

Los potenciómetros de pista de carbón

Descripción y curvas de respuesta angular de potenciómetros

MIGUEL CANO

El potenciómetro es el órgano de control continuo más utilizado en electrónica. Se encuentra en el panel frontal de los amplificadores de Hi-Fi en los que realiza diversas funciones: control de volumen, control de tonalidades de graves, agudos y medios, regulación de la sensibilidad de una entrada, de un nivel de micrófono, etc. También se emplea en el interior de los aparatos en otras formas distintas para permitir un ajuste permanente como, por ejemplo, el del punto de funcionamiento de una etapa de potencia final para el ajuste de la corriente de reposo.

Los potenciómetros se presentan en el mercado en una gran cantidad de tipos, modelos, precios, formas y valores, con distintas curvas de respuestas angulares, o sea resistencia en función del ángulo de rotación o del desplazamiento lineal del cursor. Afortunadamente, cuando hay que elegir un potenciómetro para un montaje, las posibilidades de elección quedarán limitadas por el proveedor o por la existencia en el fondo del cajón de componentes.

Constitución del potenciómetro

El potenciómetro es una resistencia sobre la cual se hace deslizar un cursor para dividirla en dos resistencias cuya suma de valores es constante. La resistencia está constituida por una película de carbón o un arrollamiento de hilo resistivo según el valor, la potencia, etc. deseados, o de una película de plástico conductor o de cerámica conductora (CERMET). Sobre esta resistencia se hace deslizar un cursor que establece un contacto.

El cursor puede ser sencillo (potenciómetros clásicos) o múltiple (varios cursores). En este caso, la multiplicidad de contactos permite disponer de una mejor estabilidad de la resistencia. Además, en audiofrecuencia, se reduce la distorsión debida al contacto metal/carbón.

¿Rectilíneo o rotativo?

Existen dos grandes familias de potenciómetros: los rectilíneos y los rotativos, lo que no tiene nada que ver con la forma de la variación de la resistencia.

En los años 1970, la moda en la Hi-Fi era de los potenciómetros rectilíneos. Actualmente, los rotativos parecen haberse puesto en cabeza de nuevo. El potenciómetro rotativo tiene la ventaja, sobre el rectilíneo, de permitir una regulación más fina porque, contrariamente a las apariencias, la mano controla mejor la rotación del eje de un potenciómetro que la traslación de un mando.

El potenciómetro rotativo se monta de manera muy sencilla. Para ello basta con realizar un agujero de diámetro adecuado para el árbol roscado y fijarlo con una tuerca.

(Un truco: para agujerear las carátulas frontales de plástico o de aluminio, puede utilizarse una broca helicoidal de tres puntas prevista para madera.)

Para montar un potenciómetro rectilíneo, la cosa es más complicada y, sobre todo, más larga. Hay que realizar una ranura rectangular lo bastante ancha para que la espiga del cursor no roce con los lados, y el trabajo con la lima fina no es sencillo.

Los valores preferenciales de los potenciómetros se encuentran en la serie E3, y la gama de valores empieza en 100 Ω y se extiende hasta 4,7 M Ω para los modelos corrientes de pista de grafito.

En la tabla 1 se dan los valores de la serie E3 y el código del marcaje según la publicación CEI, publicación 62. En él se utilizan las letras R, K y M según el multiplicador que interviene. Se observará la ausencia de coma en ciertos valores, en los que la letra está situada entre la primera cifra y la decimal.

TABLA 1

VALOR	MARCAJE	VALOR	MARCAJE
100 Ω	100 R	47 000 Ω	47 K
220 Ω	220 R	100 000 Ω	100 K
470 Ω	470 R	220 000 Ω	220 K
1 000 Ω	1 K	470 000 Ω	470 K
2 200 Ω	2 K2	1 000 000 Ω	1 M
4 700 Ω	4 K7	2 200 000 Ω	2 M2
10 000 Ω	10 K	4 700 000 Ω	4 M7
22 000 Ω	22 K		

Naturalmente, los valores nominales están sometidos a las tolerancias de fabricación: una tolerancia de $\pm 20\%$ es completamente normal. Si el lector frecuente los almacenes de excedentes o se rebusca en el fondo del cajón de los componentes, es posible que se encuentren valores como 50 K, 20 K, etc. de origen antiguo o norteamericano. Estos valores todavía existen, y podrán utilizarse en lugar de los valores próximos de la serie E3 sin ningún inconveniente.

