

OPCIÓN A

EJERCICIO 1

En un ensayo Brinell de un acero se utiliza un penetrador de bola de **10 mm** de diámetro. Se obtiene una huella de **5 mm** de diámetro, la carga aplicada ha sido **4000 kp** y el tiempo de aplicación **12 segundos**.

- Calcule el valor de la dureza Brinell de dicho material. **(1 punto)**
- Expresa en forma normalizada el valor de la dureza Brinell **(1 punto)**
- Explique brevemente los tratamientos térmicos de recocido y normalizado. **(0.5 puntos)**

- La dureza Brinell se calcular a través de la siguiente expresión:

$$HB = \frac{2 \cdot F}{\pi \cdot D(D - \sqrt{D^2 - d^2})} =$$

$$\frac{2 \cdot 4000 \text{ kp}}{\pi \cdot 10\text{mm} \cdot (10\text{mm} - \sqrt{(10\text{mm})^2 - (5\text{mm})^2})} = 190.07 \frac{\text{kp}}{\text{mm}^2}$$

- La expresión normalizada de la dureza Brinell incluye las condiciones del ensayo para que pueda ser reproducible.

$$190 \text{ HB } 10 \text{ 4000 } 12$$

- Ambos son tratamientos térmicos que buscan modificar la microestructura y las propiedades mecánicas del acero, pero se diferencian principalmente en la velocidad de enfriamiento.

Recocido: Este tratamiento consiste en calentar el acero por encima de su temperatura crítica superior (estado de austenización) y, tras un tiempo de mantenimiento, enfriarlo muy lentamente, por lo general, dentro del mismo horno apagado. Su objetivo es ablandar el material al máximo, aumentar su ductilidad y tenacidad, eliminar tensiones internas y obtener una microestructura de grano grueso (perlita gruesa) que facilite el mecanizado.

Normalizado: Consiste en calentar el acero de forma similar al recocido (por encima de la temperatura crítica), pero el enfriamiento se realiza al aire libre y en calma. Este enfriamiento es más rápido que en el recocido. El objetivo es obtener una microestructura más fina y uniforme (perlita fina), lo que proporciona una mayor dureza y resistencia que el acero recocido, aunque con una ductilidad

ligeramente menor. Se utiliza para eliminar los efectos de tratamientos anteriores y preparar el acero para operaciones posteriores como el temple.

EJERCICIO 2

Un motor Otto de cuatro cilindros, de **85 mm** de diámetro y **90 mm** de carrera, alcanza su par máximo de **350 Nm** a **2500 rpm** consumiendo **10 l/hora** de un combustible de densidad **0.85 kg/l** y poder calorífico **41400 kJ/kg**.

- Calcule la cilindrada total y la potencia desarrollada a par máximo. **(1 punto)**
- Determine el rendimiento del motor cuando trabaja a par máximo. **(1 punto)**
- Explique la función del condensador y del evaporados en una máquina frigorífica. **(0.5 puntos)**

- Calculamos el volumen de un cilindro:

$$V_u = S \cdot L = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot L =$$

$$= \frac{\pi \cdot (8.5cm)^2}{4} \cdot 9cm = 510.71cm^3$$

La cilindrada será:

$$V_T = V_u \cdot n^{\circ} \text{ cilindros} = 510.71 \text{ cm}^3 \cdot 4 = 2042.8 \text{ cm}^3 = 2042.8 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$$

La potencia a par máximo:

$$P = M \cdot \omega$$

$$P = 350 \text{ Nm} \cdot 2500 \text{ rpm} \cdot \frac{2 \cdot \pi \text{ rad}}{\text{rev}} \cdot \frac{\text{min}}{60 \text{ s}} = 91629.8 \text{ W}$$

- El rendimiento vendrá dado por la relación entre la potencia útil y la utilizada en la entrada.

