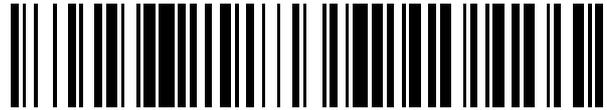


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 435 673**

51 Int. Cl.:

**G10L 25/69** (2013.01)

**H04L 29/06** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.05.2012 E 12166644 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.10.2013 EP 2525353**

54 Título: **Modelo de calidad de audio paramétrico para servicios IPTV**

30 Prioridad:

**16.05.2011 EP 11004037**

**16.05.2011 EP 11004036**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

**20.12.2013**

73 Titular/es:

**DEUTSCHE TELEKOM AG (100.0%)  
Friedrich-Ebert-Allee 140  
53113 Bonn, DE**

72 Inventor/es:

**GARCIA, MARIE-NEIGE;  
RAAKE, ALEXANDER;  
ARGYROPOULOS, SAVVAS;  
FEITEN, BERNHARD;  
WÜSTENHAGEN, ULF y  
LIST, PETER**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

**ES 2 435 673 T3**

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

## DESCRIPCIÓN

Modelo de calidad de audio paramétrico para servicios IPTV

5 La presente invención se refiere a un método y un aparato para evaluar la calidad de una señal de audio y, en particular, para evaluar la calidad de una señal de audio transmitida usando métodos de codificación y/o métodos de compresión y/o métodos de cifrado.

10 Entre los numerosos servicios de distribución de TV, el IPTV (protocolo de TV de Internet) se está convirtiendo en uno de creciente importancia y ha sustituido a métodos de transmisión analógicos o no basados en paquetes. Es una responsabilidad fundamental del proveedor de la emisión tanto hacia el proveedor de los contenidos como al cliente mantener la calidad de sus servicios. En grandes redes IPTV solamente sondeos de supervisión de la calidad completamente automatizados pueden satisfacer este requisito.

15 Para conseguir un alto grado de satisfacción del usuario para los servicios multimedia basados en IP, como el IPTV, se necesita estimar la calidad de audio, video y audio-video percibida. Esto se puede conseguir realizando ensayos de percepción. Sin embargo, es bien conocido que los ensayos de percepción consumen tiempo y no son aplicables para casos de funcionamiento del servicio en tiempo real. En consecuencia, se prefieren frecuentemente métodos instrumentales. Esos métodos pueden, por ejemplo, obtener el grado de similitud entre el video recibido en el lado  
20 del usuario y el video original no degradado. Adicionalmente, en el documento EP 2 413 604 A1, se ha proporcionado un método y un aparato para la evaluación de la calidad de una señal de video. La presente invención, sin embargo, se enfoca en las mediciones de la calidad de una señal de audio.

25 Rix et ál. proporcionan en la Referencia [1] una visión general de las mediciones de calidad de audio y voz. Se cubren tanto métodos intrusivos como no intrusivos así como modelos basados en la señal y en parámetros. En el contexto de la presente invención, el acceso a la transmisión continua de bits codificados cifrados está disponible antes de que entre en el decodificador, es decir antes de que la señal se decodifique. La referencia (no degradada) y la señal de audio decodificada no están disponibles. Más aún, la complejidad del modelo debe mantenerse reducida. Por ello, la presente invención se enfoca en mediciones de la calidad de audio paramétricas no intrusivas.  
30

La mayor parte de los modelos paramétricos representados en la literatura (Referencias [2], [3] y [4]) están dedicados a enlaces vocales. Sin embargo, estos enfoques así como aquellos relacionados con la parametrización del efecto de la pérdida de paquetes en la Voz sobre IP (VoIP) [5, 6] se pueden usar asimismo en el contexto de los enlaces de audio. Por ejemplo, Graubner et ál. hacen uso en la Referencia [7] del enfoque basado en el factor de impedimento del modelo E para la predicción de la calidad de audio del Audio Emitido sobre IP con un modelo de referencia completo.  
35

Un modelo de calidad de audio paramétrico no intrusivo es el modelo propuesto por Egi et al. en la Referencia [8]. Este modelo es adecuado tanto para aplicaciones de baja como alta tasa de bits, como MobileTV e IPTV. Toma como entrada parámetros de la tasa de bits de audio, el tipo de códec, la tasa de muestreo, la longitud de la trama, la frecuencia de pérdida de paquetes (el número de eventos de pérdida) y la longitud de la ráfaga promedio. El tipo de códec, la tasa de muestreo y la longitud de la trama están predeterminados. Este modelo muestra una alta correlación de los resultados con los resultados de ensayos subjetivos. Sin embargo, ha sido estudiado solamente sobre un códec (AAC-LC). Más aún, como se hace notar por los autores, la interacción entre la tasa de bits de audio y la tasa de pérdida de paquetes no se considera.  
40  
45

Como consecuencia, hay aún una necesidad de un método basado en un modelo de calidad de audio paramétrico para servicios IPTV para los diversos códecs usados normalmente en IPTV, y un aparato que permita el uso de este método.  
50

El objetivo de la presente invención es por lo tanto proporcionar un método basado en un modelo de calidad de audio paramétrico para servicios IPTV para los diversos códecs usados normalmente en IPTV, y un aparato que permita el uso de este método.

55 Este objetivo se consigue mediante el método y el aparato con las características que se describen en las reivindicaciones presentadas en el presente documento.

La invención se puede resumir como sigue:

60 El método de acuerdo con la presente invención emplea un modelo de calidad de audio paramétrico para servicios IPTV. El método es aplicable a planificación de red y supervisión de la calidad en la capa de paquetes del audio cifrado. Las degradaciones consideradas son la compresión de audio (MPEG-I Layer II & III, MPEG-2 AAC LC, MPEG-4 HE-AACv2, y AC-3) y las pérdidas de tramas para varios patrones de pérdida de tramas. Los ensayos de percepción de audio han mostrado que los códecs HE-AAC y AAC trabajan mejor que el MPEG-I Layer II & III tanto  
65 en los casos libres de pérdidas como con pérdidas. Se ha observado también que para estos dos códecs antiguos, la señal de audio que contiene voz conduce a una calidad percibida diferente de la señal libre de voz. La localización

de la pérdida no parece que inflencie la calidad percibida mientras que la longitud de la ráfaga lo hace para tasas bajas de pérdida de paquetes. El método inventado toma como parámetros de entrada el códec de audio, la tasa de bits, la tasa de pérdida de tramas y la longitud de la ráfaga y muestra una correlación del 95 % con los índices subjetivos.

5 Se dará ahora una descripción del modelo de audio paramétrico en el que se basa la invención:

10 En lo que sigue, se supone que el impedimento perceptual vinculado con ciertas clases de degradaciones se puede considerar como aditivo en una escala de evaluación perceptual. Basándose en esta suposición, se calcula la puntuación de opinión media (MOS del inglés, "Mean Opinion Score") por condición sobre todos los sujetos, transformándola en la escala del modelo de 100 puntos (R) usando la conversión definida en la Recomendación ITU-T G.107 Apéndice I [2], y descompone el modelo de calidad de audio como sigue (véanse las Referencias [13] y [14] para detalles sobre el modelo):

15 
$$Q_A = Q_{O_A} - I_{cod_A} - I_{tra_A}, \quad (1)$$

20 en la que  $Q_A$  es la calidad de audio predicha (en lo que sigue también denominada "calidad de la percepción") y  $Q_{O_A}$  es el nivel de calidad base (en lo que sigue también denominado simplemente como "calidad base") que puede alcanzar la señal de audio transmitida para el respectivo servicio objetivo. En este documento,  $Q_{O_A}$  se fija en la valoración de calidad máxima transformada obtenida en los ensayos subjetivos de audio.  $I_{cod_A}$  es el impacto en la calidad debido a la compresión de audio (en lo que sigue también denominada como "impacto en la calidad de la compresión"), e  $I_{tra_A}$  es el impacto en la calidad debido a las pérdidas de tramas de audio (en lo que sigue también denominada "impacto en la de calidad de las pérdidas de trama").  $I_{cod_A}$  se deduce de los ensayos subjetivos para condiciones libres de error como sigue:  $I_{cod_A} = Q_{O_A} - Q_A$ . Usando todas las condiciones, obtenemos  $I_{tra_A}$  calculando  $I_{tra_A} = Q_{O_A} - I_{cod_A} - Q_A$ .

25 En un procedimiento de ajuste de curvas por mínimos cuadrados usando los resultados del ensayo de audio (se describe a continuación un ejemplo de un ensayo de audio correspondiente con ayuda de las figuras) como valores objetivo, obtenemos para el caso libre de pérdidas de tramas:

30 
$$I_{cod_A} = a1 \cdot \exp(a2 \cdot \text{tasa-de-bits}) + a3, \quad (2)$$

en la que  $a1$ ,  $a2$ , y  $a3$  son coeficientes de ajuste de la curva que dependen del códec usado.

