

EFICIENCIA Y AHORRO ENERGÉTICO (3º GIE)	08/07/2016
Examen final (Ex_F)	Tiempo total: 2 h 30 min
Alumno:	DNI:

- 1) [VVL] (0,25 puntos) Explique el concepto de intensidad energética e mencione otro indicador global de eficiencia energética.

Intensidad energética: indicador de eficiencia energética de una economía. Se expresa como la relación entre el consumo energético (E) y el producto interior bruto (PIB) de un país.

$$I = \frac{E}{PIB} \quad [I/€UR]$$

Otro indicador global de eficiencia energética sería el consumo de energía (primaria) por habitante.

- 2) [VVL] (1,25 puntos) En la siguiente tabla, se recogen los datos de facturación de un suministro eléctrico trifásico en BT:

Tarifa 3.0A

	Pc (kW)	Pmax (kW)	Pf (kW)	Ea (kWh)	FE (EUR)	Nº días	FP (EUR)	IE (EUR)	Alquiler equipos (EUR)	IVA (EUR)	Total Factura (EUR)
Ene	20,7	3	17,595	679	71,99	38	148,74	11,29	10,98	51,03	294,03
Feb	20,7	3	17,595	385	40,82	26	101,69	7,29	10,98	33,76	194,53
Mar	20,7	2	17,595	424	44,95	29	113,42	8,10	10,98	37,26	214,71
Abr	20,7	3	17,595	516	54,71	35	137,34	9,82	10,98	44,70	257,54
May	20,7	2	17,595	469	49,72	32	125,65	8,97	10,98	41,02	236,34
Jun	20,7	3	17,595	407	43,15	28	109,95	7,83	10,98	36,10	208,01
Jul	20,7	2	17,595	405	42,94	30	117,80	8,22	10,98	37,79	217,73
Ago	20,7	1	17,595	419	44,42	33	129,58	8,90	10,65	40,65	234,20
Sep	20,7	4	17,595	408	43,26	28	109,95	7,83	11,39	36,21	208,64
Oct	20,7	3	17,595	486	51,53	32	125,65	9,06	10,98	41,42	238,64
Nov	20,7	3	17,595	415	44,00	31	120,09	8,39	10,98	38,53	221,99
Dic	20,7	3	17,595	383	40,61	24	94,24	6,89	11,46	32,17	185,37
				5396	572,09	366	1434,11	102,57	132,32	470,63	2711,73

ANUAL

Realice una revisión de la facturación proponiendo una nueva tarifa de las ofrecidas en las tablas adjuntas. Justifique el cambio y estime el ahorro anual suponiendo que el consumo es exactamente el mismo y que el cargo por el alquiler de los equipos de medida también se mantiene al mismo precio.

TABLA I: Precios de electricidad en mercado libre de EDP.

Tarifas de acceso	Colectivo de aplicación	Tp [€/ (kW·año)]	Te [€/kWh]			
			Sin DH	Período 1	Período 2	Período 3
2.0A	Pc ≤ 10 kW	42,043524	0,120197			
2.0DHA	Pc ≤ 10 kW	42,043524		0,142446	0,060829	
2.1A	10 kW < Pc ≤ 15 kW	45,061920	0,145212			
2.1DHA	10 kW < Pc ≤ 15 kW	44,444844		0,173861	0,074848	

Tarifa de acceso	Colectivo de aplicación	Tp [€/kW·año]			Te [€/kWh]		
		Período 1	Período 2	Período 3	Período 1	Período 2	Período 3
3.0A	Pc > 15 kW	40,728885	24,43733	16,291555	0,125362	0,106022	0,08082

TABLA II: Impuestos aplicables

Impuestos eléctricos: $1,8610 / ((50 - 55) - 55) = 1,861121$

IVA general:

