



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

① Número de publicación: **2 237 245**

② Número de solicitud: 200202553

⑤ Int. Cl.

A61B 17/00 (2006.01)

A61B 19/00 (2006.01)

G05B 19/19 (2006.01)

B25J 9/16 (2006.01)

⑫

PATENTE DE INVENCION

B1

② Fecha de presentación: **07.11.2002**

④ Fecha de publicación de la solicitud: **16.07.2005**

Fecha de la concesión: **09.05.2006**

④ Fecha de anuncio de la concesión: **01.06.2006**

④ Fecha de publicación del folleto de la patente:
01.06.2006

⑦ Titular/es: **Universidad de Alcalá
Plaza San Diego, s/n
28801 Alcalá de Henares, Madrid, ES**

⑧ Inventor/es: **Boquete Vázquez, Luciano;
Dapena Crespo, Miguel A.;
Barea Navarro, Rafael y
García-Sancho Téllez, Luis**

④ Agente: **No consta**

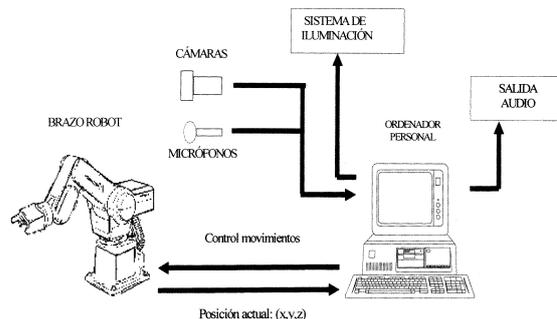
⑤ Título: **Robot asistente para la realización de funciones de instrumentista quirúrgico en el entorno de un quirófano.**

⑦ Resumen:

Robot asistente para la realización de funciones de instrumentista quirúrgico en el entorno de un quirófano.

Formado por un brazo robot industrial (1), una unidad de proceso (2) para el control del sistema; la unidad de proceso controla los movimientos del brazo robot y además tiene incorporado el hardware para la captura y digitalización de imágenes provenientes de varias cámaras (3), digitalización de la señal de varios micrófonos (4) comunicados con un sistema reconocedor de comandos vocales y del locutor que los ha pronunciado, control sobre un sistema de iluminación (5) y salida de audio (6) generado en un sintetizador de voz.

El funcionamiento integrado de todos los elementos permite reconocer comandos vocales de diferentes personas, identificando el locutor y ejecutando los movimientos necesarios para recoger y entregar el instrumental utilizado en una operación quirúrgica, realizando las funciones de un instrumentista quirúrgico.



ES 2 237 245 B1

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 37.3.8 LP.

DESCRIPCIÓN

Robot asistente para la realización de funciones de instrumentista quirúrgico en el entorno de un quirófano.

Sector de la técnica

La presente invención se refiere a un sistema robótico, con la capacidad de reconocer comandos vocales y escenas por visión artificial, que puede ser utilizado como elemento auxiliar en operaciones de cirugía realizando las funciones de un instrumentista quirúrgico, entregando, recogiendo y clasificando el instrumental utilizado en la operación.

Estado de la técnica

Los sistemas robóticos se utilizan cada día con más frecuencia en más aplicaciones, sobre todo en aquellas en las que deban realizarse funciones repetitivas: montaje de piezas en una cadena de fabricación, ayuda a minusválidos, desactivación de explosivos, etc. Dentro del área de medicina se está introduciendo su utilización en cirugía: operaciones maxilofaciales, baypass y reparación de válvulas de corazón, cirugía abdominal, urología, laparo o endoscopia etc, pero en estos casos siempre se realizan las funciones bajo la supervisión de una persona, debido a las diferencias morfológicas entre un paciente y otro.

En la mayoría de la operaciones de cirugía se necesita el siguiente personal: cirujano jefe, uno o varios cirujanos auxiliares, anestesista e instrumentista quirúrgico. La labor de este último es la de gestionar el instrumental, como bisturíes, tijeras, etc. y demás utensilios utilizados en la operación, como gasas, compresas, etc. Sus funciones básicas son entregar y recoger el mismo a petición de cualquiera de los cirujanos, limpiarlo, ordenarlo y contabilizarlo, para que no quede ningún objeto olvidado en el cuerpo del paciente.

