

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 371 138**

51 Int. Cl.:
H04M 3/30 (2006.01)
H04B 3/46 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **08854824 .3**
96 Fecha de presentación: **07.11.2008**
97 Número de publicación de la solicitud: **2112810**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **28.10.2009**

54 Título: **MÉTODO Y APARATO DE MEDICIÓN DE LÍNEA.**

30 Prioridad:
09.11.2007 CN 200710188123

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
27.12.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
27.12.2011

73 Titular/es:
**Huawei Technologies Co., Ltd.
Huawei Administration Building Bantian
Longgang District, Shenzhen
Guangdong 518129 , CN**

72 Inventor/es:
ZHANG, Pengrui

74 Agente: **Lehmann Novo, Isabel**

ES 2 371 138 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Método y aparato de medición de línea

- 5 Esta solicitud reivindica la prioridad para la solicitud de patente China número 200710188123.2, presentada ante la Oficina de Patentes China el 9 de noviembre de 2007 y titulada "Método y aparato de medición de línea".

CAMPO DE LA INVENCION

- 10 La presente invención se refiere a tecnologías de medición de línea y en particular, a un método de medición de línea y a un aparato de medida.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

- 15 Con la expansión de la red de Multiplexor de Acceso a la Línea Digital de Abonado (DSLAM), es necesario seleccionar, con rapidez, las líneas de abonado, localizar fallos con precisión y mantener las líneas, de forma automática y periódica, en la aplicación de red DSLAM.

- 20 Según se define por la norma ITU-T ADSL2 (G.992.3), la Prueba de Línea de Extremo Dual (DELT) es una tecnología para probar el estado de una línea estableciendo puntos de prueba en ambos lados de la línea. La tecnología DELT es aplicable a la prueba del modo de diagnóstico de línea. Los datos de pruebas que se derivan de la prueba de DSL realizada mediante la tecnología DELT ayudan, a un técnico de mantenimiento, a analizar y encontrar la ubicación del fallo causado por diafonía, interferencias de radiofrecuencia o una derivación (puente) y descubrir el origen del fallo.

- 25 El inventor encontró los siguientes defectos en la tecnología DELT para medir la longitud de línea en la técnica relacionada:

- (1) El modo de prueba en la tecnología DELT relacionada es de carácter preliminar, por ejemplo, la prueba de
30 atenuación simple y la prueba de fase/frecuencia. Si el diámetro de línea es desconocido, dichas pruebas implican una amplia extensión de errores y la longitud de línea medida no es precisa. Un ejemplo de la técnica anterior puede encontrarse en: WO 2004099711.
- (2) Los objetos de las pruebas son unitarios. Por ejemplo, la tecnología DELT relacionada no proporciona ningún
35 método para calcular un diámetro de línea.

SUMARIO DE LA INVENCION

- 40 Un método de medición de línea y un aparato de medida se dan a conocer por la presente invención para medir el diámetro y la longitud de una línea en la prueba DELT y para mejorar la precisión de la medición.

- Según una forma de realización preferida, dicho método comprende:

- 45 la obtención de datos de relación entre la longitud de línea y el radián de fase de $H_{lin}(f)$ del calibre de primer bucle y del calibre de segundo bucle bajo una frecuencia fija y datos de relación entre la longitud de línea y el valor paramétrico de atenuación de bucle;

- 50 la definición de una primera gama de longitudes en función de dos valores de longitud obtenidos examinando los datos de relación entre la longitud de línea y el radián de fase de $H_{lin}(f)$ del calibre del primer bucle y el calibre del segundo bucle, en función del radián de fase de $H_{lin}(f)$ del calibre de bucle medido y la definición de una segunda gama de longitudes en función de dos valores de longitud examinando los datos de relación entre la longitud de línea y el valor paramétrico de atenuación de bucle del calibre del primer bucle y del calibre del segundo bucle, en función del valor paramétrico de atenuación de bucle del calibre de bucle medido y

- 55 la determinación de la frontera de la segunda gama de longitudes próxima al punto medio de la primera gama de longitudes, utilizando un valor de longitud de línea correspondiente a la frontera próxima al punto medio como una longitud de línea medida y utilizando el diámetro de línea correspondiente al valor de longitud de línea como un diámetro de línea medido.

- 60 Según un segundo aspecto de la invención, se da a conocer un aparato de medida. El aparato de medida comprende:

- una unidad de memorización, configurada para: memorizar los datos de relación entre la longitud de línea y el radián de fase de pérdida de inserción del calibre del primer bucle bajo una frecuencia fija y los datos de relación entre la longitud de línea y el valor paramétrico de atenuación de bucle y memorizar los datos de relación entre la longitud de línea y el radián de fase de pérdida de inserción del calibre de segundo bucle bajo una frecuencia fija y los datos de relación entre la longitud de línea y el valor paramétrico de atenuación de bucle;
- 65

una unidad de medición, configurada para obtener el radián de fase de pérdida de inserción y el valor paramétrico de atenuación de bucle del calibre de bucle medido;

5 una unidad de búsqueda, configurada para: definir una primera gama de longitudes en función de los dos valores de longitud; examinar los datos de relación entre la longitud de línea y el valor paramétrico de atenuación de bucle del calibre de primer bucle y del calibre de segundo bucle, en función del valor paramétrico de atenuación de bucle del calibre de bucle medido para obtener dos valores de longitud obtenidos examinando los datos de relación entre la longitud de línea y el radián de fase de pérdida de inserción del calibre del primer bucle y del calibre del segundo bucle, en función del radián de fase de pérdida de inserción del calibre de bucle medido y definir una segunda gama de longitudes en función de los dos valores de longitud y

15 una unidad de determinación, configurada para: determinar la frontera de la segunda gama de longitudes próxima al punto medio de la primera gama de longitudes, utilizar un valor de longitud de línea correspondiente a la frontera próxima al punto medio como una longitud de línea medida y utilizar el diámetro de línea correspondiente al valor de longitud de línea como un diámetro de línea medido.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

20 La Figura 1 es un diagrama de flujo de un método de medición dado a conocer en la primera forma de realización de la presente invención;

La Figura 2 es un diagrama de flujo de un método de medición dado a conocer en la segunda forma de realización de la presente invención;

25 La Figura 3 representa una red de 2 puertos según la segunda forma de realización de la presente invención,

La Figura 4 representa un sistema de transmisión de pares trenzados según la segunda forma de realización de la presente invención;

30 La Figura 5 representa la relación entre el radián de fase de $H_{lin}(f)$ y la frecuencia de líneas de AWG#24 y #26 según una forma de realización de la presente invención;

La Figura 6 representa la relación entre la longitud de línea y el radián de fase bajo la frecuencia fija de 1104 KHz;

35 LA Figura 7 representa la relación entre la longitud de línea y el valor LATN de enlace ascendente según una forma de realización de la presente invención;

La Figura 8 es un diagrama de flujo de un método de medición de línea dado a conocer en la tercera forma de realización de la presente invención;

40 La Figura 9 representa un intervalo de línea híbrida según una forma de realización de la presente invención;

La Figura 10 es un diagrama de flujo de un método de medición de línea dado a conocer en la cuarta forma de realización de la presente invención;

45 La Figura 11 es un diagrama de flujo de un método de medición de línea dado a conocer en la quinta forma de realización de la presente invención;

50 La Figura 12 es un diagrama esquemático de un aparato de medida dado a conocer en la primera forma de realización de la presente invención y

La Figura 13 es un diagrama esquemático de un aparato de medido dado a conocer en la segunda forma de realización de la presente invención.

55 DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

Para hacer más evidentes la solución técnica, los objetivos y las ventajas de la presente invención, las formas de realización de la presente invención se describen a continuación, en detalle, haciendo referencia a los dibujos adjuntos.

60 Un aspecto de la presente invención es una tecnología práctica para calcular la longitud de línea y el diámetro de línea utilizando datos de la prueba DELT y es un método para calcular la longitud de línea y el diámetro de línea de la línea de abonado en función de los parámetros de pruebas definidos en las secciones pertinentes en ADSL 2 (G.992.3) y ADSL2+ (G.992.5) según se formula por la ITU-T y proporciona una base de referencia para el mantenimiento y la corrección de fallos de la línea de abonado.

65

Un método de medición de línea se da a conocer en la primera forma de realización de la presente invención. Según se representa en la Figura 1, el método comprende las etapas siguientes:

5 Etapa 101: Los datos de relación entre la longitud de línea y el radián de fase [Hlin(f)] de pérdida de inserción del calibre del primer bucle bajo una frecuencia fija y se obtienen los datos de relación entre la longitud de línea y el valor paramétrico de atenuación de bucle. Asimismo, se obtienen los datos de relación entre la longitud de línea y el radián de fase de Hlin(f) del calibre del segundo bucle bajo una frecuencia fija y los datos de relación entre la longitud de línea y el valor paramétrico de atenuación de bucle.

10 Etapa 102: Los datos de relación entre la longitud de línea y el radián de fase de Hlin(f) del calibre del primer bucle y del calibre del segundo bucle, en función del radián de fase de Hlin(f) del calibre de bucle medido se examinan con el fin de obtener dos valores de longitud y una primera gama de valores se define en función de los dos valores de longitud. Los datos de relación entre la longitud de línea y el valor paramétrico de atenuación de bucle del calibre del primer bucle y del calibre del segundo bucle, en función del valor paramétrico de atenuación de bucle del calibre de bucle medido, se examina con el fin de obtener dos valores de longitud y se define una segunda gama de longitudes en función de los dos valores de longitud.

15 Etapa 103: Se determina la frontera de la segunda gama de longitudes próxima al punto medio de la primera gama de longitudes, un valor de longitud de línea, correspondiente a la frontera próxima al punto medio, se utiliza como una longitud de línea medida y el diámetro de línea correspondiente al valor de longitud de línea se utiliza como un diámetro de línea medido.

20 La forma de realización anterior indica que: Los datos de relación entre la longitud de línea y el radián de fase de Hlin(f) y los datos de relación entre la longitud de línea y el valor paramétrico de atenuación de bucle de las líneas con varios diámetros posibles se obtienen de antemano; en adelante, el radián de fase de Hlin(f) y el valor paramétrico de atenuación de bucle se obtienen en función de la línea medida real y los valores de longitud correspondientes se obtienen a partir de los datos de relación entre la longitud de línea y el radián de fase de Hlin(f) y los datos de relación entre la longitud de línea y el valor paramétrico de atenuación de bucle de líneas con varios diámetros y la primera gama de longitudes y la segunda gama de longitudes se obtienen en esta etapa. Según se deduce de la técnica relacionada, la primera gama de longitudes obtenida a partir de los datos de relación entre el radián de fase y la longitud de línea del calibre del primer bucle y del calibre del segundo bucle es menor que la segunda gama de longitudes y es más precisa. El punto medio de la primera gama de longitudes sirve como una base de juicio, el valor de longitud de línea correspondiente a la frontera de la segunda gama de longitudes próxima al punto medio sirve como una longitud de línea medida y el diámetro correspondiente a este valor de longitud de línea sirve como un diámetro de línea medido. Por lo tanto, la longitud de línea y el diámetro de línea de la línea medida se pueden confirmar con pleno conocimiento al mismo tiempo y se mejora la precisión de la medición, lo que facilita las posteriores tareas de mantenimiento y corrección de fallos de las líneas.

25 El método de medición de línea, según la presente invención, se detalla a continuación, tomando como ejemplo un calibre de bucle medido de un par trenzado y tomando los pares trenzados del primer diámetro de línea (AWG #24) y el segundo diámetro de línea (AWG #26) como ejemplos.

30 La Figura 2 representa un método de medición de línea según la segunda forma de realización de la presente invención. En esta forma de realización, la longitud de línea y el diámetro de línea se calculan utilizando el valor de fase de Hlin(f) y el valor de atenuación de bucle (LATN) en los parámetros de prueba. El método comprende las etapas siguientes:

35 Etapa 201: Se obtienen los datos de relación entre la longitud de línea y el radián de fase de Hlin(f) del calibre del primer bucle bajo una frecuencia fija y los datos de relación entre la longitud de línea y el valor paramétrico de atenuación de bucle. Los datos de relación entre la longitud de línea y el radián de fase de Hlin(f) del calibre del segundo bucle bajo una frecuencia fija y los datos de relación entre la longitud de línea y el valor paramétrico de atenuación de bucle.