Intensidad [A]	Potencias eléctricas normalizadas [kW]			
	Monofásicos		Trifásicos	
	220 V	230 V	3*220/380 V	3*230/400 V
1,5	0,330	0,345	0,987	1,039
3	0,660	0,690	1,975	2,078
3,5	0,770	0,805	2,304	2,425
5	1,100	1,150	3,291	3,464
7,5	1,650	1,725	4,936	5,196
10	2,200	2,300	6,582	6,928
15	3,300	3,450	9,873	10,392
20	4,400	4,600	13,164	13,856
25	5,500	5,750	16,454	17,321
30	6,600	6,900	19,745	20,785
35	7,700	8,050	23,036	24,249
40	8,800	9,200	26,327	27,713
45	9,900	10,350	29,618	31,177
50	11,000	11,500	32,909	34,641
63	13,860	14,490	41,465	43,648

Con derecho al PVPC

Fig. I: Potencias normalizadas

A la vista de los datos del año 2015, la potencia contratada está sobredimensionada. Se observa que para todos los meses los máximos registrados por el maxímetro están muy por debajo del $0,85 \cdot Pc = 17,595$ kW.

Se plantea como alternativa contratar una tarifa por debajo de los 10 kW por lo que habría que pasar de la 3.0A a una 2.0A o 2.0DHA. Teniendo en cuenta que desconocemos el consumo distribuido entre los periodos punta (p1) y valle (p2), se va a considerar finalmente una tarifa de tipo 2.0A descartando la de discriminación horaria (2.0DHA).

No se han valorado las tarifas 2.1 por tener precios superiores y no ser necesaria una potencia entre 10 y 15 kW.

Las potencias normalizadas trifásicas por debajo de 10 kW que podríamos contratar según la Fig. 1 son 5,196 kW; 3,464 kW o 2,425 kW. No se estudiarán potencias inferiores porque prácticamente todos los meses las potencias máximas registradas están por encima de 2 kW.

El estudio de potencia contratada se podría haber realizado con la herramienta SOLVER de Excel®, pero al no estar disponible, se puede hacer una valoración aproximada considerando la suma anual de potencias facturadas $\sum P_f$ y determinar para qué opción este valor es menor.

Pc (kW) =	5,196	3,464	2,425
$\sum P_f$ (kW) =	53,00	37,05	42,50
Ahorro anual (EUR) =	1489,90	1559,79	1538,43
Término de potencia (EUR) =	186,20	131,25	148,04

El cálculo para la mejor opción se resume en la tabla de la página siguiente.

	Tarifa mejora	Pc (kW)	Pmax (kW)	Pf (kW)	Ea (kWh)	FE (EUR)	Nº días	FP (EUR)	IE (EUR)	Alquiler equipos (EUR)	IVA (EUR)	Total Factura (EUR)	
Enero	2.0A	3,464	3	3	679	81,61	38	13,13	4,84	10,98	23,22	133,79	
Febrero	2.0A	3,464	3	3	385	46,28	26	8,98	2,83	10,98	14,50	83,57	
Marzo	2.0A	3,464	2	2,9444	424	50,96	29	9,84	3,11	10,98	15,73	90,61	
Abril	2.0A	3,464	3	3	516	62,02	35	12,09	3,79	10,98	18,67	107,55	
Mayo	2.0A	3,464	2	2,9444	469	56,37	32	10,85	3,44	10,98	17,14	98,79	
Junio	2.0A	3,464	3	3	407	48,92	28	9,68	3,00	10,98	15,24	87,81	
Julio	2.0A	3,464	2	2,9444	405	48,68	30	10,17	3,01	10,98	15,30	88,14	
Agosto	2.0A	3,464	1	2,9444	419	50,36	33	11,19	3,15	10,65	15,82	91,18	
Septiembre	2.0A	3,464	4	4,7256	408	49,04	28	15,24	3,29	11,39	16,58	95,54	
Octubre	2.0A	3,464	3	3	486	58,42	32	11,06	3,55	10,98	17,64	101,65	
Noviembre	2.0A	3,464	3	3	415	49,88	31	10,71	3,10	10,98	15,68	90,35	
Diciembre	2.0A	3,464	3	3	383	46,04	24	8,29	2,78	11,46	14,40	82,97	
ANUAL					37,5032	5396	648,58	366,00	131,25	39,87	132,32	199,92	1151,94

