



Señores

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

DIRECCIÓN DE NUEVAS CREACIONES

E. S. D.

Re: Expediente N° 11-164.320

Solicitud de Patente de Invención titulada: “TRANSFORMACIÓN RÁPIDA DE SEÑALES ENTRE LOS DOMINIOS DE TIEMPO Y FRECUENCIA ADAPTABLE A LAS CONDICIONES QUE IMPONEN LOS SISTEMAS REALES”

Solicitante: UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

Nuestra Ref: P2010/000156

RESPUESTA AL OFICIO No. 17, NOTIFICADO POR FIJACIÓN EN LISTA No. 001

DE FECHA 07 DE ENERO DE 2014

(PRIMER EXAMEN DE FONDO)

CARLOS R. OLARTE, mayor de edad y vecino de Bogotá, identificado tal como aparece al pie de mi firma, en mi carácter de apoderado de la sociedad solicitante, me permito manifestar lo siguiente ante el auto emanado por ese Despacho, dentro del plazo de prórroga legal previsto en el artículo 45 de la Decisión 486 en los siguientes términos:

1. En primer lugar, con el ánimo de brindar mayor claridad a la materia reivindicada, me permito presentar un **Capítulo Reivindicatorio Modificado**, que reemplaza en su totalidad el Capítulo Reivindicatorio presentado al momento de radicar la solicitud. Así entonces, el Capítulo Reivindicatorio Modificado adjunto contiene los siguientes cambios:

- la nueva Reivindicación independiente 1 corresponde a la antigua Reivindicación 3, y adicionalmente se cambió el preámbulo de la siguiente manera:
“Método para ajustar el comportamiento de algoritmos FFT mediante una redefinición de los pesos complejos que hacen parte de dichos algoritmos que cambian sus funciones base a Funciones Armónicamente Relacionadas (FAR)

diferentes, caracterizado por los siguientes pasos [...]”. El sustento de dicha modificación se encuentra en el Capítulo Descriptivo, página 6, líneas 20 a 25 y página 8, líneas 8 a 12;

- las nuevas Reivindicaciones 6 y 7 corresponden a las antiguas Reivindicaciones 1 y 2, y ahora dependen de la nueva Reivindicación 1;
- se modificó la parte de la nueva Reivindicación 3 (antigua Reivindicación 5) en donde dice “...en función de los cambios de deformaciones que sufre la señal” por “generando cambios constantes en la FFT”;
- se modificó la nueva Reivindicación 4 (antigua Reivindicación 6) para definir con mayor claridad que ¿a partir de la función patrón lineal se obtiene un modelo matemático de Funciones Triangulares Discretas (FTD) de números enteros, dada por pesos complejos con una componente real y una imaginaria;
- se modificó la nueva Reivindicación 5 (antigua Reivindicación 7) para definir que la función patrón es una sucesión numérica y las FAR resultan siendo las denominadas Funciones Potenciales Discretas (FPD), dadas por una componente real y una imaginaria; y
- se eliminaron las antiguas Reivindicaciones 8 y 9.

Valga anotar que las modificaciones efectuadas al Capítulo Reivindicatorio cumplen a cabalidad con lo estipulado en el Artículo 34 de la Decisión 486, ya que éstas de ninguna manera implican una ampliación de la protección correspondiente a la divulgación contenida en la solicitud inicial. Por el contrario, éstas corresponden a una drástica limitación de la materia reivindicada.

2. a- El Examinador objeta la claridad la Reivindicaciones 9, argumentando que ésta es redundante dado que incluye características que ya fueron incluidas en la Reivindicación 1, y por lo tanto no se puede aceptar.

b- Considero superada la anterior objeción, en tanto que dicha reivindicación se eliminó del Capítulo Reivindicatorio Modificado adjunto.

3 a- El Examinador argumenta que el documento US 2007/0211786 (D1) afecta la novedad de la presente invención. El Examinador presenta la siguiente tabla en donde compara las características del presente invento con D1:

Características esenciales de la presente invención	D1
a- Identificar la deformación que produce el sistema de procesamiento	Estimación del canal que determina la distorsión de la señal (Pág. 12, Párrs. 307-309)
b- Obtener la Función Armónica Propia (FPA) a partir de las deformaciones de la señal.	Estimación del canal que determina la distorsión de la señal donde se utiliza el conocimiento de los parámetros de frecuencia de la comunicación (Pág. 12, Párrs. 307-309)
c- Hallar los pesos complejos representando las deformaciones de la señal mediante Funciones Armónicamente Relacionadas (FAR)	Determinación de los valores complejos después de que la señal es distorsionada por el canal y/o receptor (Pág.26, Párr. 476), y determinación de la interferencia con pesos complejos (Pag. 16, párr. 392)
d- Usar los pesos complejos para adaptar las no linealidades del canal al sistema de procesamiento de la señal	Compensación del canal que utiliza pesos complejos (Pág. 24, Párr. 461 a Pág. 25, Párr. 462)

