

```
1: "CÁLCULO DEL COMPRESOR"
2:
3: "Condiciones a la entrada del compresor"
4: T_1=23 [°C]
5: P_1=0,906592[bar]
6: h_1=Enthalpy(Air_ha;T=T_1;P=P_1)
7:
8: "Condiciones a la salida del compresor"
9: T_2=126,8 [°C]
10: P_2=2,601 [bar]
11: h_2=Enthalpy(Air_ha;T=T_2;P=P_2)
12:
13: m_dot=0,1507 [Kg/s] "Flujo masico de aire"
14: epsilon_c=2,154 "Relacion de compresion"
15: n=160000 [RPM] "Numero de evoluciones de la turbina"
16: rho=Density(Air_ha;T=T_1;P=P_1) "Densidad del aire a le entrada"
17: rho=m_dot/Q_dot
18:
19: Y_s=(h_2-h_1) "Salto energético en la maquina"
20:
21: "Numero especifico de revoluciones"
22: sigma=2,108*(n/60)*(Q_dot**(1/2))*(Y_s*10**3)**(-3/4)
23:
24: "DATOS DIAGRAMA DE ECKERT (Termodinamica termica Claudio Mataix 3ª edicion) pg 530"
25: fi=0,09
26: psi=0,84
27: omega=16000*pi/3
28: rd=0,59 "Relación de diametros d1/d2=0,59"
29: beta_1=30
30: beta_2=40
31:
32: "Velocidad perifèrica del rodete"
33: u_2=sqrt((2*Y_s*10**3)/psi)
34:
35: "Diámetro exterior del rodete"
36: d_2=(u_2*60)/(pi*n)
37:
38: "Diámetro interior del rodete"
39: d_1=rd*d_2 "d_1=d1/d2*d_2"
40:
41: "Càlculo numero de alabes (utilizando grafica pag 524 (Termodinamica termica Claudio Mataix 3ª edicion))"
42: "Deducion aproximada de numero de alabes"
43: z_apox=beta_2/3
44:
45:
46: "Datos para entrar al diagrama"
47: a=(beta_1+beta_2)/2
48: b=1/rd
49: z=15
50:
51: "CÁLCULO TRIÀNGULO DE VELOCIDADES DE ENTRADA"
52: u_1=u_2*rd
53: c_1=u_1*tan(beta_1)
54: c_1=c_1m
55: w_1=sqrt(u_1**2+c_1**2)
56:
57: "Càlculo de mach en el ingreso del compresor 2"
58: Ma=w_1/a_1
59:
60: "Velocidad del sonido en la entrada"
61: a_1= sqrt((gamma*R*T)/M)
```

```

62:
63: T=T_1+273,15 "Temperatura absoluta"
64: gamma=1,4 "Cte adiabatica"
65: R=8,314 "Cte de gas"
66: M=0,029 "Masa molecular del gas"
67:
68: "CÀLCULO TRIÀNGULO DE VELOCIDADES DE SALIDA"
69: c_1m=c_2m
70: "Con numero infinito de àlabes"
71: c_2u_00= u_2-c_2m*(1/tan(beta_2))
72:
73: "Con numero finito de àlabes"
74: c_2u=e_z*c_2u_00
75:
76: "Factor de deslizamiento"
77: e_z=1/(1+((pi*sin(beta_2))/(2*z*(1-rd))))
78: c_2=sqrt(c_2m**2+c_2u**2)
79:
80: "Vector de velocidad w_2"
81: w_2_00=c_2m
82: w_2u=u_2-c_2u
83: w_2=sqrt(w_2u**2+w_2_00**2)
84:
85: "Angulos alpa_2 y beta_2"
86: beta_2_00=arctan(w_2_00/w_2u)
87: alpha_2=arctan(c_2m/c_2u)
88:
89: "TRABAJO INTERNO"
90: Y_i=Y_u
91: Y_u=u_2*c_2u "Despreciando perdida por rozamiento del disco"
92: Y_u=Y_u/1000
93: "Pèrdida internas(o hidráulicas)"
94: y_i=Y_i-Y_s
95: "-----"
96: "REVIIIISAR"
97: P_E=P_1 "Presion a la entrada del compresor"
98: T_E=T_1+273,15 "Temperatura absoluta a la entrada del compresor"
99: V_E=V_E_tot "Volumen especifico a la entrada"
100: ve=Volume(Air_ha;T=T_1;P=P_1) "Volumen especifico a la entrada comprobacion "
101: {V_E_tot=ve}
102: V_E_tot=(R_a*T_E)/(1*10**5)
103: P_A_tot=P_E "Presion de absorcion"
104: T_A_tot=T_E "Temperatura de absorcion"
105: V_a_tot=V_E_tot "Volumen de aabsorcion"
106:
107: "Magnitudes estaticas en la seccion de aabsorcion"
108: c_a=0,95*c_1 "ca=0,80 a 0,95*c1"
109: R_a=286,9
110: a_a=20*sqrt(T_E)
111:
112: cp=R_a*(gamma/(gamma-1))
113: Va=V_a_tot/((1-((c_a/a_a)**2*(gamma-1)/2)))*(1/(gamma-1)) "Volumen especifico de absorcion"
114: Pa=P_A_tot*(V_a_tot/va)**gamma "Presion de absorcion"
115: Ta=(Pa*10**5*Va)/R_a "temperatura de absorcion"
116: "-----"
117:
118: "ESTIMACION DE PERDIAS"
119: Y_a1=zeta_1*(c_1**2/2) "Perdidas hasta la entrada de los alabes"
120: Y_12=zeta_2*(w_1**2/2) "Perdidas en el rodete"
121: Y_23=zeta_3*(c_2**2-c_3**2)/2 "Perdidas en el difusor"

