Boque I: ENERGÍAS

1. Completa la siguiente tabla de Unidades de energía:

Una unidad de aquí equivale a: ⇓	Ergio (erg)	Julio (J)	Kilográmetro (Kg×m)	Kilovatio×hora (KW×h)	Caloría (Ca)
Ergio (erg)	1	10^{-7}	$1{,}02\times10^{-8}$	$2{,}77\times10^{-14}$	$2{,}4\times10^{-8}$
Julio (J)	10^{7}	1	0,102	$2{,}77\times10^{-7}$	$2{,}4\times10^{-1}$
Kilográmetro (Kg×m)	$9{,}8\times10^{7}$	9,8	1	$2{,}72\times10^{-6}$	2,35
Kilovatio×hora (KW×h)	$3{,}6\times10^{13}$	$3{,}6\times10^{6}$	$3{,}67\times10^{5}$	1	$8{,}64\times10^{5}$
Caloría (Ca)	$41{,}6\times10^{6}$	4,18	0,43	$1{,}16\times10^{-6}$	1

2. Cambio de unidades:

a) Determina el par motor de un automóvil (N×m) sabiendo que vale 20 kilográmetros.
b) Determina cuantos (W×h) hay en 18.000 Julios.
c) Determina la potencia en KW de una automóvil de 90 CV.
d) Sabemos que en una vivienda se han consumido 150 KW×h de energía mensuales. Expresa este consumo en MJ y en Calorías.

a)

$$1\,Kg\times m = 1\,Kp\times m = 9{,}8\,N\times m$$

$$M = 20\,Kp\times m\cdot 9{,}8\frac{N\times m}{Kp\times m} = 196\,N\times m$$

b)

$$1W\times h = 1W\times 3600\frac{s}{h} = 3600\,W\times s = 3600\,J$$

$$E = 18000\,J\cdot\frac{1}{3600\frac{J}{W\times h}} = 5\,W\times h$$

c)

$$1CV = 735W = 0{,}735\,KW$$

$$P = 90\,CV\cdot 0{,}735\frac{KW}{CV} = 66{,}15\,KW$$

$$1W \times h = 3600\,J \Rightarrow 1KW \times h = 3{,}6 \cdot 10^6\;J = 3{,}6\,MJ$$

d) $E = 150\;KW \times h \cdot 3{,}6\dfrac{MJ}{KW \times h} = 540\,MJ = 129{,}6\,MCal$

3. Cambio de unidades:

a) Determina cuantas Kcal hay en 50.000 W×s.
b) ¿Cuántos CV tiene una bomba de 1.470 W?.
c) Calcula la energía diaria en KW×h que consume una máquina de 30 CV funcionando dos horas al día.
d) Determina cuantos “mega-ergios” contiene 15 Kilográmetros.
e) Determina cuantos Vatios y Kg×m/s tiene un motor de 100 CV

a)

$$1\;J = 1\;W \times s\,;\quad 1\;Cal = 4{,}18\;J$$

$$50.000\,W \times s = 50.000\,J = 50.000\,J \cdot 0{,}24\frac{Cal}{J} = 12.000\,Cal = 12\,KCal$$

b)

$$1\,CV = 735\,W \Rightarrow \quad 1.470\,W \cdot \frac{1}{735\dfrac{W}{CV}} = 2\;CV$$

c)

$$E = P \cdot t = 30\,CV \cdot 735\frac{W}{CV} \cdot 2\,h = 44.100\;W \times h = 44{,}1\;KW \times h$$

d)

$$1\,Kg \times m = 9{,}8\;J;\quad 1\;J = 10^7\;ergios$$

$$15\,Kg \times m \cdot 9{,}8\,\frac{J}{Kg \times m} = 147\;J \cdot 10^7\;\frac{ergios}{J} = 147 \cdot 10^7\;ergios = 1.470\;Mergios$$

e)

$$100\,CV \cdot 735\frac{W}{CV} = 73.500\;W = 73.500\;\frac{J}{s} = 73.500\;\frac{N \times m}{s} = 7.500\;\frac{Kg \times m}{s}$$

4. Un avión lanza una carga de 1.000 Kg cuando se encuentra a una altura de 800 m. Determina su energía cinética y mecánica en los siguientes casos:

a. Antes de soltarlo
b. Cuando el objeto ha recorrido una distancia de 430 m.

a)

$$E_C = \frac{1}{2}mv^2 = 0 \Rightarrow ya\;que\;v = 0$$

$$E_p = mgh = 1000\,Kg \cdot 9{,}8\frac{m}{s^2} \cdot 800\,m = 78{,}4 \times 10^5\;J = E_m$$

b)

$$v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \cdot 9{,}8 \cdot 430} = 91{,}8\frac{m}{s}$$

$$E_C = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}1000\,Kg \cdot 91{,}8^2\;\frac{m^2}{s^2} = 4213620\,J$$

$$E_p = mgh = 1000\,Kg \cdot 9{,}8\frac{m}{s^2} \cdot 370\,m = 3{,}626 \times 10^6\;J$$

$$E_m = E_C + E_P = 7839620\,J$$

5. Determina la temperatura a la que se elevarían 2 litros de agua si ha absorbido una energía de 5 Kcal e inicialmente se encontraba a una temperatura de 20 ºC. Considerar el calor específico del agua Ce(H_2O)=1 cal/gºC.

Sabemos que la cantidad de calor que es necesario añadir a un determinado cuerpo para elevar su temperatura hasta un determinado valor es igual a:

$$Q = m \cdot Ce \cdot \Delta T = m \cdot Ce \cdot (T_f - T_i)$$

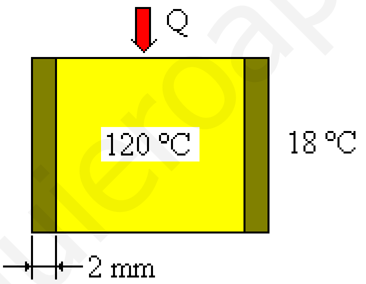
$$5000\,Cal = 2500\,g \cdot 1 \frac{Cal}{g \cdot {}^{o}C} \cdot (T_f - 20^{o}C) \Rightarrow T_f = 22^{o}C$$

6. Una caldera de acero de espesor de pared igual a 2 mm se quiere mantener a 120 ºC. Sabemos que su superficie exterior es de 550 cm^2. Teniendo en cuenta que la temperatura exterior es de 18 ºC, determina el calor por unidad de tiempo (Kcal/h) que es necesario aportar a la caldera para mantener su temperatura. Coeficiente de conductividad para el acero λ=12,5 Kcal/m·h·ºC