(1) Los datos de relación entre la longitud de línea y el radián de fase de Hlin(f) del calibre del primer bucle y del calibre del segundo bucle se obtienen bajo una frecuencia fija.

40 Según se define en la norma ITU-T ADSL2 (G.922.3), Hlin(f) es una función que refleja las características de transmisión de un canal. Una ecuación entre Hlin(f) y los parámetros de características de pares trenzados se puede crear deduciendo el modelo RLCG de valor y los parámetros ABCD del par trenzado.

1. Modelo de RLCG

45 El par trenzado es un tipo de línea de transmisión. Cualquier línea de transmisión tiene parámetros básicos tales como resistencia (R), inductancia (L) y conductancia (G) y dichos parámetros se denominan parámetros de RLCG. El modelo de RLCG utiliza los parámetros de RLCG de un par trenzado para representar las características de canal del par trenzado. El modelo de RLCG es también conocido como un modelo primario del canal de pares trenzados porque proporciona solamente los parámetros de RLCG del canal de pares trenzados y no la función de transferencia del canal

de pares trenzados. Según se describe a continuación, la función de transferencia se deduce en función de los parámetros de RLCG bajo la presente invención.

5 El modelo de RLCG numérico de pares trenzados (AWG #24 y #26) se obtiene mediante la medición del ajuste de curva de los cables y es aplicable a todas las bandas, incluyendo la banda de VDSL (Línea de abonado digital de muy alta velocidad). Las ecuaciones 1 a 4 son ecuaciones generales del modelo RLCG:

$$R(f) = \sqrt[4]{r_{oc}^4 + a_c f^2} \quad (1)$$

$$L(f) = \frac{l_0 + l_\infty \left(\frac{f}{f_m}\right)^b}{1 + \left(\frac{f}{f_m}\right)^b} \quad (2)$$

$$G(f) = g_0 f^{g_e} \quad (3)$$

$$C(f) = c_\infty \quad (4)$$

Los parámetros implicados en las ecuaciones se enumeran en la tabla 1.

Tabla 1: Parámetros del modelo numérico de pares trenzados

Parámetro	AWG #24	AWG #26
$r_{oc}(\Omega/km)$	174,55888	286,17578
$a_c(\Omega^4/km^4 Hz^2)$	0,053073481	0,14769620
$l_0(H/km)$	$617,29593 \cdot 10^{-6}$	$675,36888 \cdot 10^{-6}$
$l_\infty(H/km)$	$478,97099 \cdot 10^{-6}$	$488,95186 \cdot 10^{-6}$
$f_m(Hz)$	553760,63	806338,63
b	1.1529766	0,92930728
g_0 (Siemen/Hz* km)	$0,23487476 \cdot 10^{-12}$	$4,3 \cdot 10^{-8}$
g_e	1,38	0,70
c_∞ (nF/km)	$50 \cdot 10^{-9}$	$49 \cdot 10^{-9}$

2. Constantes de transmisión e impedancia característica de las líneas de transmisión

25 Según los parámetros RLCG de la línea de transmisión anteriores, se pueden obtener dos parámetros comunes: constante de transmisión (λ) e impedancia característica ($Z_0(f)$), que pueden representar la tensión y la corriente a lo largo de la línea de transmisión. La constante de transmisión es:

$$\lambda = \alpha + j\beta = \sqrt{(R + j\omega L)(G + j\omega C)} \quad (5)$$

30 La definición de una constante de propagación está basada en dos entornos operativos supuestos básicos: (1) $j\omega C \gg G$ y (2) $j\omega L \gg R$ cuando la frecuencia $f > 100$ KHz. Las siguientes ecuaciones 6 y 7 se pueden deducir en función de la ecuación 5:

$$\alpha = R\sqrt{\frac{C}{L}} = \alpha_0 f^{1/2} \quad (6)$$

$$\beta = \omega\sqrt{LC} = \beta_0 f \quad (7)$$

5 En las dos ecuaciones anteriores, α_0 y β_0 son constantes. En función del modelo de RLCG de la línea de transmisión, la impedancia característica se define como:

$$Z_0 = \sqrt{\frac{R + j\omega L}{G + j\omega C}} \quad (8)$$

10 3. Modelo ABCD de una red de 2 puertos

El modelo ABCD utiliza una red de 2 puertos para representar las características de un canal de pares trenzados. El modelo ABCD se refiere al canal de pares trenzados como una 'caja negra' y utiliza la relación de entrada-salida del canal de pares trenzados para describir las características del canal de pares trenzados. Este modelo de canal es también conocido como un modelo secundario del canal de pares trenzados. Los parámetros ABCD se suelen obtener en función de los parámetros de RLCG. Según el modelo ABCD del canal, resulta fácil calcular parámetros importantes, tales como la función de transferencia, la impedancia característica y la impedancia de entrada del par trenzado.

20 Para una red de 2 puertos ordinaria, sus parámetros ABCD se ilustran en la Figura 3.

La descripción matemática correspondiente es:

$$V_1 = AV_2 + BI_2 \quad (9)$$

$$I_1 = CV_2 + DI_2 \quad (10)$$

30 .Para el sistema de transmisión de pares trenzados, representado en la Figura 4, sus parámetros ABCD pueden resultar ser como:

$$\begin{bmatrix} A & B \\ C & D \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cosh(\lambda L) & Z_0 \sinh(\lambda L) \\ \frac{\sinh(\lambda L)}{Z_0} & \cosh(\lambda L) \end{bmatrix} \quad (11)$$

Si no existe ningún bucle (Z_s está conectado directamente a Z_L), la tensión distribuida en la carga es:

$$V_L = V_s \frac{Z_L}{Z_s + Z_L} \quad (12)$$

Si existe un bucle, la tensión V_1 se puede simplificar como:

$$V_1 = AV_2 + BI_2 = V_s - I_1 Z_s \quad (13)$$

Después de que I_1 se sustituya en la ecuación anterior según la segunda ecuación ABCD básica, la ecuación es:

$$V_1 = AV_2 + BI_2 = V_s - (CV_2 + DI_2)Z_s \quad (14)$$

Después de que se sustituya I_2 con V_2/Z_L según la Ley de Ohm, la ecuación es:

$$AV_2 + B \frac{V_2}{Z_L} = V_S - (CV_2 + D \frac{V_2}{Z_L})Z_S \quad (15)$$

Según la ecuación anterior, V_2 es:

$$V_2 = \frac{V_S Z_L}{AZ_L + B + Z_S(CZ_L + D)} \quad (16)$$

Por lo tanto, $Hlin(f)$ es:

$$Hlin(f) = \frac{V_2}{V_L} = \frac{Z_S + Z_L}{AZ_L + B + CZ_S Z_L + DZ_S} \quad (17)$$

4. Relación entre el radián de fase de $Hlin(f)$ y la longitud de línea

Después de que la ecuación (11) se sustituya en la ecuación (17), se puede obtener lo siguiente:

$$Hlin(f) = \frac{Z_L + Z_S}{\cosh(\lambda L)Z_L + Z_0 \sinh(\lambda L) + Z_S \left(\frac{\sinh(\lambda L)}{Z_0} Z_L + \cosh(\lambda L) \right)} \quad (18)$$

En la Figura 4, si la impedancia fuente Z_S , la impedancia característica Z_0 y la impedancia de carga Z_L coinciden y cuando $f \geq 100$ kHz, se considera que $Z_S = Z_L \approx Z_0$. Por lo tanto, la ecuación anterior se simplifica como:

$$Hlin(f) = \frac{1}{\cosh(\lambda L) + \sinh(\lambda L)} = e^{-\lambda L} \quad (19)$$

Después de que la ecuación (5) se sustituya en la ecuación anterior, se obtiene la ecuación siguiente:

$$Hlin(f) = e^{-(\alpha + \beta j)L} \quad (20)$$

La siguiente ecuación puede deducirse de la ecuación (20) y de la ecuación (7):

$$\angle Hlin(f) = -\beta L = -\beta_0 f L \quad (21)$$

Por lo tanto, cuando f es conocida, una relación lineal existe entre el radián de fase de $Hlin(f)$ y la longitud de línea.

Basándose en la ecuación de $Hlin(f)$ 18 anterior, la relación entre el radián de fase de $Hlin(f)$ y la frecuencia de líneas con diferentes diámetros (AWG #24 y #26) puede emularse en un ordenador, según se representa en la Figura 5.

En la Figura 5, el eje Y representa el radián de fase y el eje X representa la frecuencia. El valor original de la fase es una curva irregular que cambia periódicamente con el incremento de la frecuencia. En la Figura 5, el radián de fase está disperso. Es decir, en un intervalo de 2π , el valor en el periodo de fase siguiente se desplaza de modo que el valor de fase del periodo siguiente esté vinculado al del periodo anterior. De este modo, el radián de fase sigue una línea recta dentro de la gama de frecuencias en lugar de una curva irregular que cambia con el periodo. Dicho procesamiento es de utilidad para observar y comprender la relación entre el radián de fase, la frecuencia y la longitud de línea.

Según se representa en la Figura 5, el radián de fase se incrementa con el aumento de la longitud de línea y la diferencia entre el radián del cable AWG #24 y el radián del cable AWG #26, bajo la misma distancia, es muy pequeña.

La Figura 6 representa la relación entre la longitud de línea y el radián de fase bajo la frecuencia fija de 1104 KHz, en donde el eje Y representa el radián de fase y el eje X representa la longitud de línea.

Tomando como ejemplos la línea AWG #24 y la línea AWG #26, en la Figura 6, la relación $[K(l)]$ del radián de fase con respecto a la longitud de línea, dentro de la gama definida por $f = 1104 \text{ KHz}$ y $L \in (1 \text{ km}, 6 \text{ km})$, se calcula a continuación:

$$K(l) = \angle(Hlin(f))/L \quad (22)$$

5

Tabla 2: Relación del radián de fase con respecto a la longitud de línea

Distancia L (m)	1000	2000	3000	4000	5000	6000
$K_{\#24}$	-2,0347	-2,0347	-2,0347	-2,0348	-2,0348	-2,0348
$K_{\#26}$	-2,1042	-2,1043	-2,1043	-2,1043	-2,1043	-2,1043

10 La tabla 2 indica que los valores de $K_{\#24}$ y $K_{\#26}$ son aproximadamente constantes y su fluctuación máxima es aproximadamente de 0,005%. Este error es ignorable en el cálculo posterior. Si se utiliza el valor medio dentro de $L \in (1 \text{ km}, 6 \text{ km})$, los resultados son:

$$K_{\#24} = -2,03475$$

15

$$K_{\#26} = -2,1043$$

Después de que se obtenga el valor de $Hlin(f)$ de la línea medida, la gama de longitudes (D_1, D_2), de las líneas AWG #26 y #24 es:

$$D_2 = \frac{\angle(Hlin)}{K_{\#24}} \quad (23)$$

20

$$D_1 = \frac{\angle(Hlin)}{K_{\#26}} \quad (24)$$

25

Por lo tanto, un valor de longitud de línea estimado es:

$$\frac{D_1 + D_2}{2} \quad (25)$$

La diferencia entre las dos longitudes en la gama de longitudes anterior es:

30

$$\Delta D = |D_2 - D_1| \quad (26)$$

Después de que los valores de D_1, D_2 se sustituyan en la ecuación anterior, se obtiene lo siguiente:

$$\Delta D = \left| \angle(Hlin(f)) \left(\frac{1}{K_{\#24}} - \frac{1}{K_{\#26}} \right) \right| \quad (27)$$

35

Cuando $\angle Hlin(f) \in (0, -13000)$, el error entre el resultado de la ecuación 24 y la longitud de línea real es:

$$E_{Hlin} = \pm \frac{\Delta D}{2D_2} \quad (28)$$

40

Después de que la ecuación 27 y la ecuación 23 se sustituyan en la ecuación anterior, el error es de 1,65%.

