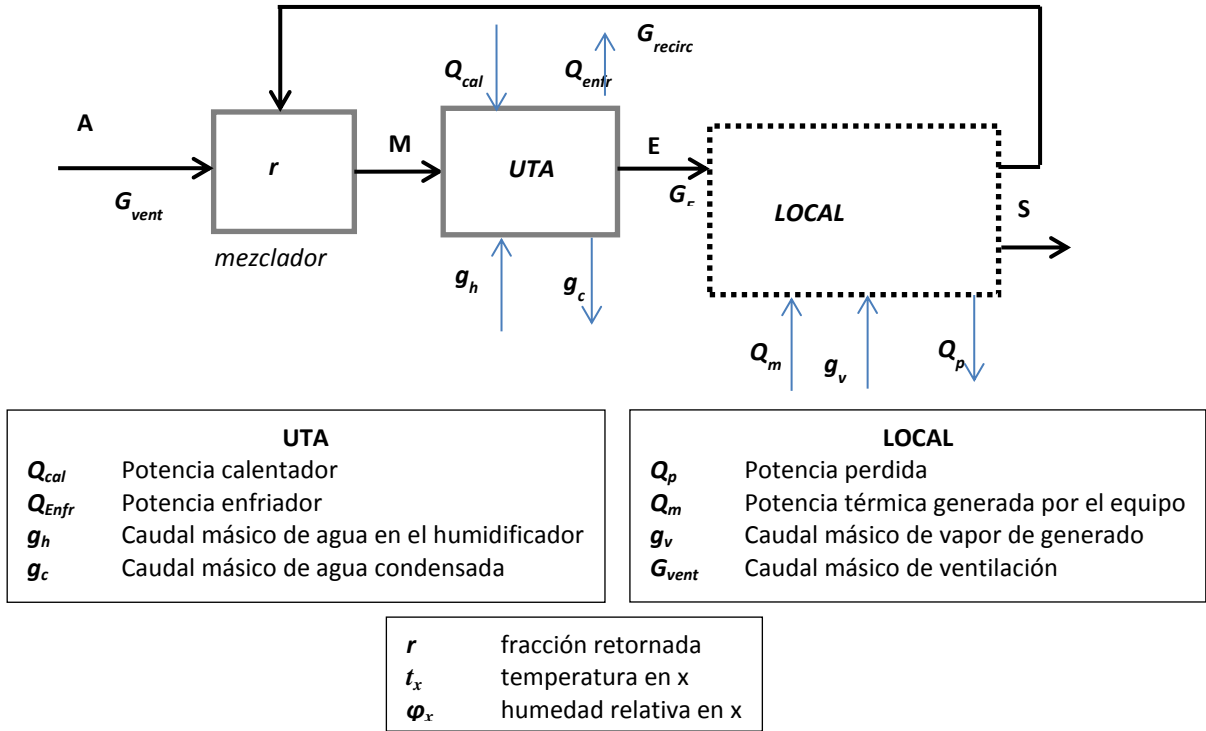


EFICIENCIA Y AHORRO ENERGÉTICO (3º GIE)	10/07/2015
Examen final (Ex_F)	Tiempo total: 2 h 30 min
Alumno: SOLUCIÓN	DNI:

1) [CFR] (2,7 puntos) En la figura se representa el esquema de un sistema de climatización con recirculación.



Por el local circula un caudal másico de aire seco de 7 kg/s que se acciona con un ventilador situado en la UTA y se mantiene prácticamente constante. Para regular el caudal de ventilación G_{vent} , la instalación dispone de unas lamas de ángulo variable que estrangulan la entrada de aire desde el exterior.

El estudio del Local, conduce a que para tener el local a 19 °C de temperatura y 50 % de humedad relativa en condiciones de invierno, se debe suministrar aire a 22 °C de temperatura y 35 % de humedad relativa.

a) (0,5 puntos) Dibujad sobre el diagrama de Mollier los puntos representativos de la salida y entrada del local, y del gráfico obtener del gráfico los valores de las variables termodinámicas.

