

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 384 058**

21 Número de solicitud: 201031802

51 Int. Cl.:

C10G 1/02 (2006.01)

C10B 53/00 (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación: **03.12.2010**

43 Fecha de publicación de la solicitud: **29.06.2012**

43 Fecha de publicación del folleto de la solicitud:
29.06.2012

71 Solicitante/s:
**CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES
CIENTÍFICAS (CSIC)
Serrano, 117
28006 Madrid, ES y
ENRECO 2000, S.L. (50%)**

72 Inventor/es:
**LÓPEZ GÓMEZ, FÉLIX ANTONIO;
ALGUACIL PRIEGO, FRANCISCO JOSÉ;
ÁLVAREZ CENTENO, TERESA;
LOBATO ORTEGA, BELÉN;
GRAU ALMIRALL, JOSÉ;
GRAU GARCÍA, ROGER;
GRAU GARCÍA, FERRAN y
GRAU GARCÍA, ORIOL**

74 Agente/Representante:
Pons Ariño, Ángel

54 Título: **PROCEDIMIENTO E INSTALACIÓN PARA EL TRATAMIENTO DE NEUMÁTICOS FUERA DE
USO.**

57 Resumen:

Procedimiento e instalación para el tratamiento de neumáticos fuera de uso.

Procedimiento e instalación para el tratamiento de neumáticos granulados fuera de uso a través de un proceso de destilación de los materiales poliméricos que componen los neumáticos fuera de uso, tales como caucho natural y sintético; y de la gasificación del residuo sólido o negro de carbono.

ES 2 384 058 A1

DESCRIPCION

Procedimiento e instalación para el tratamiento de neumáticos fuera de uso

5 La invención se refiere al procedimiento para el tratamiento de neumáticos granulados fuera de uso mediante la destilación de los materiales poliméricos que forman parte de la composición de los neumáticos fuera de uso (caucho natural y cauchos sintéticos) y la gasificación del negro de carbono que forma parte del neumático y que queda como residuo sólido de la etapa de gasificación. La invención se relaciona con el reciclado de cauchos, materiales compuestos de matriz polimérica y biomasa residual, así como residuos sólidos urbanos, ya sean de origen natural (maderas) o de origen industrial (residuos del aprovechamiento de materias primas vegetales). Asimismo, la invención también se refiere al diseño y construcción de la instalación donde se lleva a cabo el procedimiento.

10 **Estado de la técnica**

15 Durante muchos años se han estudiado diversas alternativas para la gestión de los neumáticos basadas en el reciclado mediante recauchutado (O'Connell et al., in: I.Gaballah, J.Hager and R.Solozabal, (Ed), Global Symposium on Recycling, Waste Treatment and Clean Technology, San Sebastián, 1999, pp. 401-407 y Job & Josep, Plast. Rubber Compos. 29 (2000) 92-95) y desvulcanización (Alexander-Franco et al., Energy Fuels, 24 (2010) 3401-3409), utilización en la industria del acero (Zaharia et al., Energy Fuels 23 (2009) 2467-2474), desarrollo de sistemas de trituración y molienda y utilización del caucho granulado o en polvo en la fabricación de betunes (Hernandez-Olivares et al., Int. J. Pavement Eng. 10 (2009) 277-288), construcción de carreteras (Gallego y de los Santos, Revista de Obras Públicas, 150 (2003) 7-26), como relleno para la fabricación de nuevas ruedas (Baeta et al., Braz. J. Chem. Eng. 26 (2009) 23-31) y como pavimentos para instalaciones deportivas, parques etc. (Amarl et al., Resour. Policy. 25 (1999) 179-188).

20 El alto porcentaje en carbono volátil y el elevado poder calorífico (33-35 MJ kg⁻¹) (Harrinson and Ross, Fuel 75 (1996) 1009-1013) hacen de los neumáticos excelentes materiales para su recuperación energética. Los combustibles derivados de neumático (Tyre Derived Fuel, TDF) se utilizan en sustitución de combustibles fósiles en la industria del cemento (Tsakalakis, ZKG International, 60 (2007) 43, Choul et al., Waste Manage. Res. 25 (2007) 68-76 and Trezza and Scian, Mater. Res. 2 (2009) 489-494) y en procedimientos de combustión (calderas de la industria de fabricación de papel, calderas industriales, centrales térmicas) para la generación de energía eléctrica (Singh et al., Fuel 88 (2009) 2473-2480). En la combustión, es necesario optimizar las condiciones de operación para minimizar su impacto ambiental. Los contaminantes más importantes que se generan en la combustión de los neumáticos usados son, junto con el SO₂, NO_x y CO_x, los hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAHs) (Levendis et al., Environ.Sci.Technol.30 (1996) 2742-2754 and Mastral et al. Environ. Sci. Technol.34 (2000) 3051-3057). En Europa, el 40% de los neumáticos usados se utiliza como TDF, en USA el 53% y el 70% en Japón (ETRma). Teniendo en cuenta estos problemas medioambientales, principalmente atmosféricos, debido a emisiones tóxicas, que la utilización de los polímeros implica, la forma adecuada de valorizar este residuo es someterlo a un procedimiento térmico para su conversión en aceites, negro de carbón y gases de elevado poder calorífico.

35 Generalmente, el procedimiento térmico utilizado para la valorización de los neumáticos usados es la pirólisis, es decir, el calentamiento del neumático en un reactor en una atmósfera exenta de oxígeno, en presencia de un gas inerte, normalmente nitrógeno. Se han desarrollado diversas tecnologías de pirólisis, desarrolladas en su mayor parte a escala de laboratorio o planta piloto (Conesa et al., Environ. Sci. Technol. 38 (2004) 3189-3194; Islam et al., Fuel 87 (2008) 3112-3122; Li et al., Ind. Eng. Chem. Res. 43 (2004) 5133-5145; Aylón et al., Ind. Eng. Chem. Res. 47 (2008) 4029-4033; Dai et al., Energy 26 (2001) 385-399; Kaminsky et al., J. Anal. Appl. Pyrolysis 85 (2009) 334-337; Roy et al., J. Anal. Appl. Pyrolysis. 51 (1999) 201-221; Olazar et al., Ind. Eng. Chem. Res. 44 (2005) 3918-3924 y Olazar et al., Energy Fuels 23 (2009) 5423-5431).

40 Recientemente, se ha investigado la aplicación de tecnologías basadas en el empleo de plasma térmico, pirólisis en presencia de catalizadores (zeolitas) y pirólisis hidrogenativa (Oledzka, Polimery 51 (2006) 407-414).

45 Se ha estudiado la gasificación de neumáticos usados tanto a nivel de laboratorio como de planta piloto, utilizando tanto tecnologías de lecho fluidizado como de horno rotatorio. En los estudios a nivel de laboratorio, utilizando lecho fluido, obtienen gases con un poder calorífico comprendido entre 4-9 MJ Nm⁻³ en un procedimiento de gasificación a baja temperatura (400-800 °C) utilizando diversas relaciones aire/neumáticos (Xiao et al. Energy Convers. Manage. 49 (2008) 2078-2082). En estas condiciones se obtiene un residuo sólido (char) que representan entre el 24-27% del peso inicial y un aceite cuyo porcentaje en peso varía entre el 0-37% en función de la temperatura. En estudios de gasificación a nivel de planta piloto utilizando lecho fluidizado, se ha comprobado (Raman et al., Conser.Recycl. 4 (1981) 79-88) que es posible obtener gases de alto poder calorífico (22-40 MJ Nm⁻³) cuando se gasifica un residuo de neumático seco y exento de cenizas. En estudios a nivel de laboratorio utilizando un horno rotativo, se ha llegado a obtener un syngas con alto contenido en hidrógeno (alrededor de 45% v/v) y altos contenidos en metano, etileno y etano (Galvagno et al. Waste Manage. 29 (2009) 678-689). Recientemente, (Donatelli et al., Fuel 89 (2010) 2721-2728) han estudiado la producción de un gas del alto poder calorífico (aprox. 29,5 MJ Nm⁻³) con altos contenidos en H₂ y CH₄ (aprox. 53%vol y 22%vol respectivamente) mediante un procedimiento de gasificación utilizando una planta piloto de horno rotativo de 5 kg/h de capacidad, trabajando en un intervalo de temperaturas de 400-1000 °C.

Sin embargo, a diferencia de los procedimientos conocidos hasta ahora, con la presente invención se consigue una conversión efectiva del neumático sin que sea necesario el co-procesado de mezclas (Mastral et. al. Energy Fuels 11 (1997) 676), Patente ES 5960123, Patente a ES 009800650, Patente ES 200102329, Patente ES 2243132 y Patente ES2327019.

5 Descripción de la invención

En la presente invención, a diferencia de lo que sucede en los procedimientos pirolíticos, la destilación del neumático se realiza en reactores a presión atmosférica, con una atmósfera ligeramente oxidante (3-7% de oxígeno), sin utilizar por tanto atmósfera inerte de nitrógeno como sucede en los procedimientos clásicos de pirólisis.

10 En la presente invención y a diferencia de lo que sucede en los procedimientos de gasificación clásicos, no se gasifica el neumático tal cual sino el residuo carbonoso obtenido en la etapa de destilación.

Un aspecto de la invención se refiere a un procedimiento realizado en continuo para la generación de energía mediante el tratamiento de neumático granulado, preferiblemente fuera de uso, que comprende:

i) la destilación del granulado de neumático para obtener una fracción gaseosa no condensable, una fracción gaseosa condensable y un residuo carbonoso;

15 ii) la condensación por enfriamiento de la fracción gaseosa condensable obtenida en la etapa i) dando lugar a aceites constituidos por diferentes tipos de hidrocarburos; y

iii) la co-generación eléctrica de la fracción gaseosa no condensable obtenida en la etapa i) mediante una turbina o motor generador.

20 Otro aspecto de la invención se refiere a la instalación para llevar a cabo el proceso mencionado anteriormente que comprende un reactor (1) multicelda de doble etapa con horno y mufla, una unidad de condensación (2) de la fracción líquida, una unidad de filtrado de los gases (3), y una unidad de acondicionamiento de los gases (4).

Otro aspecto de la invención se refiere al uso de un neumático granulado, preferiblemente en desuso, para la producción de energía eléctrica.

25 A lo largo de la presente invención el término "residuo carbonoso" o "char" se refiere a la fracción que queda después de eliminar los gases ligeros (tales como el gas de hulla) y el alquitrán (tal como el alquitrán de hulla) de un material carbonoso durante la etapa inicial del procedimiento de combustión, particularmente cuando se produce lo que se conoce como la carbonización, desvolatilización o pirólisis.

