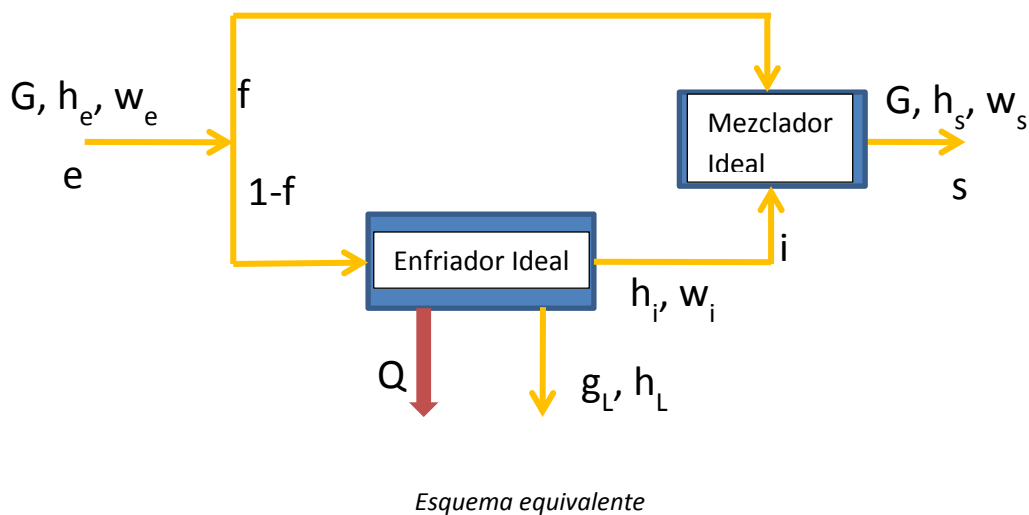
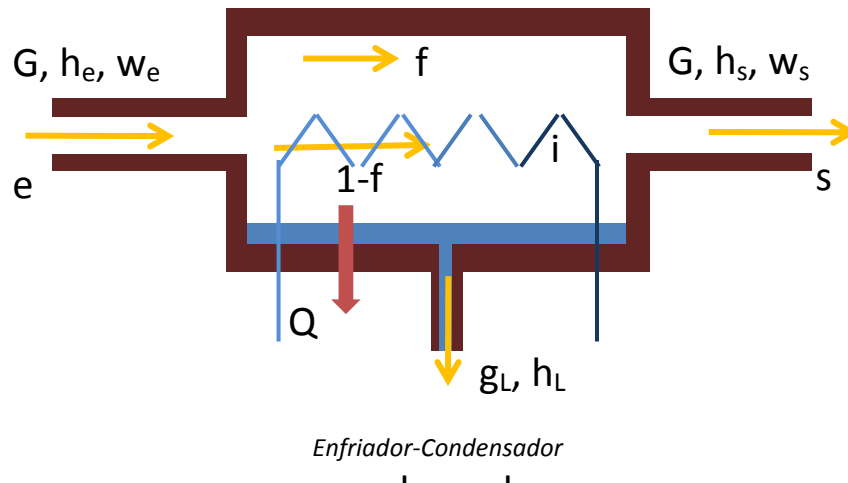


EFICIENCIA Y AHORRO ENERGÉTICO (3º GIE)	10/07/2014 (16:00 h)
Examen final (Ex _F)	Tiempo total: 2 h 30 min
Alumno: SOLUCIONES	DNI:

- 1) [CFR] (1,5 puntos) En la figura adjunta se presenta un enfriador-condensador real y su esquema equivalente.