ENTRADA		SALIDA	
ϕ_E [%]	35%	ϕ_S [%]	50%
t_E [°C]	22	t_S [°C]	19
w_E [g _v /kg _a]	5,8	w_S [g _v /kg _a]	6,9
h_E [kJ/kg _a]	36,8	h_S [kJ/kg _a]	36,6

Ver la figura adjunta.

b) (0,75 puntos) Si en invierno el ambiente está a 0 °C de temperatura y 90 % de humedad relativa, calculad el factor de recirculación para que a la salida del mezclador la humedad absoluta sea igual a la de entrada al local, dibujad el punto representativo del ambiente

exterior A1 y de la salida del mezclador M1 en el diagrama de Mollier, y obtener del gráfico los valores de las variables termodinámicas de estos puntos.

AMBIENTE A1		MEZCLADOR M1	
ϕ_{A1} [%]	90%	ϕ_{M1} [%]	62%
t_{A1} [°C]	0	t_{M1} [°C]	13
w_{A1} [g _v /kg _a]	3,4	w_{M1} [g _v /kg _a]	5,8
h_{A1} [kJ/kg _a]	8,7	h_{M1} [kJ/kg _a]	27,8

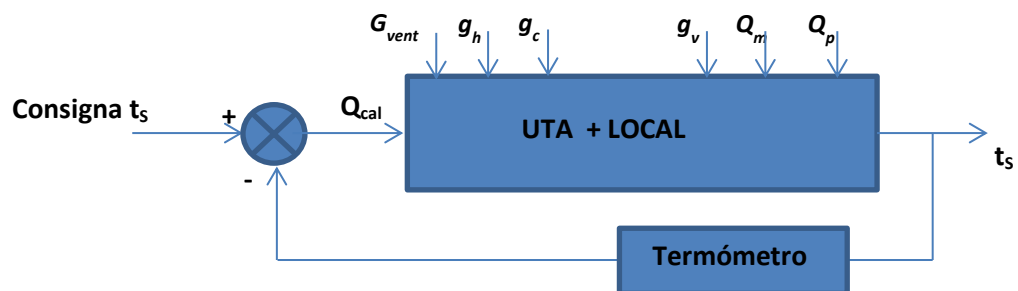
ver la figura adjunta.