La labor de un instrumentista es una función estresante, con jornadas largas de trabajo, frecuentemente a horas intempestivas por la urgencia o la disponibilidad de quirófanos, repetitiva, monótona y aburrida, en la que la mayoría de la comunicación con el resto del personal se realiza por comando vocales, y por lo tanto, susceptible de ser automatizada con la técnicas disponibles hoy en día.

Otros problemas de este colectivo pueden ser lesiones traumáticas hirientes por instrumental punzante o cortante que pueden transmitir enfermedades contagiosas como SIDA o hepatitis o infecciones locales, regionales o septicemias. En definitiva, se trata de un trabajo poco estimulante con una importante sobrecarga física y psíquica. Si a esto añadimos el interés en reducir el número de personas que intervienen en una operación, ya sea por motivos de reducción de la posibilidad de contagios hacia/desde el enfermo y también por la reducción de costes de personal, se justifica la utilización de un sistema robótico para la realización de las funciones propias de un instrumentista en el entorno de un quirófano.

Los medios técnicos disponibles para la implementación del instrumentista consisten en un brazo robot, con la suficiente precisión y grados de libertad en sus movimientos y con la posibilidad de coger el instrumental utilizado en una operación; un sistema reconocedor de voz, para la identificación tanto del comando como de la persona que lo ha pronunciado y un sistema de visión artificial, para aquellos casos en los que el robot debe recoger el instrumental de

do previamente por alguno de los cirujanos sobre una bandeja.

No se conoce la existencia de patente o modelo de utilidad alguno cuyas características sean el objeto de la presente invención.

Explicación de la invención

El funcionamiento del robot asistente para la realización de funciones de instrumentista quirúrgico en el entorno de un quirófano se consigue mediante la actuación coordinada de los siguientes elementos:

Brazo robot industrial, comandado desde la unidad de proceso de la invención, y tiene como finalidad el recoger y entregar en determinadas coordenadas (x, y, z) el instrumental utilizado en una operación quirúrgica.

Elemento captador de señales de audio, formado por varios micrófonos con los adecuados circuitos para la amplificación y digitalización de las señales.

Elemento captador de imágenes de vídeo, formado por varias cámaras conectadas a las correspondientes tarjetas de digitalización de imágenes.

Sistema de iluminación, controlado por señales generadas en la unidad de proceso.

Salida de audio, que reproduce las señales generadas en un sintetizador de voz controlador desde la unidad de proceso.

Unidad de proceso. Se trata de un sistema de cómputo desde el que se realiza el control del funcionamiento de la invención. La unidad de proceso tiene acceso a las señales digitalizadas generadas en el elemento captador de las señales de audio y a las señales digitales generadas en el elemento captador de imágenes de vídeo. Las señales de audio constituyen la entrada de un módulo software que analiza las mismas detectando los comandos vocales pronunciados e identifica la persona que los ha pronunciado, dentro de un universo reducido pero suficiente de posibilidades. La salida de este módulo software de análisis de señales vocales es el comando pronunciado por alguno de los cirujanos y la identificación de la persona que lo ha pronunciado; esta información constituyen las órdenes que indican las acciones que debe realizar el brazo robot.

Las señales digitalizadas provenientes del elemento captador de imágenes de vídeo constituyen la entrada a un módulo software de análisis de imágenes, que tiene como finalidad identificar ciertas formas predefinidas y calcular la posición espacial en la que se encuentran. En particular, cuando uno de los cirujanos da la orden para que el instrumentista recoja cierto instrumental, en primer lugar el cirujano lo deposita en una bandeja, a la que enfocan las cámaras, una vez recibida y decodificada la orden y la persona que la ha pronunciado, el sistema reconoce en qué bandeja se ha depositado el instrumental y analizando la imagen, reconoce la orientación en la que se encuentra el objeto y en consecuencia puede determinar las coordenadas a las que debe dirigirse el brazo robot.

En el caso en que se solicite al sistema que entregue cierto instrumental, a partir de la decodificación del comando y del locutor que lo ha pronunciado, se tiene toda la información necesaria para recoger el instrumento solicitado en un carrito, colocado siempre en una posición de referencia, y acercarlo con el brazo robot al cirujano que ha pronunciado la orden.