Sabemos que la cantidad de calor que se transmite por unidad de tiempo entre dos cuerpos que se encuentran a diferentes temperaturas (conducción) es igual a:

$$S = 550\,cm^2 = 0{,}055\,m^2; \quad d = 2\,mm = 0{,}002\,m; \quad \Delta T = T_f - T_i = 120 - 18 = 102^{o}C$$

$$\frac{Q}{t} = \frac{\lambda \cdot S \cdot \Delta T}{d} \Rightarrow \frac{Q}{t} = \frac{12{,}5 \frac{Kcal}{m \cdot h \cdot {}^{o}C} \cdot 0{,}055\,m^2 \cdot 102^{o}C}{0{,}002\,m} = 35.062{,}5 \frac{KCal}{h}$$



7. Se emplea un radiador de infrarrojos para calentar una bañera de porcelana. Sabiendo que el reflector del radiador (fabricado de acero niquelado) alcanza una temperatura de 120ºC y que la temperatura ambiente es de 22ºC (constante a lo largo del tiempo), calcula la cantidad de calor emitido por hora de funcionamiento. La superficie del radiador es de 0,25 m^2 y el coeficiente de radiación del acero niquelado 0,36 Kcal/m^2hºK^4.

$$Q = c \cdot S \cdot \left[\left(\frac{T_2}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_1}{100} \right)^4 \right] \cdot t$$

$$T_2 = 273 + 120 = 393^{o}K$$

$$T_1 = 273 + 22 = 295^{o}K$$

$$\frac{Q}{t} = 0{,}36 \frac{Kcal}{m^2 h\ {}^{o}K} \cdot 0{,}25 m^2 \cdot \left[\left(\frac{393}{100} \right)^4 - \left(\frac{295}{100} \right)^4 {}^{o}K \right] = 14{,}65\,Kcal/h$$

8. Tenemos una cazuela de 20 cm de diámetro llena de agua en ebullición. La cazuela está fabricada en acero y su fondo se encuentra a 210 ºC. Determina:

a) El calor por unidad de tiempo transmitido por convección desde el fondo a la parte alta de la cazuela. Considerar el coeficiente de convección α=10.000KCal/m^2·h·ºC
b) El espesor del fondo de la cazuela, sabiendo que el gradiente de temperatura entre la parte del fondo en contacto con la llama y la parte en contacto con el agua es de 300 ºC. λ=12,5 Kcal/m·h·ºC.

c) El consumo de gas natural de la cocina expresado en m^3/h en condiciones normales, sabiendo que el gas natural se suministra a 1,5 ata y 18 ºC y que el rendimiento térmico de la cocina es del 40%. Poder calorífico del gas en condiciones normales P_{CN}=8.540 Kcal/m^3.

a) Sabemos que la cantidad de calor transmitido por convección por unidad de tiempo es igual a:

$$S = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{\pi \cdot 0{,}2^2}{4} = 0{,}0314\, m^2$$

$$\Delta T = T^a\, fondo - T^a\, ebu. = 210 - 100 = 110\ ^\circ C$$

$$\frac{Q}{t} = \alpha \cdot S \cdot \Delta T \Rightarrow \frac{Q}{t} = 10^4 \frac{KCal}{m^2 \cdot h \cdot {}^\circ C} \cdot 0{,}0314\, m^2 \cdot 110\ ^\circ C = 34.558 \frac{KCal}{h}$$

b) La transmisión de calor a través del fondo de la cazuela se producirá en esta caso por conducción.

$$\frac{Q}{t} = \frac{\lambda \cdot S \cdot \Delta T}{d} \Rightarrow \quad 34.558 \frac{KCal}{h} = \frac{12{,}5 \frac{Kcal}{m \cdot h \cdot {}^\circ C} \cdot 0{,}0314\, m^2 \cdot 300\, {}^\circ C}{d}; \quad d = 3{,}409 \times 10^{-3}\, m = 3{,}409\, mm$$

c) Por último calculamos el poder calorífico (P_c) en otras condiciones diferentes a las normales (1 ata. y 0ºC) así como el calor suministrado por el combustible (Q_S) será:

$$P_C\left(\frac{KCal}{m^3}\right) = P_{CN} \cdot p \cdot \frac{273}{273 + T} = 8540 \cdot 1{,}5 \cdot \frac{273^\circ}{291^\circ} = 12.018 \frac{KCal}{m^3}$$

$$\eta = \frac{Q_u}{Q_S} \Rightarrow Q_S = \frac{34558 \frac{KCal}{h}}{0{,}4} = 86.395 \frac{KCal}{h}$$

$$Q_S = P_C \cdot V \Rightarrow V = \frac{86.395 \frac{KCal}{h}}{12.018 \frac{KCal}{m^3}} = 7{,}18 \frac{m^3}{h}$$

9. Una plancha tiene su base de aluminio de superficie 150 cm^2 y espesor 1 cm. Sabiendo que su temperatura ha pasado e 18ºC a 60ºC en 10 segundos, y que se desprecian las pérdidas de calor por radiación y por conducción, calcula la energía térmica acumulada por la plancha así como la potencia de ésta. Calor específico del aluminio 0,212 Kcal/Kg ºC; densidad del aluminio 2,75 Kg/dm^3.

Calculamos en primer lugar la masa de la base de aluminio:

$$m = \rho \cdot V = 2{,}75 \frac{Kg}{dm^3} \cdot 0{,}150\, dm^3 = 0{,}4125\, Kg$$

$$Q = m \cdot Ce \cdot (T_f - T_i) = 0{,}4125\, Kg \cdot 0{,}212 \frac{Kcal}{Kg\, {}^\circ C}(60 - 18)^\circ C = 3{,}673\, Kcal$$

$$Q = 3{,}673\, Kcal \cdot 4{,}18 \frac{KJ}{Kcal} = 15{,}35\, KJ$$

$$P = \frac{T}{t} = \frac{15.350\, J}{10\, s} = 1.530\, W$$

10. Se dispone de un motor de gasolina (bomba) para subir agua de un depósito que se encuentra a 40 metros de altura. Calcula el rendimiento de dicho motor sabiendo que ha consumido 4 litros de gasolina suministrando al depósito 100.000 litros de agua. Poder calorífico y densidad de la gasolina11.000 Kcal/kg y 0,75 Kg/dm^3 respectivamente.

