

RECOMENDACIÓN UIT-R BT.1363

**ESPECIFICACIONES DE LA FLUCTUACIÓN DE FASE Y MÉTODOS PARA MEDIR
LA FLUCTUACIÓN DE FASE EN SEÑALES DE BITS EN SERIE CONFORMES
A LAS RECOMENDACIONES UIT-R BT.656, UIT-R BT.799 Y UIT-R BT.1120**

(Cuestión UIT-R 65/11)

(1998)

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

- a) que muchos países están montando instalaciones de producción de televisión digital basadas en el empleo de componentes de vídeo digital en serie conformes a las Recomendaciones UIT-R BT.656, UIT-R BT.799 o UIT-R BT.1120;
- b) que para garantizar el funcionamiento de las interfaces digitales en serie es necesario especificar los parámetros de la fluctuación de fase y los métodos para medir dicha fluctuación de fase;
- c) que para llevar a cabo los anteriores objetivos, debe llegarse a un acuerdo sobre la especificación y medición de la fluctuación de fase en las interfaces de bits en serie conformes a las Recomendaciones UIT-R BT.656, UIT-R BT.799 y UIT-R BT.1120;
- d) que la introducción de interfaces ópticas para la transmisión de las señales conformes a la Recomendación UIT-R BT.1367 exige especificar los parámetros de la fluctuación de fase y los métodos para medirla,

recomienda

que cuando se implementen las interfaces conformes a las Recomendaciones UIT-R BT.656, UIT-R BT.799 y UIT-R BT.1120, se especifique la fluctuación de fase y los métodos para medir la fluctuación de fase de acuerdo con las disposiciones indicadas en el Anexo 1.

NOTA – En la norma técnica 3268 de la UER figura información adicional sobre la especificación de la fluctuación de fase y sus métodos de medición.

ANEXO 1

Especificaciones de la fluctuación de fase**1** **Ámbito**

La presente Recomendación describe técnicas para especificar la fluctuación de fase en los sistemas digitales con autotemporización y bits en serie. Es aplicable a fuentes, receptores y regeneradores.

2 **Referencias normativas**

Las normas siguientes contienen disposiciones que, mediante referencia al presente texto, constituyen disposiciones de esta Recomendación. En el instante de la publicación las ediciones indicadas eran válidas. Todas las normas están sujetas a revisión por lo que se insta a todos aquellos que las utilicen a que consideren la posibilidad de aplicar la edición más reciente de las normas indicadas a continuación.

3 Definiciones

- 3.1 fluctuación de fase de alineación:** Variación en la posición de las transiciones de una señal con respecto a las de una señal de reloj extraída de dicha señal. La anchura de banda del proceso de extracción de la señal de reloj determina el límite de baja frecuencia para la fluctuación de fase de alineación.
- 3.2 tolerancia a la fluctuación de fase de entrada:** Valor de la amplitud cresta a cresta de la fluctuación de fase sinusoidal que, aplicada a la entrada de un equipo, provoca una degradación especificada de la característica de error.
- 3.3 fluctuación de fase intrínseca:** Fluctuación de fase a la salida de un equipo en ausencia de fluctuación de fase a la entrada.
- 3.4 fluctuación de fase:** Variación de las transiciones de una señal digital con respecto a sus posiciones ideales en el tiempo.
- 3.5 transferencia de fluctuación de fase:** Fluctuación de fase a la salida de un equipo como consecuencia de una fluctuación de fase aplicada a la entrada.
- 3.6 función de transferencia de fluctuación de fase:** Relación entre la fluctuación de fase a la salida y la fluctuación de fase aplicada a la entrada en función de la frecuencia.
- 3.7 fluctuación de fase a la salida:** Fluctuación de fase a la salida de un equipo que forma parte de un sistema o una red. Consta de la fluctuación de fase intrínseca y de la transferencia de fluctuación de fase a la entrada del equipo.
- 3.8 fluctuación de fase de la temporización:** Variaciones en la posición de las transiciones de una señal que se producen a una velocidad superior a una frecuencia especificada, normalmente 10 Hz o menos. Las variaciones que se producen por debajo de esta frecuencia especificada se denominan fluctuación lenta de fase y no se consideran en esta Recomendación.
- 3.9 intervalo unitario (IU):** Periodo de un ciclo de reloj. Corresponde al tiempo mínimo nominal entre transiciones de la señal en serie.

4 Especificaciones de la fluctuación de fase

Las especificaciones de la fluctuación de fase en los equipos se dividen en tres categorías: tolerancia a la fluctuación de fase de entrada, transferencia de fluctuación de fase y fluctuación de fase intrínseca. Una cuarta especificación, fluctuación de fase a la salida, es una especificación de red y puede utilizarse para especificar los límites de fluctuación de fase en las interfaces del equipo.

4.1 Tolerancia a la fluctuación de fase de entrada

La tolerancia a la fluctuación de fase de entrada es el valor cresta a cresta de la amplitud de la fluctuación de fase sinusoidal que, aplicada a la entrada del equipo, provoca una degradación especificada de la característica de error. La tolerancia a la fluctuación de fase de entrada es aplicable a la mayoría de las entradas en serie.

4.1.1 Los requisitos de tolerancia a la fluctuación de fase de entrada se especifican con una plantilla de fluctuación de fase que abarca una gama de frecuencias de amplitud sinusoidal especificada (véase la Figura 1). Esa plantilla representa la cantidad mínima de fluctuación de fase que el equipo debe aceptar sin que se produzca la degradación especificada de la característica de error. Los equipos que satisfacen los requisitos de tolerancia a la fluctuación de fase deben tener una tolerancia real a la fluctuación de fase superior a la señalada por la plantilla (véase la Figura 2).

4.1.2 Los requisitos de tolerancia a la fluctuación de fase de entrada se especifican con los parámetros que aparecen en el Cuadro 1.

4.1.2.1 La banda de frecuencias f_1 a f_2 constituye la banda de paso de la tolerancia a la fluctuación de fase en baja frecuencia. En esta banda de paso deberá tolerarse al menos A_1 IU de fluctuación de fase sinusoidal cresta a cresta sin que se rebase el criterio de error especificado.

4.1.2.2 La banda de frecuencias f_3 a f_4 es la banda de paso de la tolerancia a la fluctuación de fase en alta frecuencia. En esta banda de paso deberá tolerarse al menos A_2 IU de fluctuación de fase sinusoidal cresta a cresta sin que se rebase el criterio de error especificado.

4.1.2.3 A_1 y A_2 se especificarán en IU.

4.1.2.4 La pendiente del requisito de tolerancia a la fluctuación de fase entre f_2 y f_3 deberá ser de 20 dB/década. La relación entre las frecuencias f_2 y f_3 es la siguiente: $f_2 = f_3/(A_1/A_2)$.

4.1.2.5 Deberá especificarse el criterio para determinar el comienzo de los errores. Debe utilizarse un límite de BER o un número máximo de segundos con error a lo largo del intervalo de medición especificado.

4.1.2.6 Deberá especificarse la señal de prueba utilizada para la medición (a la que se añade una fluctuación de fase sinusoidal).

4.1.3 Los valores numéricos de la tolerancia a la fluctuación de fase de entrada figuran en las normas SMPTE correspondientes a las que hace referencia esta Recomendación. La terminología deberá ajustarse a lo indicado en el § 4.1.2.

4.2 Transferencia de fluctuación de fase

La transferencia de fluctuación de fase es la fluctuación de fase a la salida de un equipo como resultado de la fluctuación de fase aplicada a la entrada. La transferencia de fluctuación de fase es un concepto relativo a dispositivos que producen salidas en serie a partir de entradas en serie, tales como los regeneradores.

La transferencia de fluctuación de fase también puede producirse a partir de señales de referencia aplicadas a equipos, tales como ráfagas analógicas. Las plantillas de transferencia de fluctuación de fase descritas a continuación se refieren a transferencias de fluctuación de fase de entrada en serie a salida en serie.

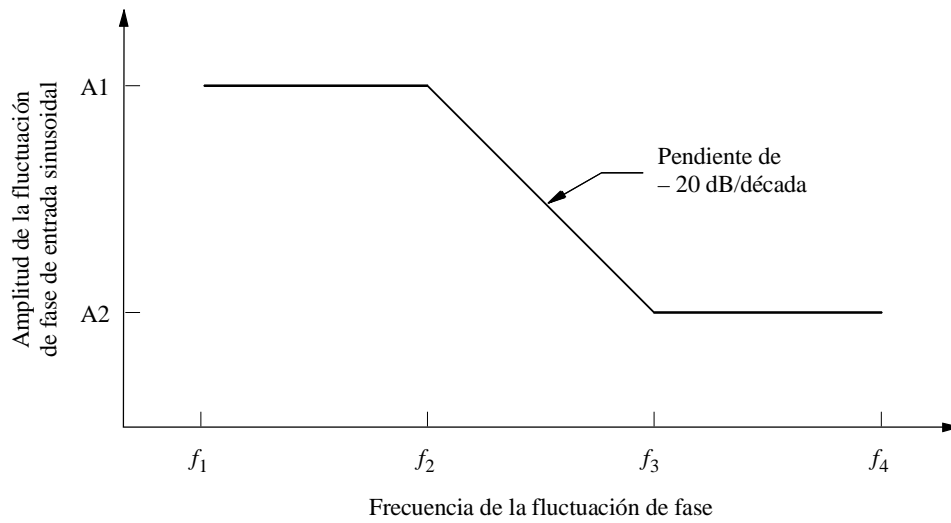
4.2.1 Los requisitos de transferencia de fluctuación de fase se especifican con una plantilla que representa la máxima ganancia de fluctuación de fase en función de la frecuencia (véase la Figura 3). Para que un equipo satisfaga el requisito de transferencia de fluctuación de fase deberá tener una función de transferencia de fluctuación de fase que se encuentre por debajo de los límites señalados por la plantilla. (Véase la Figura 4.)

