

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 553 202**

51 Int. Cl.:

**H04N 17/00** (2006.01)

**H04L 29/06** (2006.01)

**H04N 21/647** (2011.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.11.2011 E 11796641 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.08.2015 EP 2761879**

54 Título: **Un método para medir la calidad de experiencia de un servicio de vídeo**

30 Prioridad:

**28.09.2011 US 201161540281 P**

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

**07.12.2015**

73 Titular/es:

**TELFÓNICA S.A. (100.0%)  
C/ Gran Vía 28  
28013 Madrid, ES**

72 Inventor/es:

**GARCÍA DE BLAS, GERARDO;  
MAESO MARTÍN-CARNERERO, ADRIÁN;  
MONTES MORENO, PABLO y  
RAMÓN SALGUERO, FRANCISCO JAVIER**

74 Agente/Representante:

**ARIZTI ACHA, Monica**

**ES 2 553 202 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).

Un método para medir la calidad de experiencia de un servicio de vídeo

**DESCRIPCIÓN**

**5 Campo de la técnica**

La presente invención se refiere en general a un método para medir la calidad de experiencia de un servicio de vídeo, estando dicho servicio de vídeo superpuesto del flujo continuo de vídeo proporcionado a una aplicación de usuario bajo petición por medio de una red, y más particularmente a un método que comprende calcular un Indicador Clave de Rendimiento, o KPI, a partir de parámetros de red medibles de dicha red para cada vídeo proporcionado mediante dicho servicio de vídeo, asignar un Indicador Clave de Calidad, o KQI, a cada KPI por medio de modelos analíticos y calcular una función de KQI global de un conjunto de KQI.

**Estado de la técnica anterior**

Típicamente, la manera de medir la Calidad de Experiencia de los servicios de vídeo ha sido a través de la realización de pruebas subjetivas o análisis de diferencia entre la fuente y los flujos recibidos. Las percepciones de algunos de los métodos que se usan se describen a continuación.

**- MOS (Puntuación de Opinión Media)**

La prueba de Puntuación de Opinión Media (MOS) se ha usado durante décadas en redes de telefonía para obtener la QoE del usuario de este servicio de voz. Las redes de telecomunicación modernas proporcionan una amplia serie de servicios que usan muchos sistemas de transmisión. En particular, el rápido desarrollo de las tecnologías digitales ha conducido una necesidad creciente de evaluar las características de transmisión de nuevo equipo de transmisión. En muchas circunstancias, es necesario determinar los efectos subjetivos de algún nuevo equipo de transmisión o modificación a las características de transmisión de una red de telefonía.

En multimedia (audio, telefonía de voz o vídeo) especialmente cuando se usan códec para comprimir el requisito de ancho de banda (por ejemplo, de una conexión de voz digitalizada a partir de la norma de modulación PCM de 64 kilobit/segundo), la puntuación de opinión media (MOS) proporciona una indicación numérica de la calidad percibida desde la perspectiva de los usuarios de la multimedia recibida después de compresión y/o transmisión.

Las pruebas de MOS se especifican por la recomendación P.800 de la ITU-T. [1]. Esta recomendación describe métodos para obtener evaluaciones subjetivas de sistemas y componentes de transmisión.

La MOS proporciona una indicación numérica de la calidad percibida desde la perspectiva de los usuarios de multimedia recibida después de compresión y/o transmisión. Se expresa como un único número en el intervalo de 1 a 5, donde 1 es la calidad más baja percibida, y 5 es la más alta percibida.

**- PEVQ (Evaluación Perceptual de Calidad de Vídeo)**

PEVQ (Evaluación Perceptual de Calidad de Vídeo) es un algoritmo de medición E2E normalizado para puntuar la calidad de imagen de una presentación de vídeo por medio de una puntuación de opinión media (MOS) de 5 puntos. El algoritmo de medición puede aplicarse para analizar artefactos visibles producidos por un proceso de codificación/decodificación (o transcodificación) de vídeo digital, redes de transmisión basadas en RF o IP y dispositivos de usuario final. Los escenarios de aplicación tratan la interconexión de redes y servicios móviles de la próxima generación e incluyen IPTV (televisión de definición convencional y HDTV), vídeo de flujo continuo, TV móvil, telefonía de vídeo, conferencia de vídeo y mensajería de vídeo.

PEVQ está basado en modelar el comportamiento del aparato visual humano y además de una puntuación de MOS de calidad global (como una figura de mérito) se cuantifican las anomalías en la señal de vídeo mediante una diversidad de KPI, incluyendo PSNR, indicadores de distorsión y retardo de sincronización de los labios.

PEVQ es un algoritmo de referencia total y analiza la imagen pixel a pixel después de una alineación temporal (también denominado como 'registro temporal') de fotogramas correspondientes de referencia y señal de prueba. Los resultados de PEVQ MOS varían desde 1 (malo) a 5 (excelente).

**- DiversifEye (Shenick Network Systems)**

DiversifEye es un sistema de medición que realiza un análisis por flujo que posibilita la prueba de realización de QoE en todos y cada flujo. Su análisis está basado en una base 'por flujo' ya que reivindican que es el único mecanismo para garantizar el rendimiento a la granularidad del usuario. Su arquitectura se usa para emular y evaluar la Calidad de Experiencia de abonado, limitaciones de rendimiento de red y dispositivo, junto con el rendimiento de la

aplicación bajo cargas y condiciones variables. La principal clave para probar 'por flujo' es la vista microscópica conseguida en pruebas en vivo. Esto es representativo del análisis de rendimiento en profundidad de todas y cada una de las calidades de experiencia del punto final individual en una base por aplicación.

- 5 Un beneficio principal del análisis por flujo es la capacidad para ver el impacto que diversos flujos de tráfico y dispositivos de red (ajustes y condiciones) tienen en una diversidad de tipos de tráfico. En diversifEye la evaluación por flujo se posibilita en todos los flujos de aplicación incluyendo VPN seguras, túneles LTE - GTP, flujos adaptivos OTT, IP-TV, VoD, VoIP, Telepresencia, Datos (web, correo electrónico, P2P), etc. Por flujo proporciona los detalles de rendimiento necesarios en todas las aplicaciones sensibles a retardo y es crítico en definir ajustes de gestión de tráfico, junto con garantizar una alta Calidad de Experiencia (QoE) de abonado.

15 Beneficios adicionales de la arquitectura por flujo de diversifEye son la capacidad de monitorizar de manera activa ejecuciones de pruebas en vivo. Los usuarios de diversifEye pueden añadir algoritmos de monitorización de rendimiento a todos y cada flujo de aplicación emulado. Durante ejecuciones de pruebas en vivo el algoritmo monitoriza de manera activa el rendimiento en el flujo asociado, cuando el rendimiento del flujo cruza el nivel umbral asignado se genera una notificación de evento.