Se supone constituido por dos ramas, una con la fracción de caudal (1-f) que se pone en contacto ideal con el refrigerador y sale con humedad relativa del 100 %, y la fracción f (factor de *by-pass*) que no modifica su estado. Determine:

- a) Balance de energía y masa aplicable al enfriador ideal

$$G * (1 - f) * h_e = G * (1 - f) * h_i + g_L * h_L + Q$$

$$G * (1 - f) * w_e = G * (1 - f) * w_i + g_L$$

- b) Balance de energía y masa aplicable al mezclador ideal

$$G * f * h_e + G * (1 - f) * h_i = G * h_s$$

$$G * f * w_e + G * (1 - f) * w_i = G * w_s$$

- c) Usando el gráfico adjunto, y supuesto $G = 10 \text{ kg}_a/\text{s}$ y $f = 0,15$, determinar:

- i. Humedad w_i si la humedad a la entrada es de $20 \text{ g}_v/\text{kg}_a$ y la temperatura es de 50°C , y a la salida del conjunto debe ser de $7 \text{ g}_v/\text{kg}_a$

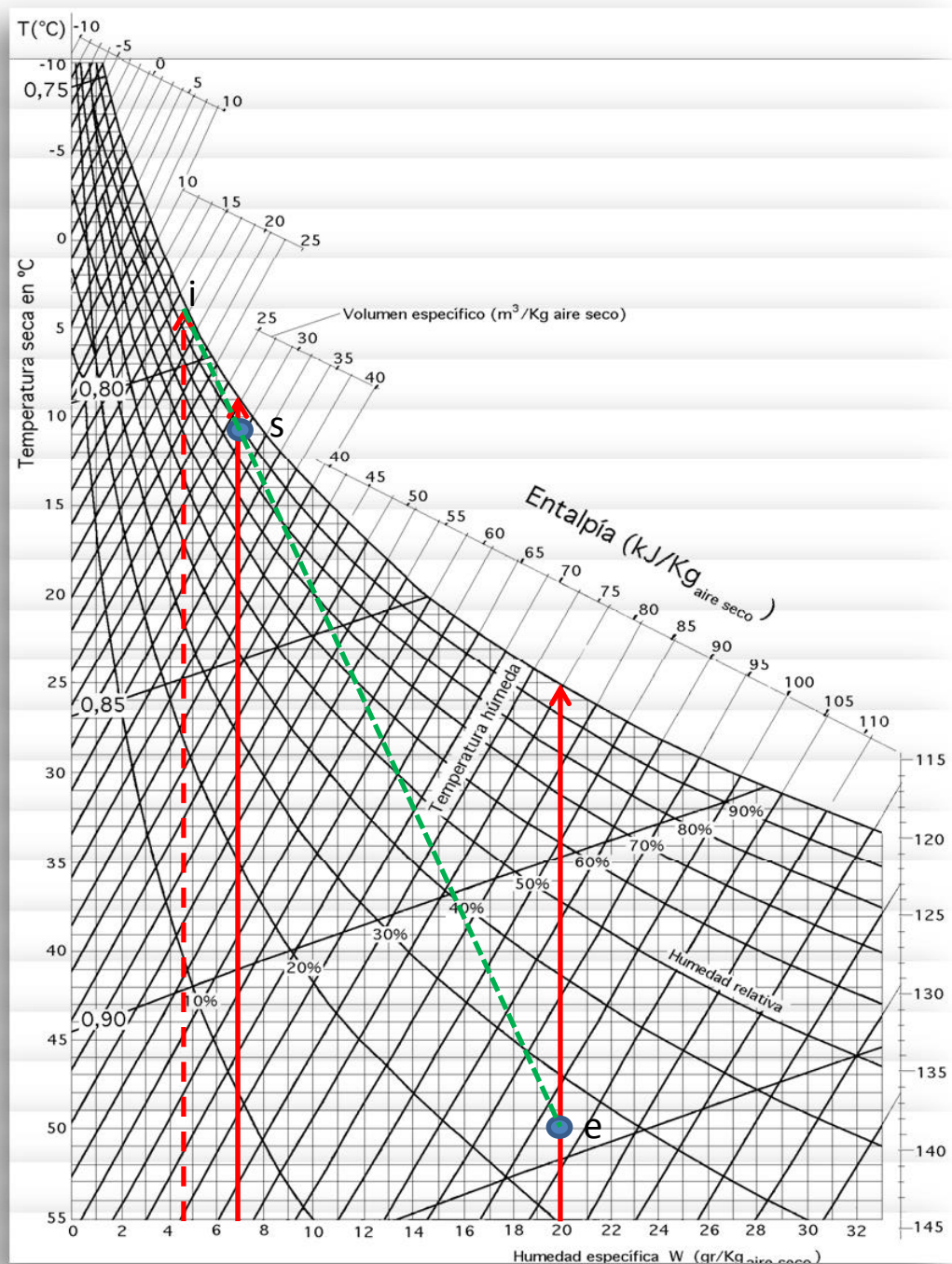
$$10 * 0,15 * 20 + 10 * (1 - 0,15) * w_i = 10 * 7 \quad \quad \quad 4,71 \text{ g}_v/\text{kg}_a$$