(2) Los datos de relación entre la longitud de línea y el radián de fase de $Hlin(f)$ del calibre del primer bucle y del calibre del segundo bucle se obtiene bajo una frecuencia fija.

Según se define por la norma ITU-T ADSL2 (G.992.3), el valor LATN es un parámetro que refleja la atenuación del bucle y es una diferencia entre la potencia de transmisión y la potencia de recepción (medida en dB). El valor LATN se define a continuación:

$$LATN(dB) = 10 * \log \frac{\sum_{i=0}^{NSC-1} |H(i * \Delta f)|^2}{NSC} \quad (29)$$

La Figura 7 representa la relación entre la longitud de línea y el valor LATN de enlace ascendente, en donde el eje Y representa LATN y el eje X representa la longitud de línea. En el ajuste de línea recta, el valor de LATN, en la dirección de enlace ascendente, está en una relación lineal con la longitud de línea.

La relación [M(l)] de LATN respecto a la longitud de línea se define como:

$$M(l) = \frac{LATN(l)}{L} \quad (30)$$

La tabla 3 enumera los valores de M(l) calculados bajo diferentes longitudes según la ecuación 29.

Tabla 3: Relación del valor LATN de enlace ascendente respecto a la longitud de línea

Distancia L(m)	1000	2000	3000	4000	5000	6000
M _{#24}	0,0136	0,0124	0,0116	0,0110	0,0106	0,0103
M _{#26}	0,0171	0,0157	0,0148	0,0142	0,0138	0,0135

La tabla 3 indica que la fluctuación máxima del valor de M es del 8%. El error causado por dicha fluctuación es ignorable en el cálculo posterior específico para diferentes diámetros de línea. El valor de M del mismo diámetro de línea cambia lentamente en el intervalo de prueba y es aproximadamente constante. Si se utiliza la media de los valores de M, los resultados son:

$$M_{\#24} = 0,0116$$

$$M_{\#26} = 0,0148$$

Si se conoce que la línea medida es AWG #24 o #26, después de que se mida el valor LATN de enlace ascendente de la línea medida, la gama de longitudes (L₁, L₂) de la línea se puede deducir:

$$L_1 = \frac{LATN}{M_{\#26}} \quad (31)$$

$$L_2 = \frac{LATN}{M_{\#24}} \quad (32)$$

La diferencia entre dos longitudes en la gama de longitudes anterior es:

$$\Delta L = |L_2 - L_1| \quad (33)$$

Después de que se sustituyan L₁, L₂ en la ecuación anterior, se obtiene lo siguiente:

$$\Delta L = LATN * \left| \frac{1}{M_{\#24}} - \frac{1}{M_{\#26}} \right| \quad (34)$$

El error es:

$$E_{LATN} = \frac{\Delta L}{2L_2} \quad (35)$$

5 Después de que la ecuación 32 y la ecuación 34 se sustituyan en la ecuación 35, el error es de 11,13%.

El valor paramétrico de atenuación de bucle medido del calibre del primer bucle y del calibre del segundo bucle puede ser un valor paramétrico de atenuación de bucle, de enlace ascendente, obtenido midiendo el calibre del primer bucle y el calibre del segundo bucle o un valor paramétrico de atenuación de bucle, de enlace descendente, obtenido midiendo el calibre del primer bucle y el calibre del segundo bucle.

Según la ecuación 21, se conoce lo siguiente:

$$\angle(Hlin) \propto D \quad (36)$$

Según la ecuación 20, se puede deducir lo siguiente:

$$|Hlin(f)|_{dB} = 20 \log |e^{-\gamma L}| = 20 \log |e^{-(\alpha + j\beta)L}|$$

Por lo tanto,

$$|Hlin(f)|_{dB} = (-20\alpha L) \log e$$

Es decir,

$$|Hlin(f)|_{dB} \propto L \quad (37)$$

La ecuación 29 indica que el valor de LATN aumenta con el incremento del valor de D.

La ecuación 26 y la ecuación 33 indican que con respecto a la gama de valores de $\angle(Hlin)$ y LATN:

$$E_{LATN} \gg E_{Hlin}$$

Por lo tanto,

$$\Delta L \gg \Delta D \quad (38)$$

Se deduce de lo anterior que la fluctuación de $\angle(Hlin)$ con respecto a los diámetros de línea (AWG #24 y #26) es bastante menor que la fluctuación de LATN con respecto a los diámetros de línea (AWG #24 y #26). Queda entendido que la longitud de línea obtenida a partir de los datos de la relación entre el radián de fase y la longitud de línea implica un error más pequeño y es más precisa.

Etapa 202: Los datos de relación entre la longitud de línea y el radián de fase de $Hlin(f)$ del calibre del primer bucle y del calibre del segundo bucle en función del radián de fase de $Hlin(f)$ del calibre de bucle medido son examinados para obtener dos valores de longitud y se define una primera gama de longitudes en función de los dos valores de longitud. Los datos de relación entre la longitud de línea y el valor paramétrico de atenuación de bucle del calibre del primer bucle y el calibre del segundo bucle, en función del valor paramétrico de atenuación de bucle del calibre de bucle medido, se examina para obtener dos valores de longitud y se define una segunda gama de longitudes en función de los dos valores de longitud, según se detalla a continuación:

Basándose en la ecuación 18, se crea una tabla para reflejar la relación entre la longitud de línea y el radián de fase de las líneas AWG #24 y #26 en el caso de frecuencia $f = 1104$ KHz. En la tabla, la longitud de línea puede ser 0–6 km (o variable según las condiciones reales) y 5 m es el paso mínimo. El paso mínimo de la longitud de línea determina el error mínimo calculado de la línea y puede variar cuando se requiera. Una vez obtenido el valor de $Hlin(f)$ de la línea medida, se puede calcular su radián de fase. La gama de longitudes (D_1 , D_2) de las líneas AWG #26 y #24 puede encontrarse

mediante la consulta de la tabla. En esta forma de realización, esta gama de longitudes se denomina la primera gama de longitudes.

Basándose en la ecuación 29, se crea una tabla para reflejar la relación entre la longitud de línea y el valor LATN de enlace ascendente/descendente de las líneas AWG #24 y #26. La longitud de línea, en la tabla, suele ser de 0–6 km y 5 m es el paso mínimo. El paso mínimo de la longitud de línea determina el error mínimo calculado de la línea y puede variar cuando se requiera. Una vez obtenido el valor LATN de enlace ascendente de la línea medida, la gama de longitudes (L_1 , L_2) de las líneas AWG #24 y #26 se puede encontrar mediante consulta de la tabla. En esta forma de realización, esta gama de longitudes se denomina la segunda gama de longitudes.

De este modo, se determina primero una más pequeña primera gama de longitudes (D_1 , D_2) de la línea en función de la información de $\angle(\text{Hlin})$ y luego, se determina una segunda gama de longitudes de la línea (L_1 , L_2) en función del valor de LATN.

Etapa 203: Se determina la frontera de la segunda gama de longitudes próxima al punto medio de la primera gama de longitudes, y un valor de longitud de línea correspondiente a la frontera próxima al punto medio se utiliza como una longitud de línea medida y el diámetro de línea correspondiente al valor de longitud de línea se utiliza como un diámetro de línea medido, según se detalla a continuación:

$\left| \frac{D_1 + D_2}{2} - L_1 \right|$ se compara con $\left| \frac{D_1 + D_2}{2} - L_2 \right|$. Si $\left| \frac{D_1 + D_2}{2} - L_1 \right|$ es mayor que $\left| \frac{D_1 + D_2}{2} - L_2 \right|$, ello indica que la longitud de línea está más próxima a la frontera de la segunda gama de longitudes (L_2) y por lo tanto, el diámetro de línea se determina como AWG #24. Si $\left| \frac{D_1 + D_2}{2} - L_1 \right|$ es más pequeño que $\left| \frac{D_1 + D_2}{2} - L_2 \right|$, ello indica que la longitud de línea está más próxima a la frontera de la primera gama de longitudes (L_1) y por lo tanto, el diámetro de línea se determina como AWG #26. Este método se puede utilizar para determinar un diámetro de línea único.

La fluctuación de $\angle(\text{Hlin})$ con respecto a los diámetros de línea (AWG #24 y #26) es bastante menor que el valor de la fluctuación de LATN con respecto a los diámetros de línea (AWG #24 y #26) si la longitud de línea es la misma. Por lo tanto, la longitud D_1 o la longitud D_2 determinada por $\angle(\text{Hlin})$ se suele seleccionar en función del diámetro de línea determinado en la etapa 203, de modo que se pueda obtener una longitud de línea más precisa.

Un método de medición de línea se da a conocer en la tercera forma de realización de la presente invención. Según se representa en la Figura 8, el método comprende las etapas siguientes:

Etapa 801: Los datos de relación entre la longitud de línea y el radián de fase de Hlin(f) del calibre del primer bucle bajo una frecuencia fija y los datos de relación entre la longitud de línea y el valor paramétrico de atenuación de bucle se obtienen en esta etapa. Los datos de relación entre la longitud de línea y el radián de fase de Hlin(f) del calibre del segundo bucle bajo una frecuencia fija y los datos de relación entre la longitud de línea y el valor paramétrico de atenuación de bucle se obtienen también en esta etapa.

Etapa 802: Los datos de relación entre la longitud de línea y el radián de fase de Hlin(f) del calibre del primer bucle y del calibre del segundo bucle, en función del radián de fase de Hlin(f) del calibre de bucle medido, se examinan para obtener dos valores de longitud y se define una primera gama de longitudes en función de los dos valores de longitud. Los datos de relación entre la longitud de línea y el valor paramétrico de atenuación de bucle del calibre del primer bucle y el calibre del segundo bucle, en función del valor paramétrico de atenuación de bucle del calibre de bucle medido se examina para obtener dos valores de longitud, se definen una segunda gama de longitudes y una tercera gama de longitudes utilizando los dos valores de longitud como puntos medios respectivamente y la gama de longitudes restante, entre la segunda gama de longitudes y la tercera gama de longitudes, se definen como una cuarta gama de longitudes. La segunda gama de longitudes y la tercera gama de longitudes corresponden al calibre del primer bucle y al calibre del segundo bucle respectivamente y la cuarta gama de longitudes corresponde a una línea híbrida constituida por el calibre del primer bucle y el calibre del segundo bucle.

Etapa 803: Si el punto medio de la primera gama de longitudes pertenece a la segunda o tercera gama de longitudes, el diámetro de línea correspondiente a la segunda o tercera gama de longitudes se determina como el diámetro de línea medido. Si el punto medio de la primera gama de longitudes pertenece a la cuarta gama de longitudes, el diámetro de línea híbrida, correspondiente a la cuarta gama de longitudes, se determina como el diámetro de línea medido.

Esta forma de realización consiste en un método para la medición de una línea híbrida. En la práctica, la línea medida puede segmentarse a partir de las líneas con dos o más diámetros de línea. Por lo tanto, con respecto a la línea medida con solamente un diámetro de línea, es necesario proporcionar múltiples intervalos de longitudes de posibles líneas. La Figura 9 representa un intervalo de línea híbrida, en donde la línea medida es una línea de abonado segmentada que implica dos diámetros de línea. La gama determinada por L_1 , L_2 se puede dividir en tres intervalos.

Por lo tanto, se puede calcular un error estándar en función de la ecuación 28 y del error de prueba (e%):

$$E\% = E_{Hlin} \% + e\%$$

5 Se estima una gama de juicio:

(1) Intervalo de juicio de AWG #26:

$$[L_1 - (L_2 - L_1) * E\%, L_1 + (L_2 - L_1) * E\%] \tag{39}$$

10

(2) Intervalo de juicio de AWG #24:

$$[L_2 - (L_2 - L_1) * E\%, L_2 + (L_2 - L_1) * E\%] \tag{40}$$

15

(3) Intervalo de juicio de una línea híbrida:

$$[L_1 + (L_2 - L_1) * E\%, L_2 - (L_2 - L_1) * E\%] \tag{41}$$

20

El diámetro de línea y la longitud de línea se determinan en función del intervalo que cubre $\frac{D_1 + D_2}{2}$.

