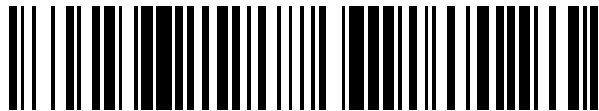


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 711 658**

21 Número de solicitud: 201700758

51 Int. Cl.:

**G16Z 99/00** (2009.01)

**A61F 9/08** (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

**02.11.2017**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**06.05.2019**

71 Solicitantes:

**GRIMALDOS RUIZ, Pedro (100.0%)**

**Ganduxer nº 16, 4-2**

**08021 Barcelona ES**

72 Inventor/es:

**GRIMALDOS RUIZ, Pedro**

74 Agente/Representante:

**UNGRÍA LÓPEZ, Javier**

54 Título: **Sistema de predicción y simulación de resultados tras iridoplastias láser (tratamientos con láser del iris)**

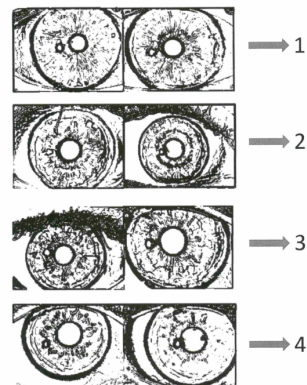
57 Resumen:

El invento es un sistema automático de predicción y simulación de resultados cosméticos tras iridoplastias láser (tratamientos con láser del iris), que consta de dos programas informáticos, uno de predicción y otro de simulación, y un equipo de captura de imágenes de alta definición de los ojos y de la cara.

El sistema de predicción se basa en la "Teoría de los dos genes del color de ojos", y utiliza la "Clasificación de grados de pigmentación del iris de Grimaldos" y una base de imágenes reales de pacientes ya tratados con igual fenotipo personal y familiar, y tratados con los mismos tipos de láser. El sistema calcula porcentajes de probabilidad de los diferentes tipos de resultado cosmético.

El sistema de simulación genera un modelo interactivo tridimensional de los ojos y la cara del paciente, y utiliza una paleta de colores basada en la "Escala de 60 colores del iris de Grimaldos". El sistema de simulación calcula la influencia de la iluminación ambiental y la distancia de observación en el tamaño de las pupilas y en la apariencia del color de los ojos.

Figura 1.



ES 2 711 658 A1

## DESCRIPCIÓN

Sistema de predicción y simulación de resultados tras iridoplastias láser (tratamientos con láser del iris).

5

### Sector de la técnica

El invento pertenece al sector de los sistemas de predicción y simulación de los resultados de intervenciones quirúrgicas mediante cirugía o láser. Como ejemplos podemos citar los sistemas de predicción y simulación tras operaciones de nariz (rinoplastias) o intervenciones con láser para corregir la miopía (cirugía refractiva).

10

### Estado de la técnica

Actualmente, no existe ningún sistema de predicción y/o simulación de tratamientos con láser del iris, o iridoplastia láser. Esta técnica trata las alteraciones o anomalías del pigmento del iris mediante el uso de diferentes tipos de láser oftalmológico.

15

### Problema técnico planteado

20

El resultado final de la iridoplastia láser depende de varios factores, que son los siguientes:

- El estado inicial del iris, es decir, su apariencia original o fenotipo.

25

- Los antecedentes familiares de fenotipo.

- Los antecedentes familiares de genotipo.

- Iluminación ambiental

30

- Diámetro pupilar

- Distancia de observación

35

- Tipo de láser utilizado

Los factores citados anteriormente determinan de forma decisiva el resultado cosmético de la técnica iridoplastia láser, por lo que no es posible realizar una predicción o simulación fiable sin tenerlos en cuenta.

40

Actualmente es obligatorio realizar una correcta predicción y simulación de los resultados antes de llevar a cabo cualquier tratamiento de cirugía o láser, especialmente con indicación estética. El paciente tiene derecho a solicitar una precisión del resultado antes de tomar la decisión de someterse al procedimiento, y esta documentación debe formar parte a nivel legal del consentimiento informado.

45

### Soluciones que aporta el invento

El invento consiste en la programación de dos software: uno para predecir el resultado y otro para simularlo.