20 Su fin es ejecutar pruebas en lugar de mediciones de red reales ya que se usan para emular tanto aplicaciones del lado de cliente como del servidor. El resultado es un conjunto de estadísticas de rendimiento en tiempo real para todas y cada una de las peticiones o actividades de flujo de aplicación individual.

### Problemas con las soluciones existentes

25 Las soluciones actuales para medición de QoE de vídeo tienen varias desventajas:

- Análisis de diferencia: el paradigma de la medición es evaluar degradaciones de una secuencia de vídeo decodificada emitida desde la red en comparación con la imagen de referencia original. Con este tipo de análisis, se requieren al menos dos puntos de medición.
- En metodología de MOS, se presenta una única condición de prueba (la secuencia de vídeo) a los observadores únicamente una vez. Ellos deberían proporcionar la calidad de acuerdo con la escala predefinida. Esta metodología evidentemente carece de precisión y de objetividad.
- Finalmente, las pruebas de calidad de vídeo subjetivas son bastante caras en términos de tiempo (preparación y ejecución) y de recursos humanos.

### 35 Descripción de la invención

40 Es necesario ofrecer una alternativa al estado de la técnica que cubra los huecos encontrados en la misma, particularmente relacionados con la ausencia de propuestas que realmente proporcionen técnicas para obtener mediciones de calidad de experiencia en servicios de vídeo de una manera eficaz y objetiva.

Para este fin, la presente invención proporciona un método para medir calidad de experiencia de un servicio de vídeo, estando dicho servicio de vídeo superpuesto del flujo continuo de vídeo proporcionado a una aplicación de usuario bajo petición por medio de una red.

45 Al contrario de las propuestas conocidas, el método de la invención, de una manera característica, comprende calcular un Indicador Clave de Rendimiento, o KPI, a partir de parámetros de red medibles de dicha red para cada vídeo proporcionado mediante dicho servicio de vídeo, asignar un Indicador Clave de Calidad, o KQI, a cada KPI por medio de modelos analíticos y calcular una función de KQI global de un conjunto de KQI de acuerdo con las características que caracterizan el método en la reivindicación 1.

50 Otras realizaciones del método de la invención se describen de acuerdo con las reivindicaciones adjuntas 2 a 7, y en una sección posterior relacionada con la descripción detallada de varias realizaciones.

### Breve descripción de los dibujos

55 Las anteriores y otras ventajas y características se entenderán más completamente a partir de la siguiente descripción detallada de realizaciones, con referencia a los dibujos adjuntos que deben considerarse de una manera ilustrativa y no limitante, en los que:

60 La Figura 1 muestra el ciclo de obtención de los KQI a partir de parámetros de red medibles, de acuerdo con una realización de la presente invención.

La Figura 2 muestra un gráfico con el volumen de bytes recibidos por un usuario en un escenario sin interrupciones, de acuerdo con una realización de la presente invención.

La Figura 3 muestra un gráfico con el volumen de bytes recibidos por un usuario en un escenario con una

interrupción, de acuerdo con una realización de la presente invención.

La Figura 4 muestra la función para calcular flujo continuo de vídeo de KQI a partir de KPI, de acuerdo con una realización de la presente invención.

5 La Figura 5 muestra la función de distribución acumulativa de KQI, de acuerdo con una realización de la presente invención.

La Figura 6 muestra gráficamente los KPI obtenidos (o tasas de interrupción) para una implementación de la presente invención.

La Figura 7 muestra gráficamente la función de distribución acumulativa de KQI para dicha implementación de la presente invención.

10

### Descripción detallada de varias realizaciones

El concepto básico de la invención se basa en el uso de un método que recoge mediciones de red en solo un punto y para una aplicación muy particular (Flujo Continuo de Vídeo OTT). A partir de estas mediciones, el método sigue un modelo analítico para calcular algunos Indicadores Clave de Rendimiento (KPI) requeridos para obtener la QoE del usuario. Como una función de estos KPI, la QoE se expresa en términos de Indicadores Clave de Calidad (KQI) que siguen otro modelo analítico. El flujo de información del método se representa en la Figura 1.

15

El tráfico de flujo continuo de Vídeo de OTT se genera mediante las plataformas que alojan vídeos y los envían por flujo continuo a los usuarios después de su petición. Estos vídeos se entregan al usuario mediante conexiones HTTP/TCP que siguen el modelo cliente-servidor. Entre los portales más conocidos que generan este tipo de tráfico están YouTube, Metacafe y Megavideo.

20

Por su naturaleza, este tipo de tráfico es flexible, aunque son necesarias características específicas de aplicaciones inflexibles. Se requiere que la conexión tenga suficiente caudal para permitir a la aplicación reproducir el contenido de una manera suave y sin interrupciones desde el comienzo de modo que el usuario perciba que la aplicación funciona apropiadamente y la aplicación no requiera una gran capacidad de disposición en cola. Para conseguir este comportamiento, debería requerirse que la entrada de la aplicación (caudal de datos) sea al menos igual a la requerida para la visualización (la tasa de bits del vídeo). Adicionalmente, se requiere que el tiempo de espera para el inicio de la reproducción sea bajo, aunque este parámetro es menos relevante para los fines de la calidad percibida.

25

Por lo tanto, los parámetros cualitativos de calidad para el flujo continuo de vídeo son la reproducción suave (sin interrupción) y un tiempo de espera inicial bajo.

35

En lugar de usar un KPI global, se han usado KPI específicos para cada reproducción de vídeo. Precisamente, el KPI que se ha elegido para reflejar la reproducción de vídeo suave es la tasa de interrupción (número de interrupciones o cortes durante el tiempo de reproducción de vídeo). Una interrupción tiene lugar cuando el caudal instantáneo recibido es superado por la tasa de bits del vídeo.

40

A continuación, se detalla el proceso para determinar cuándo tienen lugar las interrupciones y el cálculo del KPI particular de cada vídeo. Después de eso, se describe cómo calcular el KQI particular asociado y un posible método para calcular un KQI global.

45

#### • Modelo de obtención de KPI a partir de parámetros de red

El modelo se centra en cómo identificar una interrupción en la aplicación de usuario. Para hacer esto, se requiere conocer cómo funciona la aplicación del usuario (por ejemplo, un reproductor de Flash embebido en una página web) y cuáles son las condiciones que deben aparecer antes de que tenga lugar una interrupción.

