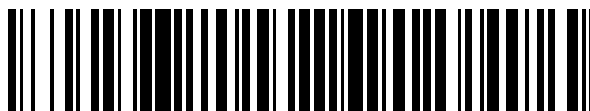


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 555 481**

51 Int. Cl.:

C22C 37/10

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.05.2012** **E 12726221 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.09.2015** **EP 2710164**

54 Título: **Hierro fundido de grafito esferoidal de alta aleación con una estructura austenítica, el uso de dicho hierro fundido para la fabricación de componentes estructurales y el componente estructural fabricado de dicho hierro fundido**

30 Prioridad:

17.05.2011 IT MI20110861

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

04.01.2016

73 Titular/es:

FONDERIA CASATI S.P.A. (100.0%)
Viale Belforte 209
20110 Varese, IT

72 Inventor/es:

CASATI, GIANLUIGI

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 555 481 T3

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

DESCRIPCIÓN

Hierro fundido de grafito esferoidal de alta aleación con una estructura austenítica, el uso de dicho hierro fundido para la fabricación de componentes estructurales y el componente estructural fabricado de dicho hierro fundido

Campo de la técnica

- 5 La presente invención se refiere a la industria de las ferroaleaciones de construcción, en particular a las aleaciones de hierro-carbono, tales como los hierros fundidos y los aceros, y más en detalle a un hierro fundido de grafito esferoidal de alta aleación que tiene una estructura austenítica con una composición química según el preámbulo de la reivindicación 1.

Estado de la técnica

- 10 En el estado de la técnica actual se conocen un gran número de aleaciones de hierro-carbono, cada una caracterizada (de forma breve) por su propio costo, trabajabilidad y propiedades mecánicas.

En particular, en lo relativo a las propiedades mecánicas, se sabe que, siendo iguales otros factores, las propiedades cambian considerablemente a medida que cambia la temperatura.

- 15 Por lo tanto la elección de la ferroaleación con la que hacer una pieza mecánica o un componente estructural se hace generalmente incluso dependiendo de la temperatura de funcionamiento adoptada por dicho componente estructural durante su uso operativo.

Por otro lado, incluso el diseño de un dispositivo mecánico se ve afectado por tales restricciones, ya que por ejemplo no es posible contemplar alcanzar temperaturas específicas, ya que de lo contrario se rompería el componente.

- 20 En todas estas circunstancias, la elección del material plantea serios problemas de diseño ya que es necesario preferir, alternativamente, la fiabilidad o el bajo precio, ya que por lo general no es posible tener ambos.

Un ejemplo concreto, en ese sentido, es el campo de colectores de escape y las turbinas para vehículos de motor, así como los turbo colectores (dicho campo técnico en inglés se identifica a menudo por el término general de "automotriz").

- 25 Los recientes avances tecnológicos han dado como resultado que la temperatura de funcionamiento alcanzada por tales piezas aumente hasta alcanzar valores que varían de aproximadamente 800 °C a 1.020 °C. Las aleaciones conocidas, tales como la CF8-C-Plus conocida de "Crep behaviour of a new cast austenitic alloy", John P. Shingledecker et al., Oak Ridge National Laboratory, TN, USA, 2006, usadas para la fabricación de estos productos, en el intervalo de temperatura de funcionamiento anterior, suelen ser dos: el hierro fundido de alto contenido en níquel o los Aceros inoxidables austeníticos. El hierro fundido de alto contenido en Níquel se encuentra disponible en el mercado bajo el nombre de hierro fundido resistente-Ni y tiene una estructura austenítica; se conocen varias composiciones de este tipo de hierro fundido, una que es particularmente útil para el campo de aplicación al que se hace referencia es la descrita en el documento titulado como "Ni-resist type D5S -an improved material for turbocharger housings", publicado en 1980.

- 30 A fin de comprender el cambio en las propiedades mecánicas de tal hierro fundido y del Acero austenítico en función de la temperatura, se hace referencia a la figura 1 anexa, en donde la abscisa representa la Temperatura en [°C], la ordenada representa la tensión en [MegaPascal, MPa] y los dos gráficos representan la tendencia del límite elástico del hierro fundido EN-GJSA-XNiSiCr35-5-2 "Ni-Resist D5S" (indicado como NR) y del Acero 309S AISI (indicado como IS).

- 35 Como se puede ver claramente en el gráfico, el Acero IS tiene generalmente un límite elástico (a igual temperatura) mayor que el del hierro fundido NR; sin embargo, también tiene un costo considerablemente más alto, aproximadamente dos veces más que el del hierro fundido NR.