EFICIENCIA Y AHORRO ENERGÉTICO (3º GIE)	10/07/2014 (9:30 h)
Examen final (Ex _F)	Tiempo total: 3 h
Alumno:	DNI:

ii. Caudal de líquido condensado.

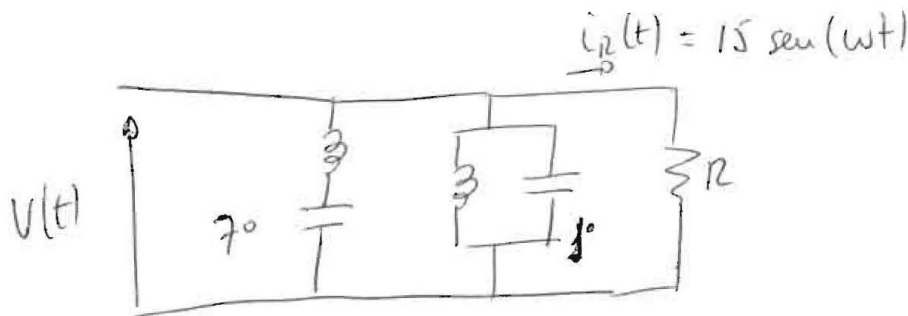
$$10 * (1 - 0,15) * 20 = 10 * (1 - 0,15) * 7 + g_L \quad 11.05 \text{ g/s}$$

iii. Dibujad en el gráfico el punto representativo de la salida del conjunto.



EFICIENCIA Y AHORRO ENERGÉTICO (3º GIE)	10/07/2014 (16:00 h)
Examen final (Ex _F)	Tiempo total: 2 h 30 min
Alumno: SOLUCIONES	DNI:

- 2) [PRP] (1 punto) Si la tensión en alterna generada por un sistema fotovoltaico con inversor, se puede representar por: $V(t) = 150 \sin(\omega t) + 23 \sin(5\omega t) + 12 \sin(7\omega t) + \dots$, donde $\omega = 2\pi f$. Determinar la expresión de la corriente $i(t)$, que pasa por una carga resistiva de 10Ω , conectada al inversor; si se dispone, en paralelo con ella, un filtro LC-serie, sintonizado con el 7º armónico y un filtro LC-paralelo, sintonizado a 50 Hz. NOTA: suponed que los filtros son ideales.



- 3) [PRP] (1,5 puntos) En una instalación industrial, con una acometida en trifásica de 400 V, la demanda eléctrica en un momento dado es de 350 kW, con un $\cos\phi = 0,7$. Para compensar el factor de potencia se tiene, en paralelo con la carga, una batería de condensadores en triángulo, que aportan 400 kVar. Si se dispone de un TCR [bobinas controladas con tiristores] (configuración en triángulo), con una inductancia real por fase de 15 mH, ¿Determinar el ángulo de disparo aproximado de la TCR para que el factor de potencia sea la unidad? NOTA: El ángulo de disparo está entre $\pi/2$ y π .