CUADRO 1

Tolerancia a la fluctuación de fase de entrada

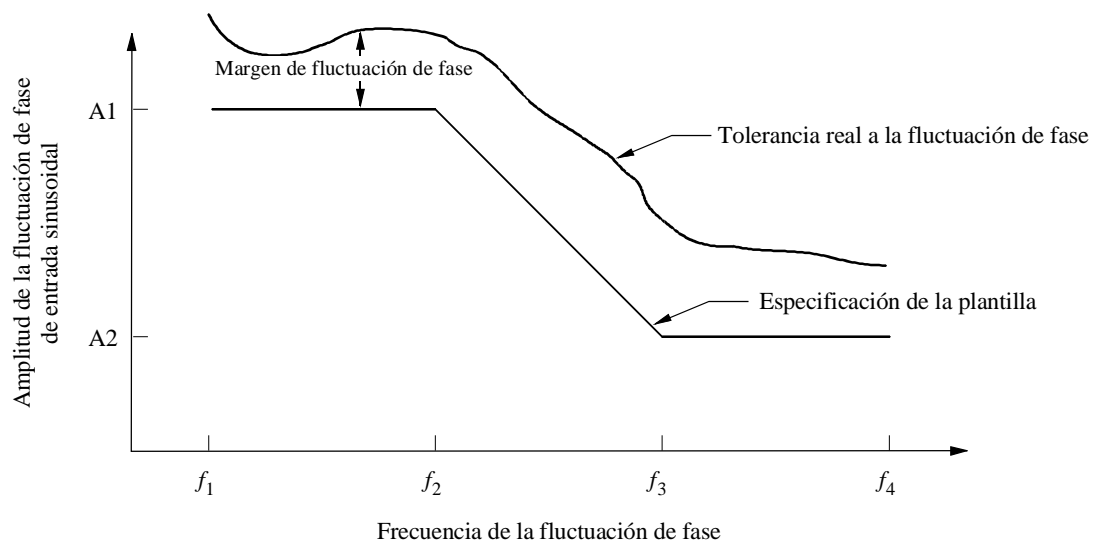
Parámetros	Unidades	Descripción
Velocidad de datos	(bits/s)	(Velocidad binaria en serie)
f_1	(Hz)	(Límite de especificación de baja frecuencia)
f_2	(Hz)	(Extremo superior de la banda para A_1 , tolerancia a la fluctuación de fase de baja frecuencia)
f_3	(Hz)	(Extremo inferior de la banda para A_2 , tolerancia a la fluctuación de fase a alta frecuencia)
f_4	(Hz)	(Límite de especificación de alta frecuencia)
A_1	(IU)	(Tolerancia a la fluctuación de fase en baja frecuencia, f_1 a f_2)
A_2	(IU)	(Tolerancia a la fluctuación de fase en alta frecuencia, f_3 a f_4)
Criterio de error		(Criterio para determinar el comienzo de los errores)
Señal de prueba		(Señal de prueba utilizada para las mediciones)

FIGURA 1
Plantilla de tolerancia a la fluctuación de entrada



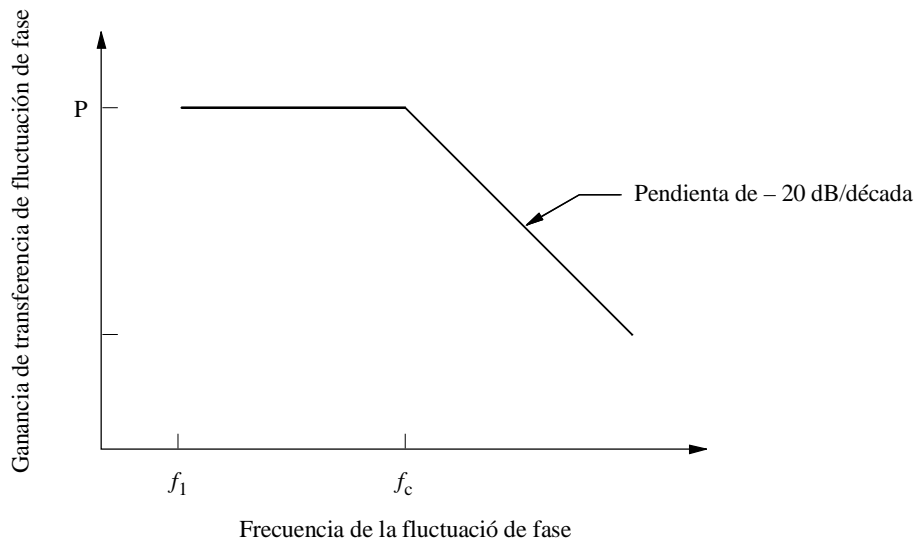
1363-01

FIGURA 2
Especificación de tolerancia a la fluctuación de fase y ejemplo de tolerancia a la fluctuación de fase que cumple dicha especificación



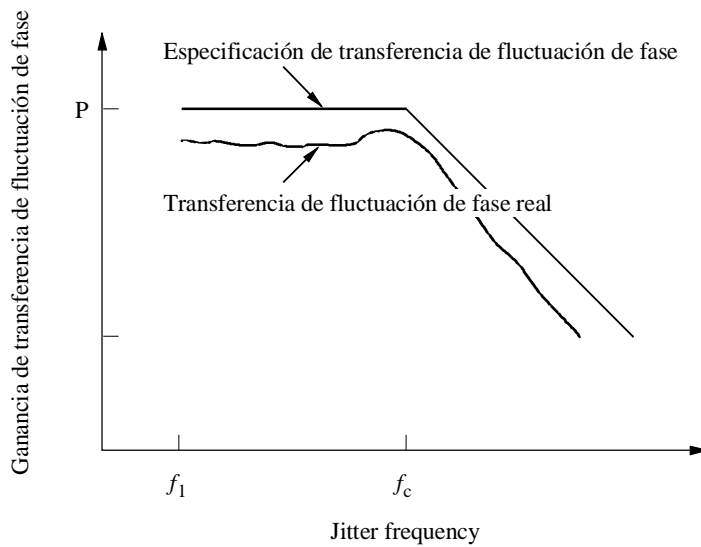
1363-02

FIGURA 3
Plantilla de transferencia de fluctuación de fase



1363-03

FIGURA 4
Especificación de transferencia de fluctuación de fase y ejemplo de función de transferencia de fluctuación de fase que cumple dicha especificación



1363-04

4.2.2 Los requisitos de transferencia de fluctuación de fase se especifican con los parámetros que figuran en el Cuadro 2.

4.2.2.1 La bandas de frecuencias de f_1 a f_c constituye la banda de paso de la transferencia de fluctuación de fase. La máxima distancia de fluctuación de fase en esta banda de paso deberá ser P.

4.2.2.2 Desde la frecuencia f_c hasta, al menos, $10 (f_c)$ la plantilla de transferencia de fluctuación de fase deberá tener una pendiente negativa de 20 dB/década.

4.2.2.3 P se especificará en decibelios.

4.2.2.4 Deberá especificarse la señal de prueba utilizada para la medición (a la que se añade la fluctuación de fase sinusoidal).

4.2.3 Los valores numéricos de transferencia de fluctuación de fase figuran en las normas SMPTE correspondientes a las que hace referencia esta Recomendación. La terminología deberá ajustarse a lo indicado en el § 4.2.2.

4.3 Fluctuación de fase intrínseca y fluctuación de fase de salida

La fluctuación de fase intrínseca y la fluctuación de fase de salida son mediciones de la fluctuación de fase a la salida de un equipo. Difieren en la especificación de la señal de entrada al equipo. Salvo por esta circunstancia, se miden de forma idéntica.

La fluctuación de fase intrínseca se define como el valor de la fluctuación de fase a la salida de un equipo cuando se aplica a la entrada una señal sin fluctuación de fase. Es una medida del valor de la fluctuación de fase generada por el equipo, independientemente de cualquier transferencia de fluctuación de fase. La fluctuación de fase intrínseca se aplica a la mayoría de las salidas en serie.

La fluctuación de fase de salida es el valor de la fluctuación de fase a la salida de un equipo que forma parte de un sistema o una red. Consta de la fluctuación de fase intrínseca y la transferencia de fluctuación de fase de la fluctuación de fase a la entrada del equipo. La fluctuación de fase de salida es una especificación de la red y no del equipo. Los equipos deben especificarse en términos de fluctuación de fase intrínseca, transferencia de fluctuación de fase y tolerancia a la fluctuación de fase de entrada. En las especificaciones de la interfaz de red puede aparecer la fluctuación de fase de salida.

4.3.1 Las fluctuaciones de fase intrínseca y de salida deberán especificarse como cantidades de cresta a cresta y se medirán en bandas de frecuencia de fluctuación de fase definidas. Se especifican dos bandas de medición, siendo una de ellas una subbanda de la otra (véase la Figura 5).

