

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 595 099**

21 Número de solicitud: 201631252

51 Int. Cl.:

**B29C 33/38** (2006.01)

**B29C 45/40** (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

**27.09.2016**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**27.12.2016**

71 Solicitantes:

**UNIVERSIDAD DE JAÉN (80.0%)**

**Campus las Lagunillas, S/N**

**23006 Jaén ES y**

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID (20.0%)**

72 Inventor/es:

**MERCADO COLMENERO, Jorge Manuel;**

**MARTÍN DOÑATE, Cristina;**

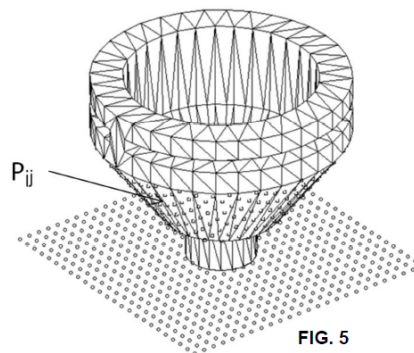
**RUBIO PARAMIO, Miguel Ángel y**

**PÉREZ GARCÍA, Jesús María**

54 Título: **Procedimiento para el diseño del sistema de varillas de expulsión para un molde**

57 Resumen:

Procedimiento para el diseño del sistema de varillas de expulsión para un molde de inyección que comprende: crear una cuadrícula de nodos (Nk) plana sobre un plano perpendicular al movimiento de la cavidad del molde; determinar los puntos (Pij) de la pieza (M') correspondientes a la intersección con una recta (Rt) perpendicular al plano que pasa por cada nodo (Nk); calcular el espesor (Eij) correspondiente a cada punto (Pij); identificar los puntos donde existen (Pijr) y donde no existen (Pijv) cambios de espesor; determinar como puntos (Pijexp) candidatos aquellos puntos (Pijv) cuya primera superficie circundante no contenga ningún punto (Pijr); calcular el número de puntos (Pijr) contenidos en una segunda superficie circundante a cada punto (Pijexp), donde la segunda superficie es mayor que la primera superficie; y seleccionar como puntos (Pijexpo) de expulsión aquellos puntos (Pijexp) cuyo número de puntos (Pijr) contenidos en la segunda superficie constituya un máximo local.



## **DESCRIPCIÓN**

Procedimiento para el diseño del sistema de varillas de expulsión para un molde

### **5 OBJETO DE LA INVENCION**

La presente invención pertenece al campo de los procesos industriales de moldeo por inyección.

10 El objeto de la presente invención es un procedimiento que permite determinar la posición óptima para las varillas de expulsión que permiten separar la pieza moldeada del molde correspondiente.

### **ANTECEDENTES DE LA INVENCION**

15

El moldeo por inyección es uno de los procesos tecnológicos más utilizados en la transformación de polímeros termoplásticos. El proceso se inicia con la inyección de una cantidad precisa de material termoplástico fundido en el interior de las cavidades del molde.

20

A continuación la pieza de plástico comienza a solidificarse, disminuyendo su volumen y contrayéndose sobre los núcleos de las cavidades; esta pérdida de volumen se compensa inyectando una pequeña cantidad de masa fundida en el interior de las cavidades y aplicando una presión de mantenimiento que evita el reflujo del material termoplástico. El

25

alto nivel de rendimiento que se le exige hoy en día al molde, motiva que el valor del tiempo ciclo deba reducirse al mínimo posible, esto se consigue enfriando la pieza por medio de canales de refrigeración por los que circula un fluido a menor temperatura, acelerando de este modo su solidificación. Cuando la pieza llega a tener la suficiente rigidez para ser expulsada del molde, el sistema de expulsión se encarga de extraer la pieza de la cavidad a la que se ha quedado adherida, mediante un sistema mecánico que la liberará del mismo.

30

Tras finalizar la fase de expulsión, el molde se cerrará y comenzará de nuevo el siguiente ciclo.

Requerimientos de tiempos de ciclo cortos, obligan a la extracción de la pieza del molde casi al límite de su solidificación. Esto puede ocasionar daños o deformaciones en la pieza si el diseño del sistema de expulsión no se realiza de manera adecuada. Si bien existen varios

35 procedimientos de expulsión de la pieza de plástico del molde, muchos de ellos ocasionan problemas con el tiempo perdiendo su funcionalidad debido al desgaste y ganando holgura

con el uso. Por esta razón en piezas de plástico complejas que incorporen nervios, salientes o zonas con poca salida, se recomienda el uso de varillas expulsoras para su extracción del molde. Estas varillas se caracterizan por su versatilidad en su localización en la pieza, así como por su facilidad de instalación a un coste relativamente económico.

5

El cálculo y diseño de la distribución de los expulsores sobre la pieza de plástico no es no es una labor fácil cuando la geometría de la pieza es compleja. Actualmente la distribución de los expulsores se proyecta en base a la experiencia del diseñador de moldes. En la literatura especializada se sugieren algunas reglas básicas de tipo empírico en relación al diseño y selección de los expulsores. A la luz de estos problemas, se estima necesario un procedimiento que automatice el proceso de diseño del sistema de expulsión del molde realizándose paralelamente al diseño de la pieza, previniendo posibles fallos de manufactura ya desde etapas iniciales del diseño.

10

15

Aunque los sistemas CAD/CAM se han usado ampliamente en el diseño de moldes de inyección, no incorporan procedimientos geométricos para automatizar el diseño del sistema de expulsión. Los procedimientos especializados a nivel comercial para diseño de moldes requieren de mucha interacción y experiencia por parte del diseñador así como un conocimiento específico sobre la manufactura de la pieza de plástico. En el ámbito de la investigación existen igualmente pocos trabajos dedicados a la automatización del diseño de la etapa de expulsión, basándose fundamentalmente en el reconocimiento de características de la pieza de plástico o bien en métodos heurísticos de optimización del resultado.

20

## **DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION**

25

En base a los problemas planteados, la presente solicitud de patente describe un nuevo procedimiento para la obtención automatizada de la posición de las varillas expulsoras requeridas para expulsar una pieza de plástico que se va a diseñar. El procedimiento propuesto ayudará a los diseñadores de moldes de inyección a obtener sistemáticamente la posición óptima de las varillas expulsoras, reduciendo sustancialmente el tiempo de interacción entre los diseñadores de producto y los diseñadores del molde a la hora de validar el diseño antes de proceder a su fabricación.

30

35

Esencialmente, el procedimiento propuesto está diseñado para localizar de manera automática aquellos puntos de la pieza que no estén situados en zonas que no son óptimas para la ubicación de una varilla expulsora, por ejemplo en zonas donde existen cantos,

nervios, y otras estructuras de la pieza, pero que al mismo tiempo estén suficientemente cerca de tales estructuras como para presentar una rigidez adecuada para la expulsión. Este procedimiento puede realizarse de manera automatizada mediante un ordenador simplemente a partir de un modelo tridimensional de la pieza en cuestión y del conocimiento de la superficie moldeable por la cavidad del molde. Un tercer parámetro configurable permite determinar la precisión del análisis.

Preferentemente, el modelo tridimensional de la pieza puede obtenerse mediante herramientas digitales de diseño tales como programas de dibujo por ordenador, como por ejemplo Autocad o Catia. Alternativamente, en otra realización preferida de la invención el modelo tridimensional de la pieza puede obtenerse a través de un proceso de escaneado digital de una pieza real fabricada mediante cualquier método adecuado, como por ejemplo mecanizado o inyección.

Las principales ventajas del procedimiento de la invención con relación a los procedimientos utilizados convencionalmente son las siguientes:

- Validez del procedimiento con independencia del modelador, evitando los problemas de dependencia del modelador y del análisis de características complejas.

- Validez para piezas en formato discreto o continuo analizando el procedimiento descrito en el documento la geometría de manera externa, obteniendo como ventaja la posibilidad de implementar el procedimiento en cualquier modelador CAD.

- Validez para cualquier geometría dado que funciona con independencia del procedimiento según el cual haya sido diseñada la pieza.