- 40 En el intervalo de temperatura de 940 °C a 980 °C el hierro fundido NR tiene una fuerte caída del límite elástico: a 940 °C, el límite elástico del hierro fundido es igual a aproximadamente 35 MPa (Tabla 1) y por encima de esta temperatura el límite elástico se reduce a cero, haciendo realmente que el hierro fundido no sea usable más en el campo de interés a partir de 940 °C.

- 45 Por el contrario, el Acero IS, a tal valor de temperatura tiene un límite elástico bastante alto, igual a aproximadamente 110 MPa.

- 50 Puesto que el intervalo de temperatura es típicamente el de los colectores de escape, el de las turbinas y el de los turbo colectores usados en el campo "automotriz", el problema descrito anteriormente está presente. En el intervalo de temperatura de 900 °C a 1.020 °C, la elección del material con el que hacer los colectores de escape, las turbinas y turbo colectores es bastante complicada: por un lado, mediante la selección del hierro fundido NR, se obtienen piezas fundidas baratas pero las mismas están fácilmente sometidas a daños, y por otro lado, mediante la selección del Acero inoxidable IS austenítico, se obtienen elementos fiables, pero con un considerable alto costo.

Se ha de señalar, a propósito, que para tales productos, el límite elástico del Acero inoxidable IS austenítico tiene un valor considerablemente mayor que el requerido por las especificaciones de los diferentes fabricantes, con la consecuencia de que el uso del Acero inoxidable austenítico no parece ser razonable con respecto a los requisitos mecánicos reales de los colectores de escape, de las turbinas y de los turbo colectores pero es la única forma viable si se desea evitar una rotura temprana de este tipo de piezas.

Por lo tanto en el estado de la técnica actual, existe la necesidad de disponer de un material que sea barato de hacer y de trabajar y que tenga buenas propiedades mecánicas (por ejemplo, un buen límite elástico) a las temperaturas que varían de 900 °C a 1.020 °C.

Objetos y sumario de la invención

La presente invención tiene por objeto superar los inconvenientes de la técnica anterior.

En particular, la presente invención tiene por objeto proporcionar un material que cumpla con los requisitos establecidos anteriormente.

Un primer objeto de la presente invención es un hierro fundido de grafito esferoidal de alta aleación con una estructura austenítica que comprende los siguientes ingredientes en los siguientes porcentajes (en peso, sobre la cantidad total):

Cromo (Cr) que varía del 1,6 % al 2,0 %

Molibdeno (Mo) que varía del 0,9 % al 1, %

Niobio (Nb) que varía del 0,3 % al 0,5 %

Níquel (Ni) que varía del 34 % al 36 %

Silicio (Si) que varía del 6,1 % al 6,7 %

Carbono (C) que varía del 1,6 % al 2,0 %

Tungsteno (W) que varía del 0,5 % al 0,7 %

Manganeso (Mn) que varía del 0,5 % al 0,65 %

que comprende opcionalmente además

Fósforo (P) $\leq 0,1 \%$

Cobre (Cu) $\leq 0,1 \%$,

comprendiendo hierro el resto del hierro fundido.

Un objeto adicional de la presente invención es un componente, especialmente un componente estructural, fabricado de dicho hierro fundido, en particular, fabricado por un proceso de fundición, seguido de uno o más procesos de mecanizado de eliminación de viruta.

Aún otro objeto de la presente invención es un turbo colector para motores de combustión interna (motores Otto o motores diesel) fabricado de dicho hierro fundido.

Breve descripción de los dibujos

La invención se describirá a continuación con referencia a ejemplos no limitantes, proporcionados a modo de ejemplo y no como una limitación en los dibujos adjuntos. Estos dibujos muestran diferentes características de la presente invención, y en particular:

La Figura 1 es la tendencia del límite elástico como una función de la temperatura de un tipo conocido de hierro fundido y de un Acero, que también se conoce;

La Figura 2 es la tendencia del límite elástico del hierro fundido según la presente invención;

La Figura 3 es la comparación entre los límites elásticos como una función de la temperatura de materiales conocidos y del hierro fundido según la presente invención;

La Figura 4 es la gráfica de UTS (del inglés Ultimate Tensile Strength - tensión de rotura última) del hierro fundido según la presente invención.