$$I_1 = \frac{2V_f}{\omega\pi L} \left(\pi - \alpha + \frac{\sin(2\alpha)}{2} \right)$$

$$P_D = 350 \text{ kW}$$

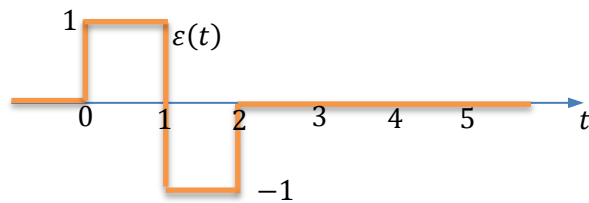
$$Q_D = P_D \tan\phi = 357,1 \text{ kVar} \quad \left\{ \begin{array}{l} Q_n = Q_D - Q_C = -42,9 \text{ kVar} \\ Q_C = 400 \text{ kVar} \end{array} \right.$$

$$Q_{L\alpha} = 3 \frac{V_L^2}{\omega L \alpha} \approx 42,9 \cdot 10^3 \text{ Var} \rightarrow \text{deducir } \alpha \approx 118^\circ$$

$$Q_{\text{Error}} = Q_D + Q_{L\alpha} - Q_C = 0,361 \text{ kVar}$$

EFICIENCIA Y AHORRO ENERGÉTICO (3º GIE)	10/07/2014 (9:30 h)
Examen final (Ex_F)	Tiempo total: 3 h
Alumno:	DNI:

- 4) [CFR] (1 punto) Dibujad, señalando los valores numéricos más relevantes y RAZONÁNDOLO, la respuesta de un controlador P.I. (elegid arbitrariamente sus parámetros) a una entrada de error $\varepsilon(t)$ como la representada en la figura.



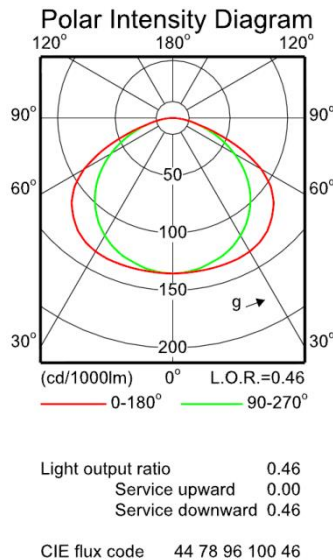
EFICIENCIA Y AHORRO ENERGÉTICO (3° GIE)	10/07/2014 (16:00 h)
Examen final (Ex_F)	Tiempo total: 2 h 30 min
Alumno: SOLUCIONES	DNI:

- 5) [VVL] (1,5 puntos) La iluminación en cierto local de una biblioteca está constituida por **56 luminarias** con lámparas compactas de la marca Philips con las siguientes características:



FBS163 2xPL-L36W HFP

2 x 2900 lm



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
	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.30	0.30	0.10	0.30	0.10
0.60	0.30	0.10	0.30	0.20	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
0.80	0.21	0.20	0.21	0.20	0.20	0.16	0.16	0.14	0.16	0.14
1.00	0.26	0.25	0.26	0.25	0.24	0.21	0.20	0.18	0.20	0.18
1.25	0.30	0.28	0.30	0.29	0.28	0.24	0.24	0.22	0.24	0.21
1.50	0.35	0.32	0.34	0.32	0.31	0.28	0.28	0.25	0.27	0.25
2.00	0.38	0.34	0.37	0.35	0.34	0.31	0.30	0.28	0.30	0.28
2.50	0.42	0.38	0.41	0.39	0.37	0.35	0.34	0.32	0.34	0.32
3.00	0.46	0.40	0.44	0.42	0.40	0.37	0.37	0.35	0.36	0.35
4.00	0.48	0.42	0.46	0.44	0.41	0.39	0.39	0.37	0.38	0.37
5.00	0.51	0.44	0.49	0.46	0.43	0.42	0.41	0.40	0.40	0.39
	0.52	0.45	0.51	0.47	0.44	0.43	0.42	0.41	0.42	0.41

Las características del local en cuestión son las siguientes:

Dimensiones:

a (m) = 25
 b (m) = 8
 H (m) = 3,15

Reflectancias superficies (p):

Techo: 80
 Pared: 50
 Suelo: 30

Se pide:

- a) (0,75 puntos) Calcular el valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI) sabiendo que el factor de mantenimiento es $f_m = 1$ y la altura del plano útil es 0,85 m.

$$VEEI = \frac{P \cdot 100}{S \cdot E_m} \text{ [W/m}^2\text{] por cada 100 lux}$$

Determinamos en primer lugar el valor de la iluminancia media sobre el plano útil:

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

- Calculamos el factor de utilización definido por el fabricante según el índice del local y las reflectancias de las superficies:

$$K = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)} = \frac{25 \cdot 8}{(3,15 - 0,85) \cdot (25 + 8)} = 2,64$$

Las reflectancias de techo, pared y suelo son respectivamente: 0,8; 0,5 y 0,3.