3) [VVL] (1,25 puntos) Se tiene que diseñar la instalación de alumbrado de un espacio dedicado a actividades administrativas, cuyos requerimientos según norma UNE-EN-12465-1 son los siguientes:

$$E_m = 500 \text{ lux}$$

$$\text{IRC} = 80$$

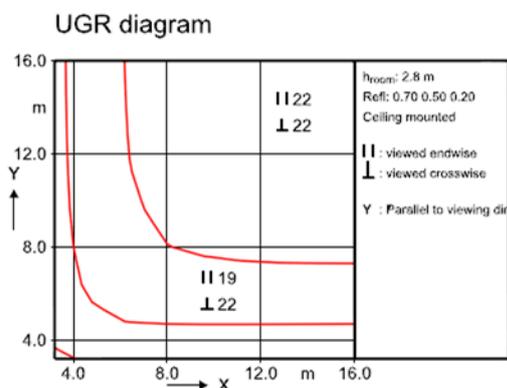
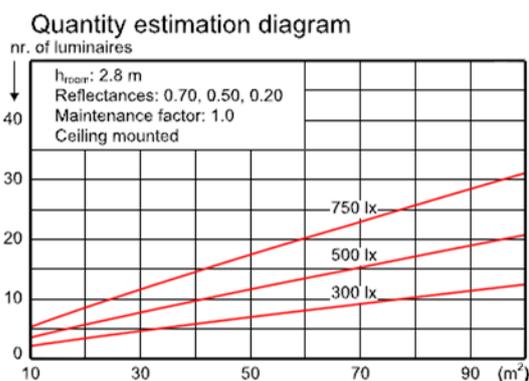
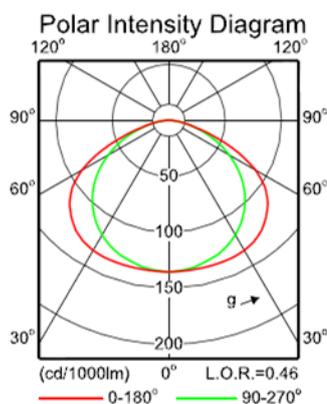
$$\text{UGR} = 19$$

Las dimensiones del espacio son: a = 20 m, b = 8 m, h = 3 m. Considere el plano de trabajo a 0,85 m sobre el suelo y el factor de mantenimiento $f_m = 0,9$ ya que se considera que la instalación se revisa y limpia con cierta frecuencia. Las reflectancias de techo/pared/suelo son 0,8/0,5 y 0,3 respectivamente.



FBS163 2xPL-L36W HFP

2 x 2900 lm



Light output ratio 0.46
 Service upward 0.00
 Service downward 0.46
 CIE flux code 44 78 96 100 46
 S/H ratio crosswise max. 1.8
 lengthwise max. 1.8
 UGRcen (4Hx8H, 0.25H) 20
 UTE71-121: 0.46E + 0.00T

Utilisation factor table

Room Index k	Reflectances (%) for ceiling, walls and working plane (CIE)											
	0.80	0.80	0.70	0.70	0.70	0.70	0.50	0.50	0.30	0.30	0.00	0.00
0.60	0.21	0.20	0.21	0.20	0.20	0.16	0.16	0.14	0.16	0.14	0.13	0.13
0.80	0.26	0.25	0.26	0.25	0.24	0.21	0.20	0.18	0.20	0.18	0.17	0.17
1.00	0.30	0.28	0.30	0.29	0.28	0.24	0.24	0.22	0.24	0.21	0.20	0.20
1.25	0.35	0.32	0.34	0.32	0.31	0.28	0.28	0.25	0.27	0.25	0.24	0.24
1.50	0.38	0.34	0.37	0.35	0.34	0.31	0.30	0.28	0.30	0.28	0.27	0.27
2.00	0.42	0.38	0.41	0.39	0.37	0.35	0.34	0.32	0.34	0.32	0.31	0.31
2.50	0.46	0.40	0.44	0.42	0.40	0.37	0.37	0.35	0.36	0.35	0.34	0.34
3.00	0.48	0.42	0.46	0.44	0.41	0.39	0.39	0.37	0.38	0.37	0.35	0.35
4.00	0.51	0.44	0.49	0.46	0.43	0.42	0.41	0.40	0.40	0.39	0.38	0.38
5.00	0.52	0.45	0.51	0.47	0.44	0.43	0.42	0.41	0.42	0.41	0.39	0.39