30 El término "gas de síntesis" o "syngas" se refiere a un combustible gaseoso obtenido a partir de sustancias ricas en carbono (tales como hulla, carbón, coque, nafta, biomasa) sometidas a un procedimiento químico a alta temperatura. La composición de dicho gas de síntesis comprende independientemente CO, CO₂, H₂ y/o mezclas de los mismos.

El término "procedimiento realizado en continuo" se refiere a un sistema de alimentación cíclico del neumático granulado.

En otra realización, la invención se refiere al procedimiento definido anteriormente que además comprende:

35 iv) el procedimiento de gasificación del residuo carbonoso obtenido en la etapa i) a presión atmosférica para obtener gas de síntesis mediante inyección de una mezcla de aire y oxígeno compuesta por entre el 50 % y el 75 % en volumen de aire y por entre el 15 % y el 50 % en volumen de oxígeno; y

v) la co-generación eléctrica del gas de síntesis producido en la etapa iv) mediante una turbina o motor generador.

40 En otra realización, la invención se refiere al procedimiento definido anteriormente donde la mezcla de aire y oxígeno de la etapa iv) está compuesta por un 69 % de aire y por un 15 % de oxígeno.

En otra realización, la invención se refiere al procedimiento definido anteriormente donde el granulado de neumático fuera de uso tiene un tamaño de partícula menor o igual de 25 mm.

45 En otra realización, la invención se refiere al procedimiento definido anteriormente donde la etapa i) se lleva a cabo a una temperatura de entre 200 y 700 °C; preferiblemente de entre 400 y 700 °C; y aún más preferiblemente de entre 500 y 700 °C.

En otra realización, la invención se refiere al procedimiento definido anteriormente donde la etapa i) se lleva a cabo en una atmósfera ligeramente oxidante que comprende el aire que queda ocluido en el reactor y en el espacio interparticular del mismo.

- En otra realización, la invención se refiere al procedimiento definido anteriormente donde la composición de la fracción gaseosa condensable obtenida en la etapa i) comprende independientemente benceno, tolueno, xileno (BTX), hidrocarburos poliaromáticos (PAH's), hidrocarburos alifáticos, hidrocarburos cíclicos, nitro derivados, tio derivados y/o mezclas de los mismos.
- 5 En otra realización, la invención se refiere al procedimiento definido anteriormente donde la composición de la fracción gaseosa no condensable obtenida en la etapa i) comprende independientemente H₂, CH₄, nCH₄H₁₀, y/o mezclas de los mismos.
- En otra realización, la invención se refiere al procedimiento definido anteriormente donde la composición del residuo carbonoso (char) obtenido en la etapa i) comprende negro de carbono y un carbono residual formado como consecuencia de las reacciones de craqueo de los componentes existentes en la fracción condensable.
- 10 En otra realización, la invención se refiere al procedimiento definido anteriormente donde la etapa ii) se lleva a cabo a una temperatura menor o igual de 260 °C.
- En otra realización, la invención se refiere al procedimiento definido anteriormente donde la etapa ii) se lleva a cabo a una temperatura de entre 160 y 200 °C.
- 15 En otra realización, la invención se refiere al procedimiento definido anteriormente donde la etapa ii) se lleva a cabo a una temperatura menor o igual de 170 °C.
- En otra realización, la invención se refiere al procedimiento definido anteriormente que además comprende una etapa de depuración y filtración tras la etapa ii).
- 20 En otra realización, la invención se refiere al procedimiento definido anteriormente donde el sistema de depuración comprende una disolución acuosa de (NO₃)₂Pb.
- En otra realización, la invención se refiere al procedimiento definido anteriormente donde la etapa iv) se realiza en el mismo reactor que la etapa i) sin necesidad de enfriamiento ni de transporte.
- En otra realización, la invención se refiere al procedimiento definido anteriormente donde la temperatura a la que se lleva a cabo la etapa iv) es de entre 800 y 1.200 °C, preferiblemente 1.000 °C.
- 25 En otra realización, la invención se refiere al procedimiento definido anteriormente donde la composición del gas de síntesis obtenido en la etapa iv) comprende independientemente CO, CO₂, H₂ y/o mezclas de los mismos.
- En otra realización, la invención se refiere al procedimiento definido anteriormente que además comprende una etapa de depuración y filtración tras la etapa iv).
- En otra realización, la invención se refiere al procedimiento definido anteriormente donde:
- 30 el granulado de neumático fuera de uso tiene un tamaño de partícula menor o igual de 25 mm; y
la etapa i) se lleva a cabo a una temperatura de entre 200 y 700 °C; preferiblemente de entre 400 y 700 °C; y aún más preferiblemente de entre 500 y 700 °C.
- En otra realización, la invención se refiere al procedimiento definido anteriormente donde:
- 35 el granulado de neumático fuera de uso tiene un tamaño de partícula menor o igual de 25 mm; y
la etapa i) se lleva a cabo en una atmósfera ligeramente oxidante que comprende el aire que queda ocluido en el reactor y en el espacio interparticular del mismo.
- En otra realización, la invención se refiere al procedimiento definido anteriormente donde:
- 40 el granulado de neumático fuera de uso tiene un tamaño de partícula menor o igual de 25 mm; y
la etapa ii) se lleva a cabo a una temperatura menor o igual de 260 °C.
- En otra realización, la invención se refiere al procedimiento definido anteriormente donde:
- 45 el granulado de neumático fuera de uso tiene un tamaño de partícula menor o igual de 25 mm;
la etapa i) se lleva a cabo a una temperatura de entre 200 y 700 °C; preferiblemente de entre 400 y 700 °C; y aún más preferiblemente de entre 500 y 700 °C; y
la etapa ii) se lleva a cabo a una temperatura menor o igual de 260 °C.
- En otra realización, la invención se refiere al procedimiento definido anteriormente donde:

la etapa i) se lleva a cabo en una atmósfera ligeramente oxidante que comprende el aire que queda ocluido en el reactor y en el espacio interparticular del mismo; y

la etapa ii) se lleva a cabo a una temperatura menor o igual de 260 °C.

En otra realización, la invención se refiere al procedimiento definido anteriormente donde:

5 el granulado de neumático fuera de uso tiene un tamaño de partícula menor o igual de 25 mm;

la etapa i) se lleva a cabo en una atmósfera ligeramente oxidante que comprende el aire que queda ocluido en el reactor y en el espacio interparticular del mismo; y

la etapa ii) se lleva a cabo a una temperatura menor o igual de 260 °C.

En otra realización, la invención se refiere al procedimiento definido anteriormente donde:

10 el granulado de neumático fuera de uso tiene un tamaño de partícula menor o igual de 25 mm; y

la etapa ii) se lleva a cabo a una temperatura de entre 160 y 200 °C.

En otra realización, la invención se refiere al procedimiento definido anteriormente donde:

el granulado de neumático fuera de uso tiene un tamaño de partícula menor o igual de 25 mm;

15 la etapa i) se lleva a cabo a una temperatura de entre 200 y 700 °C; preferiblemente de entre 400 y 700 °C; y aún más preferiblemente de entre 500 y 700 °C; y

la etapa ii) se lleva a cabo a una temperatura de entre 160 y 200 °C.

En otra realización, la invención se refiere al procedimiento definido anteriormente donde:

la etapa i) se lleva a cabo en una atmósfera ligeramente oxidante que comprende el aire que queda ocluido en el reactor y en el espacio interparticular del mismo; y

20 la etapa ii) se lleva a cabo a una temperatura de entre 160 y 200 °C.

En otra realización, la invención se refiere al procedimiento definido anteriormente donde:

el granulado de neumático fuera de uso tiene un tamaño de partícula menor o igual de 25 mm;

la etapa i) se lleva a cabo en una atmósfera ligeramente oxidante que comprende el aire que queda ocluido en el reactor y en el espacio interparticular del mismo; y

25 la etapa ii) se lleva a cabo a una temperatura de entre 160 y 200 °C.

En otra realización, la invención se refiere al procedimiento definido anteriormente donde:

el granulado de neumático fuera de uso tiene un tamaño de partícula menor o igual de 25 mm; y

la etapa ii) se lleva a cabo a una temperatura menor o igual de 170 °C.

En otra realización, la invención se refiere al procedimiento definido anteriormente donde:

30 el granulado de neumático fuera de uso tiene un tamaño de partícula menor o igual de 25 mm;

la etapa i) se lleva a cabo a una temperatura de entre 200 y 700 °C; preferiblemente de entre 400 y 700 °C; y aún más preferiblemente de entre 500 y 700 °C; y

la etapa ii) se lleva a cabo a una temperatura menor o igual de 170 °C.

En otra realización, la invención se refiere al procedimiento definido anteriormente donde:

35 la etapa i) se lleva a cabo en una atmósfera ligeramente oxidante que comprende el aire que queda ocluido en el reactor y en el espacio interparticular del mismo; y

la etapa ii) se lleva a cabo a una temperatura menor o igual de 170 °C.

En otra realización, la invención se refiere al procedimiento definido anteriormente donde:

el granulado de neumático fuera de uso tiene un tamaño de partícula menor o igual de 25 mm;

la etapa i) se lleva a cabo en una atmósfera ligeramente oxidante que comprende el aire que queda ocluido en el reactor y en el espacio interparticular del mismo; y

la etapa ii) se lleva a cabo a una temperatura menor o igual de 170 °C.

En otra realización, la invención se refiere al procedimiento definido anteriormente donde:

5 el granulado de neumático fuera de uso tiene un tamaño de partícula menor o igual de 25 mm;

la etapa i) se lleva a cabo a una temperatura de entre 200 y 700 °C; preferiblemente de entre 400 y 700 °C; y aún más preferiblemente de entre 500 y 700 °C; y

la etapa iv) se realiza en el mismo reactor que la etapa i) sin necesidad de enfriamiento ni de transporte.

En otra realización, la invención se refiere al procedimiento definido anteriormente donde:

10 el granulado de neumático fuera de uso tiene un tamaño de partícula menor o igual de 25 mm;

la etapa i) se lleva a cabo en una atmósfera ligeramente oxidante que comprende el aire que queda ocluido en el reactor y en el espacio interparticular del mismo; y

la etapa iv) se realiza en el mismo reactor que la etapa i) sin necesidad de enfriamiento ni de transporte.