$$\eta = \frac{P_U}{P_T}$$

La potencia útil la hemos calculado en el apartado anterior y es de 91629.8 W

La potencia total la calculamos a partir de los datos de consumo proporcionados en el enunciado:

$$P_T = 10 \frac{l}{h} \cdot 0.85 \frac{kg}{l} \cdot 41400 \frac{kJ}{kg} = 351900 \frac{kJ}{h}$$

$$P_T = 351900 \frac{kJ}{h} \cdot \frac{1 h}{3600 s} = 97.75 kW = 97750 W$$

El rendimiento por tanto será:

$$\eta = \frac{91629.8 W}{97750 W} = 0.9374 = 93.74 \%$$

- c. En una máquina frigorífica, ambos son intercambiadores de calor esenciales para mover energía térmica de un lugar a otro.

Evaporador: Su función es absorber calor del espacio que se quiere enfriar (por ejemplo, el interior de una nevera). Dentro del evaporador, el refrigerante, que llega a baja presión y baja temperatura en estado líquido, hierve y se evapora. Este cambio de fase de líquido a gas absorbe una gran cantidad de calor del entorno, enfriándolo.

Condensador: Su función es ceder o liberar calor al ambiente exterior. El refrigerante llega al condensador como un gas a alta presión y alta temperatura (tras pasar por el compresor). Al circular por el condensador, se enfría al contacto con el aire exterior y se condensa, pasando de estado gaseoso a líquido. En este proceso libera el calor que absorbió en el evaporador más la energía aportada por el compresor.

EJERCICIO 3

Un circuito digital tiene dos entradas de datos, E_1 y E_2 , una entrada de control, C , y dos salidas, S_1 y S_2 . Si $C = 0$, entonces $S_1 = E_1$ y $S_2 = E_2$, pero si $C = 1$, entonces $S_1 = 0$ y $S_2 = \bar{E}_2$

- Obtenga la tabla de verdad para S_1 y S_2 y sus funciones canónicas. **(1 punto)**
- Simplifique las funciones S_1 y S_2 por Karnaugh e implemente los circuitos lógicos de dichas funciones. **(1 punto)**
- Termistores: principio de funcionamiento y tipos **(0.5 puntos)**

- Construimos la tabla de verdad con las condiciones del enunciado:

E_1	E_2	C	S_1	S_2
0	0	0	0	0
0	0	1	0	1
0	1	0	0	1
0	1	1	0	0
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	1	0	1	1
1	1	1	0	0

Cuyas respectivas formas canónicas (minterms) son:

$$S_1 = E_1 \cdot \bar{E}_2 \cdot \bar{C} + E_1 \cdot E_2 \cdot \bar{C}$$

$$S_2 = \bar{E}_1 \cdot \bar{E}_2 \cdot C + \bar{E}_1 \cdot E_2 \cdot \bar{C} + E_1 \cdot \bar{E}_2 \cdot C + E_1 \cdot E_2 \cdot \bar{C}$$

b. Dibujamos los mapas de Karnaugh para las dos funciones:

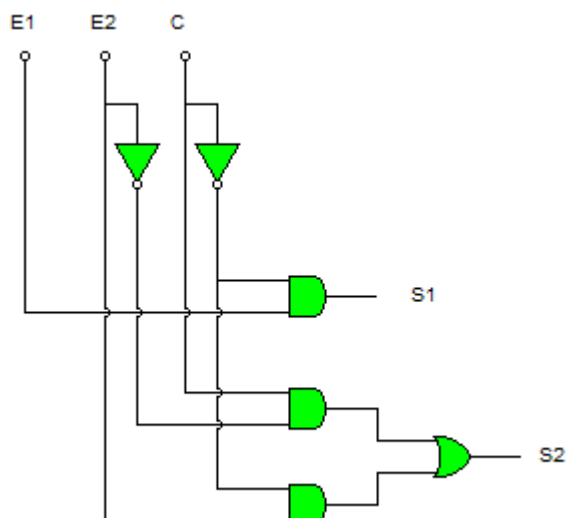
$E_2 \backslash E_1$	00	01	11	10
0				
1	1			1