50

El programa de predicción se basa en la "Teoría de los dos genes del color de ojos" (verde y azul) y tiene en cuenta las siguientes variables:

- Sexo del paciente
- Nivel de pigmentación (I-IV) según la clasificación de Grimaldos (Fig 1)
- 5 - Color de piel: oscura o clara
- Color de cabello: castaño o rubio
- 10 - Fenotipo de padre y madre de color de ojos (marrón, verde o azul), color de piel (oscuro o clara) y color de cabello (castaño o rubio)

15 Teniendo en cuenta las bases de la "Teoría de los dos genes", el estado original de los ojos y el tipo de tratamiento con láser aplicado, el software calculará automáticamente una predicción del resultado estético, utilizando una base de imágenes de resultados cosméticos reales de pacientes con características de fenotipo y genotipo semejantes, y que recibieron tratamientos láser similares. De esta forma, la predicción generada será altamente fiable, y fidedigna con la realidad (Fig 2).

20 El programa de simulación consiste en generar un modelo artificial en 3D (tres dimensiones) del ojo del paciente y de su cara. Estas dos imágenes serán interactivas y podrán ser modificadas por el explorador en los siguientes parámetros:

- Color del iris, a partir de una paleta de 60 colores (Escala de Grimaldos) (Fig 3)
- 25 - Nivel de iluminación ambiental, que modifica el tamaño de las pupilas y la apariencia del color del iris
- Distancia de observación, que influye en el aspecto del color del iris

30 Las imágenes en 3D de los ojos del paciente y de su cara serán generadas a partir de fotografías de alta definición y resolución.

### **Ventajas técnicas que aporta la invención**

35 El invento aporta grandes ventajas en la predicción y simulación del resultado final tras la iridoplastia láser. Éstas son:

- 40 - Cálculo matemático del porcentaje de probabilidad en la obtención de los diferentes tipos de resultados estéticos.
- Alta fiabilidad de predicción, al tener en cuenta el fenotipo y el genotipo del paciente.
- Alta congruencia de predicción al basarse los cálculos en la "Teoría de los dos genes del color de ojos".
- 45 - Alta fidelidad de la predicción estética al usar una base de datos con imágenes reales de pacientes ya tratados con el mismo fenotipo y genotipo.
- Alta precisión de la predicción estética al emplear una base de datos con imágenes reales de pacientes ya tratados con los mismos tipos de láser.
- 50 - Predicción real de la influencia de la iluminación ambiental en el tamaño de las pupilas y la apariencia del color de los ojos.

- Predicción real de la influencia de la distancia de observación en relación a la apariencia del color de los ojos.

### Ejemplo de realización

5 Como ejemplo ponemos un paciente varón de nivel de pigmentación de grado 2 (Fig 4) según la clasificación de Grimaldos (Fig 1), con color de piel clara y color de cabello rubio, cuyo padre tiene ojos azules, color de piel clara y color de cabello castaño, y cuya madre tiene ojos marrones, color de piel clara y color de cabello rubio.

10 Una vez procesados estos datos del fenotipo del paciente y de sus padres con el software específico de predicción del resultado tras la iridoplastia láser, obtenemos de forma automática la siguiente predicción:

- 15 - Color de ojos azul en un 75% con tono muy claro (Fig 5)
- Color de ojos verde en un 25% con tono muy claro (Fig 6)

20 Para realizar la simulación del resultado estético capturamos fotografías de alta resolución de los ojos y de la cara del paciente, que procesaremos con el software específico de simulación de resultados. En el paciente que hemos puesto como ejemplo de realización obtenemos la siguiente simulación:

- 25 - Modelo interactivo del ojo en tres dimensiones (3D) (Fig 7), en el que podemos cambiar su color y tono según la paleta de colores de la Escala de colores de Grimaldos (Fig 3).
- Modelo interactivo del ojo en tres dimensiones (3D), en el que podemos cambiar la iluminación ambiental y observar los cambios del tamaño de la pupila y de la apariencia del color y tono. Con alta iluminación observamos en la Fig 8 el ojo con pupila pequeña y color brillante. Con iluminación moderada observamos en la Fig 9 el ojo con pupila intermedia y color menos brillante. Y con iluminación baja observamos en la Fig 10 el ojo con pupila grande y color apagado.
- 30 - Modelo interactivo de la cara del paciente en tres dimensiones (3D), en el que podemos cambiar la distancia de observación. En una distancia corta de primer plano observamos en la Fig 11 los ojos con pupila pequeña y color brillante. Y a larga distancia observamos en la Fig 12 los ojos sin poder discriminar el tamaño de la pupila y con color apagado.

