

EJERCICIO 1

Una probeta de un determinado material se somete a un ensayo de dureza Vickers. Al aplicar al penetrador una carga de **120 kp** se produce una huella cuya diagonal es **0.773 mm**.

- Obtener la dureza Vickers y su expresión normalizada (**1 punto**).
- Determinar la carga, expresada en N, que se ha aplicado al penetrador si la diagonal de la huella es **0.1 mm**. (**1 punto**).
- Definir las siguientes propiedades de los materiales: maleabilidad y ductilidad (**0.5 puntos**).

- a. La expresión de la dureza Vickers es:

$$HV = 1.854 \cdot \frac{120kp}{(0.773mm)^2} = 372.33$$

La dureza Vickers es de **372.3** y su expresión normalizada es la siguiente, que incluye el valor de la dureza, las siglas del ensayo y la carga utilizada en el ensayo medida en kilopondios:

372 HV 120

- b. Dado que el material es el mismo, para calcular la carga aplicada al penetrador, despejamos de la expresión de la dureza Vickers utilizando el valor de HV calculado con anterioridad.

$$F = \frac{HV \cdot d^2}{1.854} = \frac{372.3kp/mm^2 \cdot (0.1mm)^2}{1.854} = 2.008kp$$

Como nos pide el resultado en N, realizamos la conversión de unidades:

$$F = 2.008kp \cdot 9.8 \frac{N}{kp} = 19.7N$$

- c. La maleabilidad es la propiedad que tienen determinados materiales de soportar grandes esfuerzos de compresión sin romperse, pudiéndose conformar con ellos láminas muy finas.

La ductilidad es la propiedad que tienen determinados materiales de soportar grandes esfuerzos de tracción sin romperse, pudiéndose conformar con ellos hilos muy finos.

EJERCICIO 2

Se realiza un ensayo de tracción sobre una probeta normalizada de **100 mm** de longitud y **13.8 mm** de diámetro. Al aplicar una carga de **20000 N**, la longitud de la probeta aumenta hasta **105 mm**.

- Calcular la tensión (**1 punto**)
- Calcular el alargamiento y la deformación unitaria (**1 punto**)
- Describir en qué consisten los tratamientos térmicos de los metales. Indicar dos ejemplos (**0.5 puntos**)

- La tensión es la relación entre la fuerza aplicada y el área sobre la que se aplica, por lo que tenemos que:

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{F}{S} = \frac{F}{\frac{\pi \cdot d^2}{4}} = \frac{4 \cdot F}{\pi \cdot d^2} = \\ &= \frac{4 \cdot 20000N}{\pi \cdot 13.8 \cdot (10^{-3}mm)^2} = 133715558.2Pa\end{aligned}$$

- El alargamiento es la diferencia entre la longitud de la probeta después y antes del ensayo:

$$\Delta L = L_f - L_0 = 105mm - 100mm = 5mm$$

La deformación unitaria es la relación entre el alargamiento y la longitud inicial de la probeta:

$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L_0} = \frac{5mm}{100mm} = 0.05$$

- c. Los tratamientos térmicos son procesos de calentamiento y enfriamiento a los que sometemos a los metales y sus aleaciones en estado sólido con el objetivo de modificar su estructura interna y por ende sus propiedades mecánicas sin que se altere la composición química.

Los ejemplos más comunes de estos tratamientos son el temple y el recocido.

- El temple consiste en calentar el metal a alta temperatura y someterlo a un rápido enfriamiento. Con ello se aumenta la dureza y la resistencia, aunque por contra, aumenta la fragilidad.
- El recocido consiste en calentar el metal y enfriarlo de forma lenta. Con este tratamiento se ablanda el metal, aumenta su ductilidad, elimina tensiones internas y resulta mucho más fácil su mecanizado.

EJERCICIO 3

La calefacción de un hotel en invierno funciona utilizando un sistema con bomba de calor. La temperatura de las habitaciones se mantiene a **24°C** mientras que en el exterior la temperatura es de **6°C**. La eficiencia de la máquina es la tercera parte de la ideal y la máquina aporta al foco caliente **1500 J**.

- a. Calcular la eficiencia real de la bomba de calor y el trabajo aplicado al sistema para su funcionamiento. **(1 punto)**
- b. Calcular la cantidad de calor que se extrae del foco frío **(1 punto)**.
- c. Definir el rendimiento térmico de un motor. Explicar razonadamente si el rendimiento térmico puede ser superior a la unidad **(0.5 puntos)**.