- Representación CAE sobre la pieza de plástico, dado que la solución del procedimiento queda superpuesta sobre la pieza en forma de mapa de expulsión proporcionando como resultado un layout con la localización de los expulsores sobre la pieza.

- Los resultados del procedimiento permiten su exportación y almacenamiento para otras aplicaciones, proporcionando la posibilidad de su utilización por un sistema paramétrico de diseño CAD del molde de inyección.

- Los puntos obtenidos para la expulsión son puntos reales que se pueden situar sobre la pieza real con un dispositivo de medida.

5 La presente invención describe un procedimiento para diseñar el sistema de extracción de una pieza de un molde de inyección a partir de un modelo tridimensional de la pieza y de la superficie moldeable por una cavidad del molde, que permite seleccionar unos puntos de expulsión óptimos para la ubicación de unas varillas expulsoras de la pieza. Como se ha mencionado, el modelo tridimensional de la pieza puede obtenerse mediante herramientas digitales de diseño o bien mediante un proceso de escaneado digital de una pieza real  
10 fabricada mediante cualquier método adecuado.

Este procedimiento comprende fundamentalmente los siguientes pasos:

- 1) Crear una cuadrícula de nodos plana situada sobre un plano perpendicular a la  
15 dirección de movimiento de la cavidad del molde.

La distancia entre los nodos de la cuadrícula, o precisión de la malla nodal bidimensional, coincidirá con la precisión del análisis que se va a realizar. Preferentemente, se elige esta distancia entre nodos de modo que sea  
20 aproximadamente la mitad de la dimensión del detalle geométrico más pequeño de la pieza en cuestión.

- 2) Determinar los puntos de la pieza correspondientes a la intersección con una recta perpendicular a dicho plano que pasa por cada nodo de la cuadrícula.  
25

Para llevar a cabo esta operación, se traza un haz de rectas perpendiculares al plano mencionado anteriormente con inicio en cada nodo de la cuadrícula. A continuación, se calculan todos los puntos de corte de dichas rectas con la superficie de la pieza moldeable por la cavidad del molde.  
30

- 3) Calcular el espesor de la pieza correspondiente a cada punto de intersección.

Puesto que una única recta puede cortar la superficie de la pieza en más de dos puntos, en una realización preferida de la invención el espesor de la pieza se calcula  
35 como la distancia en la dirección de la recta entre el punto de intersección más alejado del plano y el punto de intersección situado sobre la superficie moldeable por

la cavidad del molde.

4) Identificar los puntos de la pieza donde existen cambios de espesor y los puntos donde no existen cambios de espesor.

5

De acuerdo con una realización preferida de la invención, se determina que un punto de la pieza presenta un cambio de espesor si al menos uno de los incrementos de espesor entre dicho punto y cada uno de los puntos adyacentes es diferente de los demás.

10

5) Determinar como puntos candidatos a puntos de expulsión aquellos puntos sin cambio de espesor cuya primera superficie circundante no contenga ningún punto con cambio de espesor.

15

El término "*primera superficie circundante*" hace referencia a una determinada superficie que rodea a cada punto sin cambio de espesor. En principio, esta superficie puede definirse a través de una forma geométrica determinada, como por ejemplo una circunferencia con centro en el punto en cuestión.

20

En esta operación, se comprueba que no exista ningún punto con cambio de espesor muy cerca de los puntos candidatos a puntos de expulsión, con el propósito de excluir aquellos puntos situados muy cerca de nervios, aristas, bordes, y en general otras estructuras de la pieza que no son adecuadas para la ubicación de varillas de expulsión.

25

6) Calcular el número de puntos con cambios de espesor contenidos en una segunda superficie circundante a cada punto candidato a punto de expulsión, donde la segunda superficie circundante es mayor que la primera superficie circundante.

30

El término "*segunda superficie circundante*" hace referencia a una superficie normalmente de la misma forma geométrica y concéntrica con relación a la primera superficie, aunque de mayor tamaño.

35

De acuerdo con una realización preferida de la invención, la primera superficie circundante y la segunda superficie circundante de un punto candidato a punto de expulsión se conforman como circunferencias con centro en dicho punto. Por

ejemplo, el diámetro de la primera superficie circundante puede ser esencialmente igual a la distancia entre los nodos de la cuadrícula. En otra realización preferida de la invención, el diámetro de la segunda superficie circundante es esencialmente el doble del diámetro de la primera superficie circundante.

5

En esta operación, se determinan cuáles de los puntos candidatos anteriores están situados suficientemente cerca de estructuras de la pieza tales como nervios, aristas o bordes, ya que una determinada cercanía a estas estructuras proporciona rigidez a esta zona de la pieza y por tanto hace que estos puntos sean especialmente adecuados para la ubicación de las varillas de expulsión.

10

7) Seleccionar como puntos de expulsión aquellos puntos candidatos cuyo número de puntos con cambio de espesor contenidos en la segunda superficie circundante constituya un máximo local.

15

Es decir, se seleccionan aquellos puntos candidatos cuya segunda superficie circundante contenga el máximo número de puntos con cambio de espesor. Ello implica que, de entre puntos que estén situados suficientemente cerca de estructuras de la pieza tales como aristas, bordes o nervios, se eligen aquellos que tengan suficientemente cerca un mayor número tales estructuras, ya que serán los más rígidos de entre los puntos "elegibles" para la ubicación de las varillas de expulsión.

20

8) Opcionalmente, el procedimiento de la invención comprende preferentemente un último paso consistente en la fabricación del molde de inyección dotado de varillas de expulsión ubicadas en los puntos de expulsión determinados en el paso anterior.

25

El procedimiento de la invención está especialmente diseñado para ser llevado a la práctica con ayuda de un medio de procesamiento tal como un ordenador. Por lo tanto, la presente invención se extiende a los programas de ordenador adaptados para llevar a la práctica el procedimiento de la invención. El programa puede tener la forma de código fuente, código objeto, una fuente intermedia de código y código objeto, por ejemplo, como en forma parcialmente compilada, o en cualquier otra forma adecuada para uso en la puesta en práctica de los procesos según la invención. La portadora puede ser cualquier entidad o dispositivo capaz de soportar el programa.

30

Los programas de ordenador pueden estar dispuestos sobre o dentro de una portadora. Por

ejemplo, la portadora podría incluir un medio de almacenamiento tal como una memoria ROM, una memoria CD ROM o una memoria ROM de semiconductor, o un soporte de grabación magnética, por ejemplo, un disco flexible o un disco duro. Además, la portadora puede ser una señal transmisible, por ejemplo, una señal eléctrica u óptica que podría transportarse a través de cable eléctrico u óptico, por radio o por cualesquiera otros medios.

10 Cuando el programa va incorporado en una señal que puede ser transportada directamente por un cable u otro dispositivo o medio, la portadora puede estar constituida por dicho cable u otro dispositivo o medio.

Como variante, la portadora podría ser un circuito integrado en el que va incluido el programa, estando el circuito integrado adaptado para ejecutar, o para ser utilizado en la ejecución de, los procesos correspondientes.

15 **BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS**

Las Figs. 1a y 1b muestran respectivamente un ejemplo de la pieza M real y de la pieza M' en formato discreto tras el escaneo de la pieza real (M) con un dispositivo de medida.

20 La Fig. 2 muestra las superficies  $\Sigma'$  de la pieza M'.

La Fig. 3 muestra una malla nodal  $N_k$  para la pieza M'.

La Fig. 4 muestra una representación de las rectas  $R_t$  y  $R_{t++1}$

25 La Fig. 5 muestra un conjunto de puntos de intersección  $P_{ij}$  representados sobre la propia pieza M'.

La Fig. 6 muestra una representación de una recta  $R_q$ .

30 La Fig. 7 muestra un ejemplo de obtención del espesor máximo  $E_{ij}$  de la pieza M' en un punto  $P_{ij}$  genérico.

La Fig. 8 muestra gráficamente el cálculo de la variación de espesor entre nodos contiguos al nodo  $P_{ij}$ .



