

"constantes y datos geométricos"

$\sigma = \sigma_{\#}$ *"constante de Stefan-Boltzmann"*

$A_{cam} = 2 * h_{cam} * l_{cam} + 2 * n_{pi} * R_{cam} * l_{cam} - 2 * n_{pi} * R_{cam} * \theta / 360 * l_{cam}$ *"área de intercambio de calor de la cámara de combustión; m²"*

$c_{cam} = 2 * R_{cam} * \sin(\theta / 2)$

$n_{pi} = \pi_{\#}$ *"número pi"*

$h_{cam} = 0,0865$ *"altura de la parte rectangular de la cámara de combustión; m"*

$l_{cam} = 2,092$ *"longitud de la cámara de combustión; m"*

$R_{cam} = 0,488$ *"radio de la parte cilíndrica de la cámara de combustión; m"*

$c_{cam} = m_{cam}$ *"cuerda del círculo de la cámara de combustión; vista de perfil"*

$m_{cam} = 0,83847$ *"anchura de la parte rectangular de la cámara de combustión; m"*

$\epsilon_s = 0,0885$ *"emisividad de la superficie de las paredes"*

$T_{agua} = 60$ *"temperatura del agua a calentar que rodea la cámara de combustión; °C"*

$T_{ref} = T_{zero_{\#}}$ *"temperatura de referencia; K"*

$T_{aire} = 25$ *"temperatura del aire de entrada"*

$P_{atm} = 101,32$ *"presión ambiental; kPa"*

$P_{cald} = 800$ *"presión de la caldera de biomasa; kPa"*

"cálculo del flujo másico de combustible"

$m_{comb} = P_{util} / (\epsilon_{cald} * PCI)$ *"flujo másico de combustible que entra en la cámara de combustión Kg/h"*

$P_{util} = 500$ *"Potencia útil que debe desarrollar la caldera; KW"*

$\epsilon_{cald} = 0,88$ *"rendimiento de la caldera"*

$PCI = 5,56$ *"poder calorífico inferior del combustible que entra en la cámara de combustión; KWh/Kg"*

"cálculo del volumen de los gases de combustión"

$V_{GC} = m_{comb} * vol_{GC}$ *"volumen de gases de combustión; m³/h"*

$vol_{GC} = 22,4 * (C/12 + H/2 + S/32 + N/28) + 79/21 * 22,4 * (C/12 + H/4 + S/32 - O/32) + n_{aire} * V_{aire}$ *"volumen de gases de combustión generados por unidad de combustible"*

$C = 0,5234$ *"cantidad de carbono en el combustible; % peso en base seca"*

$H = 0,0577$ *"cantidad de hidrógeno en el combustible; % peso en base seca"*

$S = 1,5e-3$ *"cantidad de azufre en el combustible; % peso en base seca"*

$N = 3,5e-3$ *"cantidad de nitrógeno en el combustible; % peso en base seca"*

$O = 0,4066$ *"cantidad de oxígeno en el combustible; % peso en base seca"*

$M = 0$ *"humedad del combustible; % en peso"*

"cálculo de la combustión en la cámara de combustión"

"cálculo de la temperatura de llama"

$Q_{ent} = PCI * 3600 / 4,18 + M * 640 + V_{aire} * c_{p_aire} / 4,18 * T_{aire}$ *"ecuación de cálculo de la energía entrante en la caldera"*

$Q_{ent} = vol_{GC} * c_{p_GC} * T_{ll} + M * i / 4,18$ *"ecuación de cálculo de la temperatura adiabática de llama; °C"*

$V_{aire} = (1/0,21 * (C/12 + H/4 + S/32 - O/32) * 22,4) * (1 + n_{aire})$ *"volumen de aire; m³N/Kg"*

$n_{aire} = 0,2$ *"exceso de entrada de aire; %"*

$c_{p_aire} = Cp(Air_{ha}; T = T_{aire}; P = P_{atm})$ *"calor específico del aire; KJ/Kg"*

$c_{p_GC} = 0,22239 * c_{p_CO2} + 0,00035 * c_{p_SO2} + (0,00041 + 0,67359) * c_{p_N2} + 0,04308 * c_{p_O2} + 0,06018 * c_{p_H2O}$ *"calor específico de los GC; Kcal/Kg"*

$c_{p_CO2} = Cp(CarbonDioxide; T = T_{ll}; P = P_{cald}) / 4,18$ *"calor específico del dióxido de carbono"*

$c_{p_SO2} = Cp(SulfurDioxide; T = T_{ll}; P = P_{cald}) / 4,18$ *"calor específico del dióxido de azufre"*

$c_{p_H2O} = Cp(Steam; T = T_{ll}; P = P_{cald}) / 4,18$ *"calor específico del vapor de agua"*

$c_{p_N2} = Cp(Nitrogen; T = T_{ll}; P = P_{cald}) / 4,18$ *"calor específico del nitrógeno"*

$c_{p_O2} = Cp(Oxygen; T = T_{ll}; P = P_{cald}) / 4,18$

$i = \text{Enthalpy}(\text{Steam}; T = T_{II}; P = 0,634518553)$ "entalpía del vapor del agua a la presión parcial; KJ/kg"

"cálculo de la temperatura de salida de los gases de combustión de la cámara de combustión"

$m_{\text{comb}} \cdot \text{PCI} - (Q_{\text{rad}}/1000 + Q_{\text{conv}}) = V_{\text{GC}}/3600 \cdot h_{\text{GC}}$ "ecuación de equilibrio energético en el interior de la cámara de combustión"

$Q_{\text{rad}} = \text{GS} \cdot \sigma \cdot T_{\text{GC}}^4 - \text{SG} \cdot \sigma \cdot T_{\text{sup}}^4$ "calor intercambiado por radiación; W"

$\text{GS} = A_{\text{cam}} / (1/\epsilon_g + 1/\epsilon_s - 1)$ "superficie de intercambio de radiación gases-pared de la cámara de combustión"

$\text{SG} = A_{\text{cam}} / (1/\alpha_g + 1/\epsilon_s - 1)$ "superficie de intercambio de radiación pared de la cámara de combustión-pared"

$\epsilon_g = 0,3872$ "emisividad de los gases"

$\alpha_g = 0,55716035$ "absortividad de los gases de la radiación procedente de las paredes de la cámara de combustión"

$Q_{\text{conv}} = 0$ "calor intercambiado por convección"

$T_{\text{GC}} = T_{II} - 400 + T_{\text{ref}}$ "temperatura de los gases de combustión en el interior de la cámara de combustión; K"

$T_{\text{sup}} = T_{\text{agua}} + T_{\text{ref}}$ "temperatura de la superficie de las paredes de la cámara de combustión; K"

$h_{\text{GC}} = 7,645 + 1,307 \cdot T_{\text{sal_GC}} + 2,9649e-4 \cdot T_{\text{sal_GC}}^2 - 7,1433e-8 \cdot T_{\text{sal_GC}}^3 + 7,0038e-12 \cdot T_{\text{sal_GC}}^4$ "ecuación para calcular la temperatura de salida"

"cálculo del intercambiador de calor"

"cálculo del coeficiente de convección de los GC en el interior de los tubos"

$T_{\text{med_GC}} = (1/2) \cdot (T_{\text{sal_GC}} + 180)$ "temperatura a la que debemos calcular las propiedades; °C"

$\rho_{\text{CO}_2} = \text{Density}(\text{CarbonDioxide}; T = T_{\text{med_GC}}; P = P_{\text{cald}})$ "densidad del CO₂; Kg/m³"

$\rho_{\text{SO}_2} = \text{Density}(\text{SulfurDioxide}; T = T_{\text{med_GC}}; P = P_{\text{cald}})$ "densidad del SO₂; Kg/m³"

$\rho_{\text{H}_2\text{O}} = \text{Density}(\text{Steam}; T = T_{\text{med_GC}}; P = P_{\text{cald}})$ "densidad del vapor de agua; Kg/m³"

$\rho_{\text{N}_2} = \text{Density}(\text{Nitrogen}; T = T_{\text{med_GC}}; P = P_{\text{cald}})$ "densidad del N₂; Kg/m³"

$\rho_{\text{O}_2} = \text{Density}(\text{Oxygen}; T = T_{\text{med_GC}}; P = P_{\text{cald}})$ "densidad del O₂; Kg/m³"

$\rho_{\text{GC}} = \rho_{\text{CO}_2} \cdot 0,121429411 + \rho_{\text{H}_2\text{O}} \cdot 0,080318804 + \rho_{\text{SO}_2} \cdot 0,000130501 + \rho_{\text{N}_2} \cdot (0,000348002 + 0,730047188) + \rho_{\text{O}_2} \cdot 0,067718241$ "densidad de los gases"

$\mu_{\text{CO}_2} = \text{Viscosity}(\text{CarbonDioxide}; T = T_{\text{med_GC}}; P = P_{\text{cald}})$ "viscosidad del CO₂; Kg/m s"

$\mu_{\text{SO}_2} = \text{Viscosity}(\text{SulfurDioxide}; T = T_{\text{med_GC}}; P = P_{\text{cald}})$ "viscosidad del SO₂; Kg/m s"

$\mu_{\text{H}_2\text{O}} = \text{Viscosity}(\text{Steam}; T = T_{\text{med_GC}}; P = P_{\text{cald}})$ "viscosidad del vapor de agua; Kg/m s"

$\mu_{\text{N}_2} = \text{Viscosity}(\text{Nitrogen}; T = T_{\text{med_GC}}; P = P_{\text{cald}})$ "viscosidad del N₂; Kg/m s"

$\mu_{\text{O}_2} = \text{Viscosity}(\text{Oxygen}; T = T_{\text{med_GC}}; P = P_{\text{cald}})$ "viscosidad del O₂; Kg/m s"

$\mu_{\text{GC}} = \mu_{\text{CO}_2} \cdot 0,121429411 + \mu_{\text{SO}_2} \cdot 0,000130501 + \mu_{\text{H}_2\text{O}} \cdot 0,080318804 + \mu_{\text{N}_2} \cdot (0,000348002 + 0,730047188) + \mu_{\text{O}_2} \cdot 0,067718241$ "viscosidad de los gases"

$\text{Re}_{\text{int}} = \rho_{\text{GC}} \cdot V_{\text{max}} \cdot D_{\text{tubos_int}} / \mu_{\text{GC}}$ "nº de Reynolds de los GC en el interior de los tubos"

$V_{\text{max}} = 1,7$ "velocidad máxima que pueden alcanzar los GC en el interior de los tubos; m/s"

$D_{\text{tubos_int}} = 53/1000$ "diámetro interior de los tubos; m"

$\text{Pr}_{\text{CO}_2} = \text{Prandtl}(\text{CarbonDioxide}; T = T_{\text{med_GC}}; P = P_{\text{cald}})$ "nº Prandtl del CO₂"

$\text{Pr}_{\text{SO}_2} = \text{Prandtl}(\text{SulfurDioxide}; T = T_{\text{med_GC}}; P = P_{\text{cald}})$ "nº Prandtl del SO₂"

$\text{Pr}_{\text{H}_2\text{O}} = \text{Prandtl}(\text{Steam}; T = T_{\text{med_GC}}; P = P_{\text{cald}})$ "nº Prandtl del vapor de agua"

$\text{Pr}_{\text{N}_2} = \text{Prandtl}(\text{Nitrogen}; T = T_{\text{med_GC}}; P = P_{\text{cald}})$ "nº Prandtl del N₂"

$\text{Pr}_{\text{O}_2} = \text{Prandtl}(\text{Oxygen}; T = T_{\text{med_GC}}; P = P_{\text{cald}})$ "nº Prandtl del O₂"

$\text{Pr}_{\text{GC}} = \text{Pr}_{\text{CO}_2} \cdot 0,121429411 + \text{Pr}_{\text{H}_2\text{O}} \cdot 0,080318804 + \text{Pr}_{\text{SO}_2} \cdot 0,000130501 + \text{Pr}_{\text{N}_2} \cdot (0,000348002 + 0,730047188) + \text{Pr}_{\text{O}_2} \cdot 0,067718241$ "nº Prandtl de los gases"

$\text{Nusselt}_{\text{D_int}} = 0,023 \cdot \text{Re}_{\text{int}}^{(4/5)} \cdot \text{Pr}_{\text{GC}}^{0,3}$ "nº de Nusselt de los GC en el interior de los tubos"

$k_{\text{CO}_2} = \text{Conductivity}(\text{CarbonDioxide}; T = T_{\text{med_GC}}; P = P_{\text{cald}})$ "cálculo de la conductividad del CO₂; W/m K"

$k_{\text{SO}_2} = \text{Conductivity}(\text{SulfurDioxide}; T = T_{\text{med_GC}}; P = P_{\text{cald}})$ "cálculo de la conductividad del SO₂; W/m K"

$k_{\text{H}_2\text{O}} = \text{Conductivity}(\text{Steam}; T = T_{\text{med_GC}}; P = P_{\text{cald}})$ "cálculo de la conductividad del vapor de agua; W/m K"

$k_{\text{N}_2} = \text{Conductivity}(\text{Nitrogen}; T = T_{\text{med_GC}}; P = P_{\text{cald}})$ "cálculo de la conductividad del N₂; W/m K"

$k_{\text{O}_2} = \text{Conductivity}(\text{Oxygen}; T = T_{\text{med_GC}}; P = P_{\text{cald}})$ "cálculo de la conductividad del O₂; W/m K"

$k_{\text{GC}} = k_{\text{CO}_2} \cdot 0,121429411 + k_{\text{H}_2\text{O}} \cdot 0,080318804 + k_{\text{SO}_2} \cdot 0,000130501 + k_{\text{N}_2} \cdot (0,000348002 + 0,730047188) + k_{\text{O}_2} \cdot 0,067718241$ "cálculo de la conductividad de los gases"

$\text{Nusselt}_{\text{D_int}} = h_{\text{conv_int}} \cdot D_{\text{tubos_int}} / k_{\text{GC}}$ "ecuación de cálculo del coeficiente de convección de los GC por el interior de los tubos"

