Unidad 10. Componentes de un sistema de control

# Para pensar antes de empezar

**1> Hoy, muchas de las cosas que percibimos gracias a nuestros sentidos, como la luz, los colores, el ruido ambiental, la temperatura o la presión, pueden ser convertidas en una señal eléctrica y tratadas para desarrollar aplicaciones que nos faciliten ciertas tareas. ¿Sabrías citar un ejemplo de tu entorno de una de estas aplicaciones?**

Algunas de estas aplicaciones pueden ser los termostatos de regulación de la temperatura en una vivienda, sensores de movimiento que encienden luces, etc.

**2> Piensa en cómo crees que se captan alguna de estas señales y para qué piensas que pueden utilizarse.**

Estas señales se captan con elementos como sensores, captadores, comparadores, etc. que permiten «traducir» la señal a un valor eléctrico que active un sistema.

# Actividades

**1> En el interior de un nuevo modelo de automóvil se quiere colocar un termómetro digital que muestre, a través de una pantalla digital, el valor de la temperatura real en °C sin decimales.**

**Se dispone de un sensor de temperatura que genera valores desde 0 mV, para –20 °C, hasta 700 mV, para 50 °C, de manera lineal.**

**También se dispone de un conversor analógico-digital con *display* que mostrará los valores de temperatura de –20 °C, para una entrada de 0 V, y de 50 °C, para 7 V.**

**Selecciona un amplificador que permita el funcionamiento del equipo y explica los tipos de señales que se generan durante el proceso. Para esto último, utiliza una tabla si te resulta más cómodo.**

Parámetros del sensor: El sensor entregará 0 mV cuando la temperatura sea –20 °C y 700 mV cuando ésta sea 50 °C por lo que cada grado que aumente la temperatura supone un total de  
10 mV.

Parámetros del conversor: El Display arrojará un valor de –20 °C para un valor de 0V y de 50 °C para un valor de 7V por lo que cada grado que aumente la temperatura supone un total de  
100 mV.

Dada esta diferencia entre parámetros de salida del sensor con los parámetros de entrada del conversor, es necesario un amplificador que amplifique 10 veces la señal del sensor.

En este proceso, se generarán señales de carácter analógico en el sensor y el Display arrojará señales digitales de la siguiente forma:

|  |  |
| --- | --- |
| Señal analógica (Sensor) | Señal digital (Display) |
| 0-10 mV | –20 °C |
| 10-20 mV | –19 °C |
| 20-30 mV | –18 °C |
| 30-40 mV | –17 °C |
| 40-50 mV | –16 °C |
| 50-60 mV | –15 °C |
| … | … |

Se observa que la señal analógica del sensor es una señal continua mientras que el *display* no muestra valores intermedios, sino que avanza de grado en grado.

**2> Para cada una de las siguientes aplicaciones, selecciona el transductor o transductores que mejor encajen. Trata de razonar tu respuesta.**

***a)* Se desea que la luz de un garaje particular se encienda automáticamente cuando el coche acceda a él y evitar que el conductor quede a oscuras cuando abandone el vehículo.**

Podría utilizarse un sensor óptico que detecte el movimiento del vehículo en el interior del garaje o bien un final de carrera mecánico en la puerta una vez que esté abierta. Claro que, en esta última opción deberá ser considerado que al salir del garaje también se activará dicho final de carrera por lo que sería necesario un temporizador.

***b)* Uno de los mecanismos de seguridad de un ascensor es impedir el movimiento hasta que las puertas estén completamente cerradas; se desea lograr esto mediante un transductor.**

Un transductor de tipo final de carrera mecánico.

***c)* Se tiene un depósito de líquido al que no es posible incorporar un sensor de nivel. Para monitorizar el nivel, se coloca un transductor adherido a la pared lateral, de modo que indique cuándo el nivel es demasiado bajo.**

Será necesario un sensor de proximidad capacitivo que detecte cuando el nivel del líquido baja por debajo de su ubicación, es decir, cuando el sensor no detecte líquido se entenderá nivel bajo.

***d)* En una cocina de última generación, se quiere detectar la presencia de una sartén u olla sobre ella para evitar encender fuegos donde no se vaya a cocinar nada.**

Un sensor inductivo sensible a materiales metálicos será capaz de detectar la presencia de una sartén u olla.

