PRUEBAS DE ACCESO A LA UNIVERSIDAD
L.O.G.S.E.

CURSO 2006-2007 **CONVOCATORIA: JUNIO**

TECNOLOGÍA INDUSTRIAL II

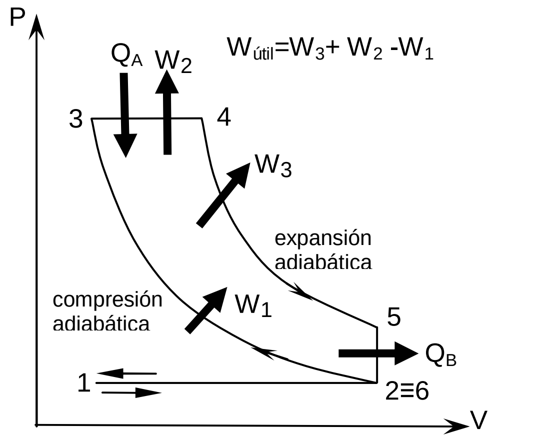
Los alumnos deberán elegir una de las dos opciones. Cada ejercicio vale 2.5 puntos. Las preguntas del primer ejercicio son de respuesta corta.

Opción A

Ejercicio 1

i) Dibuje el ciclo ideal de un motor Diesel de cuatro tiempos (diagrama P-V). Indique los procesos termodinámicos que tienen lugar y diga si en los mismos se cede o absorbe energía. **(0.5 puntos)**

El ciclo termodinámico que se muestra en la figura adjunta consta de 6 fases. La primera (1-2, Admisión) y la última (6-1, Escape) no se tienen en cuenta a efectos de cálculo del motor, puesto que el trabajo producido en la fase 1-2 se compensa con el consumido en la fase 6-1, con lo que el balance total de estas dos fases es nulo. Las restantes fases son:



Ciclo termodinámico ideal de un motor de encendido por compresión (ciclo Diesel)

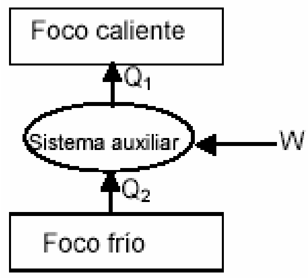
2-3, **Compresión adiabática** (Compresión): se cierra la válvula de admisión y comienza la compresión del aire al desplazarse el pistón desde el PMI hasta el PMS a expensas de un trabajo negativo W_1. La presión del aire aumenta drásticamente y éste alcanza altas temperaturas.

3-4, **Expansión isóbara** (Explosión): el combustible pulverizado que se inyecta en contacto con el aire caliente se inflama, generándose un trabajo W_2. En esta fase, a su vez, la mezcla de gases recibe un calor Q_A procedente de la inflamación del combustible al entrar en contacto con el aire caliente.

4-5, **Expansión adiabática** (Expansión): es en esta fase se genera un trabajo positivo W_3 debido a la expansión de los gases de la combustión que desplazan al pistón hasta el PMI. El trabajo total producido en el ciclo será $W_3+W_2-W_1$.

5-6, **Descompresión isócora** (Escape): en esta fase, con la válvula de escape abierta, se cede un calor Q_B a la atmósfera (foco frío), al desalojar los gases calientes de la combustión el cilindro.

ii) El coeficiente de operación (COP) de una máquina frigorífica ideal vale 1.62. Si la temperatura del foco frío es de 246 K, determine la temperatura del foco caliente. **(0.5 puntos)**