La Fig. 9 muestra una representación de los nodos  $P_{ijv}$  y  $P_{ijr}$  sobre  $\Sigma'$ .

La Fig. 10 muestra la localización de los puntos  $P_{ijexp}$ .

5 La Fig. 11 muestra la representación de los puntos  $P_{ijexp}$ .

La Fig. 12 muestra el procedimiento para la localización de los expulsores sobre  $\Sigma'$ .

La Fig. 13 muestra un ejemplo de la estimación del número de nodos  $P_{ijr}$  por nodo  $P_{ijexp}$ .

10

La Fig. 14 muestra la concentración de nodos  $P_{ijr}$  por nodo  $P_{ijexp}$  indicada en escala de grises en un análisis realizado con precisión  $\lambda/2$  y donde los  $p$  puntos de expulsión se representan mediante esferas blancas sobre la pieza  $M'$ .

## 15 **REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCION**

A continuación, se describe con mayor detalle la presente invención haciendo referencia a las figuras adjuntas.

### 20 Datos iniciales

El procedimiento que se describe en este documento toma tres datos como entrada:

25 1) Una geometría discreta de una pieza  $M'$  que está formada por un conjunto de elementos planos triangulares y nodos, como se muestra en la Fig. 1b. En este ejemplo concreto, la geometría discreta de la pieza  $M'$  ha sido obtenida mediante un proceso de escaneado digital de una pieza real  $M$  representada en la Fig. 1a. En cualquier caso, como se ha comentado con anterioridad en este documento, también sería posible obtener la geometría discreta de la pieza  $M'$  a partir de una  
30 geometría de la pieza  $M$  generada mediante CAD en formato continuo B-Rep.

35 2) Un conjunto de superficies  $\Sigma'$  en formato discreto en una realización preferente pertenecientes a la pieza  $M'$  que serán moldeables por la cavidad inferior del molde, figura 2.

3) Un valor  $\lambda$  que determina la precisión de la malla nodal bidimensional (distancia

entre dos nodos contiguos, en los ejes X e Y) coincidente con la precisión del análisis. Será siempre conveniente adaptar el valor de  $\lambda$  a la mitad de la dimensión del detalle geométrico más pequeño de la pieza.

5 Generación de una cuadrícula en las superficies de la pieza de plástico desmoldeables por la cavidad inferior del molde

10 Durante esta fase se genera una cuadrícula de nodos  $N_k$  plana (malla nodal 2D) sobre un plano paralelo al plano XY con un valor de  $Z=cte$ . Los datos de entrada para la creación de la malla nodal son las medidas del prisma circunscrito a la pieza  $M'$  y la precisión del análisis  $\lambda$ . En la figura 3 se ha representado la malla nodal  $N_k$  para la pieza  $M'$ , para una precisión  $\lambda$ .

15 A continuación se traza un haz de rectas  $R_t$  paralelas al eje Z, con inicio en cada nodo  $N_k$  de la malla nodal 2D. En la figura 4 se han representado a modo de ejemplo dos rectas  $R_t$  y  $R_{t+1}$  pertenecientes al conjunto de rectas que atraviesan a la pieza  $M'$ .

20 Seguidamente se obtienen los puntos intersección  $P_{ij}$  entre cada recta  $R_t$  y las superficies  $\Sigma'$  de la pieza moldeables por la cavidad inferior del molde. Estos puntos  $P_{ij}$  quedan almacenados en una matriz  $\Delta$ . En la figura 5 se ha representado el conjunto de puntos intersección  $P_{ij}$  sobre la superficie  $\Sigma'$ .

Cálculo de las diferencias en las variaciones de espesor de la pieza de plástico  $M'$  para cada nodo  $P_{ij}$  perteneciente a la malla  $\Delta$

25 En esta fase del procedimiento se obtiene el valor del espesor máximo de la pieza  $M'$  para cada punto  $P_{ij}$ . Para ello con inicio en cada punto  $P_{ij}$  perteneciente a  $\Delta$ , se traza una recta  $R_q$  paralela al eje Z que atraviesa la malla  $M'$  calculando los puntos intersección ( $P_{ij}, \dots, P_{ij n}$ ) entre cada recta  $R_q$  y  $M'$ . El valor del espesor máximo  $E_{ij}$ , de la pieza de plástico en cada punto  $P_{ij}$  se calcula como la diferencia en altura en la dirección del eje Z, entre el punto intersección  $P_{ij n}$  de mayor cota y el punto  $P_{ij}$  situado sobre  $\Sigma'$ .

$$P_{ij} = [P_{ij} x, P_{ij} y, P_{ij} z]$$

$$P_{ij n} = [P_{ij} x_n, P_{ij} y_n, P_{ij} z_n]$$

$$E_{ij} = (P_{ij n} z - P_{ij} z)$$

35

Para identificar de manera automatizada zonas geométricas de la pieza que incorporen

nervios, salientes, y esquinas el procedimiento, analiza la variación en la diferencia de espesor entre cada par de nodos contiguos de la malla  $P_{ij}$  y  $P_{i\pm 1 j\pm 1}$  separados una distancia  $\lambda$  igual a la precisión del análisis figura 8.

5 Este análisis se desarrolla bidireccionalmente siguiendo la dirección de los ejes coordenados X e Y. Para cada nodo  $P_{ij}$  de la malla  $\Delta$  se evalúa el valor  $\Delta E$  con todos los nodos colindantes al mismo ( $P_{i-1j}$ ,  $P_{i+1j}$ ,  $P_{ij-1}$ ,  $P_{ij+1}$ ) separados entre sí una distancia  $\lambda$ . Cada nodo puede tener hasta 4 nodos colindantes con los que se obtienen los valores de variaciones de espesor  $\Delta EA$ ,  $\Delta EB$ ,  $\Delta EC$ ,  $\Delta ED$ . De esta forma, si la variación en la diferencia de espesor nodo-nodo se mantiene constante en una de las direcciones de los ejes  
 10 coordenados X o Y, es decir si se cumple la condición  $\Delta EA = \Delta EB$  o bien  $\Delta EC = \Delta ED$  dichos nodos se agrupan en una nueva matriz  $\Pi_v$  renombrándose como  $P_{ijv}$ .

Por el contrario si existe cualquier desigualdad, entre los valores  $\Delta EA$ ,  $\Delta EB$ ,  $\Delta EC$ , o  $\Delta ED$   
 15 entonces el nodo  $P_{ij}$  presenta una variación de espesor en un entorno cercano. En este caso el nodo analizado  $P_{ij}$  pertenece a una zona de la geométrica de la pieza caracterizada por incorporar, nervios, salientes esquinas etc. El nodo con mayor magnitud de espesor queda almacenado en una nueva matriz  $\Pi_r$  pasando a denominarse  $P_{ijr}$ . En la figura 9 se indica el resultado de esta etapa del procedimiento para una precisión  $\lambda$  representando los  
 20 nodos  $P_{ijv}$  con un círculo y los nodos  $P_{ijr}$  con un cuadrado.

Localización de regiones óptimas para la expulsión y determinación de los expulsores sobre la geometría desmoldeable por la cavidad inferior del molde

25 Para cada nodo  $P_{ijv}$  perteneciente a  $\Pi_v$  se genera un área circular de radio  $R = \lambda$ , siendo  $\lambda$  el valor de la precisión de la malla y se comprueba, si algún nodo  $P_{ijv}$  perteneciente a  $\Pi_v$  está incluido en el área circular de centro  $P_{ijv}$  y radio  $R = \lambda$

Si se cumple este criterio el nodo  $P_{ijv}$  es un posible punto de expulsión, por encontrarse  
 30 dentro una región sin cambios de espesor quedando almacenado en una nueva matriz  $\Pi_{exp}$ , y nombrándose  $P_{ijexp}$ . Con este procedimiento se pretende detectar aquellos nodos separados de bordes, cantos, y zonas que no son óptimas para la situación de un expulsor. En la figura 10 se indica un ejemplo de la localización de los puntos  $P_{ijexp}$  para la pieza M' y en la figura 11 el conjunto de puntos  $P_{ijexp}$  marcados con una cruz.