En otra realización, la invención se refiere al procedimiento definido anteriormente donde:

15 el granulado de neumático fuera de uso tiene un tamaño de partícula menor o igual de 25 mm;

la etapa ii) se lleva a cabo a una temperatura menor o igual de 260 °C; y

la etapa iv) se realiza en el mismo reactor que la etapa i) sin necesidad de enfriamiento ni de transporte.

En otra realización, la invención se refiere al procedimiento definido anteriormente donde:

20 el granulado de neumático fuera de uso tiene un tamaño de partícula menor o igual de 25 mm;

la etapa i) se lleva a cabo a una temperatura de entre 200 y 700 °C; preferiblemente de entre 400 y 700 °C; y aún más preferiblemente de entre 500 y 700 °C;

la etapa ii) se lleva a cabo a una temperatura menor o igual de 260 °C; y

la etapa iv) se realiza en el mismo reactor que la etapa i) sin necesidad de enfriamiento ni de transporte.

En otra realización, la invención se refiere al procedimiento definido anteriormente donde:

25 la etapa i) se lleva a cabo en una atmósfera ligeramente oxidante que comprende el aire que queda ocluido en el reactor y en el espacio interparticular del mismo;

la etapa ii) se lleva a cabo a una temperatura menor o igual de 260 °C; y

la etapa iv) se realiza en el mismo reactor que la etapa i) sin necesidad de enfriamiento ni de transporte.

En otra realización, la invención se refiere al procedimiento definido anteriormente donde:

30 el granulado de neumático fuera de uso tiene un tamaño de partícula menor o igual de 25 mm;

la etapa i) se lleva a cabo en una atmósfera ligeramente oxidante que comprende el aire que queda ocluido en el reactor y en el espacio interparticular del mismo;

la etapa ii) se lleva a cabo a una temperatura menor o igual de 260 °C; y

la etapa iv) se realiza en el mismo reactor que la etapa i) sin necesidad de enfriamiento ni de transporte.

35 En otra realización, la invención se refiere al procedimiento definido anteriormente donde:

el granulado de neumático fuera de uso tiene un tamaño de partícula menor o igual de 25 mm;

la etapa ii) se lleva a cabo a una temperatura de entre 160 y 200 °C; y

la etapa iv) se realiza en el mismo reactor que la etapa i) sin necesidad de enfriamiento ni de transporte.

En otra realización, la invención se refiere al procedimiento definido anteriormente donde:

el granulado de neumático fuera de uso tiene un tamaño de partícula menor o igual de 25 mm;

la etapa i) se lleva a cabo a una temperatura de entre 200 y 700 °C; preferiblemente de entre 400 y 700 °C; y aún más preferiblemente de entre 500 y 700 °C;

la etapa ii) se lleva a cabo a una temperatura de entre 160 y 200 °C; y

5 la etapa iv) se realiza en el mismo reactor que la etapa i) sin necesidad de enfriamiento ni de transporte.

En otra realización, la invención se refiere al procedimiento definido anteriormente donde:

la etapa i) se lleva a cabo en una atmósfera ligeramente oxidante que comprende el aire que queda ocluido en el reactor y en el espacio interparticular del mismo;

la etapa ii) se lleva a cabo a una temperatura de entre 160 y 200 °C; y

10 la etapa iv) se realiza en el mismo reactor que la etapa i) sin necesidad de enfriamiento ni de transporte.

En otra realización, la invención se refiere al procedimiento definido anteriormente donde:

el granulado de neumático fuera de uso tiene un tamaño de partícula menor o igual de 25 mm;

la etapa i) se lleva a cabo en una atmósfera ligeramente oxidante que comprende el aire que queda ocluido en el reactor y en el espacio interparticular del mismo;

15 la etapa ii) se lleva a cabo a una temperatura de entre 160 y 200 °C; y

la etapa iv) se realiza en el mismo reactor que la etapa i) sin necesidad de enfriamiento ni de transporte.

En otra realización, la invención se refiere al procedimiento definido anteriormente donde:

el granulado de neumático fuera de uso tiene un tamaño de partícula menor o igual de 25 mm;

la etapa ii) se lleva a cabo a una temperatura menor o igual de 170 °C; y

20 la etapa iv) se realiza en el mismo reactor que la etapa i) sin necesidad de enfriamiento ni de transporte.

En otra realización, la invención se refiere al procedimiento definido anteriormente donde:

el granulado de neumático fuera de uso tiene un tamaño de partícula menor o igual de 25 mm;

la etapa i) se lleva a cabo a una temperatura de entre 200 y 700 °C; preferiblemente de entre 400 y 700 °C; y aún más preferiblemente de entre 500 y 700 °C;

25 la etapa ii) se lleva a cabo a una temperatura menor o igual de 170 °C; y

la etapa iv) se realiza en el mismo reactor que la etapa i) sin necesidad de enfriamiento ni de transporte.

En otra realización, la invención se refiere al procedimiento definido anteriormente donde:

la etapa i) se lleva a cabo en una atmósfera ligeramente oxidante que comprende el aire que queda ocluido en el reactor y en el espacio interparticular del mismo;

30 la etapa ii) se lleva a cabo a una temperatura menor o igual de 170 °C; y

la etapa iv) se realiza en el mismo reactor que la etapa i) sin necesidad de enfriamiento ni de transporte.

En otra realización, la invención se refiere al procedimiento definido anteriormente donde:

el granulado de neumático fuera de uso tiene un tamaño de partícula menor o igual de 25 mm;

35 el reactor y en el espacio interparticular del mismo;

la etapa ii) se lleva a cabo a una temperatura menor o igual de 170 °C; y

la etapa iv) se realiza en el mismo reactor que la etapa i) sin necesidad de enfriamiento ni de transporte.

En otra realización, la invención se refiere al procedimiento definido anteriormente donde:

el granulado de neumático fuera de uso tiene un tamaño de partícula menor o igual de 25 mm;

la etapa i) se lleva a cabo a una temperatura de entre 200 y 700 °C; preferiblemente de entre 400 y 700 °C; y aún más preferiblemente de entre 500 y 700 °C; y

la mezcla de aire y oxígeno está compuesta por un 69 % de aire y por un 15 % de oxígeno.

En otra realización, la invención se refiere al procedimiento definido anteriormente donde:

5 el granulado de neumático fuera de uso tiene un tamaño de partícula menor o igual de 25 mm;

la etapa i) se lleva a cabo en una atmósfera ligeramente oxidante que comprende el aire que queda ocluido en el reactor y en el espacio interparticular del mismo; y

la mezcla de aire y oxígeno está compuesta por un 69 % de aire y por un 15 % de oxígeno.

En otra realización, la invención se refiere al procedimiento definido anteriormente donde:

10 el granulado de neumático fuera de uso tiene un tamaño de partícula menor o igual de 25 mm;

la etapa i) se lleva a cabo a una temperatura de entre 200 y 700 °C; preferiblemente de entre 400 y 700 °C; y aún más preferiblemente de entre 500 y 700 °C;

la etapa iv) se realiza en el mismo reactor que la etapa i) sin necesidad de enfriamiento ni de transporte; y

la mezcla de aire y oxígeno está compuesta por un 69 % de aire y por un 15 % de oxígeno.

15 En otra realización, la invención se refiere al procedimiento definido anteriormente donde:

el granulado de neumático fuera de uso tiene un tamaño de partícula menor o igual de 25 mm;

la etapa i) se lleva a cabo en una atmósfera ligeramente oxidante que comprende el aire que queda ocluido en el reactor y en el espacio interparticular del mismo;

la etapa iv) se realiza en el mismo reactor que la etapa i) sin necesidad de enfriamiento ni de transporte; y

20 la mezcla de aire y oxígeno está compuesta por un 69 % de aire y por un 15 % de oxígeno.

En otra realización, la invención se refiere al procedimiento definido anteriormente donde:

el granulado de neumático fuera de uso tiene un tamaño de partícula menor o igual de 25 mm;

la etapa ii) se lleva a cabo a una temperatura menor o igual de 260 °C;

la etapa iv) se realiza en el mismo reactor que la etapa i) sin necesidad de enfriamiento ni de transporte; y

25 la mezcla de aire y oxígeno está compuesta por un 69 % de aire y por un 15 % de oxígeno.

En otra realización, la invención se refiere al procedimiento definido anteriormente donde:

el granulado de neumático fuera de uso tiene un tamaño de partícula menor o igual de 25 mm;

la etapa i) se lleva a cabo a una temperatura de entre 200 y 700 °C; preferiblemente de entre 400 y 700 °C; y aún más preferiblemente de entre 500 y 700 °C;

30 la etapa ii) se lleva a cabo a una temperatura menor o igual de 260 °C;

la etapa iv) se realiza en el mismo reactor que la etapa i) sin necesidad de enfriamiento ni de transporte; y

la mezcla de aire y oxígeno está compuesta por un 69 % de aire y por un 15 % de oxígeno.

En otra realización, la invención se refiere al procedimiento definido anteriormente donde:

35 la etapa i) se lleva a cabo en una atmósfera ligeramente oxidante que comprende el aire que queda ocluido en el reactor y en el espacio interparticular del mismo;

la etapa ii) se lleva a cabo a una temperatura menor o igual de 260 °C;

la etapa iv) se realiza en el mismo reactor que la etapa i) sin necesidad de enfriamiento ni de transporte; y

la mezcla de aire y oxígeno está compuesta por un 69 % de aire y por un 15 % de oxígeno.

En otra realización, la invención se refiere al procedimiento definido anteriormente donde:

el granulado de neumático fuera de uso tiene un tamaño de partícula menor o igual de 25 mm;

la etapa i) se lleva a cabo en una atmósfera ligeramente oxidante que comprende el aire que queda ocluido en el reactor y en el espacio interparticular del mismo;

la etapa ii) se lleva a cabo a una temperatura menor o igual de 260 °C;

5

la etapa iv) se realiza en el mismo reactor que la etapa i) sin necesidad de enfriamiento ni de transporte; y

la mezcla de aire y oxígeno está compuesta por un 69 % de aire y por un 15 % de oxígeno.

En otra realización, la invención se refiere al procedimiento definido anteriormente donde:

el granulado de neumático fuera de uso tiene un tamaño de partícula menor o igual de 25 mm;

la etapa ii) se lleva a cabo a una temperatura de entre 160 y 200 °C;

10

la etapa iv) se realiza en el mismo reactor que la etapa i) sin necesidad de enfriamiento ni de transporte; y

la mezcla de aire y oxígeno está compuesta por un 69 % de aire y por un 15 % de oxígeno.