Calculamos en primer lugar la masa de gasolina suministrada al motor:

$$m = \rho \cdot V = 0{,}75 \frac{Kg}{dm^3} \cdot 4\, dm^3 = 3\, Kg$$

A continuación calculamos la energía suministrada por medio de la gasolina:

$$E_S = m \cdot P_C = 3Kg \cdot 11.000\frac{Kcal}{Kg} = 33.000\,Kcal = 137.940\,KJ$$

Finalmente calculamos la energía útil o trabajo realizado por el motor y su rendimiento:

$$E_U = m \cdot g \cdot h = 100.000\,Kg \cdot 9{,}8\frac{m}{s^2} \cdot 40\,m = 39.200\,KJ$$

$$\eta = \frac{E_U}{E_S} = \frac{39.200}{137.940} = 0{,}284 \Rightarrow 28{,}4\%$$

11. Un motor de gas natural realiza un trabajo de 250.000 Julios. Calcula el volumen de gas consumido sabiendo que la presión de suministro es de 3 atm, la temperatura del combustible de 22 ºC y el rendimiento del motor de 25%. Poder calorífico del gas natural en condiciones normales 8.540 Kcal/m^3.

Teniendo en cuenta el concepto de rendimiento calculamos la energía suministrada por el combustible al motor:

$$E_S = \frac{E_U}{\eta} = \frac{250.000\,J}{0{,}25} = 1.000\,KJ$$

El poder calorífico del combustible en las condiciones reales de trabajo será:

$$P_C = P_{CN} \cdot p \cdot \frac{273}{273+T} = 8540 \cdot 3 \cdot \frac{273^\circ}{295^\circ} = 23.709{,}35\frac{KCal}{m^3} = 99.105\frac{KJ}{m^3}$$

Finalmente calculamos el volumen de gas consumido por el motor:

$$E_S = P_C \cdot V; \quad V = \frac{E_S}{P_C} = \frac{1.000\ KJ}{99.105\frac{KJ}{m^3}} = 0{,}01m^3 = 10\,dm^3 = 10\,l$$

12. Teniendo en cuenta que la fisión de un núcleo de "uranio_235" libera 3,20×10^{-11} Julios de energía y que cada gramo de uranio_235 contiene 2,56×10^{21} átomos, cuántos Kg de carbón de antracita se necesitan para generar la misma cantidad de energía suponiendo que todos los átomos fusionaran. Recuerda P_C (antracita)=8.000 Kcal/Kg.

En primer lugar calculamos la energía que libera un gramo de uranio_235:

$$E = 2{,}56\times10^{21}\,núcleos \cdot 3{,}20\times10^{-11}\frac{J}{núcleo} = 8{,}192\times10^{10}\ J = 1{,}96\times10^{10}\ Cal = 1{,}96\times10^{7}\quad Kcal$$

Teniendo en cuenta ahora la energía que nos produce la antracita:

$$E = m \cdot P_C; \quad m = \frac{E}{P_C} = \frac{1{,}96\times10^7\ Kcal}{8.000\frac{Kcal}{Kg}} = 2.450\,Kg$$

13. Sabiendo que el coste aproximado del KW×h es de 0,1 €, calcula el coste energético mensual por consumo de una máquina de 2 CV de potencia, sabiendo que ésta funciona durante 8 horas diarias y 24 días al mes.

Aplicando el concepto de potencia y de energía tenemos:

$$P = 2CV = 2CV \cdot 735\frac{W}{CV} = 1.470W = 1{,}47\,KW$$

$$E = P \cdot t = 1{,}47\,KW \cdot 8\frac{h}{día} \cdot 24\,días = 282{,}24\,KW \times h$$

$$Coste = E \cdot \mathrm{Pr}ecio = 282{,}24KW \times h \cdot 0{,}1\frac{euro}{KW \times h} = 28{,}224\,euros$$

14. Un radiador eléctrico está conectado a una red de 220 V durante cuatro horas diarias consumiendo éste una corriente de 6 A. Calcula la cantidad de energía (KW×h) que consume mensualmente así como las Kcal que produce el radiador por cada hora de funcionamiento.

Aplicando el concepto de potencia eléctrica y de energía tenemos:

$$t = 30\,días \cdot 4\frac{h}{día} = 120h$$

$$P = U \cdot I = 220V \cdot 6A = 1.320W = 1{,}32\,KW$$

$$E = P \cdot t = 1{,}32\,KW \cdot 120\,h = 158{,}4\,KW \times h$$

Finalmente calculamos las Kcal que produce por cada hora de funcionamiento:

$$E = 158{,}4\,KW \times h \cdot 3.600\frac{s}{h} = 570.240\,KJ = 136.857\,KCal$$

15. Calcula la cantidad de carbón de antracita (Toneladas) que es necesario aportar diariamente a una central térmica si su rendimiento es del 25% y produce una potencia constante de 50 MW. Considerar el poder calorífico del carbón de antracita P_C=8000 Kcal/Kg

En primer lugar calculamos la Energía útil que produce diariamente la central:

$$E_U = P \cdot t = 50000\,KW \cdot 24\,h = 1{,}2 \times 10^6\,KW \times h = 1{,}2 \times 10^9\,W \times h \cdot 3600\frac{s}{h} = 4{,}32 \times 10^{12}\,J(W \times s) =$$

$$= 1{,}033 \times 10^{12}\,Cal = 1{,}033 \times 10^9\,KCal$$

Considerando ahora el rendimiento de la central:

$$\eta = \frac{E_U}{E_S}; \quad E_S = \frac{E_U}{\eta} = \frac{1{,}033 \times 10^9\,KCal}{0{,}25} = 4{,}132 \times 10^9\,KCal$$

$$E_S = P_C \cdot m \Rightarrow m = \frac{E_S}{P_C} = \frac{4{,}132 \times 10^9\,KCal}{8.000\frac{KCal}{Kg}} = 516.500Kg = 516{,}5\,Tn$$

16. Determina la energía diaria producida (MW×h) en una central hidroeléctrica que emplea turbina Pelton (η=90%) sabiendo que sobre ella actúa un caudal de 3 m^3/s y la altura del salto de agua es de 50 m.

Calculamos en primer lugar la energía suministrada por el agua al caer sobre los álabes de la turbina:

$$E_P = m \cdot g \cdot h = 3.000\,Kg \cdot 9{,}8\frac{m}{s^2} \cdot 50\,m = 1.470.000\frac{Kg \cdot m^2}{s^2}(J)$$

$$P = \frac{E_P}{t} = \frac{1.470\,KJ}{1s} = 1.470\,KW$$

$$E_{S(diaria)} = 1.470W \cdot 24\,h = 35.280\,KW \times h$$

$$E_u = \eta \cdot E_S = 0{,}9 \cdot 35.280\,KW \times h = 31.752\,KW \times h$$

17. Un colector solar plano que tiene una superficie de 5 m^2 debe calentar agua para uso doméstico que está inicialmente a 16 ºC. Teniendo en cuenta que el coeficiente de radiación solar K=0,9 cal/min·cm^2 y que el consumo de agua es constante a razón de 4 litros por minuto, determina el aumento de temperatura del agua si está funcionando durante dos horas. Se supone que las pérdidas de calor son prácticamente nulas.

