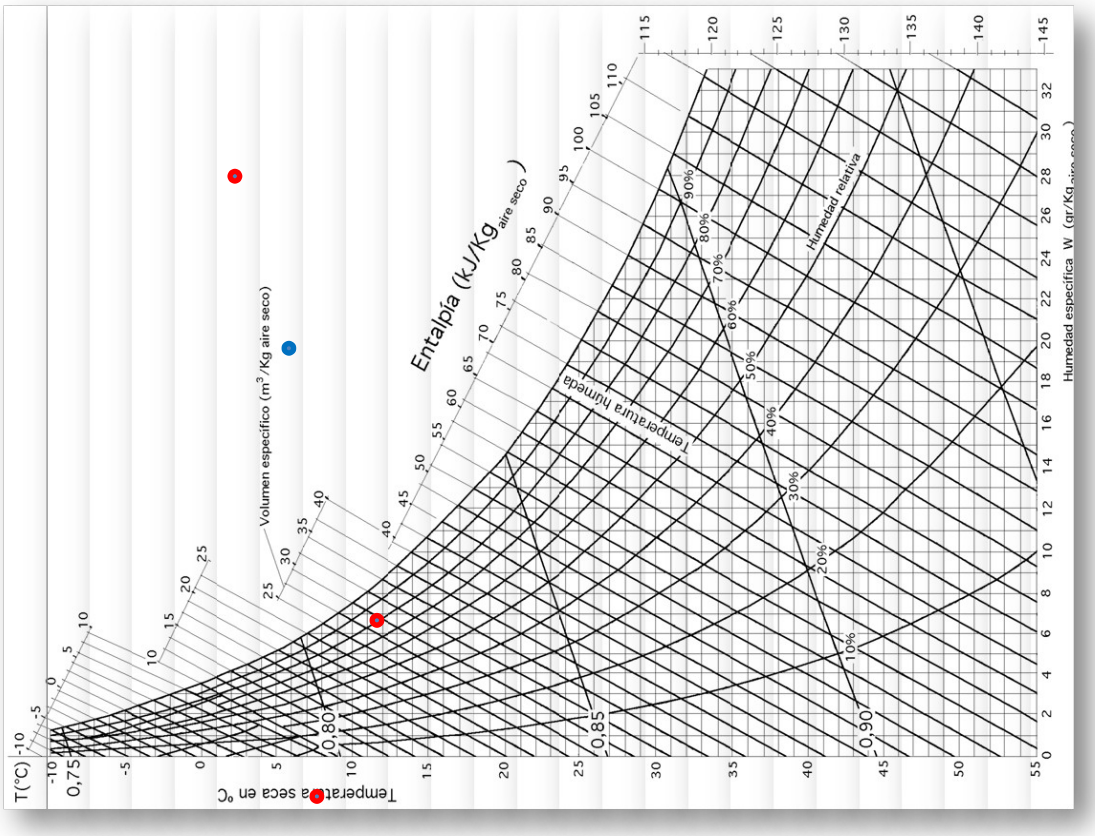
SOLUCIÓN



Caudal recirculado = 0,4 *3,0 = 1,2 kga/s

Caudal tomado del exterior = 3,0-1,2 = 1,8 kga/s

1Ver diagrama.

Entrada: h_e=44 kJ/kg_{as} w_e=6 g_v/kg_{as}

Salida/recirculación: h_r=41 kJ/kg_{as} w_r=8 g_v/kg_{as}

Exterior: h_{ex} = 8 kJ/kg_{as} w_{ex}=3 g_v/kg_{as}

Mezcla: $h_m = (h_{ex} * 1,8 + h_r * 1,2)/0,30 = (8 * 1,8 + 41 * 1,2)/ 3,0$ = 21,2 kJ/kg_{as}

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

- - -

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el presente documento en virtud al Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002. Si la información contenida en el documento es ilícita o lesiona bienes o derechos de un tercero háganoslo saber y será retirada.