Una ecuación que implica a Hlin se puede crear en función de los parámetros de RLCG del diámetro de línea. Según las etapas 801–803, se calculan la longitud de línea y el diámetro de línea se calculan y se realiza un juicio con respecto a si el diámetro de línea es un diámetro de línea híbrida.

25

La Figura 10 representa un método de medición de línea, según la cuarta forma de realización de la presente invención. En esta forma de realización, la longitud de línea y el diámetro de línea se calculan utilizando el valor de enlace ascendente y el valor de enlace descendente de LATN en los parámetros de prueba. El método comprende las etapas siguientes:

30

Basándose en la ecuación 29, determinar que la fluctuación del valor LATN en la dirección de enlace ascendente de un calibre de bucle es diferente de la fluctuación del valor LATN en la dirección de enlace descendente del mismo calibre de bucle. Por lo tanto, la longitud y el diámetro de una línea se pueden calcular después de que se midan el valor LATN de enlace ascendente y el valor LATN de enlace descendente de la línea.

35

Etapla 1001: Los datos de relación entre la longitud de línea y el valor paramétrico de atenuación de bucle de enlace ascendente del calibre del primer bucle y los datos de relación entre la longitud de línea y el valor paramétrico de atenuación de bucle de enlace descendente del calibre del primer bucle se obtienen en esta etapa. Los datos de relación entre la longitud de línea y el valor paramétrico de atenuación de bucle de enlace ascendente del calibre del segundo bucle y los datos de relación entre la longitud de línea y el valor paramétrico de atenuación de bucle de enlace descendente del calibre del segundo bucle se obtienen también en esta etapa.

40

Basándose en la ecuación 29, se crea una tabla para reflejar la relación entre la longitud de línea y el valor LATN de enlace ascendente/descendente de las líneas AWG #24 y #26. La longitud de línea en la tabla suele ser de 0-6 km y 5 m es el paso mínimo. El paso mínimo de la longitud de línea determina el error mínimo calculado de la línea y puede variar cuando se requiera.

45

Etapla 1002: El primer valor de longitud y el segundo valor de longitud, respectivamente, obtenidos a partir de los datos de relación entre la longitud de línea y el valor paramétrico de atenuación de bucle de enlace ascendente del calibre del primer bucle y del calibre del segundo bucle se obtienen en función del valor paramétrico de atenuación de bucle del calibre de bucle medido y el tercer valor de longitud y el cuarto valor de longitud, respectivamente, obtenidos a partir de los datos de relación entre la longitud de línea y el valor paramétrico de atenuación de bucle de enlace descendente del calibre del primer bucle y del calibre del segundo bucle se obtienen en función del valor paramétrico de atenuación de bucle del calibre de bucle medido.

50

55

Una vez obtenidos los valores LATN de enlace ascendente y el LATN de enlace descendente de la línea medida, las longitudes (D_1 , D_2) de las líneas AWG #26 y #24 pueden determinarse mediante consulta de la tabla. Una vez obtenido el valor LATN de enlace descendente de la línea medida, las longitudes (D_4 , D_3) de las líneas AWG #26 y #24 se pueden encontrar mediante consulta de la tabla.

60

Etapla 1003: Un valor absoluto de diferencia entre el primer valor de longitud y el tercer valor de longitud y un valor absoluto de diferencia entre el segundo valor de longitud y el cuarto valor de longitud se obtienen en esta etapa, se

comparan los dos valores absolutos y se utiliza el diámetro y la longitud de la línea correspondiente a los valores de longitud, con un más pequeño valor absoluto de diferencia, como el diámetro de línea medido y la longitud medida.

5 El valor absoluto $|D_1 - D_4|$ se compara con el valor absoluto $|D_2 - D_3|$. El diámetro y la longitud correspondientes al más pequeño valor absoluto son el diámetro y la longitud de la línea real.

En esta forma de realización, solamente un valor paramétrico se mide de modo que la medición resulte más fácil.

10 Según se indica en la Figura 11, un método de medición de línea se da a conocer en la quinta forma de realización de la presente invención. En esta forma de realización, la longitud de línea y el diámetro de línea se calculan utilizando el valor de $H \log(f)$ en los parámetros de prueba. El método comprende las etapas siguientes:

Etapa 1101: El valor logarítmico $H \log_{test}$ de la pérdida de inserción de la línea medida se obtiene en esta etapa.

15 Etapa 1102: El valor logarítmico teórico $H \log_{ref24}$ de la primera pérdida de inserción del bucle en una distancia media del calibre del primer bucle y el valor logarítmico $H \log_{test}$ de la pérdida de inserción de la línea medida se sustituyen en una función lineal del valor logarítmico $H \log(f)$ de la pérdida de inserción y la longitud de línea bajo una frecuencia fija, para obtener una longitud de línea opcional L_{test24} . El valor logarítmico teórico $H \log_{ref26}$ de la segunda pérdida de inserción del bucle en una distancia media del calibre del segundo bucle y el valor $H \log_{test}$ de la línea medida se sustituyen en una
20 función lineal de $H \log(f)$ y la longitud de línea bajo una frecuencia fija para obtener una longitud de línea opcional L_{test26} .

La ecuación 37 $|Hlin(f)|_{dB} \propto L$ indica que: Cuando la frecuencia $f > 100$ KHz, existe una relación lineal aproximada entre el valor de $H \log(f)$ y la longitud de línea L bajo la misma frecuencia:

$$25 \frac{H \log(f)_1}{H \log(f)_2} = \frac{L_1}{L_2} \quad (42)$$

En primer lugar, se obtiene el parámetro $H \log_{test}$ de la línea. A continuación, los valores teóricos de $H \log_{ref24}$ y $H \log_{ref26}$ del bucle a una distancia media (por ejemplo, 2 km) de las líneas AWG #24 y #26 se seleccionan como un bucle de referencia y se obtienen las ecuaciones siguientes sobre la base de la ecuación 42:

$$30 L_{test24} = L_{ref} \times \frac{H \log_{test}}{H \log_{ref24}} \quad (43)$$

$$L_{test26} = L_{ref} \times \frac{H \log_{test}}{H \log_{ref26}} \quad (44)$$

35 El parámetro $H \log_{test}$ medido en la ecuación 43 y la ecuación 44 se sustituye para obtener los valores de longitud L_{test24} y L_{test26} bajo dos diámetros de línea diferentes.

40 Etapa 1103: El valor del diámetro del calibre del primer bucle y la longitud de línea L_{test24} se sustituyen en la función de pérdida de inserción $Hlin(f)$ del calibre del primer bucle y se realiza una operación logarítmica para obtener $H \log_{ref24}$. El valor del diámetro del calibre del segundo bucle y la longitud de línea L_{test24} se sustituyen en la función de pérdida de inserción $Hlin(f)$ del calibre del segundo bucle y luego, se realiza una operación logarítmica para obtener $H \log_{ref26}$.

Las siguientes sumas de varianzas se obtienen en todas las bandas:

$$45 error_{24} = \sum_{i=1}^N || H \log_{test}(f_i) - | H \log_{test24}(f_i) ||^2 \quad (45)$$

$$error_{26} = \sum_{i=1}^N || H \log_{test}(f_i) - | H \log_{test26}(f_i) ||^2 \quad (46)$$

50 Etapa 1104: Una suma de errores cuadráticos medios, una suma de varianzas o una suma diferencia de $H \log_{test}$ y $H \log_{test24}$ se obtiene en todas las bandas o en algunas bandas. Una suma de errores cuadráticos medios, una suma de varianzas o una suma de diferencias de $H \log_{test}$ y $H \log_{test26}$ se obtienen en todas las bandas o en algunas bandas. Las

sumas de errores de los datos anteriores son objeto de comparación y la longitud de línea y el diámetro de línea correspondientes a los datos, con una más pequeña suma de errores se utilizan como la longitud de línea medida y el diámetro de línea medido.

5 Por ejemplo, error_{24} se compara con error_{26} y el diámetro de línea y la longitud de línea correspondientes al más pequeño error son el diámetro y la longitud de la línea real.

10 En más formas de realización, no es necesario adoptar la forma logarítmica de la función de pérdida de inserción, sino adoptar el propio valor de función de pérdida de inserción para el cálculo. De este modo, la función lineal del valor logarítmico $H \log_{(f)}$ de la pérdida de inserción y la longitud de línea se cambia a la función del valor logarítmico $H \log_{(f)}$ de la pérdida de inserción y de la longitud de línea.

15 Queda entendido para los expertos en esta materia que la totalidad o parte de las etapas del método de medición de línea, en las formas de realización anteriores, se pueden poner en práctica mediante hardware bajo instrucciones de un programa. El programa se puede memorizar en un medio de almacenamiento legible por ordenador. Cuando se ejecuta, el programa comprende los contenidos de todas las formas de realización anteriores del método bajo la presente invención. El medio de almacenamiento anteriormente citado puede ser una memoria de lectura solamente / memoria de acceso aleatorio (ROM/RAM), un disco magnético, un disco compacto, etc.

20 Además, se da a conocer un aparato de medida en la primera forma de realización de la presente invención. Según se representa en la Figura 12, el aparato de medida comprende:

25 una unidad de memorización, configurada para: memorizar los datos de relación entre la longitud de línea y el radián de fase de $H \ln(f)$ del calibre del primer bucle bajo una frecuencia fija y memorizar los datos de relación entre la longitud de línea y el valor paramétrico de atenuación de bucle; memorizar los datos de relación entre la longitud de línea y el radián de fase de $H \ln(f)$ del calibre del segundo bucle bajo una frecuencia fija y memorizar los datos de relación entre la longitud de línea y el valor paramétrico de atenuación de bucle;

30 una unidad de medición, configurada para obtener el radián de fase de $H \ln(f)$ y el valor paramétrico de atenuación de bucle del calibre de bucle medido;

35 una unidad de búsqueda, configurada para: buscar los datos de relación entre la longitud de línea y el radián de fase de $H \ln(f)$ del calibre del primer bucle y del calibre del segundo bucle en función del radián de fase de $H \ln(f)$ del calibre de bucle medido para obtener dos valores de longitud y definir una primera gama de longitudes en función de los dos valores de longitud, examinar los datos de relación entre la longitud de línea y el valor paramétrico de atenuación de bucle del calibre del primer bucle y el calibre del segundo bucle en función del valor paramétrico de atenuación de bucle del calibre de bucle medido para obtener dos valores de longitud y definir una segunda gama de longitudes en función de los dos valores de longitud y

40 una unidad de determinación, configurada para: determinar la frontera de la segunda gama de longitudes próxima al punto medio de la primera gama de longitudes, utilizar un valor de longitud de línea correspondiente a la frontera próxima al punto medio como una longitud de línea medida y utilizar el diámetro de línea correspondiente al valor de longitud de línea como un diámetro de línea medido.

45 La primera forma de realización de la presente invención indica que: Los datos de relación entre la longitud de línea y el radián de fase de $H \ln(f)$ y los datos de relación entre la longitud de línea y el valor paramétrico de atenuación de bucle de líneas con varios diámetros posibles se obtienen de antemano; en adelante, el radián de fase de $H \ln(f)$ y el valor paramétrico de atenuación de bucle se obtienen en función de la línea medida real y los valores de longitud correspondientes se obtienen a partir de los datos de relación entre la longitud de línea y el radián de fase de $H \ln(f)$ y los datos de relación entre la longitud de línea y el valor paramétrico de atenuación de bucle de líneas con varios diámetros y la primera gama de longitudes y la segunda gama de longitudes se obtienen en esta etapa. Según se deduce de la técnica relacionada, la primera gama de longitudes obtenida a partir de los datos de relación entre el radián de fase y la longitud de línea del calibre del primer bucle y el calibre del segundo bucle es menor que la segunda gama de longitudes y es más precisa. El punto medio de la primera gama de longitudes sirve como una base de juicio, el valor de longitud de línea correspondiente a la frontera de la segunda gama de longitudes próxima al punto medio sirve como una longitud de línea medida y el diámetro de línea correspondiente a este valor de longitud de línea sirve como un diámetro de línea medido. Por lo tanto, la longitud de línea y el diámetro de línea de la línea medida se pueden confirmar al mismo tiempo con el máximo conocimiento y se mejora la precisión de la medición, lo que facilita las tareas posteriores de mantenimiento de la línea y de corrección de fallos.