La cantidad de calor total aportado al agua es:

$$Q = K \cdot t \cdot S = 0{,}9 \frac{Cal}{\min \cdot cm^2} \cdot 120 \min \cdot 5 \times 10^4 cm^2 = 5.400\, KCal$$

$$V = 4 \frac{l}{\min} \cdot 120 \min = 480 l \Rightarrow m = 480.000 g$$

Teniendo en cuenta ahora la expresión que relaciona la masa de agua con la temperatura a la que se eleva y con el calor absorbido por ésta:

$$Q = m \cdot Ce \cdot \Delta T = m \cdot Ce \cdot (T_f - T_i)$$

$$5.400\, KCal = 480.000\, g \cdot 1 \frac{Cal}{g \cdot ^\circ C} \cdot (T_f - 16^\circ C) \Rightarrow T_f = 27{,}25^\circ C$$

18. Para calentar agua de uso industrial una empresa utiliza colectores planos. Sabiendo que el agua inicialmente está a 18 ºC y se quiere calentar hasta 90 ºC, determina:

a) La superficie de los colectores si K=0,5 cal/min·cm^2 suponiendo que las pérdidas de calor son nulas y que el caudal requerido es de 300 l/h.
b) La cantidad de energía calorífica capturada diariamente por el colector si funciona cuatro horas diarias?.

a) Teniendo en cuenta que el calor absorbido (Q_a) debe ser igual al calor suministrado (Q_S):

$$Q_a = Q_S \Rightarrow m \cdot Ce \cdot (T_f - T_i) = K \cdot t \cdot S$$

$$c\,(caudal) = \frac{m}{t};\ m = c \cdot t\,;\ c = 600 \frac{l}{h} = 6 \times 10^5 \frac{g}{h} = 5.000 \frac{g}{\min}$$

$$\Rightarrow c \cdot t \cdot Ce \cdot (T_f - T_i) = K \cdot t \cdot S$$

$$S = \frac{c \cdot Ce \cdot (T_f - T_i)}{K} = \frac{5.000 \frac{g}{\min} \cdot 1 \frac{cal}{g \cdot ^\circ C} \cdot 72^\circ C}{0{,}5 \frac{cal}{\min \cdot cm^2}} = 720.000\, cm^2 = 72\, m^2$$

b) La cantidad de energía suministrada diariamente será:

$$Q_S = K \cdot t \cdot S = 0{,}5 \frac{cal}{\min \cdot cm^2} \cdot 240 \min \cdot 720.000\, cm^2 = 86.400\, Kcal$$

19. Para calentar agua de uso industrial una empresa utiliza colectores planos. Sabiendo que el agua inicialmente está a 15 ºC y se quiere calentar hasta 60 ºC, determina la superficie de los colectores si K=0,5 cal/min·cm^2, que el rendimiento del cole ctor es del 50% y que el caudal requerido es de 300 l/h.

Calculamos el calor contenido en la radiación solar que incide sobre el colector en 1 hora:

$$Q_{rad\_solar} = K \cdot t \cdot S = 0{,}5 \frac{cal}{\min \cdot cm^2} \cdot 60 \min \cdot S = 30 \frac{cal}{cm^2} \cdot S$$

Por su parte el rendimiento será igual:

$$\eta = \frac{Q_{panel}}{Q_{rad\_solar}};\quad Q_{panel} = \eta \cdot Q_{rad\_solar} = 0{,}5 \cdot 30 \frac{cal}{cm^2} \cdot S = 15 \frac{cal}{cm^2} \cdot S = 0{,}015 \frac{kcal}{cm^2} \cdot S$$

Calculamos el calor necesario para calentar el agua que circula en una hora con el panel:

$$V = C \cdot t = 300 \frac{l}{h} \cdot 1h = 300 l \Rightarrow m = 300 Kg$$

$$Q = m \cdot Ce \cdot (T_f - T_i) = 300 Kg \cdot 1 \frac{Kcal}{Kg \cdot ^\circ C} (60 - 15)^\circ C = 13.50 kCal$$

Igualando: $0{,}015 \frac{kcal}{cm^2} \cdot S = 13.500 kcal \cdot S \Rightarrow S = 900.000\, cm^2 = 90 m^2$

20. En una casa de campo se quiere instalar una placa fotovoltaica que alimenta dos lámparas de bajo consumo de 20 W cada una y una televisión de 80W. Determina la superficie de la placa si su rendimiento energético es del 30% y el coeficiente de radiación solar K=0,8 cal/min·cm^2.

Teniendo en cuenta la energía que debe suministrar por hora de funcionamiento:

$$E_u = P_u \cdot t = (80+40)W \cdot 1\,h = 120W \times h = 120W \times h$$

$$\eta = \frac{E_u}{E_S};\quad E_S = \frac{E_u}{\eta} = \frac{120W \times h}{0,3} = 400\ W \times h = 400\ W \times h \cdot 3600\frac{s}{h} \cdot \frac{1}{4,18\frac{J}{Cal}} = 344.498\,Cal$$

$$E_S = K \cdot t \cdot S;\quad S = \frac{E_S}{K \cdot t} = \frac{344.498\,Cal}{0,8\frac{Cal}{\min \cdot cm^2} \cdot 60\min} = 7177\,cm^2 = 0,7177\,m^2$$

21. Determina la energía diaria que produce una aeroturbina sobre la que actúa un viento de 50 Km/h si contiene 3 palas de 4 metros de radio cada una. Considerar la densidad del viento de 0,928 Kg/m^3, el coeficiente de potencia (Cp) por pérdidas de 0,4 y el rendimiento aerodinámico es del 80%.

$$A = \pi \cdot r^2 = \pi \cdot 16 = 50,26\,m^2$$

$$v = 50\frac{Km}{h} = 13,89\frac{m}{s}$$

Teniendo en cuenta que la potencia útil que genera la aeroturbina es igual a:

$$P_{viento} = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot v^3 \cdot Cp = \frac{1}{2} \cdot 0,928\frac{Kg}{m^3} \cdot 50,26m^2 \cdot 13,89^3\frac{m^3}{s^3} \cdot 0,4 = 25.000W$$

$$P_u = \eta \cdot P_{viento} = 0,8 \cdot 25.000W = 10.000W = 20KW$$

$$E_u = P_u \cdot t = 20\,KW \cdot 24h = 480\ KW \times h$$

22. Una caldera de acero es alimentada con 100 l/h a 18 ºC y la transforma en vapor a 150 ºC. Para producir el calor necesario, se utiliza un horno de carbón de hulla, de tal forma que la transmisión de calor del horno a la caldera tiene un rendimiento del 80%. Calcula el consumo diario de hulla en Kg, Considerar que no hay pérdidas de calor con el exterior y que el vapor de agua se calienta a presión constante en la caldera. DATOS: P_C(Hulla)=7000 Kcal/Kg; C_e(Agua líquida)=1 Kcal/Kg·ºC; C_e(Vapor de agua a P=cte)=1,92 KJ/Kg·ºK; L_V(Calor latente de vaporización del agua)=2.245KJ/Kg