35 Siguiendo el mismo procedimiento de mínimos cuadrados, se obtiene en el caso de pérdidas de trama:

$$I_{tra_A} = (b0 - I_{cod_A}) \cdot \frac{Pfl}{((b1 \cdot \mu + b2) + Pfl)}, \quad (3)$$

40 En este caso,  $b0$ ,  $b1$  y  $b2$  son coeficientes de ajuste de la curva. Los parámetros  $Pfl$  y  $\mu$  son, respectivamente, la tasa de pérdida de tramas promedio (preferiblemente en porcentaje) y el número promedio de tramas perdidas consecutivamente.

45 La calidad base se establece preferiblemente en  $Q_{O_A} = 100$ . Sin embargo, dado que este valor se puede elegir en principio arbitrariamente, dependiendo solamente de la escala usada para la medición de la calidad de la percepción  $Q_A$ , se pueden usar también diferentes valores para la calidad base (así como para la calidad de la percepción máxima  $Q_A$ ), por ejemplo  $Q_{O_A} = 1$ . Naturalmente, el conjunto de parámetros  $a1$ ,  $a2$ ,  $a3$ ,  $b0$ ,  $b1$  y  $b2$  se ha de elegir en consecuencia.

50 Para una calidad base de  $Q_{O_A} = 100$ , un ejemplo para un conjunto apropiado de parámetros (es decir,  $a1$ ,  $a2$ ,  $a3$ ,  $b0$ ,  $b1$  y  $b2$ ) a ser usado dentro de las Ecuaciones (1) a (3) anteriores, empleadas en el método, se da en la Tabla 1 a continuación. Como se puede ver, el conjunto de parámetros depende del códec usado. Sin embargo, se pueden usar también otros valores en las ecuaciones (1) a (3) anteriores. En particular, puede ser apropiado variar cada uno de los parámetros dentro de un intervalo de una desviación relativa de  $\pm 10\%$  a partir del valor respectivo dado en la Tabla 1.

55 **Tabla 1:** valores de ejemplo para los parámetros  $a1$ ,  $a2$ ,  $a3$ ,  $b0$ ,  $b1$  y  $b2$  dependiendo del códec usado, para ser usados en las ecuaciones (1) a (3) junto con la calidad base  $Q_{O_A} = 100$ .

Códec	$a1$	$a2$	$a3$	$b0$	$b1$	$b2$
aac	60,67	-0,04	16,78	132	15,04	15,04
heaac	75,58	-0,09	24,67	200	37,99	36,04
mp2	92,81	-0,02	17,74	92,1	1,72	0,76
mp3	92,53	-0,01	0	84,77	0,33	0,33
ac3	100	-0,03	20,65	80	0	1,59

Aunque se ha probado (véase a continuación) que el tipo de contenido tiene una influencia sobre la calidad percibida, el modelo proporciona la misma calidad estimada para todos los contenidos.

5 Un aspecto de la invención se refiere a un método para la estimación de la calidad de la percepción de una señal de audio decodificada que es decodificada a partir de una señal de audio codificada y/o cifrada. Este método comprende las siguientes etapas:

- 10 a) estimación del impacto de la calidad de compresión  $l_{cod_A}$  debido a la compresión de audio;  
 b) estimación de la calidad de la percepción  $Q_A$  de la señal de audio decodificada usando las estimaciones obtenidas en al menos una de las etapas precedentes.

15 Un aspecto de la invención se refiere a un método, en el que la etapa a) de estimación del impacto de calidad de la compresión  $l_{cod_A}$  utiliza uno o más coeficientes y/o la tasa de bits, en la que los uno o más coeficientes dependen del tipo de señal de audio codificada y/o cifrada.

Un aspecto de la invención se refiere a un método, en el que la etapa a) de estimación del impacto en la calidad de la compresión  $l_{cod_A}$  se realiza de acuerdo con la ecuación

20 
$$l_{cod_A} = a1 \cdot \exp(a2 \cdot \text{tasa-de-bits}) + a3 ,$$

en la que  $a1$ ,  $a2$ , y  $a3$  son coeficientes que dependen del tipo de señal de audio codificada y/o comprimida y/o cifrada y  $\text{tasa-de-bits}$  indica la tasa de bits.

25 Un aspecto de la invención se refiere a un método, en el que la etapa b) se realiza usando la ecuación

$$Q_A = Q_{oA} - l_{cod_A} ,$$

en la que  $Q_{oA}$  indica una calidad base establecida, y en la que preferiblemente  $Q_{oA} = 100$ .

30 Un aspecto de la invención se refiere a un método con una etapa adicional de

- a') estimación del impacto en la calidad de la pérdida de tramas  $l_{tra_A}$  debido a las pérdidas de tramas de audio;  
 y  
 35 en la que el impacto en la calidad de la pérdida de tramas  $l_{tra_A}$  estimado se usa también en la etapa de estimación de la calidad de la percepción  $Q_A$ .

Un aspecto de la invención se refiere a un método, en el que la etapa a') de estimación del impacto en la calidad de la pérdida de tramas  $l_{tra_A}$  usa:

- 40 uno o más coeficientes y/o  
 la tasa de pérdida de tramas promedio  $Pfl$ , preferiblemente en porcentaje, y/o  
 el número medio de tramas perdidas consecutivamente  $\mu$ .

45 Un aspecto de la invención se refiere a un método, en el que la etapa a') de estimación del impacto en la calidad de la pérdida de tramas  $l_{tra_A}$  usa el impacto en la calidad por compresión estimado  $l_{cod_A}$ .

Un aspecto de la invención se refiere a un método, en el que la etapa de estimación del impacto en la calidad de la pérdida de tramas  $l_{tra_A}$  se realiza de acuerdo con la ecuación

50 
$$l_{tra_A} = (b0 - l_{cod_A}) \cdot \frac{Pfl}{((b1 \cdot \mu + b2) + Pfl)} ,$$

en la que  $b0$ ,  $b1$  y  $b2$  son coeficientes.

55 Un aspecto de la invención se refiere a un método, en el que la etapa b) se realiza usando la ecuación

$$Q_A = f(Q_{oA}, l_{cod_A}, l_{tra_A}) \text{ con una función } f \text{ adecuada,}$$

en la que  $Q_{oA}$  indica una calidad base establecida, y en la que preferiblemente  $Q_{oA} = 100$ .

60 Un aspecto de la invención se refiere a un método, en el que la etapa b) se realiza usando la ecuación

$$Q_A = Q_{oA} - \alpha l_{cod_A} - \beta l_{tra_A} \text{ con } 0 \leq \alpha, \beta \leq 1 ,$$

en la que  $Q_{oA}$  indica una calidad base establecida, y en la que preferiblemente  $Q_{oA} = 100$ .

Un aspecto de la invención se refiere a un método, en el que la etapa a) se realiza usando la ecuación

$$Q_A = Q_{0A} - \alpha l_{codA} - \beta l_{traA},$$

5 en la que  $Q_{0A}$  indica una calidad base establecida, y en la que preferiblemente  $Q_{0A} = 100$ .

Un aspecto de la invención se refiere a un método, en el que los coeficientes se obtienen aplicando un procedimiento de ajuste de curvas por mínimos cuadrados usando las tasas de los ensayos de percepción como valores objetivo.

10 Un aspecto de la invención se refiere a un método, en el que la señal de audio se codifica/decodifica y/o cifra/descifra de acuerdo con uno de los tipos de códec siguientes: MPEG-1 Layer II (mp2), MPEG-1 Layer III (mp3), MPEG-2 AAC LC (aac), MPEG-4 HE-AACv2 (heaac) y AC-3 (ac3).

15 Un aspecto de la invención se refiere a un método, en el que la señal de audio es al menos una parte de una transmisión continua de datos no interactiva. La transmisión continua de datos no interactiva puede ser una transmisión continua de audio o audiovisual no interactiva.

20 Un aspecto de la invención se refiere a un método, en el que la señal de audio es al menos una parte de una transmisión continua de datos interactiva. La transmisión continua de datos interactiva puede ser una transmisión continua de audio o audiovisual interactiva.

Un aspecto de la invención se refiere a un método, en el que al menos una parte de los coeficientes dependen adicionalmente del contenido de la señal de audio.