$$S_1 = E_1 \cdot \bar{C}$$

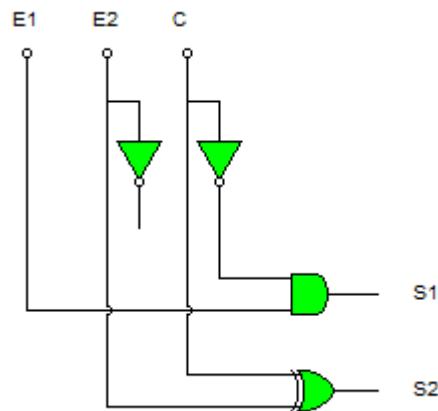
$E_2 \backslash E_1$	00	01	11	10
0		1		1
1		1		1

$$S_2 = \bar{E}_2 \cdot C + E_2 \cdot \bar{C}$$

Cuya implementación con puertas lógicas es



La función S_2 es la función lógica **XOR** de entradas E_2 y C , por lo que también podría implementarse de esta forma:



- c. Existen dos tipos principales de termistores, clasificados según cómo varía su resistencia con la temperatura.

- a. Termistores NTC (Coeficiente de Temperatura Negativo)

Son los más comunes. En los termistores NTC, la resistencia disminuye a medida que aumenta la temperatura. Esta relación es inversa y no lineal.

Funcionamiento: A bajas temperaturas, los electrones en el material semiconductor tienen poca energía para moverse, lo que resulta en una alta resistencia. Al calentarse, más electrones adquieren suficiente energía para liberarse y conducir la electricidad, reduciendo así la resistencia del componente.

Aplicaciones comunes:

Medición de temperatura en termómetros digitales y termostatos.

Control de temperatura en electrodomésticos (hornos, frigoríficos, aire acondicionado).

Protección de circuitos contra picos de corriente de arranque (actúan como limitadores de corriente).

- b. Termistores PTC (Coeficiente de Temperatura Positivo)

En los termistores PTC, la resistencia aumenta a medida que sube la temperatura. Su comportamiento puede ser de dos tipos:

Funcionamiento (tipo conmutado): Están hechos de materiales cerámicos policristalinos. Por debajo de la temperatura de Curie, el material es semiconductor y ofrece baja resistencia. Al alcanzar esa temperatura, las propiedades del material cambian bruscamente, volviéndose muy resistivo.

Aplicaciones comunes :

Fusibles rearmables: Si la corriente supera un límite, el termistor se calienta y su resistencia se dispara, cortando el flujo de corriente para proteger el circuito. Al enfriarse, vuelve a su estado de baja resistencia.

Control de elementos calefactores autorregulados (calentadores PTC).

Temporizadores en circuitos de desmagnetización de televisores de tubo (TRC).

EJERCICIO 4

Un cilindro de simple efecto de retorno por muelle se encuentra conectado a una red de aire de **1.1 MPa** de presión. La constante del muelle es **120 N/cm**, el diámetro del émbolo es **12 cm**, su carrera **4 cm** y la fuerza de rozamiento el **15 %** de la teórica.

- Calcule la fuerza ejercida por el vástago al final de su recorrido. **(1 punto)**
- Determine el consumo de aire en condiciones normales, expresado en **l/min**, si efectúa **10 ciclos** por minuto. **(1 punto)**
- Explique el principio de Pascal. Cite una aplicación del mismo. **(0.5 puntos)**

