

Los alumnos deberán elegir una de las dos opciones. El peso relativo de los ejercicios es: primero 40%, segundo 30% y tercero 30%. Los apartados valen todos lo mismo. Las preguntas del primer ejercicio son de respuesta corta.

Opción A

Ejercicio 1

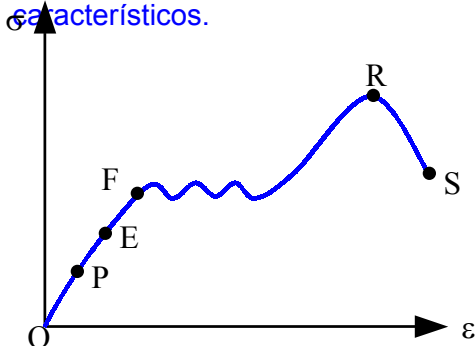
- i. Enuncie la Ley de Hooke y su expresión matemática indicando las unidades (en los sistemas internacional y técnico) de las magnitudes que intervienen.

La Ley de Hooke es válida para materiales sometidos a esfuerzos de tracción inferiores al límite elástico expresa la proporcionalidad entre el esfuerzo aplicado y la deformación que experimenta el material, su expresión matemática es

$$\frac{F}{\Delta \ell} = k = cte;$$

siendo F: la fuerza aplicada al cuerpo elástico (Unidades: N, Kp); $\Delta \ell$: la deformación que experimenta el cuerpo (unidades, metros, cm); k: La constante elástica, (unidades: N/m; Kp/cm).

- ii. Dibuje el diagrama de esfuerzo-deformación en un ensayo de tracción para un material de acero. Señale las zonas principales del diagrama y sus puntos característicos.



Zona Elástica (O - E) \Rightarrow $\begin{cases} \text{Zona de proporcionalidad (O - P)} \\ \text{Zona no proporcional (P - E)} \end{cases}$

Zona Plástica (E - S) \Rightarrow $\begin{cases} \text{Zona límite de rotura (E - R)} \\ \text{Zona de rotura (R - S)} \end{cases}$

E: Límite Elástico
F: Límite de fluencia
R: Límite de rotura

- iii. ¿Es apto el ensayo Brinell para todos los materiales?. ¿Por qué?.

Este ensayo no es apto para materiales muy duros porque, en estos casos, la bola se deforma en exceso y deja una huella mayor de lo que debería.

- iv. En un sistema neumático la lectura de un manómetro conectado al mismo es, a nivel del mar, 3 atm. Determine la presión absoluta expresada en el Sistema Internacional.

$$P_{\text{abs}} = P_{\text{rel}} + P_{\text{atmosférica}} = 3 \text{ atm} + 1 \text{ atm} = 4 \text{ atm} = 4 \times 10^5 \text{ Pa}$$

- v. Defina el concepto de pérdida de carga en una conducción hidráulica.

Es la disminución de presión que experimenta un fluido viscoso al circular por una conducción hidráulica debido al rozamiento con las paredes de la conducción y entre las distintas capas fluidas.

- vi. ¿Se puede aplicar la Ley de continuidad a los gases?. ¿Por qué?.

La ecuación de continuidad expresada en la forma $S_1 v_1 = S_2 v_2$ donde S y v son, respectivamente la sección del tubo de corriente y la velocidad del fluido sólo es válida para fluidos incompresibles por lo que no sería aplicable a gases.

- vii. Obtenga la expresión en código BCD del número 500.6.

$$\begin{array}{cccc} 0101 & 0000 & 0000 & 0110 \\ \hline \underbrace{\quad}_5 & \underbrace{\quad}_0 & \underbrace{\quad}_0 & \underbrace{\quad}_{.6} \end{array}$$

- viii. Obtenga la suma binaria de $543|_{10}$ más $226|_{10}$.

$$\begin{array}{r} 543|_{10} = 1000011111 \\ 226|_{10} = \quad 0011100010 \\ \hline 769|_{10} = 1100000001 \end{array}$$

- ix. ¿Qué tipo de puerta se debe emplear en un sistema de mando para evitar que se produzca una señal contradictoria al pulsar dos botones a la vez?. Indique su tabla de verdad.

Una puerta O exclusiva en la que en el caso de pulsarse los dos botones simultáneamente la salida es nula. Su tabla de verdad es

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

- x. Explique el funcionamiento de un multiplexador.

Un multiplexador es un circuito lógico combinacional cuya labor consiste en canalizar varias fuentes de información binaria hacia una línea común de salida.