"cálculo del coeficiente de convección en el lado agua"

Pr_agua=Prandtl(Water;T=T_med_agua;P=P_cald) *"nº Prandtl del agua"*

Pr_s=Prandtl(Water;T=T_sup_tubos;P=P_cald) *"nº Prandtl del agua a la temperatura de la superficie de los tubos"*

T_sup_tubos=T_med_agua *"temperatura media de la superficie de los tubos; °C"*

h_agua_60=Enthalpy(Water;T=60;P=P_cald) *"entalpía del agua a 60 °C; KJ/Kg"*

h_agua_130=Enthalpy(Water;T=130;P=P_cald) *"entalpía del agua a 130 °C; KJ/Kg"*

500=m_agua*(h_agua_130-h_agua_60) *"cálculo del flujo másico del agua que circula por la caldera"*

rho_agua=Density(Water;T=T_med_agua;P=P_cald) *"densidad del agua; Kg/m3"*

T_med_agua=(1/2)*(T_ent_agua+130) *"temperatura a la que se deben obtener las propiedades para el cálculo del coeficiente de convección; °C"*

m_agua=rho_agua*(S_T-D_tubos_ext)*N_T*I_tubos_1*V_agua_max *"cálculo de la velocidad máxima del agua a su paso por el banco de tubos; m/s"*

S_T=64,02/1000 *"distancia media entre dos tubos en dirección transversal al flujo; m"*

N_T=11 *"nº de tubos en dirección transversal al flujo"*

I_tubos_1=1,66319 *"longitud de los tubos del primer paso del intercambiador; m"*

D_tubos_ext=60,3/1000 *"diámetro exterior de los tubos del intercambiador; m"*

Re_ext=rho_agua*V_agua_max*D_tubos_ext/mu_agua *"nº de Reynolds del lado agua"*

mu_agua=Viscosity(Water;T=T_med_agua;P=P_cald) *"viscosidad del agua; Kg/m s"*

Nusselt_D_ext=C_2_conv*C_conv*Re_ext^m_conv*Pr_agua^(0,36)*(Pr_agua/Pr_s)^(1/4) *"nº de Nusselt del lado agua"*

C_conv=0,27 *"coeficiente C para el cálculo del nº de Nusselt"*

C_2_conv=0,95 *"coeficiente C2 para el cálculo del nº de Nusselt"*

m_conv=0,63 *"coeficiente m del exponente de Reynolds para el cálculo del nº Nusselt"*

Nusselt_D_ext=h_conv_ext*D_tubos_ext/k_agua *"ecuación de cálculo del coeficiente de convección del lado agua"*

k_agua=Conductivity(Water;T=T_med_agua;P=P_cald) *"cálculo de la conductividad del agua; W/m K"*

"cálculo de las áreas de intercambio"

I_tubos_2=2,248 *"longitud de los tubos del segundo paso del intercambiador; m"*

N_1=33 *"número de tubos del primer paso del intercambiador"*

N_2=38 *"número de tubos del segundo paso del intercambiador"*

A_ext_1=n_pi*D_tubos_ext*I_tubos_1*N_1 *"área de intercambio exterior del primer paso por los tubos; m2"*

A_int_1=n_pi*D_tubos_int*I_tubos_1*N_1 *"área de intercambio interior del primer paso por los tubos; m2"*

A_ext_2=n_pi*D_tubos_ext*I_tubos_2*N_2 *"área de intercambio exterior del segundo paso por los tubos; m2"*

A_int_2=n_pi*D_tubos_int*I_tubos_2*N_2 *"área de intercambio interior del segundo paso por los tubos; m2"*

"cálculo de la resistencia térmica de conducción de los tubos del intercambiador"

R_cond_1=ln(D_tubos_ext/D_tubos_int)/(2*n_pi*k_acero*I_tubos_1) *"resistencia térmica de conducción del primer paso por tubos del intercambiador; m2/W"*

R_cond_2=ln(D_tubos_ext/D_tubos_int)/(2*n_pi*k_acero*I_tubos_2) *"resistencia térmica de conducción del segundo paso por tubos del intercambiador; m2/W"*

k_acero=48 *"conductividad de los tubos de acero del intercambiador; W/m K"*

"estudio del intercambiador de calor por el método E-NTU"

"cálculo del coeficiente global de transferencia de calor en el intercambiador de calor"

1/UA_1=1/(h_conv_ext*A_ext_1)+R_cond_1+1/(h_conv_int*A_int_1) *"ecuación de cálculo del coeficiente global de transferencia de calor en el primer paso"*

1/UA_2=1/(h_conv_ext*A_ext_2)+R_cond_2+1/(h_conv_int*A_int_2) *"ecuación de cálculo del coeficiente global de transferencia de calor en el segundo paso"*

c_p_agua=Cp(Water;T=T_med_agua;P=P_cald) *"calor específico del agua; kW/Kg K"*

C_ext=c_p_agua*m_agua *"Cf, Cmax; kW/K"*

c_p_GC_2=0,22239*c_p_CO2_2+0,00035*c_p_SO2_2+0,06018*c_p_H2O_2+(0,00041+0,67359)*c_p_N2_2+0,04308*c_p_O2_2 *"calor específico del gas; kW/Kg K"*

c_p_CO2_2=Cp(CarbonDioxide;T=T_med_GC;P=P_cald) *"calor específico del CO2; KJ/Kg K"*

$c_{p_SO2_2}=Cp(\text{SulfurDioxide};T=T_med_GC;P=P_cald)$ "calor específico del dióxido de azufre; KJ/Kg K"

$c_{p_H2O_2}=Cp(\text{Steam};T=T_med_GC;P=P_cald)$ "calor específico del vapor de agua; KJ/Kg K"

$c_{p_O2_2}=Cp(\text{Oxygen};T=T_med_GC;P=P_cald)$ "calor específico del oxígeno; KJ/Kg K"

$c_{p_N2_2}=Cp(\text{Nitrogen};T=T_med_GC;P=P_cald)$ "calor específico del nitrógeno; KJ/Kg K"

$C_{int}=c_{p_GC_2}*8,6296*m_{comb}/3600$ "Cc, Cmin; kW/K"

"cálculo de la eficiencia del intercambiador de calor"

$NTU_1=UA_1/(C_{int}*1000)$ "coeficiente NTU del método E-NTU para el primer paso por tubos del intercambiador"

$NTU_2=UA_2/(C_{int}*1000)$ "coeficiente NTU del método E-NTU para el segundo paso por tubos del intercambiador"

$C_r=C_{int}/C_{ext}$ "coeficiente Cr del método E-NTU"

$\epsilonpsilon_1=2*(1+C_r+(1+C_r^2)^{1/2})*((1+\exp(-NTU_1*(1+C_r^2)^{1/2}))/((1-\exp(-NTU_1*(1+C_r^2)^{1/2}))))^{(-1)}$ "eficiencia del método E-NTU para el primer paso"

$\epsilonpsilon_2=2*(1+C_r+(1+C_r^2)^{1/2})*((1+\exp(-NTU_2*(1+C_r^2)^{1/2}))/((1-\exp(-NTU_2*(1+C_r^2)^{1/2}))))^{(-1)}$ "eficiencia del método E-NTU para el segundo paso"

"cálculo del posible calor máximo intercambiado en el intercambiador de calor"

$Q_{rad}/1000=m_{agua}*c_{p_agua}*(T_{ent_agua}-T_{agua})$ "ecuación de cálculo de la temperatura del agua a la entrada del intercambiador de calor; °C"

$q_{max_1}=C_{int}*(T_{sal_GC}-T_{ent_agua})$ "ecuación de cálculo del calor máximo que puede intercambiarse en el intercambiador de calor; kW"

$\epsilonpsilon_1=q_1/q_{max_1}$ "ecuación de cálculo del calor real intercambiado en el intercambiador de calor; kW"

$q_1=C_{ext}*(T_{sal_agua_1}-T_{ent_agua})$ "temperatura del agua a la salida del primer paso por tubos del intercambiador de calor; °C"

$q_1=C_{int}*(T_{sal_GC}-T_{ent_GC_2})$ "temperatura de los GC a la entrada del segundo paso por tubos del intercambiador de calor; °C"

$q_{max_2}=C_{int}*(T_{ent_GC_2}-T_{sal_agua_1})$ "ecuación de cálculo del calor máximo que puede intercambiarse en el intercambiador de calor; kW"

$\epsilonpsilon_2=q_2/q_{max_2}$ "ecuación de cálculo del calor real intercambiado en el intercambiador de calor; kW"

$q_2=C_{ext}*(T_{sal_agua}-T_{sal_agua_1})$ "temperatura del agua a la salida de la caldera; °C"

$q_2=C_{int}*(T_{ent_GC_2}-T_{sal_humos})$ "temperatura de los GC o humos a la salida de la caldera; °C"

"cálculo del calor real intercambiado en el intercambiador de calor"

$Q_{total}=Q_{rad}/1000+q_1+q_2$ "calor total o potencia total cedida por la caldera; kW"

"información de los humos"

"salida de la cámara de combustión-entrada al primer paso por tubos del intercambiador de calor"

$v_{CO2_1}=Volume(\text{CarbonDioxide};T=T_{sal_GC};P=P_{cald})*1,91913*m_{comb}$ "volumen del dióxido de carbono a la salida de la cámara de combustión; m3/h"

$v_{SO2_1}=Volume(\text{SulfurDioxide};T=T_{sal_GC};P=P_{cald})*0,00300*m_{comb}$ "volumen del dióxido de azufre a la salida de la cámara de combustión; m3/h"

$v_{H2O_1}=Volume(\text{Steam};T=T_{sal_GC};P=P_{cald})*0,51930*m_{comb}$ "volumen del vapor de agua a la salida de la cámara de combustión; m3/h"

$v_{N2_1}=Volume(\text{Nitrogen};T=T_{sal_GC};P=P_{cald})*(0,00350+5,81280)*m_{comb}$ "volumen del nitrógeno a la salida de la cámara de combustión; m3/h"

$v_{O2_1}=Volume(\text{Oxygen};T=T_{sal_GC};P=P_{cald})*0,37177*m_{comb}$ "volumen del oxígeno a la salida de la cámara de combustión; m3/h"

$v_{GC_1}=v_{CO2_1}+v_{SO2_1}+v_{H2O_1}+v_{N2_1}+v_{O2_1}$ "volumen de los GC a la salida de la cámara de combustión; m3/h"

$v_{GC_1}/3600=vel_{GC_1}*(N_{1}*n_{pi}*D_{tubos_int}^2/4)$ "velocidad de los GC a la salida de la cámara de combustión-entrada al intercambiador de calor; m/s"

$\rho_{CO2_1}=Density(\text{CarbonDioxide};T=T_{sal_GC};P=P_{cald})$ "densidad del dióxido de carbono a la salida de la cámara de combustión; Kg/m3"

$\rho_{SO2_1}=Density(\text{SulfurDioxide};T=T_{sal_GC};P=P_{cald})$ "densidad del dióxido de azufre a la salida de la cámara de combustión; Kg/m3"

$\rho_{H2O_1}=Density(\text{Steam};T=T_{sal_GC};P=P_{cald})$ "densidad del vapor de agua a la salida de la cámara de combustión; Kg/m3"

$\rho_{N2_1}=Density(\text{Nitrogen};T=T_{sal_GC};P=P_{cald})$ "densidad del nitrógeno a la salida de la cámara de combustión; Kg/m3"

$\rho_{O2_1}=Density(\text{Oxygen};T=T_{sal_GC};P=P_{cald})$ "densidad del oxígeno a la salida de la cámara de combustión; Kg/m3"

$\rho_{GC_1}=0,121429411*\rho_{CO2_1}+0,000130501*\rho_{SO2_1}+0,080318804*\rho_{H2O_1}+(0,000348002+0,730047188)*\rho_{N2_1}+0,067718241*\rho_{O2_1}$ "densidad de los GC a la salida de la cámara de combustión; Kg/m3"

"salida del primer paso por tubos-entrada al segundo paso por tubos del intercambiador de calor"

$v_{CO2_2}=Volume(\text{CarbonDioxide};T=T_{ent_GC_2};P=P_{cald})*1,91913*m_{comb}$ "volumen del dióxido de carbono tras el primer paso por tubos del intercambiador; m3/h"

$v_{SO2_2}=Volume(\text{SulfurDioxide};T=T_{ent_GC_2};P=P_{cald})*0,00300*m_{comb}$ "volumen del dióxido de azufre tras el primer paso por tubos del intercambiador; m3/h"

$v_{H2O_2}=Volume(\text{Steam};T=T_{ent_GC_2};P=P_{cald})*0,51930*m_{comb}$ "volumen del vapor de agua tras el primer paso por tubos del intercambiador; m3/h"

$v_{N2_2}=Volume(\text{Nitrogen};T=T_{ent_GC_2};P=P_{cald})*(0,00350+5,81280)*m_{comb}$ "volumen del nitrógeno tras el primer paso por tubos del intercambiador; m3/h"

$v_{O2_2}=Volume(\text{Oxygen};T=T_{ent_GC_2};P=P_{cald})*0,37177*m_{comb}$ "volumen del oxígeno tras el primer paso por tubos del intercambiador de calor; m3/h"

$v_{GC_2}=v_{CO2_2}+v_{SO2_2}+v_{H2O_2}+v_{N2_2}+v_{O2_2}$ "volumen de los GC tras el primer paso por tubos del intercambiador de calor; m3/h"

$v_{GC_2}/3600=vel_{GC_2}*(N_1*n_pi*D_tubos_int^2/4)$ "velocidad de los GC tras el primer paso por tubos del intercambiador de calor; m/s"

$\rho_{CO2_2}=Density(CarbonDioxide;T=T_ent_GC_2;P=P_cald)$ "densidad del dióxido de carbono tras el primer paso por tubos del intercambiador de calor; Kg/m3"

$\rho_{SO2_2}=Density(SulfurDioxide;T=T_ent_GC_2;P=P_cald)$ "densidad del dióxido de azufre tras el primer paso por tubos del intercambiador de calor; Kg/m3"