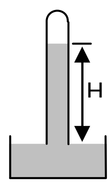


Máquina frigorífica

$$\left.\begin{array}{l} COP = \dfrac{Q_2}{W} \\ Q_2 + W - Q_1 = 0 \end{array}\right\} \Rightarrow COP = \frac{Q_2}{Q_1 - Q_2} = \frac{T_{FF}}{T_{FC} - T_{FF}}$$

$$1.62 = \frac{246}{T_{FC} - 246} \Rightarrow T_{FC} = 397.85 \text{ K}$$

iii) Una medida de la presión atmosférica emulando el experimento de Torricelli, da como resultado 770 mm de mercurio. Si se repite la medida utilizando un líquido cuya densidad es la sexta parte de la densidad del mercurio, ¿qué altura H, expresada en metros, alcanzará la columna de líquido?. **(0.5 puntos)**



$$P_{Atm} = \rho_{liq} \cdot g \cdot h_{liq} \;\Rightarrow\; \left\{\begin{matrix} P_{Atm}=\rho_{Hg}\cdot g\cdot h_{Hg} \\ P_{Atm}=\rho_{x}\cdot g\cdot h_{x} \end{matrix}\right\} \;\Rightarrow\; h_x = \frac{\rho_{Hg}}{\rho_x} h_{Hg} \;\rightarrow\; h_x = 6 \times 0.77 = 4.62\ m$$

iv) ¿Qué cantidad de agua, expresada en gramos, hay en 2 m^3 de aire a 40ºC, cuya humedad relativa es del 75%?. Tenga en cuenta que la cantidad máxima de vapor de agua en aire a 40ºC (cantidad de saturación) es de 54.1 g/m^3. **(0.5 puntos)**

$$H_{Rel.} = \frac{H_{Abs.}}{H_{Sat.}} \times 100 \;\rightarrow\; H_{Abs.} = 0.75 \times 54.1 = 40.58\ g/m^3 \qquad \underline{\text{Cantidad de agua en } 2\ m^3} = 81.2\ g$$

v) Escriba la tabla de verdad de un biestable JK y explique su funcionamiento. **(0.5 puntos)**

El biestable JK consta de dos entradas y dos salidas complementadas. Funciona con los mismos criterios del biestable RS, pero además consigue eliminar la indeterminación que éste presenta para R=1 y S=1.

Su tabla de verdad reducida es la siguiente

J	K	Q_t	Q_{t+1}
0	0	0 ó 1	Q_t
0	1	0 ó 1	0
1	0	0 ó 1	1
1	1	0 ó 1	$\overline{Q_t}$

<u>Cuando J=0 y K=0</u> el valor de la salida Q_{t+1} coincide con el estado del circuito en el estado anterior.
<u>Cuando J=0 y K=1</u> el valor de la salida Q_{t+1} siempre vale cero independientemente del estado del circuito en el estado anterior.
<u>Cuando J=1 y K=0</u> el valor de la salida Q_{t+1} siempre vale uno independientemente del estado del circuito en el estado anterior.
<u>Cuando J=1 y K=1</u> el valor de la salida Q_{t+1} es el contrario al estado del circuito en el estado anterior.

Ejercicio 2

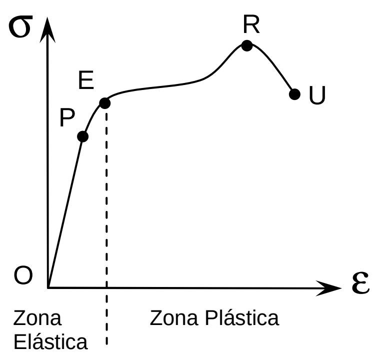
a) Dibuje el diagrama genérico de esfuerzo–deformación de un material sometido a tracción. Indique y comente brevemente los tramos característicos de este diagrama. **(0.5 puntos)**

<u>Zona elástica OE</u> se caracteriza porque al cesar las tensiones aplicadas, los materiales recuperan su longitud original. Esta zona se subdivide en:

- <u>zona proporcional OP</u>, en la que los esfuerzos unitarios (σ) son proporcionales a las deformaciones unitarias (ε); esto es, se verifica la ley de Hooke, $\sigma = E \cdot \varepsilon$, siendo E es el módulo de elasticidad o módulo de Young.
- <u>zona no proporcional PE</u>, en la que los desplazamientos dejan de ser proporcionales a los esfuerzos, esto es, $\sigma \neq E\varepsilon$.