- a. eficiencia de una bomba de calor es la relación que existe entre el calor extraído del foco frío y el trabajo necesario para que la máquina realice esta extracción.

La eficiencia de una bomba de calor es la relación que existe entre el calor extraído del foco frío y el trabajo necesario para que la máquina realice esta extracción.

$$\epsilon' = \frac{Q_1}{W}$$

La máxima eficiencia nos la proporciona una máquina de Carnot trabajando entre los dos mismos focos:

$$\begin{aligned}\epsilon'_c &= \frac{Q_1}{Q_1 - Q_2} = \frac{T_1}{T_1 - T_2} = \\ &= \frac{297K}{297K - 279K} = 16.5\end{aligned}$$

Como el enunciado nos dice que la eficiencia real de la máquina es la tercera parte de la ideal, tenemos que:

$$\epsilon'_r = \frac{\epsilon'_c}{3} = \frac{16.5}{3} = 5.5$$

El trabajo realizado por la máquina será, por tanto:

$$\epsilon'_r = \frac{Q_1}{W} \Rightarrow W = \frac{Q_1}{\epsilon'_r} = \frac{1500J}{5.5} = 272.7J$$

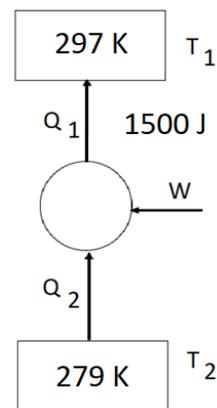
- b. Como el trabajo realizado por la máquina es la diferencia entre el calor introducido en el foco caliente menos el calor extraído del foco frío, podemos calcular este último:

$$W = Q_1 - Q_2 \Rightarrow Q_2 = Q_1 - W = 1500J - 272.7J = 1227.3J$$

- c. El rendimiento térmico de un motor es la relación entre el trabajo útil que produce el motor y el calor total que necesita absorber para realizarlo. Es una medida de la eficiencia con la que el motor convierte el calor en trabajo.

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

El rendimiento de un motor térmico no puede ser nunca superior a 1, ya que contravendría los dos primeros principios de la Termodinámica:



- Iría en contra del primer principio. Dado que es imposible que la máquina no ceda calor al exterior, esto hará que el trabajo siempre sea menor que el calor absorbido por el principio de conservación de la energía.
- También estaría en contra del segundo principio, que dice que ninguna máquina puede convertir todo el calor en trabajo, siempre se cederá parte de él a un foco frío.

EJERCICIO 4

De un motor Diésel de cuatro cilindros y cuatro tiempos se sabe que el diámetro de sus cilindros es **60 mm**, la carrera **90 mm** y la relación volumétrica de compresión **20:1**. El motor desarrolla un par de **53 Nm** para una potencia de **20 kW**.

- Calcular el volumen de la cámara de combustión y la cilindrada del motor. **(1 punto)**.
- Calcular el régimen de giro en rpm cuando se desarrolla un par motor de **53 Nm** **(1 punto)**.
- Representar el esquema de una máquina frigorífica indicada sobre este los elementos fundamentales que la componen **(0.5 puntos)**.

- Para calcular la cilindrada del motor, primero calcularemos el volumen de un cilindro a partir de las características geométricas del enunciado.

$$\begin{aligned}V_u &= S \cdot L = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot L = \\ &= \frac{\pi \cdot (6\text{cm})^2}{4} \cdot 9\text{cm} = 254.47\text{cm}^3\end{aligned}$$

Como el motor tiene cuatro cilindros, la cilindrada total será:

$$V_T = V_u \cdot 4 = 254.47\text{cm}^3 \cdot 4 = 1017.88\text{cm}^3$$

El volumen de la cámara de combustión lo podemos obtener a través de la relación volumétrica de compresión:

$$R_c = \frac{V_u + V_c}{V_c} \Rightarrow V_c = \frac{V_u}{R_c - 1} = \frac{254.47\text{cm}^3}{20 - 1} = 13.39\text{cm}^3$$

- Para calcular el régimen de giro utilizamos la expresión que relaciona la potencia, el par y el régimen de giro:



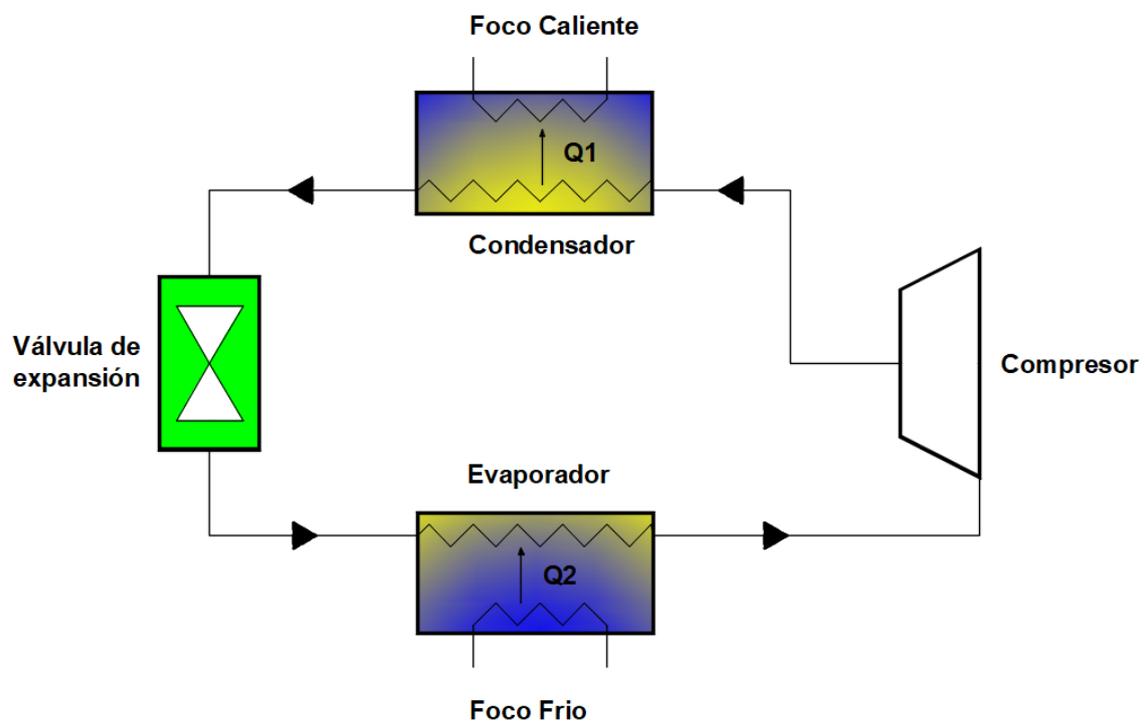
$$P = M \cdot \omega$$

Despejando la velocidad angular y convirtiendo el resultado a rpm tenemos que:

$$\omega = \frac{P}{M} = \frac{20 \cdot 10^3 W}{53 Nm} = 377.36 \text{ rad/s}$$

$$\omega = 377.36 \frac{\text{rad}}{\text{s}} \cdot \frac{1 \text{ rev}}{2 \cdot \pi \text{ radianes}} \cdot \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} = 3603.5 \text{ rpm}$$

- c. El esquema de una máquina frigorífica con sus elementos fundamentales podría ser el siguiente:



EJERCICIO 5

Un cilindro de simple efecto de retorno por muelle está conectado a una red de aire comprimido con **1 MPA** de presión. El diámetro del émbolo es **10 cm**, su carrera **3 cm** y la fuerza de rozamiento se puede considerar un **10 %** de la teórica.

- ¿Cuál será la fuerza ejercida por el vástago en el comienzo del ciclo de trabajo si el muelle se encuentra en su longitud natural L_0 ? **(1 punto)**
- ¿Cuál será la fuerza de rozamiento al comienzo del ciclo de trabajo? **(1 punto)**.
- Dibujar el símbolo de los siguientes elementos neumáticos y comentar brevemente su función: compresor y manómetro. **(0.5 puntos)**.