60 Asimismo, se da a conocer un aparato de medida según la segunda forma de realización de la presente invención. Según se representa en la Figura 13, el aparato de medida comprende:

65 una unidad de memorización, configurada para: memorizar los datos de relación entre la longitud de línea y el valor paramétrico de atenuación de bucle de enlace ascendente del calibre del primer bucle y memorizar los datos de relación entre la longitud de línea y el valor paramétrico de atenuación de bucle de enlace descendente del calibre del primer

bucle; memorizar los datos de relación entre la longitud de línea y el valor paramétrico de atenuación de bucle de enlace ascendente del calibre del segundo bucle y memorizar los datos de relación entre la longitud de línea y el valor paramétrico de atenuación de bucle de enlace descendente del calibre del segundo bucle;

5 una unidad de medición, configurada para obtener el valor paramétrico de atenuación de bucle del calibre de bucle medido;

10 una unidad de búsqueda, configurada para: obtener el primer valor de longitud y el segundo valor de longitud, respectivamente, a partir de los datos de relación entre la longitud de línea y el valor paramétrico de atenuación de bucle de enlace ascendente del calibre del primer bucle y el calibre del segundo bucle, en función del valor paramétrico de atenuación de bucle del calibre de bucle medido y obtener el tercer valor de longitud y el cuarto valor de longitud, respectivamente, a partir de los datos de relación entre la longitud de línea y el valor paramétrico de atenuación de bucle de enlace descendente del calibre del primer bucle y del calibre del segundo bucle, función del valor paramétrico de atenuación de bucle del calibre de bucle medido y

15 una unidad de determinación, configurada para: después de obtener un valor absoluto de la diferencia entre el primer valor de longitud y el tercer valor de longitud y la obtención de un valor absoluto de diferencia entre el segundo valor de longitud y el cuarto valor de longitud, comparar los dos valores absolutos y utilizar el diámetro y la longitud de la línea correspondiente a los valores de longitud con un más pequeño valor absoluto de diferencia como el diámetro de línea medido y la longitud medida.

20 Es preciso prestar atención al hecho de que la unidad de memorización, la unidad de medición, la unidad de búsqueda y la unidad de determinación del aparato de medida, según la primera forma de realización de la presente invención, se pueden integrar en un solo módulo de procesamiento. Por analogía, todas las unidades en el aparato de medida, según
25 la segunda forma de realización de la presente invención pueden integrarse también en un solo módulo de procesamiento o, cualesquiera dos o más unidades en las formas de realización anteriores se pueden integrar en un solo módulo de procesamiento.

30 Un aparato de medida se da a conocer, además, en la tercera forma de realización de la presente invención. El aparato de medida comprende:

35 una unidad de obtención, configurada para obtener datos de relación entre la longitud de línea y el radián de fase de pérdida de inserción del calibre del primer bucle y del calibre del segundo bucle bajo una frecuencia fija y obtener datos de relación entre la longitud de línea y el valor paramétrico de atenuación de bucle;

40 una unidad de búsqueda, configurada para: buscar los datos de relación entre la longitud de línea y el radián de fase de pérdida de inserción del calibre del primer bucle y del calibre del segundo bucle en función del radián de fase de pérdida de inserción del calibre de bucle medido para obtener dos valores de longitud y definir una primera gama de longitudes en función de los dos valores de longitud; examinar los datos de relación entre la longitud de línea y el valor paramétrico de atenuación de bucle del calibre del primer bucle y del calibre del segundo bucle en función del valor paramétrico de atenuación de bucle del calibre de bucle medido para obtener dos valores de longitud, definir una segunda gama de longitudes y una tercera gama de longitudes utilizando los dos valores de longitud como puntos medios respectivamente y definir la gama de longitudes restante entre la segunda gama de longitudes y la tercera gama de longitudes como una
45 cuarta gama de longitudes, en donde la segunda gama de longitudes y la tercera gama de longitudes corresponden al calibre del primer bucle y al calibre del segundo bucle respectivamente y la cuarta gama de longitudes corresponde a una línea híbrida constituida por el calibre del primer bucle y el calibre del segundo bucle y

50 una unidad de determinación, configurada para: cuando el punto medio de la primera gama de longitudes pertenece a la segunda gama de longitudes, determinar el diámetro de línea correspondiente a la segunda gama de longitudes para ser el primer diámetro de línea medido; cuando el punto medio de la primera gama de longitudes corresponde a la tercera gama de longitudes, determinar el diámetro de línea correspondiente a la tercera gama de longitudes para ser el segundo diámetro de línea medido; cuando el punto medio de la primera gama de longitudes pertenece a la cuarta gama de longitudes, determinar el diámetro de línea híbrida correspondiente a la cuarta gama de longitudes para ser el diámetro de línea medido.

55 Un aparato de medida se da a conocer, además, en la cuarta forma de realización de la presente invención. Dicho aparato de medida comprende:

60 una unidad de obtención de pérdida de inserción, configurada para obtener la pérdida de inserción de la línea medida;

una unidad de cálculo, configurada para: sustituir los valores teóricos de la primera pérdida de inserción y la segunda pérdida de inserción de un bucle a una distancia media del calibre del primer bucle y del calibre del segundo bucle así como la pérdida de inserción de la línea medida, en una función de la pérdida de inserción y la longitud de línea bajo una frecuencia fija para obtener la primera longitud de línea opcional y la segunda longitud de línea opcional y sustituir los
65 valores del diámetro de línea y los valores de la longitud del calibre del primer bucle y del calibre del segundo bucle en la

función de pérdida de inserción del calibre del primer bucle y del calibre del segundo bucle para obtener el primer valor calculado de pérdida de inserción y el segundo valor calculado de pérdida de inserción y

5 una unidad de determinación, configurada para: obtener una suma de errores entre la pérdida de inserción de la línea medida y el primer valor calculado de pérdida de inserción en la totalidad o en algunas bandas; obtener una suma de errores entre la pérdida de inserción de la línea medida y el segundo valor calculado de pérdida de inserción en la totalidad o en algunas bandas; comparar las dos sumas de errores y utilizar la longitud de línea y el diámetro de línea correspondientes a los datos con una más pequeña suma de errores como la longitud de línea medida y el diámetro de línea medido.

10 Debe prestarse atención al hecho de que las unidades del aparato de medida en las formas de realización de la presente invención se puede poner en práctica mediante hardware o, si es aplicable, por intermedio de módulos de función de software. En consecuencia, las formas de realización de la presente invención se pueden vender o utilizarse como un producto autónomo y, si fuera aplicable, se pueden memorizar en un medio de almacenamiento legible por ordenador para venta o uso.

15 En resumen, la presente invención proporciona al menos las ventajas siguientes:

20 (1) La longitud de línea y el diámetro de línea se pueden determinar simultáneamente dentro de la gama susceptible de prueba de DELT y la gama de longitud susceptible de prueba es amplia. En general, para una línea AWG #26, la gama de longitudes, susceptible de prueba, por DELT, es 0 – 6000 m.

25 (2) La precisión del cálculo de la longitud y la determinación del diámetro es alta. Puesto que el diámetro de línea se determina primero y luego se determina la longitud de línea, en función de las características del diámetro de línea, la precisión es alta.

(3) Se puede realizar un juicio sobre si la línea es una línea híbrida.

30 (4) El alcance de aplicación es amplio. Los parámetros Hlin, Hlog de DELT y LATN o cualquier combinación de ellos pueden servir como los parámetros de medición de línea.

35 Lo anteriormente descrito constituye un método de medición de línea y un aparato de medida dado a conocer en las formas de realización de la presente invención. Aunque la invención ha sido descrita mediante algunas formas de realización a modo de ejemplo, la invención no está limitada a dichas formas de realización. Es evidente para los expertos en esta materia que se pueden realizar diversas modificaciones y variaciones a la invención si desviarse, por ello, del alcance de protección de la invención.

REIVINDICACIONES

1. Un método de medición de línea, que comprende:

5 la obtención respectiva (101) de datos de relación entre una longitud de línea y un radián de fase de $H_{lin}(f)$ de un calibre de primer bucle y de un calibre de segundo bucle bajo una frecuencia fija y de datos de relación entre la longitud de línea y un valor paramétrico de atenuación de bucle;

10 la definición (102) de una primera gama de longitudes en función de dos valores de longitud obtenidos examinando los datos de relación entre la longitud de línea y el radián de fase de $H_{lin}(f)$ del calibre de primer bucle y del calibre de segundo bucle en función del radián de fase de $H_{lin}(f)$ de un calibre de bucle medido y la definición de una segunda gama de longitudes en función de dos valores de longitud obtenidos examinando los datos de relación entre la longitud de línea y el valor paramétrico de atenuación de bucle del calibre de primer bucle y del calibre de segundo bucle, en función del valor paramétrico de atenuación de bucle del calibre de bucle medido y

15 la determinación de la frontera (103) de la segunda gama de longitudes que está próxima a un punto medio de la primera gama de longitudes, la utilización de un valor de longitud de línea correspondiente a la frontera próxima del punto medio como una longitud de línea medida y la utilización de un diámetro de línea correspondiente al valor de longitud de línea como un diámetro de línea medido.

20 2. El método según la reivindicación 1, en donde el valor paramétrico de atenuación del bucle medido del calibre de primer bucle y del calibre de segundo bucle es un valor paramétrico de atenuación de bucle de enlace ascendente o de enlace descendente obtenido midiendo el calibre del primer bucle y el calibre del segundo bucle.

25 3. El método según el método 1, en donde la utilización del valor de longitud de línea correspondiente a la frontera próxima del punto medio como longitud de línea medida se refiere a:

30 la determinación de la frontera de la segunda gama de longitudes próximas al punto medio, la selección de la frontera de la primera gama de longitudes próxima a la frontera determinada de la segunda gama de longitudes y la utilización de la longitud de línea correspondiente a la frontera seleccionada de la primera gama de longitudes como la longitud de línea medida.

4. El método según el método 1, que comprende, además:

35 la definición de una segunda gama de longitudes y de una tercera gama de longitudes utilizando dos valores de longitud obtenidos examinando los datos de relación entre la longitud de línea y el valor paramétrico de atenuación de bucle del calibre de primer bucle y del calibre del segundo bucle, en función del valor paramétrico de atenuación de bucle del calibre de bucle medido como puntos medios respectivamente y la definición de una gama de longitudes restante entre la segunda gama de longitudes y la tercera gama de longitudes como cuarta gama de longitudes, en donde la segunda

40 gama de longitudes y la tercera gama de longitudes corresponden al calibre del primer bucle y al calibre del segundo bucle respectivamente y la cuarta gama de longitudes corresponde a una línea híbrida compuesta por el calibre de primer bucle y el calibre de segundo bucle.

45 5. El método según el método 4, en donde la determinación de la frontera de la segunda gama de longitudes próxima al punto medio, la selección de la frontera de la primera gama de longitudes próxima a la frontera determinada de la segunda gama de longitudes y la utilización del valor de longitud de línea correspondiente a la frontera seleccionada de la primera gama de longitudes como la longitud de línea medida comprende:

50 cuando un punto medio de la primera gama de longitudes pertenece a la segunda gama de longitudes, la determinación (803) de un diámetro de línea correspondiente a la segunda gama de longitudes como primer diámetro de línea medido; cuando el punto medio de la primera gama de longitudes pertenece a la tercera gama de longitudes, la determinación del diámetro de línea correspondiente a la tercera gama de longitudes como segundo diámetro de línea medido; cuando el punto medio de la primera gama de longitudes pertenece a la cuarta gama de longitudes, la determinación de un diámetro de línea híbrida correspondiente a la cuarta gama de longitudes como siendo un diámetro de línea medido.