$\rho_{H2O_2}=Density(Steam;T=T_ent_GC_2;P=P_cald)$ "densidad del vapor de agua tras el primer paso por tubos del intercambiador de calor; Kg/m3"

$\rho_{N2_2}=Density(Nitrogen;T=T_ent_GC_2;P=P_cald)$ "densidad del nitrógeno tras el primer paso por tubos del intercambiador de calor; Kg/m3"

$\rho_{O2_2}=Density(Oxygen;T=T_ent_GC_2;P=P_cald)$ "densidad del oxígeno tras el primer paso por tubos del intercambiador de calor; Kg/m3"

$\rho_{GC_2}=0,121429411*\rho_{CO2_2}+0,000130501*\rho_{SO2_2}+0,080318804*\rho_{H2O_2}+(0,000348002+0,730047188)*\rho_{N2_2}+0,067718241*\rho_{O2_2}$

"salida del segundo paso por tubos del intercambiador de calor-entrada a la chimenea (o salida a la atmósfera)"

$v_{CO2_3}=Volume(CarbonDioxide;T=T_sal_humos;P=P_cald)*1,91913*m_comb$ "volumen del dióxido de carbono a la salida del intercambiador de calor; m3/h"

$v_{SO2_3}=Volume(SulfurDioxide;T=T_sal_humos;P=P_cald)*0,00300*m_comb$ "volumen del dióxido de azufre a la salida del intercambiador de calor; m3/h"

$v_{H2O_3}=Volume(Steam;T=T_sal_humos;P=P_cald)*0,51930*m_comb$ "volumen del vapor de agua a la salida del intercambiador de calor; m3/h"

$v_{N2_3}=Volume(Nitrogen;T=T_sal_humos;P=P_cald)*(0,00350+5,81280)*m_comb$ "volumen del nitrógeno a la salida del intercambiador de calor; m3/h"

$v_{O2_3}=Volume(Oxygen;T=T_sal_humos;P=P_cald)*0,37177*m_comb$ "volumen del oxígeno a la salida del intercambiador de calor; m3/h"

$v_{GC_3}=v_{CO2_3}+v_{SO2_3}+v_{H2O_3}+v_{N2_3}+v_{O2_3}$ "volumen de los GC a la salida del intercambiador de calor; m3/h"

$v_{GC_3}/3600=vel_{GC_3}*(N_2*n_pi*D_tubos_int^2/4)$ "velocidad de los GC a la salida del intercambiador de calor; m/s"

$\rho_{CO2_3}=Density(CarbonDioxide;T=T_sal_humos;P=P_cald)$ "densidad del dióxido de carbono a la salida del intercambiador de calor; Kg/m3"

$\rho_{SO2_3}=Density(SulfurDioxide;T=T_sal_humos;P=P_cald)$ "densidad del dióxido de azufre a la salida del intercambiador de calor; Kg/m3"

$\rho_{H2O_3}=Density(Steam;T=T_sal_humos;P=P_cald)$ "densidad del vapor de agua a la salida del intercambiador de calor; Kg/m3"

$\rho_{N2_3}=Density(Nitrogen;T=T_sal_humos;P=P_cald)$ "densidad del nitrógeno a la salida del intercambiador de calor; Kg/m3"

$\rho_{O2_3}=Density(Oxygen;T=T_sal_humos;P=P_cald)$ "densidad del oxígeno a la salida del intercambiador de calor; Kg/m3"

$\rho_{GC_3}=0,121429411*\rho_{CO2_3}+0,000130501*\rho_{SO2_3}+0,080318804*\rho_{H2O_3}+(0,000348002+0,730047188)*\rho_{N2_3}+0,067718241*\rho_{O2_3}$

"cálculo del rendimiento real de la caldera"

$\eta_{real}=Q_{total}/(PCI*m_{comb})$ "cálculo del rendimiento real de la caldera"

"estudio de la caldera cuando está sucia"

$R_{1_e}=0,01/A_{int_1}$ "resistencia térmica de ensuciamiento para el primer paso por tubos del intercambiador de calor; K/W"

$R_{2_e}=0,01/A_{int_2}$ "resistencia térmica de ensuciamiento para el segundo paso por tubos del intercambiador de calor; K/W"

$1/UA_{1_sucio}=1/(h_{conv_ext}*A_{ext_1}+R_{cond_1}+R_{1_e}+1/(h_{conv_int}*A_{int_1}))$ "ecuación de cálculo del coeficiente global de transferencia de calor con suciedad"

$1/UA_{2_sucio}=1/(h_{conv_ext}*A_{ext_2}+R_{cond_2}+R_{2_e}+1/(h_{conv_int}*A_{int_2}))$ "ecuación de cálculo del coeficiente global de transferencia de calor con suciedad"

$NTU_{1_sucio}=UA_{1_sucio}/(C_{int}*1000)$ "coeficiente NTU del método E-NTU para el primer paso por tubos del intercambiador con suciedad"

$NTU_{2_sucio}=UA_{2_sucio}/(C_{int}*1000)$ "coeficiente NTU del método E-NTU para el segundo paso por tubos del intercambiador con suciedad"

$\epsilonpsilon_{1_sucio}=2*(1+C_r+(1+C_r^2)^{1/2})*((1+\exp(-NTU_{1_sucio}*(1+C_r^2)^{1/2})))/(1-\exp(-NTU_{1_sucio}*(1+C_r^2)^{1/2}))^{(-1)}$ "eficiencia del método NTU con suciedad"

$\epsilonpsilon_{2_sucio}=2*(1+C_r+(1+C_r^2)^{1/2})*((1+\exp(-NTU_{2_sucio}*(1+C_r^2)^{1/2})))/(1-\exp(-NTU_{2_sucio}*(1+C_r^2)^{1/2}))^{(-1)}$ "eficiencia del método NTU con suciedad"

$\epsilonpsilon_{1_sucio}=q_{1_sucio}/q_{max_1_sucio}$ "ecuación de cálculo del calor real intercambiado en el intercambiador de calor con suciedad; kW"

$q_{max_1_sucio}=q_{max_1}$

$q_{1_sucio}=C_{ext}*(T_{sal_agua_1_sucio}-T_{ent_agua})$ "temperatura del agua a la salida del primer paso por tubos del intercambiador de calor con suciedad; °C"

$q_{1_sucio}=C_{int}*(T_{sal_GC}-T_{ent_GC_2_sucio})$ "temperatura de los GC a la entrada del segundo paso por tubos del intercambiador de calor con suciedad; °C"

$q_{max_2_sucio}=C_{int}*(T_{ent_GC_2_sucio}-T_{sal_agua_1_sucio})$ "ecuación de cálculo del calor máximo que puede intercambiarse en el intercambiador de calor con suciedad; kW"

$\epsilonpsilon_{2_sucio}=q_{2_sucio}/q_{max_2_sucio}$ "ecuación de cálculo del calor real intercambiado en el intercambiador de calor con suciedad; kW"

$q_{2_sucio}=C_{ext}*(T_{sal_agua_sucio}-T_{sal_agua_1_sucio})$ "temperatura del agua a la salida de la caldera con suciedad; °C"

$q_{2_sucio}=C_{int}*(T_{ent_GC_2_sucio}-T_{sal_humos_sucio})$ "temperatura de los GC o humos a la salida de la caldera con suciedad; °C"

$Q_{total_sucio}=Q_{rad}/1000+q_{1_sucio}+q_{2_sucio}$ "calor total o potencia total cedida por la caldera con suciedad; kW"

$\eta_{real_sucio}=Q_{total_sucio}/(PCI*m_{comb})$ "cálculo del rendimiento real de la caldera con suciedad"

constantes y datos geométricos

$$\sigma = 5,670E-08 \text{ [W/m}^2\text{-K}^4\text{]} \text{ constante de Stefan-Boltzmann}$$

$$A_{cam} = 2 \cdot h_{cam} \cdot l_{cam} + 2 \cdot n_{pi} \cdot R_{cam} \cdot l_{cam} - 2 \cdot n_{pi} \cdot R_{cam} \cdot \frac{\theta}{360} \cdot l_{cam} \text{ área de intercambio de calor de la cámara de combustión}$$

$$C_{cam} = 2 \cdot R_{cam} \cdot \sin \left[\frac{\theta}{2} \right]$$

$$n_{pi} = 3,142 \text{ número pi}$$

$$h_{cam} = 0,0865 \text{ altura de la parte rectangular de la cámara de combustión; m}$$

$$l_{cam} = 2,092 \text{ longitud de la cámara de combustión; m}$$

$$R_{cam} = 0,488 \text{ radio de la parte cilíndrica de la cámara de combustión; m}$$

$$C_{cam} = m_{cam} \text{ cuerda del círculo de la cámara de combustión; vista de perfil}$$

$$m_{cam} = 0,83847 \text{ anchura de la parte rectangular de la cámara de combustión; m}$$

$$\varepsilon_s = 0,0885 \text{ emisividad de la superficie de las paredes}$$

$$T_{agua} = 60 \text{ temperatura del agua a calentar que rodea la cámara de combustión; } ^\circ\text{C}$$

$$T_{ref} = 273,2 \text{ [K] temperatura de referencia; K}$$

$$T_{aire} = 25 \text{ temperatura del aire de entrada}$$

$$P_{atm} = 101,32 \text{ presión ambiental; kPa}$$

$$P_{cald} = 800 \text{ presión de la caldera de biomasa; kPa}$$

$$c_{p,GC} = 0,22239 \cdot c_{p,CO_2} + 0,00035 \cdot c_{p,SO_2} + [0,00041 + 0,67359] \cdot c_{p,N_2} + 0,04308 \cdot c_{p,O_2} + 0,06018 \cdot c_{p,H_2O} \quad \text{calor específico de los gases}$$

$$c_{p,CO_2} = \frac{Cp ['CarbonDioxide' ; T = T_{II} ; P = P_{cald}]}{4,18} \quad \text{calor específico del dióxido de carbono}$$

$$c_{p,SO_2} = \frac{Cp ['SulfurDioxide' ; T = T_{II} ; P = P_{cald}]}{4,18} \quad \text{calor específico del dióxido de azufre}$$

$$c_{p,H_2O} = \frac{Cp ['Steam' ; T = T_{II} ; P = P_{cald}]}{4,18} \quad \text{calor específico del vapor de agua}$$

$$c_{p,N_2} = \frac{Cp ['Nitrogen' ; T = T_{II} ; P = P_{cald}]}{4,18} \quad \text{calor específico del nitrógeno}$$

$$c_{p,O_2} = \frac{Cp ['Oxygen' ; T = T_{II} ; P = P_{cald}]}{4,18} \quad \text{calor específico del oxígeno}$$

$$h_i = h ['Steam' ; T = T_{II} ; P = 0,6345] \quad \text{entalpía del vapor del agua a la presión parcial; KJ/kg}$$

cálculo de la temperatura de salida de los gases de combustión de la cámara de combustión

$$m_{comb} \cdot PCI - \left[\frac{Q_{rad}}{1000} + Q_{conv} \right] = \frac{V_{GC}}{3600} \cdot h_{GC} \quad \text{ecuación de equilibrio energético en el interior de la cámara de combustión}$$

$$Q_{rad} = GS \cdot \sigma \cdot T_{GC}^4 - SG \cdot \sigma \cdot T_{sup}^4 \quad \text{calor intercambiado por radiación; W}$$

$$GS = \frac{A_{cam}}{\frac{1}{\epsilon_g} + \frac{1}{\epsilon_s} - 1} \quad \text{superficie de intercambio de radiación gases-pared de la cámara de combustión}$$

$$SG = \frac{A_{cam}}{\frac{1}{\alpha_{gs}} + \frac{1}{\epsilon_s} - 1} \quad \text{superficie de intercambio de radiación pared de la cámara de combustión-pared}$$

$$D_{\text{tubos;int}} = \frac{53}{1000} \text{ diámetro interior de los tubos; } m$$

$$Pr_{\text{CO}_2} = \text{Pr} \left[\text{'CarbonDioxide'} ; T = T_{\text{med;GC}} ; P = P_{\text{cald}} \right] \text{ n}^\circ \text{ Prandlt del CO}_2$$

$$Pr_{\text{SO}_2} = \text{Pr} \left[\text{'SulfurDioxide'} ; T = T_{\text{med;GC}} ; P = P_{\text{cald}} \right] \text{ n}^\circ \text{ Prandlt del SO}_2$$

$$Pr_{\text{H}_2\text{O}} = \text{Pr} \left[\text{'Steam'} ; T = T_{\text{med;GC}} ; P = P_{\text{cald}} \right] \text{ n}^\circ \text{ Prandlt del vapor de agua}$$

$$Pr_{\text{N}_2} = \text{Pr} \left[\text{'Nitrogen'} ; T = T_{\text{med;GC}} ; P = P_{\text{cald}} \right] \text{ n}^\circ \text{ Prandlt del N}_2$$

$$Pr_{\text{O}_2} = \text{Pr} \left[\text{'Oxygen'} ; T = T_{\text{med;GC}} ; P = P_{\text{cald}} \right] \text{ n}^\circ \text{ Prandlt del O}_2$$

$$Pr_{\text{GC}} = Pr_{\text{CO}_2} \cdot 0,1214 + Pr_{\text{H}_2\text{O}} \cdot 0,080318804 + Pr_{\text{SO}_2} \cdot 0,000130501 + Pr_{\text{N}_2} \cdot [0,000348002 + 0,73] + Pr_{\text{O}_2} \cdot 0,067718241 \text{ n}^\circ Pr$$

$$\text{Nusselt}_{D;\text{int}} = 0,023 \cdot \text{Re}_{\text{int}} \left[\frac{4}{5} \right] \cdot Pr_{\text{GC}}^{0,3} \text{ n}^\circ \text{ de Nusselt de los GC en el interior de los tubos}$$

$$k_{\text{CO}_2} = \mathbf{k} \left[\text{'CarbonDioxide'} ; T = T_{\text{med;GC}} ; P = P_{\text{cald}} \right] \text{ cálculo de la conductividad del CO}_2; \text{ W/m K}$$