50

Hay un tiempo de almacenamiento en memoria intermedia inicial ( $T_0$ ) antes del inicio de la reproducción de vídeo que permite a la aplicación protegerse frente a posibles variaciones en el caudal recibido. Este tiempo inicial  $T_0$  puede variar entre los diferentes sitios de flujo continuo, pero corresponde generalmente al tiempo requerido para obtener un volumen de bytes  $B_0$  que permite la visualización de un tiempo de reproducción de vídeo concreto  $\tau_0$ , diferente para cada sitio de flujo de continuo. El tiempo  $\tau_0$  es independiente de la tasa de bits de vídeo, pero determina el volumen inicial de bytes a obtenerse  $B_0$ . Específicamente, el volumen inicial de bytes  $B_0$  se proporciona mediante la siguiente ecuación:

55

$$B_0 = r \cdot \tau_0$$

60

donde:

- $r$  es la tasa de bits de vídeo

- $\tau_0$  es el tiempo de reproducción de vídeo inicial (parámetro del reproductor de vídeo)

Después de este tiempo, el reproductor de vídeo inicia la reproducción y debe recibir suficientes bytes (suficiente caudal) para permanecer por encima de la tasa de bits de codificación del vídeo, de modo que no haya interrupciones. Específicamente, la condición de reproducción no interrumpida se proporciona mediante la siguiente ecuación:

$$B(t) \geq r \cdot (t - T_0)$$

10 donde:

- $B(t)$  es la evolución temporal de los bytes recibidos
- $r$  es la tasa de bits de vídeo
- $T_0$  es el tiempo de almacenamiento en memoria intermedia inicial (tiempo para obtener  $B_0$  bytes)

15 La Figura 2 muestra un ejemplo de la evolución del volumen de bytes recibidos por un usuario  $B(t)$  en un escenario con reproducción no interrumpida.

20 Si el volumen de bytes recibidos en cualquier momento dado está por debajo de la línea teórica de reproducción de vídeo, habrá una interrupción. La Figura 3 muestra un escenario con una interrupción.

En el tiempo  $T_i$  en que tiene lugar la interrupción, la condición de la ecuación no se consigue, es decir, la condición particular del escenario es la siguiente:

$$B(T_i) < r \cdot (T_i - T_0)$$

25 Después de esta primera interrupción, tomará un tiempo  $T_1$  hasta que se almacene en memoria intermedia de nuevo un volumen de  $B_0$  bytes para permitir la reproducción de un tiempo de vídeo  $\tau_0$ . Después de este tiempo, la condición de no interrupción cambia y se hace como sigue:

$$B(t) \geq r \cdot (t - T_0 - T_1)$$

30 donde  $T_1$  es la duración de la primera interrupción, que equivale al tiempo necesario para almacenar en memoria intermedia  $B_0$  bytes de nuevo.

35 En general, después de  $n$  interrupciones:

$$B(t) \geq r \cdot \left( t - T_0 - \sum_{i=1}^n T_i \right)$$

40 donde  $T_i$  es la duración de la  $i$ -ésima interrupción, equivalente al tiempo necesario para almacenar en memoria intermedia  $B_0$  bytes después de que tiene lugar la interrupción.

45 Siguiendo las etapas anteriores, es posible determinar cuándo ha habido una interrupción. Evidentemente, es necesario conocer la tasa de bits de vídeo media. Aunque conocer esta tasa puede parecer complicado, una DPI evolucionada podría hacerlo puesto que la información viaja dentro de los paquetes de datos. De hecho, es posible obtener la tasa de bits de codificación de los vídeos a partir de sitios de flujo continuo conocidos tales como YouTube y Megavideo (un total de más del 50 % del tráfico de flujo continuo de vídeo).

50 Para cada vídeo presentado, es posible calcular el KPI particular (tasa de interrupciones durante el tiempo de presentación) usando la siguiente ecuación:

$$KPI_j = \frac{N_{int,j}}{d} = \frac{N_{int,j}}{T_{fin} - T_{inicio}}$$

55 donde:

- $T_{inicio}$  es el instante de la petición de vídeo.
- $T_{fin}$  es el instante de la recepción del último paquete de datos de vídeo.

- $N_{int,j}$  es el número de interrupciones del j-ésimo vídeo durante el tiempo de reproducción (desde  $T_{inicio}$  a  $T_{fin}$ )
- $d$  es la duración de la reproducción de vídeo

5 Durante un periodo de tiempo suficientemente largo, se obtendrá el KPI particular de cada reproducción de vídeo y estos KPI se usarán para calcular los KQI individuales y, finalmente, el KQI global.

- Modelo de obtención de KQI a partir de parámetros de red

10 El KQI particular debe capturar el impacto de su KPI asociado. Antes del establecimiento de una función matemática que relaciona KQI y KPI, la escala de KQI debe definirse siempre y decidir si la variación entre los extremos de la escala debe ser lineal, cóncava o convexa.

15 En este caso, la escala de KQI varía de 1 a 5, donde la puntuación 1 es la peor calidad (pésima) y el valor 5 corresponde a la calidad más alta (ideal). Un vídeo se considera ideal si el número de interrupciones detectadas durante la reproducción es cero. Mientras tanto, si el número de interrupciones es igual a o mayor que 4 interrupciones por minuto, la calidad se considera pésima.

20 En relación con la concavidad, la función elegida debe ser cóncava hacia arriba, de modo que el KQI responde más considerablemente a valores bajos del KPI. Para tasas de interrupción mayores de 2 interrupciones por minuto, la degradación de la calidad es inferior a medida que la calidad es baja en sí misma.

Con estas características, la función elegida para calcular el KQI es la siguiente:

$$KQI_j = \begin{cases} 1 + (4 - KPI_j)^4, & \text{si } KPI_j \leq 4 \\ 1, & \text{si } KPI_j > 4 \end{cases}$$

25 La Figura 4 ilustra la correspondencia entre el KPI y el KQI particular para cada vídeo visualizado.

30 Después de obtener los KQI particulares de todos los vídeos durante un periodo significativo, podría obtenerse un KQI global que represente la calidad global del servicio de flujo continuo de vídeo. Hay varias opciones para calcular este KQI global:

- La media de los KQI particulares.
- La mediana o el 50º percentil de la función de distribución de los KQI particulares.
- El x-ésimo percentil de la función de distribución acumulativa de los KQI particulares, es decir el valor del KQI para el que el x % de los vídeos tienen una calidad inferior que la de ese KQI.

Para calcular el KQI global, los vídeos cuyo tiempo de reproducción  $d$  es menor que un cierto umbral (pocos segundos) deberían descartarse como que no son suficientemente fiables.

40 Como un ejemplo, la Figura 5 muestra una posible función para la distribución de KQI particulares, que destaca el 50º percentil (mediana) y el 10º percentil.