La unidad de proceso dispone de salidas electrónicas que permiten actuar sobre un sistema de ilumina-

ción que afecta a las bandejas en las que los cirujanos depositan el instrumental cuando debe ser recogido por el brazo robot, con el fin de obtener las imágenes en las mejores condiciones.

El programa software ejecutado en la unidad de proceso cuenta con una base de datos en la que se almacenan muestras de señales digitales de un número limitado de comandos que pueden ser utilizados en la operación y de las diferentes personas que pueden intervenir como cirujanos; dispone en otra base de datos de las características geométricas de todo el instrumental que puede ser utilizado en la operación y en una tercera base de datos se registra el tipo de iluminación más conveniente para cada tipo de instrumento.

Desde el programa ejecutado en la unidad de proceso se controla el funcionamiento de un sintetizador de voz, que se activa cuando el sistema reconocedor de voz no ha reconocido con la suficiente seguridad un comando vocal para repetirlo y que el cirujano que lo ha pronunciado lo repita.

Breve descripción de los dibujos

Para la mejor comprensión de cuanto queda descrito en la presente memoria, se acompañan unos dibujos en los que, tan sólo a título de ejemplo, se representa un caso práctico de realización de la invención.

La Figura 1 muestra los diferentes elementos que forman la presente invención.

La Figura 2 muestra esquemáticamente el proceso mediante el cual un cirujano pide al sistema robótico que le entregue cierto instrumento.

La Figura 3 muestra proceso mediante el cual un cirujano pide al sistema robótico que recoja de una bandeja cierto instrumento.

Modo de realización

A nivel hardware, el sistema objeto de la presente invención está formado por un brazo robot con al menos X grados de libertad, y terminado en una garra con activación eléctrica o neumática, que también tiene las funciones de electroimán, para recoger piezas metálicas; los movimientos del brazo robot se ordenan por medio de un bus de comunicaciones desde un ordenador personal, que actúa como unidad de proceso de la invención; la relación de comandos para el control del movimiento del brazo robot permiten el movimiento de cada uno de sus ejes, así como la activación simultánea de la garra o de la función de electroimán. Un módulo software ejecutado en el ordenador realiza las funciones de "generador de trayectorias" y el mismo calcula los movimientos que debe realizar el robot para desplazarse desde la posición actual (Xo, Yo, Zo) hasta la posición deseada (X1, Y1, Z1).

La comunicación hombre-máquina se realiza por medio de un reconocedor de voz, con la capacidad de discriminar tanto determinados vocablos u órdenes y el locutor que los ha pronunciado, todo ello después de un proceso de entrenamiento previo, en el que los usuarios del sistema pronuncian los comandos para que el reconocedor de voz los discrimine. Con el fin de que el mismo sistema pueda ser utilizado por diferentes usuarios, los parámetros del reconocedor de voz propios de cada persona se almacenan en un fichero, con lo que un cirujano que ya ha entrenado al sistema, antes de iniciar una operación debe seleccionar el fichero de su propia persona. Se utiliza un diccionario de comandos, que no necesariamente corresponde con su pronunciación en lenguaje cotidiano; se

trata de buscar comandos o vocablos que pueden ser discriminados con mejor precisión por el sistema de reconocimiento de voz.

Cuando el algoritmo de reconocimiento de voz no esté seguro de que ha entendido bien el comando, mediante la activación de un altavoz y un sintetizador de voz lo repite, para que se proceda a la repetición del comando hasta que el sistema lo reconozca con la suficiente fiabilidad.

Partiendo de una situación activa y de reposo, el sistema permanece a la escucha de comandos vocales continuamente. Cuando detecta alguno perteneciente al diccionario definido, y que además ha sido pronunciado por alguno de los cirujanos que realizan la operación, el sistema se pone en movimiento. En general, el tipo de órdenes que puede recibir son "DAME A"; a partir del sistema de captura y digitalización de voz, el reconocedor de voz identifica la orden y cuál ha sido la persona que la ha pronunciado; como el programa conoce donde está el objeto A (para ello debe haber un sistema de posicionamiento de referencia), lo coge de la forma apropiada, con la garra o con el sistema de electroimán y lo acerca al cirujano que ha pronunciado la orden pues la posición de los cirujanos alrededor de la mesa de operaciones siempre es aproximadamente la misma; en ese punto el robot espera a que el cirujano recoja el objeto A y una vez detectado este evento, por ejemplo porque el cirujano pronuncia el comando "GRACIAS" el brazo robot vuelve a su posición de reposo. Para la realización de esta función, se requiere del funcionamiento coordinado del sistema de adquisición y digitalización de voz, reconocedor de voz y del locutor y planificación y ejecución de las trayectorias que debe ejecutar el brazo robot (Figura 2).