- La fuerza del vástago al final de su recorrido vendrá dada por la fuerza de presión menos la del muelle de retorno y la fuerza de rozamiento:

$$F = F_t - F_m - F_r$$

$$F_t = p \cdot S_e = 1.1 \cdot 10^6 \text{ Pa} \cdot \frac{\pi \cdot (12 \cdot 10^{-2} \text{ m})^2}{4} = 12440.7 \text{ N}$$

$$F_m = k \cdot L = 120 \frac{\text{N}}{\text{cm}} \cdot 4 \text{ cm} = 480 \text{ N}$$

$$F_r = 0.15 \cdot F_t = 0.15 \cdot 12440.7 \text{ N} = 1866.1 \text{ N}$$

$$F = 12440.7 \text{ N} - 480 \text{ N} - 1866.1 \text{ N} = 10094.6 \text{ N}$$

- Para calcular el consumo de aire en condiciones normales, debemos primero calcular el volumen del cilindro.

$$V = S_e \cdot L = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot L =$$

$$= \frac{\pi \cdot (1.2 \text{ dm})^2}{4} \cdot 0.4 \text{ dm} = 0.4524 \text{ dm}^3 = 0.4524 \text{ l}$$

Utilizando la ley de Boyle calculamos el volumen a presión atmosférica:

$$p \cdot V = cte$$

$$p_{abs} \cdot V_c = p_{atm} \cdot V_n$$

$$(p + p_{atm}) \cdot V_c = p_{atm} \cdot V_n$$

$$V_n = \frac{p_{abs}}{p_{atm}} \cdot V_c = \frac{1.1 \cdot 10^6 \text{ Pa} + 10^5 \text{ Pa}}{10^5 \text{ Pa}} \cdot 0.4524 \text{ l} = 5.4288 \text{ l}$$

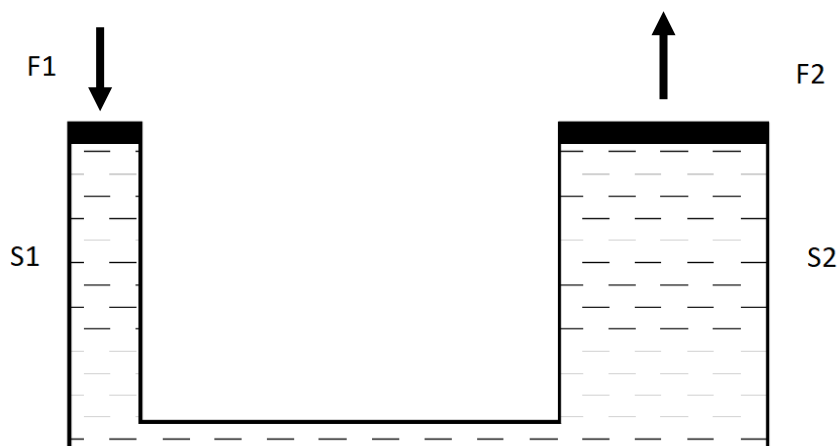
Como se realizan 10 ciclos por minuto:

$$Q_n = V_n \cdot \text{ciclos/min} = 5.4288 \frac{\text{l}}{\text{ciclo}} \cdot 10 \frac{\text{ciclos}}{\text{min}} = 54.288 \frac{\text{l}}{\text{min}}$$

c. El Principio de Pascal establece que:

"La presión ejercida sobre un fluido incompresible y en equilibrio, contenido en un recipiente de paredes indeformables, se transmite con igual intensidad en todas las direcciones y en todos los puntos del fluido."

Una prensa hidráulica es una aplicación directa del Principio de Pascal y es un ejemplo clásico de cómo se puede amplificar una fuerza pequeña para obtener una fuerza grande.



OPCIÓN B**EJERCICIO 1**

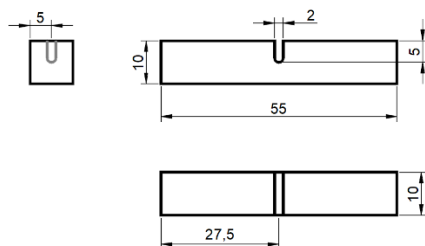
Se realiza un ensayo de impacto Charpy sobre una probeta de sección cuadrada de **10 mm** de lado. La probeta tiene una entalladura en **U** de **5 mm** de profundidad. El péndulo tiene una masa de **30 kg** y se suelta desde una altura de **1 m**. Tras el ensayo el valor de la resiliencia obtenida es de **254 J/cm²**.