25 Un aspecto de la invención se refiere a un método, en el que al menos una parte de los coeficientes y/o de la tasa de bits y/o, en tanto en cuanto se use, de la tasa de pérdida de tramas promedio  $Pf$  y/o del número promedio de tramas perdidas consecutivamente  $\mu$  se calculan a partir de la información de cabecera del paquete extraída de la transmisión continua de bits de la señal de audio y/o deducida a partir de información lateral.

30 Un aspecto de la invención se refiere a un método, en el que el método de la invención se combina con uno o más de otros métodos para la estimación del impacto sobre la calidad por otros impedimentos que codifican y/o cifran una señal de audio, en el que los uno o más de los otros métodos comprenden cada uno al menos una etapa de estimación de una calidad de la percepción de la señal de audio decodificada.

35 Un aspecto de la invención se refiere a un método, en el que la combinación del método de la invención y uno o más de los otros métodos es una función lineal de estos métodos.

40 Un aspecto de la invención se refiere a un método, en el que la combinación del método de la invención y uno o más de los otros métodos es una función multiplicativa de estos métodos.

Un aspecto de la invención se refiere a un método, en el que el método de la invención se combina con un método para la estimación de la calidad de la percepción de una señal de video decodificada, que es decodificada a partir de una señal de video codificada y/o cifrada.

45 Un aspecto de la invención se refiere a un método para la supervisión de la calidad de una señal de audio transmitida con las etapas:

- 50
- A) transmisión de la señal de audio desde un servidor al cliente;
  - B) ejecución en el lado del cliente del método para la estimación de la calidad de la percepción de la señal de audio transmitida;
  - C) transferencia del resultado de la estimación de la etapa B) al servidor;
  - D) supervisión en el lado del servidor de la calidad de la señal de audio transmitida.

55 Un aspecto de la invención se refiere a un método para la supervisión de la calidad de una señal de audio transmitida de acuerdo con la reivindicación 18 con las etapas adicionales:

- 60
- E) análisis de la calidad supervisada de la señal de audio transmitida, preferiblemente dependiendo de los parámetros de transmisión; y, opcionalmente
  - F) cambio de los parámetros de transmisión basado en el análisis de la etapa E) para incrementar la calidad de la señal de audio transmitida.

65 Un aspecto de la invención se refiere a un aparato para la estimación de la calidad de la percepción de una señal de audio decodificada, que es decodificada a partir de una señal de audio codificada y/o cifrada. El aparato comprende:

Un estimador de la calidad de la compresión configurado para estimar el impacto en la calidad de la

compresión  $l_{cod_A}$  debido a la compresión de audio;  
un ajustador configurado para ajustar la calidad de la percepción  $Q_A$  de la señal de audio decodificada.

5 Un aspecto de la invención se refiere a un aparato, en el que el ajustador se configura para ajustar la calidad de la percepción  $Q_A$  de la señal de audio decodificada usando la ecuación

$$Q_A = Q_{O_A} - l_{cod_A} ;$$

10 en la que  $Q_{O_A}$  indica una calidad base establecida.

10 Un aspecto de la invención se refiere a un aparato configurado para ajustar la calidad de la percepción  $Q_A$  de la señal de audio decodificada, en el que la calidad base establecida se fija en  $Q_{O_A} = 100$ .

15 Un aspecto de la invención se refiere a un aparato configurado para ajustar la calidad de la percepción  $Q_A$  de la señal de audio decodificada, en el que el estimador de la calidad de compresión se configura para estimar la calidad de la compresión usando la ecuación

$$l_{cod_A} = a1 \cdot \exp(a2 \cdot \text{tasa-de-bits}) + a3 ,$$

20 en la que  $a1$ ,  $a2$ , y  $a3$  son coeficientes que dependen del tipo de señal de audio codificada y/o comprimida y/o cifrada y  $\text{tasa-de-bits}$  indica la tasa de bits.

25 Un aspecto de la invención se refiere a un aparato, en el que el aparato comprende adicionalmente un estimador del impacto en la calidad de la pérdida de tramas configurado para estimar el impacto en la calidad de la pérdida de tramas  $l_{tra_A}$  debido a una pérdida de tramas de audio.

Un aspecto de la invención se refiere a un aparato, en el que el ajustador se configura para ajustar la calidad de la percepción  $Q_A$  de la señal de audio decodificada usando la ecuación

30 
$$Q_A = Q_{O_A} - l_{cod_A} - l_{tra_A} ;$$

en la que  $Q_{O_A}$  indica una calidad base establecida, y en la que preferiblemente  $Q_{O_A} = 100$ .

35 Un aspecto de la invención se refiere a un aparato, en el que el ajustador se configura para ajustar la calidad de la percepción  $Q_A$  de la señal de audio decodificada, en la que el estimador de la calidad de compresión se configura para estimar la calidad de la compresión  $l_{cod_A}$  usando la ecuación

$$l_{cod_A} = a1 \cdot \exp(a2 \cdot \text{tasa-de-bits}) + a3 ,$$

40 en la que  $a1$ ,  $a2$ , y  $a3$  son coeficientes que dependen del tipo de señal de audio codificada y/o cifrada y  $\text{tasa-de-bits}$  indica la tasa de bits; y/o el estimador del impacto en la calidad de la pérdida de tramas se configura para la estimación del impacto en la calidad de la pérdida de tramas  $l_{tra_A}$  usando la ecuación

45 
$$l_{tra_A} = (b0 - l_{cod_A}) \cdot \frac{Pfl}{((b1 \cdot \mu + b2) + Pfl)} ,$$

en la que  $Pfl$  es la tasa de pérdida de tramas promedio, preferiblemente en porcentaje,  $\mu$  es el número promedio de tramas perdidas consecutivamente, y  $b0$ ,  $b1$  y  $b2$  son coeficientes.

50 Un aspecto de la invención se refiere a un aparato para la estimación de la calidad de la percepción de una señal de audio decodificada que es decodificada a partir de una señal de audio codificada y/o cifrada, comprendiendo el aparato un ordenador o microchip configurado para realizar cualquiera de los métodos descritos anteriormente.

55 Un aspecto de la invención se refiere a un aparato decodificador conectable a un receptor para la recepción de una señal de audio codificada y/o cifrada, en el que el aparato decodificador comprende un aparato como se ha descrito anteriormente.

**Lista de figuras:**

60 Fig. 1: Escala de calidad de 11 puntos (Recomendaciones ITU-T P.910 [12]) usada en los ensayos subjetivos de calidad.

Fig. 2: Calidad subjetiva (sobre la escala de 11 puntos) para cuatro códecs diferentes y varias tasas de bits.

Fig. 3: Calidad de audio percibida en función de la tasa de bits de audio para varios tipos de contenido y para un códec *mp2*.

Fig. 4: Calidad subjetiva para pérdida de tramas aleatorias para diferentes códecs y tasas de bits.

Fig. 5: Calidad subjetiva para pérdida de tramas aleatorias y en ráfagas para códec *mp2* y dos tasas de bits.

Fig. 6: Calidad percibida para pérdida de tramas aleatoria para cada códec y una elevada tasa de bits tomando los resultados promediados por contenido y por patrón de errores.

Fig. 7: Calidad subjetiva para pérdida de tramas en ráfagas para un códec *mp2* y elevadas tasas de bits.

Fig. 8: Calidad de audio estimada respecto a la calidad de audio percibida.

Otros aspectos, características y ventajas serán evidentes a partir del resumen anterior, así como a partir de una descripción a continuación, incluyendo las figuras y las reivindicaciones.

Diseño experimental

Para desarrollar el modelo de calidad de audio, se han llevado a cabo dos ensayos subjetivos de audio. El Ensayo 1 trata cuatro códecs y tasas de pérdida de tramas aleatorias y el Ensayo 2 se enfoca en el códec MPEG-1 Layer II y pérdida de tramas en ráfagas. El material de origen consiste en cinco contenidos de audio de 16 s de duración cada uno. El contenido de audio es representativo de diferentes programas de TV. Difieren en términos de categoría y género de audio. Los tipos de contenido de audio resultantes se describen en la Tabla 2.

**Tabla 2:** Descripciones del contenido de audio.

ID	Audio
A	Voz sobre música
B	Voz
C	Ruidos de una multitud (hinchas de fútbol)
D	Música clásica
E	Música pop con cantante

Para simular degradaciones IPTV típicas, se procesaron los cinco contenidos de origen fuera de línea de acuerdo con las condiciones de ensayo listadas en la Tabla 3. Esto da como resultado 49 condiciones de ensayo de audio para cada uno de los cinco contenidos de audio, conduciendo a 245 secuencias de audio a ser evaluadas por los sujetos.