- a. La fuerza ejercida por el vástago de un cilindro de simple efecto depende del área del émbolo y de la presión ejercida. A esta fuerza hay que restar la fuerza del muelle y la fuerza de rozamiento. Como en el enunciado nos piden la fuerza al comienzo del ciclo de trabajo, el muelle no ejerce fuerza alguna. Por tanto:

$$F = p \cdot S = p \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} =$$
$$= 1 \cdot 10^6 Pa \cdot \frac{\pi \cdot (10 \cdot 10^{-2} m)^2}{4} = 7854 N$$

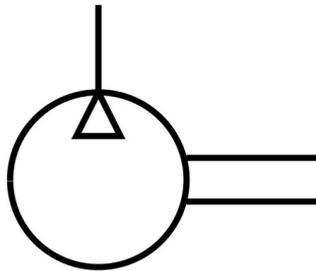
- b. La fuerza de rozamiento al comienzo del ciclo de trabajo será el 10 % de la teórica tal y como indica el enunciado:

$$F_r = 0.1 \cdot F = 0.1 \cdot 7854 N = 785.4 N$$

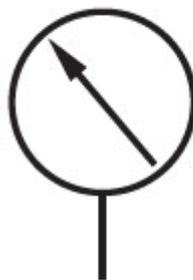
Luego la fuerza ejercida por el vástago al comienzo del ciclo de trabajo será:

$$F_0 = F - F_r = 7854 N - 785.4 N = 7068.6 N$$

- c. Compresor

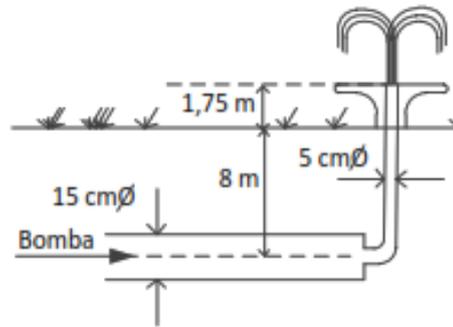


Manómetro



EJERCICIO 6

Se desea diseñar una fuente de agua para un hotel. Esta fuente estará alimentada por una tubería cilíndrica de **15 cm** de diámetro situada horizontalmente a una profundidad de **8 m** bajo el nivel del suelo. Posteriormente, la tubería se curvará hacia arriba y el agua será expulsada por el extremo de esta. Dicho extremo estará a una altura de **1.75 m** por encima del suelo y el agua se proyectará con una velocidad de **12 m/s**.



Dato: densidad agua = 1000 kg/m³.

- Calcular el caudal de agua cuando está en funcionamiento (**1 punto**).
- Calcular la presión manométrica necesaria en la tubería horizontal (**1 punto**).
- Representar el símbolo de la unidad de mantenimiento en una instalación neumática y citar sus componentes (**0.5 puntos**)

a. Para poder calcular el caudal de agua aplicaremos:

$$\begin{aligned}
 Q_2 &= S_2 \cdot v_2 = \frac{\pi \cdot d_2^2}{4} \cdot v_2 = \\
 &= \frac{\pi \cdot (5 \cdot 10^{-2} \text{ m})^2}{4} \cdot 12 \text{ m/s} = \\
 &= 2.356 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3/\text{s}
 \end{aligned}$$

b. Para calcular la presión manométrica en la tubería horizontal aplicamos la expresión de Bernoulli entre el punto que está a 8 m de profundidad y en la salida del agua en la fuente, a 1.75 m por encima de la superficie.

$$\begin{aligned}
 p_1 + \frac{1}{2} \rho \cdot v_1^2 + \rho \cdot g \cdot h_1 &= p_2 + \frac{1}{2} \rho \cdot v_2^2 + \rho \cdot g \cdot h_2 \\
 p_1 &= p_2 + \frac{1}{2} \rho \cdot (v_2^2 - v_1^2) + \rho \cdot g \cdot (h_2 - h_1)
 \end{aligned}$$

Donde:

- $p_2 = 0$. Ya que es la presión manométrica a la salida de la fuente.
- $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$
- $g = 9.8 \text{ m/s}^2$
- $v_2 = 12 \text{ m/s}$
- Para calcular v_1 utilizamos la ecuación de continuidad.