- Determine la energía total absorbida por la probeta en la rotura. **(1 punto)**
- Calcule la altura que adquiere el mazo después de la rotura. **(1 punto)**
- Exponga las diferencias más importantes entre los procesos de oxidación y corrosión en metales. **(0.5 puntos)**

- a. La energía total absorbida en el ensayo viene dada por:

$$KCU = \frac{E_a}{S} \Rightarrow E_a = KCU \cdot S$$

La probeta normalizada con entalladura en forma de U tiene las siguientes dimensiones:



Por tanto, la superficie de rotura es:

$$\begin{aligned} S &= b \cdot h = \\ &= 10 \text{ mm} \cdot (10 \text{ mm} - 5 \text{ mm}) = \\ &= 50 \text{ mm}^2 = 0.5 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Lo expresamos en cm^2 para que sea congruente con la unidad en que se mide la resiliencia (J/cm^2)

Tenemos entonces que:

$$E_a = 254 \frac{\text{J}}{\text{cm}^2} \cdot 0.5 \text{ cm}^2 = 127 \text{ J}$$

- b. Para calcular la altura que adquiere el mazo tras la rotura, lo hacemos a través de las diferencias de energías potenciales antes y después del ensayo:

$$E_{p_f} = E_{p_i} - E_a$$

$$m \cdot g \cdot h_f = m \cdot g \cdot h_0 - E_a$$

$$h_f = h_0 - \frac{E_a}{m \cdot g} =$$

$$= 1 \text{ m} - \frac{127 \text{ J}}{30 \text{ kg} \cdot 9.8 \text{ m/s}^2} = 0.568 \text{ m}$$

c. A pesar de que ambos conceptos están relacionados, la oxidación y la corrosión no son lo mismo.

- La oxidación es una reacción química donde un metal pierde electrones al reaccionar con un oxidante, como el oxígeno.
- La corrosión es el proceso de degradación de un metal como resultado de reacciones químicas o electroquímicas con su entorno.

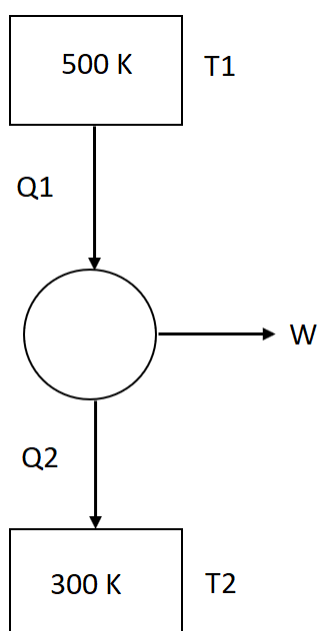
Toda corrosión implica oxidación, pero no toda oxidación conduce a la corrosión.

La oxidación puede ser beneficiosa, al proteger la capa de óxido al metal y la corrosión siempre es perjudicial.

EJERCICIO 2

Un motor térmico trabaja entre **27°C** y **227°C**, tiene el **50%** del rendimiento ideal y realiza **50 ciclos** en un segundo. Dicho motor consume **0.04 g** por ciclo de un combustible cuyo poder calorífico es **41000 kJ/kg**.