**Tabla 3:** Condiciones de ensayo usadas en el Ensayo 1 y el Ensayo 2. FLR: Tasa de Pérdida de tramas; FLD: Distribución de la Pérdida de tramas; PLC: Ocultación de la Pérdida de Paquetes.

Parámetros	Ensayo 1	Ensayo 2
Formato	wav (48 kHz, 16 bit, estéreo)	wav (48 kHz, 16 bit, estéreo)
Códec	MPEG-2 AAC LC <sup>a</sup> (aac) MPEG-4 HE-AACv2 <sup>b</sup> (heaac)	aac heaac
CBR	MPEG-1 LII (mp2) MPEG-1 LIII (mp3) aac: {48, 64, 96} kbps heaac: {32, 48, 64} kbps	mp2 mp3 aac: {24, 32, 48, 96} kbps heaac: {16, 24} kbps
FLR	mp2: {48, 96, 192} kbps mp3: {64, 96, 128} kbps	mp2: {48, 64, 192} kbps mp3: {32, 48} kbps
FLD	{0, 1, 4, 8} %	mp2: {0, 1, 4, 8} %
PLC	Aleatoria integrado en códec (para detalles, véase la Ref. [9])	Aleatoria y en ráfagas: {2, 4, 6} mp2: inserción de silencio

<sup>a</sup>AAC: Advanced Audio Coding = Codificación de Audio Avanzada; LC: Baja Complejidad

<sup>b</sup>HE-AAC: High Efficiency - Advanced Audio Coding = Codificación de Audio Avanzada de Alta Eficiencia

Se usaron los mismos seis pilares en los dos ensayos subjetivos. Estos pilares cubren el intervalo de calidad completo y los tipos de degradación usados en los ensayos. Se usan para el mapeado de los resultados de ambos ensayos. Se puede hallar más información sobre los pilares en la Referencia [9] y sobre el procedimiento de mapeado en la Referencia [10].

La pérdida se insertó al nivel de la trama de audio. Para estudiar la influencia de la localización de la pérdida en la calidad percibida, se usaron cuatro patrones de error por contenido y condición, siendo una condición la combinación de un códec, tasa de bits, tasa de pérdidas de trama y longitud de la ráfaga de trama (es decir el

número promedio de tramas perdidas consecutivamente). Cada trama de error se valoró por un cuarto de los sujetos.

5 Las condiciones de escucha estuvieron en conformidad con la Recomendación ITU-T P.800 [11]. Para asegurar que el material procesado, pero sin comprimir, se podría reproducir sin artificiosidades, se usaron para la presentación de audio sistemas profesionales de alto rendimiento. Participaron 29 sujetos en cada ensayo, y se permitió a cada sujeto participar solamente en un ensayo. Se usó una Valoración por Categoría Absoluta (ACR) para recoger los juicios de calidad subjetivos. Los sujetos valoraron la calidad usando la escala de calidad de 11 puntos continua recomendada en las Recomendaciones ITU-T P.910 [12] y mostrada en la Figura 1. El audio original sin comprimir se usó como referencia oculta en los ensayos, pero las puntuaciones para la referencia oculta no se restaron de las puntuaciones, es decir no se aplicó una eliminación de la referencia oculta.

### Resultados de ensayo

15 Los resultados se recogieron desde los dos ensayos subjetivos descritos anteriormente. Para cada ensayo subjetivo, se calculó la Puntuación de Opinión Media (MOS) por condición sobre todos los sujetos, contenidos y patrones de error.

20 Algunos de los resultados de ensayo ya se han presentado en la Referencia [9]. Se reproducen aquí en cuanto sirven como base para la modelización de la calidad de audio.

A continuación, se explicará el impacto de la compresión en la calidad percibida en la señal de audio.

25 La Figura 2 muestra el impacto en la calidad de la tasa de bits de audio para los cuatro códec usados en los ensayos y en ausencia de pérdida de paquetes. El código de mejor rendimiento fue *heaac*, seguido por *aac*, a continuación *mp3* y *mp2*. Para cada códec, la calidad percibida en función de la tasa de bits de audio sigue una forma exponencial. Para el caso sin pérdida, un análisis de la varianza usando la calidad percibida como variable dependiente, el códec, tasa de bits y contenido como variables independientes, y los sujetos como variable aleatoria, halló un efecto significativo del contenido sobre la calidad percibida. Esto es particularmente válido para *mp2*, como se muestra en la Figura 3, para el que el contenido sólo voz (contenido "B") produce una calidad más baja que los otros contenidos.

30 La Figura 4 muestra el impacto en la calidad de la pérdida de tramas uniforme para los cuatro códec en varias tasas de bits. Se puede observar que para una tasa de bits dada, *heaac* y *aac* producen una calidad similar bajo pérdida de paquetes. *heaac* parece que se comporta ligeramente mejor que *aac* con una tasa de bits igual (64 kbps), pero la diferencia no es significativa, aunque sistemática.

35 Tanto el códec *heaac* como el *aac* son mucho menos sensibles a las pérdidas de trama que *mp2* y *mp3*. A su vez, *mp2* se comporta mejor que *mp3*. Estos resultados eran esperados dado que *heaac* y *aac* aplican una cancelación basada en la interpolación y basada en la repetición de tramas mientras que *mp2* y *mp3* insertan silencios como cancelación de error.

40 Finalmente, para tasas de pérdida de tramas baja a media y todos los códec, la calidad percibida se incrementa con la tasa de bits. Esto refleja el impacto de la compresión en el caso de la tasa de pérdidas de trama baja a media mientras que este efecto se oculta en el caso de elevadas tasas de pérdida de tramas.

45 En esta etapa, se ha estudiado el impacto de la pérdida de tramas solamente en caso de pérdida uniforme. La Figura 5 muestra el impacto en la calidad de pérdida en ráfagas para *mp2*. Como para las pérdidas uniformes, se ha observado para los diferentes niveles de incrementos y disminuciones de frecuencia un pequeño impacto de la tasa de bits, con una calidad más alta para la tasa de bits más alta. La longitud de la ráfaga varía desde uniforme a seis tramas perdidas consecutivamente. A elevadas tasas de pérdida de tramas, la longitud de la ráfaga no tiene impacto. Con tasas de pérdida de tramas más bajas, longitudes de ráfaga más largas mejoran la calidad. Se esperaba que esta observación fuese aún válida con longitudes de ráfaga elevadas. Nótese que la selección de seis tramas perdidas consecutivamente como longitud de ráfaga máxima estaba motivada por el encapsulado de las tramas: se simulaba el caso común de tener seis tramas de audio en una trama PES (Packetized Elementary Stream). Cuando se pierde una trama de audio en la trama PES, el decodificador no puede resincronizarse hasta la siguiente cabecera PES. En consecuencia, la pérdida de la primera trama de audio de la trama PES da como resultado la pérdida de seis tramas consecutivas.

50 A continuación, se explicará el impacto del patrón de error y tipo de contenido sobre la calidad percibida de la señal de audio.

55 En el caso de pérdida de tramas, los resultados se promediaron hasta aquí en todos los sujetos, contenidos y patrones de error. Es valiosa la investigación de la validez de la observación anterior cuando se toman los resultados promediados por contenido y por patrón de error en todos los sujetos.

La Figura 6 muestra la calidad percibida de tasas de pérdida uniforme para cada códec tomando los resultados promediados por contenido y patrón de error. Es obvio que los algoritmos de cancelación de pérdida implementados en *heaac* y *aac* se comportan mucho mejor sobre contenidos que no contienen voz (contenidos “C” y “D”). Esto era esperado dado que las señales de voz son mucho menos permanentes que una señal sin voz. Por ello, cuando se repite una trama de audio para la compensación de una trama perdida como es el caso de *aac*, o se interpola la trama de audio a partir de las tramas no perdidas contiguas como es el caso de *heaac*, la cancelación es mucho menos audible en caso de señales permanentes. Esta dependencia del contenido no continúa siendo cierta para *mp2* y *mp3*. Por el contrario, la señal sólo de voz “B” parece producir una mejor calidad que los otros tipos de señal.

Dos casos de la misma tasa de pérdida de tramas para un códec y tasa de bits dados se representan por el mismo símbolo sobre una línea vertical en la Figura 6. Se puede observar en esta figura que la influencia del patrón de error y por ello de la localización de la pérdida es baja, especialmente comparado con el impacto en la calidad de la tasa de pérdida y contenido en el caso de *heaac* y *aac*.

Debería recordarse aquí que solamente un cuarto de los sujetos valoraron cada patrón de error. En consecuencia, los valores del intervalo de confianza del 95 % son más altos que los que obtenemos normalmente cuando tomamos el promedio sobre todos los sujetos. Esto reduce la probabilidad de tener una diferencia significativa entre la calidad percibida de dos casos de la misma tasa de pérdida de tramas. Esto confirma la baja influencia de la localización de la pérdida sobre la calidad percibida. Por razones de claridad, el intervalo de confianza del 95 % no se representó en la Figura 6.

