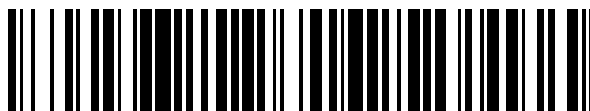


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 376 174**

51 Int. Cl.:
H04H 20/67 (2008.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **04790677 .1**
96 Fecha de presentación: **20.10.2004**
97 Número de publicación de la solicitud: **1685668**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **02.08.2006**

54 Título: **PROCEDIMIENTO Y DISPOSITIVO PARA LA SUPERVISIÓN DE LA ESTABILIDAD DE LA FRECUENCIA PORTADORA DE EMISORES EN UNA RED DE FRECUENCIA COMÚN.**

30 Prioridad:
21.11.2003 DE 10354468

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
09.03.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
09.03.2012

73 Titular/es:
**ROHDE & SCHWARZ GMBH & CO. KG
MÜHLDORFSTRASSE 15
81671 MÜNCHEN, DE**

72 Inventor/es:
**HOFMEISTER, Martin y
BALZ, Christoph**

74 Agente/Representante:
Carpintero López, Mario

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).

ES 2 376 174 T3

DESCRIPCIÓN

Procedimiento y dispositivo para la supervisión de la estabilidad de la frecuencia portadora de emisores en una red de frecuencia común.

5 La invención se refiere a un procedimiento para la supervisión de la estabilidad de la frecuencia portadora de varios emisores en una red de frecuencia común.

La radiodifusión digital terrestre de audio y video (DAB y DVB-T) se transmite mediante procedimientos de multipotadoras digitales (por ejemplo, OFDM = multiplexación por división de frecuencias ortogonales) a través de una red de emisores que emiten de forma síncrona en fase y frecuencia a través de una red de frecuencia común en la zona de emisión.

10 Para el uso eficiente de las fuentes de frecuencia presentes, todos los emisores de una red de frecuencia común emiten al mismo tiempo una señal de emisión idéntica. Junto a la sincronidad de fase, en una red de frecuencia común se debe garantizar por ello también la identidad de la frecuencia portadora a emitir en los emisores individuales.

En el documento DE 199 37 457 A1 se presenta un procedimiento para la supervisión de la sincronidad de fase de los emisores individuales de una red de frecuencia común. Una sincronidad de fase acaecida de dos emisores se detecta a través de una medición de la diferencia del tiempo de propagación por la determinación de las respuestas al impulso del canal de los dos emisores. Si existe en mayor alcance una desviación entre la diferencia del tiempo de propagación medida de los dos emisores y una diferencia del tiempo de propagación de referencia para el caso de funcionamiento síncrono de los dos emisores, entonces los dos emisores emiten de forma asíncrona. Esta desviación de la diferencia del tiempo de propagación se determina por una estación de recepción en la zona de emisión de la red de frecuencia común mediante la valoración de las respuestas al impulso del canal y se transmite a los dos emisores asíncronos en fase para una sincronización posterior. Del documento DE 199 37 457 A1 no se puede deducir un procedimiento para la supervisión de las frecuencias portadoras idénticas en dos emisores en una red de frecuencia común.

25 En el documento DE 43 41 211 C1 se describe la sincronización de los emisores en una red de frecuencia común respecto a la frecuencia portadora idéntica. En este caso una central les transmite a los emisores individuales de la red de frecuencia común, junto a los datos a transmitir, también un símbolo de referencia de la frecuencia. Este símbolo de referencia de la frecuencia se valora por cada emisor de la red de frecuencia común y se usa para una sincronización de la frecuencia portadora a la referencia de frecuencia.

En este procedimiento es desventajoso el hecho de que la valoración de la sincronidad de la frecuencia portadora se realiza de forma individual por cada emisor. Esta valoración específica del emisor de la sincronidad de la frecuencia de la frecuencia portadora puede tener por consiguiente un error de medición y valoración consabido, específico del emisor, que pueda conducir a una supervisión irregular de la frecuencia portadora de todos los emisores involucrados en la red de frecuencia común. Se añade que la supervisión de la frecuencia portadora en cada emisor individual hace necesaria una sincronización de los emisores individuales mediante una referencia de tiempo, que se recibe por el emisor individual, por ejemplo por GPS. Finalmente la sincronización de la frecuencia en la disposición de conexión del documento DE 43 41 211 C1 tiene lugar por la modulación, de forma que no se excluye un desplazamiento de frecuencia posterior de la frecuencia portadora por unidades funcionales subsiguientes del emisor. Todos estos puntos débiles pueden provocar una recepción indeseada de diferentes frecuencias portadoras de los emisores individuales en un receptor dispuesto en un lugar cualquiera en la zona de emisión de la red de frecuencia común.

40 La invención tiene por ello el objetivo de especificar un procedimiento y un dispositivo para la supervisión de la estabilidad de la frecuencia portadora de los emisores en una red de frecuencia común, en el que la sincronidad de las frecuencias portadoras de los emisores individuales se supervise de forma uniforme por una única disposición de medida, que puede estar dispuesta en cualquier lugar en la zona de emisión de la red de frecuencia común, sin sincronización de la disposición de medida mediante una referencia de tiempo.

45 El objetivo de la invención se resuelve por un procedimiento para la supervisión de la estabilidad de la frecuencia portadora de los emisores en una red de frecuencia común con las características de la reivindicación 1 y un dispositivo con las características de las reivindicaciones 10 u 11. Configuraciones ventajosas de la invención se especifican en las reivindicaciones dependientes.

50 La supervisión de la estabilidad de la frecuencia portadora de los emisores asociados a una red de frecuencia común se realiza a través de un único dispositivo receptor que está dispuesto en cualquier lugar en la zona de emisión de la red de frecuencia común. El dispositivo receptor determina a partir de la función de transmisión del canal de transmisión, preferentemente mediante la transformada de Fourier inversa compleja, el desarrollo de la respuesta al impulso acumulada de todos los emisores en dos instantes diferentes. Las respuestas al impulso asociadas al emisor correspondiente se extraen de las dos respuestas al impulso de un emisor de referencia, después de que se haya

establecido su posición de fase respecto a la posición de fase de las dos respuestas al impulso de un emisor de referencia de la red de frecuencia común. A continuación se determinan los desarrollos de fase de ambas respuestas al impulso asociadas al emisor correspondiente, de las que se deriva de nuevo para cada emisor la diferencia de desplazamiento de fase de la respuesta al impulso del emisor correspondiente respecto a la posición de fase de la respuesta al impulso del emisor de referencia entre dos instantes de observación. A partir del desarrollo de la diferencia de desplazamiento de fase se puede calcular, según se muestra aún más abajo en detalle, el desplazamiento de la frecuencia portadora de cada emisor respecto a la frecuencia portadora de un emisor de referencia de la red de frecuencia común.

Para la identificación inequívoca de un desplazamiento de la frecuencia portadora permanente en un emisor de la red de frecuencia común, las respuestas al impulso acumuladas de todos los emisores se realizan de forma repetida a partir de la función de transmisión del canal de transmisión por aplicación de la transformada de Fourier inversa compleja en varios instantes diferentes y de ello se calcula de forma repetida el desplazamiento de la frecuencia portadora de cada emisor respecto a la frecuencia portadora de un emisor de referencia de la red de frecuencia común y se suministra a una promediación subsiguiente.

Si la diferencia de desplazamiento de fase de un emisor entre dos instantes desciende en un valor menor de $-\pi$ o la diferencia de desplazamiento de fase de un emisor entre dos instantes sobrepasa en un valor mayor del entonces $+\pi$, el valor de la diferencia de desplazamiento de fase de emisor correspondiente entre dos instantes se aumenta en este intervalo de tiempo en el valor $+2\pi$ o se reduce en 2π . De esta manera se delimita la diferencia de desplazamiento de fase a valores entre $-\pi$ y $+\pi$.

La obtención de la respuesta al impulso de cada emisor de la red de frecuencia común se efectúa por la determinación de los coeficientes de la función de transmisión del canal de transmisión a partir de los coeficientes del ecualizador adaptado al canal de transmisión en el dispositivo receptor y calculo subsiguiente de la transformada de Fourier inversa. En la radiodifusión terrestre digital de video (DVB-T) se puede derivar la respuesta al impulso para cada emisor alternativamente a partir de la transformada de Fourier inversa de la función de transmisión del canal de transmisión por valoración de las señales de transmisión con modulación OFDM, asociadas a las portadoras piloto dispersas.

En el dibujo están representadas dos formas de realización de la invención y se describen por ello a continuación. Muestran:

Fig. 1 una representación funcional de un dispositivo según la invención para la supervisión de la estabilidad de la frecuencia de los emisores en una red de frecuencia común;

Fig. 2 un ejemplo de una representación gráfica de la respuesta al impulso acumulada discreta en el tiempo;

Fig. 3 un ejemplo de una representación gráfica para un cambio del desarrollo de la función de transmisión del canal de transmisión;

Fig. 4A un diagrama de flujo para la explicación de la primera forma de realización del procedimiento según la invención para la supervisión de la estabilidad de la frecuencia portadora de dos emisores en una red de frecuencia común;

Fig. 4B un diagrama de flujo para la explicación de la segunda forma de realización del procedimiento según la invención para la supervisión de la estabilidad de la frecuencia portadora de dos emisores en una red de frecuencia común;

Fig. 5A una representación del resultado a modo de ejemplo de la primera forma de realización del procedimiento según la invención para la supervisión de la estabilidad de la frecuencia portadora de dos emisores en una red de frecuencia común;

Fig. 5B una representación del resultado a modo de ejemplo de la segunda forma de realización del procedimiento según la invención para la supervisión de la estabilidad de la frecuencia portadora de dos emisores en una red de frecuencia común;

Fig. 6A una representación gráfica tridimensional a modo de ejemplo de las desviaciones de la amplitud y la frecuencia portadora, y

Fig. 6B una representación gráfica bidimensional a modo de ejemplo de la desviación de la amplitud y la frecuencia portadora.