- Calcule el rendimiento del motor. **(1 punto)**
- Obtenga el trabajo producido en una hora de funcionamiento. **(1 punto)**
- Defina los términos cilindrada unitaria y cilindrada total en un motor térmico. Exprese las fórmulas de cada una de ellas. **(0.5 puntos)**



a. Calculamos el rendimiento de un motor ideal que trabaje entre las mismas temperaturas:

$$\eta_c = \frac{W}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1} =$$

$$= 1 - \frac{300 \text{ K}}{500 \text{ K}} = 0.4$$

Luego el rendimiento de nuestro motor es:

$$\eta = 0.5 \cdot \eta_c = 0.5 \cdot 0.4 = 0.2$$

El rendimiento será de un 20 %

- b. Para calcular el trabajo necesitamos calcular el calor absorbido del foco caliente:

$$\eta = \frac{W}{Q_1} \Rightarrow W = \eta \cdot Q_1$$

$$Q_1 = m \cdot P_c = 0.04 \cdot 10^{-3} \frac{\text{kg}}{\text{ciclo}} \cdot 41000 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} = 1.64 \frac{\text{kJ}}{\text{ciclo}}$$

Luego:

$$Q_1 = 1.64 \frac{\text{kJ}}{\text{ciclo}} \cdot 50 \frac{\text{ciclos}}{\text{s}} \cdot 1h \cdot \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}} = 295200 \text{ kJ}$$

Tenemos entonces que:

$$W = 0.2 \cdot 295200 \text{ kJ} = 59040 \text{ kJ} = 59040000 \text{ J}$$

- c. La cilindrada unitaria es el volumen que desplaza el pistón en el interior de un solo cilindro durante su recorrido desde el PMI hasta el PMS. Es el volumen del cilindro:

$$V_u = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot L$$

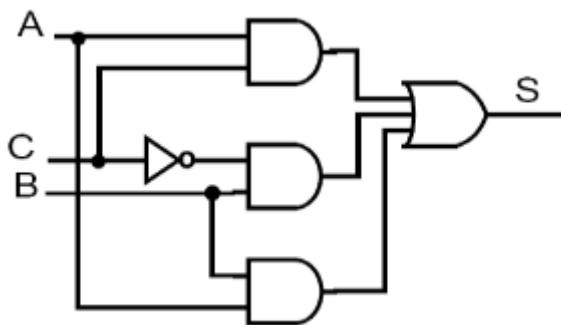
La cilindrada total es el volumen total que desplazan todos los cilindros de un motor durante su funcionamiento. Es el volumen unitario multiplicado por el número de cilindros del motor.

$$V = V_u \cdot N^{\circ} \text{ cilindros}$$

EJERCICIO 3

La figura adjunta muestra un circuito lógico con tres entradas (**A**, **B** y **C**) y una salida (**S**).

- Obtenga la expresión algebraica de la función lógica de salida **S** y su tabla de verdad. **(1 punto)**
- Deduzca una expresión simplificada de **S**, usando mapas de Karnaugh e implemente su circuito lógico con puertas **NAND**. **(1 punto)**
- Represente el diagrama de bloques de un sistema de control en lazo cerrado e indique brevemente la función que realiza cada uno de sus componentes. **(0.5 puntos)**



a. De la puerta *AND* superior obtenemos: $A \cdot C$

De la puerta *NOT* intermedia obtenemos: $\overline{C}$

De la puerta *AND* intermedia obtenemos: $B \cdot \overline{C}$

De la puerta *AND* inferior obtenemos: $A \cdot B$

De la puerta *OR* final obtenemos: $S = A \cdot C + B \cdot \overline{C} + A \cdot B$

Cuya tabla de verdad es:

A	B	C	$\overline{C}$	$A \cdot C$	$B \cdot \overline{C}$	$A \cdot B$	S
0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0
0	1	0	1	0	1	0	1
0	1	1	0	0	0	0	0
1	0	0	1	0	0	0	0
1	0	1	0	1	0	0	1
1	1	0	1	0	1	1	1
1	1	1	0	1	0	1	1

b. Dibujamos el mapa de Karnaugh para la función:

BC \ A	00	01	11	10
0				1
1		1	1	1

Que nos proporciona una expresión simplificada:

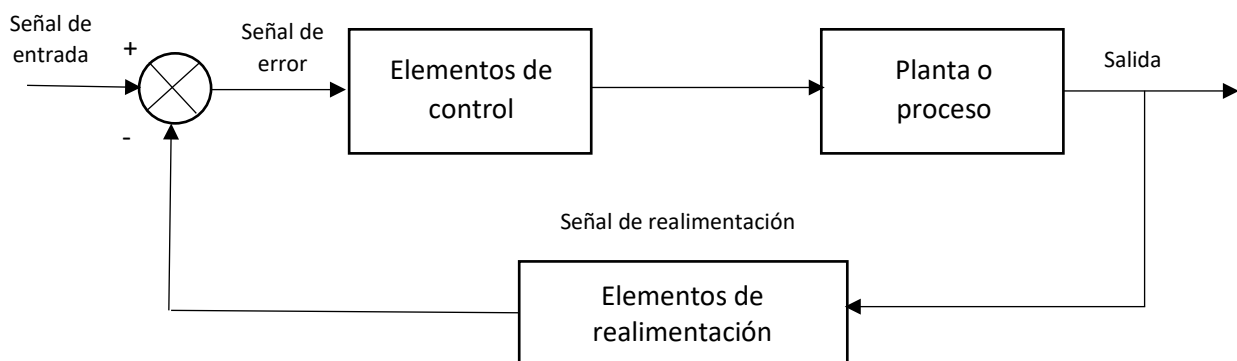
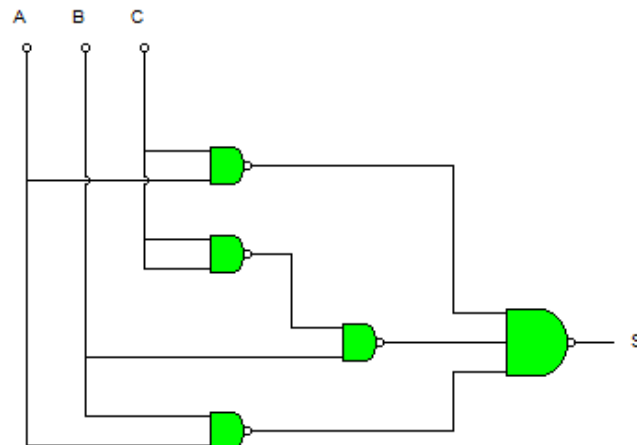
$$S = A \cdot C + B \cdot \overline{C} + A \cdot B$$

Expresión que no simplifica lo que ya teníamos con anterioridad.

Para implementarlo utilizando puertas *NAND* negamos dos veces la expresión para que no varíe y aplicamos las leyes de Morgan:

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

Que podemos implementar de la siguiente forma:



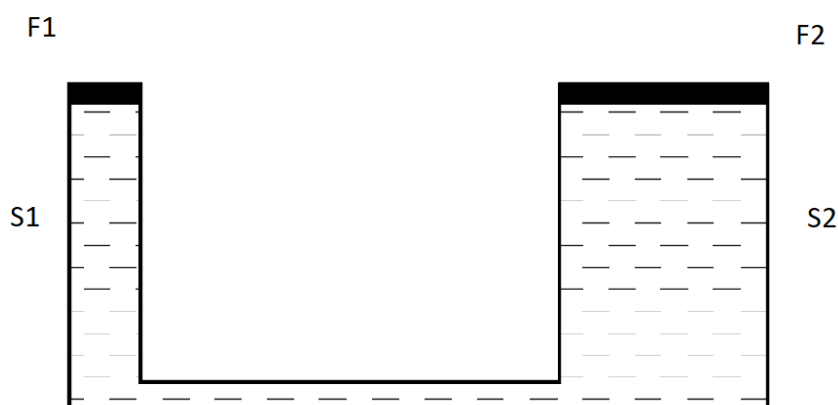
- Señal de entrada. Es el valor deseado (setpoint) que se quiere que alcance la variable de salida del sistema.
- Comparador. Compara la señal de entrada con la de realimentación y da como resultado la señal de error.
- Señal de error. Es la diferencia entre el valor deseado y el real. Lo ideal es que sea nula.
- Controlador. Recibe la señal de error y calcula la acción de control necesaria para anularlo y llevar el proceso al valor deseado.
- Planta o proceso. Es el sistema físico que se está controlando. Recibe la señal del controlador y actúa.
- Salida. Es la variable del proceso que se desea controlar y mantener en el valor de consigna.
- Realimentación. Mide el estado de la variable de salida a través de un sensor y la convierte en una señal eléctrica que se usa en el comparador.

