

Los alumnos deberán elegir una de las dos opciones. Cada ejercicio vale 2.5 puntos.

OPCIÓN A

EJERCICIO 1

- a) Calcule el esfuerzo (σ) en GPa y la deformación unitaria (ε) de un cable de 5 cm² de sección, que soporta una carga axial de 400 kN, sabiendo que su módulo de elasticidad vale 200 GPa **(1 punto)**.
- b) Determine la diagonal (d), en mm, de la huella que deja la punta piramidal de diamante utilizada en un ensayo de dureza Vickers, sabiendo que el resultado del ensayo expresado según la norma es 685 HV 132 25 **(1 punto)**.
- c) Calcule la masa del péndulo de Charpy utilizado en un ensayo de resiliencia, teniendo en cuenta que se utilizaron probetas de hormigón de 6 cm² de sección y que la resiliencia del material resultó ser $\rho=0.59$ J/mm². El martillo del péndulo se soltó desde una altura de 1.5 m y después de romper las probetas ascendió 30 cm. Considere $g=9.81$ m/s² **(0.5 puntos)**.

SOLUCIÓN 1

a)

$$\sigma = \frac{F}{A} \rightarrow \sigma = \frac{4 \times 10^5}{5 \times 10^{-4}} \text{ Pa} = 8 \times 10^8 \text{ Pa} = 0.8 \text{ GPa}$$

$$\varepsilon = \frac{\sigma}{E} \rightarrow \varepsilon = \frac{8 \times 10^8}{2 \times 10^{11}} = 4 \times 10^{-3}$$

b)

$$HV = \frac{F}{A} \rightarrow A = \frac{F}{HV} = \frac{132}{685} = 0.1927 \text{ mm}^2$$

$$A = \frac{d^2}{1.0543} \rightarrow 0.1927 = \frac{d^2}{1.0543} \rightarrow d \cong 0.6 \text{ mm}$$

c)

$$\rho = \frac{mg(H-h)}{A} \rightarrow m = \frac{\rho A}{g(H-h)} = \frac{(0.59 \times 10^6) \times (6 \times 10^{-4})}{9.81 \times (1.5 - 0.3)} \cong 30 \text{ Kg}$$

EJERCICIO 2

El motor de gasolina de una bomba de extracción de agua consume 20 ℓ/h y tiene un rendimiento del 28 %. Sabiendo que el poder calorífico de la gasolina es de 9900 kcal/kg y que su densidad vale 0.68 g/cm³, calcule:

- a) La energía extraída por unidad de tiempo del combustible **(1 punto)**.
- b) La potencia proporcionada por el motor expresada en vatios **(1 punto)**.
- c) El par motor cuando gira a 3500 rpm **(0.5 puntos)**.

SOLUCIÓN 2

- a) La cantidad de gasolina que el motor consume en una hora es:

$$\dot{m}_{\text{gasolina}} = 20 \frac{\ell}{h} \times \frac{1000 \text{ cm}^3}{1 \ell} \times 0.68 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 13.6 \frac{\text{kg}}{h}$$

por tanto:

$$\dot{Q}_c = \left(13.6 \frac{\text{kg}}{h} \times 9900 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}} \right) = 134640 \frac{\text{kcal}}{h}$$

b) Como

$$\eta = \frac{\dot{W}}{\dot{Q}_c} \Rightarrow \dot{W} = \eta \dot{Q}_c \Rightarrow \dot{W} = 0.28 \times 134640 \frac{\text{kcal}}{\text{h}} = 37699 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$$

es el trabajo realizado por el motor por unidad de tiempo, es decir la potencia, que expresada en vatios vale:

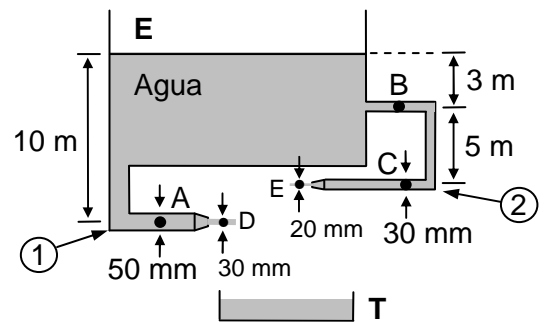
$$P_u = 37699 \frac{\text{kcal}}{\text{h}} \times \frac{1\text{h}}{3600\text{s}} \times \frac{4.18\text{kJ}}{1\text{kcal}} \approx 43.8\text{ kW}$$

c) El par motor cuando gira a 3500 rpm

$$M = \frac{P_u}{\omega} \left(\frac{60}{2\pi} \right) = \frac{37699\text{ W}}{3500\text{ rpm}} \left(\frac{60}{2\pi} \right) = 102.86\text{ Nm}$$

EJERCICIO 3

El tanque T se abastece del agua que le suministra el embalse E a través de las tuberías 1 y 2 que se muestran en la figura adjunta. Los diámetros interiores de estas tuberías son de 50 mm y 30 mm respectivamente; los diámetros de los chorros que salen de ellas son de 30 mm y 20 mm respectivamente. Las secciones de las tuberías de desagüe son despreciables frente a la superficie del embalse, de manera que se puede considerar que el nivel del agua del embalse no cambia. Suponiendo que el agua del embalse se comporta como un fluido ideal de densidad 1010 kg/m^3 y considerando $g=9.81\text{ m/s}^2$, calcule:



a) las velocidades v_D , y v_E m/s, y los caudales Q_1 y Q_2 en ℓ/s . (1 punto)

b) las velocidades v_A , y v_B m/s. (0.5 puntos)

c) la presión p_C en kp/cm^2 . (1 punto)

SOLUCIÓN 3

$$\rho = 1010\text{ kg/m}^3 \longrightarrow \gamma = 9908.1\text{ N/m}^3$$

$$\text{a) } 10 + 0 + 0 = 0 + 0 + \frac{v_D^2}{19.62} \Rightarrow v_D \approx 14.01\text{ m/s}$$

$$8 + 0 + 0 = 0 + 0 + \frac{v_E^2}{19.62} \Rightarrow v_E \approx 12.53\text{ m/s}$$

$$Q_1 = \frac{\pi}{4} \times (30 \times 10^{-3})^2 \times 14.01 = 9.9 \times 10^{-3}\text{ m}^3/\text{s} = 9.9\text{ }\ell/\text{s}$$

$$Q_2 = \frac{\pi}{4} \times (20 \times 10^{-3})^2 \times 12.53 = 3.94 \times 10^{-3}\text{ m}^3/\text{s} = 3.94\text{ }\ell/\text{s}$$

b)

$$v_A = \frac{9.9 \times 10^{-3}}{\frac{\pi}{4} \times (50 \times 10^{-3})^2} \approx 5.04\text{ m/s}$$

$$v_B = \frac{3.94 \times 10^{-3}}{\frac{\pi}{4} \times (30 \times 10^{-3})^2} \approx 5.57\text{ m/s}$$

c) $v_C = v_B = 5.57\text{ m/s}$

$$8 + 0 + 0 = 0 + \frac{p_C}{9908.1} + \frac{(5.57)^2}{19.62} \Rightarrow p_C \approx 163597.2\text{ Pa} \approx 0.65\text{ kp/cm}^2$$

EJERCICIO 4

Un determinado sistema de transmisión digital pretende detectar cuando existen tres ó más señales a nivel alto (unos) en un bus de datos de cuatro líneas de entrada.

- Escriba la tabla de verdad del sistema de detección así como la función lógica de salida (**1 punto**).
- Simplifique la función lógica de salida mediante el método de Karnaugh (**1 punto**).
- Implemente con puertas lógicas NAND el sistema de control de detección (**0.5 puntos**).