**3> Tras la deformación, una galga extensométrica de resistencia nominal 5 000 Ω y factor de galga 2,5, pasa a tener 5018,9 Ω. ¿Cuál es la deformación unitaria experimentada por el material? En el caso de ser una pletina de acero de módulo de elasticidad *E* = 220 000 N/mm2 y que sea sometida a tracción, ¿cuál será la tensión experimentada? Si la sección de la barra es de 30 mm2, ¿cuál será la fuerza de tracción? Si la longitud de la barra es de 3 m, ¿cuál será su longitud tras la deformación?**

**4> Se ha implementado un circuito eléctrico con varias resistencias PTC *(Positive Temperature Coefficent)* conectadas en paralelo que ha sido utilizado para detectar el nivel de líquido de un depósito al aire libre. ¿Podrías explicar el principio de funcionamiento de este sensor de nivel?**

La resistencia PTC varia el valor de su resistencia inversamente con el aumento la temperatura, es decir, a mayor temperatura, menor resistencia. Por esta razón, cuando el nivel de líquido (que estará a distinta temperatura que el aire) varíe en el depósito, la resistencia del sensor también lo hará.

**5> Se pretende fabricar un horno convencional en el cual se incorpora un medidor de temperatura. El presupuesto para incorporar dicho medidor es ajustado, pero se desea la mayor efectividad posible. ¿Cuál de los transductores de temperatura estudiados consideras el más apropiado para tal aplicación? Justifica tu respuesta.**

Opciones de transductores descartadas:

* Los pirómetros de radiación quedan descartados debido a su alto coste económico en comparación con otras soluciones disponibles.
* El rango de medición de temperatura de los termistores puede quedar corto para este tipo de aplicación.

Opciones aceptables:

Las termorresistencias son una opción factible, ya que la medición de la variación de su resistencia en función de la temperatura no es un parámetro difícil de controlar.

El termopar, concretamente cobre-constantán, es ideal para el rango de temperaturas a las que trabaja un horno convencional. Además, estos elementos resisten a la corrosión generada por posibles vapores en el interior del horno por lo que suponen la solución ideal.

**6> Busca una aplicación de un sistema de medición de velocidad óptico y coméntala.**

Actualmente, en los coches, e incluso los trenes, se instala un elemento llamado rueda fónica que consiste en una rueda dentada. Un sensor óptico cuenta los dientes de dicha rueda dentada para calcular la velocidad lineal del vehículo.

**7> En un laboratorio, se está intentando alcanzar presión de vacío en el interior de una esfera de gran diámetro. Se necesita conocer, de manera muy precisa, la presión del interior. ¿Es posible utilizar un manómetro de columna de líquido? ¿Y un manómetro mecánico de fuelle?**

Un manómetro de columna de líquido compararía la presión atmosférica de la habitación con la del interior de la esfera. En un determinado momento, la presión en la esfera caerá tanto que el líquido será succionado y la esfera perderá volverá a la presión de la habitación.

El manómetro mecánico muestra una presión relativa a la presión de la habitación donde se encuentra instalado, por esta razón no es un elemento apropiado para medir presiones muy bajas.

**8> Se desea construir un panel solar de manera que almacene energía a través de la luz que incide sobre él; las resistencias LDR y los fotodiodos son elementos que varían sus propiedades eléctricas frente a la incidencia de la luz. ¿Cuál de los dos elementos es el más apropiado? ¿Por qué?**

Los fotodiodos generan una corriente eléctrica proporcional a la cantidad de luz que reciben. Esta corriente eléctrica podrá ser almacenada en baterías o consumida directamente.

**9> En un sistema de control de volumen de un equipo de música se introduce manualmente el volumen deseado y, a través de un micrófono, el quipo regula la señal que llega al amplificador. ¿Qué debe ocurrir dentro del comparador que envía la señal al amplificador?**

El comparador recibirá, por un lado, la señal eléctrica del potenciómetro selector de volumen y, por otro lado, la señal eléctrica del micrófono. Las señales deberán ser equivalentes para poder compararse. Para ello, al menos una de las dos señales deberá ser amplificada y obtener así un escalado comparable entre ellas. Una vez las señales sean equivalentes, podrán restarse para calcular el error y generar una señal de corrección al equipo amplificador.