En general, un multiplexador tiene 2^n entradas de información denominadas I_0 a I_{2^n-1} , n entradas de selección (S_0 a S_{n-1}) y una única salida de información (W). Su funcionamiento es el siguiente: cuando se presenta una combinación binaria en las entradas de selección, en la salida aparece un solo dato, correspondiente a la entrada que lleve asignada esa combinación.

Ejercicio 2

Un motor Diesel de cuatro tiempos que trabaja a plena carga consume 7 litros de gasóleo por hora. El poder calorífico del combustible 11500 Kcal/Kg y su densidad 0.8 Kg/l. Si el rendimiento del motor es del 32%, determine,

a) El trabajo realizado por el motor en 30 minutos.

El trabajo se obtendrá a partir de la definición de rendimiento de un motor térmico

$$\eta = \frac{W}{Q_{\text{abs}}} \Rightarrow W = \eta Q_{\text{abs}}$$

para lo que es necesario conocer el calor absorbido por el motor. Para calcularlo primero determinaremos primero la masa de combustible consumido en 30 minutos

$$M_{\text{comb}} = 0.8 \frac{\text{kg}}{\ell} \times 7 \frac{\ell}{\text{h}} \times 0.5\text{h} = 2.8 \text{ kg}$$

a partir de este dato es sencillo obtener el calor absorbido a partir del poder calorífico del combustible

$$Q_{\text{abs}} = 2.8 \text{ kg} \times 11500 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}} = 32200 \text{ kcal} \approx 134596 \text{ kJ}$$

con lo que finalmente

$$W = \eta Q_{\text{abs}} = 0.32 \times 32200 \text{ kcal} \approx 10304 \text{ kcal} = 43071 \text{ kJ}$$

b) La energía disipada en una hora.

La energía disipada en forma de calor será la cedida al foco frío de la máquina y se puede calcular también a partir de la definición del rendimiento:

$$\eta = \frac{Q_{\text{abs}} - Q_{\text{disip}}}{Q_{\text{abs}}} \Rightarrow Q_{\text{disip}} = (1 - \eta)Q_{\text{abs}}$$

como se pide la energía disipada en una hora, hemos de determinar el calor absorbido del foco caliente en este tiempo que será el doble que el calculado en el apartado anterior:

$$Q_{\text{abs}} = 64400 \text{ kcal} \approx 269192 \text{ kJ}$$

con lo que

$$Q_{\text{disip}} = (1 - \eta)Q_{\text{abs}} = 0.68 \times 64400 \text{ kcal} = 43792 \text{ kcal} \approx 183051 \text{ kJ}$$

c) La potencia útil en el eje.

Como suponemos que la potencia del motor es constante podemos calcularla a partir del trabajo realizado en una hora que será:

$$W = Q_{\text{abs}} - Q_{\text{disip}} = 64400 \text{ kcal} - 43792 \text{ kcal} = 20608 \text{ kcal} \approx 86141 \text{ kJ}$$

con lo que la potencia será:

$$P_u = \frac{W}{t} = \frac{86141 \text{ kJ}}{1 \text{ h}} = \frac{86141 \text{ kJ}}{3600 \text{ seg}} \approx 24 \text{ kW}$$

Ejercicio 3

Un motor de corriente continua con excitación en derivación tiene las siguientes características: $R_i = 0.32 \Omega$, $R_{exc} = 146 \Omega$ y tensión de alimentación 240 V. Cuando la potencia absorbida es de 12 kW las pérdidas del cobre suponen el 50 % de las pérdidas totales y el par útil es de 61.85 Nm. Determine

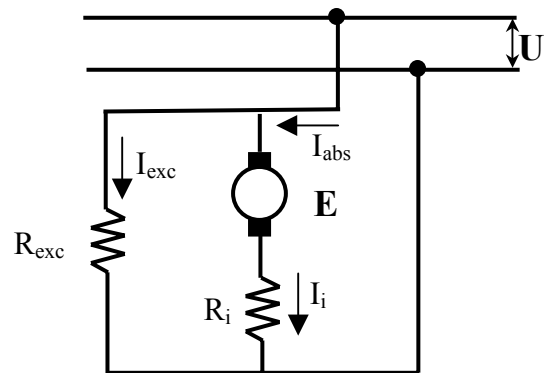
a) La fuerza contraelectromotriz inducida.