Calculamos en primer lugar el calor necesario para producir el vapor en una hora:

$$Agua\ líquida\,(18^\circ C) \xrightarrow{Q1} Agua\ líquida\,(100^\circ C) \xrightarrow{Q2} Vapor\ agua\,(100^\circ C) \xrightarrow{Q3} Vapor\ agua\,(150^\circ C)$$

$$Q_u = Q_1 + Q_2 + Q_3 = m \cdot C_{e1} \cdot \Delta T_1 + m \cdot L_V + m \cdot C_{e2} \cdot \Delta T_2$$

$$Q_u = 100\,Kg \cdot 4,18\frac{KJ}{Kg \cdot {}^\circ K}(373-291)^\circ K + 100\,Kg \cdot 2245\frac{KJ}{Kg} + 100\,Kg \cdot 1,92\frac{KJ}{Kg \cdot {}^\circ K}(423-373)^\circ K = 268.373\,KJ$$

Teniendo en cuenta ahora el concepto de rendimiento energético:

$$\eta = \frac{Q_u}{Q_S};\quad Q_S = \frac{268.373\,KJ}{0,8} = 335470\ KJ = 80.256\,KCal$$

$$Q_S = m \cdot P_C;\quad m = \frac{80.256\,KCal}{7000\frac{KCal}{Kg}} = 11,465\,Kg$$

Por tanto si en una hora consume 11,465 Kg , en un día consumirá 275,16 Kg.

23. Una batería 300 A×h/12V se carga con una corriente constante de 10A. ¿Cuánto tiempo tardará en cargarse si el factor de carga es del 40%?. ¿Cuál será la energía acumulada por la batería?.

Calculamos en primer lugar la intensidad que consume el motor:

$$t = \frac{1,4 \cdot Q}{I} = \frac{1,4 \cdot 300\,A \times h}{10\,A} = 42\,h$$

Teniendo en cuenta ahora la capacidad de carga de la batería y la tensión de la batería:
$E = U \cdot Q = 12V \cdot 300Ah = 3600Wh$

24. Una central eléctrica genera una potencia en su alternador de 50.000 W. Calcula:
    a) La intensidad que circula por los cables de salida del alternador si el voltaje es de 250V.
    b) La intensidad que circula por los cables del transporte si el voltaje se ha elevado mediante un transformador hasta los 100.000V.
    c) La potencia disipada en ambos casos por los cables si la resistencia de éstos es de 4Ω

a) Teniendo en cuenta el concepto de potencia eléctrica:

$$I = \frac{P}{U} = \frac{50.000W}{250V} = 200\,A$$

b) Si el voltaje se eleva ahora hasta los 100.000 V:

$$I = \frac{P}{U} = \frac{50.000W}{100.000V} = 0{,}5\,A$$

c) Las pérdidas de potencia por efecto "Joule" serán:

$$P_{per} = I^2 \cdot R = 200^2 \cdot 4 = 160.000\,W$$

$$P_{per} = I^2 \cdot R = 0{,}5^2 \cdot 4 = 1\,W$$

lo que muestra claramente la necesidad de transportar la energía a tensiones elevadas.

25. Una panel fotovoltaico tiene las siguientes características:
- Potencia máxima de pico (P_{mp})=120W
- Intensidad de cortocicuito (I_{SC})=7,7 A
- Tensión en vacío (U_{OC})=21V
- Tensión máxima de pico (U_{mp})=16,9V
- Número de células (n)=36
- Dimensiones= 65×147 cm
- Tensión máxima (U_{max})=600V

Se pide:

a) La corriente máxima de pico que puede generar el panel.

$$I_{mp} = \frac{P_{mp}}{U_{mp}} = \frac{120W}{16{,}9\,A} = 7{,}1\,A$$

b) La tensión que genera cada célula en vacío:

$$U = \frac{U_{OC}}{n} = \frac{21V}{36} = 0{,}583V$$

c) La resistencia interna del panel en hora solar pico (máxima radiación):

$$R_i = \frac{U_{OC} - U_{mp}}{I_{mp}} = \frac{21V - 16{,}9V}{7{,}1A} = 0{,}57\Omega$$

d) El factor de forma:

$$R_{SC} = \frac{U_{OC}}{I_{SC}} = \frac{21\,V}{7{,}7\,A} = 2{,}73\,\Omega$$

$$P_{SC} = I_{SC}^{\ 2} \cdot R_{SC} = 7{,}7^2 \cdot 2{,}73\Omega = 161{,}8V$$

$$F.F. = \frac{P_{mp}}{P_{SC}} \times 100 = \frac{120V}{161{,}8V} \times 100 = 0{,}74$$

e) ¿Cuál será el rendimiento de la placa si la irradiancia es de 502 W/m^2?

$$S = 65 \times 147 = 9.555\,cm^2 = 0{,}9555\,m^2$$

$$P_r = Irradiancia \cdot S = 502\frac{W}{m^2} \cdot 0{,}955\,m^2 = 480\,W$$

$$\eta = \frac{P_{mp}}{P_r} \times 100 = \frac{120\,W}{480\,W} \times 100 = 25\%$$

f) ¿Cuál será la tensión que genera la placa cuando se conecta a una carga que consume 2 A?

$$P_G = 0{,}25 \cdot 120\,W = 30\,W$$

$$U_G = \frac{30\,W}{2\,A} = 15\,V$$

26. Necesitamos obtener 800 litros diarios de agua caliente a 60ºC partiendo de los siguientes datos:

- Temperatura ambiente Ta=13 ºC
- Temperatura media del captador 60 ºC
- Irradiación solar de ensayo 950 W/m^2.
- Factor de ganancias: C_1= 0,81 W/m^2 ºC
- Factor de pérdidas: C_2= 0,43 W/m^2 ºC
- Factor normalizado 10 W/m^2 ºC
- Horas útiles de sol h=7
- Superficie útil del captador 2,01 m^2 (NEP 82.6)