**10> Los relés son componentes de circuitos eléctricos muy utilizados en la actualidad. Estos elementos permiten actuar sobre un circuito eléctrico a través de su contacto —o sus contactos— en función de una señal de entrada. Dicha señal es la alimentación eléctrica de su bobina, que accionará su mecanismo de cierre interno (ver Figura 10.43 en la página anterior). Nombra tres aplicaciones que encuentres o se te ocurran donde se pueda instalar un relé.**

* Cuando se acciona el contacto del coche, se genera una señal eléctrica hacia varios relés que conectarán también sus equipos asociados como, por ejemplo, la bomba de combustible. Este tipo de aplicación de relés puede considerarse repetición de señales, ya que desde una única entrada (contacto) podemos generar muchas señales de activación.
* En algunos equipos de música profesionales, cuando se selecciona un nuevo canal de salida, la señal de cambio de canal se envía a un relé encargado de desconectar la salida actual y conectar la nueva mediante el accionamiento de sus contactos.
* En muchas ocasiones, existen circuitos de potencia y de mando dentro de un sistema. Colocar, por ejemplo, un interruptor en una línea de A.T. podría provocar que el interruptor se cortocircuite debido a la generación de arcos, o que simplemente la corriente que atraviesa sus contactos los funda. Para solucionar esto, el mencionado interruptor será el encargado de alimentar la bobina del relé con una tensión segura, mientras que el relé accionará sus contactos en el circuito de A.T.

**11> Se tiene un amplificador operacional con el que se pretende conseguir una amplificación igual a 2, es decir, duplicar el valor de entrada a la salida, y, además, cambiar el signo de la salida con respecto a la entrada. Para ello, se sabe que la resistencia *R*2 vale 900 ohmios y que las corrientes que atraviesan *R*1 y *R*2 son idénticas. Determina el valor de *R*1.**

Se sabe que:

Por tanto:

**12> Se ha montado un amplificador operacional para utilizarlo como comparador entre dos señales. Para verificar su funcionamiento, se han introducido dos señales distintas conocidas, siendo *V* = 5*V*1 y *V* = 12*V*2. Aun así, el resultado a la salida del operacional ha sido *V*0= 2, por lo que sabemos que hay fallos en el diseño. Si se sabe que:**

****

***a)* Calcula el valor erróneo de *R*4.**

Si:

Sabiendo que:

Sustituyendo lo valores:

***b)* Calcula de nuevo el valor de *R*4 teórico para que el amplificador operacional realice correctamente la función de comparación.**

Para resolver este apartado únicamente tenemos que aplicar la hipótesis de que el comparador funcionando correctamente debería dar una señal , por lo que:

Por tanto:

# AUTOEVALUACIÓN

**1. Un captador es:**

***a)* Un comparador.**

***b)* Un elemento que capta la señal y la adapta para que sea manipulada por el sistema.**

***c)* Un elemento que reacciona ante una determinada señal.**

***d)* Un elemento que transforma la señal.**

Solución: d)

**2. Un interruptor final de carrera es:**

***a)* Un captador.**

***b)* Un transductor.**

***c)* Depende de dónde esté situado.**

***d)* Un actuador.**

Solución: a)

**3. Un detector de posición inductivo:**

***a)* Utiliza un campo eléctrico.**

***b)* Actúa mediante un sistema mecánico.**

***c)* Utiliza un campo magnético.**

***d)* Mide el desplazamiento angular.**

Solución: c)

**4. ¿Qué tipo de detector emplearías para detectar cereal?**

***a)* Inductivo.**

***b)* Capacitivo.**

***c)* Final de carrera.**

***d)* Sensor óptico.**

Solución: b)

**5. ¿Qué tipo de sensor permite detectar objetos hasta 200 mm?**

***a)* Óptico.**

***b)* Inductivo.**

***c)* Capacitivo.**

***d)* Piezoeléctrico.**

Solución: c)

