

USO DE POTENCIÓMETROS BASADOS EN PISTA DE PLÁSTICO CONDUCTOR.

1.- GENERALIDADES

La tendencia a la digitalización en el campo de la ingeniería de automatización continúa sin cesar. Sin embargo, existen todavía muchas aplicaciones para las que aún se requieren señales analógicas. Un ejemplo típico sería la medida de posición en los sistemas de control de posición como los utilizados en las máquinas de moldeo por inyección en la industria del plástico, prensas hidráulicas, máquinas-herramienta, dispositivos de manipulación automáticos y muchos más. Estos dispositivos permiten una medición sencilla y fiable de los movimientos lineales o angulares.

Siempre que se observen una serie de criterios básicos a la hora de utilizar este tipo de transductores, los potenciómetros con pista de plástico conductor operan con un alto nivel de precisión y fiabilidad, incluso en condiciones ambientales difíciles. Son incluso adecuados para el uso en atmósferas potencialmente explosivas: al ser elementos pasivos, una simple barrera Zener es suficiente como medida de protección. Al entregar señales absolutas de tensión analógica en función de la posición también permiten un sencillo procesamiento de la señal a posteriori, ya que tras un corte de energía, no requieren de una rutina de búsqueda del cero, ni se producen retrasos de procesamiento o de fase, ni siquiera cuando se trabaja a altas velocidades de desplazamiento.

2.- IMPORTANTE: EL CONEXIONADO CORRECTO.

Para beneficiarse plenamente de las prestaciones y ventajas de estos dispositivos en la aplicación práctica, hay que tener en cuenta unos criterios básicos durante la instalación, ya que un conexionado incorrecto puede dar lugar a problemas importantes, y no nos referimos a un simple error de polaridad.

Tanto la temperatura como la humedad pueden, por ejemplo, afectar considerablemente a la resistencia nominal del elemento

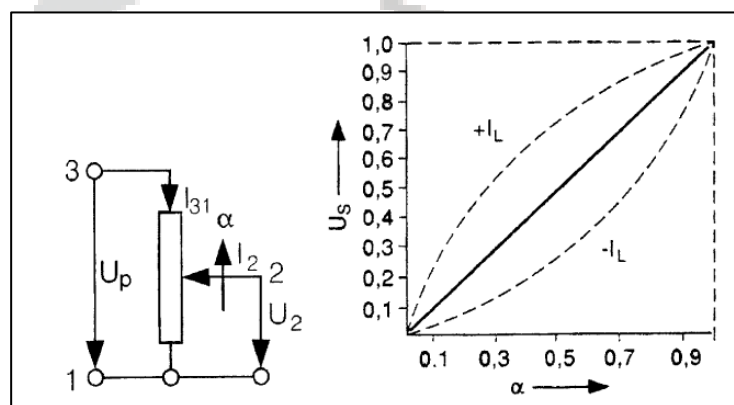


Fig. 1. Variación de la curva característica en función de la corriente a través de la escobilla.

resistivo. Sin embargo, evitar esta situación es una cuestión relativamente sencilla que no requiere recursos muy complejos. Para asegurar que valores como linealidad, resolución, vida de servicio, resistencia a vibración, o que los coeficientes de temperatura cumplan con lo especificado, es importante tener en cuenta cuando se conectan los potenciómetros que estos no deben funcionar como resistencias variables, sino como divisores de tensión sin carga a través del cursor (escobillas). Incluso las corrientes más bajas a través de este elemento pueden perjudicar la linealidad del potenciómetro considerablemente (Fig. 1). Por esta razón, la tensión entregada por el cursor debe

ser recogida, sin resistencias de carga, por un amplificador operacional funcionando como un "buffer" (Fig. 2). De esta forma, la resistencia de contacto de la escobilla no ejerce ninguna influencia. Por otra parte, en caso de fluctuaciones de temperatura, la resistencia del potenciómetro cambia de igual forma antes del punto de contacto como después, con lo que la tensión medida permanece prácticamente invariable (en este caso sólo influye el coeficiente de temperatura de la relación del divisor de tensión, que es extremadamente bajo). Lo mismo se aplica para el efecto de la humedad.

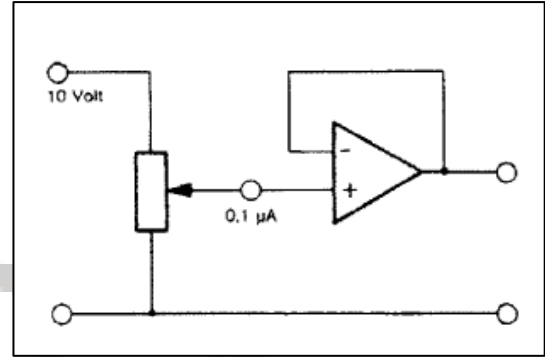


Fig. 2: Modelo de circuito para captura de la señal.