<u>Zona plástica ES</u> se caracteriza porque al cesar las tensiones aplicadas, los materiales no recuperan su longitud original, esto es, adquieren deformaciones permanentes. Esta zona se subdivide en:

- <u>zona límite de rotura ER</u>, en la que a incrementos positivos de ε corresponden incrementos positivos de σ.
- <u>zona de rotura RU</u>, en la que a incrementos positivos de εcorresponden incrementos de negativos σ.



b) Una probeta normalizada tiene una distancia entre sus puntos de referencia de 100 mm, siendo su diámetro de 15 mm. Si se le aplica una carga de 16 kN, la separación entre sus puntos de referencia pasa a ser de 106 mm. Calcule el módulo de elasticidad del material de la probeta en kp/mm^2. **(1 punto)**

$$A = \frac{\pi}{4} D^2 \;\rightarrow\; A = 176.71\ mm^2$$

$$E=\frac{\sigma}{\varepsilon}=\frac{F/A}{\Delta L/L_o}=\frac{F\times L_o}{A\times\Delta L}\quad\rightarrow\quad E=\frac{\left(\frac{16\times10^3}{9.81}\right)\times100}{176.71\times6}\cong153.83\ \frac{kp}{mm^2}$$

c) En un ensayo de dureza Brinell, se aplican 29.43 kN durante 15 segundos a una bola de ensayo de 10 mm de diámetro. El área del casquete esférico produce esta bola es de 15×10^{-6} m^2. Determine la dureza Brinell en kp/mm^2 y su expresión normalizada. **(1 punto)**

$$HB=\frac{29.43\ kN}{15\times10^{-6}\,m^2}=\frac{29.43\times10^3}{9.81}\,\frac{1}{15}=200\,\frac{kp}{mm^2}$$

Dureza Brinell normalizada: 200HB/10/3000/15

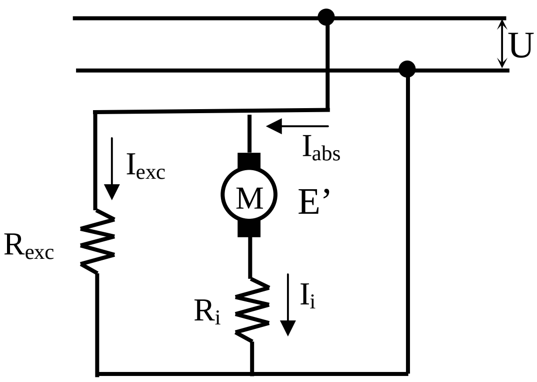
Ejercicio 3

Un motor eléctrico de corriente continua con excitación en derivación tiene las siguientes características: tensión de alimentación, U= 440 V, resistencia del devanado de excitación, R_{exc} = 220 Ω, resistencia del inducido, R_i = 0.25 Ω, intensidad absorbida de la red, I_{abs} = 40 A . Determine:

a) La intensidad de excitación y la intensidad del inducido. **(1 punto)**
b) La potencia útil y el rendimiento del motor. **(1 punto)**
c) La intensidad de arranque. **(0.5 puntos)**

Nota: Desprecie en este problema, la caída de tensión en las escobillas y la resistencia del reóstato de arranque y de los polos auxiliares.

a) Según se deduce del esquema del motor en derivación se cumplirá que



$$\begin{cases}U=E'+R_i\cdot I_i\\ U=R_{exc}\cdot I_{exc}\\ I_{abs}=I_i+I_{exc}\end{cases}$$