El procedimiento según la invención para la supervisión de la estabilidad de la frecuencia portadora de los emisores en una red de frecuencia común se describe en sus dos formas de realización a continuación en referencia a las fig. 1 a Fig. 5.

Los emisores $S_0, \dots, S_i, \dots, S_n$, dispuestos en una red de frecuencia común, por ejemplo según la fig. 1 los emisores S_1, S_2, S_3, S_4 y S_5 , emiten por ejemplo en el marco de la radiodifusión digital de audio y vídeo respectivamente una señal $s(t)$ idéntica sincrónica en fase y frecuencia. Un dispositivo receptor E dispuesto en la zona de emisión de la red de frecuencia común recibe la señal de recepción $e(t)$ como superposición de todas las señales de recepción $e_i(t)$ asociadas a los emisores $S_0, \dots, S_i, \dots, S_n$ individuales. Esta señal de recepción $e(t)$ superpuesta presenta un desarrollo temporal siguiente según la ecuación (1):

$$e(t) = \sum_{i=0}^n e_i(t) = s(t) + \sum_{i=1}^n v_i * e^{j\Delta\omega_i t} * s(t - \tau_i) \quad (1)$$

En el marco de las observaciones siguientes se define, por ejemplo, el emisor S_0 respecto al emisor de referencia de la red de frecuencia común. Las distorsiones de fase y de atenuación, así como los tiempos de propagación que experimentan las señales de emisión $s(t)$ de los emisores $S_0, \dots, S_i, \dots, S_n$ individuales en el canal de transmisión hacia el dispositivo receptor E, se relacionan respectivamente con la distorsión de fase o atenuación, así como el tiempo de propagación del emisor de referencia S_0 . La señal $e_0(t)$ del emisor de referencia S_0 recibida en el dispositivo receptor E en la ecuación (1) se corresponde por ello con su señal de emisión $s(t)$.

La amplitud v_i de la señal de recepción $e_i(t)$ de los emisores restante S_i a S_n se establece según la ecuación (2) de la normalización de la atenuación como cociente entre la amplitud de la señal de recepción $e_i(t)$ del emisor S_i correspondiente respecto a la amplitud de la señal de recepción $e_0(t)$ del emisor de referencia S_0 :

$$v_i = |e_i / e_0| \quad (2)$$

La diferencia del tiempo de propagación τ_i de los emisores S_1 a S_n se puede determinar según la ecuación (3) a partir de la diferencia entre el tiempo de propagación t_i del emisor S_i y el tiempo de propagación t_0 del emisor de referencia S_0 :

$$\tau_i = t_i - t_0 \quad (3)$$

Las diferencias del tiempo de propagación T_i de los emisores S_0 a S_n individuales se basan en los efectos siguientes:

- tiempos de propagación diferentes debido a los diferentes trayectos entre el emisor S_i correspondiente y el dispositivo receptor E y
- Distorsiones de fase diferentes de las señales de emisión $s(t)$ de los emisores S_i correspondientes en los trayectos de transmisión diferentes hacia el dispositivo receptor E.

Un desplazamiento de fase $\Delta\Theta_i$ adicional entre un emisor S_i y el emisor de referencia S_0 puede aparecer en la normalización de fase de la señal de recepción $e(t)$ cuando, según la ecuación (4), aparece una diferencia en la frecuencia portadora ω_i del emisor S_i correspondiente respecto a la frecuencia portadora ω_0 del emisor de referencia S_0 :

$$\begin{aligned} \Delta\Theta_i &= \Theta_i - \Theta_0 = \omega_i * t - \omega_0 * t = (\Delta\omega_i + \omega_0) * t - \omega_0 * t \\ &= \Delta\omega_i * t \end{aligned} \quad (4)$$

La desviación de la frecuencia portadora $\Delta\omega_i$ del emisor S_i correspondiente respecto a la frecuencia portadora ω_0 del emisor de referencia S_0 provoca según la ecuación (4) una desviación de fase $\Delta\Theta_i(t)$ de la señal de recepción $e_i(t)$ asociada al emisor S_i correspondiente.

Teniendo en cuenta la relación en la ecuación (4), la ecuación (1) para el desarrollo temporal de la señal de recepción $e(t)$ se convierte en la ecuación (5).

$$e(t) = s(t) + \sum_{i=1}^n v_i * e^{j\Delta\Theta_i(t)} * s(t - \tau_i) \quad (5)$$

Si se presupone según la ecuación (6) que el intervalo de tiempo Δt_B para la observación de la señal de recepción $e_i(t)$ es esencialmente menor que la duración de los periodos de todas las rotaciones de fase $\Delta\Theta_i(t)$ de las señales de recepción $e_i(t)$ debido a un desplazamiento de la frecuencia portadora $\Delta\omega_i$ del emisor S_i correspondiente, así se puede partir de que el desplazamiento de fase $\Delta\Theta_i$ de la señal de recepción $e_i(t)$ es aproximadamente constante en este segmento de tiempo Δt_B .

$$\Delta t_B \ll 2\pi / \max\{\Delta\omega_i\} \quad (6)$$

La ecuación (5) para el desarrollo temporal de la señal de recepción $e(t)$ se convierte para el periodo del segmento de tiempo Δt_B en la ecuación (7).

$$e(t) = s(t) + \sum_{i=1}^n v_i * e^{j\Delta\theta_i} * s(t - \tau_i) \quad (7)$$

- 5 En la fig. 2 se representa la relación de la normalización de la señal de recepción $e_1(t)$ de un emisor S_1 respecto a la señal de recepción $e_0(t)$ de un emisor de referencia S_0 con vistas a la atenuación y el tiempo de propagación.

En la función de transmisión conocida del canal de transmisión de la red de frecuencia común que se compone de los emisores S_0 a S_n (single frequency network), la señal de recepción $e(t)$ se puede concebir por la respuesta al impulso acumulada $h_{SFN}(t)$, compuesta por las respuestas al impulso $h_{SFNi}(t)$ del emisor $S_0, \dots, S_i, \dots, S_n$, del canal de transmisión de la red de frecuencia común (single frequency network) según la ecuación:

$$h_{SFN}(t) = \sum_{i=0}^n h_{SFNi}(t) = \delta(t) + \sum_{i=1}^n v_i * e^{j\Delta\theta_i} * \delta(t - \tau_i) \quad (8)$$

El espectro de frecuencia $E(\omega)$ de la señal de recepción $e(t)$ en la ecuación (9) se deduce de la transformada de Fourier de la señal de recepción $h_{SFN}(t)$ conforme a la ecuación (8) multiplicada con la función de transmisión $S(\omega)$ del canal de transmisión de la red de frecuencia común:

$$E(\omega) = S(\omega) * (1 + \sum_{i=1}^n v_i * e^{j\Delta\theta_i} * e^{-j\omega\tau_i}) = S(\omega) * H_{SFN}(\omega) \quad (9)$$

El término entre paréntesis del espectro de frecuencia $E(\omega)$ de la señal de recepción $e(t)$ en la ecuación (9) se corresponde con la función de transmisión $H_{SFN}(\omega)$ del canal de transmisión de la red de frecuencia común. Se compone de una suma de índices, cuyas fases cambian con el término $+j\omega\tau_i$ y en un instante t determinado presentan un desplazamiento de fase constante $\Delta\theta_i = \Delta\omega * t$.

- 20 El valor de la función de transmisión $|H_{SFN}(f)|$ para una red de frecuencia común con un emisor de referencia S_0 y un segundo emisor S_1 está representado respecto la frecuencia f en la fig. 3. El valor de la función de transmisión $|H_{SFN}(f)|$ presenta un desarrollo periódico de la curva con una duración del periodo de $1/T_1$. El desarrollo del valor de la función de transmisión $|H_{SFN}(f)|$ se desplaza del desarrollo periódico de la curva en el instante $t = t_1$ (línea continua) a un desarrollo igualmente periódico de la curva con la misma duración del periodo en el instante $t = t_2 > t_1$ (línea a trazos) debido a la influencia del desplazamiento de fase $\Delta\theta_1$ de la señal de recepción $e_1(t)$ del emisor S_1 respecto a la señal de recepción $e_0(t)$ del emisor de referencia S_0 debido a un desplazamiento de la frecuencia portadora $\Delta\omega_1$ del emisor S_1 respecto a la frecuencia portadora ω_0 del emisor S_0 .