Descripción detallada de la invención

El hierro fundido de grafito esferoidal de alta aleación con una estructura austenítica según la presente invención comprende los siguientes ingredientes en los siguientes porcentajes en peso:

Cromo (Cr) que varía del 1,6 % al 2,0 %

Molibdeno (Mo) que varía del 0,9 % al 1,1 %

5 Niobio (Nb) que varía del 0,3 % al 0,5 %

Níquel (Ni) que varía del 34 % al 36 %

Silicio (Si) que varía del 6,1 % al 6,7 %

Carbono (C) que varía del 1,6 % al 2,0 %

Tungsteno (W) que varía del 0,5 % al 0,7 %

10 Manganeso (Mn) que varía del 0,5 % al 0,65 %

que comprende opcionalmente además

Fósforo (P) $\leq 0,1 \%$

Cobre (Cu) $\leq 0,1 \%$,

comprendiendo hierro el resto del hierro fundido.

15 El solicitante sorprendentemente ha encontrado que el hierro fundido de grafito esferoidal de alta aleación que tiene una estructura austenítica que comprende, entre otras cosas, los ingredientes anteriores con los porcentajes mencionados tiene propiedades mecánicas óptimas, que se encuentran entre las del hierro fundido NR descrito anteriormente y las del Acero inoxidable IS austenítico mencionado anteriormente.

20 Ventajosamente, además, el hierro fundido según la presente invención tiene un coste intermedio entre el del conocido hierro fundido NR y el del Acero inoxidable austenítico, teniendo por lo tanto un ahorro interesante de costo en comparación con el Acero Inoxidable austenítico.

El hierro fundido según la presente invención tiene esencialmente todas las mejores propiedades para superar los inconvenientes mencionados anteriormente y para servir a la función como un material para la fabricación de turbo colectores para motores de combustión interna.

25 Se ha de señalar que a partir de ahora el hierro fundido según la presente invención tiene, en un intervalo de temperatura de aproximadamente 780 °C a 840 °C, un límite elástico aún mayor que el del Acero IS, haciendo que sea incluso preferible a éste último para aplicaciones específicas en tal intervalo de temperatura.

30 El Silicio es un elemento de grafitización y mueve la transformación eutéctica a la izquierda aumentando la temperatura eutéctica; estas dos acciones combinadas (la acción de la grafitización y el movimiento de la curva eutéctica) reducen el intervalo de solidificación para un valor de carbono dado.

Además, el Silicio es un elemento Alfégeno y en el intervalo de valores de la invención (de 6,1 a 6,7 %) mueve la solidificación de la aleación en el sistema estable (grafito y ferrita).

Por otra parte reduce la estabilidad de carburo eutéctico y perlítica.

35 El contenido de carbono del eutectoide se reduce por el Silicio en aproximadamente el 0,1 % por cada aumento del 1 % en el Silicio ($\text{Testable} = 1.154 \text{ }^{\circ}\text{C} + 4 \cdot \text{Si} - 2 \cdot \text{Mn} - 30 \cdot \text{P}$; $\text{Tmetaestable} = 1.147 \text{ }^{\circ}\text{C} - 10 \cdot \text{Si} - 30 \cdot \text{P} + 30 \cdot \text{Cr}$).

Por lo tanto, en palabras sencillas, es posible decir que por lo tanto el hecho de añadir Silicio en los porcentajes mostrados da una alta estabilidad dimensional a altas temperaturas y una mejor resistencia a la corrosión ácida; en los porcentajes mostrados arriba también se mejora la descamación en caliente (pérdida por oxidación).

40 Se ha de señalar aquí también que, en principio, el suministro de Silicio con valores superiores al 6 % en peso sería desaconsejable en un hierro fundido austenítico, en base a la literatura científica disponible.

Esto se deriva del hecho de que el Silicio es notoriamente un elemento Alfégeno, que promueve la formación de ferrita estable, oponiéndose a la formación de la austenita, por lo tanto, esto se podría contrastar en un hierro fundido con matriz austenítica como el de la presente invención.

45 El solicitante ha observado sorprendentemente que la presencia contemporánea del Tungsteno no afecta a la formación de la matriz austenítica, ya que se combina con el grafito segregado por el Silicio y resulta en la formación de carburos de Tungsteno además muy estables.

Por lo que respecta al Níquel, se tiene que señalar que tiene un efecto Gammágeno y reduce los puntos críticos y la velocidad de enfriamiento crítico, así como refina el grano perlita. El Níquel, en los porcentajes indicados, garantiza la estabilidad de la matriz de hierro fundido desde temperatura ambiente hasta 1.020 °C y no genera carburos.