35 A continuación se determina la posición de los expulsores sobre la geometría desmoldeable

por la cavidad inferior del molde. Para cada nodo  $P_{ijexp}$  perteneciente a  $\Pi_{exp}$  se genera un área circular de radio  $R=2*\lambda$ , siendo  $\lambda$  el valor de la precisión de la malla. Seguidamente se comprueba, si algún nodo  $P_{ijr}$  perteneciente a  $\Pi_r$  está incluido en el área circular de centro  $P_{ijexp}$  y radio  $R=2*\lambda$ . Si se cumple este criterio el nodo  $P_{ijexp}$  será un posible punto de expulsión ya que cumple el requisito de estar cerca de paredes, nervios, esquinas en definitiva zonas con cambios de espesor.

Se define un valor de  $C_n$  asociado a cada nodo  $P_{ijexp}$  para indicar el número de nodos  $P_{ijr}$  que se encuentran en el área circular de centro  $P_{ijexp}$  y radio  $R= 2 * \lambda$ . En la figura 12 se indica un ejemplo de localización de los expulsores sobre  $\Sigma'$ , en la figura 13 se indican dos ejemplos de estimación del número de nodos  $P_{ijr}$  por nodo  $P_{ijexp}$ . A continuación se obtienen los valores máximos locales de  $C_n$  para todos los puntos  $P_{ijexp}$ . Los máximos locales serán los puntos óptimos de expulsión para la pieza de plástico ya que se encuentran próximos a zonas muy rígidas de la pieza a fin de evitar deformaciones.

En la figura 14 se ha representado el resultado del procedimiento para la pieza ejemplo  $M'$  con una precisión de análisis  $\lambda/2$ ; se indica un mapa de expulsión con la concentración de nodos  $P_{ijr}$  por nodo  $P_{ijexp}$ , en escala de grises así como la localización final de los puntos de expulsión usando círculos blancos sobre la pieza  $M'$ .

Por último, se puede realizar el paso final de fabricar el molde de inyección con las varillas de expulsión ubicadas en las posiciones calculadas mediante el procedimiento anterior. Concretamente, este molde de inyección incluiría concretamente cinco varillas de expulsión situadas respectivamente en los puntos marcados por los círculos blancos de la Fig. 14: cuatro en la periferia y uno en la zona central.

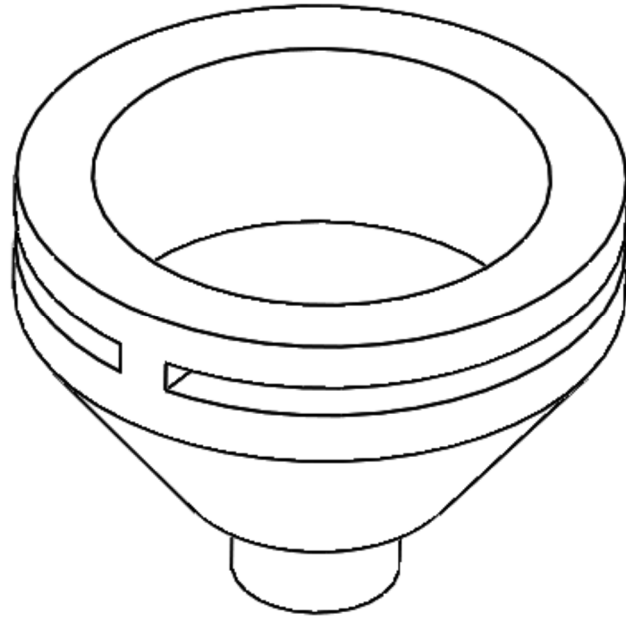
30

## **REIVINDICACIONES**

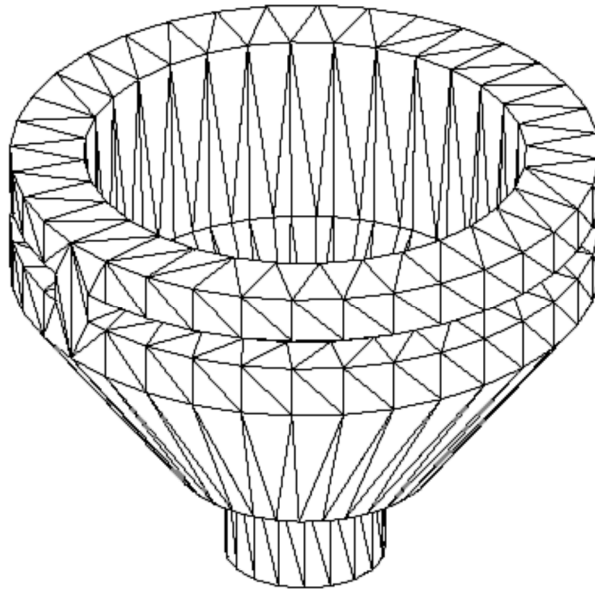
1. Procedimiento para el diseño del sistema de varillas de expulsión para un molde a partir de un modelo tridimensional ( $M'$ ) de la pieza y de la superficie ( $\Sigma'$ ) moldeable por una cavidad del molde, que permite seleccionar unos puntos ( $P_{ijexpo}$ ) de expulsión óptimos para la ubicación de unas varillas expulsoras de la pieza, caracterizado por que comprende los siguientes pasos:
- 5
- crear una cuadrícula de nodos ( $N_k$ ) plana situada sobre un plano perpendicular a la dirección de movimiento de dicha cavidad del molde;
- 10
- determinar los puntos ( $P_{ij}$ ) de la pieza ( $M'$ ) correspondientes a la intersección con una recta ( $R_t$ ) perpendicular a dicho plano que pasa por cada nodo ( $N_k$ ) de la cuadrícula;
- calcular el espesor ( $E_{ij}$ ) de la pieza correspondiente a cada punto ( $P_{ij}$ ) de intersección;
- 15
- identificar los puntos ( $P_{ijr}$ ) de la pieza donde existen cambios de espesor y los puntos ( $P_{ijv}$ ) donde no existen cambios de espesor;
- determinar como puntos ( $P_{ijexp}$ ) candidatos a puntos de expulsión aquellos puntos ( $P_{ijv}$ ) sin cambio de espesor cuya primera superficie circundante no contenga ningún punto ( $P_{ijr}$ ) con cambio de espesor;
- 20
- calcular el número de puntos ( $P_{ijr}$ ) con cambios de espesor contenidos en una segunda superficie circundante a cada punto ( $P_{ijexp}$ ) candidato a punto de expulsión, donde la segunda superficie circundante es mayor que la primera superficie circundante; y
- seleccionar como puntos ( $P_{ijexpo}$ ) de expulsión aquellos puntos ( $P_{ijexp}$ ) candidatos cuyo número de puntos ( $P_{ijr}$ ) con cambio de espesor contenidos en la segunda superficie circundante constituya un máximo local.
- 25
2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, que además comprende el paso previo de obtener el modelo tridimensional de la pieza ( $M'$ ) mediante un proceso de escaneado digital de una pieza real ( $M$ ).
- 30
3. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que además comprende el paso de fabricar el molde de inyección dotado de varillas de expulsión ubicadas en los puntos de expulsión ( $P_{ijexpo}$ ) determinados en el paso anterior.
- 35
4. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la distancia ( $\lambda$ ) entre los nodos ( $N_k$ ) de la cuadrícula se elige para que sea aproximadamente la

mitad de la dimensión del detalle geométrico más pequeño de la pieza ( $M'$ ).

