EJERCICIO 1/ESP/A/SEP_2010

a) Una probeta de acero de 3 cm de diámetro y 0.2 m de longitud está siendo sometida a un esfuerzo de tracción de 45 KN, lo que le produce un alargamiento de 0.15 mm. Calcule el esfuerzo (σ) en MPa y la deformación unitaria (ε) **(1 punto)**

b) En un ensayo de Brinell se determina que la dureza del material es de 125 kp/mm^2. Calcular la profundidad (f), en mm, que deja una bola de acero de diámetro D=10 mm, sometida a una fuerza de 45 kN durante 20 segundos. Exprese la dureza según la norma. Considere g=9.81 m/s^2 **(1 punto).**

c) Calcular la altura en cm desde la que se deja caer un péndulo de Charpy provisto de un martillo de 25000 g, si asciende 60 cm después de romper una probeta de 450 mm^2 de sección, sabiendo que su resiliencia es ρ=49 J/cm^2. Considere g=9.81 m/s^2 **(0.5 puntos).**

Solución

a)

$$A = \frac{\pi}{4}D^2 = 7.1\,x10^{-4}\ m^2$$

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{45000}{7.1x10^{-4}} \cong 6.3x10^7 Pa = 63MPa$$

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} = \frac{0.15}{200} = 7.5\,x\,10^{-4}$$

b)

$$HB = \frac{F}{A} \rightarrow A = \frac{F}{HB} = \frac{45\,x\,10^3/9.81}{125} = 36.7\ mm^2$$

$$A = \pi D f \rightarrow f = \frac{A}{\pi D} = \frac{36.7}{10\pi} = 1.2\ mm$$

Dureza Brinell normalizada: 125HB 10 4587 20

c)

$$\rho = \frac{mg(H-h)}{A} \rightarrow H = h + \frac{\rho A}{mg} = 0.6 + \frac{0.49\,x\,450}{25\,x\,9.81} \cong 1.5\,m = 150\,cm$$

EJERCICIO 2/ESP/A/SEP_2010

Un pequeño motor de laboratorio de corriente continua con excitación en serie tiene las siguientes características:

Tensión de alimentación, U = 24 V,
Intensidad absorbida de la red Iabs = 4 A
Resistencia conjunta de los devanados inductor e inducido: Rind+ Rexc = 0.6 Ω
Frecuencia: ω = 3000 rpm

a) Dibuje el esquema eléctrico y determine el valor de la resistencia del reóstato de arranque para que las intensidad en arranque esté limitada a 8 A. **(0.5 punto).**

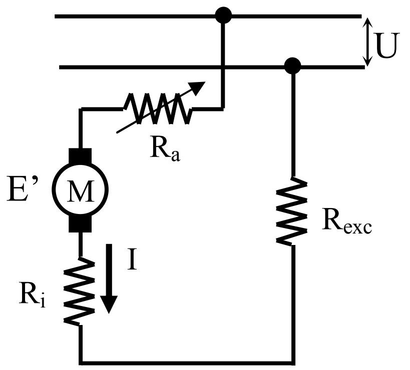
b) A plena carga calcule la fcem, la potencia absorbida y las pérdidas del cobre. **(1 punto).**

c) Obtenga el rendimiento del motor sabiendo que las pérdidas mecánicas más las del hierro son un 20% de las totales y el par motor útil. **(1 punto).**

Nota: Despreciar en este problema la caída de tensión en las escobillas y la resistencia de los polos auxiliares. Recuerde que el reóstato de arranque es una resistencia variable que se introduce para limitar la intensidad del inducido, sólo durante el proceso arranque del motor, cuando todavía no se ha producido la fcem.

Solución

a) En el arranque la fcem es nula de forma que:



$$I_{arr} = \frac{U}{(R_i + R_{exc}) + R_a} \Rightarrow R_a = \frac{U - I_{arr}(R_i + R_{exc})}{I_{arr}}$$

de forma que:

$$R_a = \frac{U}{I_{arr}} - (R_i + R_{exc}) = \frac{24}{8} - 0.6 = 2.4\,\Omega$$

b) A plena carga no actúa el reóstato de arranque y la fcem no es nula, por tanto:

$$E' = U - I(R_i + R_{exc}) = 24 - (0.6\Omega \times 4A) = 21.6\,V$$

de forma que:

$$\boxed{P_{abs} = U \cdot I = 24\,V \times 4\,A = 96W}$$

Las pérdidas del cobre están dadas por:

$$\boxed{P_{Cu} = (R_{ind} + R_{exc})I^2 = 0.6\Omega \times (4A)^2 = 9.6\,W}$$

c) La potencia útil está dada por $P_u = P_{ei} - P_{Fe+m} = E'I - P_{Fe+m}$, por lo que debemos estimar las pérdidas del hierro más las mecánicas, para ello:

$$P_{tot} = P_{Cu} + P_{Fe+m} = P_{Cu} + 0.2P_{tot} \Rightarrow P_{tot} = \frac{P_{Cu}}{0.8} = 12\,W \Rightarrow P_{Fe+m} = 0.2P_{tot} = 2.4\,W$$

y por tanto:

$$P_u = E'I - P_{Fe+m} = 86.4\,W - 2.4\,W = 84\,W$$

De forma que el rendimiento vale:

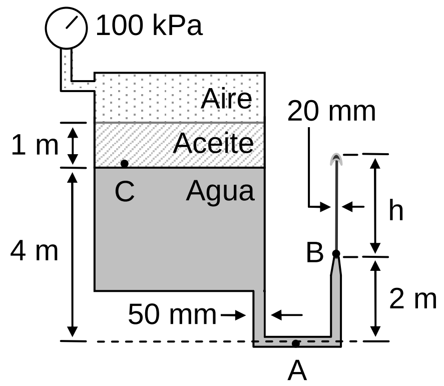
$$\boxed{\eta = \frac{P_u}{P_{abs}} = \left(\frac{84\,W}{96\,W}\right) \times 100 = 87.5\%}$$

El par motor está dado por:

$$\boxed{M = \frac{P_u}{\omega}\left(\frac{60}{2\pi}\right) = \frac{84\,W}{3000\,rpm}\left(\frac{60}{2\pi}\right) = 0.2674\,Nm}$$

EJERCICIO 3/ESP/A/SEP_2010

Se dispone de un depósito de grandes dimensiones presurizado a 100 kPa. El depósito contiene aire, aceite de densidad ρ_{ac}=0.85 g/cm^3, y agua de densidad ρ_{ag}=1.024 g/cm^3. El depósito está provisto de una tubería de desagüe de diámetro interior $Ø_{tub}$=50 mm, que en su extremo tiene una boquilla, que da lugar a un chorro de agua con un diámetro $Ø_{ch}$=20mm, tal como se muestra en la figura adjunta. El área de la sección de la tubería de desagüe es muchísimo más pequeña que el área de la superficie del depósito, de manera que se puede considerar que el nivel del agua de éste no cambia. Suponga que el agua salada se comporta como un fluido ideal y considere g=9.81 m/s^2. Calcule:



a) la velocidad con la que sale el agua, v_B en m/s, y el caudal Q, en ℓ/s. (**1 punto**)
b) la velocidad y la presión en la sección A, v_A y p_A, en m/s y kp/cm^2, respectivamente. (**1 punto**)
c) la altura h, en m, que alcanza el chorro de agua que sale por B. (**0.5 puntos**)

Solución

ρ_{aceite}=0.85 g/cm^3=850 kg/m^3 -------------→ γ_{aceite}=8338.5 N/m^3

ρ_{agua}=1.024 g/cm^3=1024 kg/m^3 -------------→ γ_{agua}=10045.44 N/m^3

a) $p_C = 100\times10^3 + 8338.5\times1 = 108338.5\,\text{Pa}$

$$4+\frac{108338.5}{10045.44}+0=2+0+\frac{v_B^2}{19.62} \Rightarrow v_B = 15.84 \text{ m/s}$$

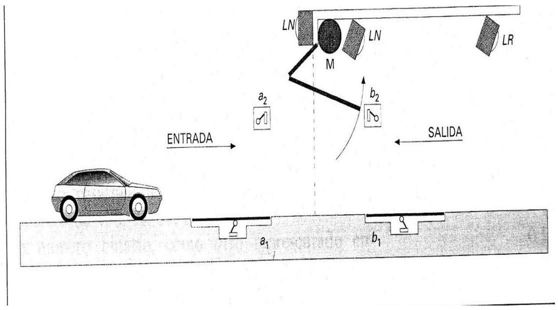
$$Q=\frac{\pi}{4}\times(20\times10^{-3})^2\times15.84 = 4.98\times10^{-3}\text{ m}^3/\text{s} = 4.98\ \ell/\text{s}$$

b) $$v_A=\frac{4.98\times10^{-3}}{\frac{\pi}{4}\times(50\times10^{-3})^2}\simeq 2.54 \text{ m/s}$$

$$4+\frac{108338.5}{10045.44}+0=0+\frac{p_A}{10045.44}+\frac{(2.54)^2}{19.62} \Rightarrow p_A = 145217.04\text{ Pa}\simeq 1.48\text{ kp/cm}^2$$

c) $$4+\frac{108338.5}{10045.44}+0=(2+h)+0+0 \Rightarrow h\simeq 12.78\text{ m}$$