La velocidad del desplazamiento del desarrollo del valor de la función de transmisión $|H_{SFN}(f)|$ se determina por el desplazamiento de la frecuencia portadora $\Delta\omega_1$ del emisor S_1 respecto a la frecuencia ω_0 del emisor de referencia S_0 . El tiempo t_{per} necesario para el desplazamiento del desarrollo del valor de la función de transmisión $|H_{SFN}(f)|$ en justo un periodo del desarrollo del valor de la función de transmisión $|H_{SFN}(f)|$ se produce, conforme a la ecuación (10) con la ayuda de la ecuación (4), con la adopción de un desplazamiento de fase $\Delta\theta_1$ de 2π en una rotación completa del desplazamiento de fase $\Delta\theta_1$:

$$t_{per} = 2\pi / \Delta\omega_1 = 1 / \Delta f_1 \quad (10)$$

- 35 Si la función de transmisión $H_{SFN}(f)$ se observa en dos segmentos de tiempos Δt_{B1} y Δt_{B2} diferentes, entonces conforme a la ecuación (4) el desplazamiento de fase $\Delta\theta_i$, que resulta de un desplazamiento de la frecuencia portadora $\Delta\omega_i$ del emisor S_i respecto a la frecuencia portadora ω_0 del emisor de referencia S_0 , cambia en la función de transmisión $H_{SFN}(f)$ respecto al tiempo entre el segmento de tiempo Δt_{B1} y el segmento de tiempo Δt_{B2} y por consiguiente también su desarrollo respecto a la frecuencia f . De forma análoga también cambia el desarrollo de la respuesta al impulso acumulada $h_{SFN}(t)$ que se corresponde a la función de transmisión $H_{SFN}(f)$ conforme a la ecuación (8).

Con el cambio del desarrollo de la respuesta al impulso acumulada $h_{SFN}(f)$ con desplazamiento de fase $\Delta\theta_i(t)$ rotativo del emisor S_i del segmento de tiempo Δt_{B1} al segmento de tiempo Δt_{B2} cambia también el desarrollo de la respuesta al impulso $h_{SFNi}(t)$ del emisor S_i , cuya frecuencia portadora ω_i se ha desplazado respecto a la frecuencia portadora ω_0 del emisor de referencia S_0 . El desplazamiento angular de la fase $\Delta\theta_i(t)$ de la respuesta al impulso $h_{SFNi}(t)$ asociada al

emisor S_i del instante t_{B1} del segmento de tiempo Δt_{B1} al instante t_{B2} del segmento de tiempo Δt_{B2} es por consiguiente proporcional conforme a la ecuación (11) al desarrollo del desplazamiento de la frecuencia portadora $\Delta\omega_i(t)$ del emisor S_i respecto a la frecuencia portadora ω_0 del emisor de referencia S_0 .

$$\Delta\Theta_i(t_{B2}) - \Delta\Theta_i(t_{B1}) = \Delta\omega_i(t) * (t_{B2} - t_{B1}) \quad (11)$$

- 5 Por motivos de simplificación se parte de que el desplazamiento de la frecuencia portadora $\Delta\omega_i(t)$ no cambia entre los dos instantes de observación t_{B1} y t_{B2} . La ecuación (11) se convierte en la ecuación (12) bajo esta suposición razonable.

$$\Delta\Theta_i(t_{B2}) - \Delta\Theta_i(t_{B1}) = \Delta\omega_i * (t_{B2} - t_{B1}) \quad (12)$$

- 10 La primera forma de realización del procedimiento según la invención para la supervisión de la estabilidad de la frecuencia portadora de emisores en una red de frecuencia común se produce por consiguiente según la fig. 4A de las siguientes etapas del procedimiento representadas:

- 15 En la etapa del procedimiento S10 se determina la función de transmisión $H_{SFN}(f)$ del canal de transmisión de los emisores $S_0, \dots, S_i, \dots, S_n$ individuales de la red de frecuencia común hacia el dispositivo receptor E. Para ello el desarrollo de la función de transmisión $H_{SFN}(f)$ se puede determinar a partir de los coeficientes del ecualizador integrado en el dispositivo de recepción E, que se corresponden con los coeficientes de la función de transmisión $H_{SFN}(f)$ en un ecualizador adaptado al canal de la transmisión.

- 20 En la etapa del procedimiento S20, a partir de la función de transmisión $H_{SFN}(f)$ del canal de transmisión y mediante la transformada de Fourier inversa discreta, se calculan los desarrollos de las respuestas al impulso acumuladas $\underline{h}_{SFN1}(t)$ y $\underline{h}_{SFN2}(t)$ complejas correspondientes en los dos instantes t_{B1} del segmento de tiempo Δt_{B1} y t_{B2} del segmento de tiempo Δt_{B2} . En este caso se trata de respuestas al impulso acumuladas $\underline{h}_{SFN1}(t)$ y $\underline{h}_{SFN2}(t)$ discretas en el tiempo, complejas en instantes de exploración t individuales.

- 25 A partir de los dos desarrollos discretos en el tiempo de las respuestas al impulso acumuladas $\underline{h}_{SFN1}(t)$ y $\underline{h}_{SFN2}(t)$ complejas, en la etapa del procedimiento S30 se filtran los desarrollos de las respuestas al impulso $\underline{h}_{SFN1}(t)$ y $\underline{h}_{SFN2}(t)$ complejas, asociados respectivamente a los emisores S_i involucrados en la red de frecuencia común, en los instantes t_{B1} y t_{B2} .

- Alternativamente a la determinación representada arriba de la función de transmisión $H_{SFN}(f)$ del canal de transmisión a partir de los coeficientes del ecualizador integrado en el dispositivo receptor, en la radiodifusión terrestre digital de video es posible una determinación de la función de transmisión $H_{SFN}(f)$ del canal de transmisión a partir de los símbolos DVB-T de los pilotos portadores dispersos.

- 30 Estos desarrollos discretos en el tiempo de las respuestas al impulso $\underline{h}_{SFN1}(t)$ y $\underline{h}_{SFN2}(t)$ del emisor S_i correspondiente en los instantes t_{B1} y t_{B2} son respectivamente secuencias de números complejos. A partir de estos desarrollos complejos de las respuestas al impulso $\underline{h}_{SFN1}(t)$ y $\underline{h}_{SFN2}(t)$ se determinan en la etapa del procedimiento S40 los correspondientes desarrollos de fase $\arg(\underline{h}_{SFN1}(t))$ y $\arg(\underline{h}_{SFN2}(t))$ discretos en el tiempo del emisor S_i correspondiente en los instantes t_{B1} y t_{B2} . Alternativamente en este instante tampoco se puede realizar una asignación de la respuesta al impulso a los
35 emisores y por el momento sólo se pueden calcular respuestas al impulso totales $\underline{h}_{SFN1}(t)$ y $\underline{h}_{SFN2}(t)$.

- Mediante la sustracción de los desarrollos de fase $\arg(\underline{h}_{SFN1}(t))$ y $\arg(\underline{h}_{SFN2}(t))$ discretos en el tiempo de las respuestas al impulso $\underline{h}_{SFN1}(t)$ y $\underline{h}_{SFN2}(t)$ del emisor S_i correspondiente en los instantes t_{B1} y t_{B2} se obtiene una diferencia de desplazamiento de fase $\Delta\Delta\Theta_i(t_{B2}-t_{B1})$ del desplazamiento de fase del emisor S_i correspondiente respecto al emisor de referencia S_0 entre los instantes t_{B2} y t_{B1} , que es constante en el tiempo y se corresponde con la diferencia del desplazamiento de fase $\Delta\Theta_i(t_{B2})$ en el instante t_{B2} y el desplazamiento de fase $\Delta\Theta_i(t_{B1})$ en el instante t_{B1} del emisor S_i respecto al emisor de referencia S_0 . Esto se calcula en la etapa del procedimiento S50 conforme a la ecuación (13) que resulta de la ecuación (8):

$$\begin{aligned} \Delta\Delta\Theta_i(t_{B2}-t_{B1}) &= \arg(\underline{h}_{SFN2i}(t)) - \arg(\underline{h}_{SFN1i}(t)) \\ &= \Delta\Theta_i(t_{B2}) - \Delta\Theta_i(t_{B1}) \end{aligned} \quad (13)$$

- 45 La diferencia de desplazamiento de fase $\Delta\Delta\Theta_i(t_{B2}-t_{B1})$ del desplazamiento de fase del emisor S_i respecto al emisor de referencia S_0 entre los instantes t_{B1} y t_{B2} puede adoptar entre otros valores menores de π que se sitúan fuera del intervalo de valores permitidos. Por ello en la etapa del procedimiento S60, en rangos de tiempo en los que la diferencia de desplazamiento de tiempo $\Delta\Delta\Theta_i(t_{B2}-t_{B1})$ del desplazamiento de fase del emisor S_i respecto al emisor de referencia S_0 entre los instantes t_{B1} y t_{B2} asumen valores menores de $-\pi$, se aumenta la diferencia de desplazamiento de fase $\Delta\Delta\Theta_i(t_{B2}-t_{B1})$ del desplazamiento de fase en el valor 2π conforme a la ecuación (14).

$$\Delta\Delta\Theta_i(t_{B2}-t_{B1}) = \Delta\Delta\Theta_i(t_{B2}-t_{B1}) + 2*\pi$$

$$\text{para } \Delta\Delta\Theta_i(t_{B2}-t_{B1}) \leq -\pi \quad (14)$$

Si la diferencia de desplazamiento de fase $\Delta\Delta\Theta_i(t_{B2}-t_{B1})$ del desplazamiento de fase del emisor S_i respecto al emisor de referencia S_0 entre los instantes t_{B1} y t_{B2} asume valores mayores de $+\pi$ que se sitúan fuera del rango de valores permitidos, entonces la diferencia de desplazamiento de fase $\Delta\Delta\Theta_i(t_{B2}-t_{B1})$ del desplazamiento de fase se reduce en la etapa del procedimiento S65 en el valor $2*\pi$ conforme a la ecuación (15).

$$\Delta\Delta\Theta_i(t_{B2}-t_{B1}) = \Delta\Delta\Theta_i(t_{B2}-t_{B1}) - 2*\pi$$

$$\text{para } \Delta\Delta\Theta_i(t_{B2}-t_{B1}) > \pi \quad (15)$$

Las limitaciones realizadas en los pasos del procedimiento S60 y S65 de la diferencia de desplazamiento de fase $\Delta\Delta\Theta_i(t_{B2}-t_{B1})$ del desplazamiento de fase del emisor S_i respecto al emisor de referencia S_0 entre los instantes t_{B1} y t_{B2} conforme a las ecuaciones (13) y (14) garantizan un valor de fase inequívoco en el intervalo de $+\pi$ hasta $+\pi$.