```

```

122:
123: c_3=1/4*c_2
124: zeta_1=0,15 "Coeficiente de perdida recomendados 0,1 a 0,15"
125: zeta_2=0,25 "Coeficiente de perdida recomendados 0,2 a 0,25"
126: zeta_3=0,25 "Coeficiente de perdida recomendados 0,25"
127: Yi=Ys+Y_a1+Y_12+Y_23
128: Ys=Y_S*10**3 "Conversion del salto entalpico de kJ/kg a J/kg"
129:
130: "Estado del gas entrada de los alabes"
131: P_1_tot=Pa*(1+((c_a**2+2*Y_a1)/(2*cp*Ta)))**(gamma/(gamma-1))
132: T_1_tot=T_a_tot
133: V_1_tot=(R_a*T_1_tot)/(P_1_tot*10**5)
134:
135: "Estado estatico punto 1"
136: P1_1=P_1_tot*(1-c_1**2/(2*cp*T_1_tot))**(gamma/(gamma-1))
137: T1_1=T_1_tot*(P1_1/P_1_tot)**((gamma-1)/gamma)
138: V1_1=(R_a*T1_1)/(P1_1*10**5)
139:
140: "ESTADO A LA SALIDA DEL RODETE"
141: h_2_tot=h_1+Yi/1000 "revisar"
142: T_2_tot=T_E_tot+Yi/cp
143: T_E_tot=T
144: P_2_tot=P_F_tot/(1-Y_23/(cp*T_2_tot))**(gamma/(gamma-1))
145: P_F_tot=P_2 "Presion a la salida del rodetete"
146: V_2_tot=(R_a*T_2_tot)/(P_2_tot*10**5)
147:
148: "Estado estatico punto 2"
149: T2_2=T_2_tot-c_2**2/(2*cp)
150: P2_2=P_2_tot*(T2_2/T_2_tot)**(gamma/(gamma-1))
151: V2_2=(R_a*T2_2)/(P2_2*10**5)
152: "-----"
153: "De la figura 6-15 pag 211 (Claudio Mataix)"
154: "Escogemos un zeta=1,29 y adoptaremos z=4 elementos"
155: {g_i/zeta*sqrt(T_2_tot)/P2=0,026} "REVISAR"
156: g_i=(0,26*zeta*A_i*P2_2*10**5)/(9,81*sqrt(T_2_tot))
157: zeta=1,29
158: RP=P2_2/P1_1
159: d_0=sqrt(((4*Q_dot_a)/(pi*c_a)+de**2))
160: "-----"
161: "CAUDAL MASICO"
162: G_dot=Q_dot/V_E "Caudal masico"
163:
164: Q_dot_a=G_dot*Va "Flujo volumetrico"
165:
166: "Area transversal del intersticio"
167: A_i=pi*d_0*delta_i
168: delta_i=0,2*10**(-3) "Con el fin de tener una buena seguridad en la marcha del compresor haremos delta_i=0,2mm "
169:
170: "Par transmitido por el eje"
171: M_o=(Pac*60*10**3)/(2*pi*n)
172:
173: "Potencia de accionamiento"
174: Pac=(G_dot*Y_s)/eta_tot
175: eta_tot=0,8 "Estimamos rendimiento del compresor del 80%"
176:
177: "Diametro del eje segun formula de torsion"
178: de=((16*M_o)/(pi*tau))**(1/3)
179: tau=19,6*10**6 "Para el eje adoptaremos un esfuerzo maximo admisible de 19,6 MN/m**2"
180:
181: "Rendimiento Volumetrico"

```

```

182: eta_v=G_dot/(G_dot+g_i)
183:
184: "Ancho a la entrada de los alabes"
185: b1=((G_dot*V1_1)/eta_v)/(pi*d_1*c_1m)
186:
187: "Ancho del rodete a la salida"
188: b2=(G_dot*(V2_2/eta_v))/(pi*d_2*c_2m)
189:
190: "Rendimiento interno del compresor"
191: eta_h=Y_s/Y_i
192:
193: "Comprobacion del rendomiento total supuesto 80%"
194: eta_total=eta_v*eta_h*eta_m
195: eta_m=0,98 "Suponemos un redimeinto mecanico del 98%"
196:
197: "ARCO DE CIRCULO PARA CONSTRUCCION"
198: rho_1=(r_2**2-r_1**2)/(2*(r_2*cos(beta_2)-r_1*cos(beta_1)))
199: rho_1=sqrt(r_1**2+rho_1**2-2*r_1*rho_1*cos(beta_1))
200:
201:
202: r_1=d_1/2
203: r_2=d_2/2
204:
205: "DIFUSOR"
206: d_dif=1,2*d_2 "diametro del difusor(1,1 a 1,5 diametro del rodete)"
207: b3=1,25*b2 "Altura del difusor (1 a 1,5 b2)"
208:
209:
210:
211:
212:
213: {"CÁLCULO DEL COMPRESOR"}
214:
215: "Condiciones a la entrada del compresor"
216: T_1=23 [°C]
217: P_1=0,906592[bar]
218: h_1=Enthalpy(Air_ha;T=T_1;P=P_1)
219:
220: "Condiciones a la salida del compresor"
221: T_2=126,8 [°C]
222: P_2=2,601 [bar]
223: h_2=Enthalpy(Air_ha;T=T_2;P=P_2)
224:
225: m_dot=0,1507 [Kg/s] "Flujo masico de aire"
226: epsilon_c=2,154 "Relacion de compresion"
227: n=160000 [RPM] "Numero de evoluciones de la turbina"
228: rho=Density(Air_ha;T=T_1;P=P_1) "Dencidad del aire a le entrada"
229: rho=m_dot/Q_dot
230:
231: Y_s=(h_2-h_1) "Salto energético en la maquina"
232:
233: "Numero especifico de revoluciones"
234: sigma=2,108*(n/60)*(Q_dot**(1/2))*(Y_s*10**3)**(-3/4)
235:
236: "DATOS DIAGRAMA DE ECKERT (Termodinamica termica Claudio Mataix 3ª edicion) pg 530"
237: fi=0,09
238: psi=0,84
239: omega=16000*pi/3
240: rd=0,59 "Relación de diametros d1/d2=0,59"
241: beta_1=30