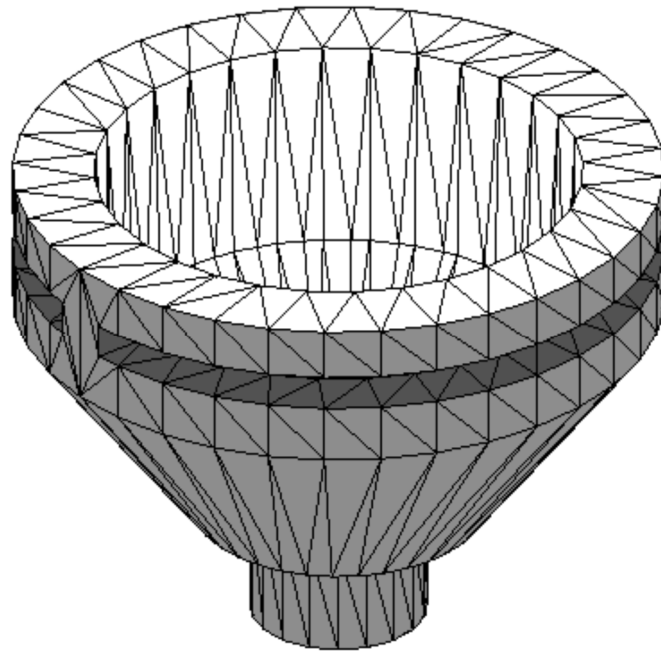
5. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el espesor ( $E_{ij}$ ) de la pieza se calcula como la distancia en la dirección de la recta ( $R_t$ ) entre el punto de intersección ( $P_{ij}$ ) más alejado del plano y el punto ( $P_{ij}$ ) de intersección situado sobre la superficie ( $\Sigma'$ ) moldeable por una cavidad del molde.
6. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde se determina que un punto ( $P_{ij}$ ) de la pieza presenta un cambio de espesor si al menos uno de los incrementos de espesor entre dicho punto ( $P_{ij}$ ) y cada uno de los puntos adyacentes ( $P_{i+1 j}$ ,  $P_{i-1 j}$ ,  $P_{i j+1}$ ,  $P_{i j-1}$ ) es diferente de los demás.
7. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la primera superficie circundante y la segunda superficie circundante de un punto ( $P_{ijexp}$ ) candidato a punto de expulsión se conforman como circunferencias con centro en el punto ( $P_{ijexp}$ ).
8. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 7, donde el diámetro de la primera superficie circundante es esencialmente igual a la distancia ( $\lambda$ ) entre los nodos ( $N_k$ ) de la cuadrícula.
9. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 7-8, donde el diámetro de la segunda superficie circundante es esencialmente el doble del diámetro de la primera superficie circundante.
10. Programa de ordenador que comprende instrucciones de programa para hacer que un ordenador lleve a la práctica el procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores.
11. Programa de ordenador según la reivindicación 10, incorporado en una portadora.
12. Programa de ordenador según la reivindicación 11, donde la portadora es un medio de almacenamiento.
13. Programa de ordenador según la reivindicación 11, donde la portadora es una señal transmisible.



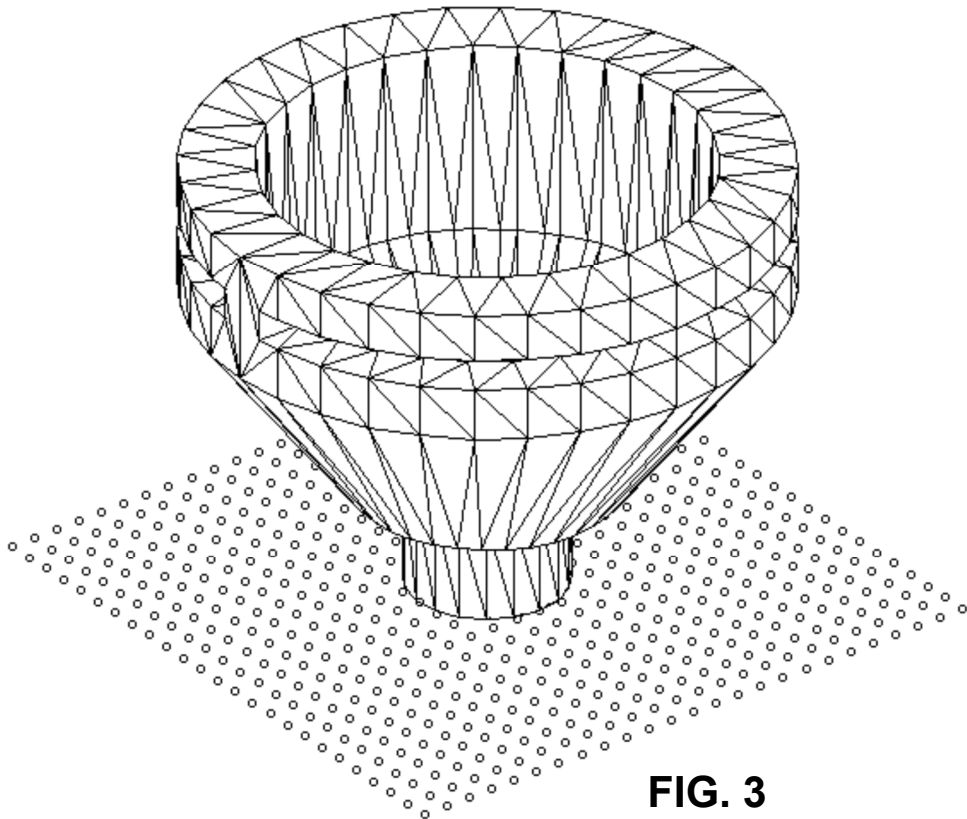
**FIG. 1a**



**FIG. 1b**

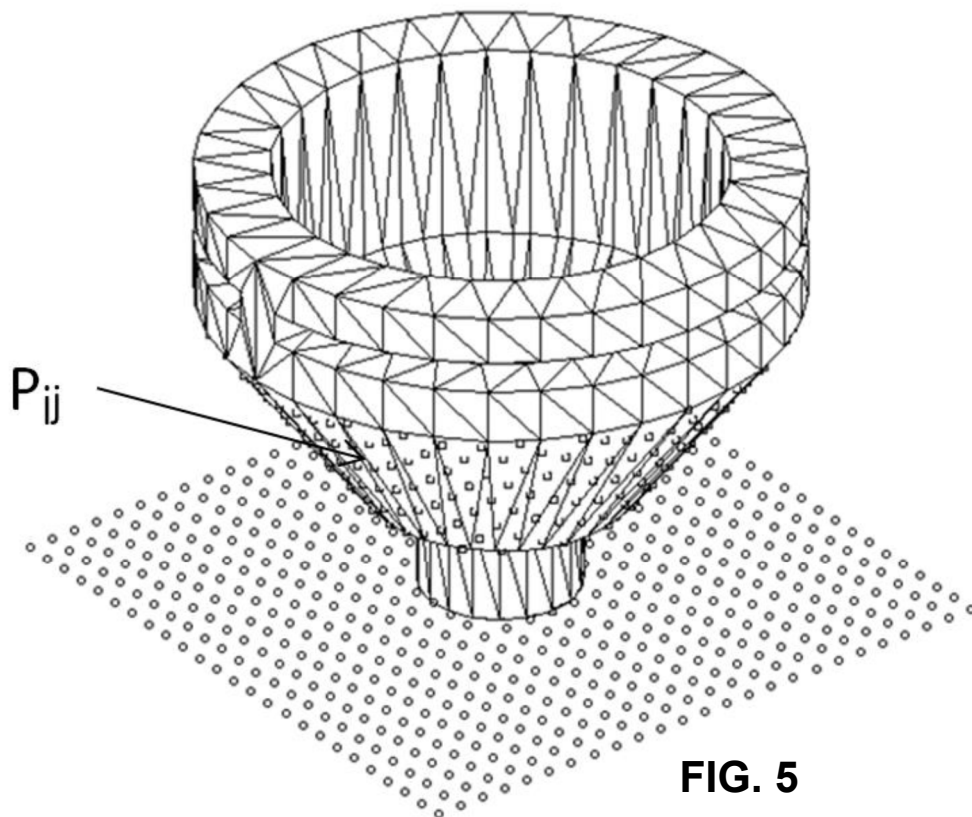
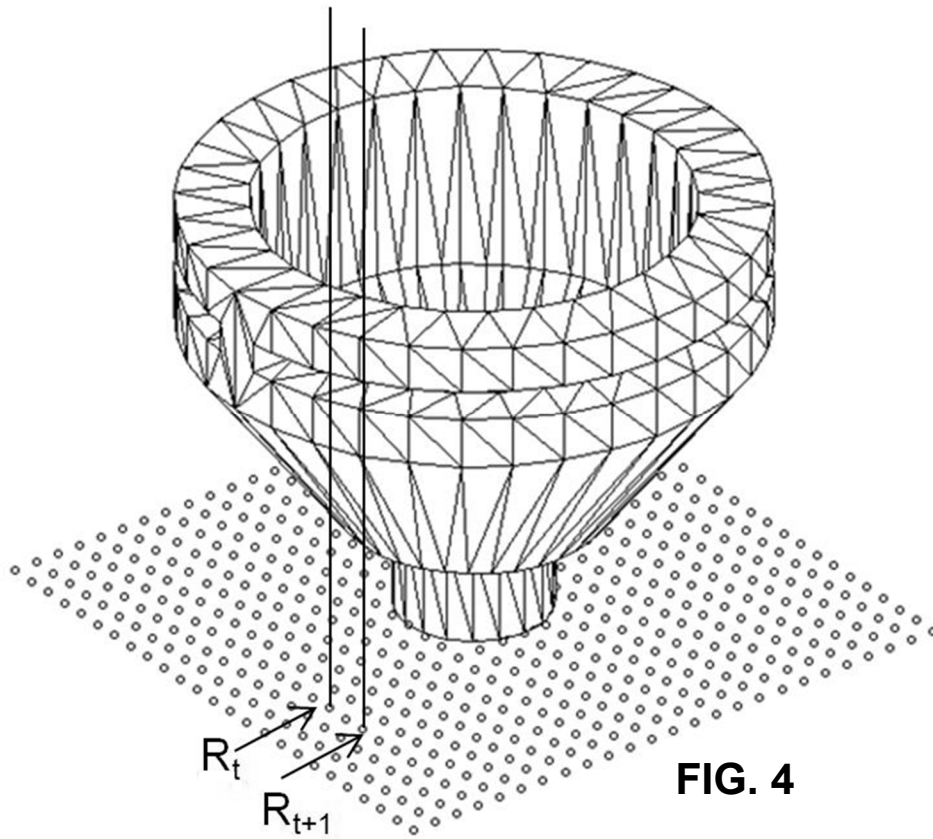