¿Terminales para hilo de conexión o para circuito impreso?

El terminal para soldarle un hilo de conexión termina en un ojete por el que se pasa el hilo. En cambio, la patilla para circuito impreso, fina, sirve para introducirla directamente en un agujero del circuito impreso.

Al adquirir un potenciómetro, hay que precisar el tipo de conexión que se desea. Pero hay que tener en cuenta que un potenciómetro con terminales para hilo de conexión sólo puede montarse en un circuito impreso si se modifica este último. Sin embargo, siempre será posible realizar las co-

la resistencia en función de la rotación del eje del potenciómetro, medida a partir del punto de inicio de la curva (punto A de la figura 1, con el botón girado en sentido antihorario). La resistencia es la medida (con un óhmetro) entre el punto S (cursor) y el punto A, el extremo inicial de la resistencia.

En la figura 1 también puede observarse que deben considerarse dos recorridos: el recorrido mecánico y el recorrido útil o eléctrico. Al principio del recorrido, el cursor se desplaza por una zona de baja resistividad, por lo que debe recorrerse un cierto ángulo

de los términos adoptados para los potenciómetros (catálogo Radihom internacional).

La curva más corriente es la de la figura 2, y se utiliza cuando se necesita una relación lineal, como por ejemplo en la regulación de frecuencia, en la temporización, etc., así como también para correcciones de tono, un control panorámico, un ajuste de balance en un amplificador estereofónico, etc.

En la figura 3 puede verse el tipo anexo de ley A2, que en el centro hay una zona en la que la resistencia no varía. Esto permite disponer de un pun-

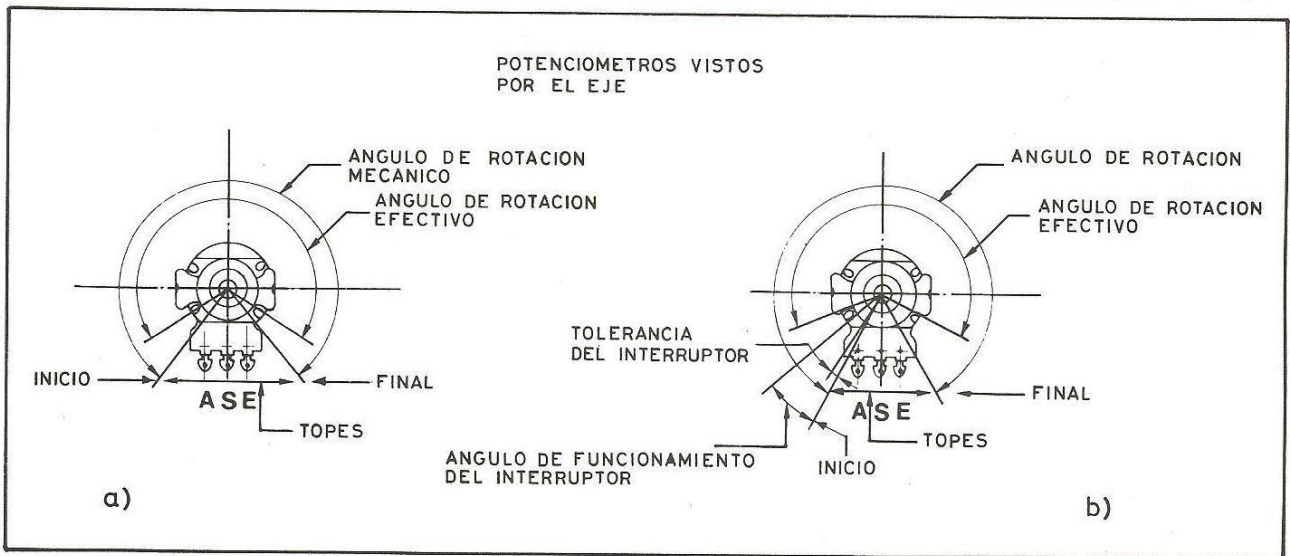


Fig. 1a - Ángulos de rotación de los potenciómetros sin interruptor o con interruptor «push-push».

Fig. 1b - Ángulos de rotación de los potenciómetros con interruptor rotativo.

nexiones mediante unos trozos de hilo rígido. En cambio, nada impide que se arrolle un hilo de conexión alrededor de una patilla para circuito impreso. Ésta es una buena manera de conciliar el cableado clásico con el montaje en circuito impreso. La fórmula «potenciómetro para circuito impreso» parece la solución más adecuada y adaptable para el experimentador.