```

242: beta_2=40
243:
244: "Velocidad perifèrica del rodete"
245: $u_2 = \sqrt{(2 \cdot Y_s \cdot 10^3) / \psi}$
246:
247: "Diàmetro exterior del rodete"
248: $d_2 = (u_2 \cdot 60) / (\pi \cdot n)$
249:
250: "Diàmetro interior del rodete"
251: $d_1 = r_d \cdot d_2$ "d_1=d1/d2*d_2"
252:
253: "Càlculo numero de alabes (utilizando grafica pag 524 (Termodinamica termica Claudio Mataix 3ª edicion))"
254: "Deducion aproximada de numero de alabes"
255: $z_{apox} = \beta_2 / 3$
256:
257:
258: "Datos para entrar al diagrama"
259: $a = (\beta_1 + \beta_2) / 2$
260: $b = 1 / r_d$
261: $z = 15$
262:
263: "CÀLCULO TRIÀNGULO DE VELOCIDADES DE ENTRADA"
264: $u_1 = u_2 \cdot r_d$
265: $c_1 = u_1 \cdot \tan(\beta_1)$
266: $c_1 = c_{1m}$
267: $w_1 = \sqrt{u_1^2 + c_1^2}$
268:
269: "Càlculo de mach en el ingreso del compresor 2"
270: $Ma = w_1 / a_1$
271:
272: "Velocidad del sonido en la entrada"
273: $a_1 = \sqrt{(\gamma \cdot R \cdot T_1) / M}$
274:
275: $T_1 = T_{-1} + 273,15$ "Temperatura absoluta a la entrada del compresor"
276: $\gamma = 1,4$ "Cte adiabatica"
277: $R = 8,314$ "Cte de gas"
278: $M = 0,029$ "Masa molecular del gas"
279:
280: "CÀLCULO TRIÀNGULO DE VELOCIDADES DE SALIDA"
281: $c_1m = c_{2m}$
282: "Con numero infinito de àlabes"
283: $c_{2u_00} = u_2 - c_{2m} \cdot (1 / \tan(\beta_2))$
284:
285: "Con numero finito de àlabes"
286: $c_{2u} = e_z \cdot c_{2u_00}$
287:
288: "Factor de deslizamiento"
289: $e_z = 1 / (1 + ((\pi \cdot \sin(\beta_2)) / (2 \cdot z \cdot (1 - r_d))))$
290: $c_2 = \sqrt{c_{2m}^2 + c_{2u}^2}$
291:
292: "Vector de velocidad w_2"
293: $w_{2_00} = c_{2m}$
294: $w_{2u} = u_2 - c_{2u}$
295: $w_2 = \sqrt{w_{2u}^2 + w_{2_00}^2}$
296:
297: "Angulos alpa_2 y beta_2"
298: $\beta_{2_00} = \arctan(w_{2_00} / w_{2u})$
299: $\alpha_2 = \arctan(c_{2m} / c_{2u})$
300:
301: "TRABAJO INTERNO"

```

302: "Despreciando perdida por rozamiento del disco"
303: Y_i=Y_u
304: Y_u=u_2*c_2u " [J/Kg]"
305: Y_u=Y_u/1000 " [kJ/Kg] "
306: "Pérdida internas(o hidráulicas)"
307: y_i=Y_i-Y_s "[kJ/Kg]"
308:
309: "-----"
310:
311: ve=Volume(Air_ha;T=T_1;P=P_1)"Volumen especifico a la entrada comprobacion "
312: {V_E=ve}
313: V_E=(R_a*T1)/(1*10**5)" Volumen especifico a la entrada"
314:
315: "Magnitudes estaticas en la seccion de absorcion"
316: c_a=0,95*c_1 " Valores recomendados en la practica ca=(0,80 a 0,95)*c1"
317: R_a=286,9
318: a_a=20*sqrt(T1)
319:
320: cp=R_a*(gamma/(gamma-1))
321: Va=V_E/((1-((c_a/a_a)**2*(gamma-1)/2)))*(1/(gamma-1)) "Volumen especifico de absorcion"
322: Pa=P_1*(V_E/va)**gamma "Presion de absorcion"
323: Ta=(P_1*10**5*Va)/R_a "Temperatura de absorcion"
324:
325: "ESTIMACION DE PERDIAS"
326:
327: Yi=Ys+Y_a1+Y_12+Y_23 "Salto entalpico producido por el compresor"
328:
329: Y_a1=zeta_1*(c_1**2/2) "Perdidas hasta la entrada de los alabes"
330: Y_12=zeta_2*(w_1**2/2) "Perdidas en el rodete"
331: Y_23=zeta_3*(c_2**2-c_3**2)/2 "Perdidas en el difusor"
332:
333: c_3=1/4*c_2
334: zeta_1=0,15 "Coefeciente de perdida recomendados 0,1 a 0,15"
335: zeta_2=0,25 "Coefeciente de perdida recomendados 0,2 a 0,25"
336: zeta_3=0,25 "Coefeciente de perdida recomendados 0,25"
337:
338: Ys=Y_S*10**3 "Convercion del salto entalpico de kJ/kg a J/kg"
339:
340: "Estado del gas entrada de los alabes"
341: P_1_e=Pa*(1+((c_a**2+2*Y_a1)/(2*cp*Ta)))*(gamma/(gamma-1)) "Presion entrada de los alabes"
342:
343: V_1=(R_a*T1)/(P_1_e*10**5) "volumen especifico entrada de los alabes"
344:
345: "Estado estatico punto 1"
346: P1_1=P_1_e*(1-c_1**2/(2*cp*T1))*(gamma/(gamma-1))
347: T1_1=T1*(P1_1/P_1_e)**((gamma-1)/gamma)
348: V1_1=(R_a*T1_1)/(P1_1*10**5)
349:
350: "ESTADO A LA SALIDA DEL RODETE"
351: h_2_s=h_1+Yi/1000
352: T_2_s=T1+Yi/cp
353: P_2_s=P_2/(1-Y_23/(cp*T_2_s))*(gamma/(gamma-1))
354:
355: V_2_s=(R_a*T_2_s)/(P_2_s*10**5)
356:
357: "Estado estatico punto 2"
358: T2_2=T_2_s-c_2**2/(2*cp)
359: P2_2=P_2_s*(T2_2/T_2_s)**(gamma/(gamma-1))
360: V2_2=(R_a*T2_2)/(P2_2*10**5)
361:

```

```

362: "De la figura 6-15 pag 211 (Claudio Mataix)"
363: "Escogemos un zeta=1,29 y adoptaremos z=4 elementos"
364: {g_i/zeta*sqrt(T_2_tot)/P2=0,026}" REVISAR"
365: g_i=(0,26*zeta*A_i*P2_2*10**5)/(9,81*sqrt(T_2_s))
366: zeta=1,29
367: RP=P2_2/P1_1
368: d_0=sqrt(((4*Q_dot_a)/(pi*c_a)+de**2))
369: "-----"
370: "CAUDAL MASICO"
371: G_dot=Q_dot/V_E " Caudal masico"
372:
373: Q_dot_a=G_dot*Va"Flujo volumetrico"
374:
375: "Area transversal del intersticio"
376: A_i=pi*d_0*delta_i
377: delta_i=0,2*10**(-3)"Con el fin de tener una buena seguridad en la marcha del compresor haremos delta_i=0,2mm "
378:
379: "Par transmitido por el eje"
380: M_o=(Pac*60*10**3)/(2*pi*n)
381:
382: "Potencia de accionamiento"
383: Pac=(G_dot*Y_s)/eta_tot
384: eta_tot=0,8 "Estimamos rendimiento del compresor del 80%"
385:
386: "Diametro del eje segun formula de torsion"
387: de=((16*M_o)/(pi*tau))**(1/3)
388: tau=19,6*10**6 "Para el eje adoptaremos un esfuerzo maximo admisible de 19,6 MN/m**2"
389:
390: "Rendimiento Volumetrico"
391: eta_v=G_dot/(G_dot+g_i)
392:
393: "Ancho a la entrada de los alabes"
394: b1=((G_dot*V1_1)/eta_v)/(pi*d_1*c_1m)
395:
396: "Ancho del rodete a la salida"
397: b2=(G_dot*(V2_2/eta_v))/(pi*d_2*c_2m)
398:
399: "Rendimiento interno del compresor"
400: eta_h=Y_s/Y_i
401:
402: "Comprobacion del rendomiento total supuesto 80%"
403: eta_total=eta_v*eta_h*eta_m
404: eta_m=0,98 " Suponemos un redimeinto mecanico del 98%"
405:
406: "ARCO DE CIRCULO PARA CONSTRUCCION"
407: rho_1=(r_2**2-r_1**2)/(2*(r_2*cos(beta_2)-r_1*cos(beta_1)))
408: rho_1=sqrt(r_1**2+rho_1**2-2*r_1*rho_1*cos(beta_1))
409:
410:
411: r_1=d_1/2
412: r_2=d_2/2
413:
414: "DIFUSOR"
415: d_dif=1,2*d_2 "diametro del difusor(1,1 a 1,5 diametro del rodete)"
416: b3=1,25*b2 "Altura del difusor (1 a 1,5 b2)"
417:

```

CÁLCULO DEL COMPRESOR

Condiciones a la entrada del compresor

$$T_1 = 23 \text{ } [^{\circ}\text{C}]$$

$$P_1 = 0,906592 \text{ } [\text{bar}]$$

$$h_1 = h [\text{Air}_{\text{ha}} ; T = T_1 ; P = P_1]$$

Condiciones a la salida del compresor

$$T_2 = 126,8 \text{ } [^{\circ}\text{C}]$$

$$P_2 = 2,601 \text{ } [\text{bar}]$$

$$h_2 = h [\text{Air}_{\text{ha}} ; T = T_2 ; P = P_2]$$

$$\dot{m} = 0,1507 \text{ } [\text{Kg/s}] \text{ Flujo masico de aire}$$

$$\varepsilon_c = 2,154 \text{ Relacion de compresion}$$

$$n = 160000 \text{ } [\text{RPM}] \text{ Numero de evoluciones de la turbina}$$

$$\rho = \rho [\text{Air}_{\text{ha}} ; T = T_1 ; P = P_1] \text{ Dencidad del aire a le entrada}$$

$$\rho = \frac{\dot{m}}{\dot{Q}}$$

$$Y_s = h_2 - h_1 \text{ Salto energètico en la maquina}$$

Numero especifico de revoluciones

$$\sigma = 2,108 \cdot \frac{n}{60} \cdot \dot{Q}^{[1/2]} \cdot [Y_s \cdot 10^3]^{[\frac{-3}{4}]}$$

DATOS DIAGRAMA DE ECKERT (Termodinamica termica Claudio Mataix 3ª edicion) pg 530

$$f_i = 0,09$$

$$\psi = 0,84$$

$$\omega = 16000 \cdot \frac{\pi}{3}$$

$$rd = 0,59 \text{ Relaciòn de diametros } d_1/d_2=0,59$$

$$\beta_1 = 30$$

$$\beta_2 = 40$$

Velocidad perifèrica del rodete

$$u_2 = \sqrt{\frac{2 \cdot Y_s \cdot 10^3}{\psi}}$$

Diàmetro exterior del rodete

$$d_2 = \frac{u_2 \cdot 60}{\pi \cdot n}$$

Diàmetro interior del rodete

$$d_1 = r_d \cdot d_2 \quad d_1 = d_1/d_2 \cdot d_2$$

Càlculo numero de alabes (utilizando grafica pag 524 (Termodinamica termica Claudio Mataix 3ª edicion))

Deducion aproximada de numero de alabes

$$Z_{apox} = \frac{\beta_2}{3}$$

Datos para entrar al diagrama

$$a = \frac{\beta_1 + \beta_2}{2}$$

$$b = \frac{1}{r_d}$$

$$z = 15$$

CÀLCULO TRIÀNGULO DE VELOCIDADES DE ENTRADA

$$u_1 = u_2 \cdot r_d$$

$$c_1 = u_1 \cdot \tan[\beta_1]$$

$$c_1 = c_{1m}$$

$$w_1 = \sqrt{u_1^2 + c_1^2}$$

Càlculo de mach en el ingreso del compresor 2

$$Ma = \frac{w_1}{a_1}$$

Velocidad del sonido en la entrada

$$a_1 = \sqrt{\frac{\gamma \cdot R \cdot T}{M}}$$

$$T = T_1 + 273,15 \quad \text{Temperatura absoluta}$$

$$\gamma = 1,4 \quad \text{Cte adiabatica}$$

$$R = 8,314 \quad \text{Cte de gas}$$

$$M = 0,029 \quad \text{Masa molecular del gas}$$

CÀLCULO TRIÀNGULO DE VELOCIDADES DE SALIDA

$$c_{1m} = c_{2m}$$

Con numero infinito de àlabes

$$c_{2u;00} = u_2 - c_{2m} \cdot \frac{1}{\tan[\beta_2]}$$

Con numero finito de àlabes

$$c_{2u} = e_z \cdot c_{2u;00}$$

Factor de deslizamiento

$$e_z = \frac{1}{1 + \frac{\pi \cdot \sin[\beta_2]}{2 \cdot z \cdot [1 - rd]}}$$

$$c_2 = \sqrt{c_{2m}^2 + c_{2u}^2}$$

Vector de velocidad w_2

$$w_{2,00} = c_{2m}$$

$$w_{2u} = u_2 - c_{2u}$$

$$w_2 = \sqrt{w_{2u}^2 + w_{2,00}^2}$$

Angulos α_2 y β_2

$$\beta_{2,00} = \arctan \left[\frac{w_{2,00}}{w_{2u}} \right]$$

$$\alpha_2 = \arctan \left[\frac{c_{2m}}{c_{2u}} \right]$$

TRABAJO INTERNO

$$Y_i = Y_u$$

$$Y_{\dot{u}} = u_2 \cdot c_{2u} \quad \text{Despreciando perdida por rozamiento del disco}$$

$$Y_u = \frac{Y_{\dot{u}}}{1000}$$

Pérdida internas(o hidráulicas)

$$y_i = Y_i - Y_s$$

REVIIIISAR

$$P_E = P_1 \quad \text{Presion a la entrada del compresor}$$

$$T_E = T_1 + 273,15 \quad \text{Temperatura absoluta a la entrada del compresor}$$

$$V_E = V_{E,tot} \quad \text{Volumen especifico a la entrada}$$

$$ve = v [Air_{ha} ; T = T_1 ; P = P_1] \quad \text{Volumen especifico a la entrada comprobacion}$$