Según se deduce del esquema del motor derivación se cumplirá que

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

La intensidad de excitación es, por tanto

$$I_{exc} = \frac{U}{R_{exc}} = \frac{240 \text{ V}}{146 \Omega} = 1.64 \text{ A}$$



La intensidad absorbida de la red por el motor se puede calcular a partir de la potencia:

$$P_{abs} = U I_{abs} \Rightarrow I_{abs} = \frac{P_{abs}}{U} = \frac{12000 \text{ W}}{240 \text{ V}} = 50 \text{ A}$$

con lo que

$$I_i = I_{abs} - I_{exc} = 50 \text{ A} - 1.64 \text{ A} = 48.36 \text{ A}$$

y finalmente

$$E' = U - R_i I_i = 240 \text{ V} - (0.32 \Omega) \times (48.36 \text{ A}) = 224.5 \text{ V}$$

b) El rendimiento

El rendimiento de una máquina eléctrica es: $\eta = \frac{P_u}{P_{abs}}$ de forma que hemos de calcular la

potencia útil que está dada por:

$$P_u = P_{abs} - \underbrace{P_{cu} - (P_{Fe} - P_{mec})}_{P_{totales}}$$

como las pérdidas del cobre suponen el 50% de las pérdidas totales éstas últimas serán

$$P_{totales} = 2P_{Cu} = 2(R_i I_i^2 + R_{exc} I_{exc}^2) = 2 \times ((0.32 \Omega) \times (48.36 \text{ A})^2 + (146 \Omega) \times (50 \text{ A})^2) \approx 2.282 \text{ kW}$$

con lo que la potencia útil es:

$$P_u = P_{abs} - P_{totales} = 12 \text{ kW} - 2.282 \text{ kW} = 9.718 \text{ kW}$$

y el rendimiento obtenido es

$$\eta(\%) = \frac{P_u}{P_{abs}} \times 100 = \frac{9.718 \text{ kW}}{12 \text{ kW}} \times 100 = 81\%$$

c) La velocidad de giro para dicha carga

La velocidad de giro se obtendrá a partir del par útil y de la potencia útil

$$M_u = \frac{P_u}{\omega} \Rightarrow \omega = \left(\frac{P_u}{M_u} \right) \times \frac{60}{2\pi} = \left(\frac{9718 \text{ W}}{61.85 \text{ Nm}} \right) \times \frac{60}{2\pi} \approx 1500 \text{ rpm}$$

Opción B

Ejercicio 1

- i. ¿Qué se entiende por límite elástico?

Es el esfuerzo correspondiente al punto del diagrama de tracción a partir del cual las deformaciones en el material son permanentes. Es un punto difícil de determinar, por lo que se ha aceptado considerarlo como límite elástico el punto cuya tensión corresponde a una deformación permanente del 0.2%.

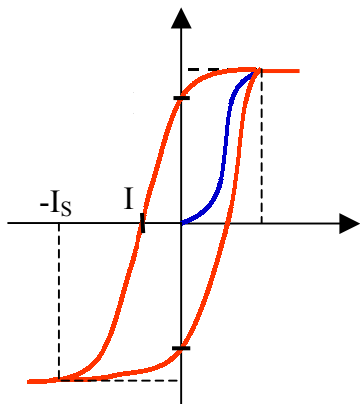
- ii. Una pieza de latón deja de tener comportamiento elástico para esfuerzos superiores a 345 Mpa. ¿Cuál es la fuerza máxima que se le puede aplicar a una probeta de 150 mm² de sección, sin que se produzca deformación plástica? Módulo de elasticidad del latón 10.10⁴ Mpa.

$$F_{\text{lim}} = \sigma_{\text{lim}} S = (345 \times 10^6 \text{ Pa}) \times (150 \times 10^{-6} \text{ m}^2) = 51750 \text{ N}$$

- iii. Dados los siguientes módulos de Young $E_1 = 2,4 \cdot 10^4 \text{ Kp/cm}^2$ y $E_2 = 1,2 \cdot 10^5 \text{ Kp/cm}^2$ ¿Cuál de los dos presentará una mayor deformación al ser sometido a un esfuerzo determinado?, ¿Por qué?

$$\left. \begin{array}{l} \sigma = E_1 \varepsilon_1 \\ \sigma = E_2 \varepsilon_2 \end{array} \right\} \Rightarrow E_1 \varepsilon_1 = E_2 \varepsilon_2 \Rightarrow \varepsilon_1 = \left(\frac{E_2}{E_1} \right) \varepsilon_2 = \frac{1,2 \times 10^5}{2,4 \times 10^4} \varepsilon_2 \Rightarrow \varepsilon_1 = 5 \varepsilon_2$$

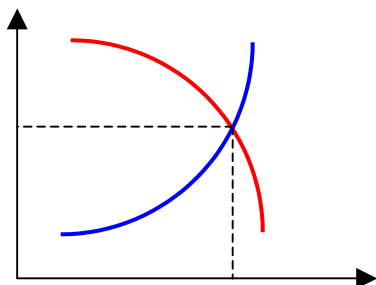
- iv. Dibuje una curva de imanación (Campo magnético en función de la intensidad), indique en qué zona de la misma trabajan las máquinas eléctricas y explique, brevemente, por qué.