$$k_{\text{SO}_2} = \mathbf{k} \left[\text{'SulfurDioxide'} ; T = T_{\text{med;GC}} ; P = P_{\text{cald}} \right] \text{ cálculo de la conductividad del SO}_2; \text{ W/m K}$$

$$k_{\text{H}_2\text{O}} = \mathbf{k} \left[\text{'Steam'} ; T = T_{\text{med;GC}} ; P = P_{\text{cald}} \right] \text{ cálculo de la conductividad del vapor de agua; W/m K}$$

$$k_{\text{N}_2} = \mathbf{k} \left[\text{'Nitrogen'} ; T = T_{\text{med;GC}} ; P = P_{\text{cald}} \right] \text{ cálculo de la conductividad del N}_2; \text{ W/m K}$$

$$k_{\text{O}_2} = \mathbf{k} \left[\text{'Oxygen'} ; T = T_{\text{med;GC}} ; P = P_{\text{cald}} \right] \text{ cálculo de la conductividad del O}_2; \text{ W/m K}$$

$$k_{\text{GC}} = k_{\text{CO}_2} \cdot 0,1214 + k_{\text{H}_2\text{O}} \cdot 0,080318804 + k_{\text{SO}_2} \cdot 0,000130501 + k_{\text{N}_2} \cdot [0,000348002 + 0,73] + k_{\text{O}_2} \cdot 0,067718241 \text{ cálculo de } k$$

$$\text{Nusselt}_{D;\text{int}} = h_{\text{conv;int}} \cdot \frac{D_{\text{tubos;int}}}{k_{\text{GC}}} \text{ ecuación de cálculo del coeficiente de convección de los GC por el interior de los tubos}$$

cálculo de las áreas de intercambio

$$l_{\text{tubos};2} = 2,248 \text{ longitud de los tubos del segundo paso del intercambiador; } m$$

$$N_1 = 33 \text{ número de tubos del primer paso del intercambiador}$$

$$N_2 = 38 \text{ número de tubos del segundo paso del intercambiador}$$

$$A_{\text{ext};1} = n_{\text{pi}} \cdot D_{\text{tubos};\text{ext}} \cdot l_{\text{tubos};1} \cdot N_1 \text{ área de intercambio exterior del primer paso por los tubos; } m^2$$

$$A_{\text{int};1} = n_{\text{pi}} \cdot D_{\text{tubos};\text{int}} \cdot l_{\text{tubos};1} \cdot N_1 \text{ área de intercambio interior del primer paso por los tubos; } m^2$$

$$A_{\text{ext};2} = n_{\text{pi}} \cdot D_{\text{tubos};\text{ext}} \cdot l_{\text{tubos};2} \cdot N_2 \text{ área de intercambio exterior del segundo paso por los tubos; } m^2$$

$$A_{\text{int};2} = n_{\text{pi}} \cdot D_{\text{tubos};\text{int}} \cdot l_{\text{tubos};2} \cdot N_2 \text{ área de intercambio interior del segundo paso por los tubos; } m^2$$

cálculo de la resistencia térmica de conducción de los tubos del intercambiador

$$R_{\text{cond};1} = \frac{\ln \left[\frac{D_{\text{tubos};\text{ext}}}{D_{\text{tubos};\text{int}}} \right]}{2 \cdot n_{\text{pi}} \cdot k_{\text{acero}} \cdot l_{\text{tubos};1}} \text{ resistencia térmica de conducción del primer paso por tubos del intercambiador; } K/W$$

$$R_{\text{cond};2} = \frac{\ln \left[\frac{D_{\text{tubos};\text{ext}}}{D_{\text{tubos};\text{int}}} \right]}{2 \cdot n_{\text{pi}} \cdot k_{\text{acero}} \cdot l_{\text{tubos};2}} \text{ resistencia térmica de conducción del segundo paso por tubos del intercambiador; } K/W$$

$$k_{\text{acero}} = 48 \text{ conductividad de los tubos de acero del intercambiador; } W/m K$$

estudio del intercambiador de calor por el método E-NTU

cálculo del coeficiente global de transferencia de calor en el intercambiador de calor

$$q_{\max;1} = C_{\text{int}} \cdot [T_{\text{sal;GC}} - T_{\text{ent;agua}}] \quad \text{ecuación de cálculo del calor máximo que puede intercambiarse en el intercambiador de calor; kW}$$

$$\varepsilon_1 = \frac{q_1}{q_{\max;1}} \quad \text{ecuación de cálculo del calor real intercambiado en el intercambiador de calor; kW}$$

$$q_1 = C_{\text{ext}} \cdot [T_{\text{sal;agua;1}} - T_{\text{ent;agua}}] \quad \text{temperatura del agua a la salida del primer paso por tubos del intercambiador de calor; °C}$$

$$q_1 = C_{\text{int}} \cdot [T_{\text{sal;GC}} - T_{\text{ent;GC;2}}] \quad \text{temperatura de los GC a la entrada del segundo paso por tubos del intercambiador de calor; °C}$$

$$q_{\max;2} = C_{\text{int}} \cdot [T_{\text{ent;GC;2}} - T_{\text{sal;agua;1}}] \quad \text{ecuación de cálculo del calor máximo que puede intercambiarse en el intercambiador de calor; kW}$$

$$\varepsilon_2 = \frac{q_2}{q_{\max;2}} \quad \text{ecuación de cálculo del calor real intercambiado en el intercambiador de calor; kW}$$

$$q_2 = C_{\text{ext}} \cdot [T_{\text{sal;agua}} - T_{\text{sal;agua;1}}] \quad \text{temperatura del agua a la salida de la caldera; °C}$$

$$q_2 = C_{\text{int}} \cdot [T_{\text{ent;GC;2}} - T_{\text{sal;humos}}] \quad \text{temperatura de los GC o humos a la salida de la caldera; °C}$$

cálculo del calor real intercambiado en el intercambiador de calor

$$Q_{\text{total}} = \frac{Q_{\text{rad}}}{1000} + q_1 + q_2 \quad \text{calor total o potencia total cedida por la caldera; kW}$$

información de los humos

salida de la cámara de combustión-entrada al primer paso por tubos del intercambiador de calor

$$V_{\text{CO}_2;1} = v [\text{'CarbonDioxide'} ; T = T_{\text{sal;GC}} ; P = P_{\text{cald}}] \cdot 1,91913 \cdot m_{\text{comb}} \quad \text{volumen del dióxido de carbono a la salida de la cámara de combustión; m}^3$$

$$V_{\text{SO}_2;1} = v [\text{'SulfurDioxide'} ; T = T_{\text{sal;GC}} ; P = P_{\text{cald}}] \cdot 0,003 \cdot m_{\text{comb}} \quad \text{volumen del dióxido de azufre a la salida de la cámara de combustión; m}^3$$

$$\rho_{O_2;2} = \rho \left[\text{'Oxygen'} ; T = T_{ent;GC;2} ; P = P_{cald} \right] \text{ densidad del oxígeno tras el primer paso por tubos del intercambiador de calor; Kg/m}^3$$

$$\rho_{GC;2} = 0,1214 \cdot \rho_{CO_2;2} + 0,000130501 \cdot \rho_{SO_2;2} + 0,080318804 \cdot \rho_{H_2O;2} + [0,000348002 + 0,73] \cdot \rho_{N_2;2} + 0,067718241 \cdot \rho_{O_2;2}$$

densidad de los GC tras el primer paso por tubos del intercambiador de calor; Kg/m³

salida del segundo paso por tubos del intercambiador de calor-entrada a la chimenea (o salida a la atmósfera)

$$V_{CO_2;3} = v \left[\text{'CarbonDioxide'} ; T = T_{sal;humos} ; P = P_{cald} \right] \cdot 1,91913 \cdot m_{comb} \text{ volumen del dióxido de carbono a la salida del intercambiador de calor; m}^3/h$$

$$V_{SO_2;3} = v \left[\text{'SulfurDioxide'} ; T = T_{sal;humos} ; P = P_{cald} \right] \cdot 0,003 \cdot m_{comb} \text{ volumen del dióxido de azufre a la salida del intercambiador de calor; m}^3/h$$

$$V_{H_2O;3} = v \left[\text{'Steam'} ; T = T_{sal;humos} ; P = P_{cald} \right] \cdot 0,5193 \cdot m_{comb} \text{ volumen del vapor de agua a la salida del intercambiador de calor; m}^3/h$$

$$V_{N_2;3} = v \left[\text{'Nitrogen'} ; T = T_{sal;humos} ; P = P_{cald} \right] \cdot [0,0035 + 5,8128] \cdot m_{comb} \text{ volumen del nitrógeno a la salida del intercambiador de calor; m}^3/h$$

$$V_{O_2;3} = v \left[\text{'Oxygen'} ; T = T_{sal;humos} ; P = P_{cald} \right] \cdot 0,37177 \cdot m_{comb} \text{ volumen del oxígeno a la salida del intercambiador de calor; m}^3/h$$

$$V_{GC;3} = V_{CO_2;3} + V_{SO_2;3} + V_{H_2O;3} + V_{N_2;3} + V_{O_2;3} \text{ volumen de los GC a la salida del intercambiador de calor; m}^3/h$$

$$\frac{V_{GC;3}}{3600} = vel_{GC;3} \cdot N_2 \cdot n_{pi} \cdot \frac{D_{tubos,int}^2}{4} \text{ velocidad de los GC a la salida del intercambiador de calor; m/s}$$

$$\rho_{CO_2;3} = \rho \left[\text{'CarbonDioxide'} ; T = T_{sal;humos} ; P = P_{cald} \right] \text{ densidad del dióxido de carbono a la salida del intercambiador de calor; Kg/m}^3$$

$$\rho_{SO_2;3} = \rho \left[\text{'SulfurDioxide'} ; T = T_{sal;humos} ; P = P_{cald} \right] \text{ densidad del dióxido de azufre a la salida del intercambiador de calor; Kg/m}^3$$

$$\rho_{H_2O;3} = \rho \left[\text{'Steam'} ; T = T_{sal;humos} ; P = P_{cald} \right] \text{ densidad del vapor de agua a la salida del intercambiador de calor; Kg/m}^3$$

$$\rho_{N_2;3} = \rho \left[\text{'Nitrogen'} ; T = T_{sal;humos} ; P = P_{cald} \right] \text{ densidad del nitrógeno a la salida del intercambiador de calor; Kg/m}^3$$

$$q_{1;sucio} = C_{ext} \cdot [T_{sal;agua;1;sucio} - T_{ent;agua}] \text{ temperatura del agua a la salida del primer paso por tubos del intercambiador de calor con suciedad}$$

$$q_{1;sucio} = C_{int} \cdot [T_{sal;GC} - T_{ent;GC;2;sucio}] \text{ temperatura de los GC a la entrada del segundo paso por tubos del intercambiador de calor con suciedad}$$

$$q_{max;2;sucio} = C_{int} \cdot [T_{ent;GC;2;sucio} - T_{sal;agua;1;sucio}] \text{ ecuación de cálculo del calor máximo que puede intercambiarse en el intercambiador de calor con suciedad}$$

$$\epsilon_{2;sucio} = \frac{q_{2;sucio}}{q_{max;2;sucio}} \text{ ecuación de cálculo del calor real intercambiado en el intercambiador de calor con suciedad; kW}$$

$$q_{2;sucio} = C_{ext} \cdot [T_{sal;agua;sucio} - T_{sal;agua;1;sucio}] \text{ temperatura del agua a la salida de la caldera con suciedad; °C}$$

$$q_{2;sucio} = C_{int} \cdot [T_{ent;GC;2;sucio} - T_{sal;humos;sucio}] \text{ temperatura de los GC o humos a la salida de la caldera con suciedad; °C}$$

$$Q_{total;sucio} = \frac{Q_{rad}}{1000} + q_{1;sucio} + q_{2;sucio} \text{ calor total o potencia total cedida por la caldera con suciedad; kW}$$

$$\eta_{real;sucio} = \frac{Q_{total;sucio}}{PCI \cdot m_{comb}} \text{ cálculo del rendimiento real de la caldera con suciedad}$$