PREGUNTAS DE COGENERACIÓN

Una industria que funciona todo el año menos el mes de agosto, tiene instalada una cogeneración a base de un motor de U_N=1 kV, P_N=6 MW eléctricos, que funciona a potencia nominal todo el tiempo operativo. Las necesidades de energía térmica de la industria se dividen en vapor (se genera vapor para proceso a 14 bar saturado, h=2788,89 kJ/kg, y se retorna agua a 1 bar y 80 °C, h=334,99 kJ/kg), y calefacción. Para cubrir las necesidades de energía térmica cuando la cogeneración no es suficiente, tiene de apoyo una caldera de gas natural de 90% de rendimiento. El PCI del gas natural disponible es de 9500 kcal/m^3.

La demanda de energía térmica de la fábrica se puede diferenciar en 2 periodos.

Periodo	Porcentaje del tiempo operativo anual	Demanda Vapor (t/h)	Demanda Calefacción (kW)	Consumo de GN (m^3/s) total de la industria	Apoyo con caldera
1	60	6,5	2500	0,38	SÍ
2	40	3	1000	0,32	NO

Determinar:

a) El ahorro de energía en porcentaje (PES) según la Directiva. Los valores que indica dicha Directiva para la generación por separado de calor y electricidad para este tipo de cogeneración son del 0,9 y del 0,5 respectivamente (1,25 p)
b) El rendimiento eléctrico equivalente y el rendimiento global anual de la instalación, y comprobar si cumple el REE mínimo indicado en el RD661/2007, cuya tabla se reproduce abajo. (0,75 p)

Tipo de combustible	Rendimiento eléctrico equivalente - Porcentaje
Combustibles líquidos en centrales con calderas	49
Combustibles líquidos en motores térmicos	56
Combustibles sólidos	49
Gas natural y GLP en motores térmicos	55
Gas natural y GLP en turbinas de gas	59
Otras tecnologías y/o combustibles	59
Biomasa incluida en los grupos b.6 y b.8	30
Biomasa y/o biogás incluido en el grupo b.7	50

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

- - -

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el presente documento en virtud al Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002.
Si la información contenida en el documento es ilícita o lesiona bienes o derechos de un tercero háganoslo saber y será retirada.

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE MADRID

ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE MINAS

APELLIDOS:

NOMBRE:

ASIGNATURA:

FECHA	CURSO	CALIFICACION	
			Ing. Minas ☐
			Ing. Geologo ☐

a) $E_{cg} = 6000 \times 8016 = 48096000$ kWh

Horas $= 8760 - 31 \times 24 = 8016$ h

$Q_{DEMANDADO\ VAPOR_1} = 65\ t/h \times \frac{1000}{3600}\ \frac{kg/t}{s/h} \times (2788'89 - 334'99)\ \frac{kJ}{kg} \times 8016 \times 0'6 = 21309667'6$ kWh

$Q_{DEMANDADO\ VAPOR_2} = Q_{DVAP_1} \times \frac{3}{6'5} \times \frac{0'4}{0'6} = 6556820'8$ kWh

$Q_{DCAL_1} = 2500 \times 8016 \times 0'6 = 12024000$ kWh

$Q_{DCAL_2} = Q_{CAL_1} \times \frac{1000}{2500} \times \frac{0'4}{0'6} = 3206400$ kWh

$Q_{D_1} = Q_{DVAP_1} + Q_{DCAL_1} = 33333667'6$ kWh $Q_{D_2} = 9763220'8$ kWh

$Q_{D_2} = Q_{cg_2}$ ⇑ (Q_{D_2} satisfecho íntegro por cogeneración)

Q_{D_1} satisfecho por la cogeneración $= Q_{D_1} - EP_{apoyo} \times 0'9 = Q_{cg_1} =$

$= Q_{D_1} - (0'38 - 0'32)\ m^3/s \times 9500\ \frac{kcal}{m^3} \times 4'18\ \frac{kJ}{kcal} \times 8016 \times 0'6 \times 0'9 = 23020271'4$ kWh