En el caso en que al robot instrumentista se le solicite que recoja algún instrumento dado por un cirujano, éste en primer lugar deposita el instrumento en una bandeja y el sistema robótico debe recoger el objeto de dicha bandeja. Para no obligar a que el cirujano siempre deposite los objetos en una posición y orientación determinada, se utiliza un sistema de visión artificial, formado por una o varias cámaras enfocadas a estas bandejas; en un primer instante se activa la iluminación de la bandeja y una vez digitalizada la imagen, ésta se analiza por técnicas de procesado digital de imágenes y se determina en qué posición y con qué orientación se ha depositado el objeto. Dichas coordenadas se transfieren al módulo generador de trayectorias para que recoja el objeto. La fase de análisis de imágenes se facilita porque es posible activar el tipo de iluminación más adecuada, por ejemplo, contraluz o difusa, en función de las características del objeto a recoger, antes de la captura de la imagen. En este proceso, una vez recogido el objeto sobre la bandeja, se genera la trayectoria adecuada para depositar el mismo en una bandeja final.

Para conseguir un sistema de iluminación a contraluz la fuente luminosa se encontrará debajo de la bandeja en la que se deposita el instrumental, que además deberá ser translúcida; para conseguir un sistema de iluminación difusa, la fuente de luz se encuentra a una altura de unos 50 cm sobre la bandeja; ambas fuentes de iluminación se activan desde los puertos del ordenador que se aplican a los circuitos electrónicos de alimentación de las fuentes. En el programa software de gestión del sistema robótico se contempla

el tipo de iluminación más conveniente para cada tipo de objeto o instrumento que debe recoger el robot.
También llevará la contabilidad de los objetos uti-

lizados, para comprobar que al final de la operación no queda ninguno en el interior del paciente o sobre la mesa de operaciones.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Robot asistente para la realización de funciones de instrumentista quirúrgico en el entorno de un quirófano **caracterizado** porque está constituido por un brazo robot, una unidad de proceso, un sistema para la captación de imágenes, un sistema para la captación de señales de audio, un sistema para el control de iluminación y un sistema de salida de audio.

2. Robot asistente para la realización de funciones de instrumentista quirúrgico en el entorno de un quirófano según reivindicación 1 **caracterizado** porque realiza la funciones de un instrumentista quirúrgico, entregando, recogiendo y contabilizando el material utilizado en la operación a uno o varios cirujanos.

3. Robot asistente para la realización de funciones de instrumentista quirúrgico en el entorno de un quirófano según reivindicación 1 **caracterizado** porque la comunicación hombre-máquina se realiza por medio de comandos vocales, que permiten el reconocimiento de los comandos pronunciados y de la persona que los ha pronunciado.

4. Robot asistente para la realización de funciones de instrumentista quirúrgico en el entorno de un quirófano según reivindicación 1 **caracterizado** porque los movimientos del brazo robot se controlan por comandos enviados desde la unidad de proceso, obtenidos a partir de los cálculos realizados en un módulo software generador de trayectorias.

5. Robot asistente para la realización de funciones de instrumentista quirúrgico en el entorno de un quirófano según reivindicación 1 **caracterizado** porque la secuencia de movimientos realizados por el brazo robot depende del comando pronunciado y de la persona que lo ha pronunciado.

6. Robot asistente para la realización de funciones de instrumentista quirúrgico en el entorno de un quirófano según reivindicación 1 **caracterizado** porque almacena en una base de datos las características de las señales vocales de varios locutores diferentes, permitiendo que el mismo equipo sea utilizado por diferentes personas.

7. Robot asistente para la realización de funciones de instrumentista quirúrgico en el entorno de un quirófano según reivindicación 1 **caracterizado** porque dispone de un sistema de captura y procesamiento de imágenes.