En otra realización, la invención se refiere al procedimiento definido anteriormente donde:

el granulado de neumático fuera de uso tiene un tamaño de partícula menor o igual de 25 mm;

15

la etapa i) se lleva a cabo a una temperatura de entre 200 y 700 °C; preferiblemente de entre 400 y 700 °C; y aún más preferiblemente de entre 500 y 700 °C;

la etapa ii) se lleva a cabo a una temperatura de entre 160 y 200 °C;

la etapa iv) se realiza en el mismo reactor que la etapa i) sin necesidad de enfriamiento ni de transporte; y

la mezcla de aire y oxígeno está compuesta por un 69 % de aire y por un 15 % de oxígeno.

En otra realización, la invención se refiere al procedimiento definido anteriormente donde:

20

la etapa i) se lleva a cabo en una atmósfera ligeramente oxidante que comprende el aire que queda ocluido en el reactor y en el espacio interparticular del mismo;

la etapa ii) se lleva a cabo a una temperatura de entre 160 y 200 °C;

la etapa iv) se realiza en el mismo reactor que la etapa i) sin necesidad de enfriamiento ni de transporte; y

la mezcla de aire y oxígeno está compuesta por un 69 % de aire y por un 15 % de oxígeno.

25

En otra realización, la invención se refiere al procedimiento definido anteriormente donde:

el granulado de neumático fuera de uso tiene un tamaño de partícula menor o igual de 25 mm;

la etapa i) se lleva a cabo en una atmósfera ligeramente oxidante que comprende el aire que queda ocluido en el reactor y en el espacio interparticular del mismo;

la etapa ii) se lleva a cabo a una temperatura de entre 160 y 200 °C;

30

la etapa iv) se realiza en el mismo reactor que la etapa i) sin necesidad de enfriamiento ni de transporte; y

la mezcla de aire y oxígeno está compuesta por un 69 % de aire y por un 15 % de oxígeno.

En otra realización, la invención se refiere al procedimiento definido anteriormente donde:

el granulado de neumático fuera de uso tiene un tamaño de partícula menor o igual de 25 mm;

la etapa ii) se lleva a cabo a una temperatura menor o igual de 170 °C;

35

la etapa iv) se realiza en el mismo reactor que la etapa i) sin necesidad de enfriamiento ni de transporte; y

la mezcla de aire y oxígeno está compuesta por un 69 % de aire y por un 15 % de oxígeno.

En otra realización, la invención se refiere al procedimiento definido anteriormente donde:

el granulado de neumático fuera de uso tiene un tamaño de partícula menor o igual de 25 mm;

la etapa i) se lleva a cabo a una temperatura de entre 200 y 700 °C; preferiblemente de entre 400 y 700 °C; y aún más preferiblemente de entre 500 y 700 °C;

la etapa ii) se lleva a cabo a una temperatura menor o igual de 170 °C;

la etapa iv) se realiza en el mismo reactor que la etapa i) sin necesidad de enfriamiento ni de transporte; y

5 la mezcla de aire y oxígeno está compuesta por un 69 % de aire y por un 15 % de oxígeno.

En otra realización, la invención se refiere al procedimiento definido anteriormente donde:

la etapa i) se lleva a cabo en una atmósfera ligeramente oxidante que comprende el aire que queda ocluido en el reactor y en el espacio interparticular del mismo;

la etapa ii) se lleva a cabo a una temperatura menor o igual de 170 °C;

10 la etapa iv) se realiza en el mismo reactor que la etapa i) sin necesidad de enfriamiento ni de transporte; y

la mezcla de aire y oxígeno está compuesta por un 69 % de aire y por un 15 % de oxígeno.

En otra realización, la invención se refiere al procedimiento definido anteriormente donde:

el granulado de neumático fuera de uso tiene un tamaño de partícula menor o igual de 25 mm;

15 la etapa i) se lleva a cabo en una atmósfera ligeramente oxidante que comprende el aire que queda ocluido en el reactor y en el espacio interparticular del mismo;

la etapa ii) se lleva a cabo a una temperatura menor o igual de 170 °C;

la etapa iv) se realiza en el mismo reactor que la etapa i) sin necesidad de enfriamiento ni de transporte; y

la mezcla de aire y oxígeno está compuesta por un 69 % de aire y por un 15 % de oxígeno.

En otra realización, la invención se refiere al procedimiento definido anteriormente donde:

20 el granulado de neumático fuera de uso tiene un tamaño de partícula menor o igual de 25 mm;

la etapa i) se lleva a cabo a una temperatura de entre 200 y 700 °C; preferiblemente de entre 400 y 700 °C; y aún más preferiblemente de entre 500 y 700 °C;

la mezcla de aire y oxígeno está compuesta por un 69 % de aire y por un 15 % de oxígeno;

25 la composición de la fracción gaseosa no condensable obtenida en la etapa i) comprende independientemente H₂, CH₄, nCH₄H₁₀, y/o mezclas de los mismos;

la temperatura a la que se lleva a cabo la etapa iv) es de entre 800 y 1.200 °C, preferiblemente 1.000 °C;

la composición del gas de síntesis obtenido en la etapa iv) comprende independientemente CO, CO₂, H₂ y/o mezclas de los mismos;

que además comprende una etapa de depuración y filtración tras la etapa ii); y

30 que además comprende una etapa de depuración y filtración tras la etapa iv).

En otra realización, la invención se refiere al procedimiento definido anteriormente donde:

el granulado de neumático fuera de uso tiene un tamaño de partícula menor o igual de 25 mm;

la etapa i) se lleva a cabo en una atmósfera ligeramente oxidante que comprende el aire que queda ocluido en el reactor y en el espacio interparticular del mismo;

35 la mezcla de aire y oxígeno está compuesta por un 69 % de aire y por un 15 % de oxígeno;

la composición de la fracción gaseosa no condensable obtenida en la etapa i) comprende independientemente H₂, CH₄, nCH₄H₁₀, y/o mezclas de los mismos;

la temperatura a la que se lleva a cabo la etapa iv) es de entre 800 y 1.200 °C, preferiblemente 1.000 °C;

40 la composición del gas de síntesis obtenido en la etapa iv) comprende independientemente CO, CO₂, H₂ y/o mezclas de los mismos;

que además comprende una etapa de depuración y filtración tras la etapa ii); y

que además comprende una etapa de depuración y filtración tras la etapa iv).

En otra realización, la invención se refiere al procedimiento definido anteriormente donde:

el granulado de neumático fuera de uso tiene un tamaño de partícula menor o igual de 25 mm;

5 la etapa i) se lleva a cabo a una temperatura de entre 200 y 700 °C; preferiblemente de entre 400 y 700 °C; y aún más preferiblemente de entre 500 y 700 °C;

la etapa iv) se realiza en el mismo reactor que la etapa i) sin necesidad de enfriamiento ni de transporte;

la mezcla de aire y oxígeno está compuesta por un 69 % de aire y por un 15 % de oxígeno;

10 la composición de la fracción gaseosa no condensable obtenida en la etapa i) comprende independientemente H₂, CH₄, nCH₄H₁₀, y/o mezclas de los mismos;

la temperatura a la que se lleva a cabo la etapa iv) es de entre 800 y 1.200 °C, preferiblemente 1.000 °C;

la composición del gas de síntesis obtenido en la etapa iv) comprende independientemente CO, CO₂, H₂ y/o mezclas de los mismos;

que además comprende una etapa de depuración y filtración tras la etapa ii); y

que además comprende una etapa de depuración y filtración tras la etapa iv).

15 En otra realización, la invención se refiere al procedimiento definido anteriormente donde:

el granulado de neumático fuera de uso tiene un tamaño de partícula menor o igual de 25 mm;

la etapa i) se lleva a cabo en una atmósfera ligeramente oxidante que comprende el aire que queda ocluido en el reactor y en el espacio interparticular del mismo;

la etapa iv) se realiza en el mismo reactor que la etapa i) sin necesidad de enfriamiento ni de transporte;

20 la mezcla de aire y oxígeno está compuesta por un 69 % de aire y por un 15 % de oxígeno;

la composición de la fracción gaseosa no condensable obtenida en la etapa i) comprende independientemente H₂, CH₄, nCH₄H₁₀, y/o mezclas de los mismos;

la temperatura a la que se lleva a cabo la etapa iv) es de entre 800 y 1.200 °C, preferiblemente 1.000 °C;

25 la composición del gas de síntesis obtenido en la etapa iv) comprende independientemente CO, CO₂, H₂ y/o mezclas de los mismos;

que además comprende una etapa de depuración y filtración tras la etapa ii); y

que además comprende una etapa de depuración y filtración tras la etapa iv).

En otra realización, la invención se refiere al procedimiento definido anteriormente donde:

el granulado de neumático fuera de uso tiene un tamaño de partícula menor o igual de 25 mm;

30 la etapa ii) se lleva a cabo a una temperatura menor o igual de 260 °C;

la etapa iv) se realiza en el mismo reactor que la etapa i) sin necesidad de enfriamiento ni de transporte;

la mezcla de aire y oxígeno está compuesta por un 69 % de aire y por un 15 % de oxígeno;

la composición de la fracción gaseosa no condensable obtenida en la etapa i) comprende independientemente H₂, CH₄, nCH₄H₁₀, y/o mezclas de los mismos;

35 la temperatura a la que se lleva a cabo la etapa iv) es de entre 800 y 1.200 °C, preferiblemente 1.000 °C;

la composición del gas de síntesis obtenido en la etapa iv) comprende independientemente CO, CO₂, H₂ y/o mezclas de los mismos;

que además comprende una etapa de depuración y filtración tras la etapa ii); y

que además comprende una etapa de depuración y filtración tras la etapa iv).