La intensidad de excitación es, por tanto

$$I_{exc}=\frac{U}{R_{exc}}=\frac{440\,V}{220\,\Omega}=2\,A$$

con lo que

$$I_i=I_{abs}-I_{exc}=40\,A-2\,A=38\,A$$

b) Para conocer la potencia útil debemos conocer la fuerza contraelectromotriz de forma que:

$$E'=U-R_i\cdot I_i=440\,V-(0.25\,\Omega)\times(38\,A)=430.5\,V$$

y así:

$$P_u=E'\cdot I_i=430.5\,V\times38A=16385\,W$$

Para calcular el rendimiento del motor, debemos conocer la potencia absorbida que vale:

$$P_{abs}=U\cdot I_{abs}=440\,V\times40A=17600\,W$$

De forma que el rendimiento será

$$\eta=\frac{P_u}{P_{abs}}\times100\approx93\ \%$$

c) En el arranque la fuerza contraelectromotriz es nula y así:

$$I_{arranque}=\frac{U}{R_i}=\frac{440\,V}{0.25\,\Omega}=1760\,A$$

Ejercicio 4

Se quiere diseñar un circuito combinacional de tres variables (A, B, C) cuya salida toma el valor lógico 1, si el número de variables de entrada a nivel lógico 1 es mayor que las que están a nivel lógico 0.

a) Obtenga la tabla de verdad y la función lógica. **(1 punto)**
b) Simplifique la función obtenida utilizando el mapa de Karnaugh. **(1 punto)**
c) Implemente la función simplificada con puertas lógicas NAND. **(0.5 puntos)**

a)

C	B	A	S
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

$$S = A\,B\,\overline{C} + A\,\overline{B}\,C + \overline{A}\,B\,C + A\,B\,C$$

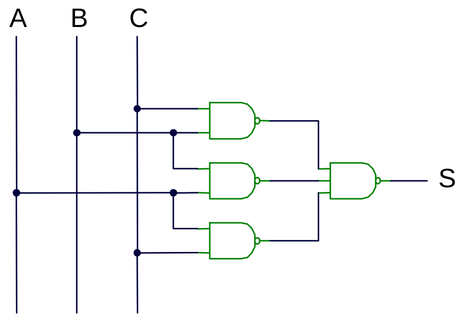
b)

C \ AB	00	01	11	10
0			1	
1		1	1	1

$$S = CB + AB + AC$$

c)

$$S = CB + AB + AC = \overline{\overline{CB + AB + AC}} = \overline{\overline{CB} \cdot \overline{AB} \cdot \overline{AC}}$$

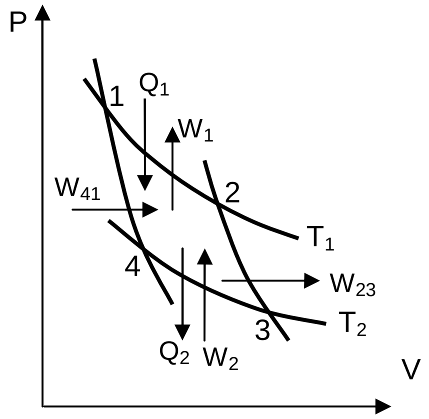


Opción B

Ejercicio 1

i) Dibuje el ciclo teórico de un motor de Carnot de un gas ideal, explicando brevemente las transformaciones termodinámicas que lo componen y si se produce absorción o cesión de energía. **(0.5 puntos)**

El ciclo de un motor de Carnot consta de dos transformaciones adiabáticas (2-3, 4-1) y dos transformaciones isotérmicas (1-2, 3-4).



1→2: Expansión isotérmica. El gas absorbe un calor Q_1 desde el foco caliente (a temperatura T_1), y realiza trabajo sobre el exterior, aumentando su volumen desde V_1 hasta V_2. Al mantenerse constante la temperatura, no varía la energía interna, por lo que el calor absorbido es igual al trabajo realizado en la expansión. El valor del calor absorbido es

$$Q_1 = nRT_1 \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$$

2→3: Expansión adiabáica. El gas realiza trabajo sobre los alrededores aumentando su volumen desde V_2 hasta V_3, a expensas de su energía interna, disminuyendo su temperatura desde T_1 a T_2. El valor del trabajo realizado es

$$W_{23} = \frac{P_3V_3 - P_2V_2}{\gamma - 1}$$

En esta transformación el gas ni absorbe ni cede calor.