8. Robot asistente para la realización de funciones de instrumentista quirúrgico en el entorno de un quirófano según reivindicación 1 **caracterizado** porque el sistema de procesamiento de imágenes indicado en la reivindicación 7 detecta la posición geométrica del instrumental depositado por el cirujano y envía sus coordenadas, así como su orientación, al módulo generador de trayectorias para su recogida.

9. Robot asistente para la realización de funciones de instrumentista quirúrgico en el entorno de un quirófano según reivindicación 1 **caracterizado** porque actúa sobre el sistema de iluminación en función de las características del objeto a recoger.

10. Robot asistente para la realización de funciones de instrumentista quirúrgico en el entorno de un quirófano según reivindicación 1 **caracterizado** porque dispone de un base de datos en la que se almacenan las características geométricas de los diferentes elementos que pueden ser utilizados en una operación. Estas características geométricas permiten que el sistema de procesamiento de imágenes identifique los objetos que debe recoger el brazo robot.

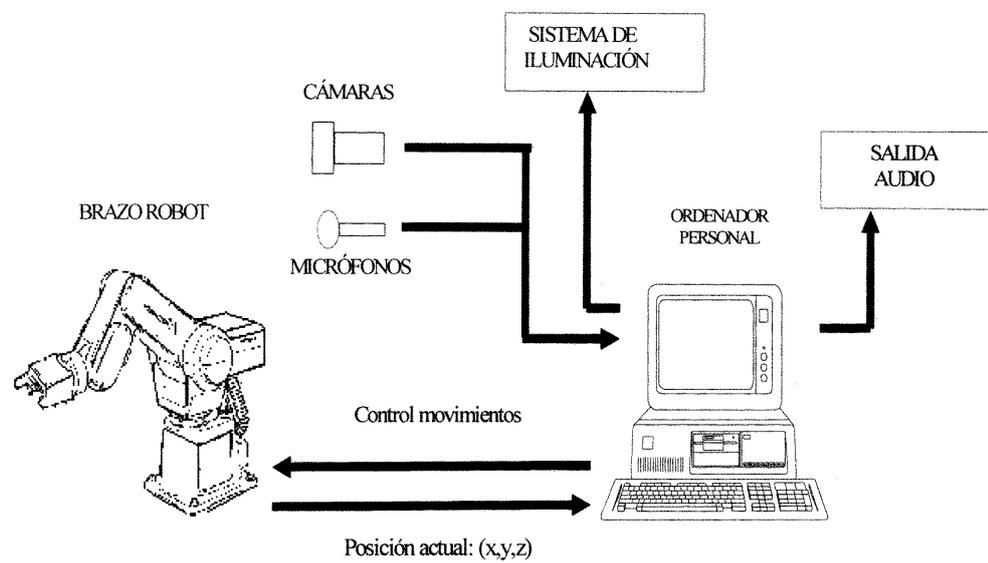


Figura 1. Elementos que forman el robot asistente para la realización de funciones de instrumentista quirúrgico en el entorno de un quirófano

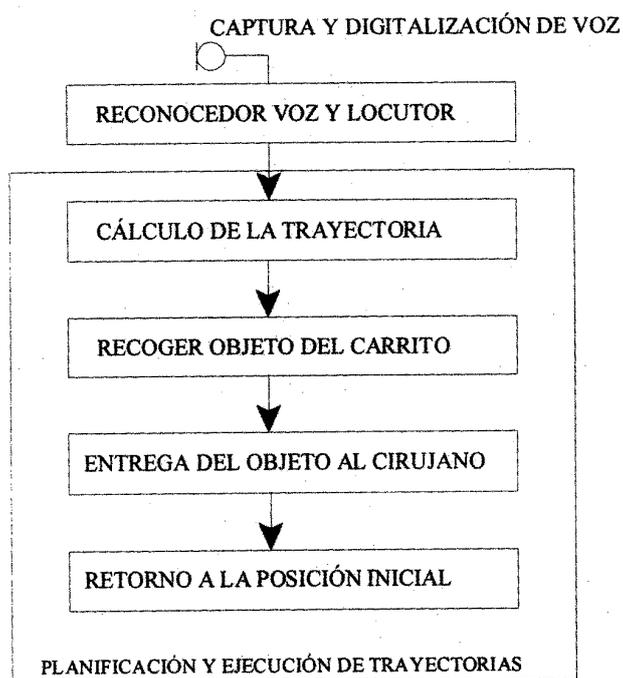


Figura 2. Organigrama que representa el proceso mediante el cual un cirujano pide al sistema robótico que le entregue cierto instrumento.