$EP_{cg(anual)} = 0'32 \times 9500 \times 4'18 \times 8016 = 101860915'2$ kWh $= EP_{cg}$

$PES(\%) = \left(1 - \frac{1}{\frac{0'47217}{0'5} + \frac{0'3218}{0'9}}\right) \times 100 = 23'192\ \%$

$\eta_{eca} = \frac{E_{cg}}{EP_{cg}} = 0'47217$

$\eta_{tcg} = \frac{Q_{D2} + Q_{DsatCG}}{EP_{cg}} = 0'3218$

b) $REE = \frac{E_{cg}}{EP_{cg} - \frac{Q_{cg}}{0'9}} = 73'5\ \% > 55\ \%$ CUMPLE

$Q_{cg} = Q_{cg1} + Q_{cg2} = 32783498'8$ kWh

$\eta_{GLOBAL} = \frac{E_{cg} + Q_{cg}}{EP_{cg}} = 79'40\ \%$

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

- - -

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el presente documento en virtud al Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002.
Si la información contenida en el documento es ilícita o lesiona bienes o derechos de un tercero háganoslo saber y será retirada.

Examen PRP

Una carga trifásica en estrella, de impedancia Z=0.7239 + 0.7964j, se alimenta de una red, con una tensión de línea de 400 V. Se quiere compensar totalmente el consumo de reactiva de dicha instalación, cosφ=1. Para ello se cuenta con:

- 4 baterías de condensadores de 300 µF. Los condensadores de cada batería están en triángulo.

- Un TCR con bobinas de 10 mH conectadas en estrella.

Si se sabe que el valor eficaz de la corriente por fase del primer armónico del TCR es

$$I_1=\frac{2\mathrm{V}}{\omega\pi L}\left(\pi-\alpha+\frac{sen(2\alpha)}{2}\right)$$

El resto de corrientes armónicas, por fase, en valor absoluto, se puede expresar como:

$$|I_h|=\left|\frac{4\mathrm{V}}{\pi\omega L}\left(\frac{sen((h+1)\alpha)}{2(h+1)}+\frac{sen((h-1)\alpha)}{2(h-1)}-\frac{sen(h\alpha)}{h}cos\alpha\right)\right|$$

Determinar:

- Número de baterías en paralelo a conectar.**(1p)**

Calculamos la reactiva que demanda la carga, que está en estrella.

$$S=\frac{U^2}{Z^{\acute{c}}}=100\,kW+110\mathrm{kVArj}=P+Qj$$

Calculamos la potencia reactiva que aportaría una batería de condensadores

$$Q_{cond}=-3\mathrm{Cw}\,U^2\,j10^{-3}=-45{,}24\,kVArj$$

Luego el número de baterías a conectar en paralelo será:

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

- - -

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el presente documento en virtud al Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002.
Si la información contenida en el documento es ilícita o lesiona bienes o derechos de un tercero háganoslo saber y será retirada.

$$Q_t = Q + N Q_{cond} = 110 - 3 * 45.24 = -25.71\, kVAr$$

Para compensar se determina por tanteo el ángulo de disparo del TCR

$$|Q_t| = Q_{TCR} = \frac{U^2}{w L_\alpha} 10^{-3}$$

$$L_\alpha = \frac{\pi L}{2(\pi - \alpha) + sen(2\alpha)}$$

EL ángulo resultante sería α=113.5º

- Si el punto estrella del TCR tiene conductor de neutro determinar si habrá circulación de corriente debido al tercer armónico y el valor de su valor eficaz.**(1p)**

$$|I_3| = \left| \frac{4 V_{fase}}{\pi \omega L} \left(\frac{sen((3+1)\alpha)}{2(3+1)} + \frac{sen((3-1)\alpha)}{2(3-1)} - \frac{sen(3\alpha)}{3} cos\alpha \right) \right| = 9.59\text{A}$$

Por el conductor de neutro circulará $I_{3N}=3*I_3= 28.78$A

- Si se pretende eliminar el 5 armónico producido por la TCR, que tipo de filtro pondría y que relación LC usaría.**(1p)**

Se usaría un filtro LC serie siendo la relación $LC = \frac{1}{(5w)^2}$

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

- - -

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el presente documento en virtud al Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002.
Si la información contenida en el documento es ilícita o lesiona bienes o derechos de un tercero háganoslo saber y será retirada.