El Examinador argumenta que D1 divulga todos los elementos esenciales del presente invento y anticipa las características de las reivindicaciones dependientes de la siguiente manera:

- Reivindicación 2: pág. 12, párrs.307-309;
- Reivindicación 9: pág.2, párr.19; pág. 23, párr.440; pág.26, párr.483; pág.31, párr. 533; y
- Reivindicación 10: pág.4, párr. 44.

b- Haciendo referencia a la reunión sostenida el 23 de abril de 2014 con el Examinador, en donde el inventor tuvo la oportunidad de exponer y sustentar sus argumentos por los cuales considera que existe una gran diferencia entre las características reclamadas por el presente invento y D1, y si bien es cierto que D1 divulga ciertas características de la presente invención, el Examinador pasa por alto aspectos importantes de la presente invención a la luz del arte citado, por lo que procedo a explicar el alcance del Capítulo Reivindicatorio Modificado.

i) En particular, el alcance de la nueva Reivindicación 1 reclama un método para ajustar el comportamiento de algoritmos FFT mediante una redefinición de los pesos complejos que hacen parte de dichos algoritmos que cambian sus funciones base a Funciones Armónicamente Relacionadas (FAR) diferentes, caracterizado por los siguientes pasos:

- a- tomar un segmento de duración $T/4$ de una función patrón que se obtiene a partir de las deformaciones de la señal, muestreándola a razón de N/T muestras, donde T es el periodo de la función patrón en tiempo continuo y N es el orden de la FFT, obteniendo así los valores discretos $Q1, Q2, \dots, QN/4$;

- b- obtener la parte real de los pesos complejos para el lapso de tiempo discreto $0 \leq k < N/2$, mediante la siguiente ecuación:

$$\alpha[k] = Q_{N/4} - Q_{|N/4-k|};$$

- c- obtener la parte imaginaria de los pesos complejos mediante la siguiente ecuación:

$$\beta[k] = \operatorname{sgn}\left(\frac{N}{4} - k\right) (Q_{N/4} - Q_{N/4-|N/4-k|});$$

donde, $0 \leq k < N/2$; y donde la función $\operatorname{sgn}(x)$ para cualquier variable x significa:

$$\operatorname{sgn}(x) = \begin{cases} 1, & \text{si } x > 0; \\ 0, & \text{si } x = 0; \text{ y} \\ -1, & \text{si } x < 0; \end{cases}$$

- d- obtener los pesos complejos para la FFT usando su parte real y su parte imaginaria, mediante la siguiente ecuación:

$$W_N[k] = \alpha[m] + j\beta[m];$$

donde, $0 \leq k < N/2$;

- e- aplicar los pesos complejos $W_N[k] = \alpha[k] + j\beta[k]$, al algoritmo de FFT y/o IFFT.

El método de la presente invención permite: i) adaptarse a las no linealidades del canal, que se traduce en una señal más fiel a la real, y ii) las funciones armónicamente relacionadas pueden ser con valores enteros, lo cual se traduce en mayor velocidad de procesamiento.

ii) D1 divulga un sistema de comunicación multiportador por sub-capas para una secuencia directa de acceso directo de CDMA, y más específicamente se refiere a adaptaciones de Portador de Interferometría que genera señales del tipo CDMA y DSSS. El sistema incluye un receptor de señales de interferencia, un procesador que genera una pluralidad de valores sub-espaciales a partir de una pluralidad de señales sub-espaciadas; y un decodificador que correlaciona por lo menos una señal portadora con una pluralidad de valores sub-espaciados para decodificar al menos un símbolo.

Si bien D1 se orienta a contrarrestar el efecto del canal, por eso, términos como multitrayectoria, efecto doppler, no linealidades del canal, ruido, interferencias, desvanecimiento y demás fenómenos de propagación, están divulgados por D1, un problema que no soluciona D1 es que la degradación que el canal causa a la señal que viaja por él, es decir, cualquiera que sea el método para enviar la señal, la que llega no es igual a la señal enviada.