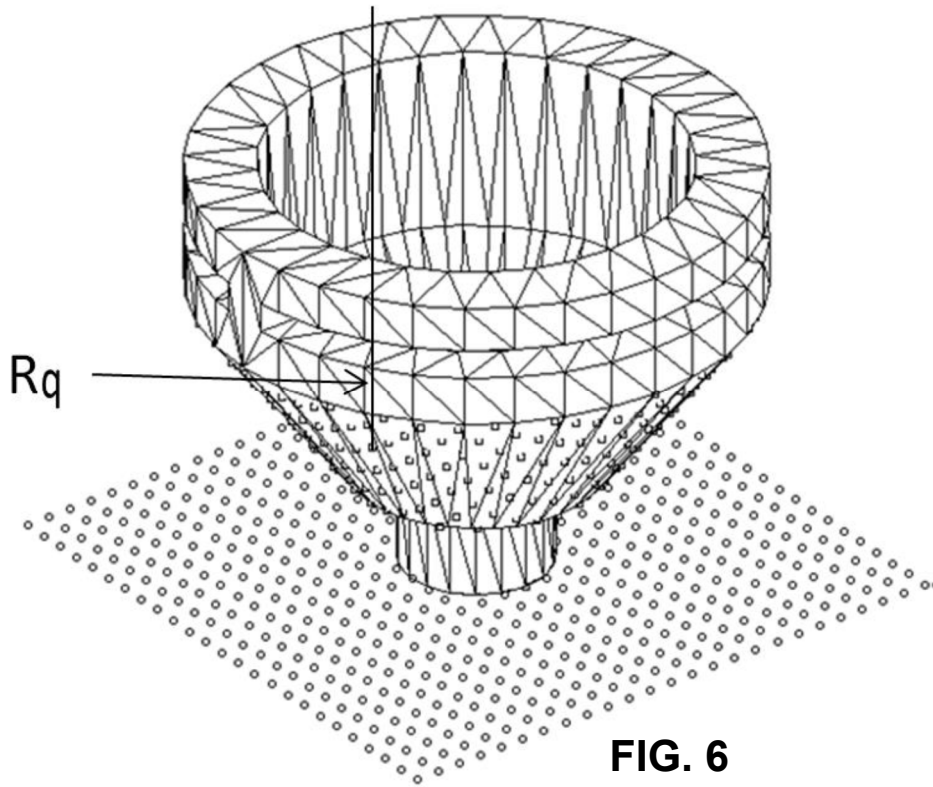
**FIG. 2**



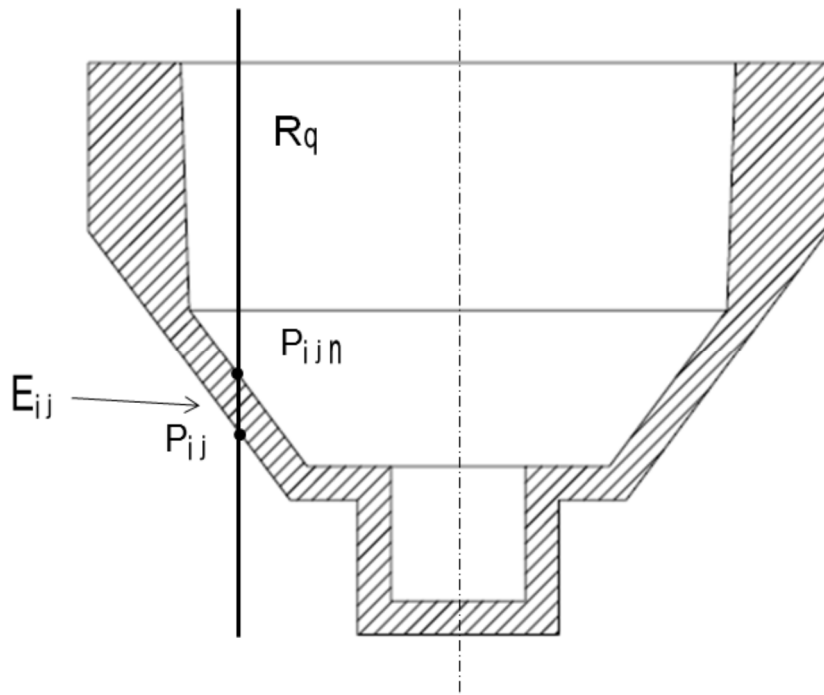
**FIG. 3**



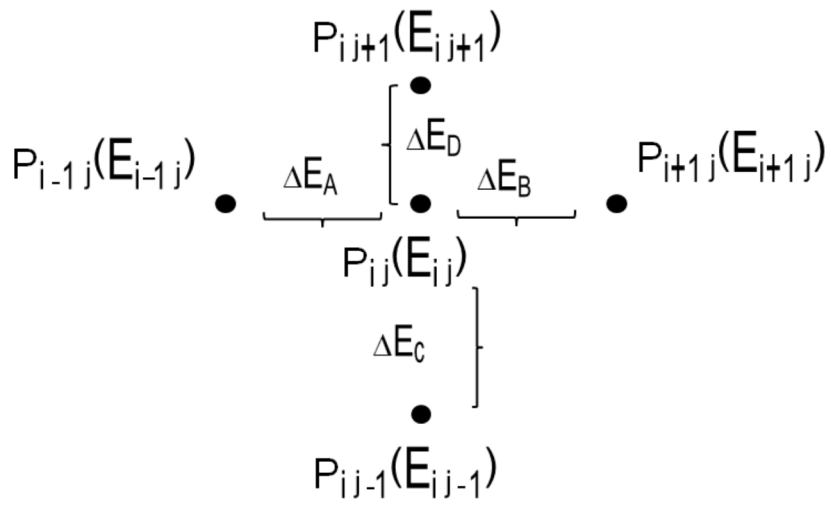




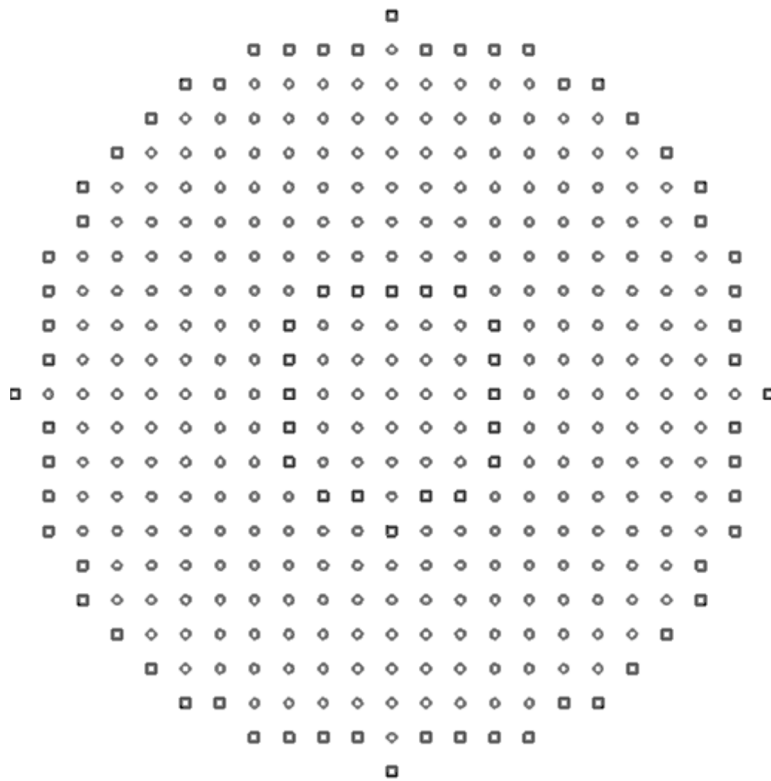
**FIG. 6**



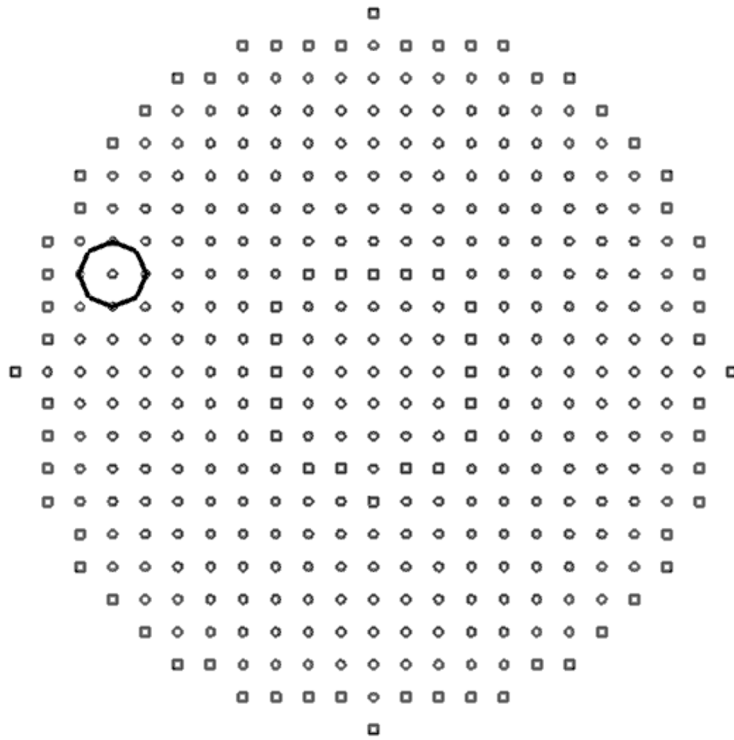
**FIG. 7**



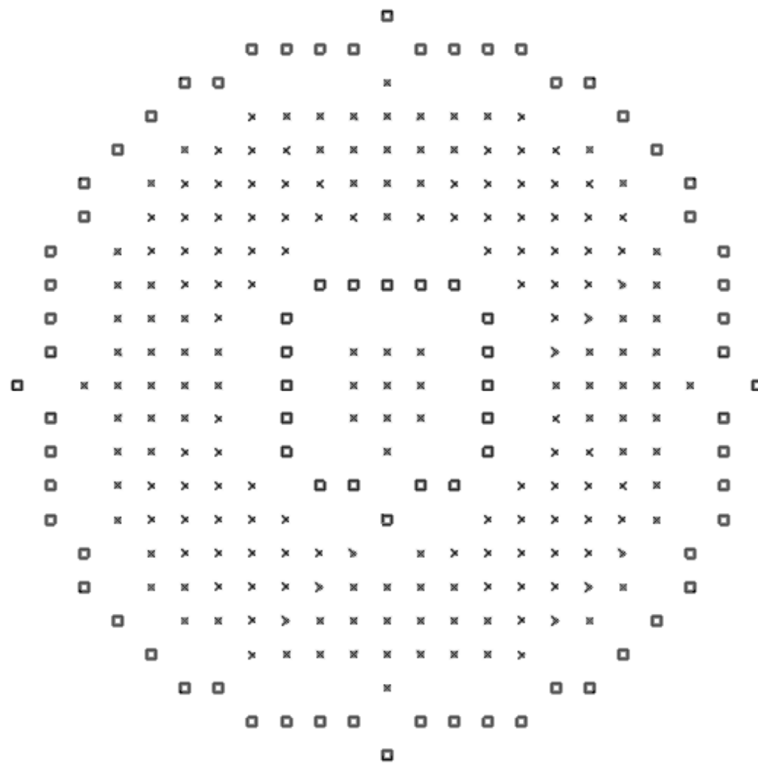
**FIG. 8**



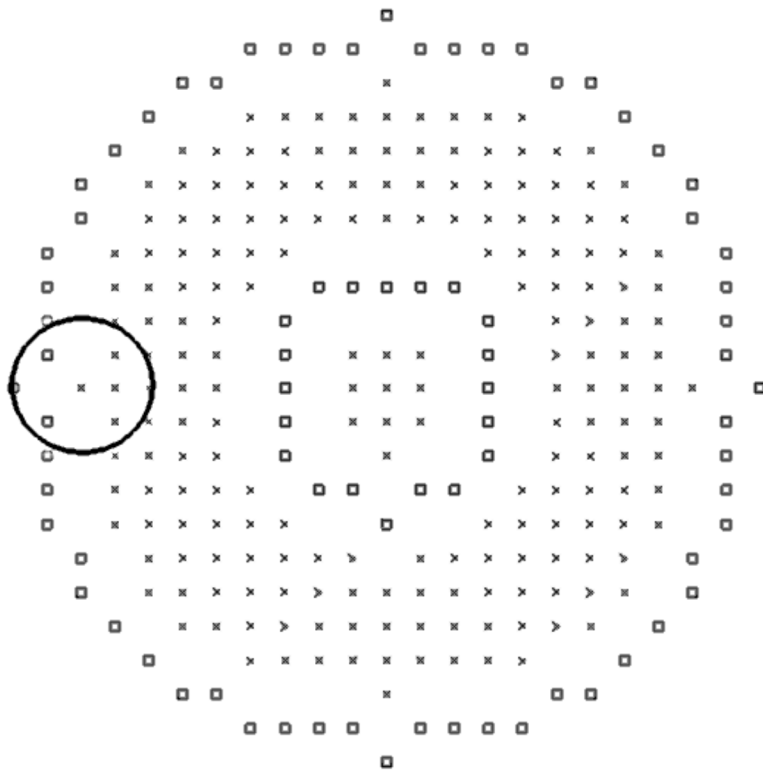
**FIG. 9**



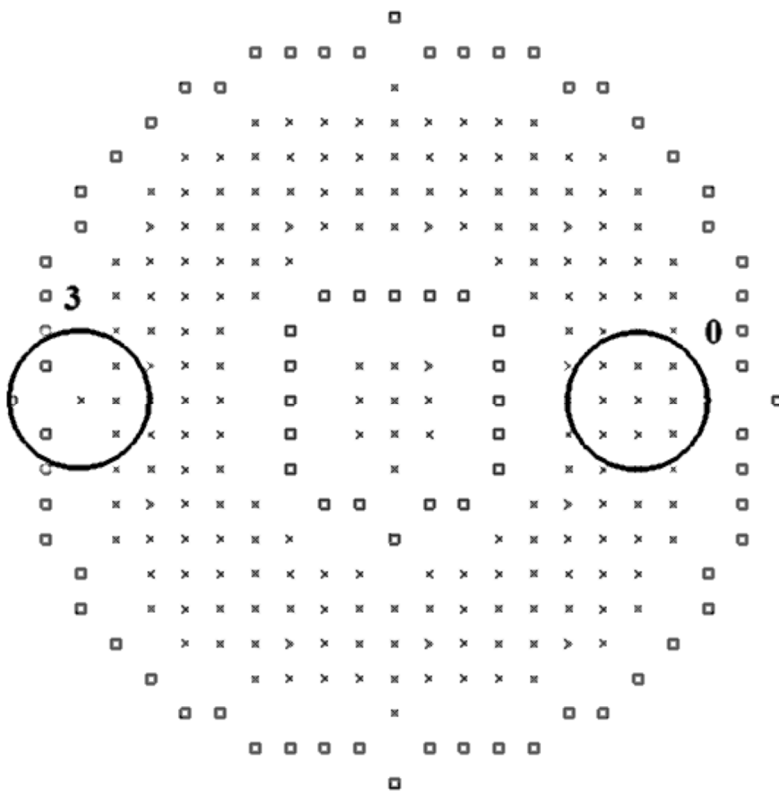
**FIG. 10**



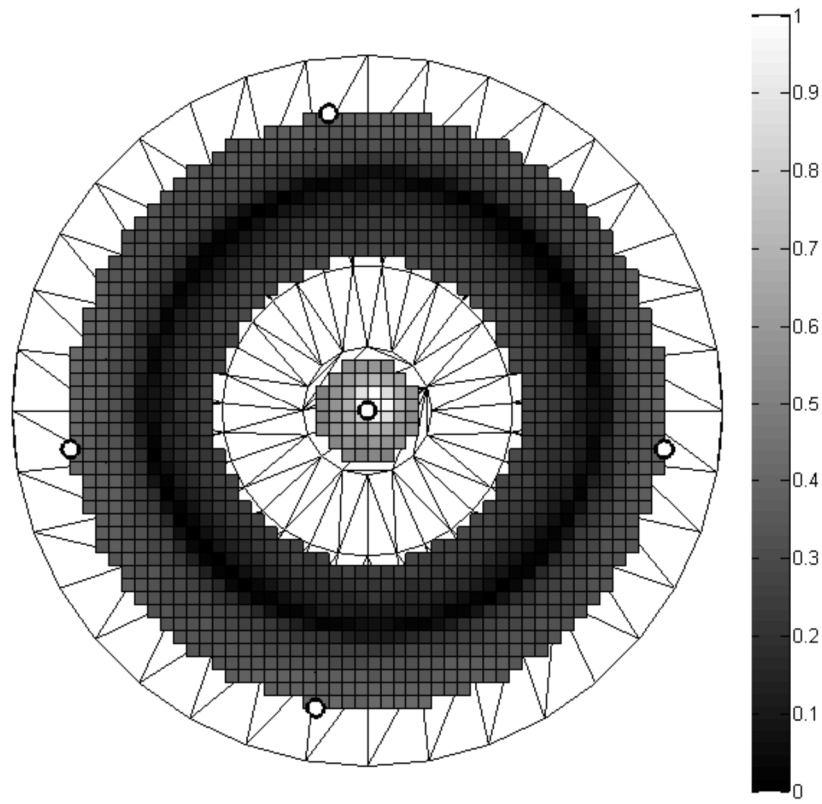
**FIG. 11**



**FIG. 12**



**FIG. 13**



**FIG. 14**



- ②① N.º solicitud: 201631252  
②② Fecha de presentación de la solicitud: 27.09.2016  
③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: **B29C33/38** (2006.01)  
**B29C45/40** (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	US 2003126038 A1 (LUKIS LAWRENCE JOSEPH et al.) 03/07/2003, Párrafo 89; párrafo 92; figura 8.	1-13
A	WO 2010127772 A2 (MAGMA GIESSEREITECHNOLOGIE GMB et al.) 11/11/2010, Página 8.	1-13
A	ES 2206303T T3 (MOLDFLOW CORP) 16/05/2004, Página 4 línea 45- página 5 línea 20.	1-13
A	US 5641448 A (YEUNG MILLAN K et al.) 24/06/1997, Todo el documento.	1-13

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  
16.12.2016

Examinador  
C. Rodríguez Tornos

Página  
1/4

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

B29C

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

INVENES, EPODOC



Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 16.12.2016