$$V_{E,tot} = \frac{R_a \cdot T_E}{1 \cdot 10^5}$$

$$P_{A,tot} = P_E \quad \text{Presion de absorcion}$$

$$T_{A,tot} = T_E \quad \text{Temperatura de absorcion}$$

$$V_{a,tot} = V_{E,tot} \quad \text{Volumen de aabsorcion}$$

Magnitudes estaticas en la seccion de aabsorcion

$$c_a = 0,95 \cdot c_1 \quad ca=0,80 \text{ a } 0,95 \cdot c_1$$

$$R_a = 286,9$$

$$a_a = 20 \cdot \sqrt{T_E}$$

$$c_p = R_a \cdot \left[\frac{\gamma}{\gamma - 1} \right]$$

$$V_a = \frac{V_{a;tot}}{\left[1 - \left(\frac{c_a}{a_a} \right)^2 \cdot \left(\frac{\gamma - 1}{2} \right) \right] \left[\frac{1}{\gamma - 1} \right]} \quad \text{Volumen especifico de absorcion}$$

$$P_a = P_{A;tot} \cdot \left[\frac{V_{a;tot}}{V_a} \right]^\gamma \quad \text{Presion de absorcion}$$

$$T_a = \frac{P_a \cdot 10^5 \cdot V_a}{R_a} \quad \text{temperatura de absorcion}$$

ESTIMACION DE PERDIAS

$$Y_{a1} = \zeta_1 \cdot \frac{c_1^2}{2} \quad \text{Perdidas hasta la entrada de los alabes}$$

$$Y_{12} = \zeta_2 \cdot \frac{w_1^2}{2} \quad \text{Perdidas en el rodete}$$

$$Y_{23} = \zeta_3 \cdot \left[\frac{c_2^2 - c_3^2}{2} \right] \quad \text{Perdidas en el difusor}$$

$$c_3 = 1 / 4 \cdot c_2$$

$$\zeta_1 = 0,15 \quad \text{Coefeciente de perdida recomendados 0,1 a 0,15}$$

$$\zeta_2 = 0,25 \quad \text{Coefeciente de perdida recomendados 0,2 a 0,25}$$

$$\zeta_3 = 0,25 \quad \text{Coefeciente de perdida recomendados 0,25}$$

$$Y_i = Y_s + Y_{a1} + Y_{12} + Y_{23}$$

$$Y_s = Y_s \cdot 10^3 \quad \text{Convercion del salto entalpico de kJ/kg a J/kg}$$

Estado del gas entrada de los alabes

$$P_{1;tot} = P_a \cdot \left[\left(1 + \frac{c_a^2 + 2 \cdot Y_{a1}}{2 \cdot c_p \cdot T_a} \right) \left(\frac{\gamma}{\gamma - 1} \right) \right]$$

$$T_{1;tot} = T_{A;tot}$$

$$V_{1;tot} = \frac{R_a \cdot T_{1;tot}}{P_{1;tot} \cdot 10^5}$$

Estado estatico punto 1

$$P_{1_1} = P_{1;tot} \cdot \left[\left(1 - \frac{c_1^2}{2 \cdot c_p \cdot T_{1;tot}} \right)^{\left(\frac{\gamma}{\gamma - 1} \right)} \right]$$

$$T_{1_1} = T_{1;tot} \cdot \left[\frac{P_{1_1}}{P_{1;tot}} \right]^{\left[\frac{\gamma - 1}{\gamma} \right]}$$

$$V_{1_1} = \frac{R_a \cdot T_{1_1}}{P_{1_1} \cdot 10^5}$$

ESTADO A LA SALIDA DEL RODETE

$$h_{2;tot} = h_1 + \frac{Y_i}{1000} \text{ *revisar*}$$

$$T_{2;tot} = T_{E;tot} + \frac{Y_i}{c_p}$$

$$T_{E;tot} = T$$

$$P_{2;tot} = \frac{P_{F;tot}}{\left[1 - \frac{Y_{23}}{c_p \cdot T_{2;tot}} \right]^{\left[\frac{\gamma}{\gamma - 1} \right]}}$$

$$P_{F;tot} = P_2 \text{ *Presion a la salida del rodet*}$$

$$V_{2;tot} = \frac{R_a \cdot T_{2;tot}}{P_{2;tot} \cdot 10^5}$$

Estado estatico punto 2

$$T_{2_2} = T_{2;tot} - \frac{c_2^2}{2 \cdot c_p}$$

$$P_{2_2} = P_{2;tot} \cdot \left[\frac{T_{2_2}}{T_{2;tot}} \right]^{\left[\frac{\gamma}{\gamma - 1} \right]}$$

$$V_{2_2} = \frac{R_a \cdot T_{2_2}}{P_{2_2} \cdot 10^5}$$

De la figura 6-15 pag 211 (Claudio Mataix)

Escogemos un zeta=1,29 y adoptaremos z=4 elementos

REVISAR

$$g_i = \frac{0,26 \cdot \zeta \cdot A_i \cdot P_{2_2} \cdot 10^5}{9,81 \cdot \sqrt{T_{2,tot}}}$$

$$\zeta = 1,29$$

$$RP = \frac{P_{2_2}}{P_{1_1}}$$

$$d_0 = \sqrt{\frac{4 \cdot \dot{Q}_a}{\pi \cdot c_a} + d_e^2}$$

CAUDAL MASICO

$$\dot{G} = \frac{\dot{Q}}{V_E} \quad \text{Caudal masico}$$

$$\dot{Q}_a = \dot{G} \cdot V_a \quad \text{Flujo volumetrico}$$

Area transversal del intersticio

$$A_i = \pi \cdot d_0 \cdot \delta_i$$

$$\delta_i = 0,2 \cdot 10^{-3} \quad \text{Con el fin de tener una buena seguridad en la marcha del compresor haremos } \delta_i = 0,2 \text{ mm}$$

Par transmitido por el eje

$$M_o = \frac{P_{ac} \cdot 60 \cdot 10^3}{2 \cdot \pi \cdot n}$$

Potencia de accionamiento

$$P_{ac} = \frac{\dot{G} \cdot Y_s}{\eta_{tot}}$$

$$\eta_{tot} = 0,8 \quad \text{Estimamos rendimiento del compresor del 80\%}$$

Diametro del eje segun formula de torsion

$$d_e = \left[\frac{16 \cdot M_o}{\pi \cdot \tau} \right]^{1/3}$$

$$\tau = 19,6 \cdot 10^6 \quad \text{Para el eje adoptaremos un esfuerzo maximo admisible de } 19,6 \text{ MN/m}^2$$