D1 trabaja con señales complejas y pesos complejos, pues como es natural, las señales complejas forman parte de la esencia de las Comunicaciones Digitales. Sin embargo, para propósitos de procesamiento al interior de los bloques de transmisión y de recepción se trabaja con una versión

bandabase de esas señales, cuyo espectro queda centrado en la frecuencia 0 Hz (envolvente compleja o bandabase).

D1 utiliza la forma común de que si una senoidal se multiplica por un peso complejo, se afecta su amplitud y su fase, y por tanto, el canal es un sistema compuesto de pesos complejos, que afectan de diferentes formas las ondas de diferentes frecuencias que lo atraviesan. Así mismo, D1 utiliza IFFT y FFT como técnica para transformar una señal dada en el dominio del tiempo al dominio de las frecuencias, mediante el menor número posible de cálculos. Sin embargo, el principal problema que se ataca al implementar OFDM consiste en la posibilidad de atenuar el efecto multitrayectoria, que consiste en que a una misma antena receptora llegan réplicas de la misma señal transmitida.

iii) Ahora bien, con relación a la objeción de novedad, D1 no representa un estado del arte cercano, ya que esta anterioridad lo que hace es una mejora a los algoritmos de FFT, IFFT con unas técnicas especiales, pero no modifican la generación de los pesos complejos con el fin de obtener la Función Armónica Propia (FAP) de la deformación propia de la señal. Por el contrario, esta anterioridad utiliza FFT aproximando con señales sinusoidales ideales que producen modificaciones a los pesos complejos, pero no corrigen los defectos del canal, puesto que las funciones no se adaptan a las deformaciones propias de la señal, sino que generalizan la función de la señal. Contrario a D1, el presente invento sí se adapta a la señal y corrige errores como se establece en la Reivindicación 1 en los pasos (b), (c) y (d), donde se obtienen las funciones que describen el comportamiento propio de la señal y se hallan sus pesos complejos para adaptarse a la señal.

D1 representa la idea de implementar en las comunicaciones técnicas de interferometría. D1 se centra en proponer las más diversas aplicaciones de interferencia en las comunicaciones, especialmente en los métodos de multiplexado como OFDM, pero también en general en las diferentes técnicas de multiacceso como TDMA, DS-CDMA, MC-CDMA, OFDMA. A diferencia de D1, la presente invención no guarda ninguna relación con la interferometría.

A diferencia de D1, la presente invención no requiere el uso de técnicas de interferometría, por lo que las funciones cuasiortogonales de la presente invención no son divulgadas por D1. La interferometría propuesta en D1 no se gesta en la recepción, sino en la transmisión. Es decir, dicha interferometría consiste en crear una interferencia entre N portadoras de la misma frecuencia, pero con diferentes desfases y amplitudes producidos posiblemente por la información enviada en forma de símbolos, perteneciente a N usuarios. Por cada símbolo

transmitido puede obtenerse una señal interferente, como 110A, 110B y 110B mostradas en la FIG 1A de D1. La ortogonalidad es la que hace posible aplicar un método inverso para obtener, en la parte receptora todas esas señales que se combinan en la señal interferente. D1 propone aprovechar este fenómeno como un método adicional de diversidad y por eso encuentra aplicaciones en prácticamente cualquier sistema de comunicación, es decir, en combinación con todas las técnicas de comunicación ya existentes.

De otro lado, la naturaleza de las funciones base propuestas en la presente invención, no tienen relación alguna con interferencias sino en reconocer lo siguiente: una señal senoidal ideal, al pasar por un transmisor deja de ser esa senoidal ideal, debido a las no linealidades de este, más aún deja de serlo la señal recibida, debido a las no linealidades del canal por el que pasa. De modo que si Fourier asegura que las señales están compuestas de senoidales ideales, para el presente invento, las que salen del transmisor y las que llegan al receptor están realmente compuestas de sonoidales achatadas, como las definidas por el método de la Reivindicación 1.