5 Por lo que respecta al Cromo, es un elemento Alfágeno y es un elemento que forma carburo superior y forma carburos térmicamente muy estables.

Los porcentajes de Cromo mostrados en la formulación del hierro fundido según la presente invención garantizan la grafitización de la cementita eutéctica y de perlita para reducirse durante un enfriamiento lento normal.

Con el porcentaje de Cromo superior al 1 % se forman carburos.

10 Una mejora general de las propiedades mecánicas se puede obtener mediante la adición del 1,6 % al 2 % aproximadamente de Cromo según la presente invención, debido al fuerte efecto estabilizador de la perlita, ejercido por el Cromo, y a la eliminación de la perlita libre formada después del enfriamiento lento.

Este efecto del Cromo resulta en un incremento en la dureza y en la resistencia al desgaste de hierro fundido.

15 El hierro fundido según la presente invención, por tanto, muestra una excelente estabilidad a alta temperatura y una mejor resistencia a la corrosión previniendo la formación de escamas ayudando a la formación de la matriz austenítica.

El Molibdeno, en los porcentajes mostrados anteriormente, es el elemento más eficaz para mejorar la resistencia del hierro fundido según la presente invención y para mejorar su dureza.

20 En el porcentaje de aproximadamente el 1 % (del 0,9 % al 1,1 %) tiene ventajosamente el efecto de la estabilización de la perlita y de la mejora de la uniformidad estructural, lo que, en consecuencia, aumenta la resistencia y la dureza.

El Molibdeno forma carburos intercrystalinos y fácilmente segrega junto con los Cromos en fosfuros eutécticos.

Además el Molibdeno añadido en porcentajes del 0,9 % al 1,1 % mejora la resistencia al calor y proporciona una buena resistencia al desgaste.

25 Por lo que respecta al contrario del Niobio, el hecho de añadirlo en porcentaje de 0,3 % al 0,5 % en la formulación de hierro fundido según la presente invención tiene como objetivo principalmente mejorar las propiedades mecánicas del mismo reduciendo el tamaño de las células eutécticas.

Además, reduce la tendencia de la formación del carburo debido a la reducción del sub-enfriamiento y al aumento en el número de células eutécticas y se opone ventajosamente a las precipitaciones de los carburos de Cromo que hacen que se reduzca la ductilidad.

30 El Tungsteno, en los porcentajes mostrados anteriormente, proporciona el hierro fundido según la presente invención con una resistencia óptima a la corrosión y sólo resulta afectado débilmente frente a la mayoría de ácidos minerales.

35 El Tungsteno aumenta considerablemente la dureza y la elevada temperatura de fusión hace que sea una opción muy adecuada para aplicaciones estructurales sometidas a altas temperaturas, tales como las que se refieren en la presente invención, tales como por ejemplo las de los turbo colectores, las de los colectores de escape para turbinas en el campo "automotriz" o similares. Su alto módulo elástico se explota a bajas temperaturas.

40 El Tungsteno en porcentajes de aproximadamente 0,5 % al 0,7 % proporciona una buena resistencia a la deformación retardada. Sorprendentemente (incluso cuando se conoce generalmente el Tungsteno y no se recomienda en este campo debido a su tendencia a generar una dureza excesiva y una baja trabajabilidad del material) el solicitante ha señalado que, insertado en el hierro fundido según la presente invención, aumenta la presencia de carburos intergranulares estables que proporcionan aún más estabilidad dimensional y rigidez a altas temperaturas.

45 El efecto no deseado relacionado con la presencia del Tungsteno en el hierro fundido según la presente invención y el relacionado con la excesiva dureza de superficie se han superado brillantemente por el solicitante mediante la inserción en la formulación según la presente invención de Silicio en los porcentajes indicados, que, por tener una función grafitizante, ayuda en la segregación del grafito libre lo que aumenta las características de trabajabilidad. Por último, por lo que respecta al manganeso, en los porcentajes del 0,5 % al 0,65 % éste actúa ventajosamente como un fuerte estabilizador de la austenita; se tiene que señalar de paso que el manganeso en cantidades mayores se combina con el carbono en forma de Mn_3C , carburo isomorfo, similar a la cementita, y por lo tanto se tiene que evitar.

50 El manganeso en esta formulación, también es el elemento Gammágeno que estabiliza la perlita y refina la matriz perlítica.