SOLUTION

Unit Settings: SI C kPa kJ mass deg

$\alpha_{gs} = 0,7469$
 $A_{ext,1} = 10,4$
 $A_{int,1} = 9,139$
 $C = 0,5222$
 $C_{cam} = 0,8385$
 $C_{ext} = 7,171$
 $C_{p,agua} = 4,23$
 $C_{p,CO2} = 0,3275$
 $C_{p,GC} = 0,3348$
 $C_{p,H2O} = 0,6775$
 $C_{p,N2} = 0,3068$
 $C_{p,O2} = 0,2722$
 $C_{p,SO2} = 0,2173$
 $C_r = 0,05238$
 $D_{tubos,int} = 0,053$
 $\varepsilon_{1,sucio} = 0,4146$
 $\varepsilon_{2,sucio} = 0,5595$
 $\varepsilon_s = 0,0885$
 $\eta_{real} = 0,8406$
 $GS = 0,3821$
 $h_{agua,130} = 546,8$
 $h_{cam} = 0,0865$
 $h_{conv,int} = 31,92$
 $i = 6510$
 $k_{agua} = 0,668$
 $k_{GC} = 0,06008$
 $k_{N2} = 0,05782$
 $k_{SO2} = 1$
 $l_{tubos,1} = 1,663$
 $M = 0,033$
 $\mu_{CO2} = 0,00003654$
 $\mu_{H2O} = 0,00003147$
 $\mu_{O2} = 0,00004396$
 $m_{agua} = 1,695$
 $m_{comb} = 123,3$
 $N = 0,00272$
 $NTU_{1,sucio} = 0,5433$
 $NTU_{2,sucio} = 0,839$
 $Nusselt_{D,int} = 28,16$
 $N_2 = 38$
 $\eta_{pi} = 3,142$
 $O = 0,4071$
 $Pr_{agua} = 1,616$
 $Pr_{GC} = 0,7457$
 $Pr_{N2} = 0,7295$
 $Pr_s = 1,616$
 $P_{atm} = 101,3$
 $P_{util} = 500$
 $q_{1,sucio} = 135,8$
 $q_{2,sucio} = 103,3$
 $Q_{ent} = 4027$
 $q_{max,1,sucio} = 327,5$
 $q_{max,2,sucio} = 184,6$
 $Q_{total} = 477,6$
 $Re_{ext} = 5885$
 $p_{agua} = 951,4$
 $\rho_{CO2,1} = 3,423$
 $\rho_{CO2,3} = 7,994$
 $\rho_{GC,1} = 2,272$
 $A_{cam} = 4,666$
 $A_{ext,2} = 16,18$
 $A_{int,2} = 14,22$
 $C_{2,conv} = 0,95$
 $C_{conv} = 0,27$
 $C_{int} = 0,3756$
 $C_{p,aire} = 1,007$
 $C_{p,CO2,2} = 1,188$
 $C_{p,GC,2} = 1,214$
 $C_{p,H2O,2} = 2,201$
 $C_{p,N2,2} = 1,134$
 $C_{p,O2,2} = 1,06$
 $C_{p,SO2,2} = 0,8312$
 $D_{tubos,ext} = 0,0603$
 $\varepsilon_1 = 0,4966$
 $\varepsilon_2 = 0,6483$
 $\varepsilon_g = 0,5232$
 $\eta_{cald} = 0,88$
 $\eta_{real,sucio} = 0,7967$
 $H = 0,06794$
 $h_{agua,60} = 251,8$
 $h_{conv,ext} = 800,8$
 $h_{GC} = 1482$
 $K_{acero} = 48$
 $k_{CO2} = 0,0599$
 $k_{H2O} = 0,07648$
 $k_{O2} = 0,06273$
 $l_{cam} = 2,092$
 $l_{tubos,2} = 2,248$
 $\mu_{agua} = 0,0002552$
 $\mu_{GC} = 0,00003705$
 $\mu_{N2} = 0,0000372$
 $\mu_{SO2} = 0,00003364$
 $m_{cam} = 0,8385$
 $m_{conv} = 0,63$
 $NTU_1 = 0,6995$
 $NTU_2 = 1,078$
 $Nusselt_{D,ext} = 72,29$
 $N_1 = 33$
 $\eta_{aire} = 0,2$
 $N_T = 11$
 $PCI = 4,609$
 $Pr_{CO2} = 0,7245$
 $Pr_{H2O} = 0,9056$
 $Pr_{O2} = 0,7427$
 $Pr_{SO2} = 0,02796$
 $P_{cald} = 800$
 $q_1 = 162,6$
 $q_2 = 101,4$
 $Q_{conv} = 0$
 $q_{max,1} = 327,5$
 $q_{max,2} = 156,3$
 $Q_{rad} = 213608$
 $Q_{total,sucio} = 452,7$
 $Re_{int} = 8084$
 $\rho_{CO2} = 5,012$
 $\rho_{CO2,2} = 5,277$
 $\rho_{GC} = 3,324$
 $\rho_{GC,2} = 3,499$

$\rho_{GC,3} = 5,285$
 $\rho_{H2O,1} = 1,405$
 $\rho_{H2O,3} = 3,348$
 $\rho_{N2,1} = 2,178$
 $\rho_{N2,3} = 5,05$
 $\rho_{O2,1} = 2,489$
 $\rho_{O2,3} = 5,778$
 $\rho_{SO2,1} = 4,984$
 $\rho_{SO2,3} = 11,78$
 $R_{2,e} = 0,0007031$
 $R_{cond,1} = 0,0002573$
 $S = 0,000062$
 $\sigma = 5,670E-08$ [W/m²-K⁴]
 $\theta = 118,4$
 $T_{aire} = 25$
 $T_{ent,GC,2} = 528,7$
 $T_{GC} = 1773$
 $T_{med,agua} = 109,9$
 $T_{ref} = 273,2$ [K]
 $T_{sal,agua,1} = 112,5$
 $T_{sal,agua,sucio} = 123,1$
 $T_{sal,humos} = 258,8$
 $T_{sup} = 333,2$
 $UA_1 = 262,8$
 $UA_2 = 404,8$
 $vel_{GC,1} = 1,863$
 $vel_{GC,3} = 0,6948$
 $V_{agua,max} = 0,02618$
 $VC_{O2,1} = 68,97$
 $VC_{O2,3} = 29,53$
 $V_{GC,1} = 488,2$
 $V_{GC,3} = 209,7$
 $V_{H2O,2} = 34,69$
 $V_{max} = 1,7$
 $V_{N2,2} = 225,1$
 $V_{O2,1} = 19,18$
 $V_{O2,3} = 8,263$
 $V_{SO2,2} = 0,00192$
 $\rho_{H2O} = 2,063$
 $\rho_{H2O,2} = 2,173$
 $\rho_{N2} = 3,184$
 $\rho_{N2,2} = 3,351$
 $\rho_{O2} = 3,64$
 $\rho_{O2,2} = 3,831$
 $\rho_{SO2} = 7,313$
 $\rho_{SO2,2} = 7,704$
 $R_{1,e} = 0,001094$
 $R_{cam} = 0,488$
 $R_{cond,2} = 0,0001903$
 $SG = 0,4009$
 $ST = 0,06402$
 $T_{agua} = 60$
 $T_{ent,agua} = 89,79$
 $T_{ent,GC,2,sucio} = 600,2$
 $T_{il} = 1699$
 $T_{med,GC} = 570,9$
 $T_{sal,agua} = 126,6$
 $T_{sal,agua,1,sucio} = 108,7$
 $T_{sal,GC} = 961,7$
 $T_{sal,humos,sucio} = 325,2$
 $T_{sup,tubos} = 109,9$
 $UA_{1,sucio} = 204,1$
 $UA_{2,sucio} = 315,1$
 $vel_{GC,2} = 1,21$
 $vol_{GC} = 6,988$
 $V_{aire} = 6,117$
 $VC_{O2,2} = 44,74$
 $V_{GC} = 861,5$
 $V_{GC,2} = 317$
 $V_{H2O,1} = 53,67$
 $V_{H2O,3} = 22,51$
 $V_{N2,1} = 346,4$
 $V_{N2,3} = 149,4$
 $V_{O2,2} = 12,46$
 $V_{SO2,1} = 0,002968$
 $V_{SO2,3} = 0,001256$

67 potential unit problems were detected.

SOLUTION

Unit Settings: SI C kPa kJ mass deg

$\alpha_{gs} = 0,6658$
 $A_{ext,1} = 10,4$
 $A_{int,1} = 9,139$
 $C = 0,5079$
 $C_{cam} = 0,8385$
 $C_{ext} = 7,194$
 $C_{p,agua} = 4,244$
 $C_{p,CO2} = 0,3315$
 $C_{p,GC} = 0,3387$
 $C_{p,H2O} = 0,7024$
 $C_{p,N2} = 0,3107$
 $C_{p,O2} = 0,273$
 $C_{p,SO2} = 0,2191$
 $C_r = 0,04186$
 $D_{tubos,int} = 0,053$
 $\varepsilon_{1,sucio} = 0,4988$
 $\varepsilon_{2,sucio} = 0,6522$
 $\varepsilon_s = 0,0885$
 $\eta_{real} = 0,9079$
 $GS = 0,3744$
 $h_{agua,130} = 546,8$
 $h_{cam} = 0,0865$
 $h_{conv,int} = 33,5$
 $i = 7416$
 $k_{agua} = 0,6692$
 $k_{GC} = 0,0554$
 $k_{N2} = 0,05394$
 $k_{SO2} = 1$
 $l_{tubos,1} = 1,663$
 $M = 0,1312$
 $\mu_{CO2} = 0,00003403$
 $\mu_{H2O} = 0,00002835$
 $\mu_{O2} = 0,00004125$
 $m_{agua} = 1,695$
 $m_{comb} = 108,6$
 $N = 0,0048$
 $NTU_{1,sucio} = 0,7014$
 $NTU_{2,sucio} = 1,083$
 $Nusselt_{D,int} = 32,05$
 $N_2 = 38$
 $\eta_{pi} = 3,142$
 $O = 0,4274$
 $Pr_{agua} = 1,5$
 $Pr_{GC} = 0,7405$
 $Pr_{N2} = 0,7228$
 $Pr_s = 1,5$
 $P_{atm} = 101,3$
 $P_{util} = 500$
 $q_{1,sucio} = 105,6$
 $q_{2,sucio} = 66,31$
 $Q_{ent} = 4622$
 $q_{max,1,sucio} = 211,7$
 $q_{max,2,sucio} = 101,7$
 $Q_{total} = 515,9$
 $Re_{ext} = 6348$
 $p_{agua} = 945,1$
 $\rho_{CO2,1} = 3,907$
 $\rho_{CO2,3} = 9,161$
 $\rho_{GC,1} = 2,605$
 $A_{cam} = 4,666$
 $A_{ext,2} = 16,18$
 $A_{int,2} = 14,22$
 $C_{2,conv} = 0,95$
 $C_{conv} = 0,27$
 $C_{int} = 0,3011$
 $C_{p,aire} = 1,007$
 $C_{p,CO2,2} = 1,159$
 $C_{p,GC,2} = 1,189$
 $C_{p,H2O,2} = 2,158$
 $C_{p,N2,2} = 1,116$
 $C_{p,O2,2} = 1,045$
 $C_{p,SO2,2} = 0,8172$
 $D_{tubos,ext} = 0,0603$
 $\varepsilon_1 = 0,5909$
 $\varepsilon_2 = 0,7427$
 $\varepsilon_g = 0,4619$
 $\eta_{cald} = 0,88$
 $\eta_{real,sucio} = 0,884$
 $H = 0,0595$
 $h_{agua,60} = 251,8$
 $h_{conv,ext} = 819,3$
 $h_{GC} = 1224$
 $K_{acero} = 48$
 $k_{CO2} = 0,05442$
 $k_{H2O} = 0,06673$
 $k_{O2} = 0,05821$
 $l_{cam} = 2,092$
 $l_{tubos,2} = 2,248$
 $\mu_{agua} = 0,0002366$
 $\mu_{GC} = 0,00003472$
 $\mu_{N2} = 0,00003494$
 $\mu_{SO2} = 0,00003115$
 $m_{cam} = 0,8385$
 $m_{conv} = 0,63$
 $NTU_1 = 0,9122$
 $NTU_2 = 1,405$
 $Nusselt_{D,ext} = 73,82$
 $N_1 = 33$
 $\eta_{aire} = 0,2$
 $N_T = 11$
 $PCI = 5,23$
 $Pr_{CO2} = 0,7249$
 $Pr_{H2O} = 0,9169$
 $Pr_{O2} = 0,7403$
 $Pr_{SO2} = 0,02544$
 $P_{cald} = 800$
 $q_1 = 125,1$
 $q_2 = 60,42$
 $Q_{conv} = 0$
 $q_{max,1} = 211,7$
 $q_{max,2} = 81,35$
 $Q_{rad} = 330367$
 $Q_{total,sucio} = 502,3$
 $Re_{int} = 9529$
 $\rho_{CO2} = 5,514$
 $\rho_{CO2,2} = 6,357$
 $\rho_{GC} = 3,672$
 $\rho_{GC,2} = 4,23$

$\rho_{GC,3} = 6,074$
 $\rho_{H2O,1} = 1,604$
 $\rho_{H2O,3} = 3,908$
 $\rho_{N2,1} = 2,484$
 $\rho_{N2,3} = 5,767$
 $\rho_{O2,1} = 2,84$
 $\rho_{O2,3} = 6,6$
 $\rho_{SO2,1} = 5,691$
 $\rho_{SO2,3} = 13,6$
 $R_{2,e} = 0,0007031$
 $R_{cond,1} = 0,0002573$
 $S = 0,0004$
 $\sigma = 5,670E-08$ [W/m²-K⁴]
 $\theta = 118,4$
 $T_{aire} = 25$
 $T_{ent,GC,2} = 393,5$
 $T_{GC} = 1987$
 $T_{med,agua} = 118$
 $T_{ref} = 273,2$ [K]
 $T_{sal,agua,1} = 123,3$
 $T_{sal,agua,sucio} = 129,8$
 $T_{sal,humos} = 192,8$
 $T_{sup} = 333,2$
 $UA_1 = 274,7$
 $UA_2 = 422,9$
 $vel_{GC,1} = 1,329$
 $vel_{GC,3} = 0,4938$
 $V_{agua,max} = 0,02635$
 $VC_{O2,1} = 51,79$
 $VC_{O2,3} = 22,09$
 $V_{GC,1} = 348,2$
 $V_{GC,3} = 149$
 $V_{H2O,2} = 22,13$
 $V_{max} = 1,7$
 $V_{N2,2} = 151,8$
 $V_{O2,1} = 14,01$
 $V_{O2,3} = 6,027$
 $V_{SO2,2} = 0,009339$
 $\rho_{H2O} = 2,272$
 $\rho_{H2O,2} = 2,629$
 $\rho_{N2} = 3,5$
 $\rho_{N2,2} = 4,03$
 $\rho_{O2} = 4,002$
 $\rho_{O2,2} = 4,608$
 $\rho_{SO2} = 8,054$
 $\rho_{SO2,2} = 9,306$
 $R_{1,e} = 0,001094$
 $R_{cam} = 0,488$
 $R_{cond,2} = 0,0001903$
 $SG = 0,3954$
 $ST = 0,06402$
 $T_{agua} = 60$
 $T_{ent,agua} = 105,9$
 $T_{ent,GC,2,sucio} = 458,3$
 $T_{il} = 2014$
 $T_{med,GC} = 494,5$
 $T_{sal,agua} = 131,7$
 $T_{sal,agua,1,sucio} = 120,6$
 $T_{sal,GC} = 808,9$
 $T_{sal,humos,sucio} = 238$
 $T_{sup,tubos} = 118$
 $UA_{1,sucio} = 211,2$
 $UA_{2,sucio} = 326$
 $vel_{GC,2} = 0,8178$
 $vol_{GC} = 6,437$
 $V_{aire} = 5,614$
 $VC_{O2,2} = 31,83$
 $V_{GC} = 699,3$
 $V_{GC,2} = 214,4$
 $V_{H2O,1} = 36,26$
 $V_{H2O,3} = 14,89$
 $V_{N2,1} = 246,1$
 $V_{N2,3} = 106$
 $V_{O2,2} = 8,632$
 $V_{SO2,1} = 0,01527$
 $V_{SO2,3} = 0,006392$

67 potential unit problems were detected.