SOLUCIÓN 4

a) Tabla de verdad y función lógica

a	b	c	d	F
0	0	0	0	0
0	0	0	1	0
0	0	1	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	0	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	0
0	1	1	1	1
1	0	0	0	0
1	0	0	1	0
1	0	1	0	0
1	0	1	1	1
1	1	0	0	0
1	1	0	1	1
1	1	1	0	1
1	1	1	1	1

$$F = \bar{a}bcd + a\bar{b}cd + ab\bar{c}d + abcd + abcd$$

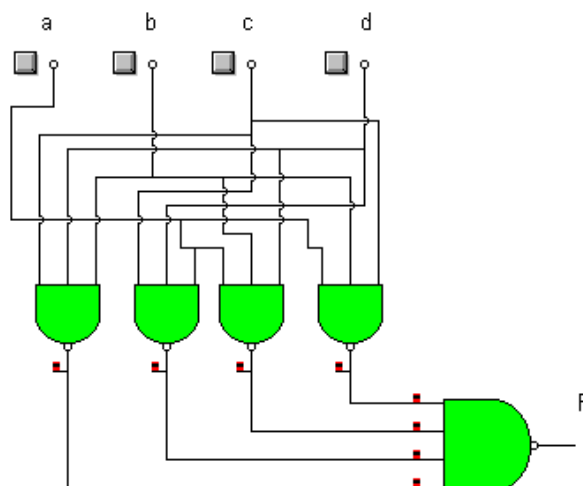
b) Simplificar la función lógica mediante Karnaugh

ab \ cd	00	01	11	10
00				
01			1	
11		1	1	1
10			1	

$$F = cdb + cda + abd + abc$$

c) Implementar el circuito con puertas NAND

$$F = cdb + cda + abd + abc = \overline{\overline{cdb + cda + abd + abc}} = \overline{(\overline{cdb}) \cdot (\overline{cda}) \cdot (\overline{abd}) \cdot (\overline{abc})}$$



OPCIÓN B

EJERCICIO 1

- a) Calcule la fuerza, en N, que hay que aplicar a un cable de acero de 400 cm de longitud y 80 mm² de sección, para que se alargue 10 mm. El módulo de elasticidad del material vale 200 GPa **(1 punto)**.
- b) Calcule la dureza Brinell de un material, en kp/mm², si una bola de acero de diámetro D=1.5 cm, sometida a una fuerza de 65 kN durante 20 segundos, deja una huella de profundidad f=0.134 cm. Expresé la dureza según la norma. Considere g=9.81 m/s² **(1 punto)**.
- c) Calcular la sección en mm² de la probeta de hormigón utilizada en un ensayo de resiliencia, teniendo en cuenta que la masa de 50000 g del péndulo de Charpy cae desde una altura de 160 cm y sube hasta una altura de 60 cm después de la colisión. La resiliencia del material vale 75 J/cm². Considere g=9.81 m/s² **(0.5 puntos)**.

SOLUCIÓN 1

a)

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} = \frac{10}{4000} = 2.5 \times 10^{-3}$$

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \rightarrow \sigma = E \times \varepsilon = 200 \times 10^9 \times 2.5 \times 10^{-3} = 5 \times 10^8 \text{ Pa}$$

$$\sigma = \frac{F}{A} \rightarrow F = \sigma A = 5 \times 10^8 \times 80 \times 10^{-6} = 40000 \text{ N}$$

b)

$$A = \pi D f = \pi \times 15 \times 1.34 \cong 63.15 \text{ mm}^2$$

$$HB = \frac{F}{A} = \frac{65000}{63.15} \cong 105 \frac{\text{Kp}}{\text{mm}^2}$$

Dureza Brinell normalizada: 105 HB 15 6626 20

c)

$$\rho = \frac{m g (H-h)}{A} \Rightarrow A = \frac{m g (H-h)}{\rho} \rightarrow A = \frac{50 \times 9.81 \times (1.6 - 0.6)}{75 \times 10^4} = 6.54 \times 10^{-4} \text{ m}^2 = 654 \text{ mm}^2$$

EJERCICIO 2

Un ventilador industrial está accionado mediante un motor de corriente continua con excitación en serie que tiene las siguientes características:

- Potencia útil, $P_{\text{útil}} = 30 \text{ kW}$
- Tensión de alimentación, $U = 280 \text{ V}$,
- Intensidad absorbida de la red, $I_{\text{abs}} = 120 \text{ A}$
- Frecuencia, $\omega = 900 \text{ rpm}$
- Resistencia del devanado inducido, $R_{\text{ind}} = 0.15 \Omega$
- Resistencia del devanado de excitación, $R_{\text{exc}} = 0.05 \Omega$

Para el funcionamiento a plena carga:

- a) Dibuje el esquema eléctrico del motor y determine el rendimiento y la fuerza contraelectromotriz **(1 punto)**.
- b) Calcule el valor de la potencia perdida por efecto Joule, así como las pérdidas conjuntas en el hierro y mecánicas **(1 punto)**.
- c) El par útil. **(0.5 puntos)**.

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

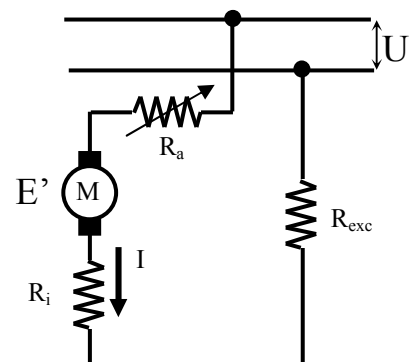
SOLUCIÓN 2

a) Según se deduce del esquema del motor serie se cumplirá que

$$P_{\text{abs}} = U \cdot I = 280 \text{ V} \times 120 \text{ A} = 33600 \text{ W} = 33.6 \text{ kW}$$

por tanto:

$$\eta = \frac{P_u}{P_{\text{abs}}} = \left(\frac{30 \text{ kW}}{33.6 \text{ kW}} \right) \times 100 \approx 89.3\%$$



La f_{cem} está dada por:

$$E' = U - (R_{ind} + R_{exc})I = 280 - (0.2\Omega \times 120) = 256 \text{ V}$$

b) La potencia perdida por efecto Joule vale:

$$P_{Cu} = (R_{ind} + R_{exc})I^2 = 0.2\Omega \times (120\text{A})^2 = 2880 \text{ W}$$

Para calcular las pérdidas conjuntas del hierro más las mecánicas:

$$P_u = P_{ei} - P_{Fe+m} = E'I - P_{Fe+m} \Rightarrow P_{Fe+m} = E'I - P_u = 720 \text{ W}$$

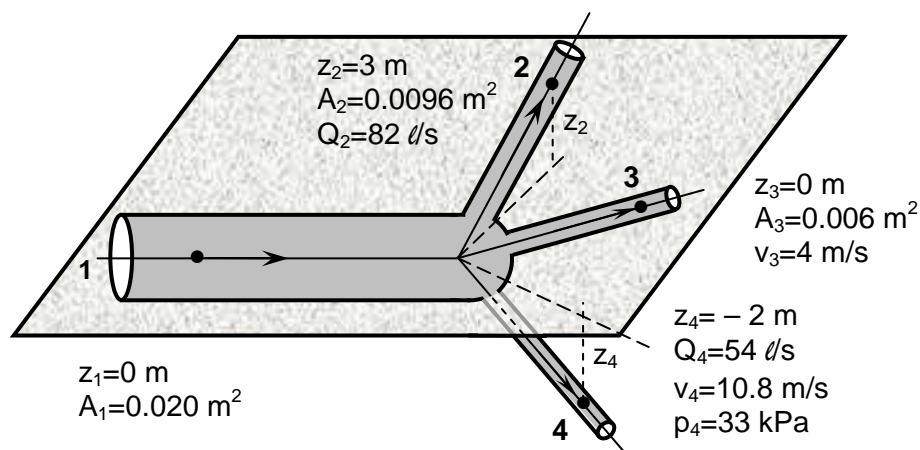
c) Conociendo la potencia útil es sencillo determinar el par nominal:

$$M = \frac{P_u}{\omega} \left(\frac{60}{2\pi} \right) = \frac{30000 \text{ W}}{900 \text{ rpm}} \left(\frac{60}{2\pi} \right) = 318.3 \text{ Nm}$$