$$Q_1 = Q_2 \Rightarrow S_1 \cdot v_1 = S_2 \cdot v_2$$

$$v_1 = \frac{S_2 \cdot v_2}{S_1} = \frac{\frac{\pi \cdot d_2^2}{4} \cdot v_2}{\frac{\pi \cdot d_1^2}{4}} = \frac{d_2^2}{d_1^2} \cdot v_2 =$$

$$= \frac{(5 \cdot 10^{-2})^2}{(15 \cdot 10^{-2}m)^2} \cdot 12m/s = 1.333m/s$$

- $h_1 = -8$ m (está por debajo del suelo)
- $h_2 = 1.75$ m (está por encima del suelo)

$$p_1 = 0 + \frac{1}{2} \cdot 1000 \frac{kg}{m^3} \cdot \left[\left(12 \frac{m}{s} \right)^2 - \left(1.333 \frac{m}{s} \right)^2 \right] +$$

$$+ 1000 \frac{kg}{m^3} \cdot 9.8 \frac{m}{s^2} \cdot (1.75m - (-8m)) =$$

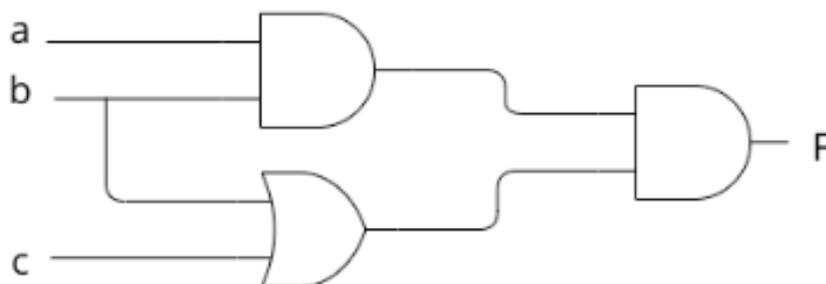
$$= 166662Pa$$

- C. La unidad de mantenimiento de una instalación neumática está compuesta por un filtro, un regulador de presión y un lubricador. El filtro elimina las partículas que puede llevar el aire, el regulador mantiene la presión a un nivel constante en la instalación y el lubricador pulveriza aceite en el aire que sirve para evitar desgaste y oxidación en la instalación neumática. Su símbolo normalizado es el siguiente:



EJERCICIO 7

Dado el circuito lógico de la figura:



- a. Obtener la tabla de la verdad y expresar la función lógica **F** en su forma canónica **(1 punto)**
- b. Simplificar la función **F** mediante el método de Karnaugh e implementarla con puertas lógicas **(1 punto)**.
- c. Determinar qué números binarios representan los siguientes números decimales: 14, 27, 45, 28 y 36 **(0.5 puntos)**

- a. Para obtener la tabla de la verdad primero obtenemos la función lógica a través del circuito lógico.
- De la puerta AND superior obtenemos: $a \cdot b$
 - De la puerta OR inferior obtenemos: $b + c$
 - De la puerta AND de la derecha obtenemos finalmente: $F = (a \cdot b)(b + c)$
- Para obtener la forma canónica en primer lugar desarrollamos la función quitando paréntesis.

$$F = a \cdot b \cdot b + a \cdot b \cdot c = a \cdot b + a \cdot b \cdot c$$

Para tener la primera forma canónica o minterms nos falta en el primer sumando la variable c . Para conseguirla multiplicamos el primer sumando por $c + \bar{c}$, que al ser 1 no modifica la expresión.

$$F = ab(c + \bar{c}) + abc$$

Desarrollamos la expresión:

$$F = abc + ab\bar{c} + abc \Rightarrow F = abc + ab\bar{c}$$

Y ya tenemos la forma canónica.

Procedemos a construir ahora la tabla de la verdad de la función.

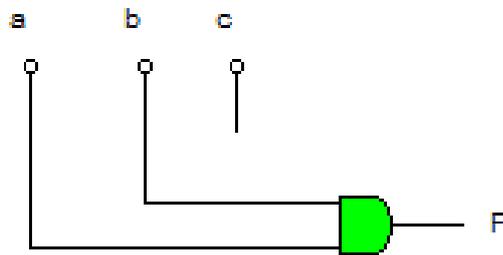
a	b	c	F
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	1
1	1	1	1

- b. Dibujamos el mapa de Karnaugh para tres variables para la función F

bc a	00	01	11	10
0				
1			1	1

Luego la función simplificada quedaría así: $F = ab$

Cuya implementación con puertas lógicas es la siguiente:



c. Para obtener los binarios correspondientes a los decimales dados debemos dividir por dos hasta que el cociente sea 0 y tomar los restos de las divisiones desde el último al primero