55 6. Un aparato de medida, que comprende:

60 una unidad de memorización, configurada para: memorizar datos de relación entre una longitud de línea y un radián de fase de $H_{lin}(f)$ de un calibre de primer bucle bajo una frecuencia fija y memorizar datos de relación entre la longitud de línea y un valor paramétrico de atenuación de bucle; memorizar datos de relación entre una longitud de línea y un radián de fase de $H_{lin}(f)$ de un calibre de segundo bucle bajo una frecuencia fija y memorizar los datos de relación entre la longitud de línea y el valor paramétrico de atenuación de bucle;

65 una unidad de medición, configurada para obtener un radián de fase de $H_{lin}(f)$ y un valor paramétrico de atenuación de bucle de un calibre de bucle medido;

5 una unidad de búsqueda, configurada para: definir una primera gama de longitudes en función de dos valores de longitud obtenidos examinando los datos de relación entre la longitud de línea y el radián de fase de $H_{lin}(f)$ del calibre de primer bucle y del calibre de segundo bucle, en función del radián de fase de $H_{lin}(f)$ del calibre de bucle medido y definir una segunda gama de longitudes en función de dos valores de longitud examinando los datos de relación entre la longitud de línea y el valor paramétrico de atenuación de bucle del calibre del primer bucle y del calibre del segundo bucle, en función del valor paramétrico de atenuación de bucle del calibre de bucle medido y

10 una unidad de determinación, configurada para: determinar la frontera de la segunda gama de longitudes próxima a un punto medio de la primera gama de longitudes, utilizar un valor de longitud de línea correspondiente a la frontera próxima al punto medio como una longitud de línea medida y utilizar un diámetro de línea correspondiente al valor de longitud de línea como un diámetro de línea medido.