- Implementación de la invención

45 La invención se ha desarrollado en un hardware de fin general como un prototipo para evaluar la QoE percibida de los usuarios desde el servicio de flujo continuo de vídeo de YouTube. Este método realiza las funciones anteriormente descritas antes de obtener el KQI desde algún parámetro de red medible.

50 En la realización de análisis, se han usado las mediciones de red reales desde una DPI evolucionada. En la Figura 6 pueden encontrarse algunos resultados del análisis.

55 En este estudio, se analizaron aproximadamente 30.000 reproducciones de vídeo, obteniendo su KPI particular. Más del 92 % de las reproducciones de vídeo tuvieron cero interrupciones. Como una función de estos KPI, el método puede obtener los KQI particulares de cada reproducción de vídeo. En la Figura 7 se representa la función de distribución acumulativa de KQI.

Como se ha explicado anteriormente, hay muchas posibilidades para obtener un KQI global. A partir de la Figura 7 del análisis realizado, es posible obtener los siguientes posibles valores de este parámetro de KQI global:

- Media de KQI particulares: 4,69
- 50º percentil: 5,00

- 10º percentil: 5,00
- 5º percentil: 1,001

5 En este caso particular, parece razonable elegir la media de los KQI particulares como la manera de obtener el KQI global ya que su valor es el más representativo de la QoE percibida por los usuarios del servicio.

- Ventajas de la invención

La presente invención tiene las siguientes ventajas:

- 10
- Con este método, únicamente se requiere un punto de medición en la red. A diferencia de los sistemas basados en análisis de diferencia, este método de medición de QoE de Vídeo solamente necesita medir los parámetros en un punto de la red (por ejemplo, un enlace) y con la información recogida a partir de estas mediciones, puede evaluar la QoE percibida por los usuarios de un servicio particular.
- 15
- Debido a la automatización de la evaluación de la QoE, los resultados del análisis son completamente objetivos. A través de la aplicación de los modelos de la invención, el método puede evaluar la perspectiva del usuario (subjética por definición) automáticamente y de manera continua sin requerir la opinión o presencia humana.
- 20
- El método de medición de QoE de Vídeo ahorra los costes de tiempo y de recursos humanos que son intrínsecos en las pruebas de calidad de vídeo subjetivas.

Un experto en la materia podría introducir cambios y modificaciones en las realizaciones descritas sin alejarse del alcance de la invención como se define en las reivindicaciones adjuntas.

25

#### Acrónimos

	CDF	función de distribución acumulativa
	DPI	inspección de paquetes profunda
30	KPI	indicador clave de rendimiento
	KQI	indicador clave de calidad
	MOS	puntuación de opinión media
	OTT	superpuesto
	PEVQ	evaluación perceptual de calidad de vídeo
35	QoE	calidad de experiencia

#### Referencias

- 40 [1] ITU-T Recommendation P.800: Methods for subjective determination of transmission quality: <http://www.itu.int/rec/T-REC-P.800-199608-I/en>

**REIVINDICACIONES**

1. Un método para medir la calidad de experiencia de un servicio de vídeo, estando dicho servicio de vídeo superpuesto del flujo continuo de vídeo proporcionado a una aplicación de usuario bajo petición por medio de una red, en el que el método comprende:

- calcular un Indicador Clave de Rendimiento, o KPI, desde parámetros de red medibles de dicha red para cada vídeo proporcionado mediante dicho servicio de vídeo, asignar un Indicador Clave de Calidad, o KQI, a cada KPI por medio de modelos analíticos y calcular una función de KQI global de un conjunto de KQI, en el que dicho KPI es una tasa de interrupción, indicando dicha tasa de interrupción el número de interrupciones o cortes durante un tiempo de reproducción de vídeo;

**caracterizado por que** comprende adicionalmente:

- considerar que ha tenido lugar una primera interrupción después del inicio de una reproducción de un vídeo en dicha aplicación de usuario si se da la siguiente condición:

$$B(t) < r \cdot (t - T_0)$$

donde

$B(t)$  es la evolución que depende del tiempo de bytes recibidos de dicho vídeo en dicha aplicación de usuario;  
 $t$  es la variable tiempo;  
 $r$  es la tasa de bits de vídeo;  
 $T_0$  es el tiempo de almacenamiento en memoria intermedia inicial necesario para obtener un volumen inicial de bytes  $B_0$ , en el que  $B_0 = r \cdot \tau_0$ , y en el que  $\tau_0$  es un tiempo de reproducción inicial específico para cada reproductor de vídeo;

- considerar una interrupción durante dicha reproducción de dicho vídeo después de  $n$  interrupciones ocurridas si se da la siguiente condición:

$$B(t) < r \cdot (t - T_0 - \sum_{i=1}^n T_i)$$

en el que

$n$  es el número de interrupciones que han tenido lugar anteriormente durante la reproducción de dicho vídeo hasta el tiempo  $t$ ; y  
 $T_i$  es la duración de cada interrupción, siendo dicha duración el tiempo necesario para almacenar en memoria intermedia  $B_0$  bytes; y

- calcular dicha tasa de interrupción para dicho vídeo de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$KPI = \frac{N_{int}}{d}$$

donde

KPI es el Indicador Clave de Rendimiento referido a dicha tasa de interrupción;  
 $N_{int}$  es el número total de interrupciones que tuvieron lugar durante dicha reproducción de dicho vídeo; y  
 $d$  es la duración de la reproducción de dicho vídeo, en el que  $d = T_{fin} - T_{inicio}$ , siendo  $T_{fin}$  el instante de recepción del último paquete de datos de vídeo y siendo  $T_{inicio}$  el instante de la petición de vídeo.

2. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende obtener dicha tasa de bits de vídeo por medio de técnicas de Inspección de Paquetes de Datos.

3. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que:

- los valores de KQI están comprendidos en una escala mediante la que el valor más bajo de dicha escala indica la peor calidad de experiencia y el valor más alto de dicha escala indica la calidad de experiencia más alta, dicha calidad de experiencia más alta conseguida si el número de interrupciones durante la reproducción de un vídeo es cero y dicha peor calidad de experiencia conseguida si dicho número de interrupciones es igual o mayor que un umbral; y

- la variación entre los extremos de dicha escala es lineal, cóncava o convexa.