**6. Un *encoder* es:**

***a)* Un sensor para medir temperatura.**

***b)* Un sensor para detectar la posición angular.**

***c)* Un sensor para medir grandes temperaturas.**

***d)* Un sensor piezoeléctrico.**

Solución: b)

**7. Un tacómetro es:**

***a)* Un instrumento que indica la velocidad de una máquina.**

***b)* Un instrumento que mide desviaciones angulares.**

***c)* Un medidor de presión.**

***d)* Un medidor de temperatura.**

Solución: a)

**8. El principio de funcionamiento de una termorresistencia es:**

***a)* La variación de la resistencia en un semiconductor en función de la temperatura.**

***b)* La variación de la resistencia en un conductor en función de la temperatura.**

***c)* La creación de un campo magnético variable.**

***d)* La creación de una FEM.**

Solución: a)

**9. El principio de funcionamiento de un termistor es:**

***a)* La variación de la resistencia en un semiconductor en función de la temperatura.**

***b)* La creación de una FEM por la unión de dos metales.**

***c)* La creación de un campo eléctrico.**

***d)* La variación de la resistencia en un conductor.**

Solución: a)

**10. La amplificación del amplificador operacional funcionando como inversor depende de:**

***a)* Las características internas del amplificador.**

***b)* La tensión que se aplica a la entrada.**

***c)* Las resistencias exteriores.**

***d)* La intensidad que pasa al operacional por las entradas.**

Solución: c)

**11. ¿Qué significan las siglas LDR?**

***a) Light Domotic Resistor.***

***b) Light Dependent Resistor.***

***c) Light Domotic Resistance.***

***d) Light Dependent Resistance.***

Solución: b)

**12. ¿Cuál es la magnitud del Sistema Internacional para medir la intensidad luminosa?**

***a)* Amperio.**

***b)* Radián.**

***c)* Candela.**

***d)* Luminiscencia.**

Solución: c)

**13. ¿Cuál de los siguientes sensores *no* es de posición?**

***a)* Final de carrera.**

***b)* Detector de proximidad.**

***c)* Tacómetro.**

***d)* Detector lineal.**

Solución: c)

**14. ¿Qué tipo de elementos puede detectar un sensor de proximidad capacitivo?**

***a)* Líquidos.**

***b)* Objetos metálicos.**

***c)* Sustancias en polvo o grano.**

***d)* Todas las respuestas anteriores son correctas.**

Solución: d)

# Actividades finales

**1. Un sistema de medida de la temperatura para un horno de cocinar precisa representar la temperatura en tres *displays,* en el rango de 50 °C a 250 °C a intervalos de 5 en 5 grados. ¿Cuál debe ser el número mínimo de bits a emplear en un conversor analógico-digital? ¿Cuál sería en un intervalo nuevo de medida? ¿Qué precisión podemos obtener si el conversor es de 16 bits?**

El número de intervalos de 5 en 5 desde 50 a 250 °C es:

El número de bits se obtiene pasando a 40 a binario o bien observando que con 6 bit se hacen 64 (26) combinaciones y con 5 solamente 32. Por tanto, hacen falta 6 bits.

Al aumentar el número de bits podemos ampliar el intervalo de medida a 5 · 64 = 320 °C, con lo que mediremos de 50 a 370 °C (si el resto de elementos lo permite).

Como 216=65536, la precisión puede llegar a:

**2. A un depósito cilíndrico semejante al de la siguiente figura se le coloca un medidor de nivel lineal como el que hemos visto en las Figuras 10.4 y 10.5. Realiza las correspondientes marcas de graduación en el voltímetro con el fin de visualizar el volumen de líquido en escala de 1/10 del volumen total. Toma como zona de visualización un arco de 5 cm de radio y 100° de amplitud. Las medidas del depósito son: diámetro interior, 3 m; altura útil, 6 m.**

****

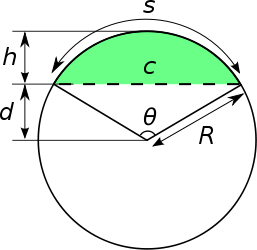
En este caso el volumen es proporcional a la altura *V = S·h,* pues el área de la base es constante.