EJERCICIO 4/ESP/A/SEP_2010



En la figura se muestra el dibujo del sistema de apertura de la puerta de un garaje con un motor eléctrico. Si un coche quiere entrar el conductor debe situar su coche correctamente sobre la plataforma que activa el sensor a1 y además introducir su llave en el registro correspondiente que activa el sensor a2. Para salir debe realizar la misma operación, pero con los sensores de salida, esto es debe activar los sensores b1 y b2. Si se activan los cuatro sensores al mismo tiempo no se abre la puerta. Se pide:

a) Escribir la tabla de verdad del sistema de apertura de la puerta del garaje así como la función lógica **(1 punto).**

b) Simplificar la función lógica de salida mediante el método de Karnaugh **(1 punto).**

c) Implementar con puertas lógicas universales el sistema de control de apertura (**0.5 puntos**).

Solución

a) Tabla de verdad y función lógica

A_1	B_1	A_2	B_2	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	1
0	1	1	0	0
0	1	1	1	1
1	0	0	0	0
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	0	1	1	1
1	1	0	0	0
1	1	0	1	1
1	1	1	0	1
1	1	1	1	0

$$F = \overline{A1}B1\overline{A2}B2 + \overline{A1}B1A2B2 + A1\overline{B1}A2\overline{B2} +$$
$$+ A1\overline{B1}A2B2 + A1B1\overline{A2}B2 + A1B1A2\overline{B2}$$

b) Simplificar la función mediante Karnaugh

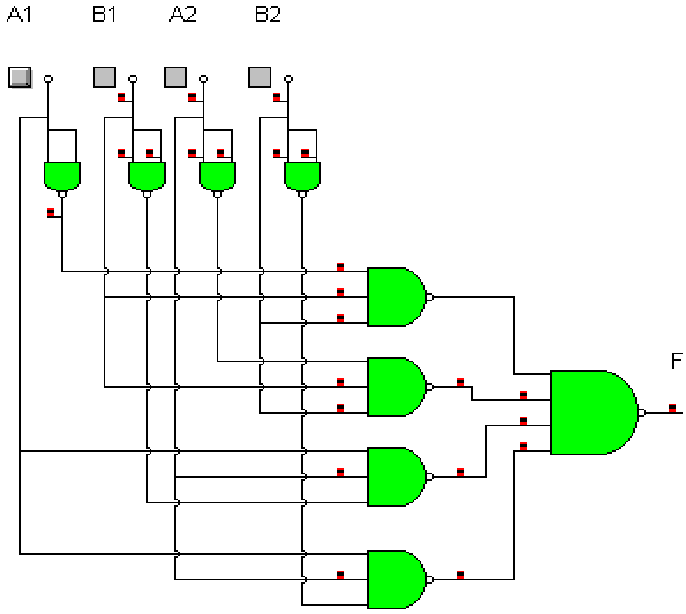
A2B2 \ A1B1	00	01	11	10
00				
01		1	1	
11		1		1
10			1	1

$$F = \overline{A1}\,B1\,B2 + \overline{A2}\,B2\,B1 + \overline{A1}\,\overline{B1}\,A2 + A2\,\overline{B2}\,A1$$

c) Implementar el circuito con puertas universales

$$F = \overline{\overline{\overline{A1}B1B2 + \overline{A2}B2B1 + A1\overline{B1}A2 + A2\overline{B2}A1}}$$

$$F = \overline{\overline{\overline{A1}B1B2} \cdot \overline{\overline{A2}B2B1} \cdot \overline{A1\overline{B1}A2} \cdot \overline{A2\overline{B2}A1}}$$


A1
B1
A2
B2
F

EJERCICIO 1/ESP/B/SEP_2010

a) Una probeta de hormigón cilíndrica está sometida a un esfuerzo de tracción (σ) de 2 GPa, debido a una carga de 6000 kN. Calcule el diámetro de la probeta, en mm **(1 punto).**

b) Determinar 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 215 HV 80 25. **(1 punto).**

c) Calcular la sección en mm^2 de una probeta de hormigón utilizada en un ensayo de resiliencia, teniendo en cuenta que la masa de 30000 g de un péndulo de Charpy cae desde una altura de 1.5 m y sube hasta una altura de 50 cm después de la colisión. La resiliencia del material vale 90 J/cm^2. Considere g=9.81 m/s^2 **(0.5 puntos)**.