Opcionalmente, además, el hierro fundido de grafito esferoidal de alta aleación que tiene una estructura austenítica según la presente invención comprende, además, los siguientes ingredientes en los siguientes porcentajes en peso:

Fósforo (P) <0,1 %

Cobre (Cu) <0,1 %

5 Las ventajas derivadas del hierro fundido de la presente invención se pueden encontrar inmediatamente también a partir del análisis de la Figura 2 anexa, en donde la abscisa representa la Temperatura en [°C], la ordenada representa la tensión mecánica en [MegaPascal, MPa] y en donde se muestra el límite elástico del hierro fundido según la presente invención.

10 Como se puede ver inmediatamente la tendencia del límite elástico del hierro fundido 1 según la presente invención, en el intervalo de temperatura de 850 °C a 980 °C es considerablemente mayor que el del conocido hierro fundido NR.

Tal comparación entre el límite elástico 1 del hierro fundido según la presente invención, el del hierro fundido NR y el del Acero IS descritos anteriormente se muestra en el gráfico de la Figura 3, que se basa en los gráficos de las Figuras 1 y 2 y que se suman en una sola visión.

15 La prueba se ha llevado a cabo sobre una muestra de hierro fundido según la presente invención que tiene los siguientes ingredientes en los siguientes porcentajes exactos en peso:

Niobio (Nb) igual al 0,4 %

Carbono (C) igual al 1,7 %

Cromo (Cr) igual al 2,0 %

20 Molibdeno (Mo) igual al 1,0 %

Níquel (Ni) igual al 36 %

Silicio (Si) igual al 6,4 %

Tungsteno (W) igual al 0,6 %

Manganeso (Mn) igual al 0,55 %

25 Se tiene que señalar que estos valores son incluso mejores en lo que respecta a la composición del hierro fundido de la presente invención, ya tienen el mejor equilibrio entre los costes de fabricación y las propiedades mecánicas, especialmente en lo que respecta al intervalo de temperatura y las aplicaciones en el campo de la automoción al que no se hizo referencia como una limitación.

30 Los valores que se han encontrado, además de ser visibles en el gráfico de la Figura 3, se han puesto incluso en Tabla 1 mostrada a continuación.

Temperaturas [°C]	Límite Elástico [MPa]		
	Invención	AISI 309S	EN-GJSA-XNiSiCr35-5-2
20	493	621	480
200	461	531	
400	458	510	
600	348	414	325
800	203	186	155
900	82		54
940	78	110	35
980	63		
1020	45	59	

Tabla 1

Dicho sea de paso se tiene que señalar que, en el intervalo de temperatura de 780 °C a 1.020 °C y denotado como INT(a) en la Figura 3, el límite elástico 1 del hierro fundido según la presente invención es siempre mayor que el del conocido hierro fundido NR.

5 Se tiene que señalar que en el intervalo de temperatura de 780 °C a 840 °C, denotado por INT(b) en la Figura 3, el límite elástico del hierro fundido según la presente invención es aún mayor que el del más caro Acero IS, haciendo de ese modo en realidad que el hierro fundido según la presente invención no sólo sea más barato que el Acero, sino también es más resistente con respecto a las aplicaciones específicas.

10 Finalmente, en el intervalo de temperatura por encima de 980 °C, denotado por INT(c) en la Figura 3, el hierro fundido según la presente invención tiene un límite elástico menor que el del Acero IS, pero todavía suficiente para hacer turbo colectores y colectores de escape en el campo automotriz.

En este intervalo INT(c) el hierro fundido NR es completamente inútil, ya que su límite elástico es igual a aproximadamente cero, mientras que el Acero tiene, además de un coste considerablemente más alto, propiedades mecánicas incluso superiores a los desempeños requeridos para un turbo colector normal.

15 Por lo tanto en esta forma, es posible decir que el hierro fundido según la presente invención es una opción privilegiada para la fabricación de tales componentes mecánicos.

20 Además, análisis adicionales sobre el hierro fundido según la presente invención han confirmado este estado de cosas, y han demostrado que también tiene un buen comportamiento en lo que respecta a la UTS (tensión de rotura última) como una función de la temperatura, tal como se muestra en la Figura 4 anexa en donde la abscisa representa la temperatura a la cual se somete la muestra, medida en [°C], la ordenada representa la fuerza axial a la que se somete la muestra cilíndrica en MegaPascal [MPa].

Por lo tanto a parir de lo anterior, es fácil entender cómo el uso del hierro fundido según la presente invención para la fabricación de componentes estructurales destinados a ser usados a alta temperatura es óptimo por lo que respecta a varios puntos de vista: el costo y la propiedad mecánica.