En la curva de imanación (en azul) se representa la magnetización que aparece en un material ferromagnético al aplicarle un campo magnético externo producido por una intensidad de corriente como ocurre en los materiales férricos de los motores eléctricos. Como se puede ver tiene una parte inicial en la que la magnetización es proporcional al campo y una parte final en la que se produce la saturación magnética del material. Al variar el campo magnético externo en intensidad y sentido la magnetización del material describirá un Ciclo de Histéresis (curva roja). La energía disipada en el proceso de magnetización del material ferromagnético es proporcional al área del ciclo de histéresis y constituye parte de las llamadas pérdidas del hierro en cualquier máquina eléctrica.

Para minimizar estas pérdidas es deseable que el ciclo de histéresis descrito por el material tenga área pequeña lo que se consigue haciendo trabajar el material lejos de la saturación, a ser posible en la zona de proporcionalidad.

- v. Dibuje, conjuntamente, las curvas del par resistente y par interno en función de la velocidad, para un sistema inestable motor – carga. Explique brevemente las situaciones correspondientes al punto de corte de ambas curvas, así como las correspondientes a velocidades sensiblemente menores y mayores a la de dicho punto.



Un motor tiene régimen estable cuando al variar su velocidad el desequilibrio de pares tiende a volver la velocidad a su valor inicial, es decir si la velocidad tiende a aumentar el par motor debe ser inferior al par resistente y

si la velocidad disminuye el par motor debe ser superior al resistente. En caso contrario el motor es inestable y si la velocidad aumenta el desequilibrio de pare tiende a embalar el motor y si disminuye tenderá a frenarlo. La figura muestra esta situación. En el punto de corte el par motor es igual al resistente y el sistema está en equilibrio inestable.

- vi. Describa brevemente las corrientes de Foucault indicando qué práctica constructiva tiene en cuenta la disminución de las pérdidas debidas a dichas corrientes.

Las corrientes de Foucault son corrientes inducidas en materiales metálicos cuando estos se someten a un flujo magnético variable. Estas corrientes producen un calentamiento del material por efecto Joule por lo que constituyen una fuente de pérdidas de energía en cualquier máquina eléctrica (incluidas dentro de las llamadas pérdidas del hierro). Se evitan, en lo posible, utilizando en el rotor y el estator de la máquina piezas de formadas por láminas unidas en lugar de piezas macizas. Al laminar los núcleos se establecen discontinuidades que funcionan como circuitos abiertos que evitan el paso de la corriente.

- vii. Una conducción hidráulica de sección circular de 2,5 pulgadas de diámetro, experimenta un estrangulamiento pasando a tener 2,5 cm de diámetro. Discuta si experimenta o no variaciones la velocidad del fluido que circula y el caudal.

Como el diámetro disminuye y el agua es un fluido incompresible, aplicando la ley de continuidad se cumple que

$$S_1 v_1 = S_2 v_2 \Rightarrow v_2 = \frac{S_1}{S_2} v_1; \quad S_1 > S_2 \Rightarrow v_2 > v_1$$

de forma que al disminuir la sección debe aumentar la velocidad. La razón de esto es que el caudal (o gasto) debe permanecer constante.

- viii. Un fluido en movimiento se caracteriza por un número de Reynolds de 5000. Determine qué tipo de régimen tiene.

Tendrá régimen turbulento porque el número de Reynolds es superior a 2000.

- ix. Uno de los émbolos de una prensa hidráulica tiene un radio de 20 cm. ¿Qué fuerza debe aplicarse al otro émbolo (radio 5 cm) para elevar un vehículo de 5000 kg de masa?.

$$P_p = P_g \Rightarrow \frac{F_p}{S_p} = \frac{F_g}{S_g} \Rightarrow F_p = \frac{S_p}{S_g} F_g = \frac{\pi \times (5 \text{ cm})^2}{\pi \times (20 \text{ cm})^2} (5000 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m/s}) = 3062.5 \text{ N}$$

- x. En una instalación hidroeléctrica la presión de entrada en la zona de turbinas es de 40 at. Sabiendo que el caudal de entrada es de 1.5 m³/s determine la potencia hidráulica expresada en el sistema internacional.