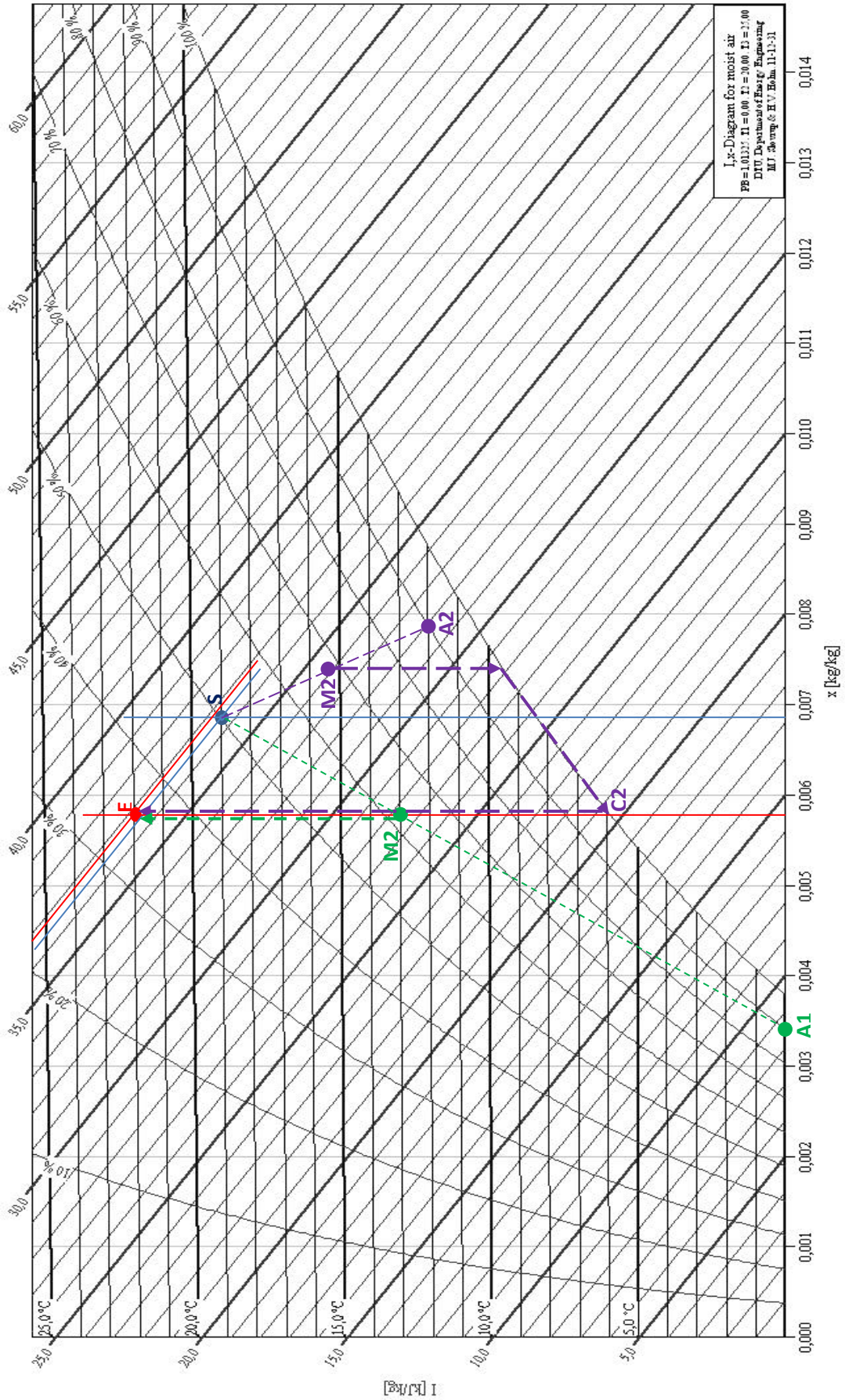
- c) (0,75 puntos) Si en primavera, el ambiente está a 12 °C de temperatura y 90 % de humedad relativa, dibujad la trayectoria que seguirá el aire en el interior de la UTA, con los equipos habituales en ella, con un factor de recirculación del 50 %. Dibujad el punto representativo del ambiente exterior A2 y de la salida del mezclador M2 en el diagrama de Mollier, y obtener del gráfico los valores de las variables termodinámicas de todos los puntos significativos del proceso.

AMBIENTE A2		MEZCLADOR M2		CONDENSADOR C2	
ϕ_{A2} [%]	90	ϕ_{M2} [%]	68	ϕ_{C2} [%]	100
t_{A2} [°C]	12,0	t_{M2} [°C]	16,5	t_{C2} [°C]	6,0
w_{A2} [g _v /kg _a]	7,8	w_{M2} [g _v /kg _a]	7,4	w_{C2} [g _v /kg _a]	5,8
h_{A2} [kJ/kg _a]	32,0	h_{M2} [kJ/kg _a]	34,2	h_{C2} [kJ/kg _a]	20,6

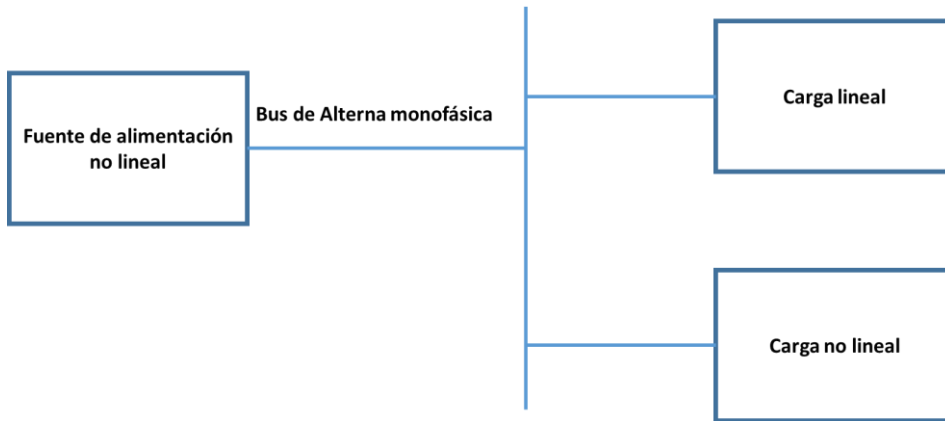
ver la figura adjunta

- d) (0,7 puntos) Desde el punto de vista del control de **temperatura** del local, de todas las variables que resultan del funcionamiento del sistema, ¿cuáles se consideran las salidas y cuáles las entradas del sistema?, y de estas últimas ¿cuál se pueden utilizar como entrada de control y cual se considerarán perturbaciones?