4. Un método de acuerdo con la reivindicación 3, que comprende realizar dicha asignación de un KQI a un KPI por medio de una función cóncava de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$KQI = \begin{cases} 1 + (4 - KPI)^4, & \text{si } KPI \leq 4 \\ 1, & \text{si } KPI > 4 \end{cases}$$

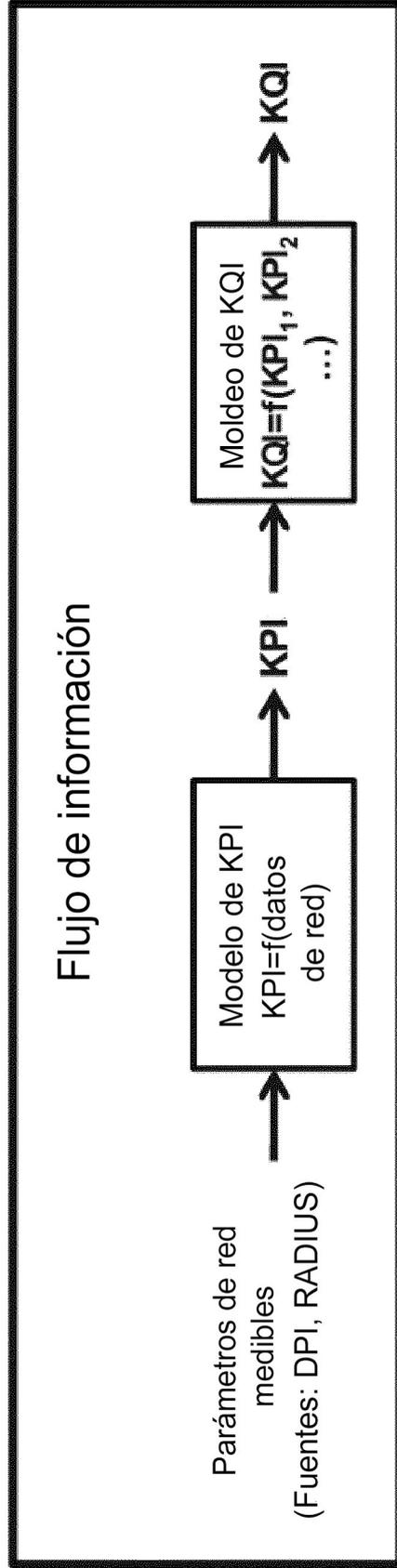
5 en el que dicho valor más pequeño de dicha escala es 1, dicho valor más alto de dicha escala es 5 y dicho umbral es 4.

10 5. Un método de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, que comprende determinar una función de KQI global de dicho conjunto de KQI, correspondiendo cada KQI de dicho conjunto de KQI a cada vídeo proporcionado a dicha aplicación de usuario, calculando:

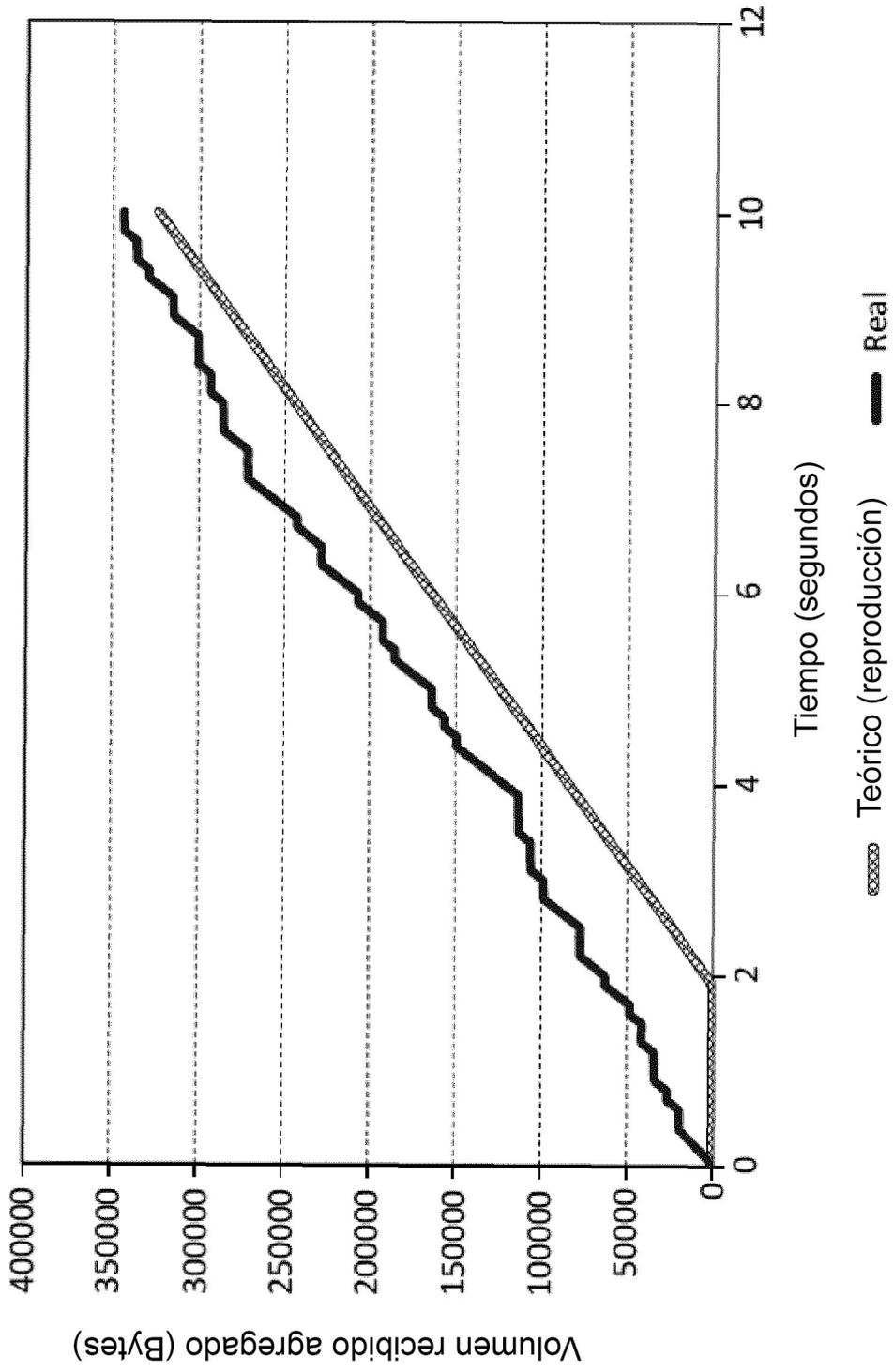
- 15
- la media de dicho conjunto de KQI;
  - la mediana de la función de distribución de dicho conjunto de KQI; o
  - un percentil de la función de distribución acumulativa de dicho conjunto de KQI.