En D1 se propone complementar OFDM con interferencia de la portadora para producir lo que se conoce como CI/OFDM, mientras que la presente invención reclama una modificación a los fundamentos de la IFFT usada para producir la señal OFDM (Reivindicación 1). El Examinador puede estar confundiendo las similitudes en D1 sobre la interferencia de portadora OFDM que podría asimilarse con el contenido de la presente invención. Sin embargo, aunque OFDM resulta eficiente para corregir los problemas por multitrayectoria, la capacidad de recepción de la información se vuelve más sensible ante las no linealidades de los amplificadores y del canal en general, debido al aumento del parámetro conocido como Peak to Average Ratio (PAR). En D1 existe más sensibilidad a las variaciones en frecuencia que puede sufrir la portadora, por ejemplo debido al efecto Doppler, una caída momentánea de la intensidad de la señal puede destruir completamente la información que viaja en una subportadora particular. En D1 surge una diversidad adicional en frecuencias, pues una misma información viaja en varias portadoras. Sin embargo, la presente invención no centra su atención en la diversidad de transmisión, sino en un cambio de concepción de lo que se conoce como OFDM, mediante un cambio al interior del bloque FFT y/o el IFFT, dado por el uso de los pesos que se hallan con la metodología reclamada en la Reivindicación 1. El uso de nuevos pesos equivale al uso de nuevas funciones bases en el algoritmo FFT y/o IFFT.

D1 y la presente invención usan metodologías diferentes para calcular pesos complejos que se usan para transformaciones. En D1, se considera la posibilidad de implementar interferencia en la portadora en diferentes partes de cualquier sistema de comunicaciones mediante el uso de

pesos complejos especiales. En la presente invención también se usan pesos complejos, pero son de una naturaleza diferente, pues se calculan mediante los pasos reclamados en la Reivindicación 1, pues el presente invento, a diferencia de D1, se busca cambiar la naturaleza del multiplexado.

D1 le apuesta a una mayor complejidad de los sistemas basados en OFDM para lograr un uso más eficiente del canal. La presente invención busca la eficiencia en sistemas menos complejos a los existentes. Como se deduce del punto anterior, CI/OFDM resulta siendo notablemente más complejo que OFDM. En contraste PS busca simplificar las cosas y a la vez aportar mayores funcionalidades a OFDM. Esto lo logra mediante bases de funciones que pueden sintetizarse mediante la metodología reclamada para disminuir el número de cálculos y a la vez adaptarse a cambiantes condiciones del canal.

iv) En este punto es importante resaltar que para fundamentar una afectación válida contra la novedad de una invención, el arte previo debe divulgar explícitamente todas y cada una de las características de la invención.¹ Es más, el Tribunal Andino de Justicia (TAJ) ha determinado que para establecer una objeción válida contra la novedad, la divulgación del arte previo debe ser lo suficientemente detallada para que una persona versada en la materia pueda usar dicha información para reproducir y explotar la invención.² En el presente caso, los elementos revelados en D1 resultan diferentes al dispositivo de transmisión variable reclamado en el Capítulo Reivindicatorio Modificado, por lo que ésta es sin duda es novedosa frente al arte previo citado.

v) Con respecto al nivel inventivo de la presente invención, si bien el cuadro resumen final del Oficio No. 17 aparentemente concluye que D1 afecta la novedad y el nivel inventivo de las Reivindicaciones 1, 2, 9 y 10, vale la pena resaltar que el Examinador no sustentó debidamente dicha objeción contra el nivel inventivo.

En particular, llamo la atención sobre lo señalado en el Manual Andino de Patentes el cual establece que:

“El examinador debe ser claro en indicar cuáles son las reivindicaciones afectadas por novedad, nivel inventivo, aplicación industrial y unidad de invención, justificando cada uno de los casos.

¹ Manual Andino de Patentes. (2004). Sección 9.4. (disponible en <http://www.comunidadandina.org/public/patentes.pdf>).

² Proceso 06-IP-89 (<http://intranet.comunidadandina.org/Documentos/Procesos/209-IP-2005.doc>); y Proceso 36-IP-2004 (<http://www.notinct.com.co/serverfiles/servicios/archivos/30jul04/ca36-04.htm>)

Estas deficiencias se dan a conocer al solicitante mediante una comunicación, indicándole el tiempo que tiene para cumplir con este requerimiento.”³

A la luz de lo anterior, si el Examinador considera que debe pronunciarse sobre el nivel inventivo de la presente invención, debe realizarlo de manera motivada en un segundo examen de fondo, esto es, dentro del trámite administrativo ordinario, permitiéndole al solicitante ejercer su legítimo derecho de pronunciarse al respecto.

7. Por todo lo anterior, considero que las objeciones presentadas por el Examinador en su examen de fondo han sido resueltas y por consiguiente solicito respetuosamente que el Despacho tenga por cumplidos los requisitos de patentabilidad y proceda con la concesión de la patente.

Atentamente,



CARLOS R. OLARTE

C.C. No. 79.782.747 de Bogotá

T.P. 74.295

Anexo: - Capítulo Reivindicatorio Modificado.