EFICIENCIA Y AHORRO ENERGÉTICO (3º GIE)	10/07/2014 (9:30 h)
Examen final (Ex_F)	Tiempo total: 3 h
Alumno:	DNI:

Room Index k	Reflectance	
	0.80	0.80
	0.50	0.50
	0.30	0.10
0.60	0.21	0.20
0.80	0.26	0.25
1.00	0.30	0.28
1.25	0.35	0.32
1.50	0.38	0.34
2.00	0.42	0.38
2.50	0.46	0.40
3.00	0.48	0.42
4.00	0.51	0.44
5.00	0.52	0.45

$$\frac{3,00 - 2,50}{2,64 - 2,50} = \frac{0,48 - 0,46}{f_u - 2,50} \Rightarrow f_u = 0,4654$$

$$E_m = \frac{f_u \cdot f_m \cdot \eta \cdot n \cdot \phi}{S} = \frac{0,4654 \cdot 1 \cdot 0,46 \cdot 56 \cdot 5800}{25 \cdot 8} = 347,67 \text{ lux}$$

$$VEEI = \frac{56 \cdot 2 \cdot 36 \cdot 100}{25 \cdot 8 \cdot 347,67} = 5,79 \text{ [W/m}^2\text{]} \text{ por cada 100 lux}$$

- b) (0,5 puntos) Calcular el valor de PI señalado como segundo indicador de eficiencia por el CT-DB-HE3.

$$PI = \frac{56 \cdot 2 \cdot 36}{25 \cdot 8} = 20,16 \text{ [W/(m}^2 \cdot 100 \text{ lx)]}$$

- c) (0,25 puntos) ¿Cuál es el tercer requisito que marca el CTE-DB-HE3?

Presentar un plan de mantenimiento que incluya los tiempos de ciclos de limpieza y sustitución de lámparas.

EFICIENCIA Y AHORRO ENERGÉTICO (3º GIE)	10/07/2014 (16:00 h)
Examen final (Ex_F)	Tiempo total: 2 h 30 min
Alumno: SOLUCIONES	DNI:

6) [ECL] (1 punto) Una industria tiene unas necesidades de electricidad de 3,7 GWh anuales, y las siguientes necesidades continuas de calor, constantes día y noche:

- Agua caliente: demanda de 79 m³/día de agua, que se toma de la red de distribución a 10 °C y se debe calentar hasta los 70 °C (calor específico del agua: 4,18 kJ/(kg·°C), densidad agua: 1 kg/l).
- Vapor para proceso: 0,9 t/h de vapor a 5 bar y 180 °C con entalpía 2811,54 kJ/kg. El vapor se produce a partir de agua tomada de la red (10 °C), que después de acondicionarla en presión hasta 5 bar tiene una entalpía de 42,07 kJ/kg.

Para cubrir parcialmente sus necesidades, la industria instala en 2005 un motor de gas natural para cogeneración de potencia eléctrica nominal a plena carga de 400 kW, que ofrece potencia térmica recuperable de los gases de escape con temperaturas adecuadas para la producción del vapor, y circuitos de refrigeración de camisas, compresor y aceite, adecuados para la producción del agua caliente. El consumo de combustible a plena carga es de 100 m³/h, de gas natural de poder calorífico PCI= 9600 kcal/m³. Suponga que el motor funciona a su potencia nominal de forma continua todo el año.

Los rendimientos de la directiva para la producción de electricidad y calor por separado para ese tipo de motor y año de instalación son del 49,0 % (ya corregida por las pérdidas de red) y del 90 % respectivamente.