2) [PRP] (2,5 puntos) En una zona residencial aislada, una casa se alimenta en alterna por medio de una fuente de alimentación no lineal, en monofásica. En la casa, la gente es muy normal, y el consumo se puede modelizar como una resistencia de 15Ω , menos el cuarto de uno de los hijos, al que gusta mucho la informática. Su cuarto se puede modelizar como una carga no lineal e influirá sobre el resto de la casa.



La fuente no lineal la caracterizamos con fuentes de tensión de los tres primeros armónicos (U_1 (50 Hz) = 250V, U_3 (150 Hz) = 70 V y U_5 (250 Hz) = 12 V).

La carga no lineal ("el hijo") la caracterizamos con fuentes de corriente de los dos primeros armónicos (I_1 (50 Hz) = 8 A y I_5 (250 Hz)=1.5 A).

Suponed que no hay desfase entre las fuentes de tensión y de corriente.

El bus de alterna que alimenta a la casa tiene una resistencia de $0,5\Omega$.

Determinar:

- a) (1,25 puntos) Las pérdidas adicionales en el bus de alterna, debido a la no linealidad de la fuente de alimentación y a la carga del "hijo".
- b) (1,25 puntos) Si se considera potencia útil para el resto de la casa, la debida al armónico de orden 1, determinar la potencia consumida en la carga lineal y su rendimiento.

1^{er} armónico

250V \rightarrow $0,5\Omega$ \rightarrow 15Ω \rightarrow 8A \rightarrow 250V

3^{er} armónico

70V \rightarrow $0,5\Omega$ \rightarrow 15Ω \rightarrow 4,11A

5^o armónico

12V \rightarrow $0,5\Omega$ \rightarrow 15Ω \rightarrow 1,5A

$I_1 = \frac{250 + 120}{15,5} = 23,87A$

1.- $P_{\text{Perd}} = 0,5(I_3^2 + I_5^2 + \dots) \approx 12,63W$

2.- $U_1 = 250 - 0,5 \times 23,87 = 238V$

$P_{\text{carga}} = \frac{238^2}{15} = 3776,3W$

$P_{\text{Perd}_{\text{carga}}} = 15 \times 4,11^2 + \frac{(12 - 0,5 \times 2,22)^2}{15}$

$P_{\text{Perd}_{\text{carga}}} = 313W$

$\eta = \frac{3776,3}{3776,3 + 313} = 0,923$

EFICIENCIA Y AHORRO ENERGÉTICO (3° GIE)	10/07/2015
Examen final (Ex_F)	Tiempo total: 2 h 30 min
Alumno: SOLUCIÓN	DNI:

- 3) [ECL] (1 punto) Una industria tiene una caldera de gas para satisfacer una demanda de vapor que entre 20 PM y 5 AM (9 horas) es de 1500 kW, y el resto del día es de 3000 kW. Para intentar mejorar su eficiencia decide instalar un motor de gas de cogeneración, cuyos gases de escape tienen una temperatura adecuada para las características del vapor que quieren producir. Las características del motor según catálogo son:

P _{Nelectrica} (kW)	3800
Consumo específico (kJ/kWh _e)	7817
P _T circuito gases (380°C) (kW)	2815

La industria decide que el motor de cogeneración opere siempre a potencia nominal, produciendo la máxima electricidad y aprovechando, siempre que pueda, la potencia calorífica que ofrecen sus circuitos de gases.