4.3.2 Las fluctuaciones de fase intrínseca y de salida se especificarán con los parámetros que figuran en el Cuadro 3.

4.3.2.1 La banda de paso de medición de la fluctuación de fase de temporización va de f_1 a f_4 . El máximo valor cresta a cresta de la fluctuación de fase permitido en esta banda de paso se especifica como A_1 .

4.3.2.2 La banda de paso de medición de la fluctuación de fase de alineación va de f_3 a f_4 . El máximo valor cresta a cresta de la fluctuación de fase permitido en esta banda de paso se especifica como A_2 .

4.3.2.3 A_1 y A_2 se especificarán en intervalos unitarios.

4.3.2.4 Las pendientes de la banda de paso deberán ser al menos de 20 dB/década y tendrán una mínima respuesta de fase, a menos que se especifique otra cosa. El rechazo de la banda atenuada deberá ser al menos de 20 dB y el rizado en la banda de paso deberá ser inferior a + 1 dB.

4.3.2.5 Puede especificarse un tiempo de medición (t_m). Si se omite, dicho tiempo de medición vendrá determinado por las características del sistema de medición.

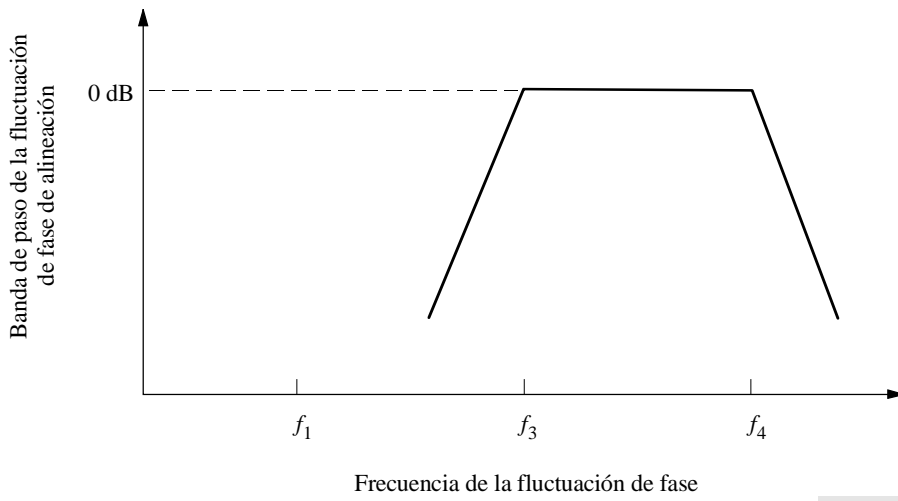
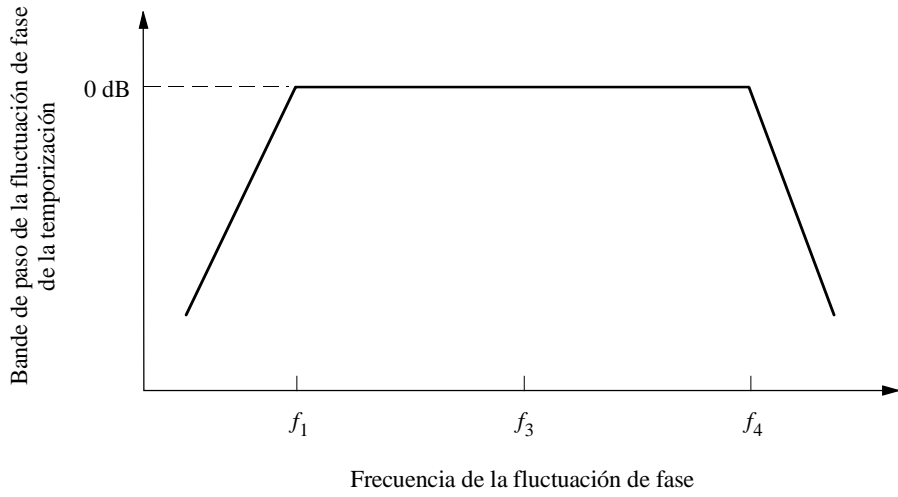
4.3.2.6 Deberá especificarse la señal de prueba utilizada para la medición. Para efectuar una medición de la fluctuación de fase intrínseca la fluctuación de fase de la fuente de prueba deberá ser despreciable en comparación con la especificación de la fluctuación de fase intrínseca.

CUADRO 2

Requisitos de la transferencia de fluctuación de fase

Parámetros	Unidades	Descripción
Velocidad de datos	(bits/s)	(Velocidad binaria en serie)
f_1	(Hz)	(Límite de especificación de baja frecuencia)
f_c	(Hz)	(Extremo superior de la banda de paso de la transferencia de fluctuación de fase)
P	(dB)	(Máxima ganancia de fluctuación de fase, f_1 a f_c)
Señal de prueba		(Señal de prueba utilizada para la medición)

FIGURA 5
Bandas de paso para medir las fluctuaciones de fase intrínseca y de salida



CUADRO 3

Fluctuaciones de fase intrínseca y de salida

Parámetros	Unidades	Descripción
Velocidad de datos	(bits/s)	(Velocidad binaria en serie)
f_1	(Hz)	(Transferencia de fase de la temporización, extremo inferior de la banda)
f_3	(Hz)	(Fluctuación de fase de alineación, extremo inferior de la banda)
f_4	(IU)	(Extremo superior de la banda)
A_1	(IU)	(Fluctuación de fase de la temporización)
A_2	(s)	(Fluctuación de fase de alineación)
t_m		(Tiempo de medición)
Señal de prueba		(Señal de prueba utilizada para la medición)
n		(Divisor de la señal de reloj en serie)

4.3.2.7 Debe especificarse el divisor de la señal de reloj en serie, “n”, utilizado en el extractor de la señal de reloj (en el Apéndice 1 figura información sobre el extractor de la señal de reloj y sobre métodos de medición basados en dicho extractor). La relación entre la frecuencia de la señal de reloj en serie y la frecuencia del extractor de la señal de reloj es “n”. Este valor es útil para los métodos de medición de la fluctuación de fase del extractor de la señal de reloj pero no es aplicable en otras técnicas de medición.

4.3.3 Los valores numéricos de las fluctuaciones de fase intrínseca y de salida figuran en las Recomendaciones correspondientes de la UIT a las que hace referencia esta Recomendación. La terminología deberá adaptarse a lo indicado en el § 4.3.2.

APÉNDICE 1

Procedimientos de medición de la fluctuación de fase en las interfaces digitales de bits en serie

1 **Ámbito**

El presente Apéndice describe métodos para medir la característica de fluctuación de fase en las interfaces digitales de bits en serie.

1.1 **Introducción**

La fluctuación de fase es uno de los parámetros más importantes en el comportamiento de los sistemas de transmisión digital en serie. Puede provocar errores en la transmisión y en la recuperación de los datos digitales y puede degradar la calidad de funcionamiento de la señal analógica si la fluctuación de fase se transfiere a través del proceso de conversión digital/analógico. La caracterización y la medición de la fluctuación de fase son importantes para el funcionamiento fiable y predecible de los sistemas digitales en serie.

2 **Referencias informativas**

3 **Definiciones**

3.1 fluctuación de fase de alineación: Variación en la posición de las transiciones de una señal con respecto a las de una señal de reloj extraída de dicha señal. La anchura de banda del proceso de extracción de la señal de reloj determina el límite de baja frecuencia para la fluctuación de fase de alineación.

3.2 extractor de la señal de reloj: Dispositivo que puede extraer la señal de reloj de datos en serie del tren de datos en serie y activa un circuito disparador relativo al reloj. También puede proporcionar los datos digitales en serie sincronizados con la señal de reloj extraída.

3.3 DSO: Sigla para osciloscopio de almacenamiento digital (*digital storage oscilloscope*).

- 3.4 DUT:** Sigla para dispositivo sometido a prueba (*device under test*).
- 3.5 probador de tasa de errores:** Dispositivo que cuantifica la tasa de errores de una señal digital en serie. Dos ejemplos son el probador clásico de la proporción de bits erróneos (BER) y el método CRC de velocidad de campo (EDIT) descrito en SMPTE RP 165.
- 3.6 tolerancia a la fluctuación de fase de entrada:** Valor de la amplitud cresta a cresta de la fluctuación de fase sinusoidal que, aplicada a la entrada de un equipo, provoca una degradación especificada de la característica de error.
- 3.7 fluctuación de fase intrínseca:** Fluctuación de fase a la salida de un equipo en ausencia de fluctuación de fase a la entrada.
- 3.8 fluctuación de fase:** Variación de las transiciones de una señal digital con respecto a sus posiciones ideales en el tiempo.
- 3.9 generador de fluctuación de fase:** Dispositivo que produce una señal digital en serie que contiene una fluctuación de fase sinusoidal de amplitud y frecuencia ajustables.
- 3.10 receptor de fluctuación de fase:** Dispositivo que demodula y permite realizar la medición de la fluctuación de fase presente en una señal en serie. Normalmente suministra una salida proporcional a la fluctuación de fase demodulada.
- 3.11 transferencia de fluctuación de fase:** Fluctuación de fase a la salida de un equipo como consecuencia de una fluctuación de fase aplicada a la entrada.
- 3.12 función de transferencia de fluctuación de fase:** La relación entre la fluctuación de fase a la salida y la fluctuación de fase aplicada a la entrada en función de la frecuencia.
- 3.13 fluctuación de fase a la salida:** Fluctuación de fase a la salida de un equipo que forma parte de un sistema o una red del sistema. Consta de la fluctuación de fase intrínseca y de la transferencia de fluctuación de fase a la entrada del equipo.
- 3.14 demodulador de fase:** Dispositivo que proporciona como salida una señal proporcional a la diferencia de fase entre dos señales de entrada.
- 3.15 SDI:** Sigla para la interfaz digital serie (*serial digital interface*), normalmente se refiere a un sistema de la Recomendación UIT-R BT.656.
- 3.16 fluctuación de fase de la temporización:** Variaciones en la posición de las transiciones de una señal que se producen a una velocidad superior a una frecuencia especificada, normalmente 10 Hz o menos. Las variaciones que se producen por debajo de esta frecuencia especificada se denominan fluctuación lenta de fase y no se consideran en esta Recomendación.
- 3.17 intervalo unitario (IU):** Periodo en ciclo de señal de reloj. Corresponde al mínimo tiempo nominal entre transiciones de la señal en serie.