### 40 Descripción de las figuras

Figura 1.- Clasificación de pigmentación del iris de Grimaldos:

- 45 1- Grado 1: Muy baja concentración de pigmento
- 2- Grado 2: Baja concentración de pigmento
- 3- Grado 3: Media concentración de pigmento
- 50 4- Grado 4: Alta concentración de pigmento

Figura 2.- Ejemplo de predicción de resultado:

Ojo de color verde y tono claro

Figura 3.- Escala de 60 colores de iris de Grimaldos:

1- Gama de colores marrones (20)

5

2- Gama de colores verdes (20)

3- Gama de colores azules (20)

Figura 4.- Ejemplo de paciente con grado 2 de pigmentación

10

Figura 5.- Predicción de ojo azul muy claro (75% de probabilidad)

Figura 6.- Predicción de ojo verde muy claro (75% de probabilidad)

15

Figura 7.- Modelo interactivo tridimensional del ojo

Figura 8.- Efecto visual de la predicción con alta iluminación:

Pupila pequeña y Color brillante

20

Figura 9.- Efecto visual de la predicción con iluminación media:

Pupila intermedia y Color menos brillante

25

Figura 10.- Efecto visual de la predicción con baja iluminación:

Pupila grande y Color oscuro

30

Figura 11.- Efecto visual de predicción a corta distancia:

Pupila pequeña y Color brillante

Figura 12.- Efecto visual de predicción a larga distancia:

35

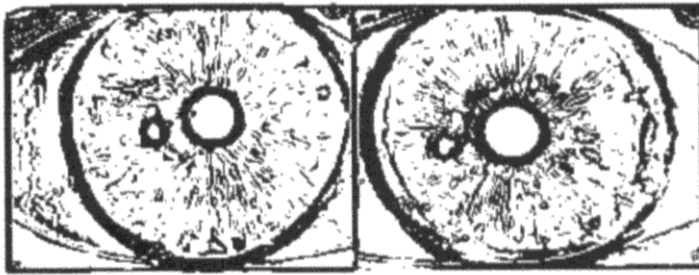
Tamaño de pupila no apreciable y Color oscuro

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Sistema automático de predicción de resultados tras iridoplastias láser (tratamientos con láser del iris). El invento consta de:
- Programa informático de predicción de resultados basado en la "Teoría de los dos genes del color de ojos".
  - 10 - Programa informático de predicción de resultados que utiliza la clasificación de pigmentación de iris de Grimaldos.
  - Programa informático de predicción de resultados que se utiliza los rasgos personales y familiares de fenotipo: color de ojos, grado de pigmentación ocular, color de piel y color de cabello.
  - 15 - Programa informático de predicción de resultados que utiliza una base de imágenes reales de pacientes ya tratados con los mismos rasgos de fenotipo.
  - Programa informático de predicción de resultados que utiliza una base de imágenes reales de pacientes ya tratados con los mismos tipos de láser.
  - 20 - Programa informático de predicción de resultados que calcula los porcentajes de probabilidad de obtención de los diferentes tipos de resultado cosmético.
- 25 2. Sistema automático de predicción de resultados tras iridoplastias láser según reivindicación 1, que utiliza cualquier teoría de herencia del color de los ojos.
- 30 3. Sistema automático de predicción de resultados tras iridoplastias láser según reivindicaciones 1 y 2, que utiliza cualquier tipo de clasificación de grado de pigmentación del iris.
- 35 4. Sistema automático de predicción de resultados tras iridoplastias láser según reivindicaciones 1, 2 y 3, que utiliza cualquier tipo de rasgo de fenotipo o genotipo, personal o familiar.
- 40 5. Sistema automático de predicción de resultados tras iridoplastias láser según reivindicaciones 1, 2 3 y 4, que no utiliza imágenes reales de pacientes ya tratados, sino que usa imágenes artificiales generadas por ordenador.
- 45 6. Sistema automático de predicción de resultados tras iridoplastias láser según reivindicaciones 1, 2, 3, 4 y 5, que no calcula porcentajes de probabilidad.
- 50 7. Sistema automático de simulación de resultados tras iridoplastias láser (tratamientos con láser del iris). El invento consta de:
- Programa informático de simulación de resultados que genera un modelo interactivo tridimensional del ojo y la cara.
  - Programa informático de simulación de resultados que utiliza una paleta de colores basada en la "Escala de 60 colores de Grimaldos".
  - Programa informático de simulación de resultados que calcula la influencia de la iluminación ambiental en el tamaño de la pupila y el color del ojo.