Por tanto, la respuesta lineal del medidor se adecua perfectamente a la magnitud a medir y no hay más que dividir el área del voltímetro en 10 intervalos idénticos (11 marcas) de 0 a 1 de 1/10 en 1/10.

**3. Vuelve a realizar la misma medición del ejercicio anterior sobre un depósito de iguales características, pero que está tumbado.**

****

Ahora el volumen es proporcional al área de la base, pero dicha área varía con la altura de fluido de una forma no lineal y, por lo tanto, las marcas no pueden ser espaciadas de forma uniforme. A la vista de la figura debemos calcular el área de la zona indicada por la altura de fluido. Una vez que superemos media circunferencia el proceso es simétrico. Por tanto, es suficiente hacer los cinco primeros intervalos y luego los otros se hacen de forma simétrica. El volumen será el área sobre el círculo dada por la altura multiplicada por la longitud del cilindro (dato que no haría falta utilizar si se marca el máximo y mínimo).



Se sabe que el área de un segmento circular es igual a:

Nos interesa expresar la fórmula del área en función de la altura, por lo que podemos relacionar con *h*. Mediante las leyes de la trigonometría es posible obtener:

Por tanto:

Puesto que conocemos el valor del área en la mitad del depósito:

Si se divide el área total de la base entre las 10 divisiones deseadas, se obtendrán un total de 11 marcas que las separarán:

Marca 1:

Marca 2:

Marca 3:

Marca 4:

Marca 5:

Marca 6:

Marca 7:

Marca 8:

Marca 9:

Marca 10:

Marca 11:

Ahora es necesario despejar el valor de *h* para cada valor de *A*. Es posible realizar este cálculo de manera precisa realizando aproximaciones con la calculadora.

Los resultados obtenidos son:

Marca 1:

Marca 2:

Marca 3:

Marca 4:

Marca 5:

Marca 6:

Como el resto de la base es simétrica:

Marca 7:

Marca 8:

Marca 9:

Marca 10:

Marca 11:

En el sector de 100° corresponderán las siguientes lecturas:

Marca 1:

Marca 2:

Marca 3:

Marca 4:

Marca 5:

Marca 6:

Marca 7:

Marca 8:

Marca 9:

Marca 10:

Marca 11:

Así, las marcas sobre el sector son, aproximadamente:

****

**Nota:** El problema anterior se puede resolver de forma que la visualización sea aparentemente lineal. Para ello no hay más que preparar un potenciómetro al efecto, colocando más cantidad de hilo en unas zonas que en otras para adaptarse a la forma de variación de la función a medir. En este caso, el potenciómetro utilizado como repuesto es específico de la forma del depósito, en el tratado como ejemplo lo sería el indicador. Por supuesto, con la digitalización se acaba el problema, pues se puede programar la indicación que debe dar el visualizador en función de la entrada.

**4. Para medir los pequeños desplazamientos se pueden emplear dos reglas resistivas que presentan las características siguientes:**

**• Regla *A*: medida máxima: 50 mm alimentada a 10 V.**

**• Regla *B*: medida máxima: 60 mm alimentada a 5 V.**

**Vamos a medir solamente un desplazamiento máximo de 45 mm. Si ambas tuvieran el mismo precio, ¿qué regla elegirías, atendiendo nada más que a la sensibilidad?**

En principio, la que tiene menos longitud y más voltaje parece que da un margen mayor para graduar la escala. Sin embargo, puede tener otros problemas, como el calentamiento de la resistencia (que hace variar la resistencia) o la histéresis.

**5. En el caso anterior, la regla *A* tiene una histéresis de 0,05 % y la regla *B* de 0,02 %. ¿Cuál de ellas presenta menor diferencia absoluta?**

En la longitud total:

Regla A:

Regla B:

Se elige la segunda por esta característica.

**6. Para detectar el paso de piezas de madera en una cinta transportadora, ¿emplearás detectores de proximidad inductivos o capacitivos?**

Para los objetos no metálicos deben emplearse los capacitivos, ya que los inductivos no son capaces de detectar objetos de estas características.