Solución

a)

$$\sigma = \frac{F}{A} \rightarrow A = \frac{6 \times 10^6}{2 \times 10^9} = 3 \times 10^{-3}\ m^2$$

$$A = \frac{\pi}{4} D^2 \rightarrow D = 0.062\ m = 62\ mm$$

b)

$$HV = \frac{F}{A} \rightarrow A = \frac{F}{HV} = \frac{80}{215} = 0.372\ mm^2$$

$$A = \frac{d^2}{1.8543} \rightarrow 0.372 = \frac{d^2}{1.8543} \rightarrow d \cong 0.83\ mm$$

c)

$$\rho = \frac{mg(H-h)}{A} \rightarrow A = \frac{mg(H-h)}{\rho} = \frac{30 \times 9.81 \times (1.5-0.5)}{0.90} \cong 327\ mm2$$

EJERCICIO 2/ESP/B/SEP_2010

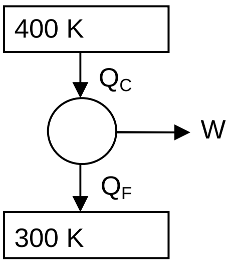
Un motor de Carnot funciona entre dos focos caloríficos a las temperaturas de 400 K y 300 K.

a) Si en cada ciclo el motor recibe 1200 cal del foco a 400 K determine el rendimiento del motor y el calor cedido al foco frío **(1 punto)**.

b) Si el motor funciona a la inversa (como máquina frigorífica) y recibe 1200 calorías del foco frío calcule el coeficiente de operación y cuántas calorías cede al foco caliente **(1 punto)**.

c) Determine el trabajo proporcionado por el compresor en el caso de una máquina frigorífica real cuyo COP es el 70% del de la máquina ideal del apartado b), de forma que proporcione la misma cantidad de calor al foco caliente **(0.5 puntos)**.

Solución

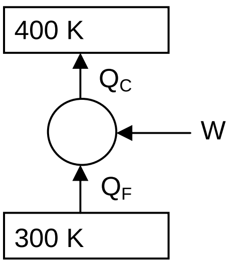


a) Q_C=1200 cal

$$\eta_{Carnot} = \frac{T_C - T_F}{T_C} \rightarrow \eta_{Carnot} = \frac{400-300}{400} = 0.25 \equiv 25\%$$

$$\eta = \frac{W}{Q_C} \rightarrow W = 0.25 \times 1200 = 300 \text{ cal}$$

$$Q_C - W - Q_F = 0 \implies Q_F = 1200 - 300 = 900 \text{ cal}$$



b) $$\varepsilon_{Carnot} = \frac{T_F}{T_C - T_F} \rightarrow \varepsilon_{Carnot} = \frac{300}{400-300} = 3$$

$$\varepsilon = \frac{Q_F}{W} \rightarrow W = \frac{1200}{3} = 400 \text{ cal}$$

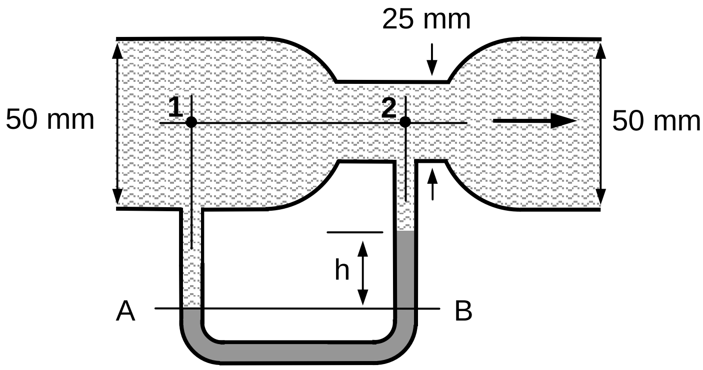
$$W + Q_F - Q_C = 0 \implies Q_C = 1200 + 400 = 1600 \text{ cal}$$

c) ε=0.70×3=2.1

$$\left.\begin{array}{l} \varepsilon = \dfrac{Q_F}{W} \Rightarrow Q_F = 0.21 \times W \\ W + Q_F - Q_C = 0 \\ Q_C = 1600 \text{ cal} \end{array}\right\} \Rightarrow W + 0.21 \times W - 1600 = 0 \Rightarrow W = 1322.3 \text{ cal}$$