Las curvas

A continuación se presenta una colección de curvas de respuesta angular de potenciómetros. Estas curvas se caracterizan por su forma general, pero también por variantes, cada una de las cuales corresponde a una utilización particular.

La curva angular es la variación de

para que el valor de la resistencia empiece a variar.

Curva lineal de ley A

En la tabla 2 puede verse la defini-

TABLA 2	
AW	Pista de inicio
EW	Pista de final
RA	Salto de resistencia en el inicio
RE	Salto de resistencia al final
RT	Resistencia efectiva
ON	Ángulo de rotación mecánico
OE	Ángulo de rotación efectivo

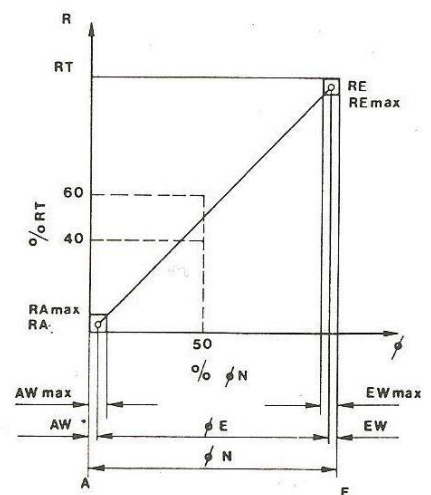


Fig. 2 - Representación de la curva lineal de tipo A.

Los potenciómetros de pista de carbón

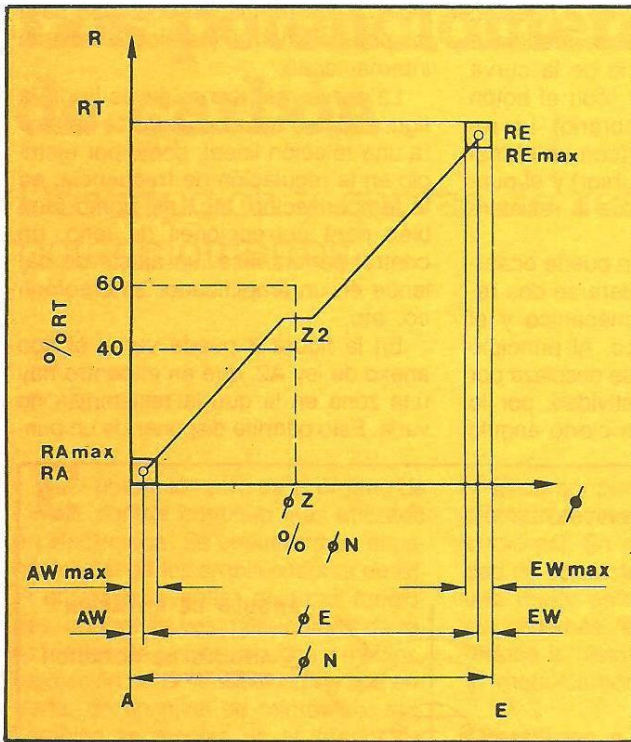


Fig. 3 - Representación de la curva lineal de tipo A2.

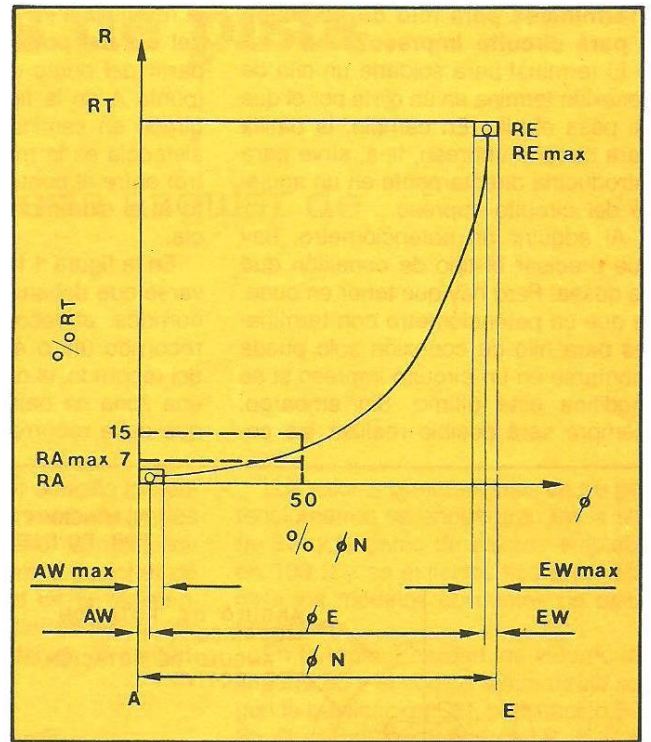


Fig. 4 - Representación de la curva logarítmica de tipo B.