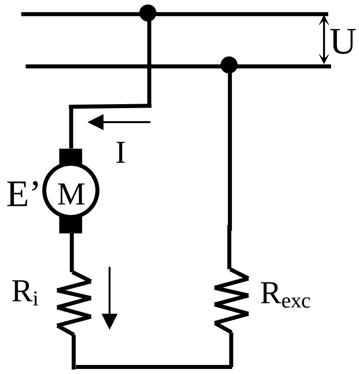
3→4: Compresión isotérmica. El gas cede un calor Q_2 al foco frío, mientras que los alrededores realizan trabajo sobre él, disminuyendo su volumen desde V_3 a V_4. Al mantenerse constante la temperatura, no varía la energía interna, por lo que el calor cedido es igual al trabajo que los alrededores realizan en la compresión. El valor del calor cedido es

$$Q_2 = nRT_2 \ln\left(\frac{V_4}{V_3}\right)$$

4→1: Compresión adiabáica. Los alrededores realizan trabajo sobre el sistema disminuyendo su volumen desde V_4 a V_1, lo que implica que aumenta su energía interna, y consecuentemente su temperatura desde T_2 hasta T_1. En esta transformación el gas ni absorbe ni cede calor. El valor del trabajo que los alrededores realizan es

$$W_{41} = \frac{P_1V_1 - P_4V_4}{\gamma - 1}$$

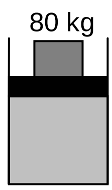
ii) Dibuje el circuito equivalente de un motor de corriente continua con excitación en serie y escriba con su ecuación de tensiones. **(0.5 puntos)**



$$U = E' + (R_{ex} + R_i)I$$

iii) Por una tubería circula un caudal volumétrico de 200 L/s de un líquido de densidad ρ= 1.5 g/cm^3. ¿Cuál es el caudal másico (Q_m=Masa/tiempo) expresado en kg/s?. **(0.5 puntos)**

$$Q_V = \frac{V}{t} \qquad Q_m = \frac{M}{t} = \rho\frac{V}{t} = \rho\, Q_V \quad \rightarrow \quad Q_m = 1500\,\frac{kg}{m^3} \times 0.2\frac{m^3}{s} = 300\ kg/s$$



iv) ¿Qué presión, expresada en kp/cm^2, soporta un gas encerrado en un cilindro de acero provisto de un émbolo móvil de 0.0115 m^2 de sección, al que se le coloca encima un cuerpo de 80 kg? **(0.5 puntos)**

$$P = \frac{Peso}{A} \quad \rightarrow \quad P = \frac{80}{115} = 0.696\ \frac{kp}{cm^2}$$

v) Escriba la tabla de verdad de un biestable T asíncrono y explique su funcionamiento. **(0.5 puntos)**

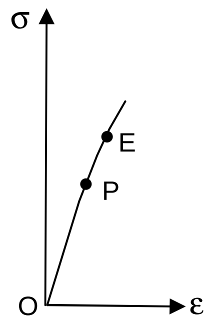
Es un biestable JK que tiene las entradas J y K unidas en una sola T. Por consiguiente su representación esquemática y su tabla de verdad son las siguientes

T	Q_t	Q_{t+1}
0	0 ó 1	Q_t
1	0 ó 1	$\overline{Q_t}$

Cuando T=0 el valor de la salida Q_{t+1} coincide con el estado del circuito en el estado anterior.
Cuando T=1 el valor de la salida Q_{t+1} es el contrario al estado del circuito en el estado anterior.