4 Especificación de la fluctuación de fase

Se describen cuatro métodos: el primero hace uso de una señal de reloj de referencia disponible para activar un osciloscopio; el segundo emplea un extractor de señal de reloj con características definidas para activar el osciloscopio; el tercero y cuarto se basan en un receptor de fluctuación de fase del método demodulador de fase.

4.1 Medición con osciloscopio mediante activación de una señal de referencia

Si se dispone de una señal de referencia, puede efectuarse una medición de la fluctuación de fase básica (véase la Figura 6). El osciloscopio se activa directamente por la señal de referencia que puede ser también una señal digital serie de elevada estabilidad, por ejemplo, para una señal a 270 Mbit/s como la especificada en la Recomendación UIT-R BT.656, la señal de reloj en paralelo de 27 MHz, la señal de reloj en serie de 270 MHz o una señal en serie como la de la Recomendación UIT-R BT.656. La señal de datos digital se conecta al canal vertical del osciloscopio con una terminación adecuada y se realiza una medición del diagrama de ojos. La fluctuación de fase normalmente se mide en el cruce del diagrama de ojos.

- Presentación de los resultados de la medición: Debe indicarse la señal de prueba, la amplitud de la fluctuación de fase, los parámetros del osciloscopio (anchura de banda, etc.) y el tiempo de medición.
- Información de fondo: Este procedimiento de medición ofrece una estimación somera de la fluctuación de fase en una señal SDI. El resultado de la medición depende de la estabilidad de la señal de referencia (su fluctuación de fase determina el valor mínimo que puede medirse), el tipo de osciloscopio y el tiempo de medición (por ejemplo, cuando se utiliza un DSO en modo persistencia). Todos estos parámetros tienen influencia en el resultado de la medición y contribuyen a la variabilidad de los resultados a medida que las condiciones varían. Este método no permite restricciones de anchura de banda, como se requiere generalmente en la especificación de la fluctuación de fase, y no es recomendable si se dispone de otros métodos de medición de la fluctuación de fase.

4.2 Medición de la fluctuación de fase mediante un extractor de la señal de reloj

La fluctuación de fase de una señal puede medirse utilizando un dispositivo para extraer la señal de reloj y activar a continuación un osciloscopio u otro dispositivo indicado (véase la Figura 7).

4.2.1 Diagrama de bloques del extractor de la señal de reloj

El extractor de la señal de reloj consiste normalmente en un circuito de recuperación de la señal de reloj de banda ancha seguido de un bucle de enganche de fase (PLL) de banda estrecha (véase la Figura 8). Este segundo PLL puede ajustarse para dos anchuras de banda de bucle distintas, de manera que se dispone de dos funciones diferentes de transferencia de fluctuación de fase (véase la Figura 9). La salida de reloj 2 se utiliza para activar el dispositivo de indicación. El extractor de la señal de reloj tendrá las siguientes características:

- 1) Debe poder conectarse en serie con la salida de señal y proporcionar un nivel de señal suficiente para activar el dispositivo indicación. No deberá modificar las características de la señal de salida de forma que perturbe o modifique la fluctuación de fase de la señal.
- 2) Para medir la fluctuación de fase de la temporización (A_1), el extractor de la señal de reloj deberá tener una anchura de banda de recuperación de reloj de f_1 . Para medir la fluctuación de fase de alineación (A_2), el extractor de la señal de reloj deberá tener una anchura de banda de recuperación de reloj de f_3 (véase la Figura 9).
- 3) La función de transferencia de fluctuación de fase del extractor de la señal de reloj deberá tener un régimen de caída de 20 dB/década o superior y una mínima respuesta en fase, a menos que se especifique otra cosa. El rizado en la banda de paso deberá ser inferior a + 1 dB (véase la Figura 9).
- 4) La frecuencia de reloj extraída deberá ser la frecuencia de reloj serie dividida por n , siendo n el valor definido en el § 4.3.2 del texto principal de esta Recomendación.
- 5) El extractor de la señal de reloj puede tener una salida de reloj opcional 1 con una anchura de banda de recuperación de reloj superior o igual a f_3 . Es preferible que sea 14.

4.2.2 Especificaciones del dispositivo de indicación

El dispositivo de indicación utilizado para observar la fluctuación de fase deberá tener las siguientes características:

- 1) La anchura de banda horizontal y/o de activación del dispositivo de indicación no deberá atenuar la fluctuación de fase observada. La anchura de banda de activación deberá ser al menos f_3 .
- 2) El dispositivo de indicación no deberá provocar interferencia entre símbolos en el punto de cruce por cero. Ello exige una respuesta al impulso del sistema vertical en la que se pase del régimen transitorio al estacionario en menos de 1 IU.
- 3) El dispositivo de indicación deberá adquirir muestras suficientes de forma que pueda determinarse el valor cresta a cresta de la fluctuación de fase. Ello exige realizar un muestreo hasta que se conozca la forma de la distribución de la fluctuación de fase. Si la especificación de la fluctuación de fase incluye un tiempo de medición, deberá ser el mínimo tiempo de adquisición. El máximo tiempo de adquisición dependerá de la velocidad de muestreo del dispositivo y del tipo de distribución de la fluctuación de fase. Por ejemplo, una distribución sinusoidal se determinará normalmente con menos muestras que una distribución del tipo gaussiano.

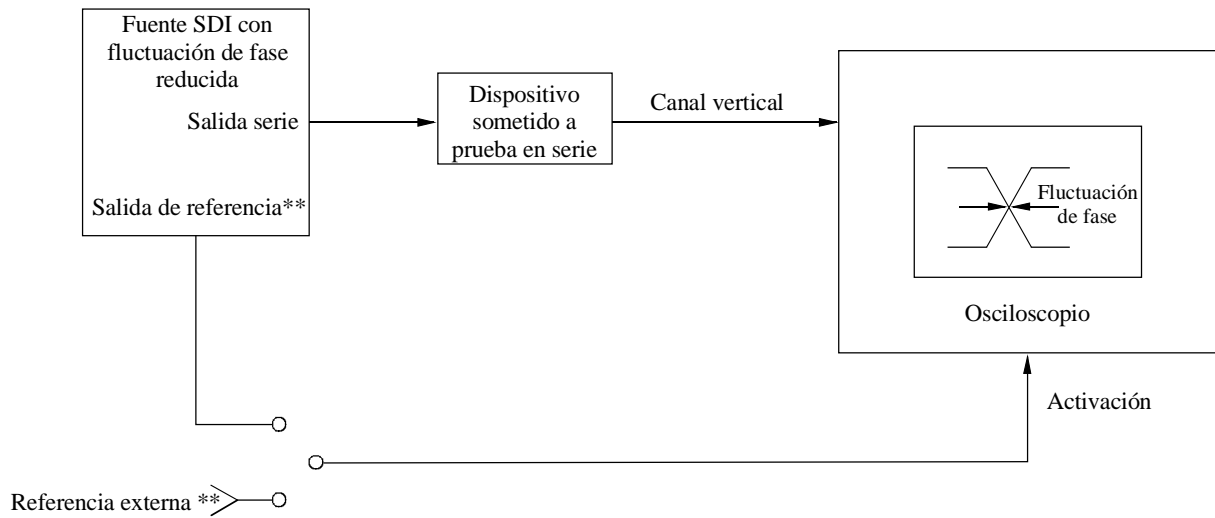
NOTA – El mínimo tiempo de medición requerido depende de la rapidez con que recoja las muestras el dispositivo de medición. En los osciloscopios de almacenamiento digital (DSO), este parámetro viene determinado por la velocidad de adquisición y el número de muestras por adquisición. Si bien este último término está relacionado con la velocidad de muestreo indicada del DSO, no cabe decir lo mismo del primero. Distintos DSO con velocidades de muestreo idénticas puede que exijan intervalos de tiempo muy distintos con objeto de lograr un registro de muestras suficiente para realizar una medición.

La medición mínima para un osciloscopio concreto puede venir determinada de la forma siguiente: en primer lugar se mantiene la pantalla en modo adquisición durante un gran periodo de tiempo para establecer el nivel de fluctuación de fase. A continuación se toman mediciones cada vez más breves hasta que los resultados empiezan a mostrar variaciones o errores inaceptables. Con ello se establece el mínimo tiempo de medición para la pantalla. Los usuarios experimentados a menudo determinan de forma intuitiva este valor basándose en la forma que toma la distribución de muestras.

- 4) Si el dispositivo de indicación es un osciloscopio, la medición de fluctuación de fase se realiza normalmente en el cruce del diagrama de ojos. Se recomienda utilizar un osciloscopio de almacenamiento digital con persistencia infinita.