Calcula el número de captadores necesarios para la instalación

El rendimiento del captador solar plano a partir de los datos del fabricante será:

$$\eta = C_1 - C_2 \cdot X = 0{,}81\frac{W}{m^2 \cdot {}^oC} - 0{,}43\frac{W}{m^2 \cdot {}^oC} \cdot 0{,}495 = 0{,}597\frac{W}{m^2 \cdot {}^oC}$$

$$X = \frac{U_o(T_m - T_a)}{I} = \frac{10\dfrac{W}{m^2 \cdot {}^oC}(60-13)^oC}{950\dfrac{W}{m^2}} = 0{,}495$$

La irradiancia útil (I_U) será:

$$I_U = I \cdot \eta = 950\frac{W}{m^2} \cdot 0{,}597 = 567{,}15\frac{W}{m^2}$$

$$Q_U(día) = I_U \cdot t = 567{,}15\frac{W}{m^2} \cdot 7h = 3.970\frac{W\,h}{m^2}$$

La carga necesaria (Q) será igual:

$$Q = m \cdot Ce \cdot (T_S - T_e) = 800Kg \cdot 4{,}18\frac{KJ}{Kg \cdot {}^oC}(60-13)^oC = 157.168KJ = 43.657Wh$$

Finalmente calculamos la superficie total necesaria y el número de paneles:

$$S_T = \frac{Q}{Qu} = \frac{43.657\,Wh}{3.970\dfrac{Wh}{m^2}} = 11\,m^2$$

$$N = \frac{S_T}{S_U} = \frac{11\,m^2}{2{,}01\dfrac{m^2}{panel}} = 5{,}47\ paneles \Rightarrow 6\ paneles\ (paralelo)$$

27. Necesitamos obtener 500 litros diarios de agua caliente a 60ºC partiendo de los siguientes datos:

- Temperatura ambiente Ta=15ºC y temperatura media del panel 60ºC
- Irradiación solar 700 W/m^2.
- Rendimiento del panel η=0,6

- Horas de sol h=6
- Superficie útil del captador 1,852 m^2 (ATESA)

Calcula el número de captadores necesarios

La irradiancia útil (I_U) será:

$$I_U = I \cdot \eta = 700\frac{W}{m^2} \cdot 0{,}6 = 420\frac{W}{m^2}$$

$$Q_U(día) = I_U \cdot t = 420\frac{W}{m^2} \cdot 6h = 2.520\frac{W\,h}{m^2}$$

La carga necesaria (Q) será igual:

$$Q = m \cdot Ce \cdot (T_S - T_e) = 500Kg \cdot 4{,}18\frac{KJ}{Kg \cdot {}^oC}(60-15)^oC = 94.050KJ = 26.125Wh$$

Finalmente calculamos la superficie total necesaria y el número de paneles:

$$S_T = \frac{Q}{Qu} = \frac{26.125Wh}{2.520\frac{Wh}{m^2}} = 10{,}36m^2$$

$$N = \frac{S_T}{S_U} = \frac{10{,}36m^2}{1{,}852\frac{m^2}{panel}} = 5{,}59\ paneles \Rightarrow 6\ paneles$$

28. Para calentar una vivienda unifamiliar durante un mes de invierno se estima que es necesario aportar 15.000 Kcal/día. Teniendo en cuenta que la caldera es de gas ciudad con un rendimiento del 75% y que el poder calorífico del gas es de 9.960 Kcal/m^3, cuál será el volumen mensual de gas consumido (m^3) y el coste de éste si su precio es de 0,047 €/KWh.

Calculamos en primer lugar la energía consumida por la caldera diariamente:

$$Qu = 15.000\frac{Kcal}{dia} \cdot 30\,dias = 450.000\ Kcal$$

$$Q_S = \frac{Q_U}{\eta} = \frac{450.000\ Kcal}{0{,}75} = 600.000\ Kcal = 2.508\ MJ = 696{,}6\ KWh$$

$$Consumo = \frac{Q_S}{P_C} = \frac{600.000\ Kcal}{9.960\ \frac{Kcal}{m^3}} = 60{,}24m^3$$

$$Coste\ \ mensual = precio \cdot consumo = 0{,}047\frac{€}{KWh} \times 696{,}6\ KWh = 32{,}74€$$

29. Contesta a las siguientes cuestiones:

a) ¿Cómo se puede transformar la energía solar en eléctrica y térmica?.
b) ¿Cuál es la utilidad de los colectores cilíndricos-parabólicos y de los colectores planos?.
c) Describe como funciona un horno solar?.

a) La energía solar se puede transformar en energía eléctrica mediante placas fotovoltaicas, colectores cilíndrico-parabólicos y campos de helióstatos. Por su parte, la energía solar se puede transformar en energía térmica mediante invernaderos, recinto cerrado con cristales, colectores planos y hornos solares.
b) Los colectores cilíndricos-parabólicos se emplean para transformar la energía solar en energía eléctrica, mientras que los colectores planos se utilizan para transformar la energía electromagnética del sol en energía calorífica (calentar agua para diversos usos).

c) Un horno solar consta de un grupo de pequeñas parábolas que reflejan a su vez los rayos solares sobre otra parábola mayor la cual a su vez concentra todos los rayos en una zona muy reducida llamada horno, en la cual se llegan a conseguir temperaturas de hasta 4000 ºC.

30. Contesta a las siguientes cuestiones:

a) Indica por que es necesario elevar el voltaje desde las centrales de producción hasta las subestaciones.

b) Indica por qué es necesario enfriar el agua saturada una vez que sale de la turbina en una central térmica antes de pasarla de nuevo por la caldera.

c) Dibuja el esquema de bloques de una central térmica convencional de carbón y de una central nuclear e indica sus partes principales.