25 De esta manera por lo tanto es posible prever hacer ventajosamente colectores de escape, turbinas y turbo colectores de motores Otto o diesel con temperaturas máximas de los gases de escape que varían de 950 °C a 1.020 °C mediante el hierro fundido según la presente invención: los esfuerzos mecánicos a los que están sometidos son ampliamente soportables por el material en cuestión, y el coste de fabricación es bajo con respecto al del Acero Inoxidable austenítico.

30 Obviamente, una persona experta en la técnica puede proporcionar añadir ingredientes adicionales con respecto a los mostrados anteriormente, posiblemente con el fin de mejorar otras propiedades mecánicas o con el fin de ajustar el comportamiento a determinadas condiciones de funcionamiento de los componentes estructurales, sin apartarse del alcance protector de la presente invención.

35 Sin embargo, la persona experta en la técnica puede proporcionar cambiar ligeramente los intervalos de los porcentajes descritos anteriormente y que se reivindican a continuación, para obtener un hierro fundido igual al que acaba de describir y por lo tanto sin apartarse del alcance de la presente invención.

REIVINDICACIONES

1. El hierro fundido de grafito esferoidal de alta aleación con una estructura austenítica caracterizado por que

comprende los siguientes ingredientes en los siguientes porcentajes en peso:

- 5 Cromo (Cr) que varía del 1,6 % al 2,0 %
Molibdeno (Mo) que varía del 0,9 % al 1,1 %
Niobio (Nb) que varía del 0,3 % al 0,5 %
Níquel (Ni) que varía del 34 % al 36 %
Silicio (Si) que varía del 6,1 % al 6,7 %
- 10 Carbono (C) que varía del 1,6 % al 2,0 %
Tungsteno (W) que varía del 0,5 % al 0,7 %
Manganeso (Mn) que varía del 0,5 % al 0,65 %.
- que comprende opcionalmente además
- Fósforo (P) $\leq 0,1 \%$
- 15 Cobre (Cu) $\leq 0,1 \%$,
- comprendiendo hierro el resto del hierro fundido.

2. El hierro fundido según la reivindicación anterior, que comprende los siguientes ingredientes en los siguientes porcentajes en peso:

- Niobio (Nb) igual al 0,4 %
- 20 Carbono (C) igual al 1,7 %
Cromo (Cr) igual al 2,0 %
Molibdeno (Mo) igual al 1,0 %
Níquel (Ni) igual al 36 %
Silicio (Si) igual al 6,4 %
- 25 Tungsteno (W) igual al 0,6 %
Manganeso (Mn) igual al 0,55 %

3. El uso de un acero fundido según cualquiera de las reivindicaciones precedentes para la fabricación de un componente estructural fabricado al menos en parte mediante un proceso de fundición.

4. El componente estructural caracterizado por el hecho de que comprende al menos una parte hecha de un hierro fundido según una o más de las reivindicaciones precedentes.
- 30

5. El colector de escape, la turbina o el turbo colector para un motor de combustión interna caracterizado porque al menos en parte está fabricado de hierro fundido según una o más de las reivindicaciones precedentes.