- Programa informático de simulación de resultados que calcula la influencia de la distancia de observación en la apariencia cosmética de los ojos.
  - Sistema de captura de fotografías de alta resolución de los ojos y de la cara del paciente.
- 5
8. Sistema automático de simulación de resultados tras iridoplastias láser según reivindicación 7, que genera cualquier tipo de modelo del ojo y la cara, bidimensional o tridimensional, de un ojo, de dos ojos, de la cara, de tipo interactivo o no.
- 10
9. Sistema automático de simulación de resultados tras iridoplastias láser según reivindicación 7 y 8, que utiliza cualquier tipo de paleta de colores o clasificación de colores.
- 15
10. Sistema automático de simulación de resultados tras iridoplastias láser según reivindicaciones 7, 8 y 9, que utiliza cualquier factor pueda influir en la apariencia cosmética.
- 20
11. Sistema automático de simulación de resultados tras iridoplastias láser según reivindicaciones 7, 8, 9 y 10, que utiliza cualquier modo de captura de las imágenes de los ojos y la cara, fotografía, video, cámaras web, cámaras infrarrojas, etc.

Figura 1.



→ 1



→ 2



→ 3



→ 4



Figura 2.

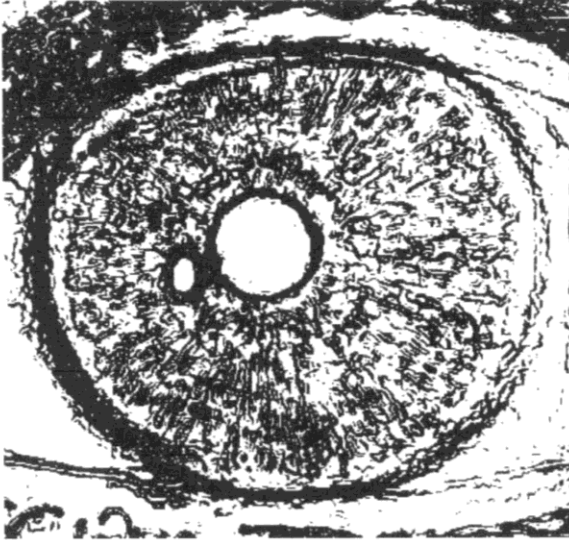
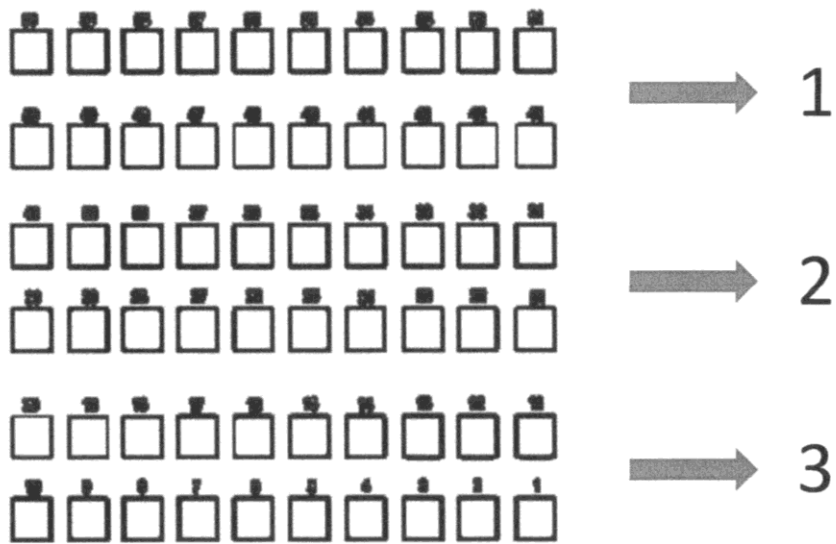
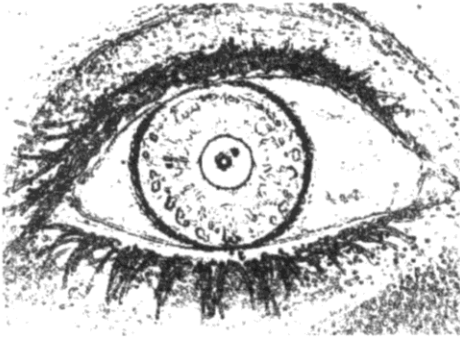