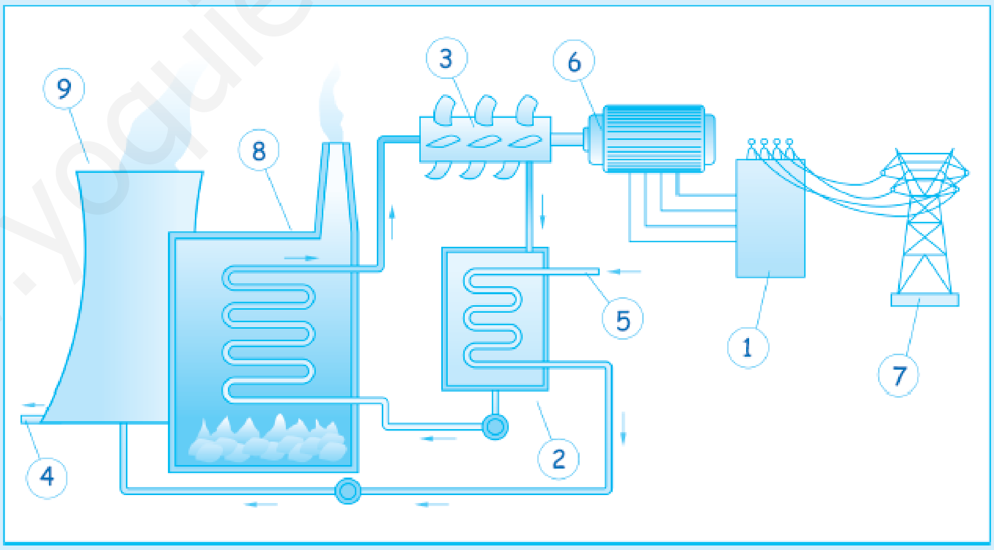
a) La energía eléctrica que se produce en las centrales eléctricas para transportarla es necesario **elevar** la tensión (estación transformadora) de 20 KV a 400 KV aproximadamente, con el fin de reducir la sección de los cables. Una vez que la energía llega a los lugares de consumo, en una subestación transformadora se **reduce** la tensión nuevamente hasta los 130 KV y en un centro de transformación de nuevo se vuelve a reducir hasta los 20 KV. A partir de aquí ya se distribuye a las industrias 380V y a las viviendas 220V.

$$R=\frac{\rho\cdot l}{S};\quad I=\frac{U}{R}\Rightarrow E=P\cdot t=U\cdot I\cdot t=\frac{U^2}{R}\cdot t=\frac{U^2\cdot S\cdot t}{\rho\cdot l}$$

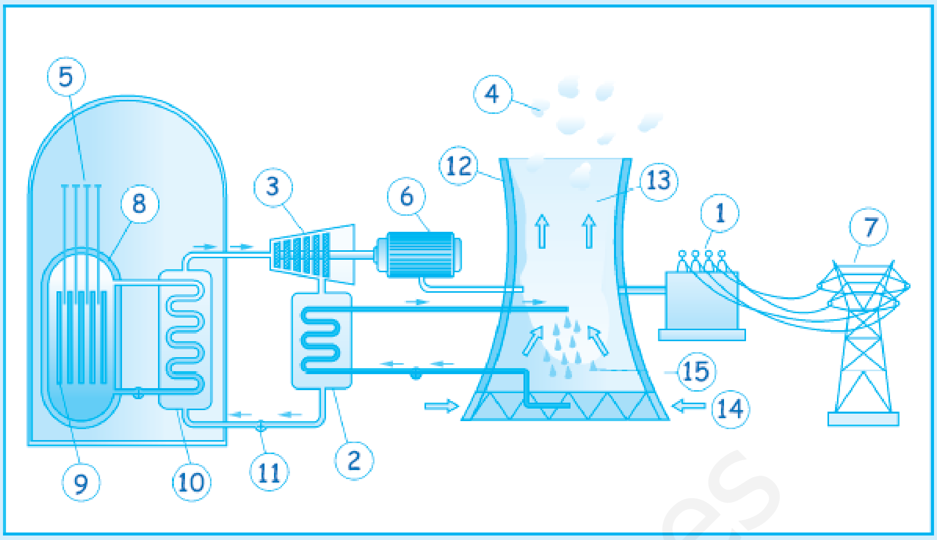
b) El agua que sale de la turbina (vapor +agua) a baja presión se hace pasar por un condensador o intercambiador de calor para enfriarla (pasarla a líquido) con el fin de poder bombearla de nuevo a la caldera (aumenta la presión) y comenzar de nuevo el ciclo. El rendimiento de la turbina depende de la diferencia de presión y temperatura entre la entrada y la salida de la misma, por tanto cuanto mayor sea ésta diferencia mayor será la cantidad de energía producida.

c) Las partes principales de una central térmica convencional de carbón y de una central nuclear son:

1. Transformador.
2. Condensador.
3. Turbina.
4. Salida de agua.
5. Entrada de agua fría.
6. Generador.
7. Transporte de energía.
8. Caldera.
9. Torre de refrigeración.



1. Transformador.
2. Condensador.
3. Turbina.
4. Vapor de agua.
5. Barras de control.
6. Generador.
7. Transporte de energía.
8. Reactor.
9. Barras de uranio.
10. Generador de vapor.
11. Bomba.
12. Torre de refrigeración.
13. Corriente de aire ascendente.
14. Aire.
15. Agua que cae.



31. Contesta a las siguientes cuestiones:

a) ¿Qué entiendes por sistema de cogeneración de energía?.¿Cuáles son los sistemas de cogeneración más usados?.

b) Indica cual es la misión de las estaciones trasformadoras, las subestaciones y los centros de transformación.

c) Explica en que consiste la reacción nuclear de fisión.

a) La cogeneración es un sistema de aprovechamiento de energía residual (que normalmente se tira) cuando se está produciendo energía eléctrica para utilizarla posteriormente en otros usos industriales o domésticos. En este caso el agua caliente que sale del intercambiador no se lleva a la torre de refrigeración sino que se utiliza para otros fines: calefacción, calentamiento de aguas, etc.

b) Las *estaciones transformadoras* se encuentran en los lugares de producción y su misión es elevar la tensión del generador de 20 KV hasta 400 KV aproximadamente.
Por su parte las *subestaciones* se encuentran alejadas de las ciudades para reducir el voltaje de 140KV a 130 KV aproximadamente. Por último los *centros de transformación* suelen encontrarse en las afueras de las ciudades y transforman el voltaje de 130 KV a 20 KV.
c) El combustible utilizado en las centrales de fisión nuclear es el Uranio-235 enriquecido al 3%. En este caso en el reactor se produce una reacción nuclear llamada "fisión nuclear" (rotura) en la cual el núcleo de un átomo grande se rompe en dos partes liberando una gran cantidad de energía.
Por ejemplo, la fisión de un núcleo de "uranio_235" libera $3,20 \times 10^{-11}$ Julios de energía, teniendo en cuenta que <u>un gramo</u> de uranio_235 contiene $2,56 \times 10^{21}$ átomos, la energía que puede liberar un gramo si todos los átomos se fusionaran, sería: Energía=$2,56 \times 10^{21}$ núcleos× $3,20 \times 10^{-11}$ Julios/núcleo=$8,19 \times 10^{10}$ Julios para lo cual se requieren unos 3000 Kg de carbón aproximadamente.