Un análisis de la varianza tomando como variable dependiente la calidad percibida, como variable independiente la condición, el contenido y el patrón de error y como variable aleatoria al sujeto, confirmó que la influencia del tipo de contenido sobre la calidad percibida es significativa pero no la influencia del patrón de error.

Por último, la Figura 7 muestra la calidad percibida en función de la tasa de pérdida de tramas para un audio *mp2* codificado con tasa de bits elevada y pérdidas en ráfagas cuando se toman los resultados por patrón de error. Ya se ha explicado anteriormente que la longitud de la ráfaga influencia la calidad percibida en caso de tasas de pérdida de tramas bajas. Tomando ahora las valoraciones por patrón de error, se desea verificar que el promedio de las valoraciones por patrón de error no ocultó una influencia más alta de la longitud de la ráfaga. La Figura 7 confirma la observación que se realizó previamente sobre la Figura 5: la influencia de la longitud de la ráfaga, aunque bastante baja, es visible, especialmente para tasas de pérdida de tramas bajas.

La Figura 8 muestra la calidad de audio tal como se estimó por el modelo descrito por las ecuaciones (1) a (3) en relación a la calidad de audio percibida. El modelo se evaluó contra los resultados de ensayos objetivos en términos de Correlación de Pearson ( $R$ ) y Error Cuadrático Medio ( $RMSE$ ), sobre el modelo de escala de 100 puntos). Muestra un rendimiento alto tanto cuando se toman los resultados promediados sobre todos los contenidos ( $R = 0,99$  y un  $RMSE = 2,27$ ) como promediados por contenido ( $R = 0,95$  y un  $RMSE = 6,61$ ).

Basándose en los resultados de los ensayos de percepción de audio, se analizó el impacto en la calidad de la compresión de audio y la pérdida de tramas para cuatro códecs (MPEG-I Layer II&III, MPEG-2 AACLC, MPEG-4 HE-AACv2) y cinco tipos de contenidos típicos para servicios IPTV. Los códecs HE-AAC y AAC son los que mejor se comportan tanto en presencia como en ausencia de pérdida de tramas. Se observó también que el comportamiento de los cuatro códecs difiere entre señales de voz y libres de voz, especialmente para los HE-AAC y AAC. Por último, hay una tendencia de que las pérdidas en ráfagas producen una calidad percibida mejor que la pérdida uniforme mientras que la localización de la pérdida no influencia la calidad percibida. Estos análisis sirvieron como base para el desarrollo de un modelo de calidad de audio paramétrico para servicios IPTV. Este modelo toma como entrada el códec de audio, la tasa de bits, la tasa de pérdidas de trama, la longitud de la ráfaga y muestra una elevada correlación ( $R = 0,95$ ) y un bajo  $RMSE$  ( $RMSE = 6,61$ ) con los resultados del ensayo subjetivo.

En tanto que la invención se ha ilustrado y descrito en detalle en los dibujos y descripción precedente, dichas ilustración y descripción han de ser consideradas ilustrativas o a modo de ejemplo y no restrictivas. Se comprenderá que se pueden realizar cambios y modificaciones por los expertos en la materia dentro del alcance de las reivindicaciones a continuación. En particular, la presente invención cubre realizaciones adicionales con cualquier combinación de características de las diferentes realizaciones descritas anteriormente y a continuación.

Adicionalmente, en las reivindicaciones la expresión “que comprende” no excluye otros elementos o etapas, y el artículo indefinido “un” o “una” no excluye una pluralidad. Una única unidad puede satisfacer las funciones de varias características enumeradas en las reivindicaciones. Los términos “esencialmente”, “alrededor”, “aproximadamente” y similares en conexión con un atributo o un valor definen también particularmente exactamente el atributo o exactamente el valor, respectivamente. Cualquier signo de referencia en las reivindicaciones no se debería interpretar como limitativo del alcance.

## Referencias

[1] A.W. Rix, J.G. Beerends, y D.-S.Kim, “Objective Assessment of Speech and Audio Quality - Technology and

- Applications”, en IEEE Transactions on Audio, Speech and Language Processing, 2006, vol. 14 n° 6.
- [2] Recomendación ITU-T G.107, “The E-model, a computational model for use in transmission planning”, 2005.
- [3] A. Clark, “Description of VQMON algorithm”, en ITUT del. cont. COM12-D105, 2003.
- 5 [4] S. Broom, “VoIP: quality assessment: Taking account of the edge-device”, en IEEE Trans. Audio Speech Language Process, 2006, vol. 14 n° 6.
- [5] A. Clark, “Modeling the effects of burst packet loss and recency on subjective voice quality”, en Internet Telephony Workshop (IPtel), 2001.
- [6] A. Raake, “Short-and long-term packet loss behaviour: Towards speech quality prediction for arbitrary loss distributions”, en IEEE Trans. Audio, Speech Language Process, 2006, vol. 14 n° 6.
- 10 [7] M. Graubner, P. Mogre, y T. Lorenzen, “QoE Assessment for Audio Contribution over IP (ACIP)”, en AES 38th International Conference on Sound Quality Evaluation, 2010.
- [8] N. Egi, T. Hayashi, y A. Takahashi, “Parametric Packet-Layer Model for Evaluation Audio Quality in Multimedia Streaming Services”, en IEICE Transactions on Communications, 2010, vol. E93.B, págs. 1359-1366.
- 15 [9] B. Feiten, A. Raake, M.-N. Garcia, U. Wüstenhagen, y J. Kroll, “Subjective Quality Evaluation of Audio Streaming Applications on Absolute and Paired Rating Scales”, en Pro. of 126th AES Convention, 2009.
- [10] M- N. Garcia y A. Raake, “Normalization Of Subjective Video Test Results Using A Reference Test And Anchor Conditions For Efficient Model Development”, en Proc. of Second International Workshop on Quality of Multimedia Experience (QoMEX’10), 2010.
- 20 [11] “ITU-T Recommendation P.800: Methods for Subjective Determination of Transmission Quality.”, 1996.
- [12] “ITU-T Recommendation P. 910: Subjective video quality assessment methods for multimedia applications”, 1999.
- [13] A. Raake, M.N. Garcia, S. Moeller, J. Berger, F. Kling, P. List, J. Johann, y C. Heidemann, “T-V-MODEL: Parameter-based prediction of IPTV quality”, en Proc. of ICASSP, 2008.
- 25 [14] M-N. Garcia y A. Raake, “Impairment-factor based audio-visual quality model for IPTV”, en Proc. of QOMEX, 2009.

**REIVINDICACIONES**

1. Método para la estimación de la calidad de la percepción de una señal de audio decodificada, siendo decodificada a partir de una señal de audio codificada, o a partir de una señal de audio cifrada, o a partir de una señal de audio codificada y cifrada, comprendiendo el método la etapa de:

a) estimación del impacto en la calidad de la compresión  $l_{codA}$  debido a la compresión de audio; y **caracterizado por** la etapa de:

b) estimación del impacto en la calidad de la pérdida de tramas  $l_{traA}$  debido a la pérdida de tramas de audio, usando el impacto en la calidad de la compresión  $l_{codA}$  estimado, en el que la etapa de estimación del impacto en la calidad de la pérdida de tramas  $l_{traA}$  usa al menos uno de: uno o más coeficientes, la tasa de pérdida de tramas  $Pfl$  promedio, preferiblemente en porcentaje, el número promedio de tramas perdidas consecutivamente  $\mu$ ; y en el que la etapa de estimación del impacto en la calidad de la pérdida de tramas  $l_{traA}$  se realiza de acuerdo con la ecuación

$$l_{traA} = (b0 - l_{codA}) \cdot \frac{Pfl}{((b1 \cdot \mu + b2) + Pfl)},$$

en la que  $b0$ ,  $b1$  y  $b2$  son coeficientes; y

c) estimación de la calidad de la percepción  $Q_A$  de la señal de audio decodificada usando las estimaciones obtenidas en las etapas precedentes.

2. El método de la reivindicación 1, en el que la etapa a) de estimación del impacto en la calidad de la compresión  $l_{codA}$  usa uno o más coeficientes o la tasa de bits o uno o más coeficientes y la tasa de bits, en el que los uno o más coeficientes dependen del tipo de la señal de audio codificada, o señal de audio cifrada, o señal de audio codificada y cifrada.