Calcule el ahorro de energía primaria en tanto por ciento y en MWh si trabaja igual todo el año. Nota: los valores de referencia de la directiva para la producción por separado de electricidad y de calor son 0,485 y 0,9 respectivamente.

$$P_{\text{MEDIA}} = \frac{9 \times 1500 + 15 \times 2815}{24} = 2321,875 \text{ kW}$$

$$PES = \left(1 - \frac{1}{\frac{\eta_{ecg}}{\eta_e} + \frac{\eta_{fcg}}{\eta_g}} \right) \times 100 =$$

$$= \left(1 - \frac{1}{\frac{0,4605}{0,485} + \frac{0,2814}{0,9}} \right) \times 100 = 20,77\%$$

$$AE = 3800 \times 8760 \left(\frac{1}{0,485} + \frac{0,611}{0,9} - \frac{1}{0,4605} \right) =$$

$$= 18947,26 \text{ MWh}$$

$$P_{\text{OMB}} = 7817 \frac{\text{kJ}}{\text{kWh}_e} \times 3800 \text{ kW} \times \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} =$$

$$= 8251,27 \text{ kW}$$

$$\eta_{ecg} = \frac{3800}{8251,27} = 0,4605 \quad \eta_{fcg} = \frac{2321,875}{8251,27} = 0,2814$$

$$R = \frac{2321,875}{3800} = 0,611$$

- 4) [VVL] (0,5 puntos) Indique y explique brevemente **dos indicadores de eficiencia energética**.

- **INTENSIDAD ENERGÉTICA** es la relación entre la energía primaria empleada para producir el producto interior bruto de un país en un determinado período de tiempo, habitualmente un año. Es un indicador de la eficiencia energética de una economía porque expresa la cantidad de energía necesaria para producir una unidad de riqueza (PIB). La unidad de medida es J/EUR en el caso de España.
- **CONSUMO POR HABITANTE:** energía primaria consumida por cada habitante de un país. Se suele expresar en toneladas equivalentes de petróleo por habitante (tep/hab.).

5) [VVL] (1 punto) En la factura eléctrica de un comunidad de vecinos se detallan las siguientes lecturas de consumo de energía:

Electricidad

Nº contrato de acceso: 905313066213
 Nº de CNAE: 95500

Datos instalación electricidad

Potencia contratada: 10,392 kW
 Tarifa de acceso: 2.1A

Información lecturas / consumos

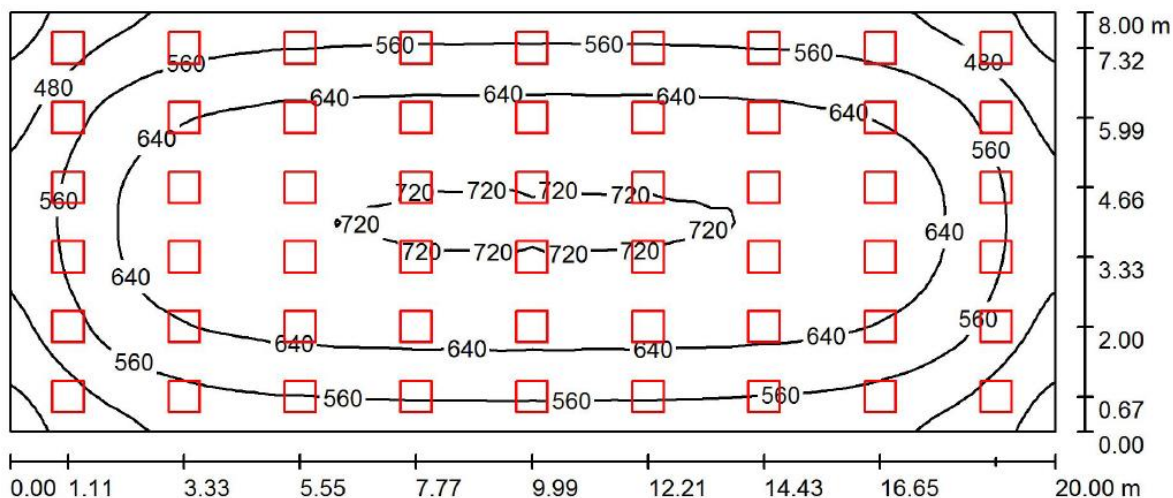
Maxímetro:	real	24.09.13	10,000 kW
Factor de escala:	1		
Lectura actual:	Llano real	24.09.13	137.144 kWh
Lectura anterior:	Llano estimada	24.08.13	133.432 kWh
Consumo:	Llano		3.712 kWh
Factor de escala:	1		
Lectura actual:	Llano real	24.09.13	14.558 kWh
Lectura anterior:	Llano estimada	24.08.13	14.206 kWh
Consumo:	Llano		352 kWh
Factor de escala:	1		
Lectura actual:	Real	24.09.13	30.948 kVArh
Lectura anterior:	Estimada	24.08.13	30.233 kVArh
Consumo:	Reactiva		715 kVArh
Factor de escala:	1		