En la etapa del procedimiento S70, según la ecuación (16), el desarrollo del desplazamiento de la frecuencia portadora $\Delta\omega_i$ del emisor S_i respecto a la frecuencia ω_0 del emisor de referencia S_0 entre los instantes t_{B1} y t_{B2} , que resulta de la ecuación (12) y (13) se calcula a partir de la diferencia de desplazamiento de fase $\Delta\Delta\Theta_i(t_{B2}-t_{B1})$ del desplazamiento de fase del emisor S_i respecto al emisor de referencia S_0 entre los instantes t_{B1} y t_{B2} .

$$\Delta\omega_i = [\Delta\Theta_i(t_{B2}) - \Delta\Theta_i(t_{B1})] / (t_{B2} - t_{B1})$$

$$= \Delta\Delta\Theta_i(t_{B2}-t_{B1}) / (t_{B2} - t_{B1}) \quad (16)$$

Ya que se pueden superponer los cambios de fase adicionales en el tiempo t para el desplazamiento de fase $\Delta\Theta_i(t)$ de la señal de referencia $e_i(t)$ del emisor S_i debido a un desplazamiento de la frecuencia portadora $\Delta\omega_i$ del emisor S_i respecto al emisor de referencia S_0 , por ejemplo, debido a los ruidos de fases, según está representado en la fig. 5A, se puede realizar una limpieza correspondiente de la diferencia de desplazamiento de fase $\Delta\Delta\Theta_i(t_{B2}-t_{B1})$ del desplazamiento de fase del emisor S_i respecto al emisor de referencia S_0 entre dos instantes de observación t_{B1} y t_{B2} por perturbaciones de fase semejantes. Esta limpieza se realiza en la segunda forma de realización del procedimiento según la invención para la supervisión de la estabilidad de la frecuencia portadora por emisores en una red de frecuencia común conforme a la fig. 4B.

A diferencia de la primera forma de realización en la fig. 4A, en la segunda forma de realización en la fig. 4B se determina en la etapa del procedimiento S50 la diferencia de desplazamiento de fase $\Delta\Delta\Theta_i(\Delta t_B)$ del desplazamiento de fase del emisor S_i respecto al emisor de referencia S_0 dentro de un intervalo de tiempo Δt_B no solo entre los instantes de observación t_{B1} y t_{B2} , sino en varios otros instantes de observación t_{Bj} y $t_{B(j+1)}$ que están separados entre sí por un intervalo de tiempo Δt_B conforme a la ecuación (17).

$$\Delta t_B = t_{B(j+1)} - t_{Bj} \quad \text{para } j = 1, 2, 3, \dots \quad (17)$$

Para ello en la etapa S20 del procedimiento se determina el desarrollo discreto en el tiempo de la respuesta al impulso acumulada $\underline{h}_{SFNj}(t)$ y $\underline{h}_{SFN(j+1)}(t)$ compleja respectivamente en los instantes de observación t_j y t_{j+1} .

Análogamente en la etapa del procedimiento S30, a partir de los desarrollos discretos en el tiempo de las respuestas al impulso acumuladas $\underline{h}_{SFNj}(t)$ y $\underline{h}_{SFN(j+1)}(t)$ complejas se extraen los desarrollos discretos en el tiempo de las respuestas al impulso $\underline{h}_{SFNj}(t)$ y $\underline{h}_{SFN(j+1)}(t)$ complejas del emisor S_i correspondiente en los instantes t_j y t_{j+1} .

Finalmente en la etapa del procedimiento S40, a partir de los desarrollos discretos en el tiempo de las respuestas al impulso $\underline{h}_{SFNj}(t)$ y $\underline{h}_{SFN(j+1)}(t)$ complejas se determinan los desarrollos de fase $\arg(\underline{h}_{SFNj}(t))$ y $\arg(\underline{h}_{SFN(j+1)}(t))$ del emisor S_i en los instantes t_j y t_{j+1} .

La sustracción del desarrollo de fase $\arg(\underline{h}_{SFNj}(t))$ del desarrollo de fase $\arg(\underline{h}_{SFN(j+1)}(t))$ en la etapa del procedimiento S50 conduce a la diferencia de desplazamiento de fase $\Delta\Delta\Theta_i(t_{B(j+1)}-t_{Bj})$ del desplazamiento de fase del emisor S_i correspondiente respecto al emisor S_0 entre los instantes $t_{B(j+1)}$ y t_{Bj} , que se corresponde con la diferencia del desplazamiento de fase $\Delta\Delta\Theta_i(t_{B(j+1)})$ en el instante $t_{B(j+1)}$ y el desplazamiento de fase $\Delta\Theta_i(t_{Bj})$ en el instante t_{Bj} del emisor respecto al emisor de referencia S_0 .

La limitación de la diferencia de desplazamiento de fase $\Delta\Delta\Theta_i(t_{B(j+1)}-t_{Bj})$ del desplazamiento de fase del emisor S_i correspondiente respecto al emisor de referencia S_0 entre los instantes $t_{B(j+1)}$ y t_{Bj} en el intervalo de valores permitido entre π y $+\pi$ se realiza en las etapas del procedimiento S60 y S65.

En la etapa del procedimiento S70, a partir de la diferencia de desplazamiento de fase $\Delta\Delta\Theta_i(t_{B(j+1)}-t_{Bj})$ del desplazamiento de fase del emisor S_i correspondiente respecto al emisor de referencia S_0 entre los instantes $t_{B(j+1)}$ y t_{Bj} se calcula el desplazamiento de la frecuencia portadora $\Delta\omega_{ij}$ del emisor S_i que se basa en la diferencia de desplazamiento de fase $\Delta\Delta\Theta_i(t_{B(j+1)}-t_{Bj})$ del desplazamiento de fase en los instantes de observación t_j y t_{j+1} .

- 5 El desplazamiento de la frecuencia portadora $\Delta\omega_{ij}$ del emisor S_i respecto al emisor de referencia S_0 en base a la diferencia de desplazamiento de fase $\Delta\Delta\Theta_i(t_{B(j+1)}-t_{Bj})$ del desplazamiento de fase en los instantes de observación t_j y t_{j+1} se determina y calcula de forma repetida en conjunto $j_{\max}$ -veces en los instantes de observación t_j y t_{j+1} diferentes.

- 10 Los en total $j_{\max}$ desplazamientos de la frecuencia portadora $\Delta\omega_{ij}$ calculados del emisor S_i respecto al emisor de referencia S_0 se suministran a continuación en la etapa del procedimiento S80 a una promediación, a fin de eliminar o minimizar la influencia de las perturbaciones de fase arriba mencionadas, por ejemplo, debido a los ruidos de fase, sobre el desplazamiento de la frecuencia portadora $\Delta\omega_i$.

La promediación se puede realizar también en la forma de una estructura en pipeline, en la que el respectivo valor más antiguo se descarta. Una variante que ahorra memoria es una promediación recursiva.

- 15 Un desarrollo a modo de ejemplo de un desplazamiento de la frecuencia portadora $\Delta\omega_i$ de un emisor S_i limpiada de perturbaciones de fase respecto a un emisor de referencia S_0 está representada en la fig. 5B.

Un dispositivo para la supervisión de la estabilidad de la frecuencia portadora de varios emisores en una red de frecuencia común está representado en la fig. 1.

- 20 La red de frecuencia común en la fig. 1 se compone, por ejemplo, de los cinco emisores S_1 , S_2 , S_3 , S_4 y S_5 . Las señales de emisión de los emisores S_1 a S_5 se reciben por un dispositivo receptor E. El dispositivo receptor E está conectado con una unidad electrónica de procesamiento de datos 1. En una unidad 11 para la determinación de la función de transmisión del canal de transmisión, en base a las señales de emisión de los emisores S_1 a S_5 recibidas por el dispositivo receptor E se determina la función de transmisión $H_{SFN}(f)$ del canal de transmisión de los emisores S_1 a S_5 hacia el dispositivo receptor E. En este caso se manejan los coeficientes del ecualizador integrado en el dispositivo receptor E, que se corresponden con los coeficientes de la función de transmisión del canal de transmisión en el ecualizador adaptado al canal de transmisión.

Alternativamente se puede determinar la función de transmisión $H_{SFN}(f)$ del canal de transmisión de los emisores S_1 a S_5 hacia el dispositivo receptor E a partir de las portadoras piloto dispersas de una señal de DVB-T en la radiodifusión digital terrestre de video bajo la desviación de la unidad 11.

- 30 En una unidad 12 subsiguiente para la realización de la transformada de Fourier inversa, a partir de la función de transmisión $H_{SFN}(f)$ del canal de transmisión se calculan los desarrollos discretos en el tiempo de las respuestas al impulso acumuladas $\underline{h}_{SFNji}(t)$ y $\underline{h}_{SFN(j+1)i}(t)$ en los instantes de observación t_{Bj} y $t_{B(j+1)}$.