3. El método de la reivindicación 2, en el que la etapa a) de estimación del impacto en la calidad de la compresión  $l_{codA}$  se realiza de acuerdo con la ecuación

$$l_{codA} = a1 \cdot \exp(a2 \cdot \text{tasa-de-bits}) + a3,$$

en la que  $a1$ ,  $a2$ , y  $a3$  son coeficientes que dependen de al menos uno de: el tipo de la señal de audio codificada, el tipo de la señal de audio comprimida, el tipo de la señal de audio cifrada, y en la que  $\text{tasa-de-bits}$  indica la tasa de bits.

4. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que la etapa b) se realiza usando la ecuación

$$Q_A = Q_{oA} - l_{codA},$$

en la que  $Q_{oA}$  indica una calidad base establecida, y en la que preferiblemente  $Q_{oA} = 100$ .

5. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la etapa c) se realiza usando una de las ecuaciones

$$Q_A = f(Q_{oA}, l_{codA}, l_{traA})$$

con una función  $f$  adecuada; o

$$Q_A = Q_{oA} - \alpha l_{codA} - \beta l_{traA}$$

con  $0 \leq \alpha, \beta \leq 1$ , o

$$Q_A = Q_{oA} - l_{codA} - l_{traA},$$

en la que  $Q_{oA}$  indica una calidad base establecida, y en la que preferiblemente  $Q_{oA} = 100$ .

6. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que los coeficientes se obtienen aplicando un procedimiento de ajuste de curvas por mínimos cuadrados usando las tasas de los ensayos de percepción como valores objetivo.

7. El método de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la señal de audio se codifica/decodifica o cifra/descifra, o codifica/decodifica y cifra/descifra de acuerdo con uno de los tipos de códec siguientes: MPEG-1 Layer II (mp2), MPEG-1 Layer III (mp3), MPEG-2 AAC LC (aac), MPEG-4 HE-AACv2 (heaac) y AC-3 (ac3).

8. El método de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la señal de audio es al menos una parte de una transmisión continua de datos no interactiva, preferiblemente una transmisión continua de audio o audiovisual no interactiva, o al menos una parte de una transmisión continua de datos interactiva, preferiblemente una transmisión continua de audio o audiovisual interactiva.

5 9. El método de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que al menos una parte de los coeficientes dependen adicionalmente del contenido de la señal de audio.

10 10. El método de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que se calcula al menos uno de lo siguiente, a partir de la información de la cabecera del paquete extraída de la transmisión continua de bits de la señal de audio y/o deducida a partir de información lateral: al menos una parte de los coeficientes, la tasa de bits, la tasa de pérdida de tramas *Pfl* promedio, el número promedio de tramas perdidas consecutivamente  $\mu$ .

15 11. El método de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el método se combina con uno o más de otros métodos para la estimación del impacto sobre la calidad por otros impedimentos que codifican o cifran, o codifican y cifran una señal de audio, en el que los uno o más de los otros métodos comprenden cada uno al menos una etapa de estimación de una calidad de la percepción de la señal de audio decodificada.

20 12. El método de la reivindicación 11, en el que la combinación del método de las reivindicaciones 1 a 10 y los uno o más otros métodos es una función lineal de estos métodos o una función multiplicativa de estos métodos.

25 13. El método de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el método se combina con un método para la estimación de la calidad de la percepción de una señal de video decodificada, que es decodificada a partir de una señal de video codificada o una cifrada, o una codificada y cifrada.

14. Método para la supervisión de la calidad de una señal de audio transmitida con las etapas:

- A) transmisión de la señal de audio desde un servidor al cliente;
- B) ejecución en el lado del cliente del método para la estimación de la calidad de la percepción de la señal de audio transmitida de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13;
- C) transferencia del resultado de la estimación de la etapa B) al servidor;
- D) supervisión en el lado del servidor de la calidad de la señal de audio transmitida.

35 15. El método para la supervisión de la calidad de una señal de audio transmitida de acuerdo con la reivindicación 14 con las etapas adicionales:

- E) análisis de la calidad supervisada de la señal de audio transmitida, preferiblemente dependiendo de los parámetros de transmisión; y, opcionalmente
- F) cambio de los parámetros de transmisión basado en el análisis de la etapa E) para incrementar la calidad de la señal de audio transmitida.

45 16. Aparato para la estimación de la calidad de la percepción de una señal de audio decodificada que es decodificada a partir de una señal de audio codificada, una señal de audio cifrada, o una señal de audio codificada y cifrada, comprendiendo el aparato:

un estimador de la calidad de compresión configurado para estimar el impacto en la calidad de la compresión  $l_{cod_A}$  debido a la compresión de audio; y **caracterizado por:**

50 estar configurado el estimador de la calidad de compresión para estimar el impacto en la calidad de la pérdida de tramas  $l_{tra_A}$  debido a la pérdida de tramas de audio, usando el impacto en la calidad de la compresión  $l_{cod_A}$  estimado, en el que la estimación del impacto en la calidad de la pérdida de tramas  $l_{tra_A}$  usa al menos uno de: uno o más coeficientes, la tasa de pérdida de tramas *Pfl* promedio, preferiblemente en porcentaje, el número promedio de tramas perdidas consecutivamente  $\mu$ ; y en el que la estimación del impacto en la calidad de la pérdida de tramas  $l_{tra_A}$  se realiza de acuerdo con la ecuación

$$l_{tra_A} = (b_0 - l_{cod_A}) \cdot \frac{Pfl}{((b_1 \cdot \mu + b_2) + Pfl)},$$

60 en la que  $b_0$ ,  $b_1$  y  $b_2$  son coeficientes; y un ajustador configurado para el ajuste de la calidad de la percepción  $Q_A$  de la señal de audio decodificada.

17. El aparato de la reivindicación 16, en el que el estimador de la calidad de compresión se configura para estimar la calidad de compresión mediante el uso de la ecuación

$$I_{codA} = a1 \cdot \exp(a2 \cdot \text{tasa-de-bits}) + a3 ,$$

5 en la que  $a1$ ,  $a2$ , y  $a3$  son coeficientes que dependen de al menos uno de: el tipo de la señal de audio codificada, el tipo de la señal de audio comprimida, el tipo de la señal de audio cifrada, y en el que  $\text{tasa-de-bits}$  indica la tasa de bits.

18. El aparato de la reivindicación 16 o 17, en el que el ajustador se configura para ajustar la calidad de la percepción  $Q_A$  de la señal de audio decodificada usando la ecuación

10 
$$Q_A = Q_{oA} - I_{codA} - I_{traA} ;$$

en la que  $Q_{oA}$  indica una calidad base establecida, y en la que preferiblemente  $Q_{oA} = 100$ .

15 19. Aparato para la estimación de la calidad de la percepción de una señal de audio decodificada que es decodificada a partir de una señal de audio codificada y/o cifrada, comprendiendo el aparato un ordenador o microchip configurados para realizar el método de acuerdo con las reivindicaciones 1 a 15.

20 20. Aparato decodificador conectable a un receptor para la recepción de una señal de audio codificada y/o cifrada, en donde el aparato decodificador comprende el aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 16 a 18.