40 En otra realización, la invención se refiere al procedimiento definido anteriormente donde:

el granulado de neumático fuera de uso tiene un tamaño de partícula menor o igual de 25 mm;

la etapa i) se lleva a cabo a una temperatura de entre 200 y 700 °C; preferiblemente de entre 400 y 700 °C; y aún más preferiblemente de entre 500 y 700 °C;

la etapa ii) se lleva a cabo a una temperatura menor o igual de 260 °C;

5

la etapa iv) se realiza en el mismo reactor que la etapa i) sin necesidad de enfriamiento ni de transporte;

la mezcla de aire y oxígeno está compuesta por un 69 % de aire y por un 15 % de oxígeno;

la composición de la fracción gaseosa no condensable obtenida en la etapa i) comprende independientemente H₂, CH₄, nCH₄H₁₀, y/o mezclas de los mismos;

la temperatura a la que se lleva a cabo la etapa iv) es de entre 800 y 1.200 °C, preferiblemente 1.000 °C;

10

la composición del gas de síntesis obtenido en la etapa iv) comprende independientemente CO, CO₂, H₂ y/o mezclas de los mismos;

que además comprende una etapa de depuración y filtración tras la etapa ii); y

que además comprende una etapa de depuración y filtración tras la etapa iv).

En otra realización, la invención se refiere al procedimiento definido anteriormente donde:

15

la etapa i) se lleva a cabo en una atmósfera ligeramente oxidante que comprende el aire que queda ocluido en el reactor y en el espacio interparticular del mismo;

la etapa ii) se lleva a cabo a una temperatura menor o igual de 260 °C;

la etapa iv) se realiza en el mismo reactor que la etapa i) sin necesidad de enfriamiento ni de transporte;

la mezcla de aire y oxígeno está compuesta por un 69 % de aire y por un 15 % de oxígeno;

20

la composición de la fracción gaseosa no condensable obtenida en la etapa i) comprende independientemente H₂, CH₄, nCH₄H₁₀, y/o mezclas de los mismos;

la temperatura a la que se lleva a cabo la etapa iv) es de entre 800 y 1.200 °C, preferiblemente 1.000 °C;

la composición del gas de síntesis obtenido en la etapa iv) comprende independientemente CO, CO₂, H₂ y/o mezclas de los mismos;

25

que además comprende una etapa de depuración y filtración tras la etapa ii); y

que además comprende una etapa de depuración y filtración tras la etapa iv).

En otra realización, la invención se refiere al procedimiento definido anteriormente donde:

el granulado de neumático fuera de uso tiene un tamaño de partícula menor o igual de 25 mm;

30

la etapa i) se lleva a cabo en una atmósfera ligeramente oxidante que comprende el aire que queda ocluido en el reactor y en el espacio interparticular del mismo;

la etapa ii) se lleva a cabo a una temperatura menor o igual de 260 °C;

la etapa iv) se realiza en el mismo reactor que la etapa i) sin necesidad de enfriamiento ni de transporte;

la mezcla de aire y oxígeno está compuesta por un 69 % de aire y por un 15 % de oxígeno;

35

la composición de la fracción gaseosa no condensable obtenida en la etapa i) comprende independientemente H₂, CH₄, nCH₄H₁₀, y/o mezclas de los mismos;

la temperatura a la que se lleva a cabo la etapa iv) es de entre 800 y 1.200 °C, preferiblemente 1.000 °C;

la composición del gas de síntesis obtenido en la etapa iv) comprende independientemente CO, CO₂, H₂ y/o mezclas de los mismos;

que además comprende una etapa de depuración y filtración tras la etapa ii); y

40

que además comprende una etapa de depuración y filtración tras la etapa iv).

En otra realización, la invención se refiere al procedimiento definido anteriormente donde:

el granulado de neumático fuera de uso tiene un tamaño de partícula menor o igual de 25 mm;

la etapa ii) se lleva a cabo a una temperatura de entre 160 y 200 °C;

la etapa iv) se realiza en el mismo reactor que la etapa i) sin necesidad de enfriamiento ni de transporte;

la mezcla de aire y oxígeno está compuesta por un 69 % de aire y por un 15 % de oxígeno;

5 la composición de la fracción gaseosa no condensable obtenida en la etapa i) comprende independientemente H₂, CH₄, nCH₄H₁₀, y/o mezclas de los mismos;

la temperatura a la que se lleva a cabo la etapa iv) es de entre 800 y 1.200 °C, preferiblemente 1.000 °C;

la composición del gas de síntesis obtenido en la etapa iv) comprende independientemente CO, CO₂, H₂ y/o mezclas de los mismos;

10 que además comprende una etapa de depuración y filtración tras la etapa ii); y

que además comprende una etapa de depuración y filtración tras la etapa iv).

En otra realización, la invención se refiere al procedimiento definido anteriormente donde:

el granulado de neumático fuera de uso tiene un tamaño de partícula menor o igual de 25 mm;

15 la etapa i) se lleva a cabo a una temperatura de entre 200 y 700 °C; preferiblemente de entre 400 y 700 °C; y aún más preferiblemente de entre 500 y 700 °C;

la etapa ii) se lleva a cabo a una temperatura de entre 160 y 200 °C;

la etapa iv) se realiza en el mismo reactor que la etapa i) sin necesidad de enfriamiento ni de transporte;

la mezcla de aire y oxígeno está compuesta por un 69 % de aire y por un 15 % de oxígeno;

20 la composición de la fracción gaseosa no condensable obtenida en la etapa i) comprende independientemente H₂, CH₄, nCH₄H₁₀, y/o mezclas de los mismos;

la temperatura a la que se lleva a cabo la etapa iv) es de entre 800 y 1.200 °C, preferiblemente 1.000 °C;

la composición del gas de síntesis obtenido en la etapa iv) comprende independientemente CO, CO₂, H₂ y/o mezclas de los mismos;

que además comprende una etapa de depuración y filtración tras la etapa ii); y

25 que además comprende una etapa de depuración y filtración tras la etapa iv).

En otra realización, la invención se refiere al procedimiento definido anteriormente donde:

la etapa i) se lleva a cabo en una atmósfera ligeramente oxidante que comprende el aire que queda ocluido en el reactor y en el espacio interparticular del mismo;

la etapa ii) se lleva a cabo a una temperatura de entre 160 y 200 °C;

30 la etapa iv) se realiza en el mismo reactor que la etapa i) sin necesidad de enfriamiento ni de transporte;

la mezcla de aire y oxígeno está compuesta por un 69 % de aire y por un 15 % de oxígeno;

la composición de la fracción gaseosa no condensable obtenida en la etapa i) comprende independientemente H₂, CH₄, nCH₄H₁₀, y/o mezclas de los mismos;

la temperatura a la que se lleva a cabo la etapa iv) es de entre 800 y 1.200 °C, preferiblemente 1.000 °C;

35 la composición del gas de síntesis obtenido en la etapa iv) comprende independientemente CO, CO₂, H₂ y/o mezclas de los mismos;

que además comprende una etapa de depuración y filtración tras la etapa ii); y

que además comprende una etapa de depuración y filtración tras la etapa iv).

En otra realización, la invención se refiere al procedimiento definido anteriormente donde:

40 el granulado de neumático fuera de uso tiene un tamaño de partícula menor o igual de 25 mm;

la etapa i) se lleva a cabo en una atmósfera ligeramente oxidante que comprende el aire que queda ocluido en el reactor y en el espacio interparticular del mismo;

la etapa ii) se lleva a cabo a una temperatura de entre 160 y 200 °C;

la etapa iv) se realiza en el mismo reactor que la etapa i) sin necesidad de enfriamiento ni de transporte;

5 la mezcla de aire y oxígeno está compuesta por un 69 % de aire y por un 15 % de oxígeno;

la composición de la fracción gaseosa no condensable obtenida en la etapa i) comprende independientemente H₂, CH₄, nCH₄H₁₀, y/o mezclas de los mismos;

la temperatura a la que se lleva a cabo la etapa iv) es de entre 800 y 1.200 °C, preferiblemente 1.000 °C;

10 la composición del gas de síntesis obtenido en la etapa iv) comprende independientemente CO, CO₂, H₂ y/o mezclas de los mismos;

que además comprende una etapa de depuración y filtración tras la etapa ii); y

que además comprende una etapa de depuración y filtración tras la etapa iv).

En otra realización, la invención se refiere al procedimiento definido anteriormente donde:

el granulado de neumático fuera de uso tiene un tamaño de partícula menor o igual de 25 mm;

15 la etapa ii) se lleva a cabo a una temperatura menor o igual de 170 °C;

la etapa iv) se realiza en el mismo reactor que la etapa i) sin necesidad de enfriamiento ni de transporte;

la mezcla de aire y oxígeno está compuesta por un 69 % de aire y por un 15 % de oxígeno;

la composición de la fracción gaseosa no condensable obtenida en la etapa i) comprende independientemente H₂, CH₄, nCH₄H₁₀, y/o mezclas de los mismos;

20 la temperatura a la que se lleva a cabo la etapa iv) es de entre 800 y 1.200 °C, preferiblemente 1.000 °C;

la composición del gas de síntesis obtenido en la etapa iv) comprende independientemente CO, CO₂, H₂ y/o mezclas de los mismos;

que además comprende una etapa de depuración y filtración tras la etapa ii); y

que además comprende una etapa de depuración y filtración tras la etapa iv).

25 En otra realización, la invención se refiere al procedimiento definido anteriormente donde:

el granulado de neumático fuera de uso tiene un tamaño de partícula menor o igual de 25 mm;

la etapa i) se lleva a cabo a una temperatura de entre 200 y 700 °C; preferiblemente de entre 400 y 700 °C; y aún más preferiblemente de entre 500 y 700 °C;

la etapa ii) se lleva a cabo a una temperatura menor o igual de 170 °C;

30 la etapa iv) se realiza en el mismo reactor que la etapa i) sin necesidad de enfriamiento ni de transporte;

la mezcla de aire y oxígeno está compuesta por un 69 % de aire y por un 15 % de oxígeno;

la composición de la fracción gaseosa no condensable obtenida en la etapa i) comprende independientemente H₂, CH₄, nCH₄H₁₀, y/o mezclas de los mismos;

la temperatura a la que se lleva a cabo la etapa iv) es de entre 800 y 1.200 °C, preferiblemente 1.000 °C;

35 la composición del gas de síntesis obtenido en la etapa iv) comprende independientemente CO, CO₂, H₂ y/o mezclas de los mismos;

que además comprende una etapa de depuración y filtración tras la etapa ii); y

que además comprende una etapa de depuración y filtración tras la etapa iv).