EJERCICIO 3/ESP/B/SEP_2010

Por una tubería de 50 mm de diámetro interior circula agua de densidad ρ=1015 kg/m^3. A la tubería se le acopla un venturímetro como el que se muestra en la figura adjunta. El caudal que circula es de 300 ℓ/min. Suponiendo que el agua se comporta como un fluido ideal en régimen estacionario, considerando g=9.81 m/s^2 y ρ_{Hg}=13600 kg/m^3, calcule:



a) la velocidad del agua 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 kp/cm^2. **(1 punto)**
c) la diferencia altura h entre las columnas de mercurio, en cm. **(1 punto)**

Solución

a) Q=300 ℓ/min=5 ℓ/s= 5x10^{-3} m^3/s

$$v_1 = \frac{5\times10^{-3}}{\frac{\pi}{4}\times(50\times10^{-3})^2} = 2.546 \quad m/s \qquad v_2 = \frac{5\times10^{-3}}{\frac{\pi}{4}\times(25\times10^{-3})^2} = 10.186 \quad m/s$$

b) γ_{agua}=9.81×1015=9957.15 N/m^3

$$\frac{p_1}{9957.15} + \frac{(2.546)^2}{19.62} = \frac{p_2}{9957.15} + \frac{(10.186)^2}{19.62} \Rightarrow p_1 - p_2 = 49365.78 \text{ Pa} \simeq 0.5 \text{ kp/cm}^2$$

c) $p_A = p_1 + \gamma_{agua} \times z_A$

$$p_B = p_{12} + \gamma_{agua} \times (z_A - h) + \gamma_{Hg} \times h$$

$$\left.\begin{array}{l} p_A = p_1 + \gamma_{agua} \times z_A \\ p_B = p_2 + \gamma_{agua} \times (z_A - h) + \gamma_{Hg} \times h \\ p_A = p_B \end{array}\right\} \Rightarrow p_1 + \gamma_{agua} \times z_A = p_2 + \gamma_{agua} \times z_A + (\gamma_{Hg} - \gamma_{agua}) \times h \Rightarrow h = \frac{(p_1 - p_2)}{(\gamma_{Hg} - \gamma_{agua})} \rightarrow$$

$$\rightarrow h = \frac{49365.78}{(133416-9957.15)} \cong 0.4 \text{ m} = 40 \text{ cm}$$

EJERCICIO 4/ESP/B/SEP_2010

Un determinado sistema combinacional posee 4 líneas de entrada. El sistema de control debe detectar cuando por dichas líneas se introduce el código binario de un número decimal primo. (un número primo es un número natural que tiene únicamente dos divisores naturales distintos: él mismo y el 1)

a) Escribir la tabla de verdad del sistema de detección así como la función lógica de salida**(1 punto)**

b) Simplificar la función lógica de salida mediante el método de Karnaugh **(1 punto)**

c) Implementar con puertas NAND el sistema de control de detección (**0.5 puntos**)

Solución

a) Tabla de verdad y función lógica

a	b	c	d	Primo
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	1
0	0	1	1	1
0	1	0	0	0
0	1	0	1	1
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	0
1	1	1	1	0

$$\mathrm{PRIMO} = \bar{a}\bar{b}\bar{c}d + \bar{a}\bar{b}c\bar{d} + \bar{a}\bar{b}cd + \bar{a}b\bar{c}d + \bar{a}bcd + a\bar{b}cd + ab\bar{c}d$$

b) Simplificar la función lógica mediante Karnaugh

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

$$\mathrm{PRIMO} = \bar{a}d + b\bar{c}d + \bar{b}cd + \bar{a}\bar{b}c$$

c) Implementar el circuito con puertas NAND

$$\mathrm{PRIMO} = \overline{\overline{\bar{a}d + b\bar{c}d + \bar{b}cd + \bar{a}\bar{b}c}}$$

$$\mathrm{PRIMO} = \overline{\overline{\bar{a}d} \cdot \overline{b\bar{c}d} \cdot \overline{\bar{b}cd} \cdot \overline{\bar{a}\bar{b}c}}$$