³ 13.1 Generalidades, Manual para el Examen de Solicitudes de Patentes de Invención en las Oficinas de Propiedad Industrial de los Países de la Comunidad Andina, Organización Mundial de la Propiedad Intelectual, Quito-Ecuador, 2004,

9

CAPÍTULO REIVINDICATORIO MODIFICADO

(Primer Examen de Fondo)

1. Método para ajustar el comportamiento de algoritmos FFT mediante una redefinición de los pesos complejos que hacen parte de dichos algoritmos que cambian sus funciones base a Funciones Armónicamente Relacionadas (FAR) diferentes, caracterizado por los siguientes pasos:

a- tomar un segmento de duración $T/4$ de una función patrón que se obtiene a partir de las deformaciones de la señal, muestreándola a razón de N/T muestras, donde T es el periodo de la función patrón en tiempo continuo y N es el orden de la FFT, obteniendo así los valores discretos $Q_1, Q_2, \dots, Q_{N/4}$;

b- obtener la parte real de los pesos complejos para el lapso de tiempo discreto $0 \leq k < N/2$, mediante la siguiente ecuación:

$$\alpha[k] = Q_{N/4} - Q_{|N/4-k|};$$

c- obtener la parte imaginaria de los pesos complejos mediante la siguiente ecuación:

$$\beta[k] = \operatorname{sgn}\left(\frac{N}{4} - k\right) (Q_{N/4} - Q_{N/4-|N/4-k|});$$

donde, $0 \leq k < N/2$; y donde la función $\operatorname{sgn}(x)$ para cualquier variable x significa:

$$\operatorname{sgn}(x) = \begin{cases} 1, & \text{si } x > 0; \\ 0, & \text{si } x = 0; \text{ y} \\ -1, & \text{si } x < 0; \end{cases}$$

d- obtener los pesos complejos para la FFT usando su parte real y su parte imaginaria, mediante la siguiente ecuación:

$$W_N[k] = \alpha[m] + j\beta[m];$$

donde, $0 \leq k < N/2$;

c- aplicar los pesos complejos $W_N[k] = \alpha[k] + j\beta[k]$, al algoritmo de FFT y/o IFFT.

2. El método de la Reivindicación 1, en donde los valores discretos $Q_1, Q_2, \dots, Q_{N/4}$ son valores enteros.

3. El método de la Reivindicación 1, en donde las funciones FAR se recalculan dinámicamente en el tiempo generando cambios constantes en la FFT.

10

4. El método de la Reivindicación 1, en donde a partir de la función patrón lineal se obtiene el modelo matemático de Funciones Triangulares Discretas (FTD) de números enteros, dada por pesos complejos con una componente real $\alpha[k]$ y una imaginaria $\beta[k]$ cuya función está definida por:

5

$$\alpha_p[k] = \alpha_T[k] \cdot (N/2 - |\alpha_T[k]|);$$

$$\beta_p[k] = \beta_T[k] \cdot (N/2 - |\beta_T[k]|);$$

Para todo el periodo de tiempo discreto N, es decir, para $k \in [0, N - 1]$.

10

5. El método de la Reivindicación 1, en donde la función patrón es la sucesión numérica $Q_k = k^2, k = [0, N - 1]$ y las FAR resultan siendo las denominadas Funciones Potenciales Discretas (FPD), dadas por una componente real $\alpha[k]$ y una imaginaria $\beta[k]$, cuya función está definida preferiblemente por:

15

$$\alpha_B[k] = \alpha_T[k] \cdot (N/2 + 1 - |\alpha_T[k]|)/2;$$

$$\beta_B[k] = \beta_T[k] \cdot (N/2 + 1 - |\beta_T[k]|)/2;$$

Para todo el periodo de tiempo discreto N, es decir, para $k \in [0, N - 1]$.

20

6. El método de la Reivindicación 1, caracterizado porque dicho método se aplica a sistemas de comunicación que usa cualquier forma de algoritmos FFT (Fast Fourier Transform) o IFFT (Inverse Fast Fourier Transform), para introducir la posibilidad de modificar el comportamiento general del sistema de comunicación para adaptarlo a las no linealidades del canal caracterizado porque previo al paso (a) de tomar un segmento de duración T/4 de una función patrón, se caracteriza la deformación que produce el canal aplicando a la entrada una señal senoidal y obteniendo a la salida la función patrón que equivale a la Función Armónica Propia (FAP) del canal.

25

7. El método de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el método puede ser aplicado en sistemas OFDM o en radares de Doppler de Impulso.