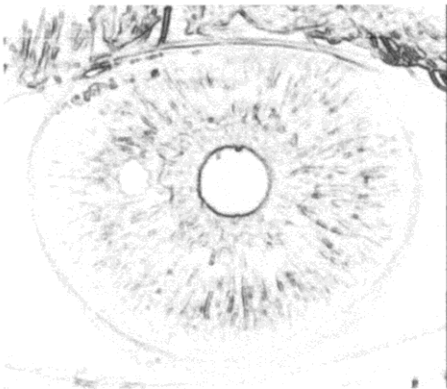
Figura 3.



**Figura 4.**



**Figura 5.**



**Figura 6.**

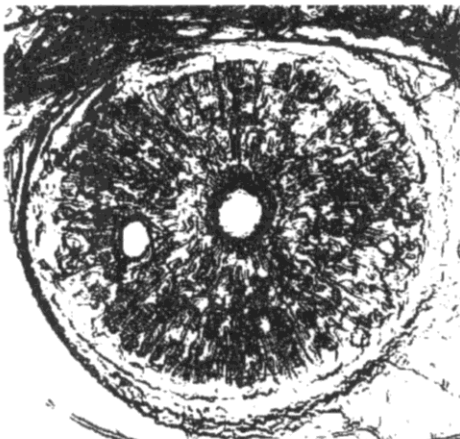


Figura 7.

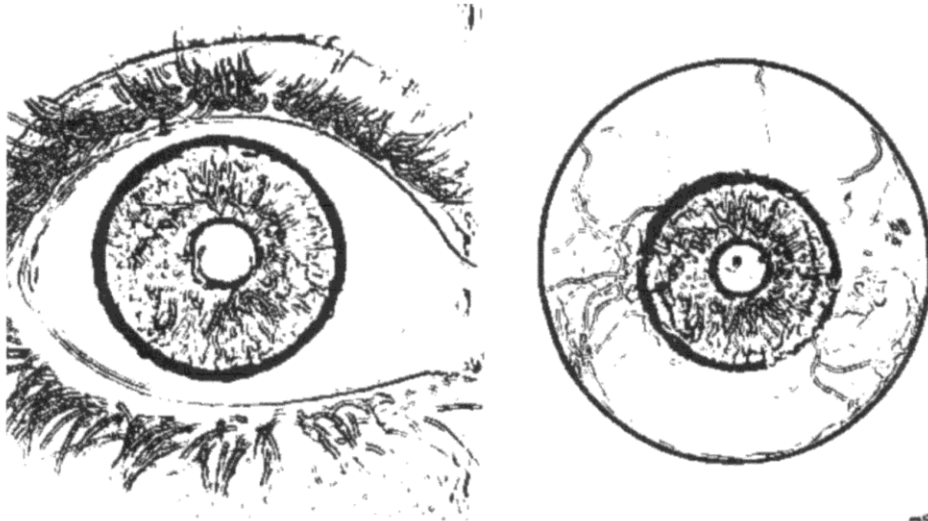


Figura 8.

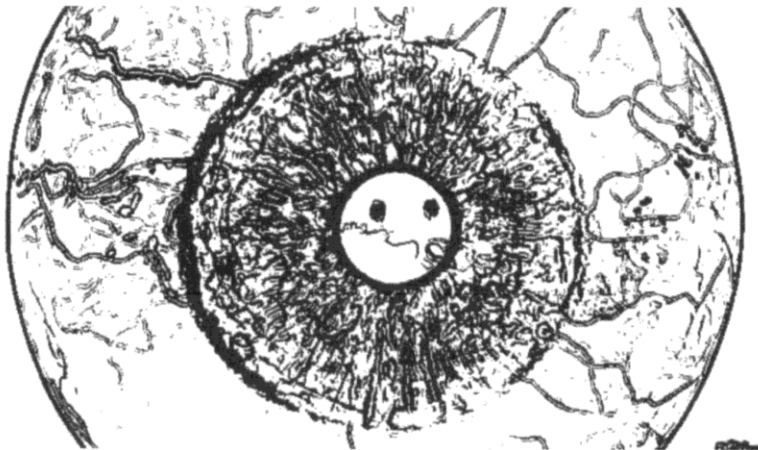


Figura 9.