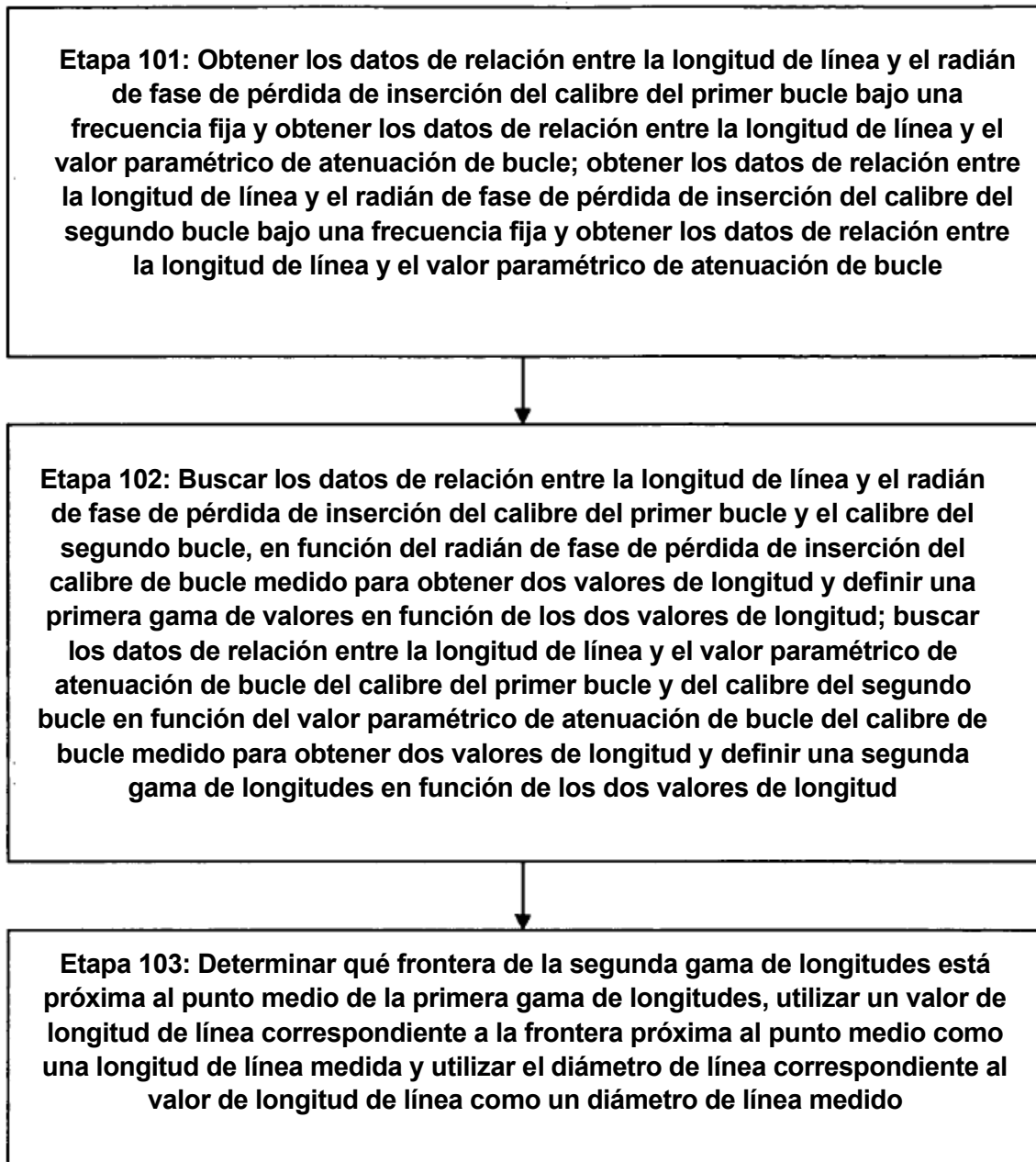


Figura 1

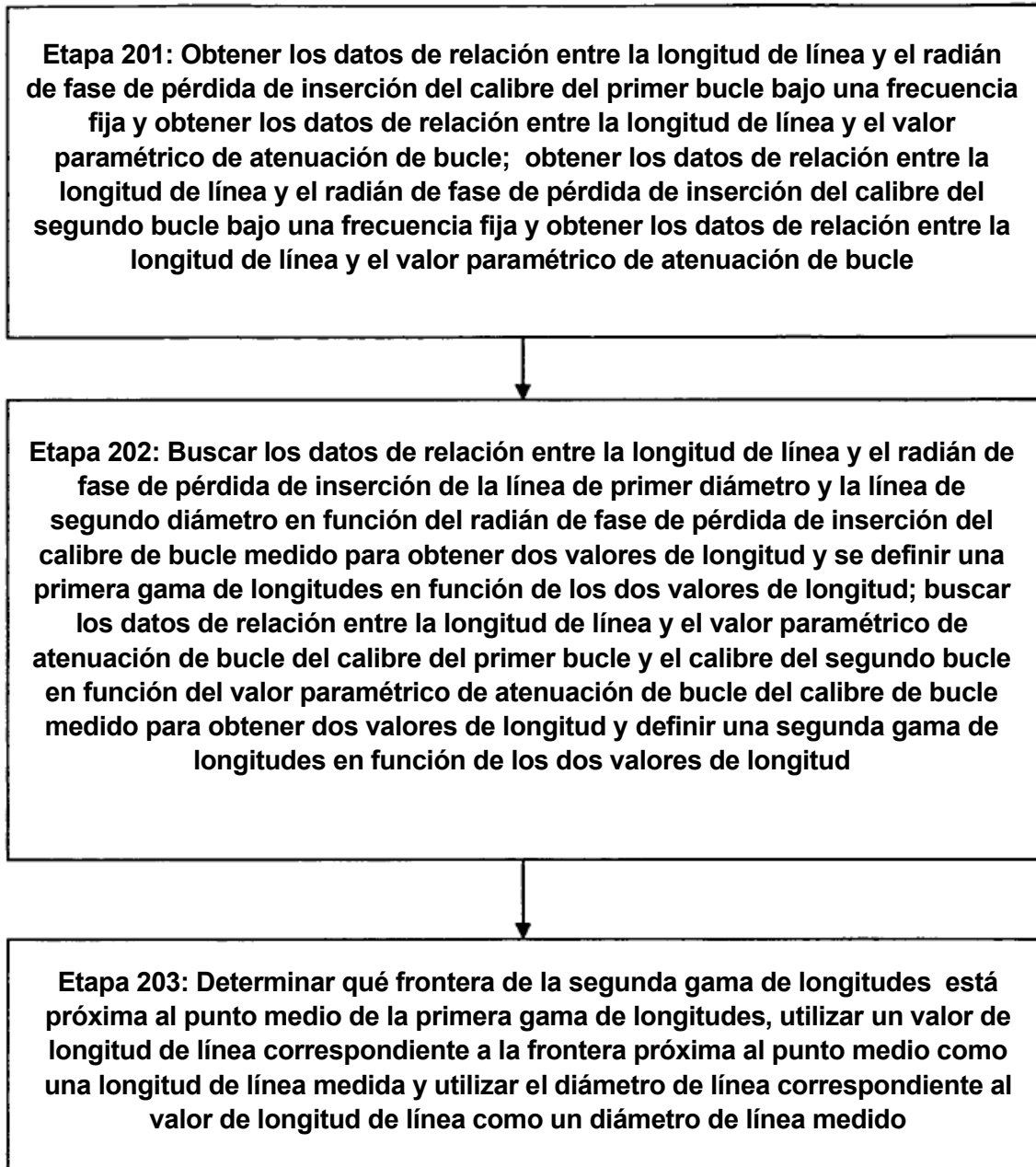


Figura 2

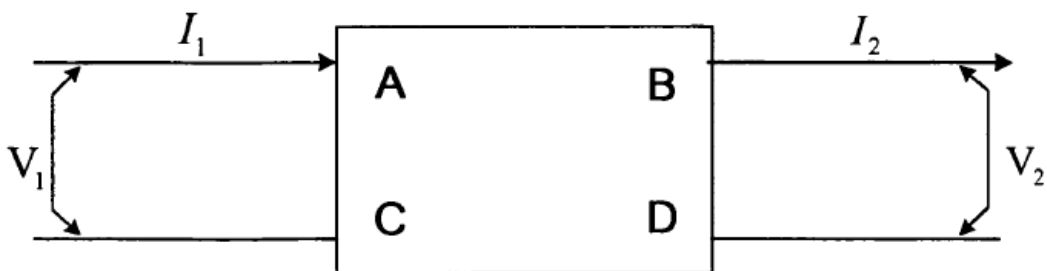


Figura 3

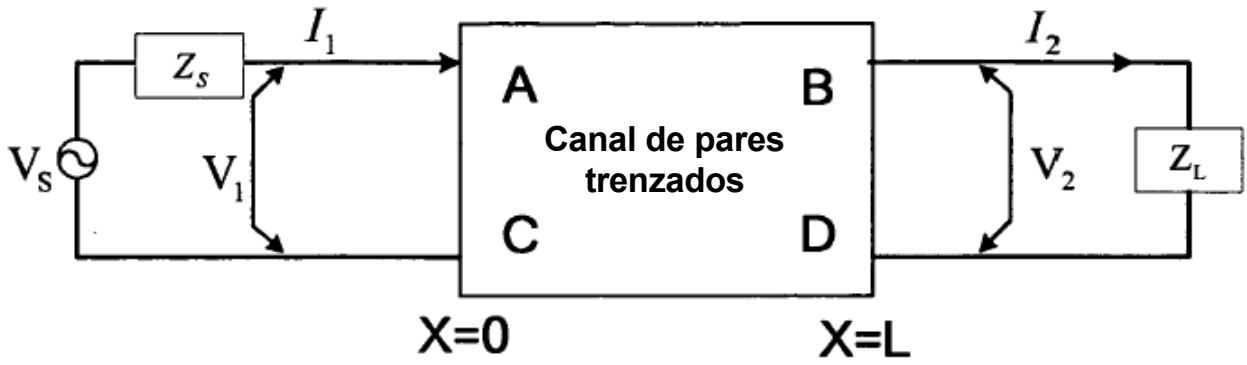


Figura 4

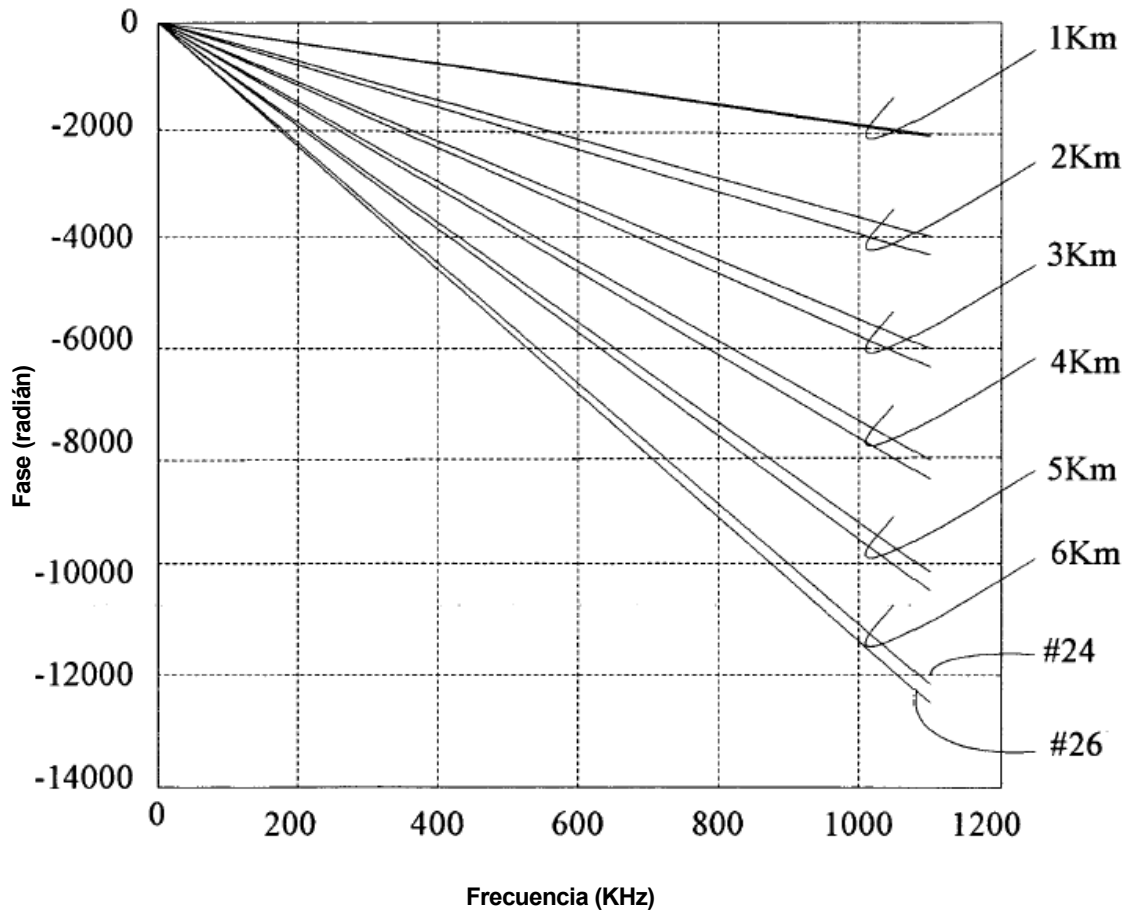


Figura 5

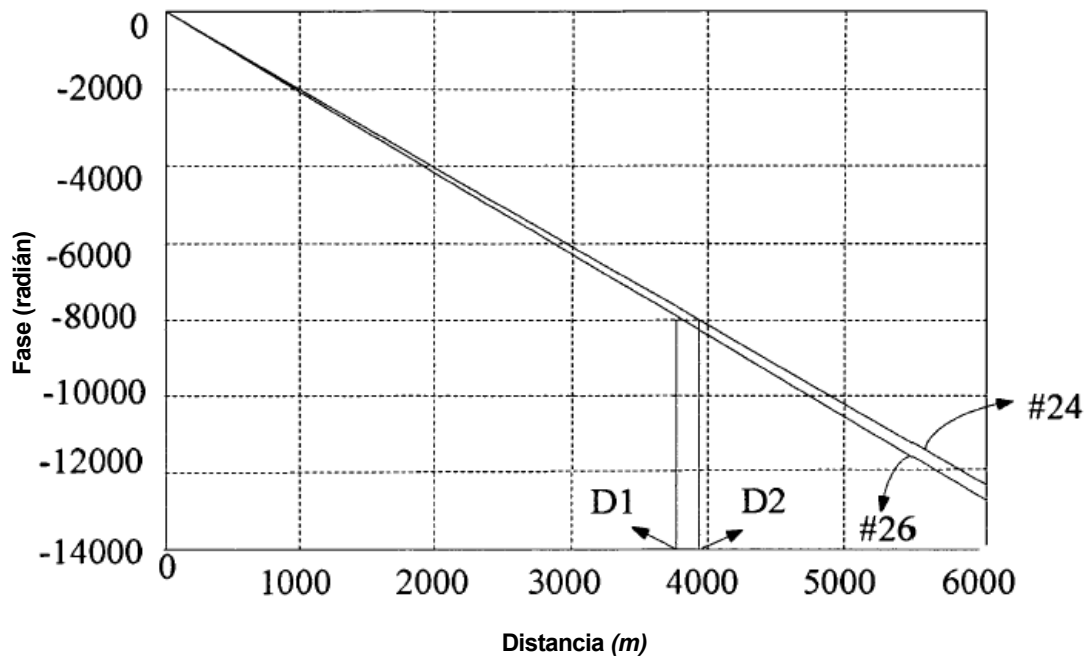


Figura 6

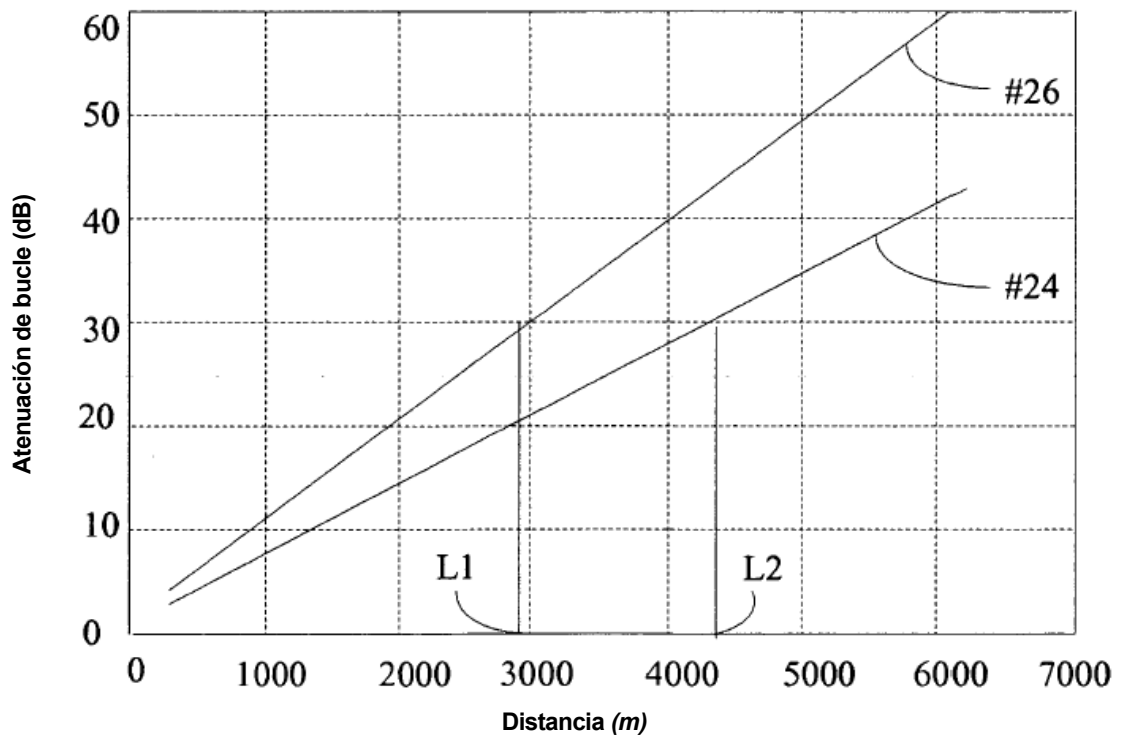