FIGURA 6

Medición de la fluctuación de fase con osciloscopio mediante una señal de referencia

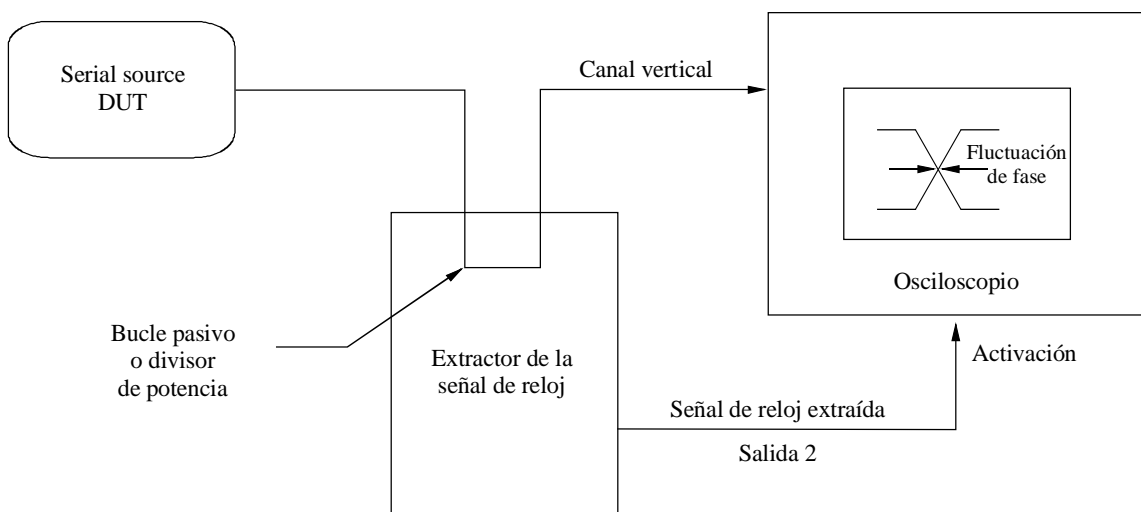


** Una señal a 270 Mbit/s como la especificada en la Rec. UIT-R BT.656, la señal de reloj en paralelo de 27 MHz, la señal de reloj en serie de 270 MHz o una señal en serie como la de la Rec. UIT-R BT.656.

1363-06

FIGURA 7

Medición de la fluctuación de fase inferior a 1 IU utilizando un extractor de la señal de reloj



1363-07

FIGURA 8
Diagrama de bloques del extractor de la señal de reloj

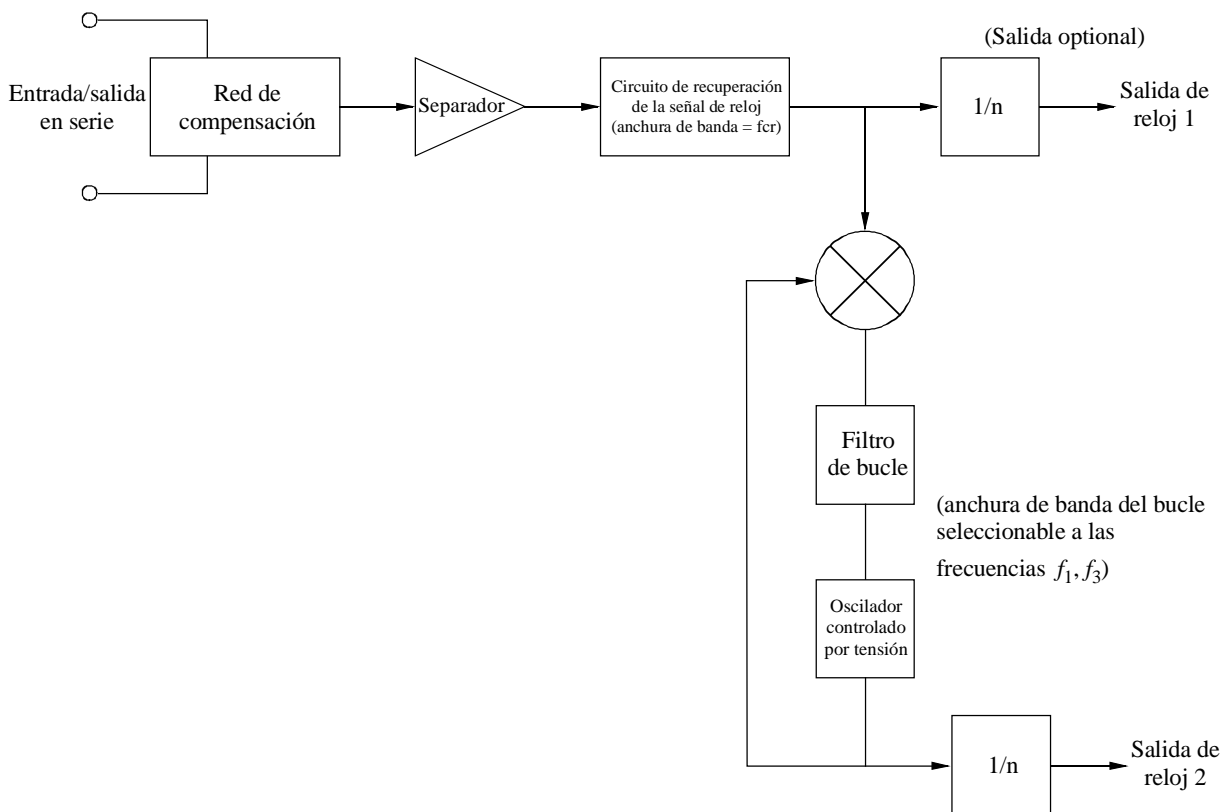
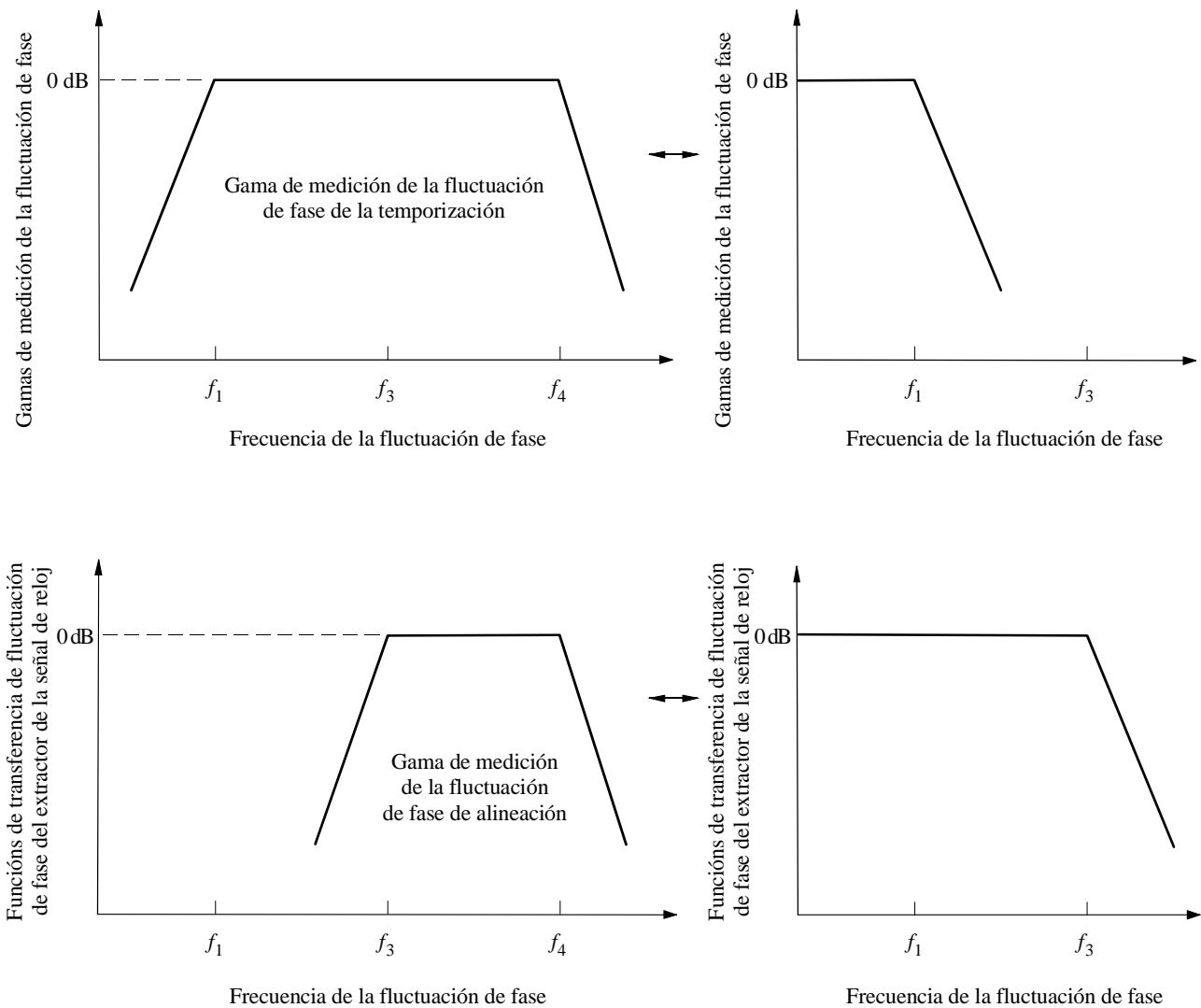