**Declaración**

<b>Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)</b>	Reivindicaciones 1-13	<b>SI</b>
	Reivindicaciones	<b>NO</b>
<b>Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)</b>	Reivindicaciones 1-13	<b>SI</b>
	Reivindicaciones	<b>NO</b>

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

**Base de la Opinión.-**

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

**1. Documentos considerados.-**

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	US 2003126038 A1 (LUKIS LAWRENCE JOSEPH et al.)	03.07.2003
D02	WO 2010127772 A2 (MAGMA GIESSEREITECHNOLOGIE GMB et al.)	11.11.2010
D03	ES 2206303T T3 (MOLDFLOW CORP)	16.05.2004
D04	US 5641448 A (YEUNG MILLAN K et al.)	24.06.1997

**2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración**

D01 divulga (párrafo 89; párrafo 92; figura 8) un procedimiento para el diseño de varillas de expulsión de un molde en el que teniendo en cuenta el diseño del molde (86) de acuerdo a la pieza, se determina en los lugares de mayor profundidad de dicho semi molde las zonas que posean una superficie plana significativa a su alrededor, en dirección perpendicular al eje de salida z- de la pieza del molde, y en esa zona es donde se ubican los expulsores. Las superficies del molde son posteriormente trabajadas con las máquinas y herramientas adecuadas de acuerdo a las instrucciones CNC que provienen de una computadora.