- 35 En una unidad 13 subsiguiente para la extracción de la respuesta al impulso para cada emisor a partir de la respuesta al impulso acumulada, a partir de los desarrollos discretos en el tiempo de las respuestas al impulso acumuladas $\underline{h}_{SFNji}(t)$ y $\underline{h}_{SFN(j+1)i}(t)$ se extraen los desarrollos discretos en el tiempo de las respuestas al impulso $\underline{h}_{SFNji}(t)$ y $\underline{h}_{SFN(j+1)i}(t)$ complejas para cada emisor S_i de la red de frecuencia común en los instantes de observación t_{Bj} y $t_{B(j+1)}$.

En una unidad 14 subsiguiente para la determinación del desarrollo de fase de la respuesta al impulso, a partir de los desarrollos discretos en el tiempo de las respuestas al impulso $\underline{h}_{SFNji}(t)$ y $\underline{h}_{SFN(j+1)i}(t)$ se calculan los desarrollos de fase $\arg(\underline{h}_{SFNji}(t))$ y $\arg(\underline{h}_{SFN(j+1)i}(t))$ discretos en el tiempo de las respuestas al impulso $\underline{h}_{SFNji}(t)$ y $\underline{h}_{SFN(j+1)i}(t)$ en los instantes t_{Bj} y $t_{B(j+1)}$.

- 40 En una unidad 15 subsiguiente para el cálculo de la diferencia de los desplazamientos de fase y del desplazamiento de la frecuencia portadora de cada emisor respecto a la frecuencia portadora de un emisor de referencia, a partir de los desarrollos de fase $\arg(\underline{h}_{SFNji}(t))$ y $\arg(\underline{h}_{SFN(j+1)i}(t))$ discretos en el tiempo de las respuestas al impulso $\underline{h}_{SFNji}(t)$ y $\underline{h}_{SFN(j+1)i}(t)$ en los instantes t_{Bj} y $t_{B(j+1)}$ se calcula la diferencia de desplazamiento de fase $\Delta\Delta\Theta_i(t_{B(j+1)}-t_{Bj})$ de los desplazamientos de fase de un emisor S_i respecto a un emisor de referencia S_0 en los instantes de observación t_{Bj} y $t_{B(j+1)}$, que se corresponde con la diferencia del desplazamiento de fase $\Delta\Theta_i(t_{Bj})$ y $\Delta\Theta_i(t_{B(j+1)})$ del emisor S_i respecto al emisor de referencia S_0 en los instantes t_{Bj} y $t_{B(j+1)}$, y de ello se deriva el desplazamiento $\Delta\omega_{ij}$ para cada emisor S_i respecto a un emisor de referencia S_0 en base a una diferencia de desplazamiento de fase $\Delta\Delta\Theta_i(t_{B(j+1)}-t_{Bj})$ determinada de los desplazamientos de fase en instantes de observación t_{Bj} y $t_{B(j+1)}$.

- 50 En una unidad 2 de la representación gráfica y/o tabulada del desplazamiento $\Delta\omega_i$ de todos los emisores S_i , que está conectada con la unidad electrónica de procesamiento de datos 1, los desplazamientos de la frecuencia portadora $\Delta\omega_i$ de cada emisor S_i respecto a un emisor S_0 de la red de frecuencia común se representan de forma gráfica o tabulada.

Respecto a la representación simultánea de la desviación de la amplitud y de la desviación de la frecuencia portadora

de un emisor S_i respecto a un emisor de referencia S_0 en un instante de observación t_{Bi} determinado en una gráfica se ofrece, por un lado, una representación tridimensional con el tiempo t como primera dimensión, la desviación de la frecuencia $\Delta\omega_i$ del emisor S_i correspondiente respecto a la frecuencia portadora ω_0 del emisor de referencia S_0 como segunda dimensión y finalmente la desviación de la amplitud ΔA_i del emisor S_i correspondiente respecto a la amplitud A_0 del emisor de referencia S_0 como tercera dimensión. Si el emisor de referencia S_0 se pone en la gráfica tridimensional de forma normalizada en su amplitud A_0 en el instante $t = 0$, entonces conforme a la fig. 6A se representa cada emisor S_i conforme a la desviación de amplitud y de la frecuencia portadora ΔA_i y $\Delta\omega_i$ correspondiente por un punto en la gráfica. Por otro lado, en una representación bidimensional según la fig. 6B se aplica el tiempo t en la abscisa y la desviación de la amplitud ΔA_i del emisor S_i correspondiente respecto a la amplitud A_0 del emisor de referencia S_0 en la ordenada, mientras que la desviación de la frecuencia portadora $\Delta\omega_i$ del emisor S_i correspondiente respecto a la frecuencia portadora ω_0 del emisor de referencia S_0 se caracteriza por un símbolo del punto asociado al emisor S_i , correspondiente que se corresponde con la desviación de la frecuencia portadora $\Delta\omega_i$. De nuevo la amplitud A_0 del emisor de referencia S_0 en el instante $t=0$ se introduce en la gráfica.

La invención no se limita a los ejemplos de realización representados y descritos. En particular todas las características descritas se pueden combinar entre sí a voluntad. El procedimiento descrito no sólo es apropiado para señales del estándar DAB o DVB-T, sino para todos los estándares que permiten SFN, en particular también para señales del estándar americano ATSC.

REIVINDICACIONES

- 1.- Procedimiento para la supervisión de la estabilidad de la frecuencia portadora (ω_i) de señales de emisión ($S_i(t)$) idénticas de varios emisores ($S_1, \dots, S_i, \dots, S_n$) de una red de frecuencia común por valoración de la posición de fase de una señal de recepción ($e_i(t)$) asociada a una señal de emisión ($s_i(t)$) de un emisor (S_i) en referencia a una señal de recepción ($e_0(t)$) de un emisor de referencia (S_0), que se reciben las dos por un dispositivo receptor (E) dispuesto en la zona de emisión de la red de frecuencia común, caracterizado porque un cálculo (S70) de un desplazamiento de la frecuencia portadora ($\Delta\omega_i$) de una frecuencia portadora (ω_i) de un emisor (S_i) respecto a una frecuencia portadora de referencia (ω_0) del emisor de referencia (S_0) se efectúa a partir de una diferencia de desplazamiento de fase ($\Delta\Delta\Theta_i(t_{B2}-t_{B1})$) provocada por el desplazamiento de la frecuencia portadora ($\Delta\omega_i$) de este emisor entre un desplazamiento de fase ($\Delta\Theta_i(t_{B2})$) en al menos un segundo instante de observación (t_{B2}) y un desplazamiento de fase ($\Delta\Theta_i(t_{B1})$) en un primer instante de observación (t_{B1}) de una señal de recepción ($e_i(t)$) de este emisor (S_i) asociada a una señal de emisión ($S_i(t)$) en referencia a una señal de recepción ($e_0(t)$) de un emisor (S_0) asociada a una señal de emisión ($S_0(t)$).
- 2.- Procedimiento para la supervisión de la estabilidad de la frecuencia portadora según la reivindicación 1, caracterizado porque las siguientes etapas del procedimiento preceden al cálculo (S70) del desplazamiento de la frecuencia portadora ($\Delta\omega_i$) de la frecuencia portadora (ω_i) del emisor (S_i) respecto a la frecuencia portadora (ω_0) del emisor de referencia (S_0) a partir de la diferencia de desplazamiento de fase ($\Delta\Delta\Theta_i(t_{B2}-t_{B1})$):
 - Determinación (S10) de una función de transmisión ($H_{SFN}(f)$) del canal de transmisión de los emisores ($S_1, \dots, S_i, \dots, S_n$) hacia el dispositivo receptor (E),
 - Cálculo (S20) de un desarrollo de una respuesta al impulso acumulada ($\underline{h}_{SFN1}(t)$) discreta en el tiempo, compleja en el primer instante de observación (t_{B1}) y un desarrollo de una respuesta al impulso acumulada ($\underline{h}_{SFN2}(t)$) discreta en el tiempo, compleja en el segundo instante de observación (t_{B2}) del canal de transmisión respectivamente a partir de la función de transmisión ($H_{SFN}(f)$),
 - Filtrado (S30) de un desarrollo de una respuesta al impulso ($\underline{h}_{SFN1i}(t)$) compleja en el primer instante de observación (t_{B1}) y de un desarrollo de una respuesta al impulso ($\underline{h}_{SFN2i}(t)$) compleja en el segundo instante de observación (t_{B2}) para cada emisor (S_i) de la red de frecuencia común respectivamente a partir del desarrollo de la respuesta al impulso acumulada ($\underline{h}_{SFN1}(t)$) compleja en el primer instante de observación (t_{B1}) y a partir del desarrollo de la respuesta al impulso acumulada ($\underline{h}_{SFN2}(t)$) compleja en el segundo instante de observación (t_{B2}),
 - Determinación (S40) de un desarrollo de fase ($\arg(\underline{h}_{SFN1i}(t))$) de la respuesta al impulso ($\underline{h}_{SFN1i}(t)$) compleja en el primer instante de observación (t_{B1}) y de un desarrollo de fase ($\arg(\underline{h}_{SFN2i}(t))$) de la respuesta al impulso ($\underline{h}_{SFN2i}(t)$) compleja en el segundo instante de observación (t_{B2}) para cada emisor (S_i) de la red de frecuencia común,
 - Cálculo (S50) de la diferencia de desplazamiento de fase ($\Delta\Delta\Theta_i(t_{B2}-t_{B1})$) entre un desplazamiento de fase ($\Delta\Theta_i(t_{B2})$) en el segundo instante de observación (t_{B2}) y un desplazamiento de fase ($\Delta\Theta_i(t_{B1})$) en el primer instante de observación (t_{B1}) por sustracción de un desarrollo de fase ($\arg(\underline{h}_{SFN1i}(t))$) de la respuesta al impulso ($\underline{h}_{SFN1i}(t)$) compleja en el primer instante de observación (t_{B1}) de un desarrollo de fase ($\arg(\underline{h}_{SFN2i}(t))$) de la respuesta al impulso ($\underline{h}_{SFN2i}(t)$) compleja en el segundo instante de observación (t_{B2}) del emisor (S_i) correspondiente.
- 3.- Procedimiento para la supervisión de la estabilidad de la frecuencia portadora según la reivindicación 2, caracterizado por
 - Aumento (S60) de la diferencia de desplazamiento de fase ($\Delta\Delta\Theta_i(t_{B2}-t_{B1})$) en el factor $2*\pi$ en el caso de una disminución de la diferencia de desplazamiento de fase ($\Delta\Delta\Theta_i(t_{B2}-t_{B1})$) en o por debajo el valor $-\pi$ y
 - Reducción (S65) de la diferencia de desplazamiento de fase ($\Delta\Delta\Theta_i(t_{B2}-t_{B1})$) en el factor $-2*\pi$ en el caso de un aumento de la diferencia de desplazamiento de fase ($\Delta\Delta\Theta_i(t_{B2}-t_{B1})$) sobre el valor π .
- 4.- Procedimiento para la supervisión de la estabilidad de la frecuencia portadora según la reivindicación 2 ó 3, caracterizado porque en la radiodifusión terrestre digital de video, la función de transmisión del canal de transmisión de los emisores ($S_1, \dots, S_i, \dots, S_n$) hacia el dispositivo receptor (E) se determina a partir de los símbolos DVB-T de las portadoras piloto dispersas de las señales de recepción ($e_i(t)$) de los emisores ($S_1, \dots, S_i, \dots, S_n$) moduladas según el procedimiento de multiplexación por división de frecuencias ortogonales (OFDM).
- 5.- Procedimiento para la supervisión de la estabilidad de la frecuencia portadora según la reivindicación 2, caracterizado porque el cálculo (S20) de un desarrollo de una respuesta al impulso acumulada $\underline{h}_{SFN1/2}(t)$ discreta en el tiempo, compleja en el primer instante de observación t_{B1} discreto del canal de transmisión se efectúa a partir de la función de transmisión $H_{SFN}(f)$ del canal de transmisión con la ayuda de la transformada de Fourier conforme a la