Rendimiento Volumetrico

$$\eta_v = \frac{\dot{G}}{\dot{G} + g_i}$$

Ancho a la entrada de los alabes

$$b_1 = \frac{\frac{\dot{G} \cdot V_{1_1}}{\eta_v}}{\pi \cdot d_1 \cdot c_{1m}}$$

Ancho del rodete a la salida

$$b_2 = \frac{\dot{G} \cdot \frac{V_{22}}{\eta_v}}{\pi \cdot d_2 \cdot c_{2m}}$$

Rendimiento interno del compresor

$$\eta_h = \frac{Y_s}{Y_i}$$

Comprobacion del rendimiento total supuesto 80%

$$\eta_{total} = \eta_v \cdot \eta_h \cdot \eta_m$$

$$\eta_m = 0,98 \quad \text{Suponemos un redimeinto mecanico del 98\%}$$

ARCO DE CIRCULO PARA CONSTRUCCION

$$\rho_1 = \frac{r_2^2 - r_1^2}{2 \cdot [r_2 \cdot \cos(\beta_2) - r_1 \cdot \cos(\beta_1)]}$$

$$\rho_1 = \sqrt{r_1^2 + \rho_1^2 - 2 \cdot r_1 \cdot \rho_1 \cdot \cos[\beta_1]}$$

$$r_1 = \frac{d_1}{2}$$

$$r_2 = \frac{d_2}{2}$$

DIFUSOR

$$d_{dif} = 1,2 \cdot d_2 \quad \text{diametro del difusor(1,1 a 1,5 diametro del rodete)}$$

$$b_3 = 1,25 \cdot b_2 \quad \text{Altura del difusor (1 a 1,5 b2)}$$

SOLUTION

Unit Settings: SI C bar kJ mass deg

$$a = 35 \text{ [deg]}$$

$$a_a = 344,2$$

$$b_1 = 0,009393 \text{ [m]}$$

$$\beta_1 = 30 \text{ [deg]}$$

$$c_p = 1004 \text{ [N-m/kg-K]}$$

$$c_2 = 306,2 \text{ [m/s]}$$

$$c_{2u,00} = 296,5 \text{ [m/s]}$$

$$d_e = 0,00696 \text{ [m]}$$

$$d_1 = 0,03515 \text{ [m]}$$

$$e_c = 2,154$$

$$\eta_{tot} = 0,8$$

$$e_z = 0,859$$

$$\dot{G} = 0,1663 \text{ [Kg/s]}$$

$$h_2 = 401,1 \text{ [J/Kg]}$$

$$Ma = 0,9861$$

$$n = 160000 \text{ [RPM]}$$

$$P_{22} = 1,901 \text{ [bar]}$$

$$\psi = 0,84$$

$$P_2 = 2,601 \text{ [bar]}$$

$$P_E = 0,9066 \text{ [bar]}$$

$$\alpha_2 = 33,73 \text{ [deg]}$$

$$A_i = 0,00002261 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$b_2 = 0,003136 \text{ [m]}$$

$$\beta_2 = 40 \text{ [deg]}$$

$$c_1 = 170 \text{ [m/s]}$$

$$c_{2m} = 170 \text{ [m/s]}$$

$$c_3 = 76,54 \text{ [m/s]}$$

$$\delta_i = 0,0002$$

$$d_2 = 0,05957 \text{ [m]}$$

$$\eta_h = 0,8231$$

$$\eta_{total} = 0,7736$$

$$f_i = 0,09$$

$$g_i = 0,007104 \text{ [Kg/s]}$$

$$h_{2,tot} = 428,7 \text{ [J/Kg]}$$

$$\dot{m} = 0,1507 \text{ [Kg/s]}$$

$$\omega = 16755 \text{ [rad/seg]}$$

$$P_a = 0,7744 \text{ [bar]}$$

$$P_1 = 0,9066 \text{ [bar]}$$

$$P_{2,tot} = 2,848 \text{ [bar]}$$

$$P_{F,tot} = 2,601 \text{ [bar]}$$

$$a_1 = 344,8 \text{ [m/s]}$$

$$b = 1,695$$

$$b_3 = 0,00392 \text{ [m]}$$

$$\beta_{2,00} = 34,82 \text{ [deg]}$$

$$c_{1m} = 170 \text{ [m/s]}$$

$$c_{2u} = 254,6 \text{ [m/s]}$$

$$c_a = 161,5 \text{ [m/s]}$$

$$d_0 = 0,03599 \text{ [m]}$$

$$d_{dif} = 0,07148 \text{ [m]}$$

$$\eta_m = 0,98$$

$$\eta_v = 0,959$$

$$\gamma = 1,4$$

$$h_1 = 296,5 \text{ [J/Kg]}$$

$$M = 0,029$$

$$M_o = 1,298 \text{ [N*m]}$$

$$P_{11} = 0,7951 \text{ [bar]}$$

$$P_{ac} = 21,74 \text{ [KW]}$$

$$P_{1,tot} = 0,9465 \text{ [bar]}$$

$$P_{A,tot} = 0,9066 \text{ [bar]}$$

$$\dot{Q} = 0,1413 \text{ [m}^3\text{/s]}$$

$\dot{Q}_a = 0,1581$ [m ³ /s]	$R = 8,314$	$rd = 0,59$
$\rho = 1,067$	$\rho_1 = 0,03806$ [m]	$\rho_1 = 0,02447$ [m]
$RP = 2,391$	$r_1 = 0,01757$ [m]	$r_2 = 0,02978$ [m]
$R_a = 286,9$ [N*m/kg*K]	$\sigma = 0,3633$	$T = 296,2$ [K]
$T_{11} = 281,8$ [K]	$T_{22} = 381,1$ [K]	$T_a = 256,7$ [K]
$\tau = 1,960E+07$ [N/m ²]	$T_1 = 23$ [°C]	$T_{1,tot} = 296,2$ [K]
$T_2 = 126,8$ [°C]	$T_{2,tot} = 427,8$ [K]	$T_{A,tot} = 296,2$ [K]
$T_E = 296,2$	$T_{E,tot} = 296,2$ [K]	$u_1 = 294,4$ [m/s]
$u_2 = 499$ [m/s]	$V_{11} = 1,017$ [m ³ /kg]	$V_{22} = 0,5753$ [m ³ /kg]
$V_a = 0,9509$ [m ³ /kg]	$ve = 0,9376$ [m ³ /kg]	$V_{1,tot} = 0,8977$ [m ³ /kg]
$V_{2,tot} = 0,431$ [m ³ /kg]	$V_{a,tot} = 0,8497$ [m ³ /kg]	$V_E = 0,8497$ [m ³ /kg]
$V_{E,tot} = 0,8497$ [m ³ /kg]	$w_1 = 340$ [m/s]	$w_2 = 297,7$ [m/s]
$w_{2u} = 244,4$ [m/s]	$w_{2,00} = 170$ [m/s]	$Y_i = 132201$ [J/Kg]
$Y_s = 104599$ [J/Kg]	$Y_{12} = 14449$ [J/Kg]	$Y_{23} = 10986$ [J/Kg]
$Y_{a1} = 2167$ [J/Kg]	$Y_i = 127,1$ [KJ/Kg]	$y_i = 22,48$ [KJ/Kg]
$Y_s = 104,6$ [KJ/Kg]	$Y_u = 127,1$ [KJ/Kg]	$Y_{\dot{u}} = 127081$ [J/kg]
$z = 15$	$\zeta = 1,29$	$\zeta_1 = 0,15$
$\zeta_2 = 0,25$	$\zeta_3 = 0,25$	$Z_{apox} = 13,33$

35 potential unit problems were detected.