32. Completa la siguiente tabla señalando con una cruz según proceda:

Fuente de energía	**Capacidad de regeneración**		Impacto ambiental		Necesidad de transformación	
	Renovables	No renovables	Limpia	Contaminante	Primaria	Secundaria
Hidráulica	X		X		X	
Eólica	X		X		X	
Nuclear		X		X		X
Geotérmica	X		X			X
Solar	X		X		X	
Petróleo		X		X		X
Carbón		X	X			X

Biomasa	X			X		X
Mareomotriz	X		X		X	

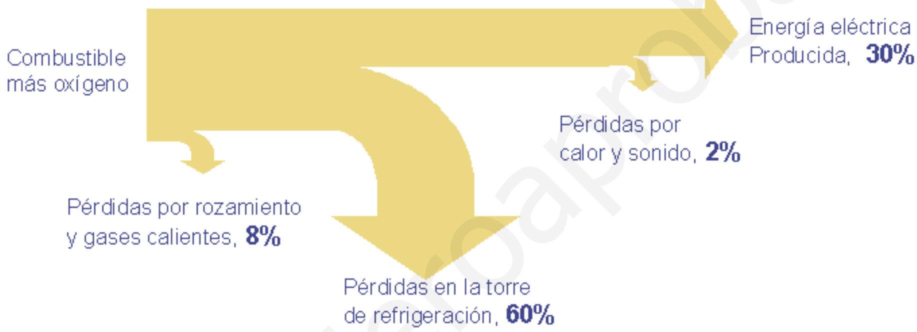
33. Contesta a las siguientes cuestiones:

a) ¿Qué entiendes por rendimiento de una central eléctrica y donde se producen la mayor parte de las pérdidas de energía?.

b) ¿En que se basa la producción de energía eléctrica en una central?.

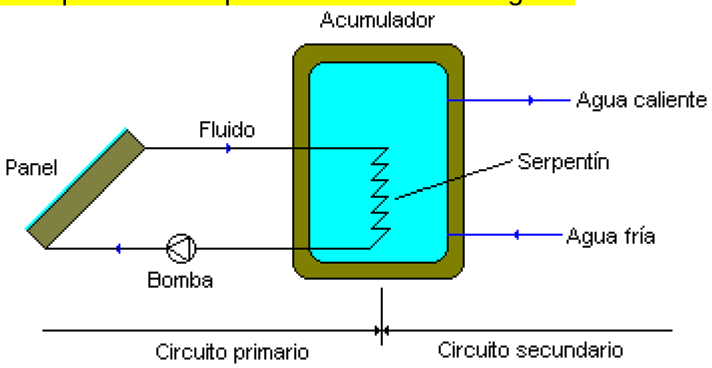
a) Por **rendimiento** de una central se entiende el porcentaje de energía eléctrica que se obtiene respecto a la energía utilizada para la obtención de electricidad. Así, una central cuyo rendimiento sea del 30% significa que para obtener 30 J de energía eléctrica se precisa transformar 100 J de otro tipo de energía.

El mayor porcentaje de pérdidas en una central térmica, alrededor de un 60%, se produce al enfriar el agua de refrigeración, antes de devolverla al río o al mar, para no dañar el ecosistema. El agua de refrigeración es la que se utiliza para enfriar el vapor de salida de las turbinas, y se enfría en las torres de refrigeración, en las cuales se hace caer el agua caliente en forma de lluvia y se enfría por contacto con el aire. El resto de pérdidas por calor, rozamiento y sonido son mucho menores, en total de alrededor del 10%, tal como se muestra en el siguiente diagrama.



b) El fundamento de la producción de electricidad en cualquier tipo de central eléctrica es el movimiento de unas bobinas en el interior de un potente electroimán; de ese modo en las bobinas se produce corriente eléctrica, y el conjunto de las bobinas y el electroimán constituye el generador. Para mover las bobinas se conectan a una turbina, que es una especie de molino con aspas o álabes, los cuales se mueven mediante una corriente de vapor de agua o de agua líquida. La energía eléctrica producida (20KV) se transporta mediante la red de alta tensión (400KV). En la actualidad las turbinas más empleadas son las "Kaplan" para mucho caudal y saltos inferiores a 25m y las "Pelton" para poco caudal y grandes saltos de agua.

34. Indica como funciona una pequeña instalación de energía solar térmica de circulación forzada con intercambiador de calor incorporado al depósito como la de la figura.



El fluido caloportador (generalmente agua con anticongelante) que circula por el circuito primario es impulsado por una bomba hacia la entrada inferior del panel. A medida que va pasando por el panel, al calentarse su densidad aumenta por lo que el agua caliente tiende a subir hacia arriba y a salir por la parte superior del panel hacia el intercambiador. Aquí será donde el fluido caloportador que circula por el primario ceda calor al agua fría que entra por el secundario, por lo que la temperatura de ésta última aumentará y la del primario disminuirá. A medida que el agua se va calentando se va acumulando en el depósito del acumulador, hasta que llega a una cierta temperatura a partir de la cual la bomba se apaga.

35. Indica que es la energía biomasa y cuales son las ventajas y desventajas que presenta frente a otras.

a) Ventajas:
- No emite gases que provoquen el efecto invernadero.
- Tiene contenidos de azufre prácticamente nulos por lo que no afecta a la lluvia ácida.
- El uso de la biomasa como biocarburante en motores de combustión interna para automóviles, reduce el empleo de los motores clásicos que provocan altos índices de contaminación.

b) Desventajas:
- El rendimiento de las calderas de biomasa es inferior a las que usan combustibles fósiles.
- Se necesita mayor cantidad de biomasa para generar la misma cantidad de energía.
- Los canales de distribución de la biomasa generalmente están menos desarrollados que los de combustibles fósiles.

36. Indica los principales tipos de carbón que existen y sus principales aplicaciones.

Atendiendo a su procedencia los carbones se clasifican en :
Carbones naturales: se extraen directamente de la tierra y proceden de grandes masas de vegetación que han quedado sepultadas hace miles de año y han sufrido un proceso de carbonización . Pueden ser:
- Antracita y lignito: son los que mayor poder calorífico tienen y se utiliza para calefacciones y centrales eléctricas.
- Hulla y turba:tienen menor poder calorífico que los anteriores y se utilizan para la fabricación del carbón de coque (la huya) para trabajos de forja, calefacción y a veces para mezclarlo con los anteriores.

Carbones artificiales: sufren un proceso de transformación posterior.
- Carbón vegetal: se obtiene quemando madera y se utiliza principalmente para barbacoas.
- Carbón de coque: carbón ligero de aspecto poroso que se obtiene de la destilación o coquización de la hulla, calentándola hasta 1.100 °C en hornos cerrados para aislarla del aire, desprendiendo a su vez unos gases que también son aprovechados en la industria. Después de varias horas se vierte en un vagón hasta la torre de apagado con agua. También se obtiene además de gases y carbón de coque, grafito, brea y alquitrán.