EJERCICIO 4

Los dos pistones de una prensa hidráulica tienen por sección: $A_1 = 5 \text{ cm}^2$ y $A_2 = 200 \text{ cm}^2$. La fuerza aplicada perpendicularmente a la sección menor es **98 N**.

- Dibuje un esquema de la prensa y calcule el peso que podrá levantar. **(1 punto)**
- Obtenga el desplazamiento del pistón mayor cuando el pistón pequeño baja **0.1 m (1 punto)**
- Explique el funcionamiento de los compresores alternativos. **(0.5 puntos)**

a.



$$p_1 = p_2$$

$$\frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2}$$

$$F_2 = F_1 \cdot \frac{S_2}{S_1} = 98 \text{ N} \cdot \frac{200 \text{ cm}^2}{5 \text{ cm}^2} = 3920 \text{ N}$$

- b. El desplazamiento del pistón está relacionado con el volumen de fluido desplazado al ser éste incompresible.

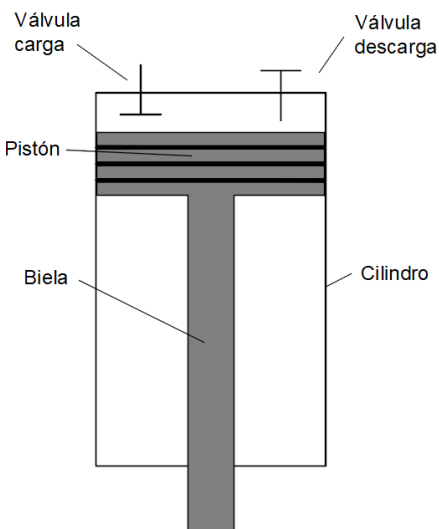
$$V_1 = V_2$$

$$S_1 \cdot L_1 = S_2 \cdot L_2$$

$$L_2 = L_1 \cdot \frac{S_1}{S_2} = 0.1 \text{ m} \cdot \frac{5 \text{ cm}^2}{200 \text{ cm}^2} = 0.0025 \text{ m}$$

- c. Un compresor alternativo consiste en un cilindro con un pistón que comprime un gas mediante el movimiento del mismo. Sus componentes principales son:
- Cilindro. Cámara donde se produce la compresión.

- Pistón. Pieza móvil que se desplaza dentro del cilindro.
- Biela. Conecta el pistón con el cigüeñal, transformando el movimiento rotatorio de éste en lineal en el pistón.
- Cigüeñal. Convierte el movimiento rotatorio de un motor en el movimiento alternativo en el pistón.
- Válvulas (admisión y descarga). Válvulas unidireccionales que controlan el flujo del gas.



En su funcionamiento se observan varias etapas:

1. Admisión. El pistón realiza una carrera descendente mientras la válvula de carga se abre y el aire es aspirado por diferencia de presión dentro del cilindro. La válvula de descarga está cerrada.
2. Compresión. El pistón realiza una carrera ascendente. Las válvulas están cerradas y el gas es comprimido.
3. Descarga. Se abre la válvula de descarga y el aire comprimido es expulsado fuera del cilindro. La válvula de carga está cerrada.

Este ciclo se repite continuamente.