EES suggested units (shown in purple) for a b3 beta_2 beta_`2_00 cp c_1m .

There are a total of 114 equations in the Main program.

Block	Rel. Res.	Abs. Res.	Units	Calls	Time(ms)	Equations
0	0.000E+00	0.000E+00	?	1	0	$T_1=23[°C]$
0	0.000E+00	0.000E+00	OK	1	0	$P_1=0,906592[bar]$
0	0.000E+00	0.000E+00	?	1	0	$T_2=126,8[°C]$
0	0.000E+00	0.000E+00	OK	1	0	$P_2=2,601[bar]$
0	0.000E+00	0.000E+00	OK	1	0	$m_{dot}=0,1507[Kg/s]$
0	0.000E+00	0.000E+00	OK	1	0	$\epsilon_c=2,154$
0	0.000E+00	0.000E+00	?	1	0	$n=160000[RPM]$
0	0.000E+00	0.000E+00	OK	1	0	$fi=0,09$
0	0.000E+00	0.000E+00	OK	1	0	$\psi=0,84$
0	0.000E+00	0.000E+00	OK	1	0	$rd=0,59$
0	0.000E+00	0.000E+00	OK	1	0	$\beta_1=30$
0	0.000E+00	0.000E+00	OK	1	0	$\beta_2=40$
0	0.000E+00	0.000E+00	OK	1	0	$z=15$
0	0.000E+00	0.000E+00	OK	1	0	$\gamma=1,4$
0	0.000E+00	0.000E+00	OK	1	0	$R=8,314$
0	0.000E+00	0.000E+00	OK	1	0	$M=0,029$
0	0.000E+00	0.000E+00	OK	1	0	$R_a=286,9$
0	0.000E+00	0.000E+00	OK	1	0	$\zeta_1=0,15$
0	0.000E+00	0.000E+00	OK	1	0	$\zeta_2=0,25$
0	0.000E+00	0.000E+00	OK	1	0	$\zeta_3=0,25$
0	0.000E+00	0.000E+00	OK	1	0	$\zeta=1,29$
0	0.000E+00	0.000E+00	OK	1	0	$\epsilon_{tot}=0,8$
0	0.000E+00	0.000E+00	OK	1	0	$\epsilon_m=0,98$
0	0.000E+00	0.000E+00	?	4	0	$h_1=Enthalpy(Air_ha;T=T_1;P=P_1)$
0	0.000E+00	0.000E+00	?	4	0	$h_2=Enthalpy(Air_ha;T=T_2;P=P_2)$
0	0.000E+00	0.000E+00	?	4	0	$\rho=Density(Air_ha;T=T_1;P=P_1)$
0	0.000E+00	0.000E+00	?	4	0	$\rho=m_{dot}/Q_{dot}$
0	0.000E+00	0.000E+00	OK	4	0	$Y_s=(h_2-h_1)$
0	0.000E+00	0.000E+00	?	4	0	$\sigma=2,108*(n/60)*(Q_{dot}^{(1/2)})*(Y_s*10^{**3})^{(-3/4)}$
0	0.000E+00	0.000E+00	OK	4	0	$\omega=16000*pi/3$
0	0.000E+00	0.000E+00	?	4	0	$u_2=sqrt((2*Y_s*10^{**3})/\psi)$
0	0.000E+00	0.000E+00	?	4	0	$d_2=(u_2*60)/(pi*n)$
0	0.000E+00	0.000E+00	OK	4	0	$d_1=rd*d_2$
0	0.000E+00	0.000E+00	OK	4	0	$z_{apox}=\beta_2/3$
0	0.000E+00	0.000E+00	OK	4	0	$a=(\beta_1+\beta_2)/2$
0	0.000E+00	0.000E+00	OK	4	0	$b=1/rd$