Ceiling mounted

Luminance Table

Plane Cone	0.0	45.0	90.0
45.0	3104	2913	2432
50.0	3210	2972	2396
55.0	3258	3042	2327
60.0	3199	3094	2223
65.0	2886	3022	2086
70.0	2320	2630	1888
75.0	1889	1948	1613
80.0	1430	1450	1367
85.0	1238	1177	1053
90.0	-	-	-

(cd/m2)

Se pide:

a) (0,75 puntos) Calcule el número de luminarias necesarias para cubrir las necesidades de confort visual establecidas por normativa. Realice un esquema de la distribución en planta de los puntos de luz indicando la separación entre luminarias contiguas.

$$\begin{aligned} \phi_{\text{lamparas}} &= 5800 \\ P_T \text{ (W)} &= 72 \\ \text{LOR} &= 0,46 \end{aligned}$$

$$E_m = \frac{f_u \cdot f_m \cdot \eta \cdot n \cdot \phi}{S}$$

Factor de utilización (f_u) = $f(k, \text{reflectancias})$

$$K = 2,657$$

Interpolamos en la tabla:

$$K_1 = 2$$

$$K_2 = 2,5$$

$$f_{u1} = 0,42$$

$$f_{u2} = 0,46$$

$$f_u = 0,472$$

Número estimado de luminarias:

$$n = 70,49$$

Espaciamiento y número final de luminarias:

$$n_b = 5,31$$

6

$$d_b (m) = 1,33$$

$$n_a = 13,27$$

13

$$d_a (m) = 1,54$$

Número final de luminarias:

$$n = 78$$

$$E_m = 553,25 \text{ lux}$$

b) (0,5 puntos) Explique el significado de las magnitudes E_m , UGR e IRC.

E_m : Iluminancia media mantenida, es el valor por debajo del cual no debe descender la iluminancia media en el plano de trabajo. La iluminancia es el valor de flujo luminoso que llega a la superficie por unidad de área de la misma. Se mide en lux.
UGR (Unified Glare Rating) es el índice de deslumbramiento unificado, es un indicador en una escala de 10 a 31 que indica el valor tolerable de deslumbramiento para una tarea.

IRC: Índice de Reproducción Cromática, es la capacidad de la fuente de luz para reproducir fielmente los colores de los objetos que ilumina. Se mide en una escala de 0 a 100.

4) [MVMS] (2 puntos) Tras realizar un estudio de mercado, la empresa BALEARES, S.A. decide incrementar su producción para así atender la creciente demanda de sus productos. Por ello, se plantea adquirir una máquina para utilizarla durante seis años. Consultados los fabricantes, se llega a la conclusión de que hay una máquina que satisface las necesidades de la empresa. Se amortiza linealmente, no tiene valor residual y la tasa del impuesto sobre el beneficio de las sociedades es el 25%.

La máquina cuesta 17.000 u.m. El transporte de la misma asciende a 1.000 u.m. Las ventas se calculan que serán de 8.500 u.m. El coste de producción durante los tres primeros años de vida de la máquina será un tercio de las ventas y en los tres siguientes 3633,33 u.m.