La potencia hidráulica se determina como el producto de la presión por el caudal. Por tanto será

$$P_H = (40 \times 10^5 \text{ Pa}) \times 1.5 \text{ m}^3/\text{s} = 60 \times 10^5 \text{ W} = 6 \text{ MW}$$

Ejercicio 2

Un recinto se quiere mantener a una temperatura constante de $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ recurriendo a un sistema de refrigeración por compresión de vapor. La temperatura ambiente es de $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ y el ciclo lo realiza un sistema que tiene un compresor con un rendimiento del 85%, un evaporador con 92%, un condensador con el 95 % y una válvula de expansión con el 98%.

a) Dibuje el ciclo en un diagrama P-V y explique cada una de los procesos termodinámicos que intervienen.

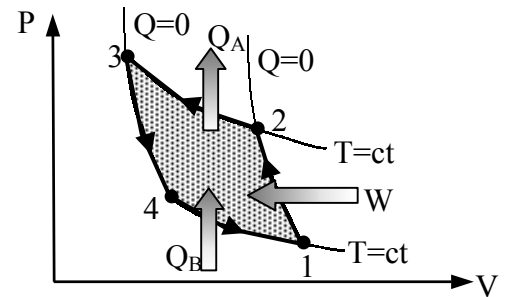
Supondremos que el sistemas de refrigeración sigue el ciclo ideal de Carnot, que consta de los siguiente procesos:

1-2: El fluido refrigerante en fase de vapor se comprime adiabáticamente aumentando su temperatura. Este proceso se realiza a expensas del trabajo W que consume el compresor.

2-3: El refrigerante entra en el condensador donde, a temperatura constante, cede calor (Q_A) entregándolo a la fuente e mayor temperatura hasta que el refrigerante pasa a fase líquida.

3-4: Se reduce la presión del refrigerante al hacerlo pasar por un tubo capilar, de forma que a la salida el refrigerante está en fase líquida a baja presión. Este proceso se realiza sin intercambio de calor con el exterior (proceso adiabático).

4-1: El líquido refrigerante a baja presión pasa por el evaporador, absorbiendo calor de los alrededores con los que interactúa (región de temperatura T_B que se desea refrigerar). El refrigerante absorbe calor pues tiende a regresar a su estado de equilibrio (fase de vapor). Este proceso cierra el ciclo y se realiza isotérmicamente: el refrigerante no varía su temperatura, utiliza todo el calor absorbido únicamente para variar su estado.



b) Calcule el flujo de calor extraído del recinto sabiendo que el compresor consume 2.2 Kw.

Supondremos que, además de las irreversibilidades del ciclo, sólo se tendrán en cuenta desviaciones del ciclo ideal por rendimiento de los elementos del circuito.

La eficiencia máxima del ciclo sería la de un ciclo de Carnot que viene dada por

$$\varepsilon = \frac{T_B}{T_A - T_B} = \frac{263\text{ K}}{313\text{ K} - 263\text{ K}} = 5.26$$

que por definición es:

$$\varepsilon^{\text{ideal}} = \frac{Q_{\text{extraído}}^{\text{ideal}}}{W_{\text{utilizado}}^{\text{ideal}}} \Rightarrow Q_{\text{extraído}}^{\text{ideal}} = \varepsilon^{\text{ideal}} W_{\text{utilizado}}^{\text{ideal}} = 5.26 \times 2.2\text{ kW} = 11.572\text{ kW}$$

a partir de los datos de problema podemos calcular las magnitudes reales:

$$Q_{\text{extraído}}^{\text{real}} = 0.92 Q_{\text{extraído}}^{\text{ideal}} = 0.92 \times 11.572\text{ kW} = 10.65\text{ kW}$$

c) Determine la eficiencia del ciclo.

Para calcular la eficiencia del ciclo real hemos de conocer la el trabajo real proporcionado por el compresor que será

$$W_{\text{utilizado}}^{\text{real}} = 0.85 W_{\text{utilizado}}^{\text{ideal}} = 0.85 \times 2.2 \text{ kW}$$

con lo que la eficiencia es, finalmente

$$\varepsilon_{\text{real}} = \frac{Q_{\text{extraido}}^{\text{real}}}{W_{\text{utilizado}}^{\text{real}}} = \frac{10.65 \text{ kW}}{1.87 \text{ kW}} = 5.7$$

a) $S = (A + B + C + D) \cdot (A + B + C + \bar{D}) \cdot (A + B + \bar{C} + D) \cdot (\bar{A} + B + C + D) \cdot (\bar{A} + B + \bar{C} + D)$

b) El diagrama de Karnaugh será, en este caso

AB\CD	00	01	11	10
00	0			0
01	0			
11				
10	0			0

Agrupando los ceros adyacentes como se indica, la función simplificada es:

$$S = (A + B + C) \cdot (B + D)$$

c) El circuito simplificado es, finalmente.