20 6. Un método de acuerdo con la reivindicación 5, que comprende descartar KQI para dicho cálculo de KQI global si el tiempo de reproducción de los vídeos relacionados con dichos KQI está por debajo de un cierto umbral.

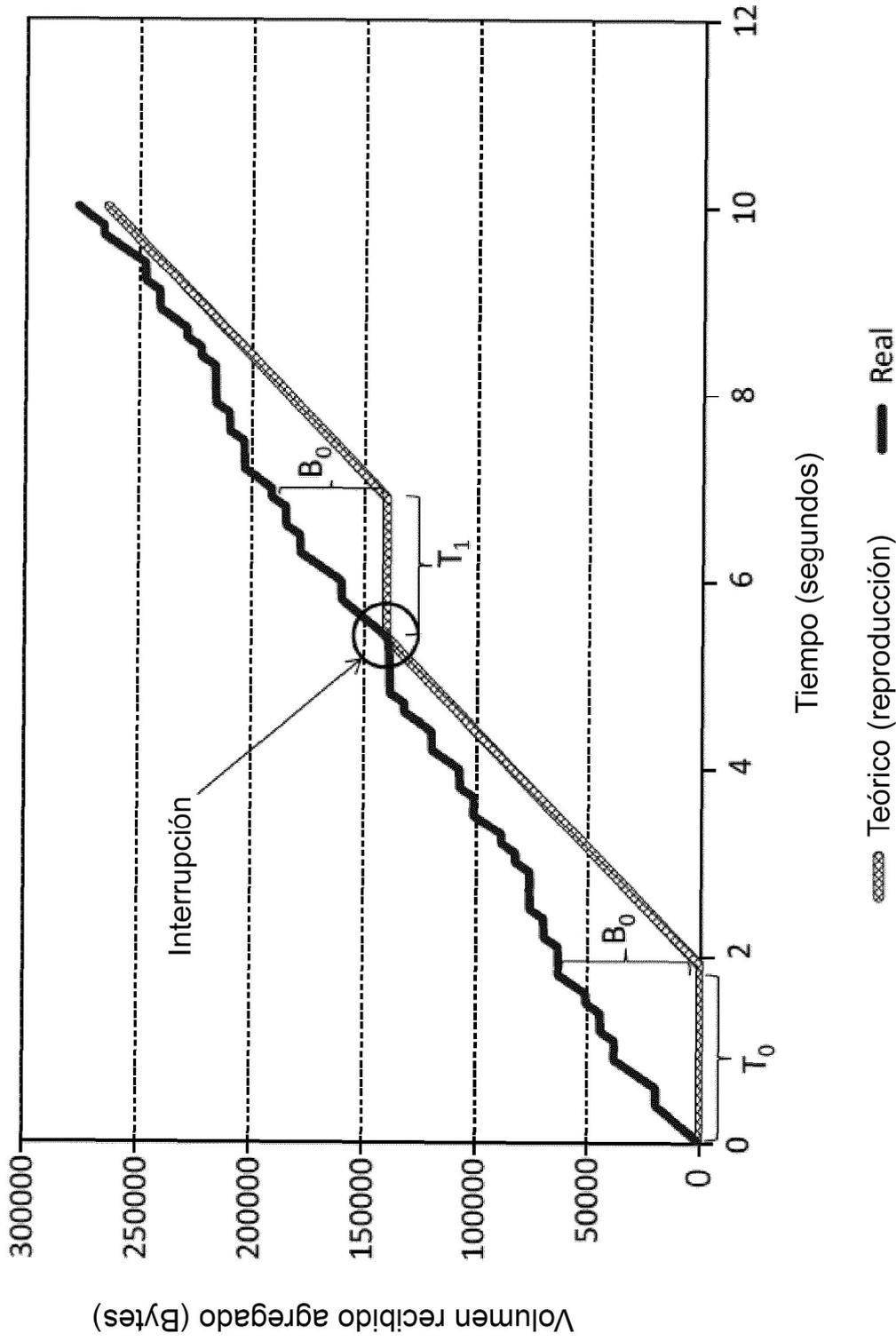
7. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho KQI global es la medida de dicha calidad de experiencia de un servicio de vídeo.