**7. Para medir deformaciones en un ensayo de tracción de una chapa se pega a ella una galga extensométrica de resistencia nominal 5 000 Ω y un factor de galga de 2,5. La chapa del acero tiene unas medidas de 25°x1 mm2 y un módulo de elasticidad de 220 000 N/mm2, siendo la fuerza de tracción de 500 kp. ¿Cuál será la nueva resistencia de la galga?**

La deformación unitaria es:

La nueva resistencia será:

Debemos observar en el ejemplo cómo estas galgas pueden emplearse indirectamente para conocer la fuerza (si se saben bien las constantes del material). Además, el cambio de resistencia debe ser medido por algún método.

**8. Si la galga del ejercicio anterior recibe una tensión de 2 V, indica las lecturas de un amperímetro en reposo y con carga.**

Aplicamos la ley de Ohm (*I* = *V/R*).

Lectura en reposo: *I* = 2/5 000 = 0,0004 A = 0,4 mA

Lectura en con carga: *I* = 2/5011,125 = 0,00004 A = 0,40 mA

**9. La misma galga anterior pasa a tener una resistencia 5 010 Ω. ¿Cuál ha sido la deformación unitaria experimentada por el material? ¿Qué fuerza de tracción se le ha aplicado si la sección era de 25?**

Como sabemos que:

Entonces:

y:

**10. Utilizamos una termorresistencia para medir la temperatura de un horno de cocina. El puente de Wheatstone que mide la temperatura a través de la resistencia variable consta de dos resistencias *R*2 = *R*3 = 100 Ω, acompañadas de una tolerancia. Queremos determinar el coeficiente de temperatura, para lo que lo introducimos en un horno a 200 °C, tras lo cual la resistencia de control del puente *R*1 marca 95 Ω. Si la resistencia nominal de la termorresistencia *R*x es de 100 Ω, ¿cuál es el coeficiente de temperatura? ¿Y su tolerancia?**

La resistencia incógnita es:

Para calcular el coeficiente:

Como no se facilitan los datos de la tolerancia de las resistencias empleadas en el puente de medida, no se puede dar un valor numérico de la tolerancia, pero sí indicar su cálculo.

Las resistencias, como todos los elementos fabricados, tienen un valor máximo y otro mínimo.

El la fórmula obtenida para calcular *Rx,* hallaremos su valor máximo sustituyendo los valores máximos de *R*2 y *R*3 en el numerador y el valor mínimo de *R*1 en el denominador. Para calcular su valor mínimo se sustituyen los valores mínimos de *R*1 y *R*3 en el numerador y el valor máximo de *R*1 en el denominador. La diferencia entre los valores máximos y mínimo es la tolerancia de la resistencia. En el caso del coeficiente no se pueden cruzar los valores máximos y mínimos (para el valor inicial son los indicados por el fabricante), pues se comprende que una vez tomada la termorresistencia ésta se introduce en el horno. Así, colocamos los dos máximos y los dos mínimos.

**11. La resistencia anterior se coloca en un horno y se alimenta con una tensión de 10 V, midiendo la temperatura a través de un amperímetro. Indica la lectura del amperímetro para una temperatura de 150 °C. Si la lectura es de 0,08 A, ¿cuál es la temperatura? ¿Qué indicará el amperímetro cuando la temperatura sea de 180 °C?**

La nueva resistencia es: *R* = 100 (1+0,000263·150) = 103,945 

Por tanto, el amperímetro marcará:

Tomamos los valores para calcular ahora la temperatura:

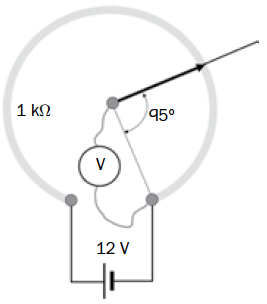
Entonces: 125  = 100 (1+0,000263 · *T*) y despejando *T:*

*T* = 950,6 °C

Sustituimos en la fórmula para obtener la resistencia: *R* = 100 (1 + 0,000263 · 180) = 104,734 

y así podemos obtener la medida del amperímetro:

**12. Para medir ángulos sin excesiva precisión se utiliza un potenciómetro (reóstato) semejante al de la figura. ¿Cuál será la indicación del voltímetro en la posición mostrada?**

****

Una simple regla de tres o una proporcionalidad nos resuelve el problema. También consideramos que las dos tomas de corriente están próximas y el ángulo completo son 360° (en otro caso habría que conocer este dato del fabricante).