fórmula:

$$h_{SFN1/2}(t) = \sum_{k=0}^{N_F-1} H_{SFN}(k) * e^{j2\pi kt/N_F}$$

siendo

$H_{SFN}(f)$ la función de transmisión o la característica de frecuencia del canal de transmisión,

5 N_F el número de los valores de exploración para la transformada de Fourier discreta,

k los valores de frecuencia discretos

t los instantes de exploración de la respuesta al impulso acumulada discreta en el tiempo del canal de transmisión, y

$1/2$ el índice para el instante de observación t_{B1} o t_{B2}

10 6.- Procedimiento para la supervisión de la estabilidad de la frecuencia portadora según la reivindicación 5, caracterizado porque el cálculo (S50) de la diferencia de desplazamiento de fase ($\Delta\Delta\Theta_i(t_{B2}-t_{B1})$) para cada emisor S_i de la red de frecuencia común se efectúa conforme a la fórmula

$$\Delta\Delta\Theta_i(t_{B2}-t_{B1}) = \arg(h_{SFN2i}(t)) - \arg(h_{SFN1i}(t))$$

siendo

15 i el índice para el emisor S_i

$\arg(h_{SFN2i}(t))$ el desarrollo de fase de la respuesta al impulso $h_{SFN2i}(t)$ compleja en el instante de observación t_{B2} del emisor S_i , y

$\arg(h_{SFN1i}(t))$ el desarrollo de fase de la respuesta al impulso $h_{SFN1i}(t)$ compleja en el instante de observación t_{B1} del emisor S_i .

20 7.- Procedimiento para la supervisión de la estabilidad de la frecuencia portadora según la reivindicación 6, caracterizado porque el cálculo (S70) del desplazamiento de la frecuencia portadora $\Delta\omega_i$ de emisor S_i respecto a la frecuencia portadora ω_0 del emisor de referencia de la red de frecuencia común se efectúa conforme a la fórmula:

$$\Delta\omega_i = \Delta\Delta\Theta_i(t_{B2}-t_{B1}) / (t_{B2}-t_{B1})$$

siendo

25 i el índice para el emisor S_i

$\Delta\Delta\Theta_i(t_{B2}-t_{B1})$ la diferencia de la posición de fase $\Delta\Delta\Theta_i(t_{B2}-t_{B1})$ para el emisor S_i de la red de frecuencia común, y

t_{B1} , t_{B2} los instantes de observación.

30 8.- Procedimiento para la supervisión de la estabilidad de la frecuencia portadora según la reivindicación 7, caracterizado porque para la identificación unívoca del desplazamiento de la frecuencia portadora $\Delta\omega_i$ permanente del emisor S_i en la red de frecuencia común respecto a la frecuencia portadora ω_0 del emisor de referencia S_0 en varios instantes de observación t_{Bj} se realizan de forma repetida las siguientes etapas del procedimiento

• Cálculo (S20) del desarrollo de la respuesta al impulso acumulada $h_{SFNj}(t)$ y $h_{SFN(j+1)}(t)$ discreta en el tiempo, compleja en los instantes de observación t_{Bj} y $t_{B(j+1)}$,

35 • Filtrado (S30) del desarrollo de la respuesta al impulso $h_{SFNj}(t)$ y $h_{SFN(j+1)}(t)$ compleja en los instantes de observación t_{Bj} y $t_{B(j+1)}$ para cada emisor S_i de la red de frecuencia común,

• Determinación (S40) de los desarrollos de fase $\arg(h_{SFNj}(t))$ y $\arg(h_{SFN(j+1)}(t))$ de las respuestas al impulso $h_{SFNj}(t)$ y $h_{SFN(j+1)}(t)$ complejas en los instantes de observación t_{Bj} y $t_{B(j+1)}$,

- Cálculo (S50) de la diferencia de desplazamiento de fase $\Delta\Delta\Theta_i(t_{B(j+1)}-t_{Bj})$ entre el desplazamiento de fase $\Delta\Theta_i(t_{B(j+1)})$ en el instante de observación $t_{B(j+1)}$ y el desplazamiento de fase $\Delta\Theta_i(t_{Bj})$ en el instante de observación t_{Bj} para cada emisor (S_i) de la red de frecuencia común,

5 • Aumento (S60) de la diferencia de desplazamiento de fase $\Delta\Delta\Theta_i(t_{B(j+1)}-t_{Bj})$ en el factor $2*\pi$ en el caso de una disminución de la diferencia de desplazamiento de fase $\Delta\Delta\Theta_i(t_{B(j+1)}-t_{Bj})$ en o por debajo al valor $-\pi$,

- Reducción (S65) de la diferencia de desplazamiento de fase $\Delta\Delta\Theta_i(t_{B(j+1)}-t_{Bj})$ en el factor $-2*\pi$ en el caso de un aumento de la diferencia de desplazamiento de fase $\Delta\Delta\Theta_i(t_{B(j+1)}-t_{Bj})$ sobre el valor π , y

- Cálculo (S70) del desplazamiento de la frecuencia portadora $\Delta\omega_{ij}$ del emisor S_i respecto a la frecuencia portadora ω_0 del emisor de referencia de la red de frecuencia común en varios puntos de observación t_{Bj} ,

10 y a continuación se realiza un promediación (S80) de todos los desplazamiento de la frecuencia portadora $\Delta\omega_{ij}$ de cada emisor S_i calculados respectivamente en la etapa del procedimiento (S70) respecto a la frecuencia portadora ω_0 del emisor de referencia S_0 de la red de frecuencia común en los instantes de observación t_{Bj} .

15 9.- Procedimiento para la supervisión de la estabilidad de la frecuencia portadora según la reivindicación 8, caracterizado porque la promediación (S80) de todos los desplazamiento de la frecuencia portadora $\Delta\omega_{ij}$ de cada emisor S_i calculados en la etapa del procedimiento (S70) respecto a la frecuencia portadora ω_0 de un emisor de referencia S_0 de la red de frecuencia común se efectúa con la ayuda de un procedimiento recursivo.

10.- Dispositivo para la supervisión de la estabilidad de la frecuencia portadora (ω_i) de señales de emisión $s_i(t)$ idénticas de varios emisores ($S_1, \dots, S_i, \dots, S_n$) de una red de frecuencia común con:

- un dispositivo receptor (E),

20 • una unidad (11) para la determinación de una función de transmisión ($H_{SFN}(f)$) de un canal de transmisión de varios ($S_1, \dots, S_i, \dots, S_n$) de la red de frecuencia común hacia el dispositivo receptor (E) situado dentro de la zona de emisión de la red de frecuencia común a partir de los coeficientes de un ecualizador integrado en el dispositivo receptor (E) y adaptado al canal de transmisión,

25 • una unidad (12) para la realización de una transformada de Fourier inversa sobre la función de transmisión ($H_{SFN}(t)$) para la determinación de una respuesta al impulso acumulada ($\underline{h}_{SFN}(t)$),

- una unidad (13) para el filtrado de una respuesta al impulso ($\underline{h}_{SFNi}(t)$) para cada emisor (S_i) a partir de la respuesta al impulso acumulada ($\underline{h}_{SFN}(t)$), formándose la respuesta al impulso acumulada ($\underline{h}_{SFN}(t)$) según la ecuación

$$\underline{h}_{SFN}(t) = \sum_{i=0}^n \underline{h}_{SFNi}(t) = \delta(t) + \sum_{i=0}^n v_i * e^{j\Delta\theta_i} \cdot \delta(t - \tau_i)$$

30 siendo

v_i la amplitud de la señal de recepción $e_i(t)$ asociada al emisor S_i ,

$\Delta\theta_i$ el desplazamiento de fase entre la señal de recepción $e_i(t)$ asociada al emisor S_i y la señal de recepción $e_0(t)$ asociada al emisor de referencia S_0 , y

τ_i la diferencia del tiempo de propagación entre el emisor S_i y el emisor de referencia S_0 .