Calcule el importe de la factura eléctrica sabiendo que se ha cobrado el término de energía a 0,158481 €/kWh y el término de potencia a 0,109529 €/kW·día. El alquiler del contador para el período considerado ha sido de 12,75 €. NOTA: el impuesto eléctrico se calcula como el $1,05113 \cdot (T_p + T_e + T_r) \cdot 4,864\%$.

$$\begin{aligned}
 P_c \text{ (kW)} &= 10,392 \\
 0,85 \cdot P_c &= 8,8332 & 1,05 \cdot P_c &= 10,9116 \\
 P_{\max} \text{ (kW)} &= 10 \\
 W_e \text{ (kWh)} &= 3712 \\
 &352 \\
 \hline
 &4064 \\
 W_r \text{ (kVArh)} &= 715 \\
 \text{días} &= 31 \\
 P_p \text{ (€/kW·día)} &= 0,109529 \\
 P_e \text{ (€/kWh)} &= 0,158481 \\
 T_p \text{ (€)} &= 33,95399 \\
 T_e \text{ (€)} &= 644,066784 \\
 IE \text{ (€)} &= 34,66514316 \\
 \text{Alquiler equipo (€)} &= 12,75 \\
 \text{Base impositiva (€)} &= 725,44 \\
 \text{IVA (21\%)} \text{ (€)} &= 152,34 \\
 \hline
 \text{FACTURA FINAL} &= 877,78 \text{ €}
 \end{aligned}$$

EFICIENCIA Y AHORRO ENERGÉTICO (3º GIE)	10/07/2015
Examen final (Ex_F)	Tiempo total: 2 h 30 min
Alumno: SOLUCIÓN	DNI:

6) [VVL] (1 punto) A continuación se muestran las características de una instalación de alumbrado de un aula:



Montaje de las luminarias: empotradas

Altura del local: 3,5 m; factor de mantenimiento: 0,8

Altura del plano útil: 0,85 m

Reflectancias techo/pared/suelo: 0,7/0,5/0,2

Iluminancias horizontales:

Superficie	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]
Plano útil	610	367	736

Características de las luminarias: lámparas fluorescentes con IRC = 80 y Tc = 4000 K.

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	54	PHILIPS FBS163 2xPL-L36W HFP (1.000)	2668	5800	70.0
			Total: 144072	Total: 313200	3780.0

Calcule la **longitud mínima que tendría que tener el elemento de suspensión** de las lámparas para que se cumpliera el VEEI marcado por el CTE-DB-HE3.

Calculamos el VEEI de la instalación en las condiciones actuales:

$$VEEI = \frac{P \cdot 100}{S \cdot E_m} = \frac{3780 \cdot 100}{160 \cdot 610} = 3,87 \text{ [W/m}^2\text{]} \text{ por cada 100 lux}$$

Consultando en la tabla del CTE-DB-HE3 vemos que para un espacio de este tipo ("aulas y laboratorios") el valor máximo permitido es de 3,5 W/m² por cada 100 lux.

una estrategia posible para bajar este índice es aumentar la iluminancia horizontal media, acercando las lámparas al plano de trabajo. Sería una medida que nos permitiría cumplir con el requisito marcado por el código técnico, pero que no supondría ningún ahorro energético.

Calculamos el valor de E_m con el que cumpliríamos el VEEI:

$$E_m = \frac{P \cdot 100}{S \cdot \text{VEEI}} = \frac{3780 \cdot 100}{160 \cdot 3,5} = 675 \text{ lux}$$

Aplicando la Ley de la inversa del cuadrado de la distancia podemos hallar la distancia entre la lámpara y la superficie de trabajo para que hubiera una iluminancia horizontal media de 675 lux.