0	0.000E+00	0.000E+00	OK	4	0	u_1 =u_2*rd
0	0.000E+00	0.000E+00	OK	4	0	c_1 =u_1*tan(beta_1)
0	0.000E+00	0.000E+00	OK	4	0	c_1 = c_1m
0	0.000E+00	0.000E+00	OK	4	0	w_1 =sqrt(u_1**2+c_1**2)
0	0.000E+00	0.000E+00	?	4	0	T = T_1 +273,15
0	0.000E+00	0.000E+00	OK	4	0	c_1m = c_2m
0	0.000E+00	0.000E+00	OK	4	0	c_2u_00 =u_2-c_2m*(1/tan(beta_2))
0	0.000E+00	0.000E+00	OK	4	0	e_z =1/(1+((pi*sin(beta_2))/(2*z*(1-rd))))
0	0.000E+00	0.000E+00	OK	4	0	w_2_00 =c_2m
0	0.000E+00	0.000E+00	OK	4	0	P_E = P_1
0	0.000E+00	0.000E+00	?	4	0	T_E = T_1 +273,15
0	0.000E+00	0.000E+00	?	4	0	ve =Volume(Air_ha;T= T_1 ;P= P_1)
0	0.000E+00	0.000E+00	OK	4	0	P_A_tot = P_E
0	0.000E+00	0.000E+00	OK	4	0	T_A_tot = T_E
0	0.000E+00	0.000E+00	OK	4	0	c_a =0,95*c_1
0	0.000E+00	0.000E+00	OK	4	0	a_a =20*sqrt(T_E)
0	0.000E+00	0.000E+00	OK	4	0	cp =R_a*(gamma/(gamma-1))
0	0.000E+00	0.000E+00	?	4	0	Ys = Y_S *10**3
0	0.000E+00	0.000E+00	OK	4	0	T_1_tot = T_a_tot
0	0.000E+00	0.000E+00	OK	4	0	T_E_tot = T
0	0.000E+00	0.000E+00	OK	4	0	P_F_tot = P_2
0	0.000E+00	0.000E+00	OK	4	0	delta_i =0,2*10**(-3)
0	0.000E+00	0.000E+00	OK	4	0	tau =19,6*10**6
0	0.000E+00	0.000E+00	OK	4	0	r_1 =d_1/2
0	0.000E+00	0.000E+00	OK	4	0	r_2 =d_2/2
0	0.000E+00	0.000E+00	OK	4	0	d_dif =1,2*d_2
0	0.000E+00	0.000E+00	?	4	0	a_1 =sqrt((gamma*R*T)/M)
0	0.000E+00	0.000E+00	OK	4	0	c_2u =e_z*c_2u_00
0	0.000E+00	0.000E+00	OK	4	0	c_2 =sqrt(c_2m**2+c_2u**2)
0	0.000E+00	0.000E+00	OK	4	0	w_2u =u_2-c_2u
0	0.000E+00	0.000E+00	OK	4	0	w_2 =sqrt(w_2u**2+w_2_00**2)
0	0.000E+00	0.000E+00	OK	4	0	beta_2_00 =arctan(w_2_00/w_2u)
0	0.000E+00	0.000E+00	OK	4	0	alpha_2 =arctan(c_2m/c_2u)
0	0.000E+00	0.000E+00	OK	4	0	Y_u =u_2*c_2u
0	0.000E+00	0.000E+00	?	4	0	Y_u = Y_u /1000
0	0.000E+00	0.000E+00	?	4	0	V_E_tot =(R_a*T_E)/(1*10**5)
0	0.000E+00	0.000E+00	?	4	0	V_a_tot = V_E_tot
0	0.000E+00	0.000E+00	?	4	0	Va = V_a_tot /((1-((c_a/a_a)**2*(gamma-1)/2)))*(1/(gamma-1))
0	0.000E+00	0.000E+00	?	4	0	Pa = P_A_tot *(V_a_tot /va)**gamma
0	0.000E+00	0.000E+00	?	4	0	Ta =(Pa *10**5*Va)/R_a
0	0.000E+00	0.000E+00	OK	4	0	Y_a1 =zeta_1*(c_1**2/2)
0	0.000E+00	0.000E+00	OK	4	0	Y_12 =zeta_2*(w_1**2/2)
0	0.000E+00	0.000E+00	OK	4	0	c_3 =1/4*c_2
0	0.000E+00	0.000E+00	OK	4	0	P_1_tot = Pa *(1+((c_a**2+2*Y_a1)/(2*cp*Ta)))*(gamma/(gamma-1))
0	0.000E+00	0.000E+00	?	4	0	V_1_tot =(R_a*T_1_tot)/(P_1_tot*10**5)
0	0.000E+00	0.000E+00	OK	4	0	P1_1 = P_1_tot *(1-c_1**2/(2*cp*T_1_tot))*(gamma/(gamma-1))
0	0.000E+00	0.000E+00	OK	4	0	T1_1 = T_1_tot *(P1_1 /P_1_tot)**((gamma-1)/gamma)
0	0.000E+00	0.000E+00	?	4	0	V1_1 =(R_a*T1_1)/(P1_1*10**5)
0	0.000E+00	0.000E+00	OK	4	0	rho_1 =(r_2**2-r_1**2)/(2*(r_2*cos(beta_2)-r_1*cos(beta_1)))
0	0.000E+00	0.000E+00	OK	4	0	rho_1 =sqrt(r_1**2+rho_1**2-2*r_1*rho_1*cos(beta_1))
0	0.000E+00	0.000E+00	OK	4	0	Ma =w_1/a_1
0	0.000E+00	0.000E+00	OK	4	0	Y_i = Y_u
0	0.000E+00	0.000E+00	OK	4	0	y_i = Y_i - Y_s
0	0.000E+00	0.000E+00	?	4	0	V_E = V_E_tot
0	0.000E+00	0.000E+00	OK	4	0	Y_23 =zeta_3*(c_2**2-c_3**2)/2
0	0.000E+00	0.000E+00	OK	4	0	Yi = Ys + Y_a1 + Y_12 + Y_23
0	0.000E+00	0.000E+00	OK	4	0	h_2_tot = h_1 + Yi /1000
0	0.000E+00	0.000E+00	OK	4	0	T_2_tot = T_E_tot + Yi /cp
0	0.000E+00	0.000E+00	OK	4	0	P_2_tot = P_F_tot /(1-Y_23/(cp*T_2_tot))*(gamma/(gamma-1))
0	0.000E+00	0.000E+00	?	4	0	V_2_tot =(R_a*T_2_tot)/(P_2_tot*10**5)

0	0.000E+00	0.000E+00	OK	4	0	T2_2 =T_2_tot-c_2**2/(2*cp)
0	0.000E+00	0.000E+00	OK	4	0	P2_2 =P_2_tot*(T2_2/T_2_tot)**(gamma/(gamma-1))
0	0.000E+00	0.000E+00	?	4	0	V2_2 =(R_a*T2_2)/(P2_2*10**5)
0	0.000E+00	0.000E+00	OK	4	0	RP =P2_2/P1_1
0	0.000E+00	0.000E+00	?	4	0	G_dot =Q_dot/V_E
0	0.000E+00	0.000E+00	?	4	0	Q_dot_a =G_dot*Va
0	0.000E+00	0.000E+00	OK	4	0	Pac =(G_dot*Y_s)/eta_tot
0	0.000E+00	0.000E+00	OK	4	0	eta_h =Y_s/Y_i
0	0.000E+00	0.000E+00	?	4	0	M_o =(Pac*60*10**3)/(2*pi*n)
0	0.000E+00	0.000E+00	?	4	0	de (((16*M_o)/(pi*tau))**(1/3)
0	0.000E+00	0.000E+00	?	4	0	d_0 =sqrt(((4*Q_dot_a)/(pi*c_a)+de**2))
0	0.000E+00	0.000E+00	?	4	0	A_i =pi*d_0*delta_i
0	0.000E+00	0.000E+00	?	4	0	g_i =(0,26*zeta*A_i*P2_2*10**5)/(9,81*sqrt(T_2_tot))
0	0.000E+00	0.000E+00	OK	4	0	eta_v =G_dot/(G_dot+g_i)
0	0.000E+00	0.000E+00	?	4	0	b1 =((G_dot*V1_1)/eta_v)/(pi*d_1*c_1m)
0	0.000E+00	0.000E+00	?	4	0	b2 =(G_dot*(V2_2/eta_v))/(pi*d_2*c_2m)
0	0.000E+00	0.000E+00	OK	4	0	eta_total =eta_v*eta_h*eta_m
0	0.000E+00	0.000E+00	OK	4	0	b3 =1,25*b2