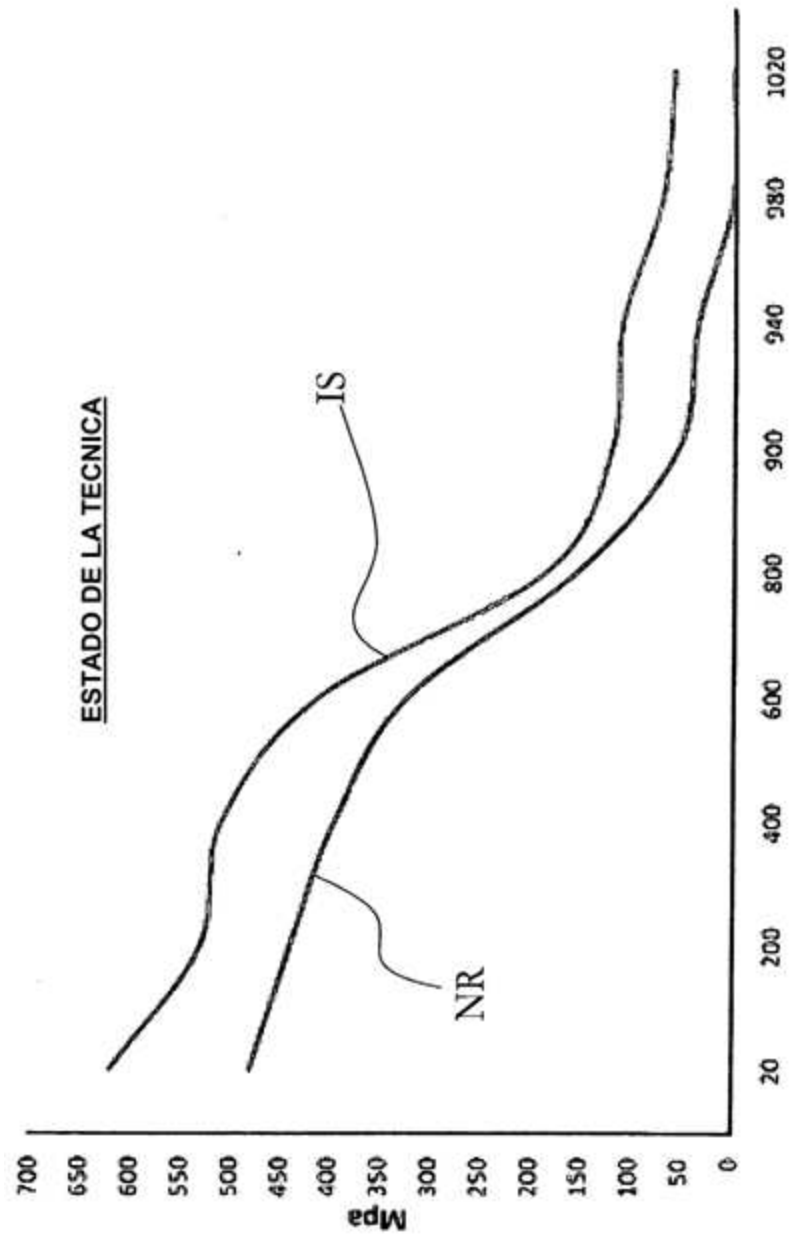


FIGURA 1



FIGURA 2