En el montaje inicial la distancia entre las luminarias y el plano de trabajo es de $d = 3,5 - 0,85 = 2,65 \text{ m}$ (montaje empotrado).

$$\begin{aligned} E_m \cdot d^2 &= E'_m \cdot d'^2 \\ d' &= \sqrt{\frac{E_m}{E'_m} \cdot d^2} \\ d' &= \sqrt{\frac{610}{675} \cdot 2,65^2} = 2,52 \text{ m} \end{aligned}$$

La distancia máxima entre las lámparas y la superficie de trabajo tendría que ser de 2,52 m para un VEEI máximo de 3,5 W/(m² · 100 lux) por lo que la longitud de suspensión mínima tiene que ser de $2,65 - 2,52 = 0,13 \text{ m}$, es decir, unos **13 cm**.

EFICIENCIA Y AHORRO ENERGÉTICO (3º GIE)	10/07/2015
Examen final (Ex_F)	Tiempo total: 2 h 30 min
Alumno: SOLUCIÓN	DNI:

7) [MVMS] (1,3 puntos) La empresa CLIMATIC, que se dedica a la fabricación de aparatos de aire acondicionado, está estudiando sustituir una de sus máquinas por otra más moderna. Esto permitirá jubilar anticipadamente a un trabajador (su coste anual para la empresa es de 25.000 euros), que estaría de acuerdo en jubilarse.

La antigua máquina, que costó 50.000 euros hace cinco años y no tiene valor residual, soporta dos costes, uno de mantenimiento, 2.000 euros al año, y otro de sustitución de piezas que se rompen, 6.000 euros al año. Ahora mismo existe un posible comprador para dicha máquina que estaría dispuesto a pagar 5.000 euros. Si la máquina continuase funcionando los cinco años que le quedan de vida, sería imposible obtener dinero alguno por ella.

La máquina que la sustituiría cuesta 60.000 euros en efectivo, a los que hay que añadir un 10 % en concepto de gastos de transporte e instalación. El mantenimiento de la misma supondría 3.000 euros al año y el coste de las piezas que habría que sustituir anualmente es de 3.000 euros anuales. En caso de efectuar la compra de la máquina, el vendedor se compromete a recomprarla al cabo de 5 años por 20.000 euros.

CLIMATIC emplea un sistema de amortización lineal en toda su maquinaria.

La estructura financiera de CLIMATIC consiste en un 60 % de recursos propios con un coste del 9 % y un 40 % de recursos ajenos con un coste del 7 % antes de impuestos

El tipo del impuesto sobre sociedades es el 30 %.

Se pide, calcular todos los flujos de caja y tomar una decisión razonada sobre la conveniencia de llevar a cabo esta inversión en base al resultado que arroje el VAN

Compra	-60.000	VNC Máquina antigua: $50.000 - (50.000/10) \times 5 = 25.000$
Venta vieja	5.000	Pérdida en la venta: $5.000 - 25.000 = 20.000$
Ahorro imp.	6.000	Ahorro de impuestos: $20.000 \times 30\% = 6.000$
Gastos Trate	-6.000	
INVERSIÓN	-55.000	

$$\text{Amortización nueva máquina: } (60.000 - 20.000) / 5 = 9.200$$

$$\text{Incremento Amortización} = 9.200 - 5.000 = 4.200$$

Años	0	1	2	3	4	5
Inversión	-55.000					20.000
Ahorro pers		25.000	25.000	25.000	25.000	25.000
Ahorro piezas		3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
Mantenimiento		-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000
Amortización		-4.200	-4.200	-4.200	-4.200	-4.200
BAT		22.800	22.800	22.800	22.800	22.800
Impuestos		6840	6840	6840	6840	6840
Beneficio Neto		15.960	15.960	15.960	15.960	15.960
FC	-55.000	20.160	20.160	20.160	20.160	40.160

$$WACC = 0,6 \times 0,09 + 0,4 (0,07 - 0,3 \times 0,07)$$

$$7,36\%$$

$$VAN = 40.894$$