Sabiendo que la cogeneración siempre funcionó a plena carga, que toda el agua caliente se produjo con la cogeneración, y que el ahorro de energía primaria porcentual fue del 22,35 %, determine cuantas toneladas de vapor a la hora se generaban con la cogeneración, y cuántas con una caldera de apoyo.

$$\eta_{e} = 0.49 \quad \eta_{g} = 0.9$$

$$P_{\text{comb cg}} = 100 \times 9600 \frac{\text{kcal}}{\text{h}} \times 4.18 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \times \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} = 1114.6 \text{ kW}$$

$$\eta_{\text{ecg}} = \frac{400}{1114.6} = 35.8\% = \frac{P_{\text{ecg}}}{P_{\text{comb cg}}}$$

$$\eta_{\text{ecg}} = 0.2235 = \left(1 - \frac{1}{\frac{\eta_{\text{ecg}}}{\eta_e} + \frac{\eta_{\text{g cg}}}{\eta_g}} \right)$$

$$0.2235 = 1 - \frac{1}{\frac{0.358}{0.49} + \frac{\eta_{\text{g cg}}}{0.9}} \Rightarrow \eta_{\text{g cg}} = 0.501 = \frac{P_T}{P_{\text{comb cg}}} \Rightarrow P_T = 0.501 \times 1114.6 = 558.46 \text{ kW}$$

$$P_{\text{AGUA}} = 79 \text{ m}^3/\text{día} \times \left(\frac{24 \times 3600 \text{ s}}{\text{día}} \right)^{-1} \times 4.18 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \times (70 - 10) \cdot ^\circ\text{C} \times 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 229.32 \text{ kW}$$

$$P_{\text{VAPOR}} = 0.9 \text{ t/h} \times \frac{1}{3600 \text{ s/h}} \times 1000 \frac{\text{kg}}{\text{t}} \times (2811.54 - 42.07) = 692.36 \text{ kW}$$

Del calor cogenerado se destina a producir vapor: $558.46 - 229.32 = 329.14 \text{ kW}$

$$\text{t/h vapor producida por cohen} = 0.9 \text{ t/h} \times \frac{329.14}{692.36} = 0.428 \text{ t/h}$$

$$\text{t/h vapor producidas con calder de apoyo} = 0.9 - 0.428 = 0.472 \text{ t/h}$$

EFICIENCIA Y AHORRO ENERGÉTICO (3º GIE)	10/07/2014 (9:30 h)
Examen final (Ex_F)	Tiempo total: 3 h
Alumno:	DNI:

7) [MVMS] (1,5 puntos) Calcular el VAN de la siguiente propuesta de inversión:

Una pequeña empresa tiene subcontratada la distribución de su producto a su red de mayoristas, a razón de 50 euros por unidad entregada. Al año distribuye unas 9.500 unidades. Ahora estudia adquirir un vehículo con las siguientes características para hacer dicha distribución:

- Precio de compra del vehículo	120.000 euros
- Capacidad de distribución	10.000 unidades al año
- Gastos variables	35 euros por unidad
- Gastos fijos sin incluir la amortización	80.000 euros al año
- Vida útil del vehículo	3 años
- Precio de venta del vehículo al final de los 3 años	10.000 euros

Justificar si interesa comprar el vehículo para realizar la distribución con el vehículo propio, sabiendo que el tipo del impuesto sobre sociedades es del 30 % y que el coste de financiación de la empresa es del 10%. Para reducir el pago de impuestos durante los tres años de operación del vehículo su amortización se realizará en 3 años.

