos del enfriador.[m]
S_{Dca}	Separación diagonal entre tubos del calentador.[m]

T

t	Tiempo.[s]
T_{ambex}	Temperatura ambiente expansión.
T_{ambco}	Temperatura ambiente compresión.
$T_{\text{amb intcaex}}$	Temperatura ambiente interconexión calentador-expansión.
$T_{\text{amb intreca}}$	Temperatura ambiente interconexión regenerador-calentador.[K]
$T_{\text{amb intenre}}$	Temperatura ambiente interconexión enfriador-regenerador.[K]
$T_{\text{amb intcoen}}$	Temperatura ambiente interconexión compresión-enfriador.[K]
T_{ambre}	Temperatura del ambiente donde se encuentra el regenerador del sistema.[K]
T_f	Temperatura del fluido de trabajo. [K]
T_{sca}	Temperatura superficial del calentador. [K]
T_{ica}	Temperatura de entrada del fluido del banco de tubos del calentador. [K]
T_{ien}	Temperatura de entrada del fluido del banco de tubos del enfriador. [K]
T_{sen}	Temperatura superficial del enfriador. [K]
T_{Oca}	Temperatura de salida del fluido del banco de tubos del calentador. [K]
T_{Oen}	Temperatura de salida del fluido del banco de tubos del enfriador. [K]
T_j^p	La temperatura de todos los nodos próximos unidos al nodo i en el paso del intervalo de tiempo p . [K].

V

v_f	Velocidad del fluido. [m/s]
$v_{\text{max tubosca}}$	Velocidad máxima del fluido en el banco de tubos del enfriador. [m/s]
$v_{\text{max tubosen}}$	Velocidad máxima del fluido en el banco de tubos del calentador. [m/s]
v_{tubosca}	Velocidad del fluido a la entrada en el banco de tubos del calentador.[m/s]
v_{tubosen}	Velocidad del fluido a la entrada en el banco de tubos del enfriador.[m/s]
V_f	Volumen del fluido de trabajo. [m ³]
V_{apa}	Volumen aparente del regenerador. [m ³]

V_C	Volumen de compresión. [m ³]
V_e	Volumen de expansión. [m ³]
V_i	Volumen de la celda [m ³]
V_{intcoen}	Volumen de interconexión cilindro de compresión-enfriador. [m ³]
V_{intcaex}	Volumen de interconexión cilindro de calentador-expansión. [m ³]
V_{intenre}	Volumen de la interconexión enfriador-regenerador. [m ³]
V_{intreca}	Volumen de la interconexión regenerador-calentador. [m ³]
V_p	Volumen de una partícula que conforma el regenerador. [m ³]
V_r	Volumen del regenerador. [m ³]
VC_{intcoen}	Volumen de control interconexión compresión-enfriador. [m ³]
VC_{en}	Volumen de control enfriador. [m ³]
VC_{intenre}	Volumen de control interconexión enfriador-regenerador. [m ³]
VC_{re}	Volumen de control regenerador. [m ³]
VC_{intreca}	Volumen de control interconexión regenerador-calentador. [m ³]
VC_{ca}	Volumen de control calentador. [m ³]
VC_{intcaex}	Volumen de control interconexión calentador-expansión. [m ³]

X

x desplazamiento del pistón referido al P.M.S. (Punto Muerto Superior) e inferior a C.[m].

LETRAS GRIEGAS

α	Desplazamiento angular de la manivela respecto a la posición correspondiente al P.M.S.[rad]
α_{dif}	Difusividad térmica. [$\frac{m^2}{s}$]
β	Ángulo que forma el eje de la biela con el cilindro. [rad]
γ	Ángulo de desfase. [$\frac{\pi}{2}$]
δ_{ij}	La distancia de la conducción entre los nodos i y j.[m]
ρ	Densidad de la celda. [$\frac{kg}{m^3}$]
$\rho_{f_{exten}}$	Densidad del fluido que atraviesa el banco de tubos del enfriador. [$\frac{kg}{m^3}$]
$\rho_{f_{extca}}$	Densidad del fluido que atraviesa el banco de tubos del calentador. [$\frac{kg}{m^3}$]
ΔP	Caída de presión. [Pa]
Δt	intervalo de tiempo t. [s]
ΔT_{m}	Diferencia de temperaturas media logarítmica. [K]
$\Delta T_{m_{ca}}$	Diferencia de temperaturas media logarítmica en el calentador. [K]
$\Delta T_{m_{en}}$	Diferencia de temperaturas media logarítmica en el enfriador. [K]
Δx_{lx}	Espaciamiento longitudinal.[m]
Δy_{ly}	Espaciamiento transversal.[m]
Δy_{lyco}	Espaciamiento transversal compresión. [m]
Δy_{lyex}	Espaciamiento transversal compresión. [m]
$\Delta y_{lyintcoen}$	Espaciamiento transversal interconexión compresión-enfriador. [m]
Δy_{lyen}	Espaciamiento transversal enfriador. [m]
$\Delta y_{lyintenre}$	Espaciamiento transversal interconexión enfriador. [m]
Δy_{lyre}	Espaciamiento transversal regenerador. [m]
$\Delta y_{lyintreca}$	Espaciamiento transversal interconexión regenerador-calentador. [m]
Δy_{lyca}	Espaciamiento transversal calentador. [m]
$\Delta y_{lyintcaex}$	Espaciamiento transversal calentador-expansión. [m]

- ε Porosidad del regenerador.
- λ Índice de inclinación máxima de la biela.
- λ_c Índice de inclinación máxima de la manivela de compresión.
- λ_e Índice de inclinación máxima de la manivela de expansión.