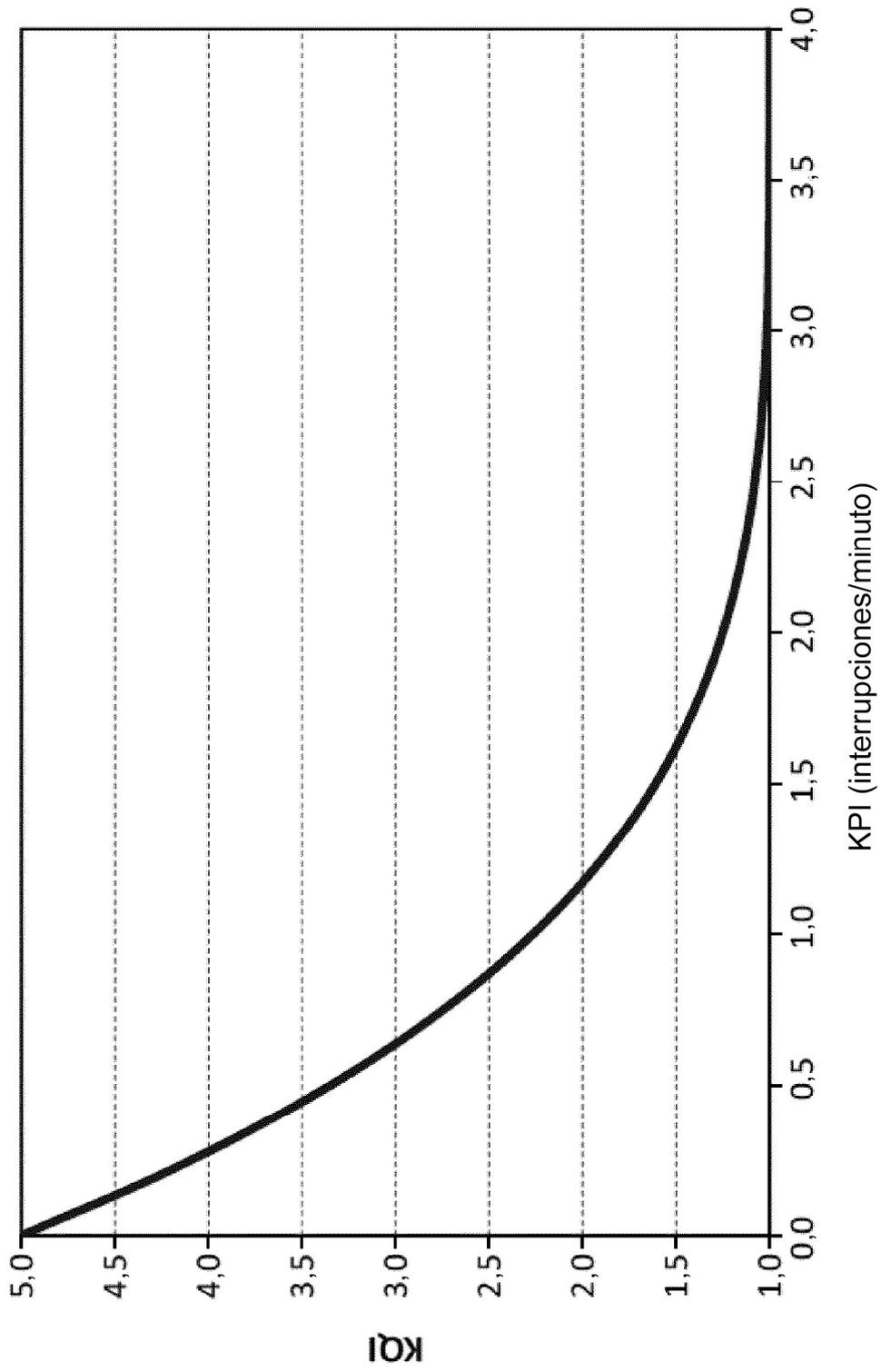
**FIG. 1**



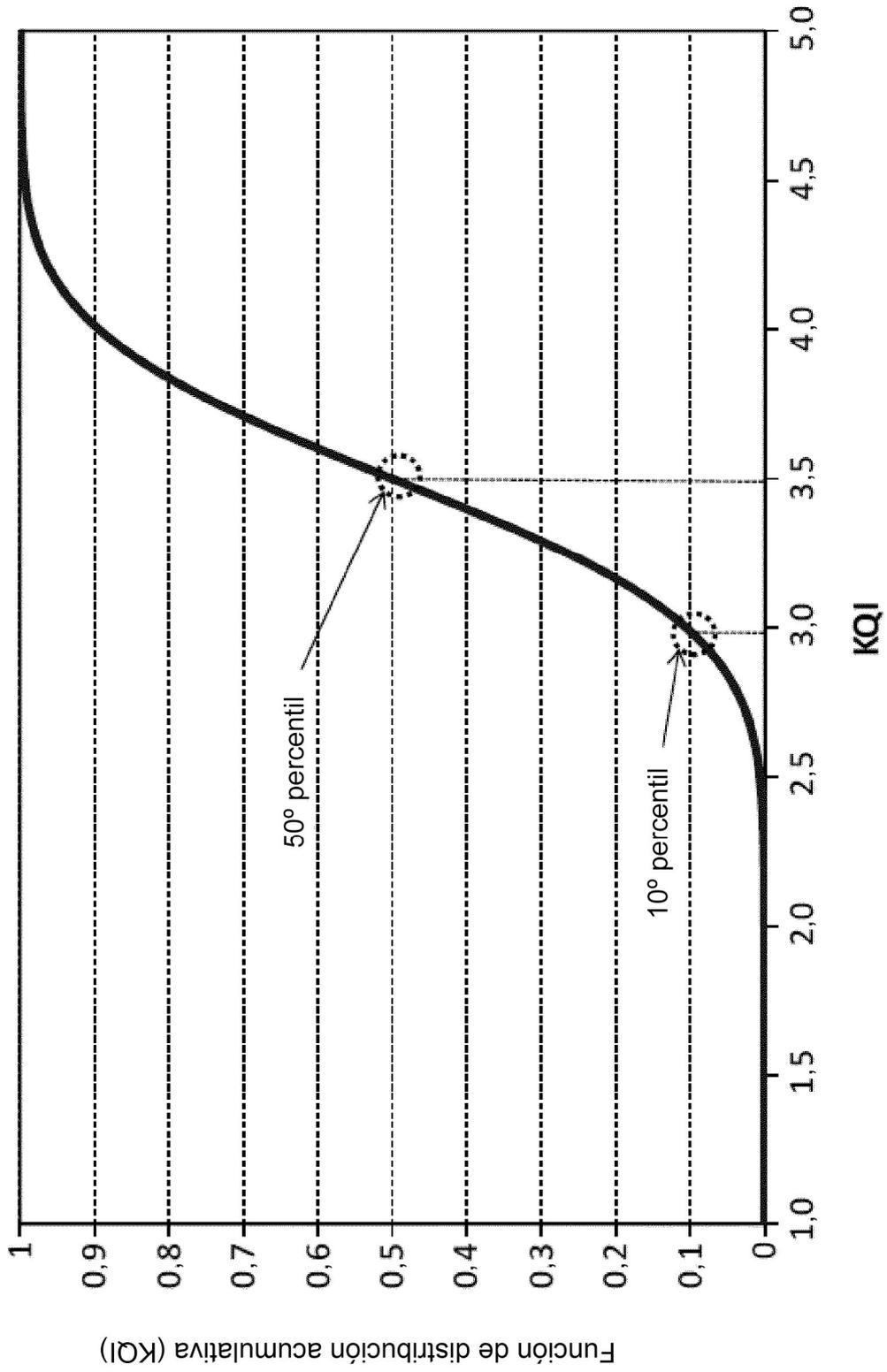
**FIG. 2**