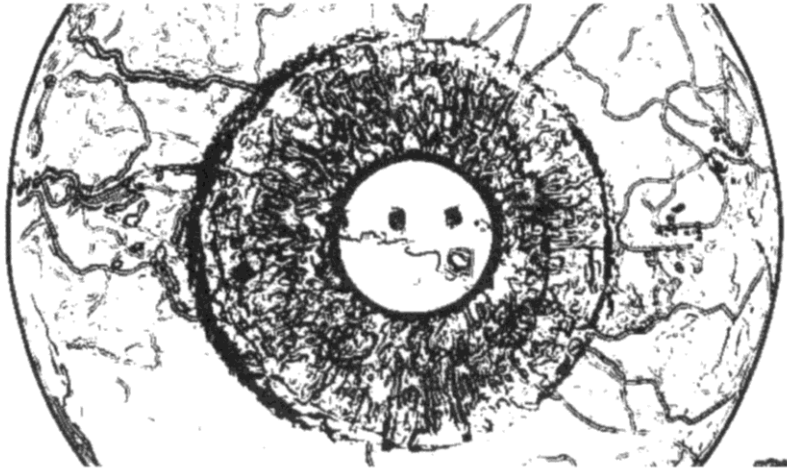
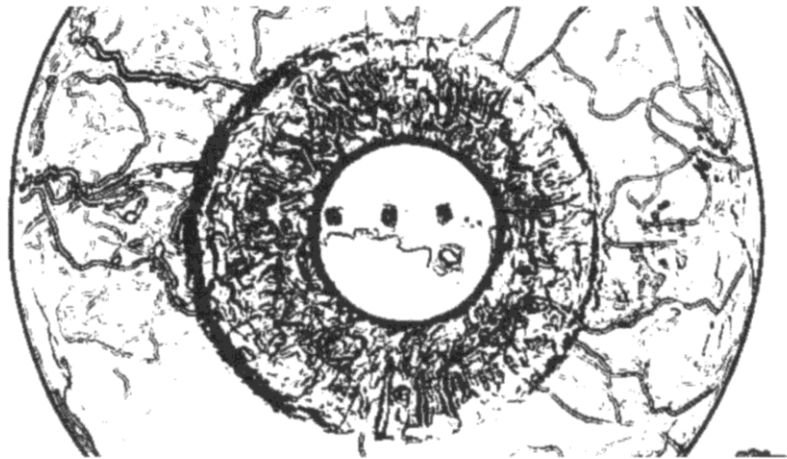


Figura 10.



**Figura 11.**



**Figura 12.**





- ②① N.º solicitud: 201700758  
 ②② Fecha de presentación de la solicitud: 02.11.2017  
 ③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: **G06F19/00** (2018.01)  
**A61F9/008** (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
E	WO 2018033727 A1 (STROMA MEDICAL CORP.) 22/02/2018, página 2, línea 12 - página 3, línea 2; página 4, línea 14 - página 13, línea 23;	1-11
Y	US 2005049584 A1 (HOMER) 03/03/2005, párrafos [20 - 41];	1-11
Y	HUANG GUOFU et al. Anatomic predictors for anterior chamber angle opening after laser peripheral iridotomy in narrow angle eyes.. Current Eye Research, 08/05/2012, Vol. 37, Nº 7, Páginas 575-582	1-11
A	NÜTZI C. et al. Predictability of morphological changes of the anterior chamber angle after iridotomy by ultrasound biomicroscopy. Klinische Monatsblätter für Augenheilkunde, 04/2015, Vol. 232, Nº 4, Páginas 419-426	1-11
A	US 2007213693 A1 (PLUNKETT) 13/09/2007, párrafos [48, 65, 73, 105, 109, 112];	1-11
A	US 2001012933 A1 (HOMER) 09/08/2001, párrafos [7 - 10]; párrafos [12 - 23];	1-11
A	US 2011312534 A1 (KAYSER et al.) 22/12/2011, párrafo [1]; párrafos [9 - 39];	1-11

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

**El presente informe ha sido realizado**

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

<b>Fecha de realización del informe</b> 12.11.2018	<b>Examinador</b> A. Cárdenas Villar	<b>Página</b> 1/2
---	---	----------------------

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

G06F, A61F

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC, DWPI, NPL, INSPEC, BIOSIS, MEDLINE