En otra realización, la invención se refiere al procedimiento definido anteriormente donde:

40 la etapa i) se lleva a cabo en una atmósfera ligeramente oxidante que comprende el aire que queda ocluido en el reactor y en el espacio interparticular del mismo;

la etapa ii) se lleva a cabo a una temperatura menor o igual de 170 °C;

la etapa iv) se realiza en el mismo reactor que la etapa i) sin necesidad de enfriamiento ni de transporte;

la mezcla de aire y oxígeno está compuesta por un 69 % de aire y por un 15 % de oxígeno;

5 la composición de la fracción gaseosa no condensable obtenida en la etapa i) comprende independientemente H₂, CH₄, nCH₄H₁₀, y/o mezclas de los mismos;

la temperatura a la que se lleva a cabo la etapa iv) es de entre 800 y 1.200 °C, preferiblemente 1.000 °C;

la composición del gas de síntesis obtenido en la etapa iv) comprende independientemente CO, CO₂, H₂ y/o mezclas de los mismos;

que además comprende una etapa de depuración y filtración tras la etapa ii); y

10 que además comprende una etapa de depuración y filtración tras la etapa iv).

En otra realización, la invención se refiere al procedimiento definido anteriormente donde:

el granulado de neumático fuera de uso tiene un tamaño de partícula menor o igual de 25 mm;

la etapa i) se lleva a cabo en una atmósfera ligeramente oxidante que comprende el aire que queda ocluido en el reactor y en el espacio interparticular del mismo;

15 la etapa ii) se lleva a cabo a una temperatura menor o igual de 170 °C;

la etapa iv) se realiza en el mismo reactor que la etapa i) sin necesidad de enfriamiento ni de transporte;

la mezcla de aire y oxígeno está compuesta por un 69 % de aire y por un 15 % de oxígeno;

la composición de la fracción gaseosa no condensable obtenida en la etapa i) comprende independientemente H₂, CH₄, nCH₄H₁₀, y/o mezclas de los mismos;

20 la temperatura a la que se lleva a cabo la etapa iv) es de entre 800 y 1.200 °C, preferiblemente 1.000 °C;

la composición del gas de síntesis obtenido en la etapa iv) comprende independientemente CO, CO₂, H₂ y/o mezclas de los mismos;

que además comprende una etapa de depuración y filtración tras la etapa ii); y

que además comprende una etapa de depuración y filtración tras la etapa iv).

25 Además, la presente invención cubre todas las combinaciones posibles de las realizaciones particulares y preferidas descritas anteriormente.

En otra realización, la invención se refiere al procedimiento descrito en el ejemplo 2.

30 En otra realización, la invención se refiere a la instalación donde se lleva a cabo el proceso descrito anteriormente donde el reactor (1) comprende una pluralidad de cilindros verticales (5) abiertos por ambos extremos, sendas compuertas superiores (6) estancas para la entrada del neumático granulado, sendas compuertas inferiores (7) estancas, una pluralidad de difusores (8) para la gasificación del agente gasificante, una salida de gases (9) para la etapa de destilación, otra salida de gases (10) para la etapa de gasificación, y unos quemadores de gas (11) para proporcionar al reactor, en la etapa de destilación, la temperatura de encendido necesaria.

35 En otra realización, la invención se refiere a la instalación donde se lleva a cabo el proceso descrito anteriormente donde los cilindros verticales (5) están unidos por un cerramiento de forma cúbica, con recubrimiento aislante (12).

En otra realización, la invención se refiere a la instalación donde se lleva a cabo el proceso descrito anteriormente donde:

40 el reactor (1) comprende una pluralidad de cilindros verticales (5) abiertos por ambos extremos, sendas compuertas superiores (6) estancas para la entrada del neumático granulado, sendas compuertas inferiores (7) estancas, una pluralidad de difusores (8) para la gasificación del agente gasificante, una salida de gases (9) para la etapa de destilación, otra salida de gases (10) para la etapa de gasificación, y unos quemadores de gas (11) para proporcionar al reactor, en la etapa de destilación, la temperatura de encendido necesaria; y

los cilindros verticales (5) están unidos por un cerramiento de forma cúbica, con recubrimiento aislante (12).

En otra realización, la invención se refiere al equipo de instalación descrito en el ejemplo 1.

- Así pues, la presente invención describe un procedimiento de destilación y gasificación para el total aprovechamiento energético del neumático usado granulado. El procedimiento comprende dos etapas (destilación y gasificación) que se llevan a cabo en una instalación diseñada para su adecuada realización. En la primera, se obtiene una fracción de aceite, obtenida por condensación a baja temperatura de la fracción volátil formada como consecuencia de la degradación térmica de los elastómeros existentes en el neumático granulado. Los gases no condensados se transforman en energía eléctrica mediante un motor generador. El residuo sólido de la etapa de destilación (char), se gasifica, en el mismo reactor, sin necesidad de enfriamiento ni de transporte, mediante un gas compuesto por aire y oxígeno, en proporciones adecuadas. Del procedimiento de gasificación, se obtiene un gas de síntesis que se convierte en energía eléctrica mediante un motor generador. El residuo de la gasificación lo constituyen las cenizas que forman parte del residuo carbonoso junto con una pequeña cantidad de carbono no gasificado. El novedoso diseño de la instalación permite, mediante el uso de reactores especiales, aprovechar al máximo el poder calorífico del neumático granulado y minimizar, mediante el diseño novedoso, las reacciones que pudieran modificar la calidad de los productos obtenidos en la conversión de los elastómeros del neumático, sobre todo, la composición química de los aceites y el contenido en materia volátil en el residuo carbonoso.
- La presente invención se basa en que los inventores han observado que es posible el reciclado de granulado de neumático usado mediante un procedimiento de destilación y gasificación realizado en continuo, en atmósfera ligeramente oxidante y a presión atmosférica, que se realiza de tal manera que pueden controlarse las variables que condicionan los productos obtenidos en el procedimiento, su calidad y los rendimientos operativos, en una instalación especialmente diseñada para la realización del mismo.
- De la etapa de destilación se obtienen unos aceites que son recuperados por medio de unos condensadores especiales, a muy baja temperatura. La composición de estos aceites, a base de hidrocarburos y sobre todo sus curvas de destilación, indican que una cuarta parte de los componentes del aceite destilan por debajo de 170 °C, que corresponde el límite de la temperatura de ebullición de los naftas ligeros, alrededor del 15% destila entre 160-200 °C, que corresponden a al intervalo de destilación de los naftas pesados. Por debajo de los 260 °C, los aceites contienen componentes similares al diesel comercial.
- De la etapa de destilación, se obtiene un gas no condensable, mezcla de diversos componentes, de alto poder calorífico, rico en metano, que se transforman en energía eléctrica mediante un motor generador. El residuo sólido de la etapa de destilación está constituido por el negro de carbono que entra a formar parte de la composición del neumático así como un carbono residual formado como consecuencia de las reacciones de craqueo de los componentes existentes en la fracción condensable. Esta fracción sólida residual de la etapa de destilación que denominaremos residuo carbonoso o char, puede ser comercializada como negro de carbón para diversos usos industriales o bien, ser gasificada, en el mismo reactor donde se ha generado durante la etapa de destilación. La gasificación se lleva a cabo a presión atmosférica, mediante la inyección de un gas compuesto por oxígeno y aire. De la etapa de gasificación, se obtiene un gas de síntesis, mezcla de CO, CO₂ e H₂ que se transforma en energía eléctrica mediante un motor generador. De la gasificación, se obtiene un residuo sólido constituido por las cenizas cuyo peso representa alrededor del 12% del peso del residuo carbonoso. Este residuo sólido contiene fundamentalmente el Zn que forma parte de la composición del neumático.
- Como se ha mencionado anteriormente, la invención constituye un procedimiento de tratamiento de granulado de neumático fuera de uso, en adelante, procedimiento de la presente invención, basado en un procedimiento de destilación y gasificación realizado cíclicamente, a presión atmosférica, en atmósfera ligeramente oxidante (en la etapa de destilación) que se realiza en condiciones controladas de temperatura y tiempo de residencia, en una instalación especialmente diseñada para la realización del mismo, y que comprende las etapas siguientes, en un sistema de alimentación cíclica del granulado de neumático, con un tamaño de partícula inferior a 25 mm:
- i) un procedimiento de destilación, caracterizado porque permite tratamientos a temperaturas controladas entre 500 y 700°C.
 - ii) procedimiento de condensación de la fracción gaseosa, mediante enfriamiento de los gases generados en la etapa de destilación, dando lugar a aceites constituidos por diferentes tipos de hidrocarburos, que son recogidos y destinados a su uso como bio-combustibles.
 - iii) co-generación eléctrica de los gases producidos en la etapa (i) de destilación mediante una turbina o motor generador.
 - iv) procedimiento de gasificación del residuo carbonoso obtenido en la etapa (i) de destilación, mediante inyección de una mezcla de aire y oxígeno.
 - v) conversión de los gases o gas de síntesis producidos en la etapa iv) de gasificación en energía eléctrica mediante una turbina o motor generador.
 - vi) cabe la posibilidad de sustituir el punto iv) y v) procediendo directamente a la extracción del negro de carbón del reactor para su comercialización como diversas materias útiles para la industria, o bien destinarse a un procedimiento posterior de purificación para aumentar su valor añadido y las posibilidades de mercado.

5 Por lo tanto, el granulado de neumático, con un tamaño de partícula inferior a 25 mm, procedente de cualquier planta de gestión de neumáticos fuera de uso en las cuales se lleva a cabo la trituración, eliminación del acero y fibras textiles y granulación del caucho resultante, se alimentan cíclicamente los reactores de destilación (5). El granulado de neumático usado, es transportado por una tolva corredera hasta las celdas verticales (5), abriendo la compuerta superior y permitiendo la entrada a las celdas de una cantidad, previamente determinada de granulado de neumático. Esta cantidad se determina en función del tamaño de partícula y densidad del granulado. La cantidad que entra en cada celda es tal que permite un grado de llenado adecuado para que pueda existir una adecuada circulación de los gases que se producirán en el procedimiento de destilación. Una vez llenadas las celdas, se cierran las compuertas superiores de carga y se cierra la válvula de gasificación y se abre la válvula de salida de gases de la destilación, existente en los laterales de cada una de las líneas de celdas. Al mismo tiempo, se ponen en marcha los quemadores externos de gas que calientan las celdas en su parte inferior. La temperatura de cada celda se controla mediante un conjunto de termopares, que van situados en diversas zonas de cada celda, estos, están conectados a un sistema de control, que gestiona los quemadores. Una vez que las celdas alcanzan la temperatura adecuada, que puede estar comprendida entre 500 y 700 °C, comienza la reacción de destilación o etapa (i), basada en la descomposición térmica a baja temperatura de los elastómeros existentes en el neumático granulado. La descomposición térmica se inicia a una temperatura de 200 °C, donde tiene lugar la degradación térmica de los aceites que entran a formar parte del granulado del neumático. Las reacciones de destilación propiamente dichas, tienen lugar entre 400 y 600 °C, intervalo de temperatura donde se produce la degradación del caucho natural (a 377 °C), del caucho sintético estireno-butadieno (a 447 °C) y del caucho butadieno (a 467°C). El comienzo de las reacciones de descomposición térmica se pone de manifiesto por la generación de una fase gaseosa que abandona las celdas por la salida de gases hacia el circuito de condensación.