35 • una unidad (14) para la determinación del desarrollo de fase ($\arg(\underline{h}_{SFNi}(t))$) de la respuesta al impulso ($\underline{h}_{SFNi}(t)$) para cada emisor (S_i),

40 • una unidad (15) para el cálculo de la diferencia de desplazamiento de fase ($\Delta\Delta\Theta_i(t_{B(j+1)}-t_{Bj})$) de la fase de desplazamiento ($\Delta\Theta_i$) de un emisor (S_i) respecto a un emisor de referencia (S_0) en al menos dos instantes ($(t_{Bj}, t_{B(j+1)})$) diferentes y del desplazamiento de la frecuencia portadora ($\Delta\omega_i$) de cada emisor (S_i) respecto a la frecuencia portadora (ω_0) del emisor de referencia (S_0), y

- una unidad (2) para la representación del desplazamiento de la frecuencia portadora ($\Delta\omega_i$) calculado de cada emisor (S_i) respecto a la frecuencia portadora (ω_0) del emisor de referencia (S_0) de la red de frecuencia común.

45 11.- Dispositivo para la supervisión de la estabilidad de la frecuencia portadora (ω_i) de señales de emisión $s_i(t)$ idénticas de varios emisores ($S_1, \dots, S_i, \dots, S_n$) de red de frecuencia común con:

- un dispositivo receptor (E),
- una unidad (16) para la determinación de una función de transmisión ($H_{SFN}(f)$) a partir de portadoras piloto de las señales de recepción ($e_i(t)$),
- una unidad (12) para la realización de una transformada de Fourier inversa sobre la función de transmisión ($H_{SFN}(t)$) para la determinación de una respuesta al impulso acumulada ($\underline{h}_{SFN}(t)$),
- una unidad (13) para el filtrado de una respuesta al impulso ($\underline{h}_{SFNi}(t)$) para cada emisor (S_i) a partir de la respuesta al impulso acumulada ($\underline{h}_{SFN}(t)$), formándose la respuesta al impulso acumulada ($\underline{h}_{SFN}(t)$) según la ecuación

$$\underline{h}_{SFN}(t) = \sum_{i=0}^n h_{SFNi}(t) = \delta(t) + \sum_{i=0}^n v_i * e^{j\Delta\theta_i} * \delta(t - \tau_i)$$

siendo

v_i la amplitud de la señal de recepción $e_i(t)$ asociada al emisor S_i ,

$\Delta\theta_i$ el desplazamiento de fase entre la señal de recepción $e_i(t)$ asociada al emisor S_i y la señal de recepción $e_0(t)$ asociada al emisor de referencia S_0 , y

τ_i la diferencia del tiempo de propagación entre el emisor S_i y el emisor de referencia S_0 .

- una unidad (14) para la determinación del desarrollo de fase ($\arg(\underline{h}_{SFNi}(t))$) de la respuesta al impulso ($\underline{h}_{SFNi}(t)$) para cada emisor (S_i),
- una unidad (15) para el cálculo de la diferencia de desplazamiento de fase ($\Delta\Delta\theta_i(t_{B(j+1)} - t_{Bj})$) de la fase de desplazamiento ($\Delta\theta_i$) de un emisor (S_i) respecto a un emisor de referencia (S_0) en al menos dos instantes ($(t_{Bj}$, $t_{B(j+1)})$) diferentes y del desplazamiento de la frecuencia portadora ($\Delta\omega_i$) de cada emisor (S_i) respecto a la frecuencia portadora (ω_0) del emisor de referencia (S_0), y
- una unidad (2) para la representación del desplazamiento de la frecuencia portadora ($\Delta\omega_i$) calculada de cada emisor (S_i) respecto a la frecuencia portadora (ω_0) del emisor de referencia (S_0) de la red de frecuencia común.

12.- Dispositivo para la supervisión de la estabilidad de la frecuencia portadora según la reivindicación 10 u 11, caracterizado porque la unidad (2) para la representación del desplazamiento de la frecuencia portadora ($\Delta\omega_i$) calculada de cada emisor (S_i) respecto a la frecuencia portadora (ω_0) del emisor de referencia (S_0) presenta un dispositivo de representación gráfica y/o tabulada.