En definitiva, es fundamental conectar los tres terminales del potenciómetro y asegurarnos de que la impedancia de entrada del circuito de procesado de la señal (allí donde conectamos el cursor), sea suficientemente elevada (la corriente debe ser del orden de $1 \mu\text{A}$).

3.- AJUSTE DEL RANGO DE MEDICIÓN Y DEL PUNTO CERO.

Ignorando estas cuestiones, será imposible obtener resultados precisos en la medición con potenciómetros de pista de plástico conductor. Por ejemplo, no es adecuado conectar una resistencia variable en serie con el potenciómetro para ajustar su rango (Fig. 3a). Dada la susceptibilidad a las variaciones de humedad y temperatura de este nuevo elemento, las características de todo el circuito se pueden deteriorar considerablemente. Si, por el contrario, la resistencia variable se monta también en configuración de divisor de tensión sin resistencia de carga, es posible eliminar dichas restricciones (Fig. 3b). Además, de esta forma la tensión en los terminales del potenciómetro de plástico conductor permanece constante incluso en caso de fluctuaciones de humedad o temperatura.

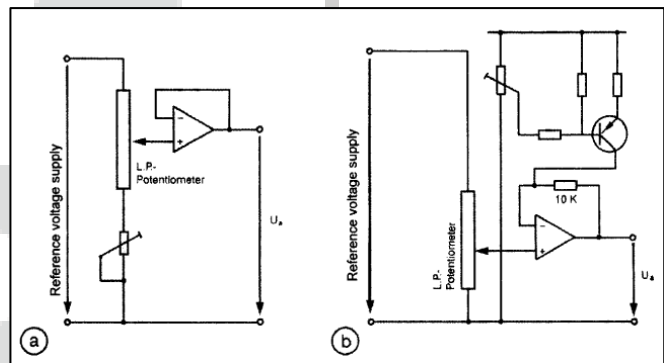


Fig. 3: Circuitos para ajuste del rango:
 a) No adecuado: introduce errores por temperatura y humedad.
 b) Configuración idónea para el ajuste de rango.

Del mismo modo, hay que tener en cuenta también que una resistencia conectada en serie para el ajuste del punto inicial puede ejercer un efecto indeseado sobre la exactitud del potenciómetro en el caso de fluctuaciones de temperatura o humedad (Fig. 4a). Por esta razón, en este caso también el potenciómetro de ajuste no debe ser utilizado como una resistencia en serie. En lugar de ello, es

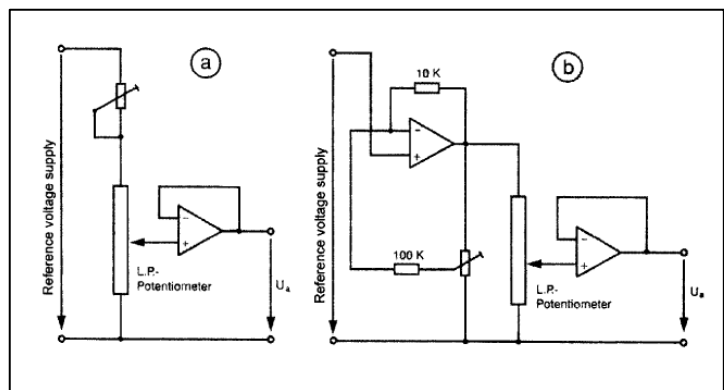


Fig. 4: Establecimiento del punto inicial en un divisor de tensión:
 a) Circuito susceptible a las variaciones ambientales.
 b) Configuración idónea del circuito.

aconsejable establecer el punto cero usando una corriente inyectada en la rama de realimentación negativa del transformador de impedancia (Fig. 4b). Con esta configuración de circuito, los cambios de temperatura o humedad no provocan cambios de potencial o rango en el potenciómetro de plástico conductor, logrando así preservar sus especificaciones.

4.- DISEÑO.

Para asegurar un funcionamiento preciso de los potenciómetros basados en pista de plástico conductor, hay otros factores más allá de la simple configuración adecuada del cableado eléctrico y que desempeñan un papel importante. La experiencia nos ha demostrado que las características del elemento resistivo propiamente dicho no siempre coinciden con los del potenciómetro completo. Si el elemento resistivo no está instalado de manera adecuada en una carcasa, por ejemplo, los efectos de la temperatura y la humedad se pueden multiplicar infinitamente bajo ciertas circunstancias. La razón de esto es que en condiciones de alta humedad o calor, los componentes de plástico o metal y los rodamientos de bolas (vitales para el correcto funcionamiento del potenciómetro) pueden llegar a alterarse hasta tal punto que eclipsen completamente el efecto de los coeficientes de temperatura y humedad del divisor de tensión, resultando éstos prácticamente despreciables.