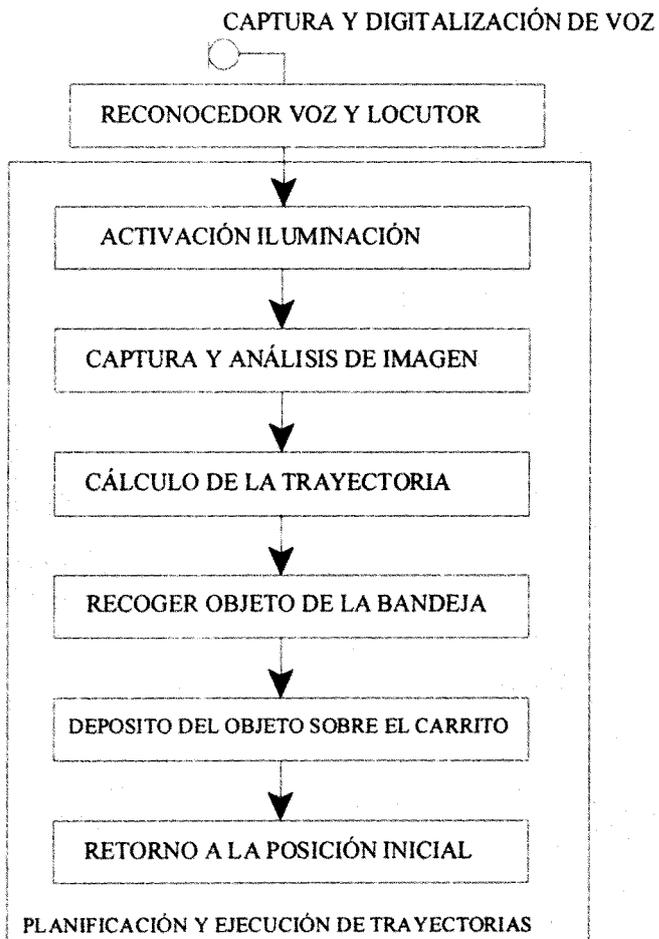


Figura 3. Organigrama mediante el cual un cirujano pide al sistema robótico que recoja de una bandeja cierto instrumento



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

① ES 2 237 245

② Nº de solicitud: 200202553

③ Fecha de presentación de la solicitud: 07.11.2002

④ Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤ Int. Cl.7: A61B 17/00, 19/00, G05B 19/19, B25J 9/16

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
E	WO 03086714 A2 (UNIV COLUMBIA NUEVA YORK) 23.10.2003, página 1, líneas 11-14; página 1, línea 30 - página 2, línea 4; página 3, línea 1 - página 4, línea 11; página 5, líneas 13-30; página 6, línea 24 - página 53, línea 26.	1-10
X	DE 10045779 A1 (BOESECKE) 21.02.2002, reivindicaciones 1-3,6,7,25.	1-5,7,8
A		6,9,10
Y	DE 19624680 A1 (SIEMENS) 02.01.1998, columna 1, líneas 33-65.	1-8
Y	WO 9609587 A1 (COMPUTER MOTION) 28.03.1996, página 3, líneas 5-12; página 8, línea 10 - página 10, línea 18.	1-8
Y	US 5402801 A (TAYLOR) 04.04.1995, columna 20, líneas 20-62; columna 22, líneas 17-18.	1-8
A	ES 2150880 A1 (UNIVERSIDAD DE MALAGA) 01.12.2000, columna 1, línea 63 - columna 2, línea 2; columna 3, línea 67 - columna 4, línea 3.	1,3-5
A	EP 0793945 A1 (UNIVERSITY OF HULL et al.) 10.09.1997, todo el documento.	1,7,8
A	EP 0456103 A2 (IBM) 13.11.1991, todo el documento.	1,7,8

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:

Fecha de realización del informe 22.06.0205	Examinador A. Cardenas Villar	Página 1/1
---	---	----------------------