SOLUTION

Unit Settings: SI C kPa kJ mass deg

$\alpha_{gs} = 0,5572$
 $A_{ext,1} = 10,4$
 $A_{int,1} = 9,139$
 $C = 0,5234$
 $C_{cam} = 0,8385$
 $C_{ext} = 7,196$
 $C_{p,agua} = 4,245$
 $C_{p,CO2} = 0,3329$
 $C_{p,GC} = 0,339$
 $C_{p,H2O} = 0,7113$
 $C_{p,N2} = 0,312$
 $C_{p,O2} = 0,2732$
 $C_{p,SO2} = 0,2198$
 $C_r = 0,04023$
 $D_{tubos,int} = 0,053$
 $\varepsilon_{1,sucio} = 0,5146$
 $\varepsilon_{2,sucio} = 0,6688$
 $\varepsilon_s = 0,0885$
 $\eta_{real} = 0,9144$
 $GS = 0,3622$
 $h_{agua,130} = 546,8$
 $h_{cam} = 0,0865$
 $h_{conv,int} = 33,8$
 $i = 7824$
 $k_{agua} = 0,6694$
 $k_{GC} = 0,05481$
 $k_{N2} = 0,0534$
 $k_{SO2} = 1$
 $l_{tubos,1} = 1,663$
 $M = 0$
 $\mu_{CO2} = 0,00003368$
 $\mu_{H2O} = 0,00002793$
 $\mu_{O2} = 0,00004087$
 $m_{agua} = 1,695$
 $m_{comb} = 102,2$
 $N = 0,0035$
 $NTU_{1,sucio} = 0,734$
 $NTU_{2,sucio} = 1,133$
 $Nusselt_{D,int} = 32,69$
 $N_2 = 38$
 $\eta_{pi} = 3,142$
 $O = 0,4066$
 $Pr_{agua} = 1,487$
 $Pr_{GC} = 0,7391$
 $Pr_{N2} = 0,7219$
 $Pr_s = 1,487$
 $P_{atm} = 101,3$
 $P_{util} = 500$
 $q_{1,sucio} = 101,3$
 $q_{2,sucio} = 61,2$
 $Q_{ent} = 4823$
 $q_{max,1,sucio} = 196,9$
 $q_{max,2,sucio} = 91,51$
 $Q_{total} = 519,5$
 $Re_{ext} = 6405$
 $\rho_{agua} = 944,3$
 $\rho_{CO2,1} = 3,983$
 $\rho_{CO2,3} = 9,326$
 $\rho_{GC,1} = 2,662$
 $A_{cam} = 4,666$
 $A_{ext,2} = 16,18$
 $A_{int,2} = 14,22$
 $C_{2,conv} = 0,95$
 $C_{conv} = 0,27$
 $C_{int} = 0,2895$
 $C_{p,aire} = 1,007$
 $C_{p,CO2,2} = 1,155$
 $C_{p,GC,2} = 1,182$
 $C_{p,H2O,2} = 2,153$
 $C_{p,N2,2} = 1,113$
 $C_{p,O2,2} = 1,042$
 $C_{p,SO2,2} = 0,8151$
 $D_{tubos,ext} = 0,0603$
 $\varepsilon_1 = 0,6082$
 $\varepsilon_2 = 0,7588$
 $\varepsilon_g = 0,3872$
 $\eta_{cald} = 0,88$
 $\eta_{real,sucio} = 0,893$
 $H = 0,0577$
 $h_{agua,60} = 251,8$
 $h_{conv,ext} = 821,5$
 $h_{GC} = 1190$
 $K_{acero} = 48$
 $k_{CO2} = 0,05366$
 $k_{H2O} = 0,06544$
 $k_{O2} = 0,05758$
 $l_{cam} = 2,092$
 $l_{tubos,2} = 2,248$
 $\mu_{agua} = 0,0002345$
 $\mu_{GC} = 0,0000344$
 $\mu_{N2} = 0,00003463$
 $\mu_{SO2} = 0,0000308$
 $m_{cam} = 0,8385$
 $m_{conv} = 0,63$
 $NTU_1 = 0,9564$
 $NTU_2 = 1,473$
 $Nusselt_{D,ext} = 74$
 $N_1 = 33$
 $\eta_{aire} = 0,2$
 $N_T = 11$
 $PCI = 5,56$
 $Pr_{CO2} = 0,7249$
 $Pr_{H2O} = 0,9186$
 $Pr_{O2} = 0,7399$
 $Pr_{SO2} = 0,02509$
 $P_{cald} = 800$
 $q_1 = 119,8$
 $q_2 = 54,9$
 $Q_{conv} = 0$
 $q_{max,1} = 196,9$
 $q_{max,2} = 72,34$
 $Q_{rad} = 344878$
 $Q_{total,sucio} = 507,4$
 $Re_{int} = 9774$
 $\rho_{CO2} = 5,59$
 $\rho_{CO2,2} = 6,546$
 $\rho_{GC} = 3,731$
 $\rho_{GC,2} = 4,365$

$\rho_{GC,3} = 6,196$
 $\rho_{H2O,1} = 1,636$
 $\rho_{H2O,3} = 3,993$
 $\rho_{N2,1} = 2,533$
 $\rho_{N2,3} = 5,868$
 $\rho_{O2,1} = 2,895$
 $\rho_{O2,3} = 6,716$
 $\rho_{SO2,1} = 5,803$
 $\rho_{SO2,3} = 13,86$
 $R_{2,e} = 0,0007031$
 $R_{cond,1} = 0,0002573$
 $S = 0,0015$
 $\sigma = 5,670E-08$ [W/m²-K⁴]
 $\theta = 118,4$
 $T_{aire} = 25$
 $T_{ent,GC,2} = 374,4$
 $T_{GC} = 2025$
 $T_{med,agua} = 119$
 $T_{ref} = 273,2$ [K]
 $T_{sal,agua,1} = 124,6$
 $T_{sal,agua,sucio} = 130,5$
 $T_{sal,humos} = 184,8$
 $T_{sup} = 333,2$
 $UA_1 = 276,9$
 $UA_2 = 426,4$
 $vel_{GC,1} = 1,257$
 $vel_{GC,3} = 0,4681$
 $V_{agua,max} = 0,02638$
 $vc_{O2,1} = 49,23$
 $vc_{O2,3} = 21,03$
 $v_{GC,1} = 329,5$
 $v_{GC,3} = 141,3$
 $v_{H2O,2} = 19,58$
 $V_{max} = 1,7$
 $vn_{2,2} = 143,3$
 $vo_{2,1} = 13,12$
 $vo_{2,3} = 5,657$
 $vso_{2,2} = 0,03197$
 $\rho_{H2O} = 2,305$
 $\rho_{H2O,2} = 2,71$
 $\rho_{N2} = 3,548$
 $\rho_{N2,2} = 4,148$
 $\rho_{O2} = 4,057$
 $\rho_{O2,2} = 4,744$
 $\rho_{SO2} = 8,167$
 $\rho_{SO2,2} = 9,589$
 $R_{1,e} = 0,001094$
 $R_{cam} = 0,488$
 $R_{cond,2} = 0,0001903$
 $SG = 0,3858$
 $ST = 0,06402$
 $T_{agua} = 60$
 $T_{ent,agua} = 107,9$
 $T_{ent,GC,2,sucio} = 438,1$
 $T_{il} = 2152$
 $T_{med,GC} = 484$
 $T_{sal,agua} = 132,2$
 $T_{sal,agua,1,sucio} = 122$
 $T_{sal,GC} = 788,1$
 $T_{sal,humos,sucio} = 226,7$
 $T_{sup,tubos} = 119$
 $UA_{1,sucio} = 212,5$
 $UA_{2,sucio} = 328$
 $vel_{GC,2} = 0,7664$
 $vol_{GC} = 6,613$
 $V_{aire} = 5,809$
 $vc_{O2,2} = 29,96$
 $v_{GC} = 675,8$
 $v_{GC,2} = 200,9$
 $v_{H2O,1} = 32,44$
 $v_{H2O,3} = 13,29$
 $vn_{2,1} = 234,6$
 $vn_{2,3} = 101,3$
 $vo_{2,2} = 8,008$
 $vso_{2,1} = 0,05283$
 $vso_{2,3} = 0,02212$

67 potential unit problems were detected.

MSF Motoreductores de vis sin fin

MSF Series worm geared motors

Breve introducción

Brief introduction

Los reductores de vis sin fin de la serie **SF – MSF** son una nueva generación de productos desarrollados por nuestra compañía sobre la base de un compromiso de satisfacción a las exigencias de nuestros clientes, se caracterizan por un cinematismo compuesto por un vis de acero cementado y rectificado y una corona fabricada con una aleación de bronce sobre un núcleo de hierro fundido esferoidal.

La serie está compuesta por 9 tamaños con relaciones de reducción entre 1:7.5 hasta 1:100, se fabrican con carcasa de aluminio hasta el modelo 90 y en fundición gris las carcasas de los modelos 110 y 130.

Complementan la gama 3 tamaños de pre-reducciones de un tren de engranajes helicoidales **PR**, motoreductores combinados con doble reductor, ejes de salida simples, dobles y brazos de reacción.

*Worm gear speed reducers type **SF – MSF** range is a brand new product generation of products developed by our company. They are characterized by a kinematic motion made of a casehardened and tempered steel worm with a ground thread and a wheel made out of a spheroidal graphite cast iron hub with addition of bronze.*

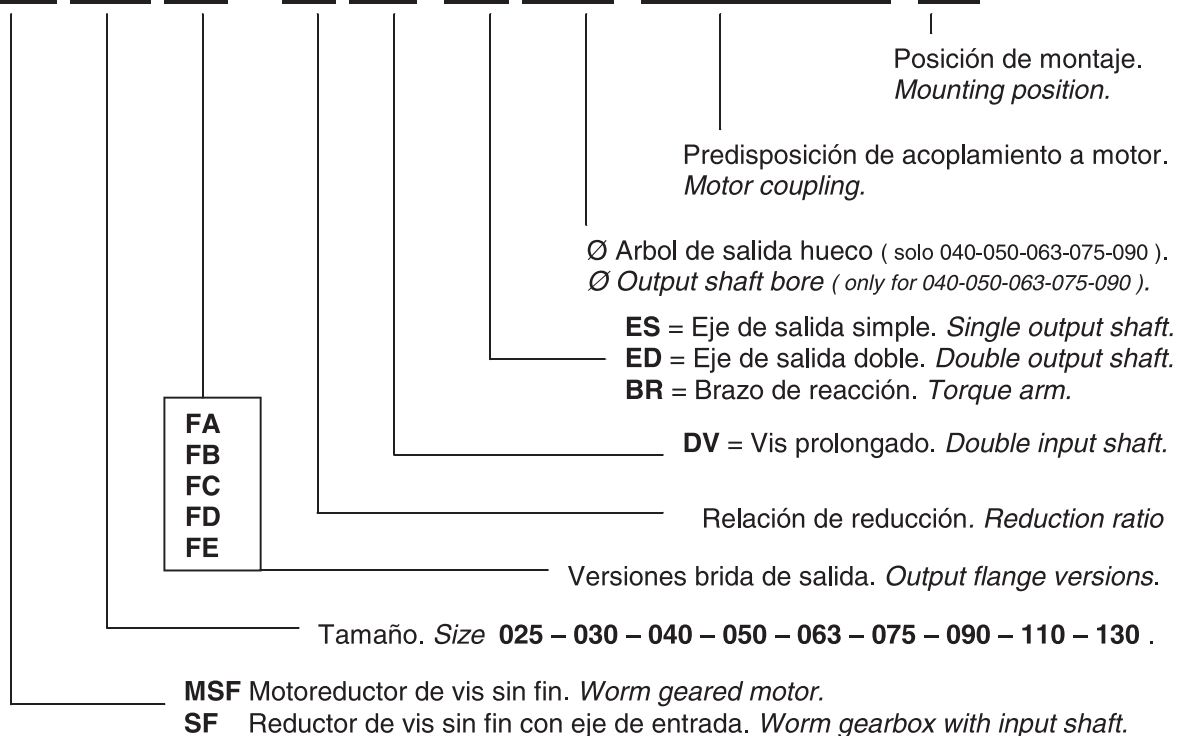
*The **SF – MSF** series are made up for 9 sizes with ratios from 1:7.5 until 1:100, are manufactured in die-cast aluminium frame up to the model 90 and in grey cast iron sizes 110 and 130.*

*As an extension range we have available 3 sizes of pre-stage helical units **PR**, combination of double worm gearmotors, single and double output shafts and torque arms.*