25 La reacción de destilación se da por finalizada al cabo de un tiempo de residencia adecuado que viene marcado por la ausencia de producción de gases, situación que es puesta de manifiesto por los medidores de caudal o presión, con que cuenta cada celda. Normalmente, los tiempos de residencia son de 4 horas, tiempo que garantiza una adecuada composición química del aceite que se obtiene en el procedimiento de condensación.

30 Los gases que abandonan las celdas por las válvulas correspondientes, pasan al circuito de condensación, donde se lleva a cabo la etapa (ii) del procedimiento. Los gases de la etapa (i) de destilación, están compuestos por los productos orgánicos derivados de las reacciones químicas de rotura del caucho natural, caucho estireno-butadieno y del caucho butadieno. Estos compuestos químicos condensables están en equilibrio con otros no condensables, constituidos fundamentalmente por metano, butano, n-butano y iso-butano. Al circular los gases de destilación por los radiadores de condensación, en dos etapas diferentes, se produce la transformación gas-líquido de los diversos compuestos. El diseño especial del sistema de condensación hace que los gases pasen a través de una gran superficie de contacto, debidamente enfriada, con un tiempo de residencia en los radiadores lo suficientemente elevado como para garantizar la total condensación de los compuestos químicos condensables principalmente del grupo bencenos, toluenos, xilenos (BTX), hidrocarburos poliaromáticos (PAH's), hidrocarburos alifáticos y cíclicos y nitro y tio derivados. Estos compuestos, en forma líquida, se recogen en depósitos situados debajo de los radiadores de condensación. Esta fracción líquida se destina a su comercialización como aditivo (bio-combustible) para el diesel comercial.

40 Los gases no condensados, constituidos por una mezcla de H₂, CH₄ y nCH₄H₁₀, entre otros, circulan por el sistema de depuración y filtración, como paso previo a la etapa de co-generación eléctrica (iii). El sistema de depuración y filtración de los gases no condensables está diseñado para la eliminación del S y de las partículas sólidas de pequeño tamaño que se hayan podido producir como consecuencia de la degradación térmica del neumático usado granulado. El S es un aditivo que se utiliza en la fabricación de los neumáticos y que por tanto está presente en el granulado de neumático usado. Para la eliminación del S se utiliza un filtro que contiene una solución concentrada de (NO₃)₂Pb. La eliminación de las partículas sólidas de tamaño superior a 10 µm se logra mediante filtros de carbono activo, lo que permite también eliminar otras posibles impurezas en el gas obtenido en la etapa (ii) de destilación. Este gas se transforma en energía eléctrica en la etapa (iii) del procedimiento mediante un motor generador o turbina que permite suministrar a Red Eléctrica los kilovatios producidos en la co-generación eléctrica del gas de destilación. Un módulo de control electrónico permite conocer en todo momento la producción eléctrica.

50 El residuo carbonoso de la etapa (i) de destilación (char), está formado por el negro de carbono presente en el neumático granulado usado junto con el C formado, en pequeña proporción, en las reacciones de craqueo. Fundamentalmente por tanto, el residuo carbonoso está compuesto de C. Las condiciones en las que se realiza la etapa (i) de destilación y los tiempos de residencia del neumático usado granulado en las celdas, hacen que este residuo carbonoso tenga contenidos muy bajos de materia volátil, inferiores en todos los casos al 3 % en materia seca y un poder calorífico elevado (alrededor de 7,000 kcal/kg). Esto significa que este residuo carbonoso puede ser gasificado con un alto aprovechamiento energético.

60 La etapa (iv) de gasificación, comienza una vez terminada la etapa (i) de destilación, en las mismas celdas, sin trasiego de ningún tipo de material. La reacción de gasificación, exotérmica, se inicia mediante un sistema de ignición que provoca el encendido del carbon del lecho de la celda, momento en el cual es introducido el agente gasificante. Para ello, se procede a la apertura de las válvulas y a la introducción en las celdas del agente gasificante que entra a las mismas a través de un sistema difusor. Iniciándose la reacción de gasificación, inicio que se pone de manifiesto gracias a los sistemas de control de temperatura y caudalímetros para la medida de gases. Como agente gasificante se utiliza

una mezcla de O₂, y H₂O vapor en unas concentraciones que pueden variar según las características del residuo carbonoso a gasificar, pero que a modo de ejemplo podrían ser del 15 y 60 %vol., respectivamente

5 La mezcla de gases gasificantes, son precalentados en la zona inferior de la celda de gasificación, oxidando al residuo carbonoso o residuo carbonoso para generar CO₂ y CO, en la zona de oxidación del gasificador. Posteriormente, en la zona de gasificación de las celdas, se produce la conversión del CO₂ en CO así como las reacciones de metanización del C con el H₂ producido en la zona de gasificación. Las cenizas resultantes de la gasificación del residuo carbonoso se depositan en una rejilla situada encima de la zona de inyección de los gases y son retiradas de las celdas por gravedad mediante la abertura de la celda.

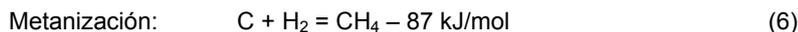
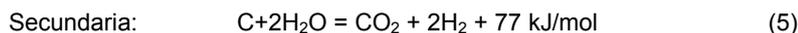
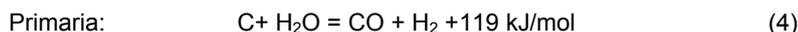
10 La composición final del gas en el procedimiento de gasificación o gas de síntesis, es el resultado de una serie de complejas reacciones químicas, muchas de ellas compiten entre sí y que básicamente se pueden expresar a través de las ecuaciones siguientes:

Oxidación:



15 Reacción de Boudouard: $C+CO_2 = 2CO + 162 \text{ k/mol}$ (3)

Gasificación:



20 Reacción de intercambio (water-gas shift)



Reformado con vapor (steam reforming).



25 Las variaciones de entalpía negativas indican procedimientos endotérmicos y las positivas, procedimientos exotérmicos. La mayor parte de las reacciones anteriores son endotérmicas y el balance final de energía, considerando las ecuaciones (1) a (8) es de - 97 kJ/mol. Las reacciones principales de reducción del C (3) y (4), son endotérmicas. La reacción de intercambio (7), describe el denominado equilibrio agua-gas, cuya constante Ke se expresa en la ecuación (9):

$$K_e = \frac{[(CO)_2][H_2]}{[(CO)(H_2O)]} \quad (9)$$

30 La formación de CO y H₂ es claramente dependiente de la temperatura de la reacción. Un incremento de la temperatura favorece la formación de estos gases. Conforme a las ecuaciones (2), (3), (4) y (7), un incremento de la temperatura de la reacción disminuye la formación de CH₄. La temperatura, es por lo tanto uno de los parámetros de operación más importantes del procedimiento ya que afecta al balance entre las reacciones endotérmicas y exotérmicas del procedimiento.

35 El objetivo de la gasificación es por tanto, generar el mayor contenido posible de CO e H₂ en el gas de procedimiento ya que de ese modo se incrementa la conversión del C, conversión que está favorecida por la temperatura. Los autores de la presente invención, han comprobado experimentalmente que la temperatura más adecuada para llevar a cabo la gasificación del residuo carbonoso es de 1.000 °C.

40 Alcanzada esta temperatura y después de un tiempo de reacción adecuado, que puede variar entre 4 y 5 horas, se da por finalizada la reacción de gasificación. Las celdas de gasificación no se enfrían ya que gracias al innovador diseño de la instalación, el calor alcanzado en las celdas de gasificación sirve de aporte energético a las celdas de destilación, que están situadas de manera adyacente a las de gasificación.

45 Los gases generados en el procedimiento de gasificación, abandonan la celdas a través de las válvulas superiores y acceden, a través de tuberías, al sistema de filtración y depuración, separando previamente las partículas sólidas que puedan acompañar a los gases mediante filtros convencionales que eliminan las partículas de tamaño superior a 10 μm y posteriormente y mediante filtros químicos, retener la mayor parte del azufre que pueda estar presente en el gas de síntesis producido en la etapa (iv). Este gas de síntesis está constituido fundamentalmente por H₂, CO y CO₂ y tiene un

poder calorífico similar al que se produce en la gasificación de carbones convencionales o biomasa. El gas se hace pasar a través de un conjunto de tuberías al motor generador produciendo energía eléctrica que se incorpora la Red, utilizando un sistema de medición y control idéntico al descrito para el aprovechamiento de los gases de la etapa de destilación.

- 5 La destilación produce tres productos principales: aceites, gases y residuo carbonoso. La calidad y cantidad de estos productos depende de la temperatura de trabajo, del tipo de reactor utilizado y del tipo de neumático usado en el procedimiento. A bajas temperaturas (500-550 °C), el producto principal son los aceites, mientras que a temperaturas más elevadas (650-700 °C), el producto principal son los gases, producidos como consecuencia del craqueo de los aceites.
- 10 La gasificación, es un procedimiento térmico que consiste en la conversión de la materia carbonosa, ya sean residuos orgánicos o biomasa en monóxido de carbono e hidrógeno, mediante el empleo de oxígeno, en una cantidad controlada. El resultado del procedimiento de gasificación es un gas de síntesis (syngas) apto para su cogeneración eléctrica mediante turbinas. La gasificación, es junto con la pirolisis, una tecnología emergente que representa una alternativa a la combustión directa de los neumáticos usados (Morris and Waldheim, en: Twenty-Seventh Symposium (International) on Combustion, Vols 1 and 2 páginas: 2157-2164 (1998) y Malkow, Waste Manage. 24 (2004) 53-79).
- 15 En el marco europeo, con la Decisión 2001/118 de la Lista Europea de Residuos, los neumáticos fuera de uso (NFU) son clasificados bajo el código correspondiente a 16,01,03, y la transposición de dicha Decisión al ordenamiento español se realiza mediante la Orden MAM 304/2002, En la Tabla 1, se recoge, a modo orientativo, una composición típica, por componentes, de los neumáticos usados que puede servir además para entender algunos de los aspectos de la presente invención.
- 20

Tabla 1, Principales componentes y características de los neumáticos.