- $14:2 = 7 \mid 0$
- $7:2 = 3 \mid 1$
- $3:2 = 1 \mid 1$
- $1:2 = 0 \mid 1$ $14_{10} = 1110_2$
- $27:2 = 13 \mid 1$
- $13:2 = 6 \mid 1$
- $6:2 = 3 \mid 0$
- $3:2 = 1 \mid 1$
- $1:2 = 0 \mid 1$ $27_{10} = 11011_2$
- $45:2 = 22 \mid 1$
- $22:2 = 11 \mid 0$
- $11:2 = 5 \mid 1$
- $5:2 = 2 \mid 1$
- $2:2 = 1 \mid 0$
- $1:2 = 0 \mid 1$ $45_{10} = 101101_2$
- $28:2 = 14 \mid 0$
- $14:2 = 7 \mid 0$
- $7:2 = 3 \mid 1$
- $3:2 = 1 \mid 1$
- $1:2 = 0 \mid 1$ $28_2 = 11100_2$
- $36:2 = 18 \mid 0$
- $18:2 = 9 \mid 0$
- $9:2 = 4 \mid 1$
- $4:2 = 2 \mid 0$
- $2:2 = 1 \mid 0$
- $1:2 = 0 \mid 1$ $36_2 = 100100_2$

EJERCICIO 8

El sistema de apertura de una puerta de seguridad **S** está regulado automáticamente por un sistema compuesto por cuatro interruptores: un interruptor (**A**) situado en la cabina de control, un interruptor (**B**) situado justo en la entrada y dos interruptores (**C** y **D**) situados detrás de la puerta **S**. La puerta se abre en los siguientes casos:

- Cuando se activa el interruptor **A** y al menos uno de los interruptores restantes.
 - Cuando sin activar el interruptor **A** se activan simultáneamente los interruptores restantes.
- a. Obtener la tabla de la verdad del sistema de apertura de la puerta y la función de salida **S** correspondiente **(1 punto)**.
 - b. Simplificar la función **S** mediante el método de Karnaugh e implementarla con puertas lógicas. **(1 punto)**.
 - c. Indicar el principio de funcionamiento y las principales aplicaciones de los sensores capacitivos. **(0.5 puntos)**.

- a. Construimos una tabla de la verdad con cuatro variables y una salida que cumpla las condiciones del enunciado.

A	B	C	D	S
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	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

La función de salida en forma canónica minterms será:

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

b. Dibujamos el mapa de Karnaugh para cuatro variables con los resultados de la tabla de la verdad:

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

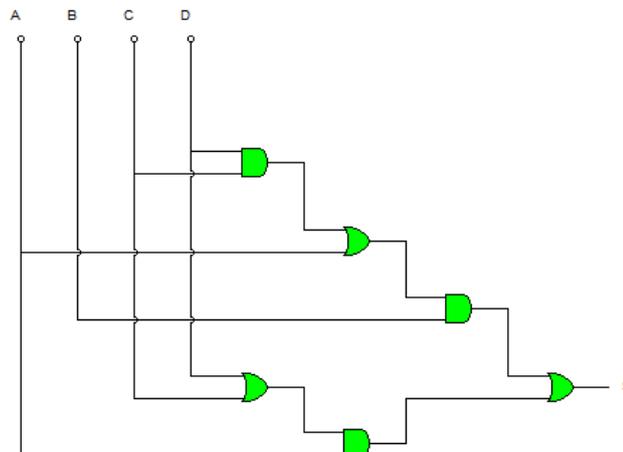
Con las agrupaciones realizadas tenemos la siguiente función simplificada:

$$S = AB + AD + AC + BCD$$

Agrupando tenemos:

$$S = B(A + CD) + A(C + D)$$

Cuya implementación es:



c. Los sensores capacitivos funcionan de forma similar a un condensador. Tiene una placa que genera un campo electrostático, el cual varía cuando un objeto se acerca a él, variando por tanto la capacitancia del sistema, lo que se traduce en una variación de señal de salida del sensor. La variación de señal dependerá de la distancia al objeto, de tamaño del mismo y del material del que se trate.

Las principales aplicaciones son:

- Detectores de presencia.
- Detectores de nivel.
- Pantallas táctiles.
- Detectores de humedad.