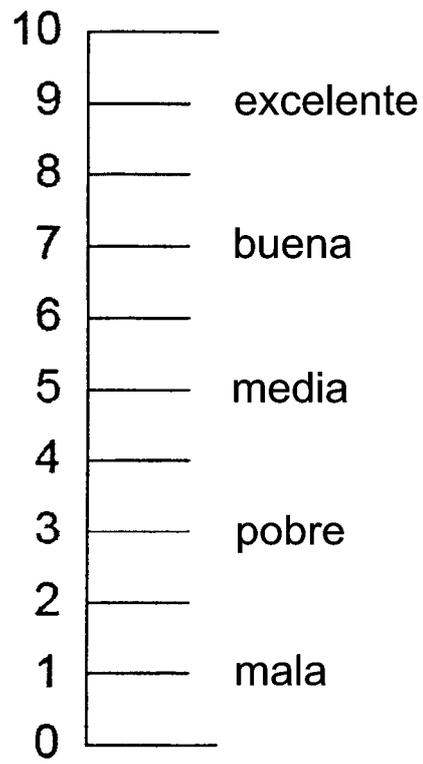


Fig. 1

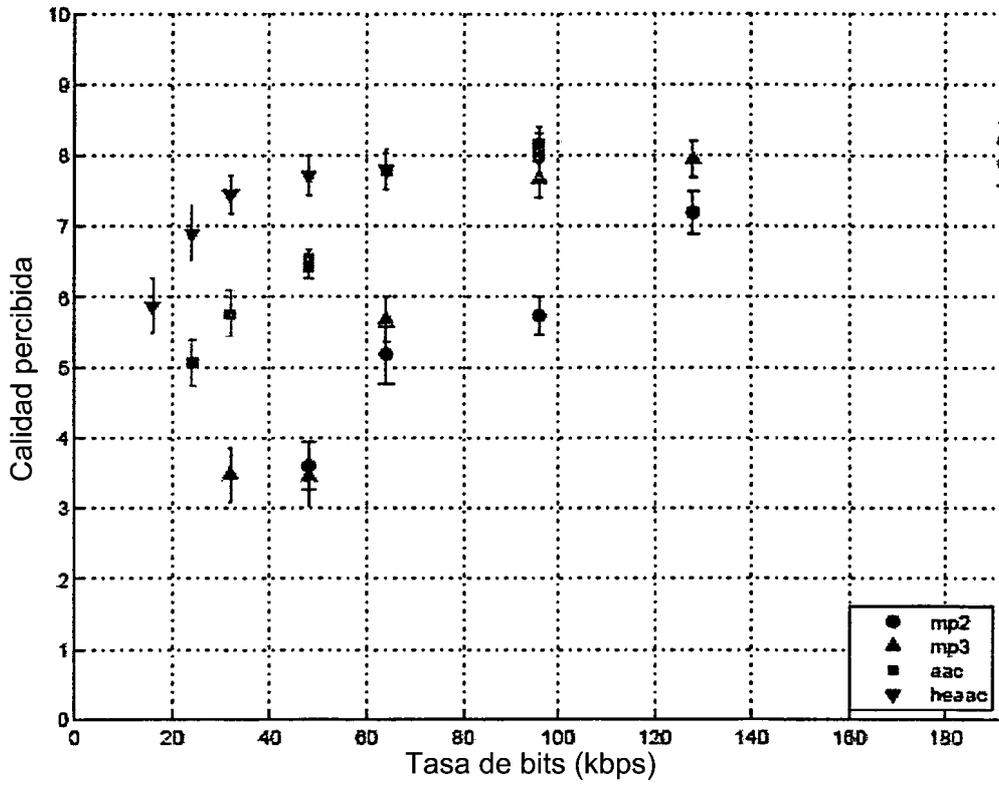


Fig. 2

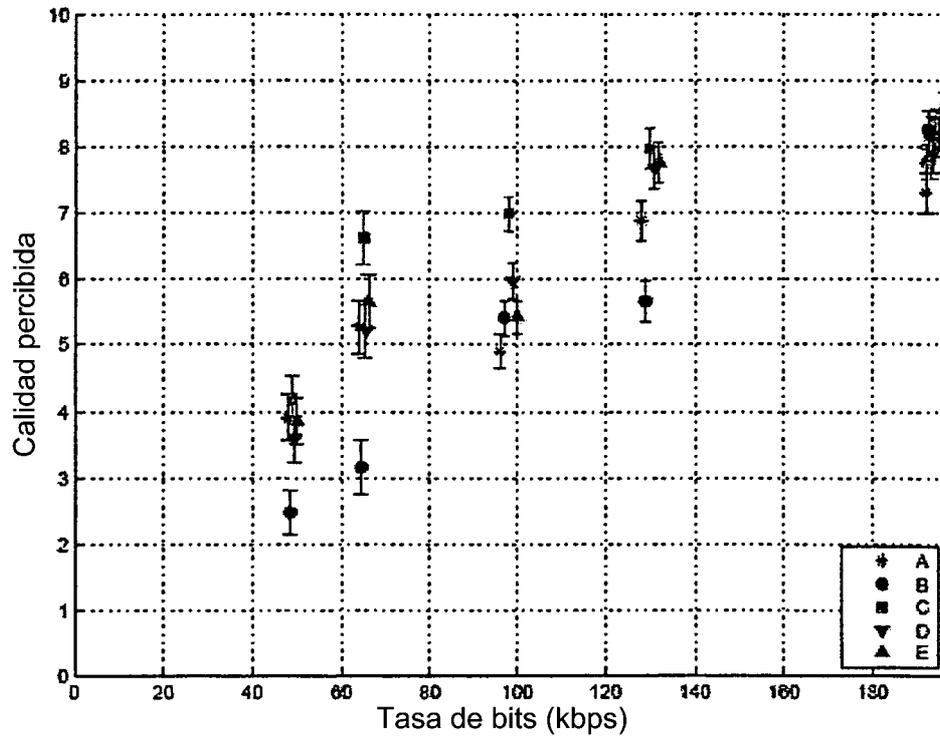


Fig. 3

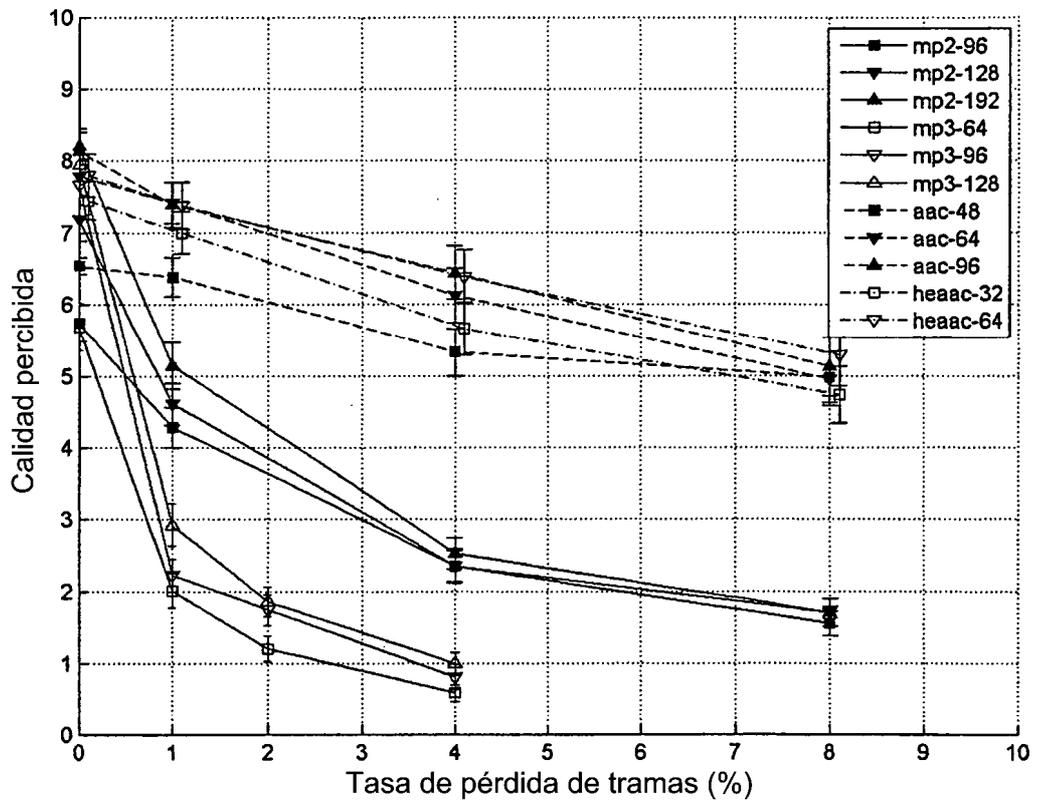


Fig. 4