SOLUCIÓN AL EXAMEN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA-ECONOMÍA

1.- **VA = 0,1/1,11 + 0,1/1,11^2 + 0,1/1,11^3 + 0,1/1,11^4 + 1,1/1,11^5**

2.- **0,15 - 0,15 x 0,35 = 0,0975 = 9,75%**

3.- **Los beneficios se contabilizan según el criterio de devengo, es decir, los ingresos y gastos se registran cuando se producen con independencia de cuando se cobran o pagan. Las amortizaciones del inmovilizado se tienen por tanto en cuenta, no así en los flujos de caja que solo se tienen en cuenta para calcular el impuesto sobre sociedades por lo que luego se vuelve a sumar para hallar el flujo de caja.**
Los beneficios solo tienen en cuenta los ingresos y gastos de un periodo mientras que los flujos de caja tienen en cuenta las entradas y salidas de dinero en el mismo periodo aunque no sean ingresos ni gastos, es decir, en el flujo de caja se tienen en cuenta las inversiones, las desinversiones, las entradas de dinero por financiación y las salidas del mismo por pago de la financiación aunque no se traten de ingresos y gastos

4.- **VA =100/1,083 + 120/1,083^2 + 140/1,083^3 + 160/1,083^4 + 1000/1,083^5**

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

- - -

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el presente documento en virtud al Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002.
Si la información contenida en el documento es ilícita o lesiona bienes o derechos de un tercero háganoslo saber y será retirada.

Solucion Examen Junio ARM

1) a) Recargo Potencia = $0'75 \cdot 600\,kW = 450\,kW$

F.P. = $450 \cdot \frac{0'8}{0'7} = 514'29\,kW$

- Término de potencia: $514'29\,kW \cdot 40\,€/kW = 20571'43€$
- Término de energía = $10000 \cdot 0'05 + 90000 \cdot 0'19 = 17600\,€$
- Ajuste combustible = $100.000 \cdot 1'1 \frac{c€}{kWh} = 1100\,€$
- Impuestos 8%
- Total = 42675'57 €

b) Ese mes: $2 \cdot 400 \cdot \frac{10}{60} \cdot 0'19 = 12'67\,€$ coste energía

Recargo Potencia: 450 kW
$P_{max} = 800\,kW$ } $P = 800$

$F.P = (800 - 450) \cdot \frac{0'8}{0'7} = 400\,kW$

- Termino potencia exceso : $400 \cdot 40 = 16000\,€$

Resto Año:

Recargo Potencia = $800 \cdot 0'75 = 600$

- Termino potencia exceso = $(600 - 450) \cdot \frac{0'8}{0'7} \cdot 40 = 6857'15€$

11 meses = $11 \cdot 6857'15 = 75428'57€$

TOTAL = 91441'24 €.

2) $RCH = 1'67 \simeq 2$; En tabla $C_u = 0'88$

$$N = \frac{550 \cdot 150}{7500 \cdot 0'8 \cdot 0'88} = 15'6 = 16 \text{ Luminarias}$$

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

- - -

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

POU (GN) = $(0'0605 \frac{€}{kWh} \cdot \frac{1\,kWh}{1\,Nm^3}) / 0'91 = 0'01846\,€/Nm^3$ ← MEJOR

POU (Gasoil) = $(\frac{1\,€}{0'75\,kg} \cdot \frac{1\,kg}{39\,Nm^3}) / 0'93 = 0'0368\,€/Nm^3$

www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el presente documento en virtud al Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002. Si la información contenida en el documento es ilícita o lesiona bienes o derechos de un tercero háganoslo saber y será retirada.