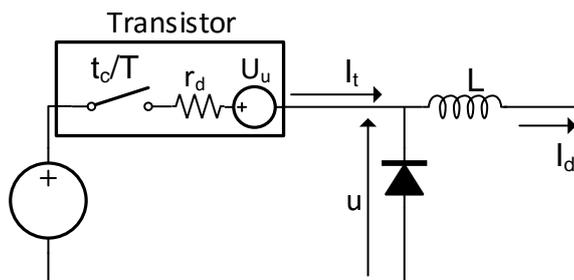
Sabiendo que el coste de los recursos ajenos antes de impuestos es del 5% y el de los recursos propios el 7%, aconséjese a la dirección de la empresa si se debe o no comprar la máquina según el criterio del VAN

	0	1	2	3	4	5	6
Inversión	-18.000						
Ventas		8.500	8.500	8.500	8.500	8.500	8.500
Costes		-					
Amortización		2.833	-2.833	-2.833	-3.633	-3.633	-3.633
BAIT		-3.000	-3.000	-3.000	-3.000	-3.000	-3.000
Impuestos		2.667	2.667	2.667	1.867	1.867	1.867
BN		667	667	667	467	467	467
FC		2.000	2.000	2.000	1.400	1.400	1.400
FC	-18.000	5.000	5.000	5.000	4.400	4.400	4.400

$$WACC = 0,5 \times 0,07 + 0,5(=,05 - 0,05 \times 0,25) = 0,05375 (5,38 \%)$$

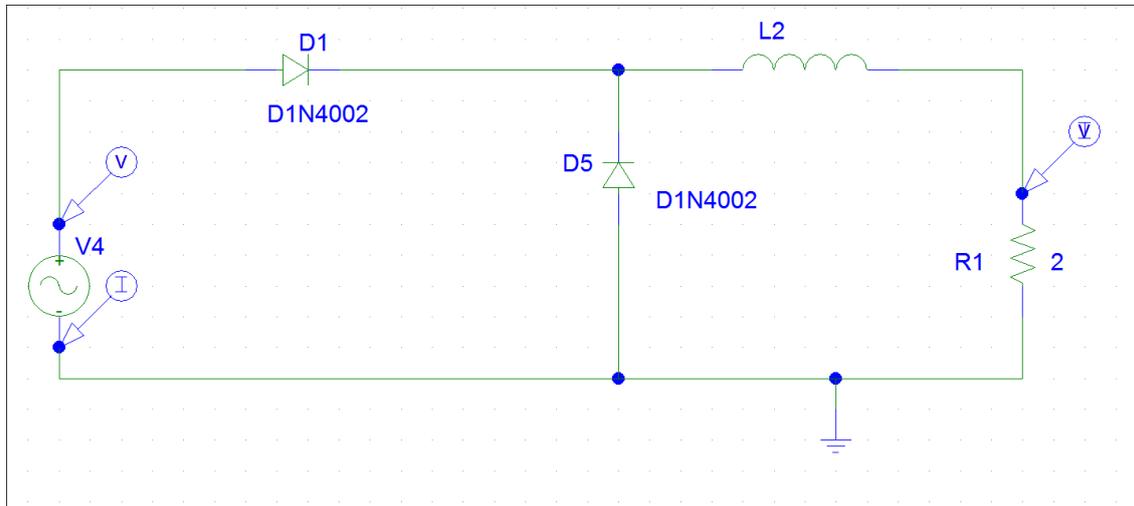
VAN = 5697
Se acepta

- 5) [PRP] (0,5 puntos) Si se sabe que en el convertidor DC/DC de la figura adjunta, la corriente $I_d = 7 \text{ A}$ y que el transistor se caracteriza por una tensión umbral (U_u) de 1,4 V y una resistencia dinámica (r_d) de $0,05 \Omega$ ¿Cuál será la relación t_c/T del convertidor si se están disipando 10 W en el transistor?



- 6) [PRP] (1 punto) Un sistema fotovoltaico alimenta una carga eléctrica a través de un convertidor DC-AC. La carga eléctrica se puede representar por una resistencia de 2Ω en serie con una fuente de tensión de alterna, con un valor eficaz de 50 V y 50 Hz de frecuencia. La tensión generada por el inversor, en el lado de la carga, se puede representar por: $V(t) = 150 \text{ sen}(wt) + 23 \text{ sen}(5wt) + 12 \text{ sen}(7wt) + \dots$, donde $w = 2\pi f$. Determinad la expresión de la corriente $I(t)$ que pasa por la carga.