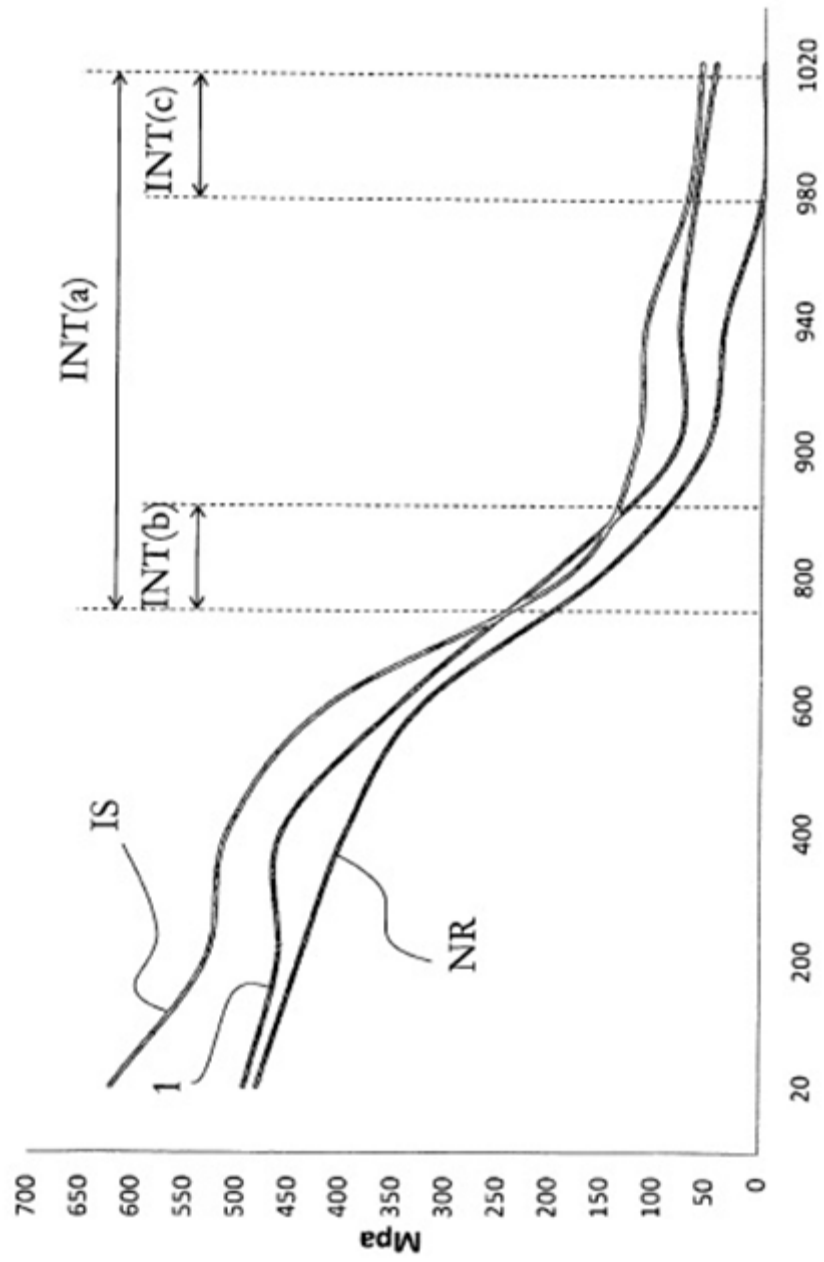


FIGURA 3

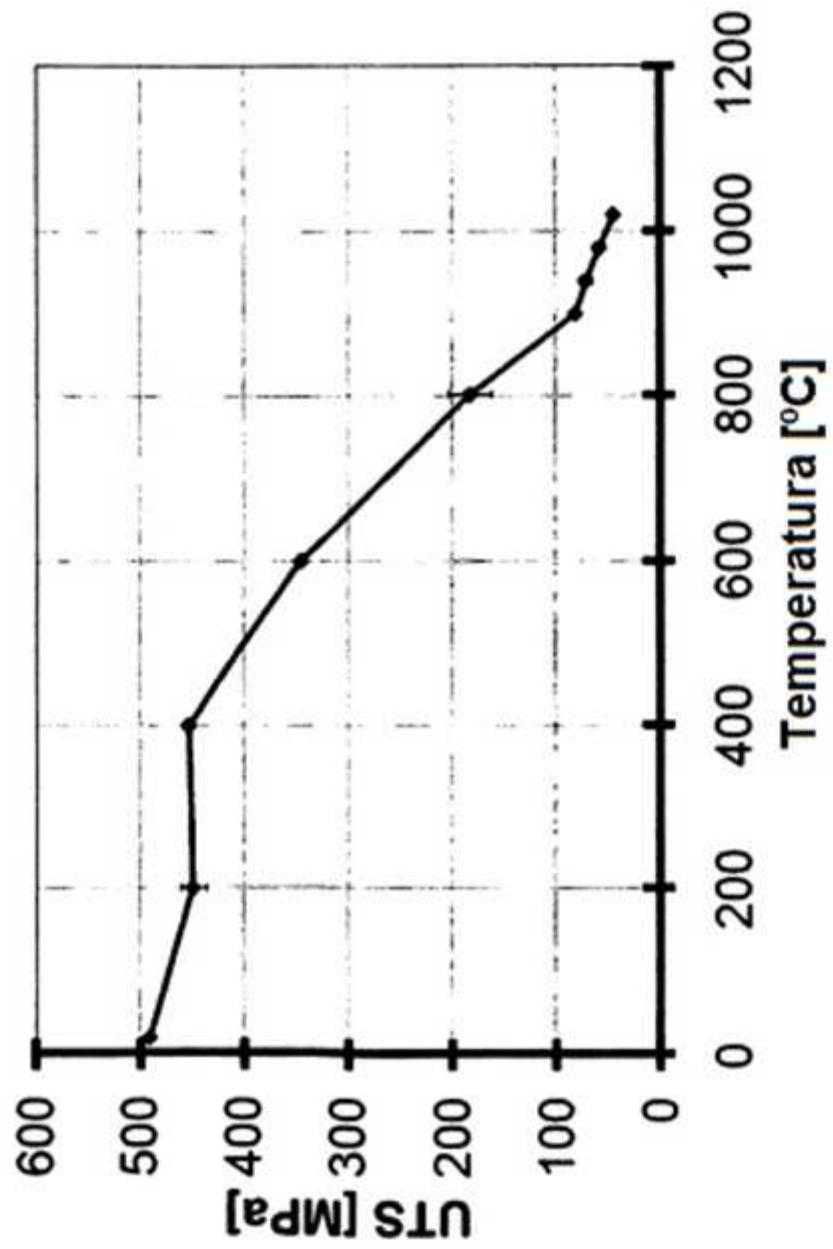


FIGURA 4