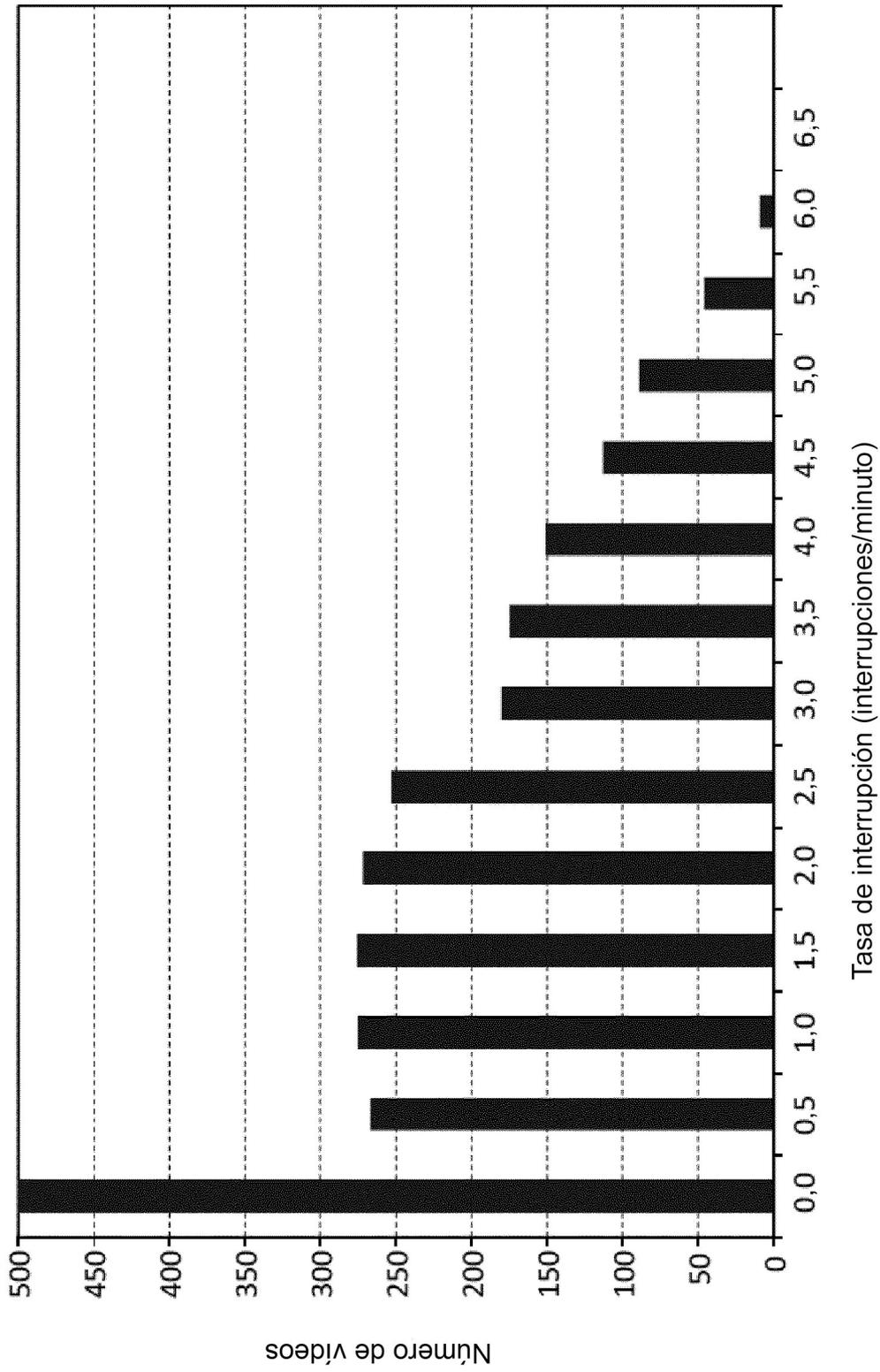
**FIG. 3**



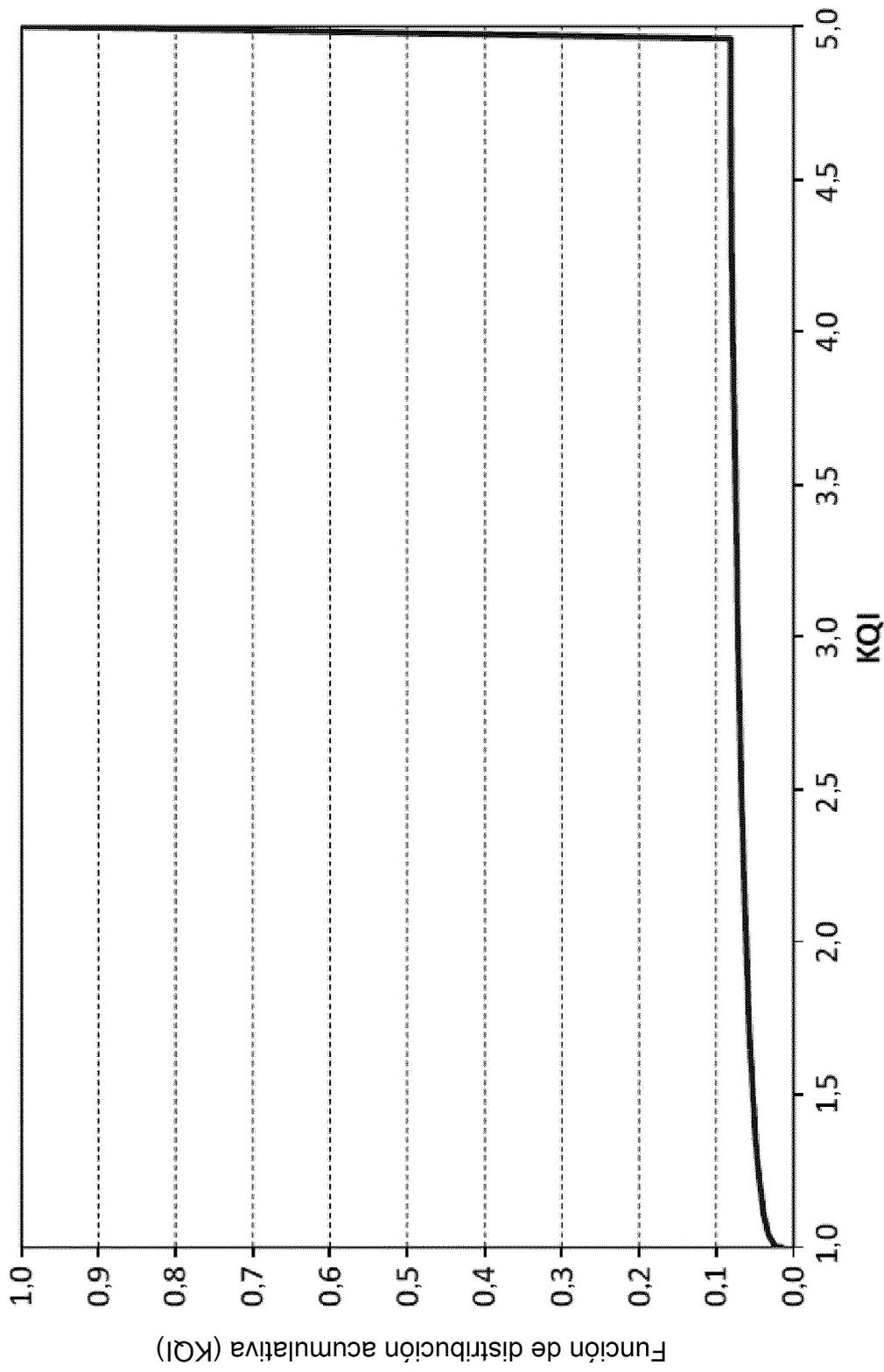
**FIG. 4**



**FIG. 5**



**FIG. 6**



**FIG. 7**