La principal diferencia entre D01 y el objeto técnico reivindicado en la primera reivindicación de la solicitud radica en el método divulgado en D01 sitúa los expulsores en zonas de mayor profundidad del molde y que además sean planas, mientras que lo reivindicado sitúa los expulsores en zonas sin cambio de espesor en la pieza pero cerca de otras zonas con cambios de espesor y partiendo del diseño de la pieza (y no del diseño del molde). Por lo que ambos procedimientos para ubicar los expulsores en el molde son diferentes y pareciera que pueden llegar a resultados distintos.

Por ello no se considera obvio para un experto en la materia, y a partir de lo divulgado en D01, desarrollar el procedimiento de diseño de la primera reivindicación en el que se establece una sucesión de pasos para calcular el espesor de la pieza en distintos puntos y basada la medida en la dirección de salida de la pieza del molde y establecer en base a dichos espesores y diferencia de espesores en los distintos puntos, las superficies óptimas para la ubicación de los expulsores. Por ello la reivindicación 1 de la solicitud posee novedad y actividad inventiva (artículos 6 y 8 de la Ley 11/1986 de patentes).

Las reivindicaciones dependientes 2-9 en consecuencia, cumplirían también con el requisito de novedad y actividad inventiva.

De la misma manera, las reivindicaciones relativas al programa de ordenador que lleve a la práctica dicho procedimiento, reivindicaciones 10-13, cumple también con los requisitos de novedad y actividad inventiva.