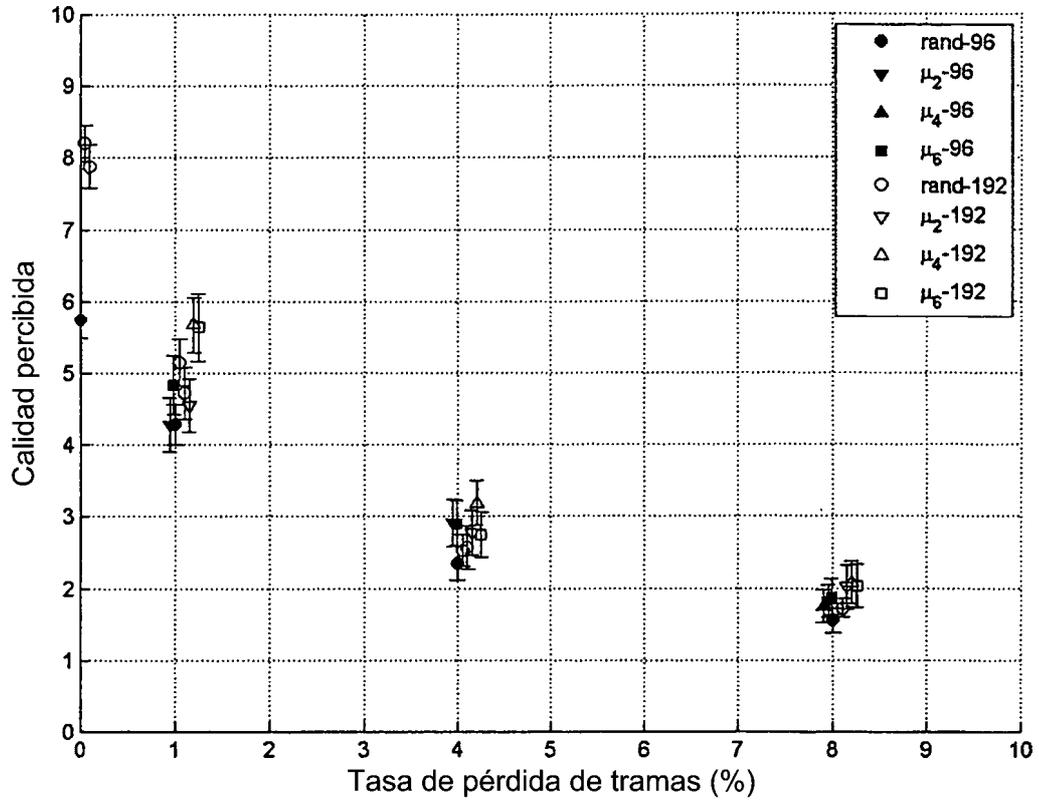


Fig. 5

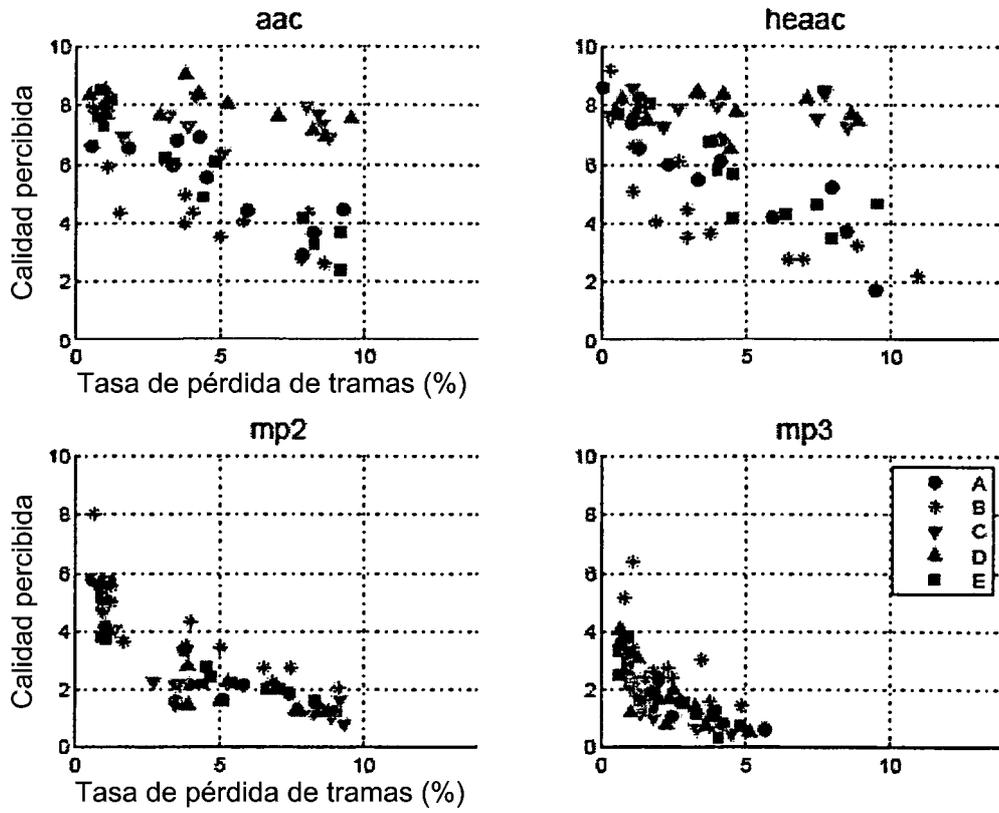


Fig. 6

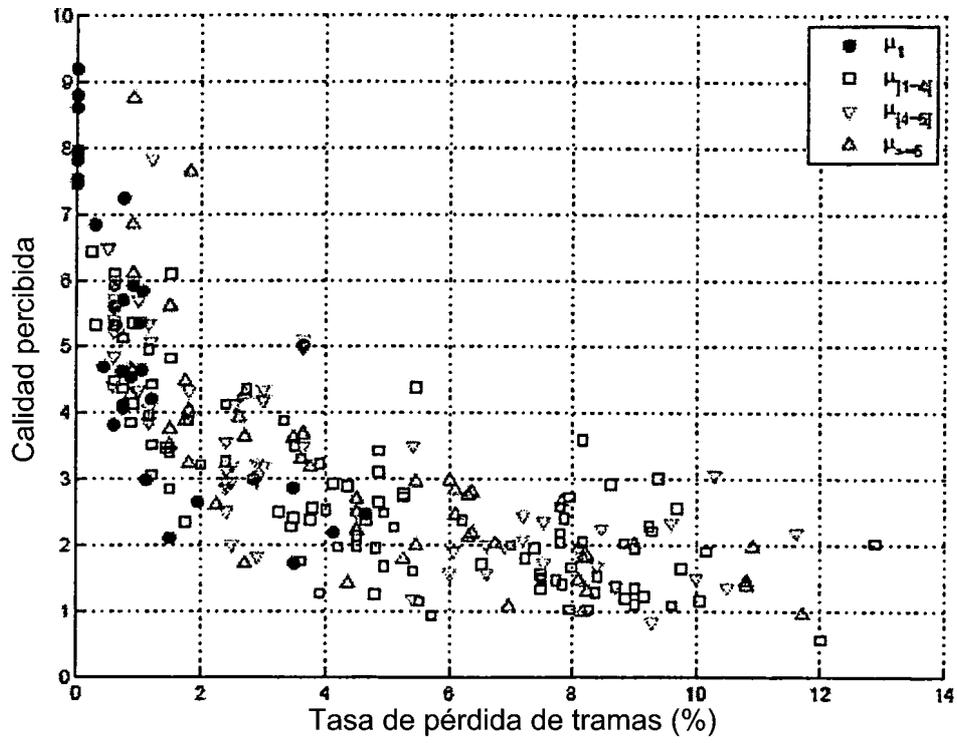


Fig. 7

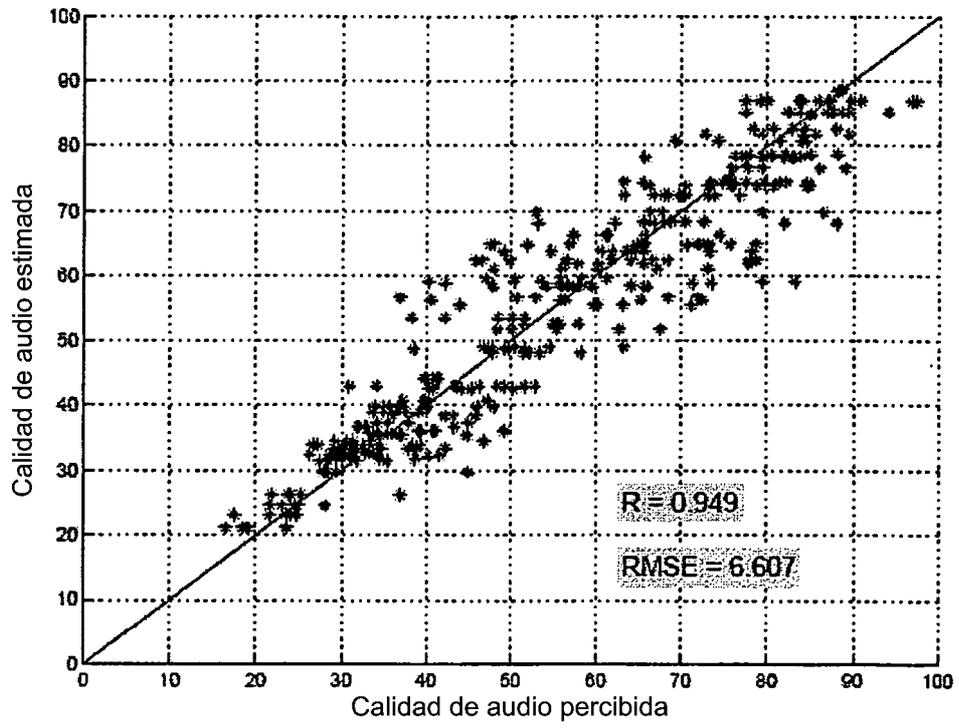


Fig. 8