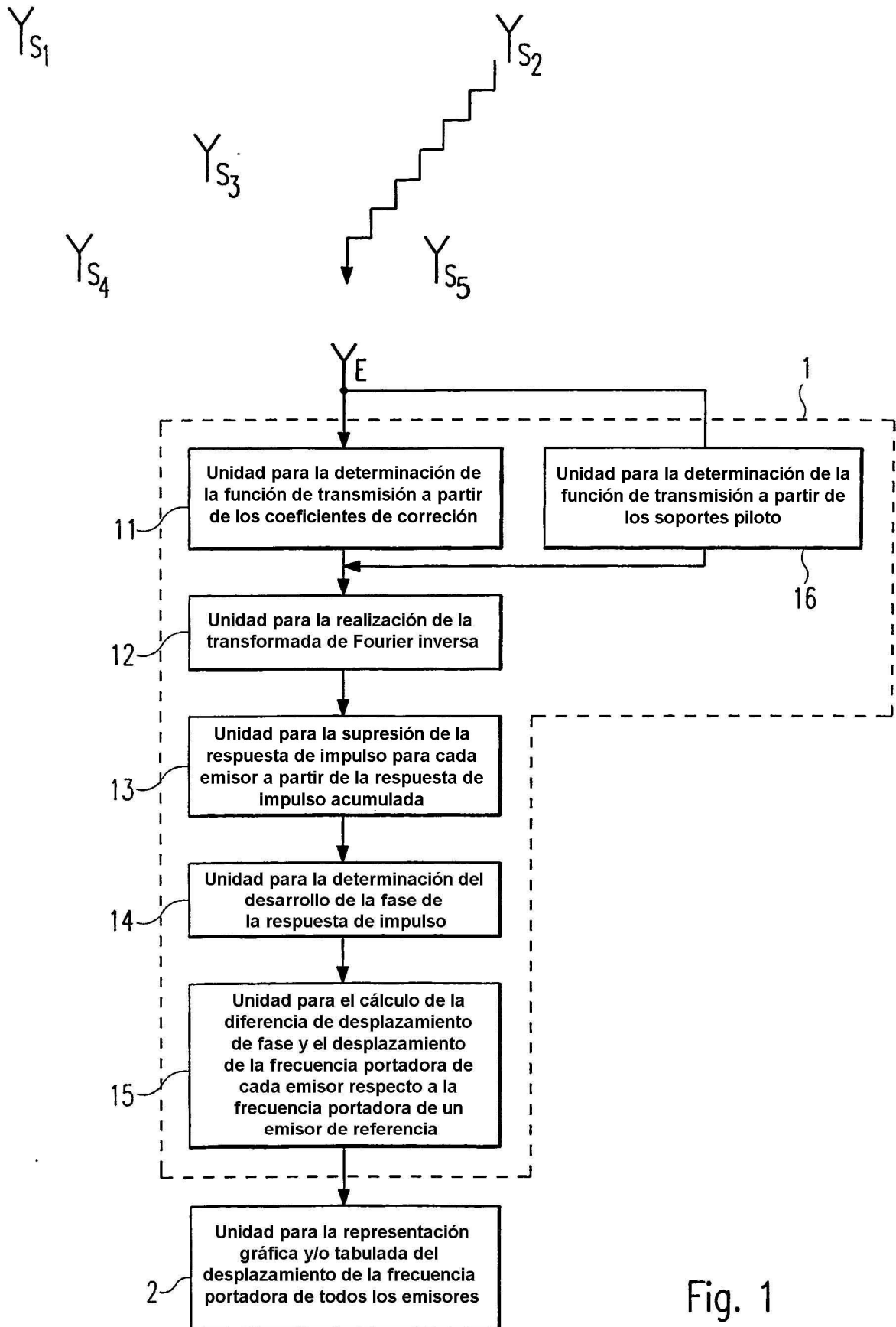


Fig. 1

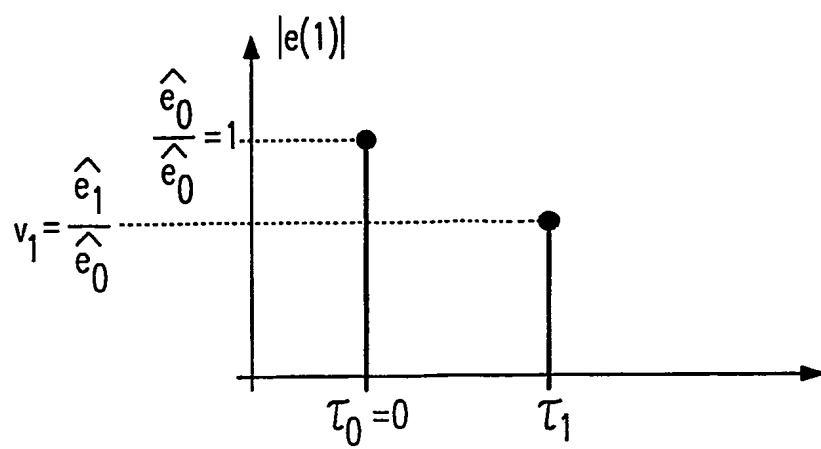


Fig. 2

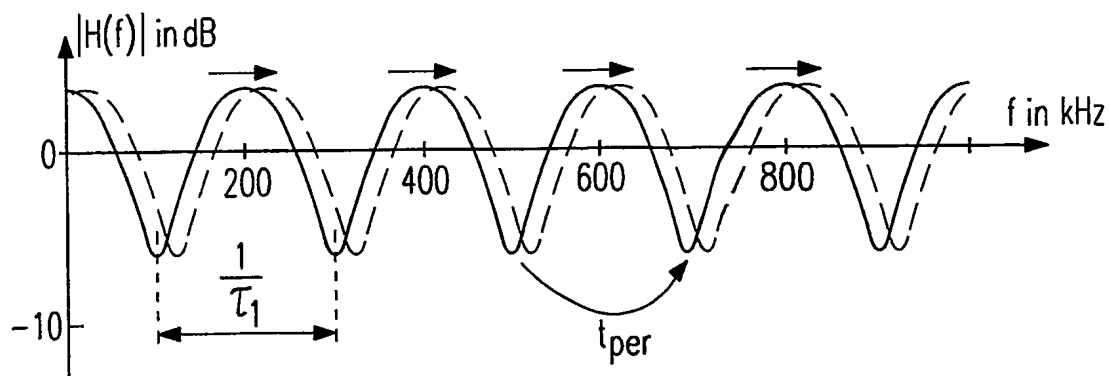


Fig. 3

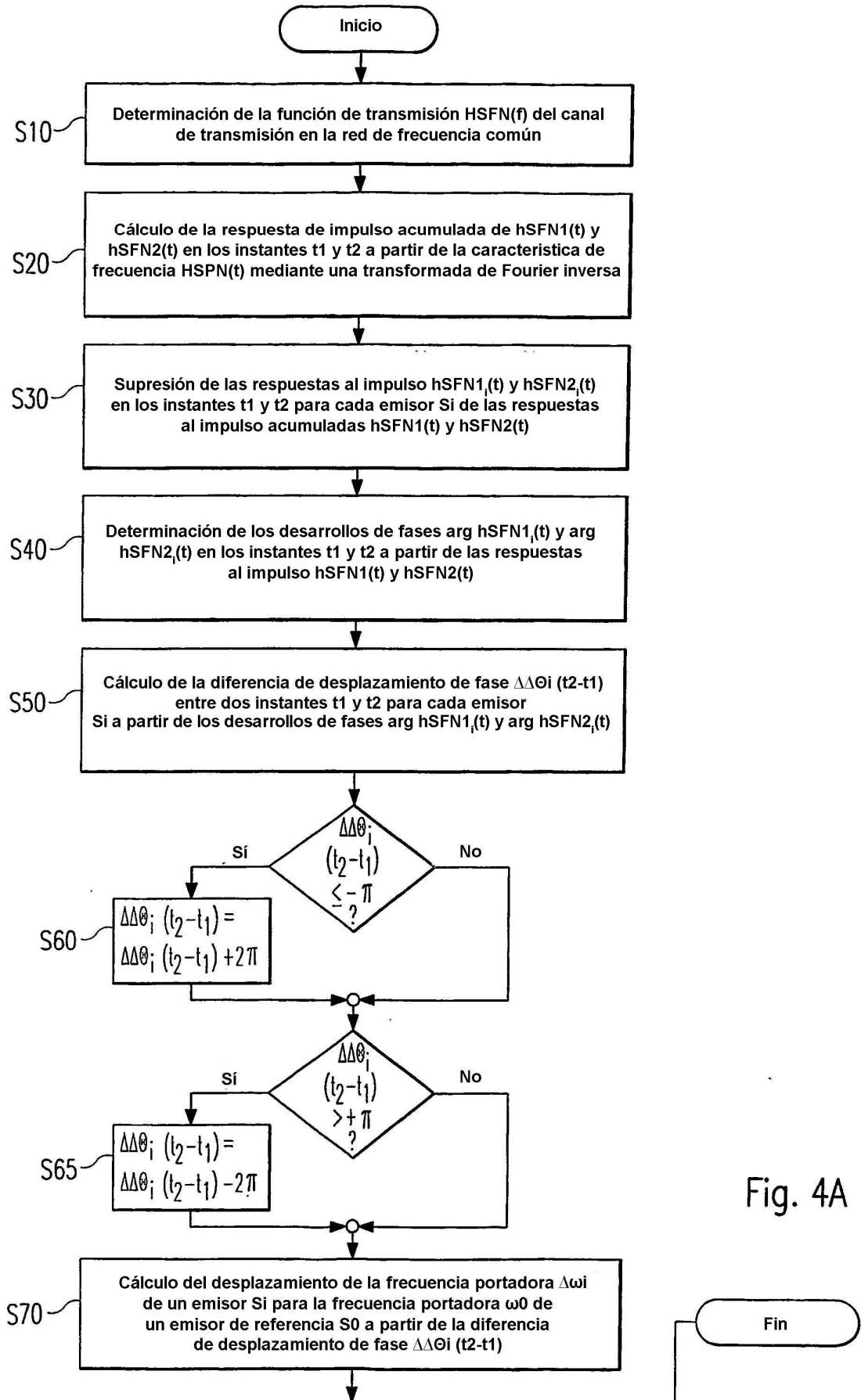


Fig. 4A

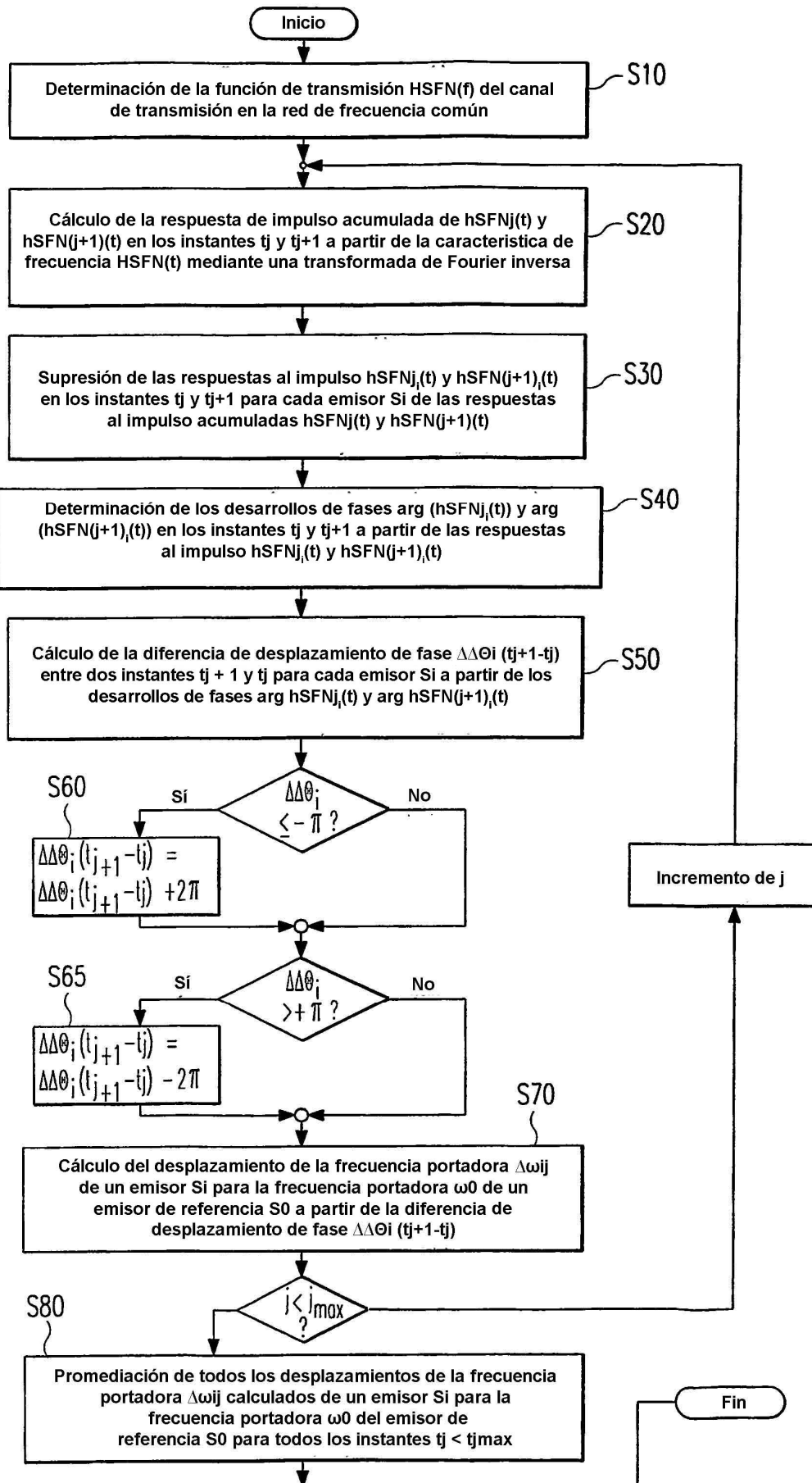


Fig. 4B