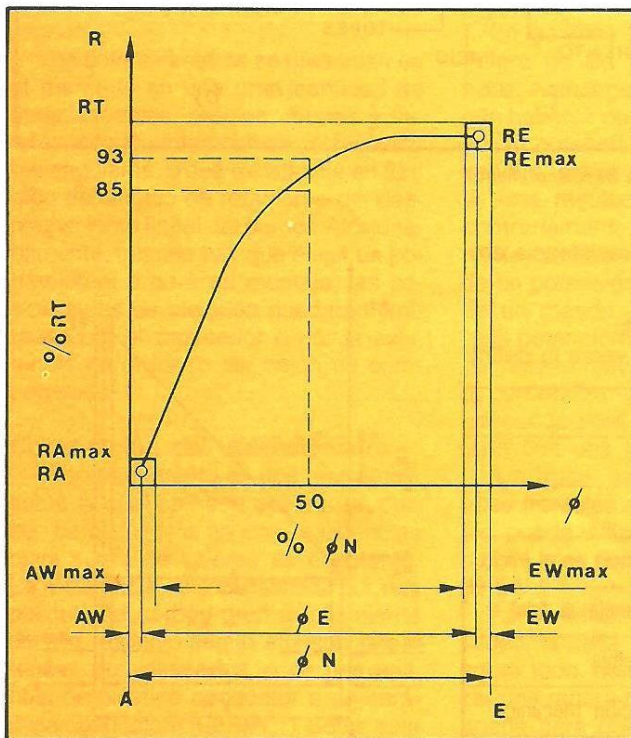


Fig. 5 - Representación de la curva antilogarítmica de tipo C.

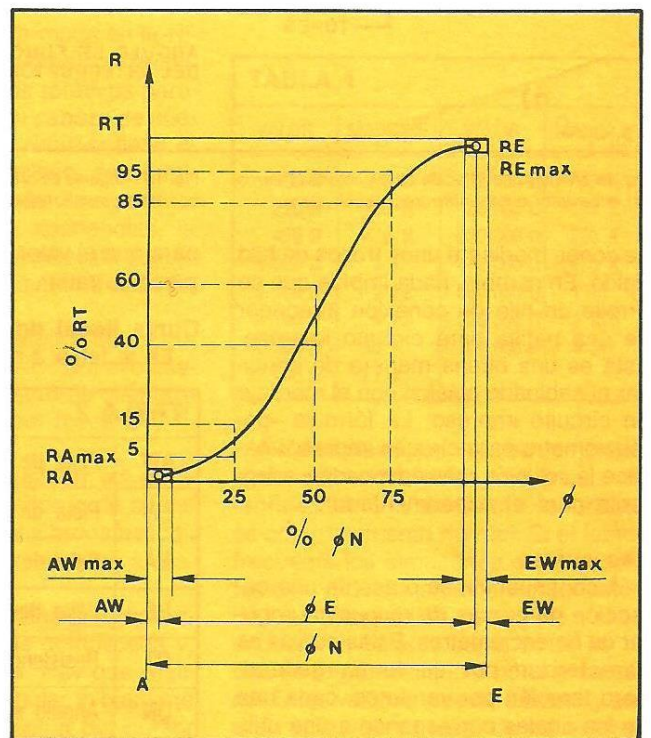


Fig. 6 - Representación de la curva en S.

to fijo en el que un ligero desplazamiento de la posición central del cursor, el centro mecánico, no produce ningún error de resistencia. Ejemplo de utilización: la regulación de velocidad de una mesa de lectura, en la que en el centro del potenciómetro se obtiene la velocidad nominal, y a ambos lados, una variación. También es útil para un corrector de tono, que entonces estará asociado a un ligero enganche mecánico para indicar la posición central.