Designación

Designation

MSF 063 FA – 30 DV ES Ø25 PAM80B14 B3



Prestaciones de los motoredutores de vis sin fin
Worm geared motors performances

Motor Kw	n2 rpm	i	M2 Nm	f.s	Tipo Type			
0.06	4P n1= 1400	186	7.5	2.6	4.2	MSF 025		
		140	10	3.4	3.5			
		94	15	4.9	2.5			
		70	20	6.1	2.0			
		47	30	8.2	1.6			
		35	40	10.2	1.3			
		28	50	11.3	0.9			
		24	60	11	0.7			
		24	60	12.5	1.3		MSF 030	
		18	80	13.5	0.9			
0.09	2P n1= 2800	374	7.5	2.0	3.9	MSF 025		
		280	10	2.6	3.4			
		186	15	3.8	2.4			
	4P n1= 1400	186	7.5	3.9	2.8			
		140	10	5.1	2.4			
		94	15	7.3	1.6			
		70	20	9.2	1.3			
		47	30	12.3	1.1			
		35	40	13	0.9			
		186	7.5	3.9	4.6		MSF 030	
		140	10	5.0	3.6			
		94	15	7.1	2.5			
		70	20	9.0	2.0			
	56	25	10.4	2.8				
	47	30	12	1.1				
	35	40	14.5	1.2				
	28	50	16.9	1.0				
	24	60	16.9	0.9				
	6P n1= 900	28	50	19	2.0			MSF 040
		24	60	21.4	1.7			
		18	80	25.5	1.3			
		14	100	28.9	1.0			
		120	7.5	5.9	3.4		MSF 030	
		11 9 11 9	80	37	1.0		MSF 040	
100			41	0.8	MSF 040			
80			37	1.8	MSF 050			
100	42		1.3	MSF 050				
0.12	2P n1=2800	373	7.5	2.7	3.0	MSF 025		
		280	10	3.5	2.6			
		186	15	5.0	1.8			
	4P n1=1400	186	7.5	5.2	3.4		MSF 030	
		140	10	6.7	2.7			
		94	15	9.5	1.9			
		70	20	12	1.5			
		56	25	13.9	1.5			
		47	30	16	1.3			
		35	40	17	0.9			
		47	30	17.2	2.6			MSF 040
		35	40	21.3	1.9			
		28	50	25.4	1.5			
	24	60	28.5	1.3				
	18	80	34.1	1.0				
	14	100	38	0.8				
	24	60	29	2.3	MSF 050			
	18	80	34.7	1.9				
	14	100	40.1	1.4				
	120	7.5	7.9	2.5			MSF 030	
	6P n1=900	60	15	14	1.4		MSF 050	
		15	60	42	1.7			
		11	80	50	1.4			
		9	100	56	1.0			

Motor Kw	n2 rpm	i	M2 Nm	f.s	Tipo Type			
0.18	2P n1= 2800	374	7.5	4.0	3.2	MSF 030		
		280	10	5.2	2.5			
		186	15	7.5	1.7			
	4P n1= 1400	186	7.5	8.0	2.3			
		140	10	10	1.8			
		94	15	14	1.3			
		70	20	18	1.0			
		56	25	20	1.0			
		70	20	19	2.0		MSF 040	
		56	25	23	1.7			
		47	30	26	1.7			
		35	40	32	1.3			
		28	50	38	1.0			
	24	60	43	0.8				
	35	40	32	2.3	MSF 050			
	28	50	38	1.9				
	24	60	43	1.6				
	18	80	53	1.2				
	14	100	55	0.9				
	6P n1= 900	18	50	56			1.4	MSF 050
		15	60	63			1.1	
		11	80	75			0.9	
		9	100	90	1.4			
	0.25	2P n1= 2800	374	7.5	5.6		2.3	MSF 030
280			10	7.2	1.8			
186			15	10	1.3			
4P n1= 1400		186	7.5	11	3.6	MSF 040		
		140	10	14	2.8			
		94	15	20	1.9			
		70	20	26	1.5			
		56	25	31	1.2			
		47	30	36	1.3			
		35	40	44	0.9			
		70	20	26	2.7		MSF 050	
		56	25	32	2.2			
		47	30	36	2.3			
35		40	45	1.7				
28		50	53	1.4				
24		60	60	1.1				
18		80	65	0.9				
24		60	63	2.0	MSF 063			
18		80	77	1.6				
14		100	85	1.4				
120		7.5	17	2.6		MSF 040		
6P n1= 900		15	60	92	1.5	MSF 063		
		11	80	110	1.2			
		9	100	125	1.0			
	373	7.5	8.4	3.3	MSF 040			
280	10	11	2.6					
186	15	16	1.9					
4P n1= 1400	186	7.5	16	2.4		MSF 040		
	140	10	21	1.9				
	94	15	30	1.3				
	70	20	39	1.0				
	56	25	47	0.8				
	94	15	31	2.4			MSF 050	
	70	20	39	1.8				
	56	25	47	1.5				
	47	30	54	1.5				
	35	40	66	1.1				



Prestaciones de los motoredutores de vis sin fin
Worm geared motors performances

Motor		n2	i	M2	f.s	Tipo	
Kw		rpm		Nm		Type	
0.37	4P n1= 1400	28	50	73	0.9	MSF 050	
		24	60	89	0.8		
		35	40	70	2.1	MSF 063	
		28	50	83	1.6		
		24	60	95	1.4		
		18	80	114	1.1		
	14	100	118	0.9			
	24	60	98	2.0	MSF 075		
	18	80	121	1.6			
	14	100	139	1.3			
	6P n1= 900	120	7.5	25	3.3	MSF 050	
		15	60	137	1.0	MSF 063	
15		60	144	1.5	MSF 075		
11	80	173	1.2				
9	100	196	1.0				
0.55	2P n1= 2800	374	7.5	13	2.2	MSF 040	
		280	10	17	1.8		
		186	15	24	1.5		
	4P n1= 1400	186	7.5	25	2.9	MSF 050	
		140	10	32	2.2		
		94	15	46	1.6		
		70	20	60	1.2		
		56	25	71	1.0		
		47	30	81	1.0		
		70	20	60	2.2	MSF 063	
		56	25	72	1.8		
		47	30	80	1.9		
		35	40	104	1.4		
		28	50	123	1.1		
		24	60	140	0.9		
	4P n1= 1400	35	40	108	2.0	MSF 075	
		28	50	129	1.6		
		24	60	146	1.4		
		18	80	180	1.1		
		14	100	206	0.9		
		18	80	189	1.5		MSF 090
	14	100	221	1.2			
	4P n1= 1400	18	80	201	2.4	MSF 110	
		14	100	236	1.9		
		120	7.5	38	2.2	MSF 050	
		6P n1= 900	18	50	187	1.2	MSF 075
	15		60	214	1.0	MSF 090	
	15		60	224	1.6		
	11		80	275	1.1		
	9		100	315	0.9	MSF 110	
11	80	294	1.8				
9	100	338	1.4				
0.75	2P n1=2800	373	7.5	17	3.0	MSF 050	
		280	10	23	2.4		
		186	15	33	1.7		
	4P n1=1400	186	7.5	34	2.1	MSF 050	
		140	10	44	1.6		
		94	15	63	1.2		
		70	20	81	0.9		
		94	15	63	2.2		MSF 063
		70	20	82	1.6		
		56	25	99	1.3		
		47	30	109	1.4		
		35	40	143	1.0		
		47	30	116	2.0	MSF 075	
		35	40	147	1.4		
		28	50	176	1.2		
	24	60	200	1.0			

Motor		n2	i	M2	f.s	Tipo	
Kw		rpm		Nm		Type	
0.75	4P n1= 1400	28	50	184	1.8	MSF 090	
		24	60	212	1.5		
		18	80	257	1.1		
		14	100	270	0.9		
		18	80	274	1.8		
		14	100	322	1.4		
	6P n1= 900	120	7.5	52	2.9	MSF 063	
		18	50	271	1.4	MSF 090	
		15	60	306	1.1		
		15	60	325	1.9	MSF 110	
		11	80	401	1.3		
		9	100	462	1.1		
1.10	2P n1= 2800	374	7.5	25	2.1	MSF 050	
		280	10	33	1.6		
		186	15	48	1.2		
	4P n1= 1400	186	7.5	49	2.6	MSF 063	
		140	10	65	2.0		
		94	15	93	1.5		
		70	20	121	1.1		
		56	25	149	0.9		
		47	30	167	1.0		
		70	20	122	1.7	MSF 075	
		56	25	149	1.3		
		47	30	170	1.3		
		35	40	216	1.0		
		35	40	225	1.6		MSF 090
		28	50	271	1.3		
	24	60	311	1.0	MSF 110		
	24	60	324	1.7			
	18	80	410	1.2	MSF 130		
	14	100	480	1.5			
	6P n1= 900	120	7.5	76	2.0	MSF 063	
		18	50	414	1.6	MSF 110	
		15	60	476	1.3		
		11	80	588	0.9	MSF 130	
		11	80	598	1.4		
		9	100	689	1.1		
	1.50	2P n1= 2800	374	7.5	35	2.7	MSF 063
			280	10	46	2.1	
			186	15	66	1.6	
		4P n1= 1400	186	7.5	68	1.9	MSF 075
			140	10	89	1.5	
94			15	127	1.1		
70			20	166	0.8		
140			10	90	2.2		
94			15	130	1.5		
70			20	167	1.3	MSF 090	
56			25	200	1.0		
47			30	230	1.0		
56			25	209	1.6		
47			30	236	1.7		
35			40	306	1.2		
28		50	369	0.9	MSF 110		
24		60	424	0.8			
28		50	375	1.6			
24	60	442	1.3				
18	80	490	0.9				
24	60	450	1.9	MSF 130			
18	80	547	1.5				
14	100	652	1.1				



Prestaciones de los motoredutores de vis sin fin
Worm geared motors performances

Motor		n2	i	M2	f.s	Tipo
Kw		rpm		Nm		Type
1.50	6P n1= 900	120	7.5	105	2.0	MSF 075
		15	60	649	1.0	MSF 110
		11	80	815	1.1	MSF 130
2.20	2P n1= 2800	374	7.5	51	1.8	MSF 063
		280	10	67	1.5	
		186	15	97	1.1	
	4P n1= 1400	MSF 075	186	7.5	100	1.8
			140	10	132	1.5
			94	15	191	1.0
			186	7.5	101	2.9
			140	10	133	2.3
		MSF 090	94	15	193	1.9
			70	20	251	1.4
			56	25	307	1.1
			47	30	346	1.2
			70	20	256	2.2
		MSF 110	56	25	316	1.9
			47	30	355	1.8
			35	40	462	1.3
			28	50	550	1.1
			24	60	648	0.9
	MSF 130	28	50	567	1.7	
		24	60	660	1.4	
		18	80	803	1.0	
6P n1= 900	MSF 075	120	7.5	156	2.2	
		18	50	840	1.2	
		15	60	966	1.0	
3.00	2P n1=2800	373	7.5	70	1.9	MSF 075
		280	10	92	1.6	MSF 090
		374	7.5	71	3.0	
		280	10	92	2.6	
	MSF 090	186	7.5	138	2.1	
			140	10	187	1.7
			94	15	264	1.4
			70	20	344	1.0
		MSF 110	140	10	182	2.6
			94	15	263	2.2
			70	20	350	1.6
			56	25	431	1.4
			47	30	484	1.3
			35	40	462	1.0
	MSF 130	28	50	767	0.8	
		35	40	631	1.6	
		28	50	773	1.3	
		24	60	884	1.0	
		18	80	1113	0.8	
	6P n1=900	MSF 110	120	7.5	212	2.7
			30	30	745	1.6
22			40	955	1.2	

Motor		n2	i	M2	f.s	Tipo
Kw		rpm		Nm		Type
4.00	2P n1=2800	374	7.5	93	1.4	MSF 075
		280	10	123	1.2	MSF 090
		374	7.5	94	2.2	
	4P n1= 1400	MSF 075	280	10	123	1.9
			186	7.5	182	1.0
			140	10	240	0.8
			186	7.5	184	1.6
			140	10	243	1.3
		MSF 090	94	15	352	1.0
			70	20	458	0.8
			186	7.5	184	2.4
			140	10	243	2.1
			94	15	352	1.6
		MSF 110	70	20	464	1.2
			56	25	573	1.0
			47	30	646	1.0
			56	25	572	1.6
			47	30	655	1.6
	MSF 130	35	40	857	1.2	
		28	50	1023	1.0	
		24	60	1179	0.8	
120		7.5	283	2.0		
45		20	713	1.5		
6P n1= 900	MSF 130	36	25	870	1.2	
		186	7.5	253	1.9	
		140	10	334	1.6	
5.50	4P n1= 1400	94	15	484	1.2	MSF 110
		70	20	638	0.9	
		186	7.5	256	3.0	
		140	10	334	2.5	
		94	15	490	1.9	
	MSF 130	70	20	645	1.4	
		56	25	788	1.2	
		47	30	900	1.2	
		35	40	1171	0.9	
		186	7.5	345	1.4	
	MSF 110	140	10	455	1.1	
		94	15	660	0.9	
		186	7.5	349	2.1	
		140	10	455	1.8	
		94	15	667	1.4	
MSF 130	70	20	880	1.0		
	56	25	1074	0.9		
	47	30	1228	0.8		
	35	40	1596	0.7		
	186	7.5	428	1.8		
9.20	4P n1= 1400	140	10	559	1.5	MSF 130
		94	15	819	1.1	
		70	20	1079	0.8	
		56	25	1318	0.7	



CMP

Ventiladores centrífugos de media presión y simple aspiración con envolvente y turbina en chapa de acero



Rodetes equilibrados dinámicamente con núcleos de gran robustez

Ventilador:

- Envolvente en chapa de acero
- Turbina con álabes hacia delante, en chapa de acero galvanizado
- Modelo CMP 38-2M envolvente en fundición de aluminio

Motor:

- Motores eficiencia IE-2, excepto potencias inferiores a 0,75 kw monofásico y 2 velocidades
- Motores clase F, con rodamientos a bolas, protección IP55, excepto modelos monofásicos protección IP54. Modelo CMP-38 protección IP21
- Monofásicos 230V.-50Hz., y trifásicos 230/400V.-50Hz.(hasta 5,5CV.) y 400/690V.-50Hz.(potencias superiores a 5,5CV.)
- Temperatura máxima del aire a transportar: -20°C.+ 120°C, máximo +100°C modelo CMP-38

Acabado:

- Anticorrosivo en resina de poliéster, polimerizada a 190°C., previo desengrase alcalino y pretratamiento libre de fosfatos

Bajo demanda:

- Bobinados especiales para diferentes tensiones
- Ventilador preparado para transportar aire hasta 250°C
- Ventilador en acero inoxidable
- Certificación ATEX Categoría 2 (ver serie CMP/ATEX)

Código de pedido

CMP — 1128 — 2T — 5,5

CMP: Ventiladores centrífugos de media presión y simple aspiración con envolvente y turbina en chapa de acero

Tamaño turbina

Número de polos motor
 2=2900 r/min. 50 Hz
 4=1400 r/min. 50 Hz
 6=900 r/min. 50 Hz

T=Trifásico
 M=Monofásico

Potencia motor (c.v.)