EJERCICIO 3

Por la tubería ramificada que se muestra en la figura adjunta, fluye agua salada de densidad $\rho = 1030 \text{ kg/m}^3$. Los puntos 1 y 3 se sitúan al mismo nivel, mientras que los puntos 2 y 4 están, respectivamente, por encima y por debajo de aquéllos. Para los valores que se indican en la figura, suponiendo que el agua se comporta como un fluido ideal y tomando $g = 9.81 \text{ m/s}^2$, calcule:

- el caudal Q_1 en ℓ/s y la presión p_1 en kp/cm^2 . (1 punto)
- la presión p_3 en kPa . (0.5 puntos)
- la velocidad v_2 en m/s y la presión p_2 en kp/cm^2 . (1 punto)



SOLUCIÓN 3

$$\rho = 1030 \text{ kg/m}^3 \quad \longrightarrow \quad \gamma = 10104.3 \text{ N/m}^3$$

$$\text{a) } Q_3 = 4 \times 0.006 = 0.024 \text{ m}^3 / \text{s} = 24 \ell / \text{s}$$

$$Q_1 = 82 + 24 + 54 = 160 \ell / \text{s} = 160 \times 10^{-3} \text{ m}^3 / \text{s}$$

$$v_1 = \frac{160 \times 10^{-3}}{0.02} = 8 \text{ m/s}$$

$$0 + \frac{p_1}{10104.3} + \frac{(8)^2}{19.62} = -2 + \frac{33 \times 10^3}{10104.3} + \frac{(10.8)^2}{19.62} \Rightarrow p_1 = 39901 \text{ Pa} \approx 0.41 \text{ kp/cm}^2$$

$$\text{b) } 0 + \frac{39901}{10104.3} + \frac{(8)^2}{19.62} = 0 + \frac{p_3}{10104.3} + \frac{(4)^2}{19.62} \Rightarrow p_3 = 64621 \text{ Pa} \approx 64.62 \text{ kPa}$$

$$\text{c) } v_2 = \frac{82 \times 10^{-3}}{0.0096} = 8.54 \text{ m/s}$$

$$0 + \frac{39901}{10104.3} + \frac{(8)^2}{19.62} = 3 + \frac{p_2}{10104.3} + \frac{(8.54)^2}{19.62} \Rightarrow p_2 = 4988.33 \text{ Pa} \approx 0.051 \text{ kp/cm}^2$$

EJERCICIO 4

Se pretende automatizar un proceso industrial que consiste en desechar las piezas metálicas fabricadas que no cumplan una serie de condiciones en función de los parámetros recogidos en diversos ensayos. Las piezas se someterán a un ensayo de resiliencia, a un ensayo de tracción y a un ensayo de dureza Vickers. Si la pieza supera los valores de resiliencia y de dureza Vickers será considerada apta y si no será desechada.

- Escriba la tabla de verdad de la función de detección de pieza defectuosa y su función lógica de salida (**1 punto**).
- Simplifique la función lógica de salida mediante el método de Karnaugh (**1 punto**).
- Implemente con puertas lógicas NOR el sistema de control de detección de piezas defectuosas (**0.5 puntos**).

SOLUCIÓN 4

- a) Tabla de verdad y función lógica

V	R	T	DESECHO
0	0	0	1
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	0

$$\text{DESECHO} = (\bar{V} + \bar{R} + T) \cdot (\bar{V} + \bar{R} + \bar{T})$$

- b) Simplificar la función lógica con el método de Karnaugh

VR \ T	00	01	11	10
0			0	
1			0	

$$\text{DESECHO} = \bar{V} + \bar{R}$$

- c) Implementar el circuito con puertas NOR

$$\text{DESECHO} = \bar{V} + \bar{R} = \overline{\overline{\bar{V} + \bar{R}}}$$