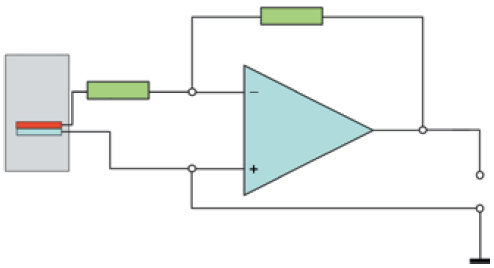
**13. Se ha implementado un circuito eléctrico con varias resistencias PTC *(Positive Temperature Coefficent)* conectadas en paralelo que ha sido utilizado para detectar el nivel de líquido de un depósito al aire libre. ¿Podrías explicar el principio de funcionamiento de este sensor de nivel?**

La resistencia PTC varia el valor de su resistencia inversamente con el aumento la temperatura, es decir, a mayor temperatura, menor resistencia. Por esta razón, cuando el nivel de líquido (que estará a distinta temperatura que el aire) varíe en el depósito, la resistencia del sensor también lo hará. De este modo es posible conocer variaciones en el nivel de líquido del depósito.

**14. Se ha implementado un circuito eléctrico con varias resistencias PTC *(Positive Temperature Coefficent)* conectadas en paralelo que ha sido utilizado para detectar el nivel de líquido de un depósito al aire libre. ¿Podrías explicar el principio de funcionamiento de este sensor de nivel?**

La resistencia PTC varia el valor de su resistencia inversamente con el aumento la temperatura, es decir, a mayor temperatura, menor resistencia. Por esta razón, cuando el nivel de líquido (que estará a distinta temperatura que el aire) varíe en el depósito, la resistencia del sensor también lo hará. De este modo es posible conocer variaciones en el nivel de líquido del depósito.

**15. En un circuito amplificador como el de la imagen, se ha colocado un termopar que, a una determinada temperatura, facilita una tensión de 15 mV. ¿Cuál será la lectura del voltímetro?**

****

En el circuito del enunciado faltan los valores de las resistencias, que son 0,5 k y 150 k. En la siguiente figura se incluyen sobre la representación gráfica para su resolución.



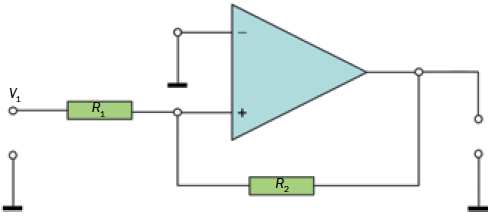
En todo amplificador operacional podemos decir que:

Como sabemos que el terminal + está conectado a masa:

Por esta razón, en se disipan 0,015 V

Dado que la intensidad de entrada al operacional es siempre 0:

**16. Utilizando las propiedades del amplificador operacional ideal y la ley de Ohm, calcula la amplificación del montaje de la figura. ¿Qué ventaja e inconveniente encuentras respecto al montaje del ejercicio anterior?**

****

En todo amplificador operacional podemos decir que:

Sabemos que la entrada - está conectada a masa, por lo que:

Gracias a esto podemos decir que la tensión en el punto de conexión entre las dos resistencias es cero y por tanto:

Si la suma de las corrientes que entran a un nudo es nula, suponemos que e entran se obtiene que son iguales y circulan en el mismo sentido. Por tanto, la corriente que atraviesa el circuito es *I*.

La clara ventaja de este circuito es la no inversión de la salida.

**17. Se pretende diseñar un sistema de refrigeración líquida para un ordenador convencional. Este sistema operará una electroválvula que permitirá el paso de líquido refrigerante cuando se alcance una determinada temperatura. Para conseguir esto, se desea recibir una señal de 5 V en la bobina de la electroválvula cuando se superen los 50 °C y 0 V para el resto de temperaturas. Contesta a lo siguiente:**

***a)* ¿Qué elemento citado en la unidad se asemeja funcionalmente a una electroválvula? ¿Qué diferencias observas entre estos elementos?**

Una electroválvula recibe alimentación en su bobina para cerrar o abrir el caudal de un fluido en un circuito hidráulico o neumático. El relé realiza una función muy similar en un circuito eléctrico, dependiendo siempre de la disposición por defecto de sus contactos. La principal diferencia es que el relé dispone de varios contactos, permitiendo el flujo de corriente eléctrica en varios conductos. Esta característica no es compartida con la electroválvula.