Características técnicas

Modelo	Velocidad (r/min)	Intensidad máxima admisible (A)			Potencia instalada (kW)	Caudal máximo (m³/h)	Nivel de presión sonora dB(A)	Peso aprox. (Kg)
		230V	400V	690V				
CMP-38-2M/E	2650	0,54			0,01	135	50	2,0
CMP-38-2M	2600	0,54			0,01	160	50	2,0
CMP-512-2T	2850	0,55	0,32		0,08	490	62	4,0
CMP-512-2M	2900	0,60			0,08	490	62	4,0
CMP-512-4T	1440	0,55	0,32		0,05	255	55	3,5
CMP-512-4M	1440	0,60			0,05	255	55	3,5
CMP-514-2T	2850	1,21	0,70		0,18	800	65	5,0
CMP-514-2M	2700	1,80			0,18	800	65	5,0
CMP-514-4T	1440	0,55	0,32		0,08	565	58	4,5
CMP-514-4M	1440	0,60			0,08	565	58	4,5
CMP-616-2T	2740	1,73	1,00		0,55	1380	69	8,0
CMP-616-2M	2760	2,95			0,55	1380	69	9,5
CMP-616-4T	1400	0,65	0,37		0,10	850	61	7,5
CMP-616-4M	1400	0,72			0,10	850	61	7,5
CMP-620-2T	2740	1,73	1,00		0,37	765	68	9,5
CMP-620-2M	2760	2,95			0,37	765	68	10,0
CMP-620-4T	1375	0,69	0,40		0,10	810	61	7,5
CMP-620-4M	1375	0,76			0,10	810	61	7,5
CMP-718-2T	2855	3,00	1,73		0,75	1485	70	12,5

Características técnicas

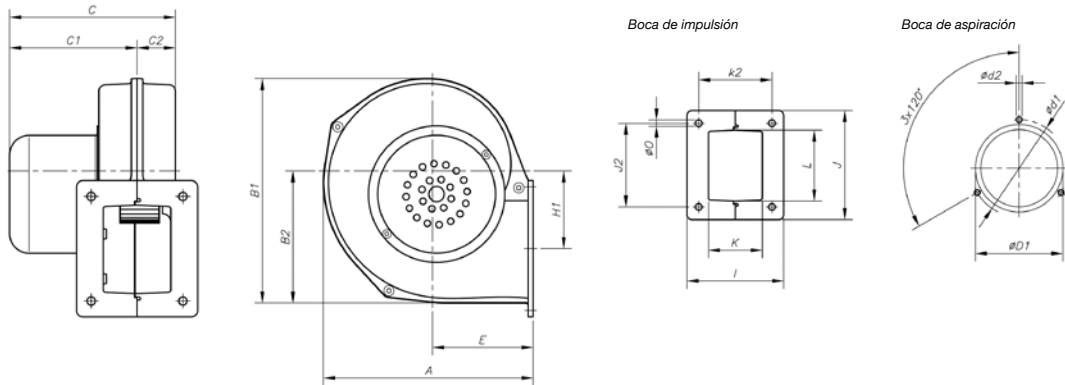
Modelo	Velocidad (r/min)	Intensidad máxima admisible (A)			Potencia instalada (kW)	Caudal máximo (m³/h)	Nivel de presión sonora dB(A)	Peso aprox. (Kg)
		230V	400V	690V				
CMP-718-2M	2750	5,20			0,75	1485	70	12,8
CMP-718-4T	1410	1,32	0,76		0,25	1280	63	9,5
CMP-718-4M	1410	1,40			0,25	1280	63	9,5
CMP-820-2T	2845	4,16	2,40		1,10	1950	73	15,0
CMP-820-2M	2850	7,10			1,10	1950	73	16,0
CMP-820-4T	1350	1,32	0,76		0,25	1670	66	10,0
CMP-820-4M	1400	2,00			0,25	1670	66	10,0
CMP-922-2T-1,5	2845	4,16	2,40		1,10	1650	70	20,0
CMP-922-2T-2	2860	5,63	3,25		1,50	2010	71	23,0
CMP-922-2T-3	2880	7,97	4,60		2,20	2600	74	25,5
CMP-922-4T	1395	2,51	1,45		0,55	2450	66	19,0
CMP-1025-2T-3	2880	7,97	4,60		2,20	2100	73	28,5
CMP-1025-2T-4	2895	10,57	6,10		3,00	2830	77	37,6
CMP-1025-4T	1410	4,59	2,65		1,10	3400	70	38,5
CMP-1128-2T-4	2895	10,57	6,10		3,00	2220	77	41,5
CMP-1128-2T-5,5	2900	13,34	7,70		4,00	3210	81	47,0
CMP-1128-4T	1420	8,49	4,90		2,20	5000	74	39,0
CMP-1128-6T	910	3,91	2,26		0,75	3300	60	28,5
CMP-1231-4T-3	1420	8,49	4,90		2,20	4740	73	47,0
CMP-1231-4T-4	1420	11,09	6,40		3,00	5910	75	49,0
CMP-1231-4T-5,5	1440	14,38	8,30		4,00	6850	77	56,0
CMP-1231-6T	940	7,48	4,30		1,50	5115	64	49,0
CMP-1435-4T-4	1420	11,09	6,40		3,00	5560	76	53,0
CMP-1435-4T-5,5	1440	14,38	8,30		4,00	6260	78	61,5
CMP-1435-4T-7,5	1455		11,40	6,60	5,50	7210	80	75,5
CMP-1435-6T	930	9,32	5,36		2,20	6400	66	58,5
CMP-1640-4T-5,5	1440	14,38	8,30		4,00	7500	77	78,5
CMP-1640-4T-7,5	1455		11,40	6,60	5,50	8035	80	92,5
CMP-1640-4T-10	1455		15,10	8,70	7,50	9710	82	103,5
CMP-1640-6T	930	9,32	5,36		2,20	8100	71	75,5
CMP-1845-4T-7,5	1455		11,40	6,60	5,50	8965	82	93,5
CMP-1845-4T-10	1455		15,10	8,70	7,50	10350	85	104,5
CMP-1845-6T	930	9,32	5,36		2,20	8330	77	84,0
CMP-2050-4T-10	1455		15,10	8,70	7,50	9000	83	134,0
CMP-2050-4T-12,5	1450		17,80	10,30	9,20	10730	85	137,0
CMP-2050-4T-15	1460		21,50	12,40	11,00	12525	87	153,0
CMP-2050-4T-20	1455		28,50	16,50	15,00	19000	89	172,0
CMP-2050-6T	940	15,60	8,95		4,00	11000	79	146,0
CMP-2563-6T	970		31,00	17,90	15,00	21000	86	251,0

Características acústicas

Espectro de potencia sonora Lw(A) en dB(A) por banda de frecuencia en Hz																	
Modelo	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Modelo	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
38	25	35	46	53	57	54	52	45	1128-6	35	45	56	63	67	64	62	55
512-2	37	47	58	65	69	66	64	57	1231-4-3	51	60	71	78	82	80	78	71
512-4	30	40	51	58	62	59	57	50	1231-4-4	53	62	73	80	84	82	80	73
514-2	40	50	61	68	72	69	67	60	1231-4-5,5	55	64	75	82	86	84	82	75
514-4	33	43	54	61	65	62	60	53	1231-6	42	51	62	69	73	71	69	62
616-2	44	54	65	72	76	73	71	64	1435-4-4	54	63	74	81	85	83	81	74
616-4	36	46	57	64	68	65	63	56	1435-4-5,5	56	65	76	83	87	85	83	76
620-2	43	53	64	71	75	72	70	63	1435-4-7,5	58	67	78	85	89	87	85	78
620-4	36	46	57	64	68	65	63	56	1435-6	44	53	64	71	75	73	71	64
718-2	45	55	66	73	77	74	72	65	1640-4-5,5	55	64	75	82	86	84	82	75
718-4	38	48	59	66	70	67	65	58	1640-4-7,5	58	67	78	85	89	87	85	78
820-2	48	58	69	76	80	77	75	68	1640-4-10	60	69	80	87	91	89	87	80
820-4	41	51	62	69	73	70	68	61	1640-6	49	58	69	76	80	78	76	69
922-2-1,5	45	55	66	73	77	74	72	65	1845-4-7,5	61	71	82	89	93	91	89	81
922-2-2	46	56	67	74	78	75	73	66	1845-4-10	64	74	85	92	96	94	92	84
922-2-3	49	59	70	77	81	78	76	69	1845-6	56	66	77	84	88	86	84	76
922-4	41	51	62	69	73	70	68	61	2050-4-10	62	72	83	90	94	92	90	82
1025-2-3	48	58	69	76	80	77	75	68	2050-4-12,5	64	74	85	92	96	94	92	84
1025-2-4	52	62	73	80	84	81	79	72	2050-4-15	66	76	87	94	98	96	94	86
1025-4	45	55	66	73	77	74	72	65	2050-4-20	68	78	89	96	100	98	96	88
1128-2-4	52	62	73	80	84	81	79	72	2050-6	58	68	79	86	90	88	86	78
1128-2-5,5	56	66	77	84	88	85	83	76	2563-6	67	77	88	95	99	96	94	87
1128-4	49	59	70	77	81	78	76	69									

Dimensiones mm

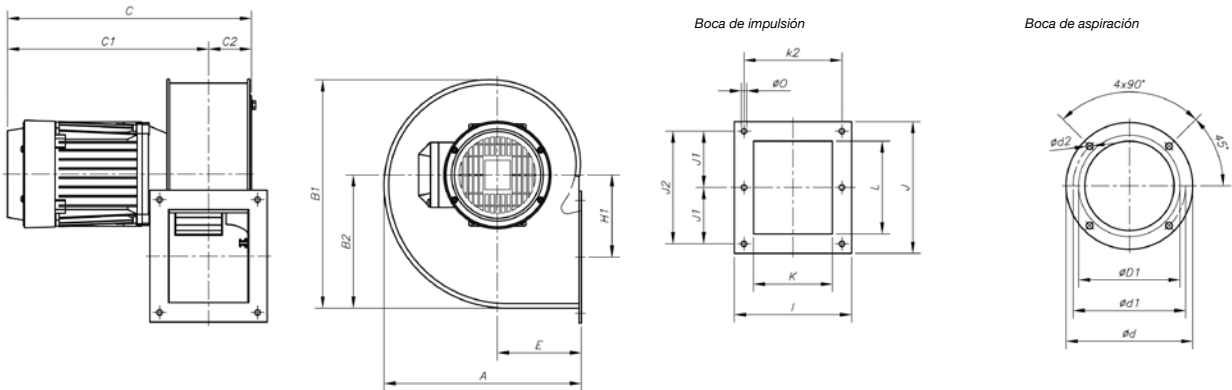
CMP-38



Modelo	A	B1	B2	C	C1	C2	øD1*	ød1	ød2	E	H1	I	J	J2	K	k2	L	ø0
CMP-38-2M/E	141	165	97	122	96	26	80	85	2,4	60	60,5	100	80	46	50	77	52	8
CMP-38-2M	164,5	176,5	103,5	130	99	31	80	85	M4	79	64	95	107	82	53	72	67	6,5

* Diámetro nominal tubería recomendada

CMP-512...820



Modelo	A	B1	B2	C	C1	C2	øD1*	ød	ød1	ød2	E	H1	I	J	J1	J2	K	k2	L	ø0
CMP-512-2T	185	206,5	118	251	212	39	112	140	132	M4	82,5	69	104	117	-	104,5	75	92	86	5,5
CMP-512-4T	185	206,5	118	249	210	39	112	140	132	M4	82,5	69	104	117	-	104,5	75	92	86	5,5
CMP-514-2T	225	254	150	281	236	45	140	169	151,5	M4	100	91	122	147	64	128	838	105	107	6,5
CMP-514-4T	225	254	150	261	216	45	140	169	151,5	M4	100	91	122	147	64	128	83	105	107	6,5
CMP-616-2T	258	297	173,5	320	264	56	160	204	180	M6	110	105,5	153	172	-	147	103	128	125	7
CMP-616-4T	258	297	173,5	283	227	56	160	204	180	M6	110	105,5	153	172	-	147	103	128	125	7
CMP-620-2T	298	347	202,5	321	265	56	200	247	230	M6	126	145,5	159	153	-	128	105	134	100	8
CMP-620-4T	298	347	202,5	283	227	56	200	247	230	M6	126	145,5	159	153	-	128	105	134	100	8
CMP-718-2T	303,5	348	201	355	294	61	180	238	210	M6	129,5	122	169	192	85	170	115	145	146	9
CMP-718-2M	303,5	348	201	355	245	61	180	238	210	M6	129,5	122	169	192	85	170	115	145	146	9
CMP-718-4T	303,5	348	201	331	270	61	180	238	210	M6	129,5	122	169	192	85	170	115	145	146	9
CMP-718-4M	303,5	348	201	331	270	61	180	238	210	M6	129,5	122	169	192	85	170	115	145	146	9
CMP-820-2T	322	377	223	369,5	301	68,5	200	247	230	M6	137,5	137	184	213	94,5	189	160	160	156	9
CMP-820-2M	322	377	223	369,5	301	68,5	200	247	230	M6	137,5	137	184	213	94,5	189	160	160	156	9
CMP-820-4T	322	377	223	345,5	277	68,5	200	247	230	M6	137,5	137	184	213	94,5	189	160	160	156	9
CMP-820-4M	322	377	223	345,5	277	68,5	200	247	230	M6	137,5	137	184	213	94,5	189	160	160	156	9

* Diámetro nominal tubería recomendada