FIGURA 9

Anchura de banda de la medición de la fluctuación de fase y función de transferencia correspondiente de fluctuación de fase del extractor de la señal de reloj



1363-09

4.2.3 Medición de la fluctuación de fase de la temporización

El extractor de la señal de reloj se ajusta a una anchura de banda f_1 . La salida de reloj 2 se conecta al canal de activación del osciloscopio. La señal conectada al canal vertical del osciloscopio depende de la amplitud de la fluctuación de fase que va a medirse. Para amplitudes de fluctuación de fase inferiores a 1 IU, se utiliza la señal de bucle (véase la Figura 7). Para amplitudes de fluctuación de fase superiores a 1 IU son posibles dos conexiones distintas:

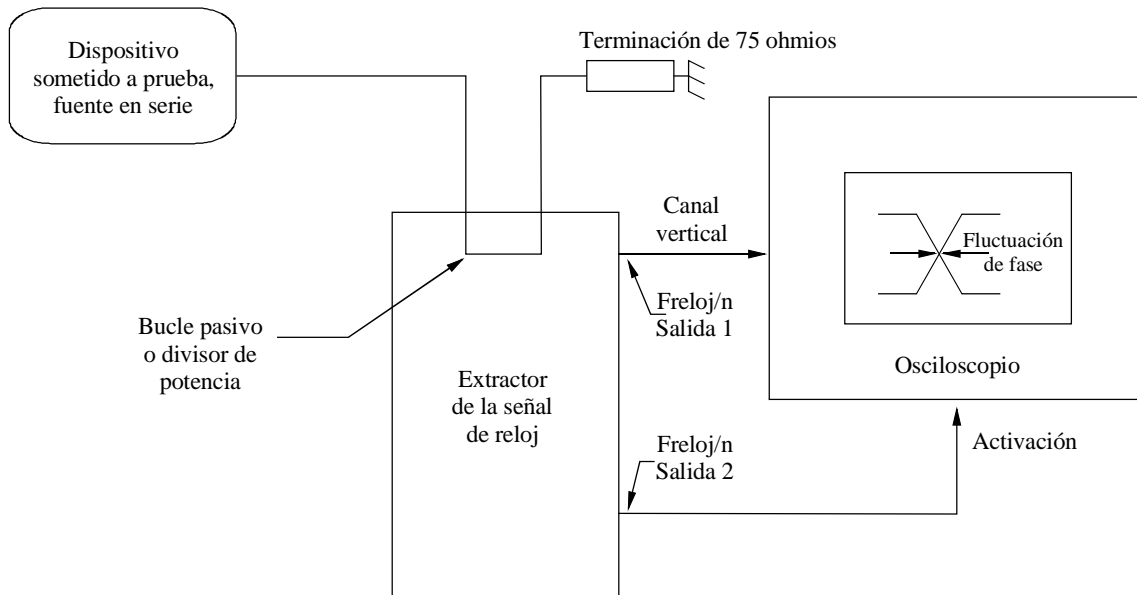
- 1) (Preferida) Si el extractor de la señal de reloj tiene una salida de reloj 1 (Figura 8), esta señal se aplica al canal vertical del osciloscopio (véase la Figura 10). Esta conexión asegurará una fluctuación de fase entre las frecuencias f_1 y f_c , siendo f_c la anchura de banda del circuito de recuperación de la señal de reloj de banda ancha.
- 2) Si el extractor de la señal de reloj tiene salidas simultáneas para anchuras de banda f_1 y f_3 , una salida se conecta al canal vertical y la otra al circuito de activación. Esta conexión mide la fluctuación de fase entre las frecuencias f_1 y f_3 .
 - Presentación de los resultados de la medición: Debe indicarse la señal de prueba, el tipo de osciloscopio, el tiempo de medición y la amplitud de la fluctuación de fase medida en el cruce del diagrama de ojos. Se recomienda trazar un gráfico de la forma del diagrama de ojos.

4.2.4 Medición de la fluctuación de fase de alineación

El extractor de la señal de reloj se ajusta a una anchura de banda f_3 . La salida de reloj 2 se conecta al canal de activación del osciloscopio. La señal de bucle se conecta al canal vertical del osciloscopio (véase la Figura 7).

FIGURA 10

Medida de la fluctuación de fase superior a 1 IU utilizando un extractor de la señal de reloj y un osciloscopio



1363-10

- Presentación de los resultados de la medición: Debe indicarse la señal de prueba, el tipo de osciloscopio, el tiempo de medición y la amplitud de la fluctuación de fase medida en el cruce del diagrama de ojos. Se recomienda trazar un gráfico de la forma del diagrama de ojos.

4.2.5 Medición del ruido de fase mediante un extractor de la señal de reloj

Este punto describe un método sencillo para realizar una medición del ruido de fase en la señal de reloj extraída utilizando un analizador de espectro. Esta técnica permite el examen de las bandas laterales de la señal de reloj que se corresponden con las frecuencias de fluctuación de fase en la señal SDI (véase la Figura 11).

La salida 1 del extractor de la señal de reloj se conecta a un analizador de espectro que se conmuta al modo medición del ruido de fase y se examina el ruido de fase del reloj sometido a prueba.

- Presentación de los resultados de la medición: Debe indicarse la señal de prueba, la anchura de banda del PLL del extractor de la señal de reloj, la anchura de banda de la resolución y la gama del analizador de espectro y un gráfico del espectro.

4.3 Mediciones de la fluctuación de fase utilizando un demodulador de fase

La fluctuación de fase puede observarse y medirse convenientemente si las bandas laterales de la modulación de fase se heterodinan hasta c.c. Un método muy utilizado es el de recuperar dos relojes de la señal, uno con una anchura de banda de recuperación de reloj muy amplia y el segundo con una anchura de banda estrecha y aplicar las señales con un demodulador de fase (véase la Figura 2). A continuación, se aplica la señal de salida a un voltímetro de cresta haciéndola pasar antes por unos filtros de banda de paso seleccionable. La salida puede aplicarse también a un analizador de espectro a fin de observar los términos de frecuencia de la fluctuación de fase (véase la Figura 13). Los receptores de fluctuación de fase normalmente utilizan el método del demodulador de fase.

4.3.1 Un receptor de fluctuación de fase deberá ser capaz de medir la fluctuación de fase cresta a cresta en las bandas de paso de medición de la fluctuación de fase descritas en el § 4.3.2 de la presente Recomendación.

4.3.2 El espectro de fluctuación de fase puede observarse conectando la salida del demodulador de fase a un analizador de espectro o a un osciloscopio con transformada rápida de Fourier (FFT) (véase la Figura 13).

Presentación de los resultados de la medición: Debe indicarse la señal de prueba, el tiempo de medición, el nivel de fluctuación de fase medido y la banda de paso de medición y debe hacerse una descripción del equipo de medida.

FIGURA 11

Medición de la fluctuación de fase mediante un extractor de la señal de reloj y un analizador de espectro

Analizador de espectro

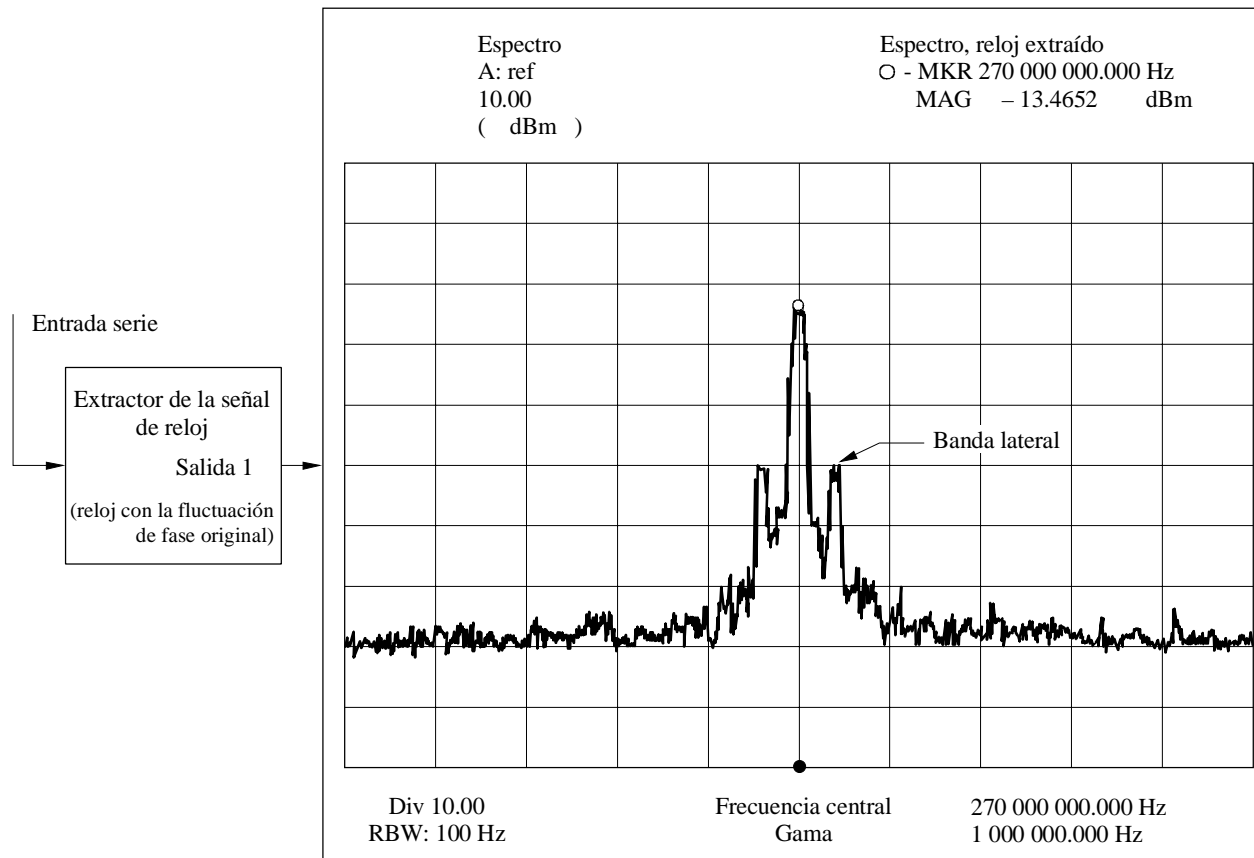


FIGURA 12

Diagrama de bloques de un receptor de fluctuación de fase (extractor de la señal de reloj, bucle de enganche de fase (PLL), de alta calidad, demodulador)