Curva logarítmica de ley B

En la curva de la figura 4, la progresión es diferente: al principio de la cur-

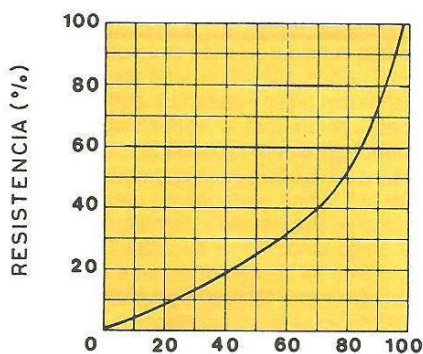


Fig. 7 - Representación de la curva V.

va, la resistencia varía muy poco, en el centro tiene aproximadamente un valor del 10% del total, y después la variación es rápida. Este tipo de potenciómetro es adecuado para los controles de volumen de los amplificadores audio, porque la curva se adapta a la sensibilidad del oído humano. En principio, la curva logarítmica es lineal en decibelios o muy parecida. También existen potenciómetros logarítmicos con tomas intermedias para realizar circuitos de corrección fisiológica.

Curva antilogarítmica de ley C

El potenciómetro antilogarítmico tiene la curva de la figura 5, o sea la inversa a la de la figura 4. La resistencia varía muy rápidamente con los primeros grados de giro y luego se hace más lenta. Esta curva es menos corriente que la anterior, pero es interesante para regular la ganancia de un amplificador audio haciendo variar la resistencia de realimentación negativa. Este tipo de potenciómetro no es muy corriente, y si se tiene realmente

necesidad de la función logarítmica inversa, el potenciómetro podrá accionarse mediante dos engranajes con el mismo número de dientes (inversión del sentido de rotación) o, más simplemente, si el eje es accesible por la parte posterior, se podrá accionar por el lado opuesto al soporte. Este tipo de operación se facilita si el potenciómetro dispone de una ranura de control en la parte posterior y si el eje es metálico. Con los potenciómetros rectilíneos no hay este problema, puesto que siempre es posible montarlo en el sentido opuesto.

La curva en S

Estos potenciómetros son relativamente raros y se encuentran en el catálogo de los fabricantes, pero rara vez en los distribuidores de componentes.

La curva en S de la figura 6 se destina a la realización de correctores gráficos con el calibrado de decibelios, que permiten ajustar el escenario sonoro con precisión. En la práctica, a falta de una curva S, que es la más adecuada, puede emplearse una respuesta lineal de tipo A.

En Japón se utilizan potenciómetros cuyo cursor puede recibir un diodo LED alimentado por unos contactos deslizantes, lo que produce un bello efecto luminoso.

La curva V

Es la curva de la figura 7, que se emplea en los potenciómetros de sintonía para diodos de capacidad variable. Se trata de una curva situada entre la logarítmica y la lineal para compensar la no linealidad de la relación frecuencia/tensión de un circuito sintonizado por varicaps.

¿Cómo reconocer un potenciómetro?

Al buscar en un cajón de componentes, es posible encontrar un potenciómetro marcado, por ejemplo, con 223Z (22 k Ω).

Si el potenciómetro es rotativo, tendrá tres terminales y, si es rectilíneo, tendrá más, puesto que algunos pueden estar duplicados o servir como terminal del blindaje.

La primera operación consistirá en buscar con el óhmetro dos puntos entre los que la resistencia no varíe al desplazar el cursor.

Así se obtienen los dos extremos de la pista resistiva.

Quedará entonces por encontrar el terminal del cursor, para lo que se utilizará el óhmetro. Su terminal será el que se observe una variación de resistencia en función de la posición del cursor.

Con el eje situado a la mitad de su recorrido, se anotarán el valor de la resistencia y los terminales entre los que se mide.

Un potenciómetro de tipo logarítmico de 470 k Ω presentará una resistencia entre el cursor situado en el centro de la pista y un extremo, de 47 k Ω aproximadamente. Para otros casos característicos, no habrá más remedio que trazar la curva empleando lápiz, papel y paciencia.

Mantenimiento de los potenciómetros

Con el tiempo, los potenciómetros sufren un desgaste y se ensucian si no son totalmente estancos. En general, los potenciómetros más caros están protegidos contra las influencias externas. Para los otros, hay que saber que un potenciómetro sucio o desgastado puede rejuvenecerse mediante la inyección en su interior de un producto de limpieza y lubricación.

La operación requiere el empleo de una bomba de calidad reconocida, para lo cual deberá consultarse al proveedor de componentes habitual. Esta bomba deberá disponer de una boquilla especial que permita la inyección directa en el interior del potenciómetro. Si el potenciómetro no mejora con esta operación, será mejor sustituirlo por otro nuevo.