Figura 7

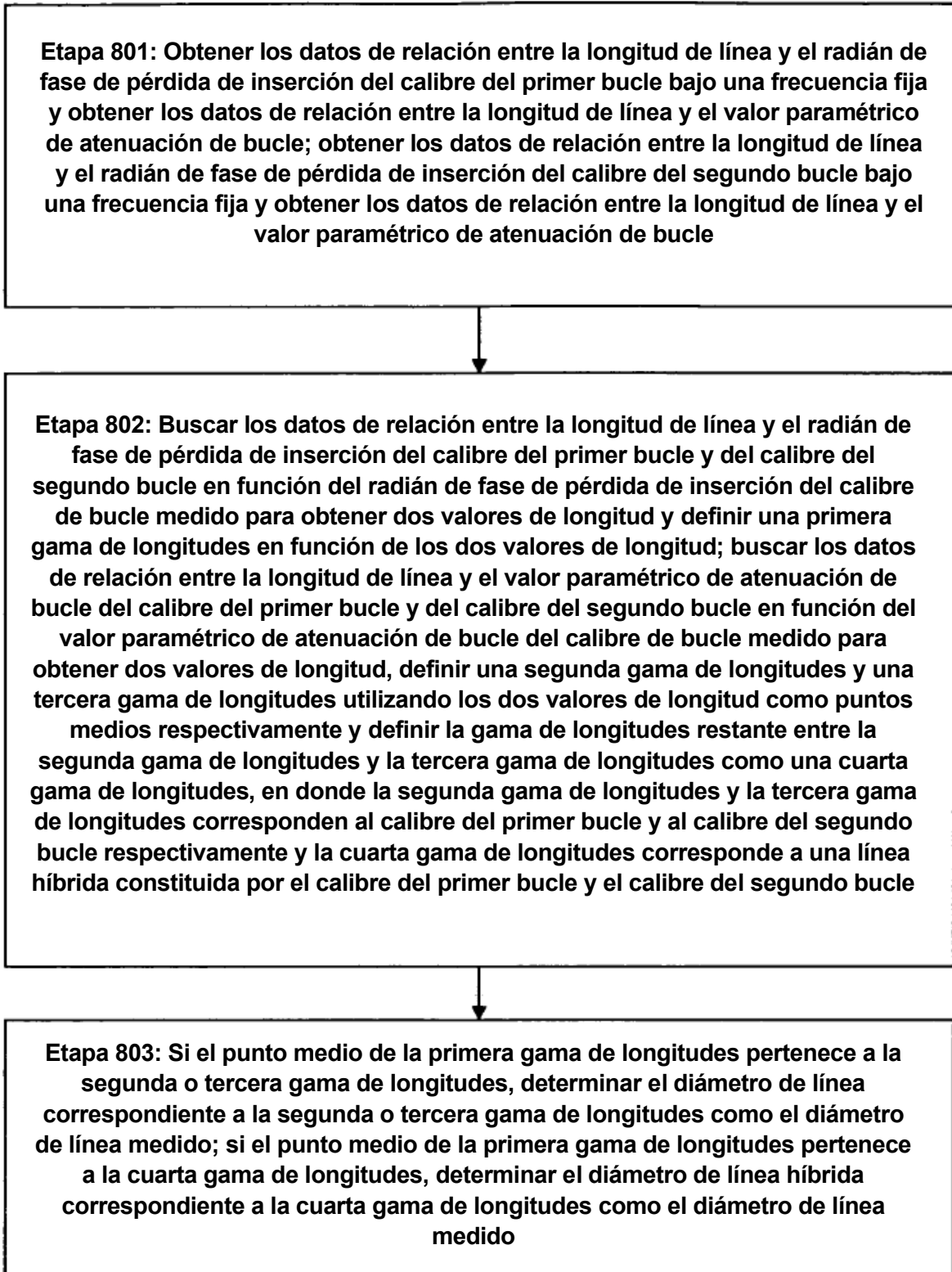


Figura 8

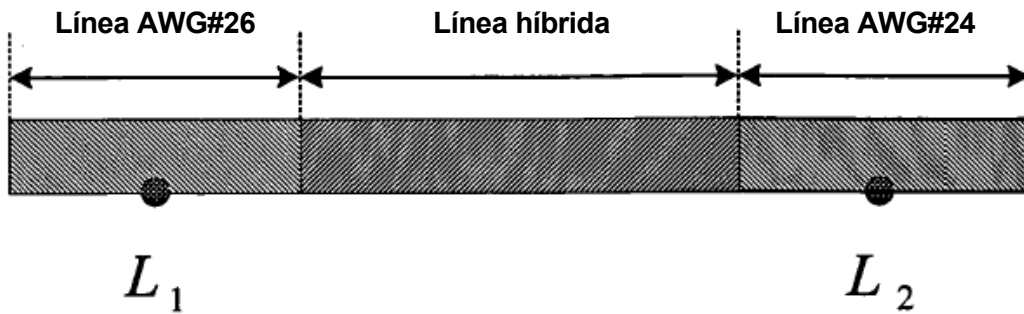


Figura 9

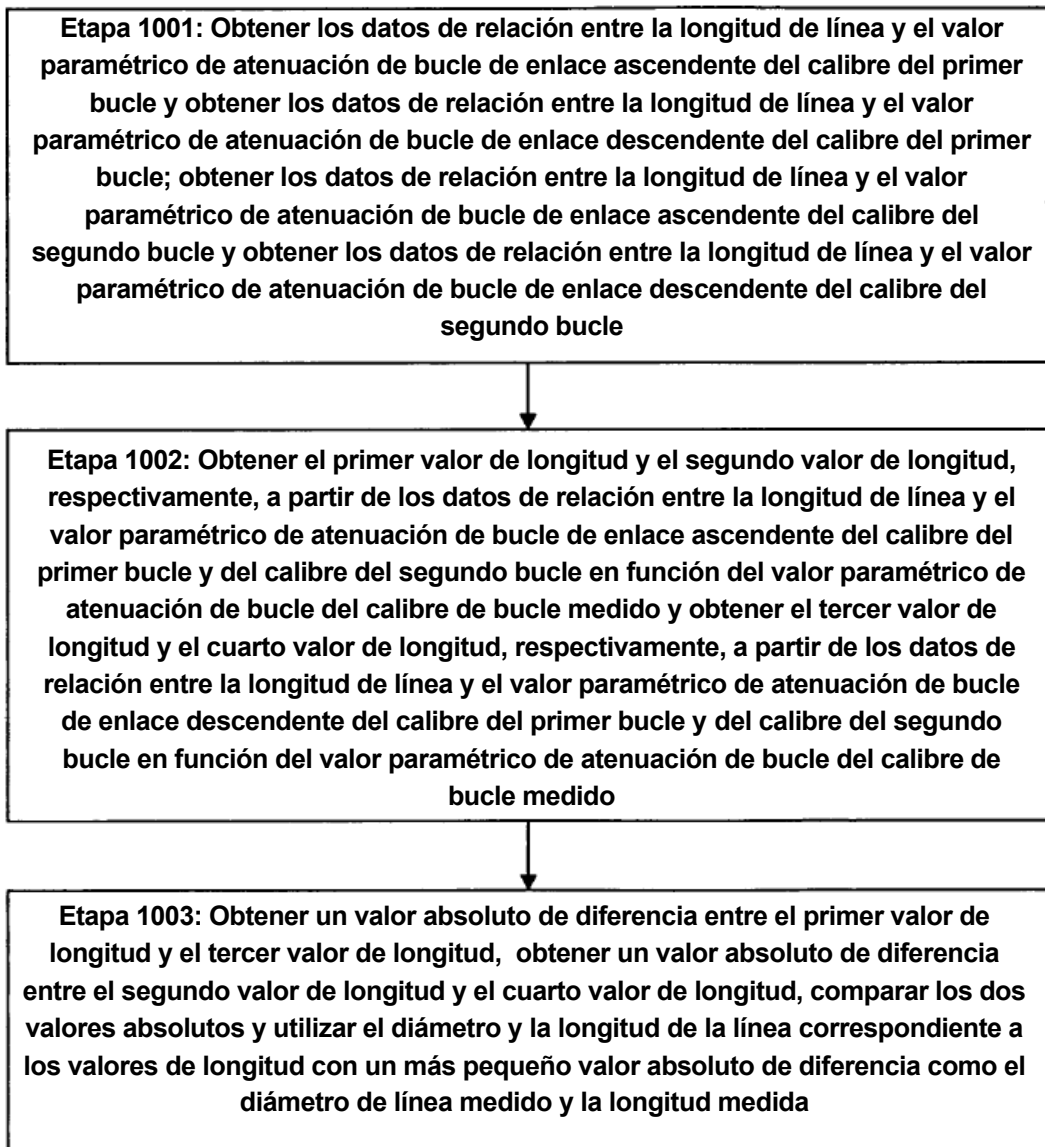


Figura 10

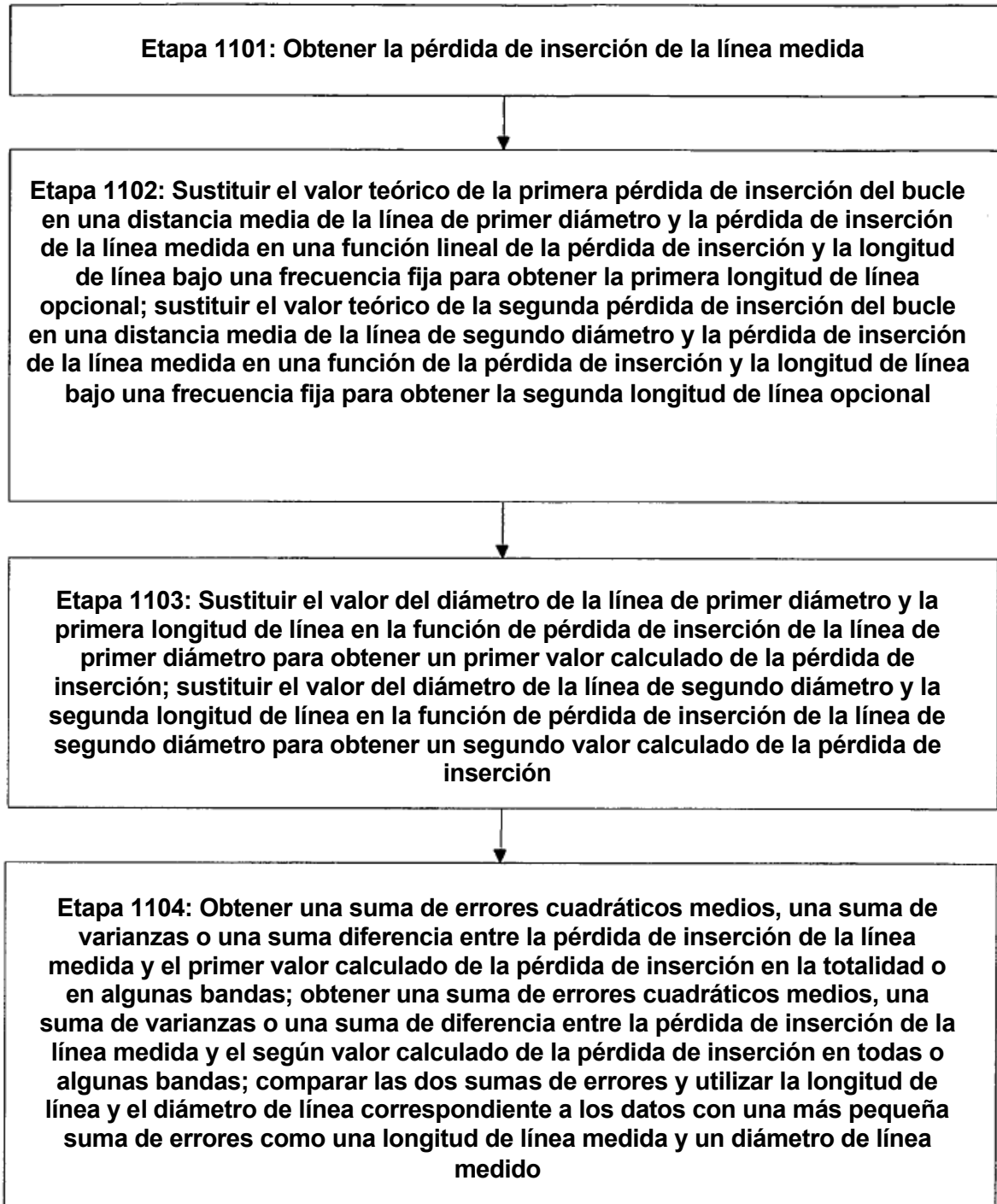


Figura 11

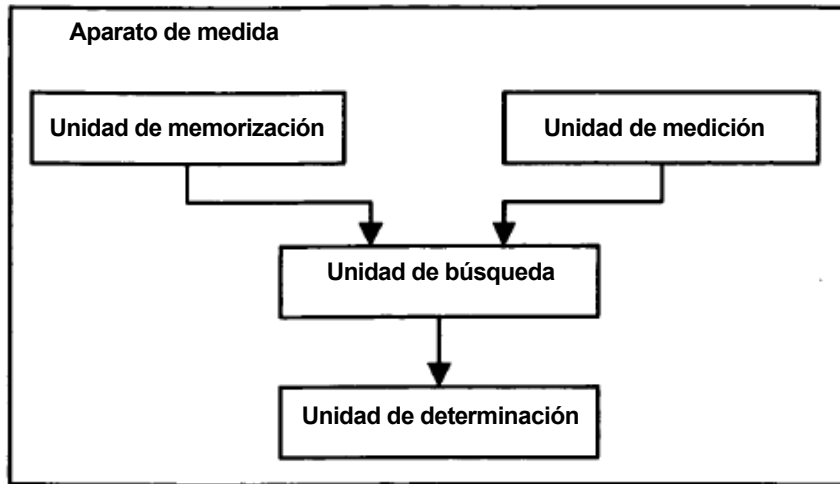


Figura 12

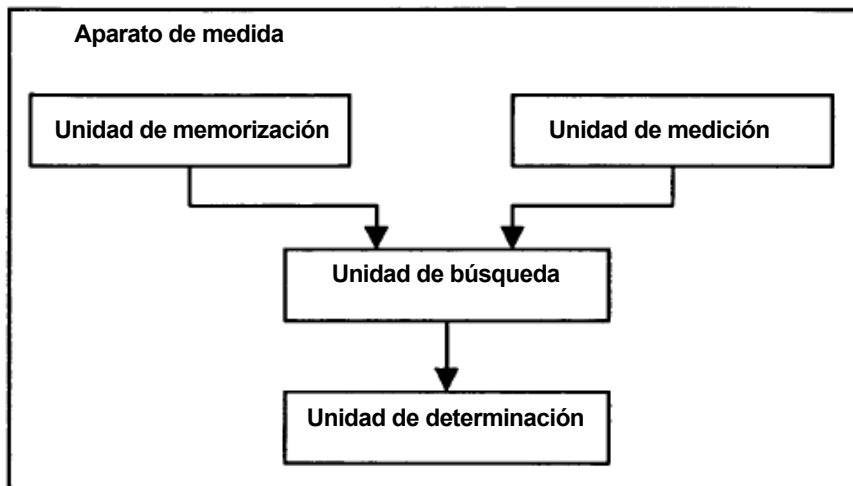


Figura 13