***b)* Sin realizar cálculos numéricos, explica cómo diseñarías el circuito eléctrico y qué elementos de los mencionados en la unidad utilizarías.**

En primer lugar, será necesario un sensor de temperatura. Uno de los sensores de temperatura más apropiados será el termistor PTC. Este termistor, presentará una resistencia muy baja cuando la temperatura del ordenador alcance los 50 °C. Dado que el sensor de temperatura proporcionará una salida analógica, será necesario un circuito de conversión analógico-digital que sea capaz de proporcionar un 1 (5V) a la salida cuando su entrada supere un determinado valor. El valor de su entrada será generado por la salida del termistor PTC conectado a un amplificador operacional.

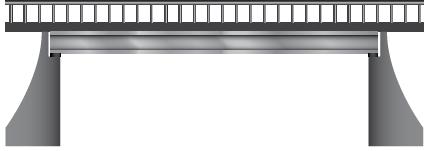
**18. Una viga de un puente como el de la fura mide sin deformarse 50 m. Tras finalizar las obras de construcción de dicho puente, se ha realizado un experimento para determinar su nivel de deformación frente a la carga. Para llevar a cabo este experimento se ha colocado una galga extensiométrica cuyas características son las siguientes:**

**• Factor de sensibilidad = 1,9.**

**• Anchura de la galga = 10 mm.**

**• Espesor de la galga = 2 mm.**

**• Resistencia sin deformar = 8 500 Ω.**

****

**La viga donde se ha colocado la galga extensiométrica anterior es de acero y, tras cargar el puente con la máxima posible, se ha realizado una lectura de la resistencia de la galga, obteniéndose un resultado de 8 645. A partir de estos datos, responde a lo siguiente:**

***a)* Teniendo en cuenta el modo de operación de las galgas extensiométricas, ¿en qué parte de la viga colocarías la galga, suponiendo que es totalmente accesible?**

Dado que la viga se deformará por flexión, la galga deberá ir colocada en su cara interior de manera longitudinal ya que, de lo contrario, la cara superior estará sometida a compresión y los resultados del experimento no serán válidos.

***b)* Calcula la deformación unitaria de la viga.**

Despejando :

***c)* Calcula la carga expresada en N a la que está sometida la viga.**

La definición de deformación unitaria viene dada por:

Conocido el módulo de elasticidad del acero E = 220 000 N/

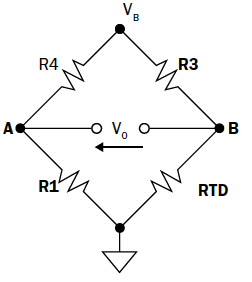
Resultando:

***d)* Calcula la deformación total de la viga.**

La deformación total de la viga vendrá dada por la expresión:

Nota: La solución a este apartado es válida siempre que se suponga que la deformación unitaria de la galga corresponde con la deformación unitaria longitudinal de la viga.

**19. En una sauna seca se ha instalado un sensor de temperatura para monitorizar el valor de la misma. A tal fin, se ha utilizado un puente de Wheatstone como el de la figura.**

****

**Se sabe que el puente está alimentado con tensión continua a 10 V. Este puente cuenta con una resistencia variable sensible a la temperatura, cuya resistencia viene dada por:**

****

**El valor del parámetro a en este caso será de 0,00385. También se conocen los valores de las resistencias *R*1 = 1 000 Ω, *R*3 = 1 000 Ω y *R*4 = 100 Ω.**

**La sauna funcionará adecuadamente cuando su temperatura interior sea de 65 °C. Para esta temperatura, calcula lo siguiente:**

***a)* Valor de la resistencia variable cuando la sauna está a temperatura de trabajo.**

El valor de la resistencia variable a la temperatura de trabajo será:

***b)* Valor de la tensión en el nudo *A*.**

***c)* Valor de la tensión en el nudo *B*.**

***d)* Valor de la tensión de salida.**