Hagamos unos cálculos como ejemplo: El elemento resistivo de un potenciómetro de precisión de plástico conductor con un diámetro de 50 mm tiene una longitud de pista de, por ejemplo, 100 mm. Hemos escogido uno con un coeficiente de no linealidad de tan sólo 0,01%; así pues de forma consecuente, la precisión del mecanismo también deberá estar por debajo de ese 0,01%, es decir, $100 \text{ mm} / 10^4 = 10 \text{ micras}$. Con un coeficiente de temperatura y humedad de $\pm 2 \text{ ppm}$, el elemento resistivo es capaz de garantizar la tolerancia especificada dentro de un orden de 10^{-4} en caso de variaciones de temperatura o de humedad, pero esto no es necesariamente cierto para el caso del mecanismo, a la vista de los cálculos anteriores.

Mediante el empleo de un diseño mecánico adecuado, sin embargo, es posible eliminar casi por completo los efectos de influencias externas debidas al mecanismo. La compañía Novotechnik, por ejemplo, presta especial atención en el diseño de sus potenciómetros para que las características de los elementos estructurales garanticen la mínima alteración posible de las características del elemento resistivo y de la relación del divisor de tensión. Las comprobaciones realizadas sobre los dispositivos terminados han demostrado que con un buen diseño y la adecuada calidad de fabricación de los elementos mecánicos, los bajos coeficientes de temperatura y humedad conseguidos en los elementos resistivos prevalecen después del montaje. Es esta característica la que permite a los dispositivos operar con precisión milimétrica en un amplio rango de temperaturas de funcionamiento de -30 ° C a $+100 \text{ ° C}$.

En Novotechnik se presta también una especial atención a garantizar un bajo ruido de funcionamiento: el elemento de resistencia en sí se compone de un soporte reforzado de fibra de vidrio, recubierto con plástico conductor. Algunos elementos cuentan con un acabado pulido “a espejo” cuya rugosidad es de sólo 0,25 micras, lo que es menor que la longitud de onda de la luz visible. Como resultado, la fricción y el desgaste se reducen a un mínimo. La escobilla doble, configurada en una disposición antiparalela, es por lo tanto capaz de “recoger” la señal de salida por

completo, sin rebotes, incluso operando a velocidades de hasta 10 m/seg. Como resultado de estos detalles de diseño cuidadosamente estudiados en función de la configuración y aplicación, estos potenciómetros basados en pista de plástico conductor ofrecen de una vida media de hasta 100 millones de ciclos. Las aplicaciones para las que se pueden utilizar estos potenciómetros tan versátiles son prácticamente infinitas, particularmente por su gran facilidad de montaje.

5.- MONTAJE CORRECTO DE LOS POTENCIÓMETROS ROTATIVOS.

Al montar potenciómetros rotativos, deben observarse ciertas reglas básicas, ya que aquí un acoplamiento mecánico incorrecto puede generar errores sustanciales. El acoplamiento no concéntrico del eje de un potenciómetro rotativo siempre se traduce en un error de linealidad. Cuanto menor sea la longitud media del recorrido del potenciómetro en relación con el error de concentricidad, mayor será este error. El error relativo máximo resultante F es:

$$F = S_m / S_b$$

donde S_b es la longitud de la trayectoria eléctrica efectiva, y S_m es la media del desplazamiento. Esto se ilustra mejor con un ejemplo práctico: Un potenciómetro giratorio tiene una longitud media de camino de 50 mm. Con una media de desplazamiento de 0,1 mm, de acuerdo con la fórmula anterior se introduce un error de linealidad de $F = 0,1 \text{ mm} / 50 \text{ mm} = 0,002$ o sea, del 0,2%.

Por este motivo, y en interés de la precisión, se debe poner especial atención en minimizar la desviación en el centrado del eje cuando se acopla mecánicamente un potenciómetro rotativo. El empleo de un acoplamiento de eje rígido en conjunción con un montaje "flotante" de la carcasa ha demostrado ser particularmente eficiente en este sentido.

6.- RESUMEN.

En definitiva, los puntos clave a observar en el uso y montaje de un potenciómetro basado en pista de plástico conductor son:

- a) Conectar siempre los dispositivos como divisores de tensión, nunca como resistencias variables (siempre 3 hilos, nunca sólo 2).
- b) Verificar las impedancias del circuito de captura de señal: garantizar corrientes de cursor del orden de 1 μA .
- c) No utilizar nunca resistencias en serie con la resistencia del potenciómetro o su cursor.
- d) En potenciómetros rotativos, minimizar la desviación en el acoplamiento del eje al sistema.