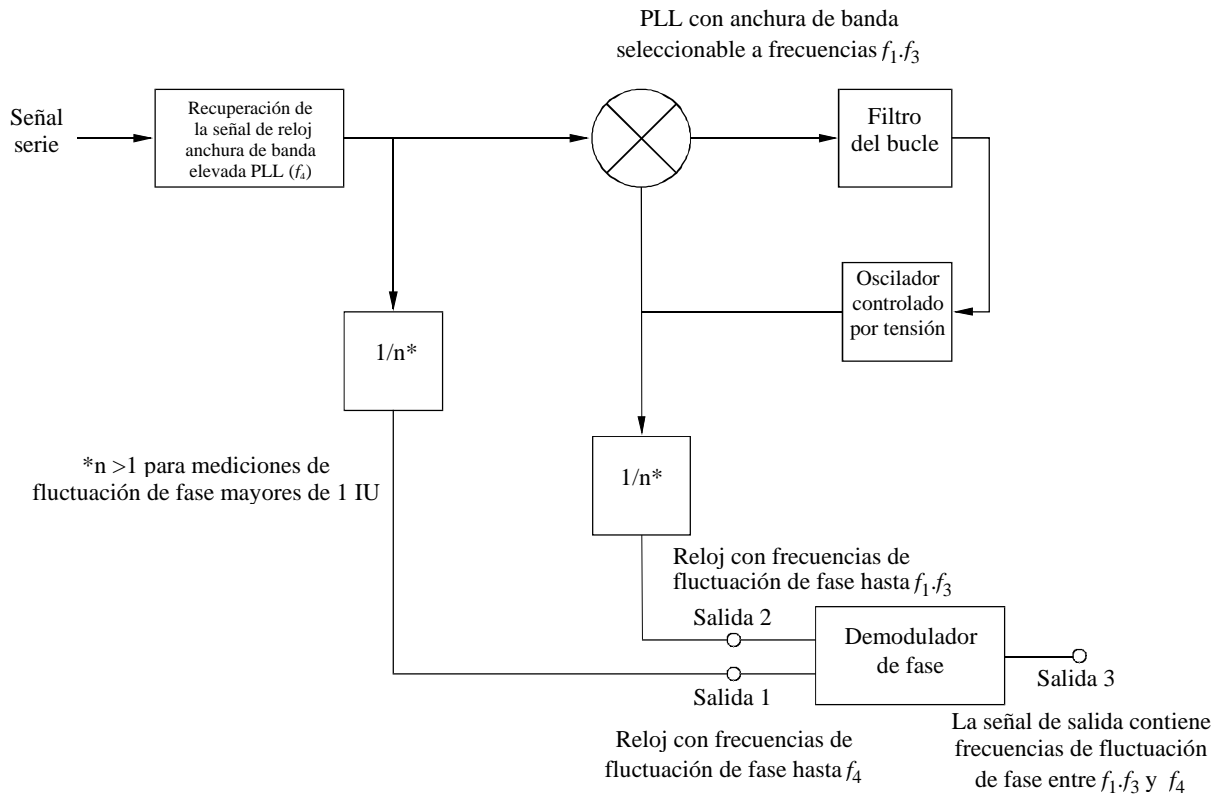
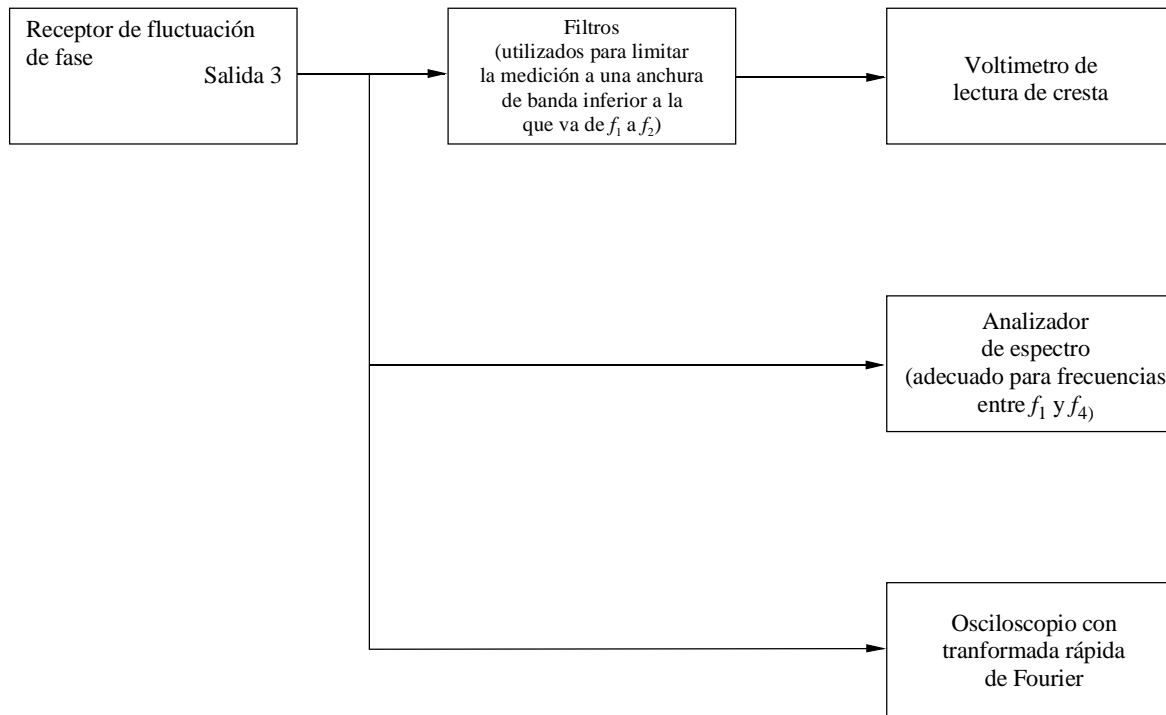


FIGURA 13
Conexiones de salida del receptor de fluctuación de fase



1363-13

4.4 Medición de demodulador de fase con una señal de referencia disponible

Si se dispone de una señal de referencia puede realizarse una medición de la fluctuación de fase demodulada utilizando el montaje representado en la Figura 14. Las señales de referencia y de datos se conectarán a las dos entradas de un demodulador de fase digital. La salida del demodulador puede procesarse de varias formas; una de ellas es filtrarla para establecer los extremos superior e inferior de la banda y a continuación aplicarla a un osciloscopio para mostrar los resultados de la fluctuación de fase (obsérvese que la escala vertical del osciloscopio representa en este caso la amplitud de la fluctuación de fase). Alternativamente, puede capturarse la forma de onda de la fluctuación de fase demodulada y a continuación someterla a un filtrado digital para establecer los extremos superior e inferior de la banda. Por último, el espectro de la fluctuación de fase puede obtenerse llevando a cabo una transformada rápida de Fourier (FFT) en una onda capturada o conectando la salida del demodulador a un analizador de espectro.

- Presentación de los resultados de la medición: Debe indicarse el tipo de señal de prueba, los extremos superior e inferior de la banda, el tiempo de medición y la amplitud cresta a cresta de la fluctuación de fase.
- Información de fondo: Este método de medición es sensible a toda fluctuación de fase dependiente de la característica introducida por el detector de fase en el demodulador de fluctuación de fase. El detector de fase deberá ser de un tipo tal que impida la introducción de una fluctuación de fase dependiente de la característica. El método también exige que el demodulador de fase se calibre de manera que la indicación vertical en el osciloscopio pueda relacionarse con la amplitud de la fluctuación de fase. Esto puede lograrse estableciendo un desplazamiento de frecuencias entre la señal de referencia y la señal de datos y observando la pendiente de la salida del demodulador de fase. Por último, esta técnica sólo puede resolver fluctuaciones de fase inferiores a 1 IU de magnitud como límite y en la práctica inferiores a 1 IU debido a las no linealidades de la función de transferencia del demodulador en las proximidades de los límites de su gama.

5 Medición de la tolerancia a la fluctuación de fase

Las mediciones de la tolerancia a la fluctuación de fase exigen la utilización de un generador de fluctuación de fase calibrado y un dispositivo de medición de la tasa de errores (véase la Figura 15).