	0	1	2	3
Inversión	-120.000			10.000
Ahorro		125.000	125.000	125.000
Gastos Fijos		-80.000	80.000	80.000
Amortz.		-40.000	-40.000	-40.000
BAT		5.000	5.000	5.000
Impuestos		-1.500	-1.500	-1.500
BN		3.500	3.500	3.500
FC	-120.000	43.500	43.500	43.500

$$VAN = -4.310$$

EFICIENCIA Y AHORRO ENERGÉTICO (3º GIE)	10/07/2014 (16:00 h)
Examen final (Ex_F)	Tiempo total: 2 h 30 min
Alumno: SOLUCIONES	DNI:

- 8) [VVL] (1 punto) El propietario de una vivienda desea contratar una tarifa eléctrica en BT. Estudia dos posibilidades: una tarifa sin discriminación horaria (2.0A) y otra con discriminación de dos períodos (2.0DHA) cuyos precios aparecen en las tablas I y II. Durante 45 días estima haber consumido 400 kWh en el periodo punta y 400 kWh en el valle.

Calcule el importe de la factura eléctrica en los dos tipos de tarifas considerando una potencia contratada de 9,9 kW. ¿Por cuál debería optar finalmente?

NOTA: Impuesto eléctrico 4,864%[(FP+FE+FER) x 1,05113]; IVA: 21 %

TABLA I: Tarifas de peaje/acceso en BT, término de potencia (€/kW año) y término de energía (€/kWh)

Tarifas de acceso	Tp [€/kW·año]	Te [€/kWh]			
		Sin DH	Período 1	Período 2	Período 3
2.0A	38,043426	0,044027			
2.0DHA	38,043426		0,062012	0,002215	
2.0DHS	38,043426		0,062012	0,002879	0,000886

TABLA II: Precio (€/kWh) de coste de la energía activa

Tarifa de acceso	Te [€/kWh]			
	Sin DH	Período 1	Período 2	Período 3
2.0A	0,091			
2.0DHA		0,092	0,054	
2.0DHS		0,099	0,068	0,032

TABLA III: Alquiler de contadores

Precios aplicables cuando el contador sea propiedad de la empresa distribuidora:

Contador con DH: 2,05 €/mes

Tarifa 2.0A

$$P_c \text{ (kW)} = 9,9$$

A) Término de factura de potencia: FP

$$FP = 376,6 \quad \text{EUR/año}$$

$$FP = 46,43 \quad \text{EUR}$$

$$FP = \sum_{i=1}^{i=n} T p_i \times P_{fi} \quad [\text{€/año}]$$

B) Término de facturación de energía: FE

$$FE = 108 \quad \text{EUR}$$

$$FE = \sum_{i=1}^{i=n} T e_i \times E_i \quad [\text{€}]$$

C) Alquiler de equipos de medida:

$$\text{Equipos} = 3,075 \quad \text{EUR}$$

D) Aplicación del impuesto eléctrico:

$$4,864\%[(FP+FE+FER) \times 1,05113]$$

$$\text{Imp. Eléctrico} = 7,897 \quad \text{EUR}$$

E) Cálculo del IVA

$$165,4$$

$$\text{IVA (21 \%)} = 34,74 \quad \text{EUR}$$

EFICIENCIA Y AHORRO ENERGÉTICO (3º GIE)	10/07/2014 (9:30 h)
Examen final (Ex _F)	Tiempo total: 3 h
Alumno:	DNI:

TOTAL FACTURA = 200,17 EUR

Tarifa 2.0DHA

$$P_c \text{ (kW)} = 9,9$$

A) Término de factura de potencia: FP

$$FP = 376,63 \quad \text{EUR/año}$$

$$FP = 46,4338 \quad \text{EUR}$$

$$FP = \sum_{i=1}^{i=n} T p_i \times P_{fi} \quad [\text{€}/\text{año}]$$

B) Término de facturación de energía: FE

$$FE = 84,0908 \quad \text{EUR}$$

$$FE = \sum_{i=1}^{i=n} T e_i \times E_i \quad [\text{€}]$$

C) Alquiler de equipos de medida:

$$\text{Equipos} = 3,075 \quad \text{EUR}$$

D) Aplicación del impuesto eléctrico:

$$4,864\% [(T_p + T_e + T_r) \times 1,05113]$$

$$\text{Imp. Eléctrico} = 6,67333 \quad \text{EUR}$$

E) Cálculo del IVA

$$\text{IVA (21 \%)} = 29,4573 \quad \text{EUR}$$

TOTAL FACTURA = 169,73 EUR