- 7) [PRP] (1 punto) Si la resistencia R1 de la figura se alimenta por medio del circuito de la figura y se sabe que la corriente que circula por la resistencia R1 es constante y de valor 10 A. Dibujad la forma de onda de corriente que atravesará el diodo D5 y determinad el valor medio y eficaz de la misma. La fuente de alimentación es una fuente de tensión a 50 Hz. Nota: L2 es lo suficientemente grande como para mantener la corriente constante.



- 8) [CFR] En un local, en verano, con un caudal mínimo de reposición de oxígeno y ventilación de 2,0 kg_a/s, y un caudal máximo de aire circulante por la UTA de 5,0 kg_{as}/s, se ha fijado las condiciones de funcionamiento en su interior en 21 °C de temperatura y 50% de humedad relativa. En el caso más desfavorable, las condiciones del aire a la entrada del local han de ser 18 °C de temperatura y 48% de humedad relativa.

La temperatura ambiente exterior puede ser como máximo de 35 °C y la humedad 30%.

Utilizando el diagrama de Mollier adjunto, **se pueden** obtener los parámetros termodinámicos del proceso si tediosos cálculos (debe entregarse con los puntos utilizados identificados y los ciclos termodinámicos de operación).

- a) (0,5 puntos) Punto de funcionamiento de la salida del mezclador

Factor de recirculación: $R = 1 - G_{vent}/G = 1 - 2/5 = 0,6$

Salida Local Leído del Grafico: $w_s = 7,7 \text{ g/kg}$ $h_s = 40,0 \text{ kJ/kg}$

Entrada Local Leído del Grafico: $w_e = 7 \text{ g/kg}$ $h_e = 38,5 \text{ kJ/kg}$

Ambiente Leído del Grafico: $w_a = 10,7 \text{ g/kg}$ $h_a = 62,5 \text{ kJ/kg}$

Salida mezclador balance humedad: $w_m = 8,9 \text{ g/kg}$

Salida mezclador balance potencia: $h_m = 50,6 \text{ kJ/kg}$

(S, M y E, alineados)

- b) (0,5 puntos) Potencia frigorífica necesaria en el enfriador-deshumidificador, supuesto ideal.

Salida Deshumidificador Leído del Grafico: $w_{da} = 6,7 \text{ g/kg}$

$h_{da} = 24,0 \text{ kJ/kg}$

Potencia refrigeración Balance de potencia: $Q_{da} = 125 \text{ kW}$
(despreciando la potencia del agua condensada)

- c) (0,75 puntos) Potencia frigorífica necesaria en el enfriador-deshumidificador, supuesto que su imperfección se cuantifica con un factor de by-pas del 20%.

Salida Deshumidificador Balance de agua en by-pas: $w_{db} = 6,2 \text{ g/kg}$ Salida
Deshumidificador leído sobre gráfico $h_{d100\%} = 22,0 \text{ kJ/kg}$
Salida Deshumidificafor Balance de potencia mezcla $h_{db} = 27,0$
kJ/kg
Potencia refrigeración Balance de potencia: $Q_{db} = 110 \text{ kW}$

- d) (0,5 puntos) Determinad la potencia térmica del calentador en ambos casos.

Del balance de energía en el Calentador:

$$FB = 0 \quad Q_c = 52,5 \text{ kW}$$

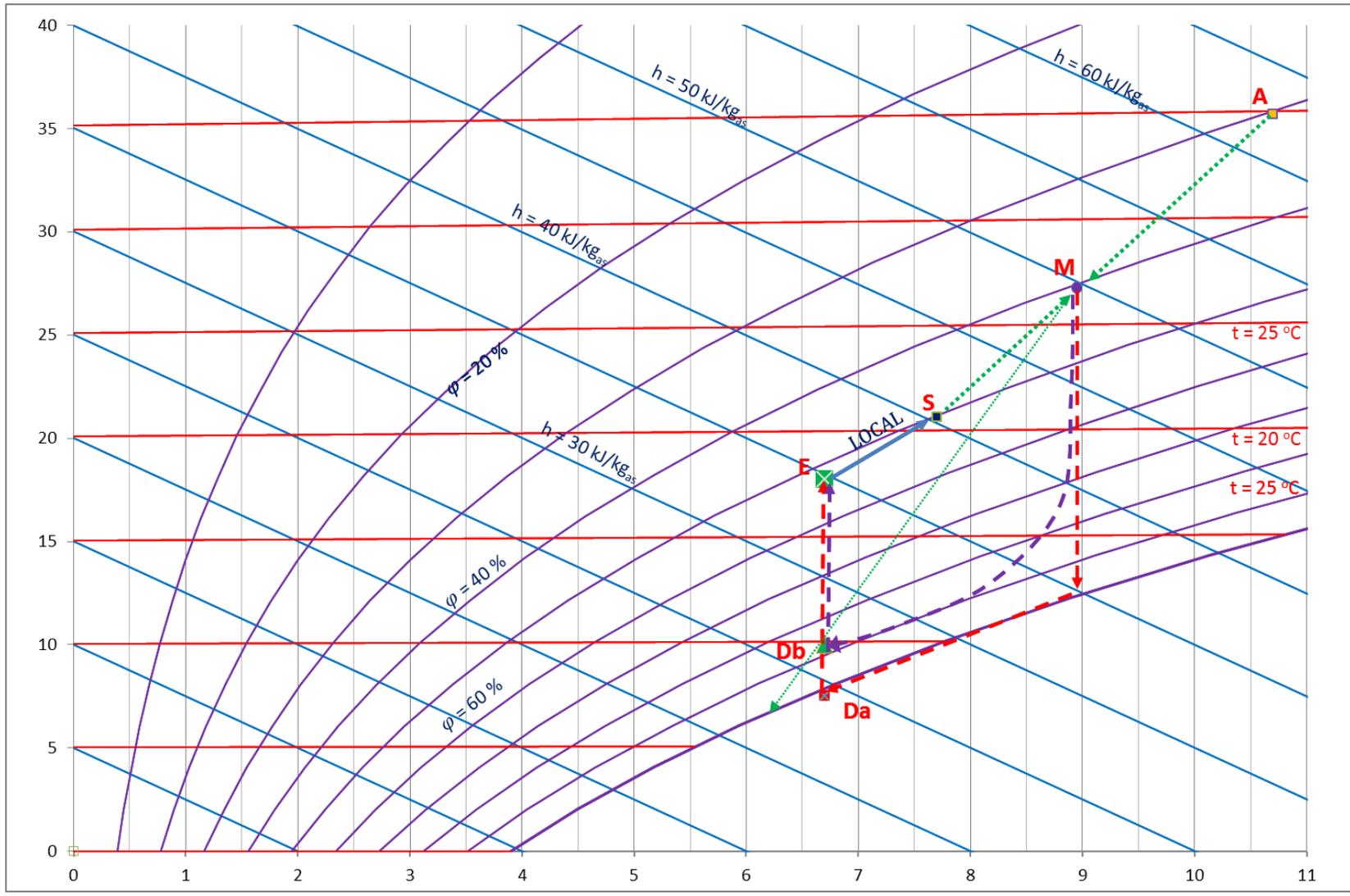
$$FB = 20\% \quad Q_c = 37,5 \text{ kW}$$

En el *diagrama de Molliere* pueden verse los ciclos termodinámicos de ambos ciclos

- e) (0,5 puntos) En el proceso de regulación de la humedad en el local ¿Cuáles serán las perturbaciones que la regulación tiene que compensar?

Principál: En el proceso principal, el Local, la única perturbación que afecta a la humedad es la adicción de agua en el local (transpiración de personas, evaporación de agua circulante o estática en recipiente abierto, etc)

Secundarias. Las variaciones de humedad en el exterior (ambiente), hará que para el mismo caudal de renovación (G_{vent}), provocaría una variación de humedad en el Local.



APELLIDOS _____

NOMBRE _____