Ejercicio 2

a) Comente la relación que existe entre el esfuerzo (σ) y la deformación unitaria (ε) en un ensayo de tracción cuando se trabaja por debajo del límite elástico. ¿En qué unidades se miden estas magnitudes en el sistema internacional?. **(0.5 puntos)**



Por debajo del límite elástico E, se distinguen dos zonas:

- zona proporcional OP, en la que los esfuerzos unitarios (σ) son proporcionales a las deformaciones unitarias (ε), verificándose la ley de Hooke, σ=Eε. En esta ecuación E es el módulo de elasticidad o módulo de Young, que al igual que el esfuerzo unitario se mide en pascales (Pa, N/m^2); la deformación unitaria es una magnitud adimensional.
- zona no proporcional PE, en la que los deformaciones dejan de ser proporcionales a los esfuerzos, esto es, σ≠Eε.

b) Calcule la dureza Vickers, expresada según la norma, teniendo en cuenta que una punta piramidal de diamante deja una huella de diagonal d=0.45 mm, al aplicarle una fuerza de 50 kp durante 20 s. Recuerde que el área de la huella de diagonal d que deja una punta piramidal de diamante, al penetrar la probeta es $A=d^2/1.8543$. **(1 punto)**

$$A = \frac{0.45^2}{1.8543} = 0.109\ mm^2$$

$$HV = \frac{F}{A} \quad \rightarrow \quad HV = \frac{50}{0.109} = 457.85\ \frac{kp}{mm^2}$$

Dureza Vickers normalizada: 458HV/50/20

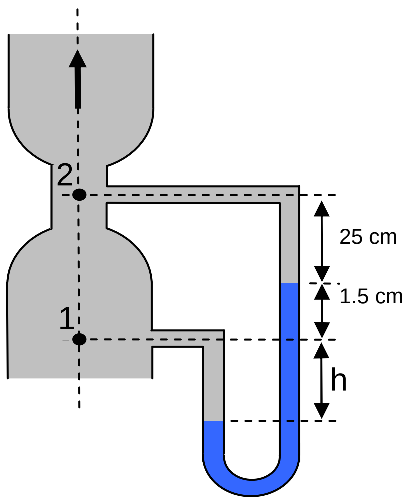
c) La maza de 20 kg de un péndulo de Charpy se deja caer desde 1 m de altura sobre una probeta cuya sección de rotura tiene un área de $8\times10^{-5} m^2$. Después de la rotura, la maza sube hasta alcanzar una altura de 60 cm. ¿Cuánto vale la resiliencia del material?. Exprésela en J/mm^2 ($g=9.81\ m/s^2$). **(1 punto)**

$$\rho = \frac{\Delta E_P}{A} = \frac{m\,g\,(H-h)}{A} \quad \rightarrow \quad \rho = \frac{20\times9.81\times(1-0.6)}{8\times10^{-5}} \cong 981000\ \frac{J}{m^2} \qquad \boxed{\rho = 0.981\ J/mm^2}$$

Ejercicio 3

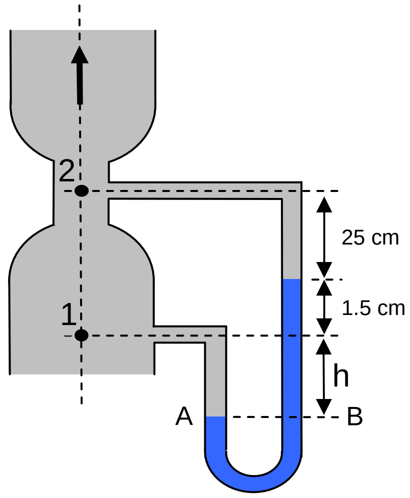
Por una tubería de 500 cm^2 de sección, circula un líquido cuya densidad vale 0.9 g/cm^3. La tubería presenta un estrechamiento en su parte central, cuya sección es de 200 cm^2. El caudal es de 100 L/s. A la tubería se le ha colocado un medidor de Venturi, cuya geometría se detalla en el esquema adjunto, y cuya sustancia manométrica es el mercurio. Suponiendo que se trata de un fluido ideal en régimen estacionario y considerando $g=9.81\ m/s^2$ y $\rho_{Hg}=13.6\ g/cm^3$, calcule:

a) Las velocidades v_1 y v_2 del líquido en las secciones 1 y 2, en m/s. **(0.5 puntos)**
b) La diferencia de presiones, $p_1–p_2$, entre los puntos 1 y 2 en Pa. **(1 punto)**
c) El valor de h en cm. **(1 punto)**



a) $Q=100\ L/s=0.1\ m^3/s$ $\qquad A_1=0.05\ m^2$ $\qquad A_2=0.02\ m^2$

$$Q = v \cdot A \quad \Rightarrow \quad \begin{cases} v_1 = \dfrac{0.1}{0.05} = 2\,\dfrac{m}{s} \\ v_2 = \dfrac{0.1}{0.02} = 5\,\dfrac{m}{s} \end{cases}$$



b) Aplicando la ecuación de Bernoulli entre las secciones 1 y 2:

$$0 + \frac{p_1}{900\,g} + \frac{(2)^2}{2\,g} = 0.4 + \frac{p_2}{900\,g} + \frac{(5)^2}{2\,g} \quad \Rightarrow \quad p_1 - p_2 = 12981.6\ \text{Pa}$$

c) Puesto que los puntos A y B están al mismo nivel en el mismo fluido en reposo, su presión es la misma: $p_A = p_B$

$$p_A = p_1 + \gamma_{Liq}\,h$$

$$p_B = p_2 + \gamma_{Liq} \times 0.25 + \gamma_{Hg} \times (0.015 + h)$$

$$p_A = p_B \quad \Rightarrow \quad h = \frac{(p_1 - p_2) - \gamma_{Hg} \times 0.015 - \gamma_{Liq} \times 0.25}{\gamma_{Hg} - \gamma_{Liq}} \quad \rightarrow \quad h = \frac{8773.11}{g\,(13600 - 900)} \cong 0.0704\ m = 7.04\ cm$$

Ejercicio 4

El sistema de disparo (apagado del reactor) de una central nuclear está controlado por cuatro señales: una de disparo manual del reactor (A), y otras tres de disparo automático (B, C, D). El sistema se activará siempre que se produzca disparo manual o cuando al menos dos de las señales de disparo automático se activen.

a) Obtenga la tabla de verdad y la función lógica. **(1 punto)**
b) Simplifique la función obtenida utilizando el mapa de Karnaugh. **(1 punto)**
c) Implemente la función simplificada con puertas lógicas universales NAND de dos entradas. **(0.5 puntos)**

a)

A	B	C	D	F
0	0	0	0	0
0	0	0	1	0
0	0	1	0	0
0	0	1	1	1
0	1	0	0	0
0	1	0	1	1
0	1	1	0	1
0	1	1	1	1
1	0	0	0	1
1	0	0	1	1
1	0	1	0	1
1	0	1	1	1
1	1	0	0	1
1	1	0	1	1
1	1	1	0	1
1	1	1	1	1

$$F = \overline{A}\,\overline{B}\,C\,D + \overline{A}\,B\,\overline{C}\,D + \overline{A}\,B\,C\,\overline{D} + \overline{A}\,B\,C\,D +$$
$$+ A\,\overline{B}\,\overline{C}\,\overline{D} + A\,\overline{B}\,\overline{C}\,D + A\,\overline{B}\,C\,\overline{D} + A\,\overline{B}\,C\,D +$$
$$+ A\,B\,\overline{C}\,\overline{D} + A\,B\,\overline{C}\,D + A\,B\,C\,\overline{D} + A\,B\,C\,D$$

b)

AB \ CD	00	01	11	10
00			1	
01		1	1	1
11	1	1	1	1
10	1	1	1	1

$$F = A + B\,D + B\,C + C\,D$$

c) Implementación con puertas NAND:

$$F = \overline{\overline{A + BD + BC + CD}} = \overline{\overline{A} \cdot \overline{BD} \cdot \overline{BC} \cdot \overline{CD}}$$