- Procedimiento
 - 1) Se conecta el equipo como muestra la Figura 15, ajustando la amplitud de la fluctuación de fase del generador a 0 IU para verificar un funcionamiento sin errores.
 - 2) Se ajusta la frecuencia de fluctuación de fase del generador de la forma deseada y se aumenta la amplitud de la fluctuación de fase hasta que se alcanza el criterio de comienzo de errores. Se anota la amplitud y la frecuencia de la fluctuación de fase.
 - 3) Se repite el paso 2) para un número suficiente de frecuencias a fin de determinar la curva de tolerancia a la fluctuación de fase.
- Para verificar que se satisface la plantilla de tolerancia a la fluctuación de fase
 - 1) Se ajusta la amplitud y la frecuencia de la fluctuación de fase a un punto de la plantilla. Se verifica que no se alcanza el criterio de comienzo de errores.
 - 2) Se repite el paso 1) para un número suficiente de puntos de la plantilla entre las frecuencias f_1 y f_3 . La forma de la plantilla se describe en el texto principal de la presente Recomendación.

NOTA – Para establecer la amplitud de la fluctuación de fase de un generador de fluctuación de fase sin calibrar puede utilizarse un receptor de fluctuación de fase calibrado.

6 Medición de la transferencia de fluctuación de fase

Las mediciones de la transferencia de fluctuación de fase exigen la utilización de un generador de fluctuación de fase calibrado y un receptor de fluctuación de fase calibrado (véase la Figura 16). Un método mejorado requiere el empleo de un generador de fluctuación de fase con una entrada de fluctuación de fase externa, un receptor de fluctuación de fase y un analizador de espectro con una salida de oscilador de seguimiento (véase la Figura 17).

- Técnica básica
 - 1) Se lleva a cabo una medición de la tolerancia a la fluctuación de fase del dispositivo sometido a prueba en la gama de frecuencias deseada.
 - 2) Se conecta el equipo como muestra la Figura 16 y se ajusta el nivel del generador de fluctuación de fase de manera que sea inferior a la tolerancia a la fluctuación de fase medida en la banda de interés, pero lo suficientemente amplio como para obtener una buena precisión en la medida.
 - 3) Se anota la lectura en el receptor de fluctuación de fase y la frecuencia de fluctuación de fase.
 - 4) Se divide la lectura obtenida en el receptor de fluctuación de fase por el nivel del generador de fluctuación de fase a fin de obtener la ganancia de fluctuación de fase a esta frecuencia.
 - 5) Se repite el paso 3) para un número suficiente de frecuencias a fin de determinar la función de transferencia de la fluctuación de fase.

NOTA – Si el generador de fluctuación de fase o la respuesta en frecuencia del receptor de fluctuación de fase no es plana, se interconectan entre sí directamente el generador y el receptor para establecer un cuadro de desviación.

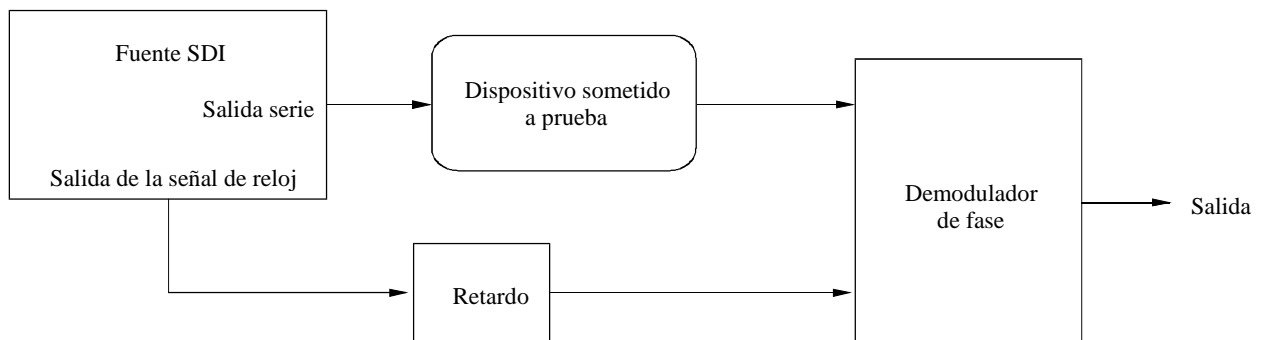
- Técnica mejorada
 - 1) Se realiza la medición de la tolerancia a la fluctuación de fase del dispositivo sometido a prueba en la gama de frecuencias deseada.
 - 2) Se conecta el equipo como muestra la Figura 17 puenteando el dispositivo sometido a prueba. Se verifica el funcionamiento lineal y sin errores del receptor de fluctuación de fase.
 - 3) Se ajusta la amplitud de salida del generador de seguimiento de manera que el nivel del generador de fluctuación de fase sea inferior a la tolerancia a la fluctuación de fase medida en la gama de frecuencias deseada. Se selecciona la anchura de banda de resolución adecuada en el analizador de espectro. Se almacena la traza que aparece en el analizador.
 - 4) Se conecta el dispositivo sometido a prueba y se sustrae la traza almacenada de la traza que aparece en pantalla. La diferencia es precisamente la función de transferencia de fluctuación de fase del dispositivo sometido a prueba.

NOTA – En lugar de la combinación de analizador de espectro y generador de seguimiento puede utilizarse un analizador de red. Un analizador de red de vector permite la medición tanto de la fase como de la magnitud de la función de transferencia de fluctuación de fase.

Para verificar que se satisfacen los requisitos de la plantilla de transferencia de fluctuación de fase, utilizando la técnica básica mejorada, debe comprobarse que la transferencia de fluctuación de fase es inferior a los requisitos de la plantilla, entre las frecuencias f_1 y $10(f_c)$.

FIGURA 14

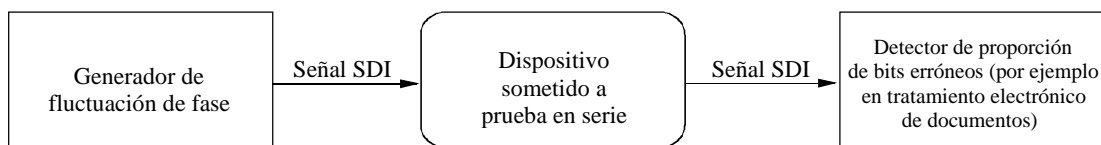
Medición de demodulador de fase con una señal de referencia disponible



1363-14

FIGURA 15

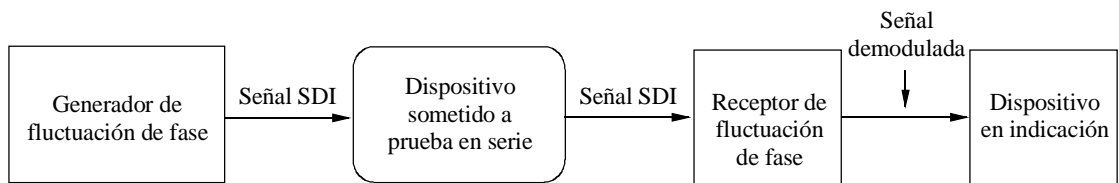
Medición de la tolerancia a la fluctuación de fase



1363-15

FIGURA 16

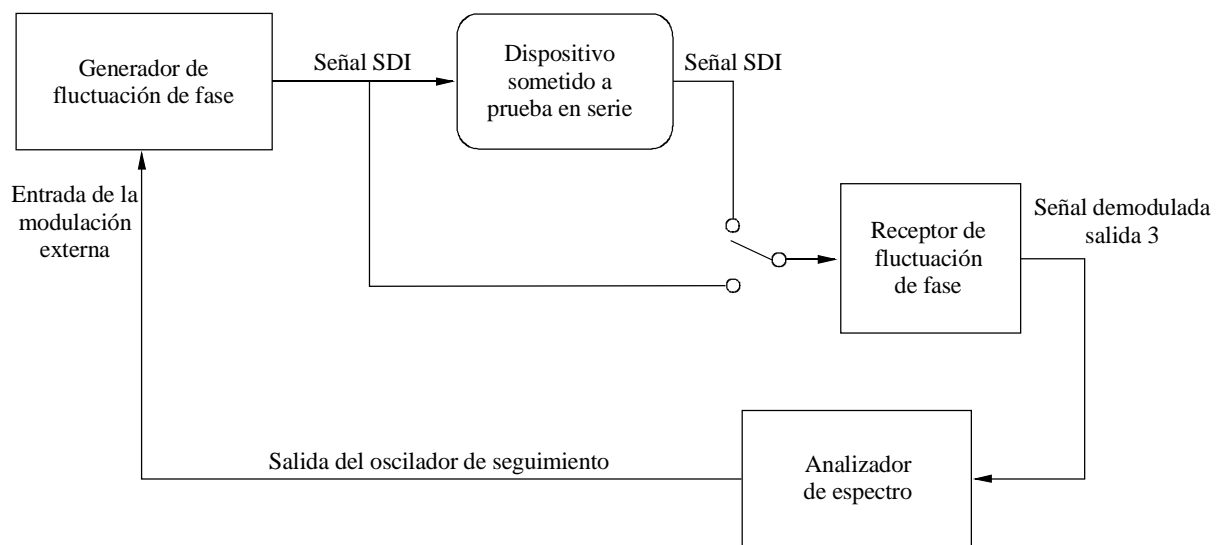
Medición de la función de transferencia de fluctuación de fase (método básico)



1363-16

FIGURA 17

Medición de la función de transferencia de fluctuación de fase (método mejorado)



1363-17