Composición	Función
Caucho 45-47%	Estructural
Negro de carbono 21,5-22%	Mejora propiedades físicas
Acero 16,5-25%	Formación esqueleto estructural
Textil 5,5% (sólo turismos)	Formación esqueleto estructural
Óxido de zinc 1-2%	Catalizador
Azufre 1%	Agente vulcanizante
Aditivos 5-7,5%	
Metales pesados: Cantidades trazas de cobre, cadmio y plomo	

- 25 Recientemente, la Unión Europea (UE) en su política en materia de residuos ha adoptado la Directiva 2008/98/CE. Ésta deroga las Directivas 75/439/CEE, 91/689/CEE y 2006/12/CE a partir del 12 de diciembre de 2010 pasando a ser la nueva norma marco sobre residuos en toda la Unión, a la que todos los países miembros –como lo es España-, deberán adaptarse. Hoy por hoy, la transposición al ordenamiento jurídico español se encuentra en procedimiento, y por tanto sigue vigente la Ley 10/98, de residuos.
- 30 La Directiva 2000/53/CE relativa a los vehículos a final de su vida útil, establece medidas destinadas a la prevención de los residuos procedentes de vehículos como por ejemplo los neumáticos.
- 35 En España, en 2001 se aprueba el I Plan Nacional de Neumáticos Fuera de Uso 2001- 2006, Por entonces, no existía una normativa específica que regulara este residuo, ni ningún sistema de gestión de NFUs. Por ello, en él se preveía la elaboración y aprobación de un esquema económico para asegurar la correcta gestión ambiental de los NFUs, como por ejemplo los Sistemas Integrados de Gestión (SIGs). Actualmente, se encuentra ya en vigor el II Plan Nacional Neumáticos Fuera de Uso 2008- 2015 que forma parte del Plan Integral de Nacional de Residuos (PNIR) 2008- 2015,
- 40 La primera normativa específica surge con el Real Decreto 1619/2005, sobre la gestión de neumáticos fuera de uso, aprobado al amparo de los artículos 1 y 7 de la Ley 10/98 de residuos. Éste constituye la culminación de un procedimiento tendente a optimizar la gestión de los NFUs y en él se definen: los principales agentes implicados en el ciclo de vida de los neumáticos fuera de uso, se realiza una descripción de la situación actual y se indican los objetivos ecológicos alcanzar en dicho periodo -actualmente en vigor.

5 Es necesario citar la normativa vigente en relación a la incineración que habrá que tener en cuenta para la valoración de los NFUs. En EU se aprueba la Directiva 2000/76/CE sobre incineración de residuos donde se fijan los límites de emisión para todos los nuevos cementos desde 2003. Su transposición se adopta con el Real Decreto 653/2003 sobre incineración de residuos con la finalidad de limitar al máximo los efectos ambientales de las actividades de incineración y co-incineración de residuos.

Finalmente, en materia de neumáticos es relevante citar la Directiva 2005/69/CE que restringe la comercialización de neumáticos que contienen sustancias peligrosas como los hidrocarburos poliaromáticos (HPA's).

10 Por lo tanto, existe un marco jurídico que regula la gestión de los neumáticos fuera de uso tanto en la UE como en España. En el año 2008, en el conjunto de la UE se produjeron $3,4 \cdot 10^6$ toneladas de NFU's de las cuales, unas $0,24 \cdot 10^6$ toneladas se produjeron en España. En la UE el 10% de los NFU's se almacenan en vertederos, el 30% se destina a valorización energética (principalmente como combustible de sustitución en la industria cementera), el 20% se reutiliza mediante recauchutado y el 40% se destina a otros usos (fabricación de betunes asfálticos, pavimentos deportivos etc.).

15 A lo largo de la descripción y las reivindicaciones la palabra "comprende" y sus variantes no pretenden excluir otras características técnicas, aditivos, componentes o pasos. Para los expertos en la materia, otros objetos, ventajas y características de la invención se desprenderán en parte de la descripción y en parte de la práctica de la invención. Los siguientes ejemplos y dibujos se proporcionan a modo de ilustración, y no se pretende que sean limitativos de la presente invención.

Descripción de las figuras

20 Figura 1 Vista general en alzado de la instalación en la que pueden apreciarse el reactor, la unidad de condensación, la unidad de filtrado y la unidad de acondicionamiento.

Figura 2 Vista de la disposición en alzado del sistema de alimentación

25 Figura 3 Vista del reactor de destilación y gasificación, en la que pueden apreciarse, la compuerta superior de entrada del neumático granulado, la compuerta inferior de evacuación de los residuos, el reactor, el recubrimiento aislante del reactor, la válvula de salida de gases para la etapa de destilación, la válvula de salida de gases para la etapa de gasificación, los quemadores de gas y el difusor para el agente gasificante.

Figura 4 Vista de la disposición en alzado de los condensadores en la que pueden apreciarse los radiadores especiales y los depósitos de recogida de aceites.

30 Figura 5 Vista de la disposición en alzado del sistema de filtración de los gases en la que pueden apreciarse los filstros de los gases inconfensables de la etapa de destilación, y los filstros de los gases producidos en la etapa de combustión.

Figura 6 Vista de la disposición en alzado del sistema de alimentación y carga de los reactores, en la que pueden apreciarse el carril de desplazamiento del sistema de alimentación, la tolva de carga, el tornillo sinfin, el sistema neumático y el sistema de apertura de las tapas de los reactores.

Figura 7 Curva de destilación del aceite obtenido en la etapa de destilación

35 Ejemplos

Ejemplo 1: Diseño y construcción de los equipos de la instalación

Se diseñaron y construyeron los equipos que componen la instalación (Figura 1) objeto de la invención, que comprenden: un reactor (1) cíclico con horno y muflas), una unidad de condensación (2) de la fracción líquida, una unidad de filtrado (3) de los gases, y una unidad de acondicionamiento (4) de los gases.

40 El reactor (Figura 3) está constituido por un conjunto de cilindros verticales (de ahora en adelante, celdas) (5) con aberturas en ambos extremos, donde se sitúan unas compuertas estancas (6, 7). La compuerta superior (6) es la entrada del neumático granulado. La compuerta inferior (7) tiene integrado un difusor (8) para el agente gasificante para la operación de gasificación, si bien cabe la posibilidad de no gasificar y solo destilar, pudiendo evacuar el residuo carbonoso por la compuerta inferior (7) del reactor (1). La descarga se realiza por gravedad a un compartimento de recogida en el cual se enfría y posteriormente se almacena o se transforma en productos de mayor valor añadido.

45 Todas las celdas (5) están unidas dentro un compartimento de forma cúbica con recubrimiento aislante (12), siendo el espacio interior resultante, el horno, donde se produce la transferencia de calor.

50 Todas las celdas (5) incorporan en su parte superior, en los laterales, dos salidas de gases en disposición opuesta, una para la etapa de destilación (9), otra para la etapa de gasificación (10), estas son controladas por válvulas dependiendo de la operación a realizar.

5 En la parte inferior lateral, el horno del reactor (1), tiene integrados unos quemadores de gas (11) para proporcionar a las celdas de destilación, la temperatura de necesaria para llevar a cabo las transformaciones térmicas de los elastómeros del neumático granulado. También incorpora una conexión en la parte media inferior, para el aprovechamiento de los gases de escape del motor generador o turbina. El horno presenta un recorrido interno para el aprovechamiento del calor, al final de este recorrido se encuentra la salida del calor residual, con una válvula de mariposa, para regular la salida dependiendo de los quemadores en funcionamiento, que deriva a una chimenea. Las celdas, disponen de sistemas automáticos de control de temperatura y de presión. Todos los controles se conectan posteriormente a un puesto de monitorización que permite visualizar en todo momento las condiciones de operación.

10 El condensador (Figura 4) está constituido por dos grupos de radiadores especiales. El primer grupo se enfrían por aire a temperatura ambiente. El segundo grupo es enfriado por un equipo refrigerador. Los gases salientes del reactor son enfriados progresivamente conforme van discurriendo por los grupos de radiadores especiales (13) señalados anteriormente. La temperatura inicial de los gases puede alcanzar los 300 °C en la entrada del sistema de condensación, saliendo los gases no condensables a unos 5 °C. En consecuencia los gases incondensables son separados de los condensables, produciéndose una fracción líquida o aceite, que se recogen en varios depósitos (14) por gravedad, continuando por el recorrido, los gases incondensables.

15 En la etapa de destilación, los gases incondensables se filtran y acondicionan mediante un sistema de filtros (Figura 5). Los gases incondensables son tratados primeramente con agentes químicos para sustraer del gas el azufre y otros elementos, así como partículas de tamaño superior a 10 µm (15), acondicionando debidamente y de este modo, el gas para su uso en un motor generador o turbina, este gas también puede alimentar a los quemadores del horno. En situaciones de fallo del motor dicho gas será conducido a una antorcha de seguridad donde se quemarán los gases.

20 En la etapa de gasificación del residuo carbonoso obtenido en la etapa de destilación, los gases salientes de la mufla son filtrados, separándose primeramente las partículas de cenizas, posteriormente los gases son tratados químicamente extrayéndose los restos de azufre y otros elementos minoritarios, posteriormente mediante un filtro son separadas las partículas de tamaño superior a 10 µm (16), acondicionando debidamente y de este modo el gas para respetar tanto las normativas de emisiones, como el funcionamiento del motor-generador o turbina.

25 El sistema de alimentación (Figura 6) está constituido por la vía o carril (17), situado en la parte superior del reactor, discurre a lo largo de este, es decir desde la tolva general, hasta la última línea de muflas.

30 El carro de carga está formado por una estructura con ruedas que integra una tolva (18) con la capacidad para albergar el volumen de material necesario para varias líneas de muflas, y un grupo de sinfines (19) y cilindros neumáticos (20), uno para cada mufla, el número de sinfines y cilindros neumáticos, así como el ancho de la vía y el carro, depende de la cantidad de muflas con las que cuenta el reactor en su perfil.

La tolva general es la encargada de suministrar el material al carro de carga, está situada en un extremo de las instalaciones, separando la zona del reactor de la zona de almacenamiento.

35 El primer encendido del reactor se realiza de manera escalonada de manera que las operaciones de carga se suceden en el tiempo de manera consecutiva/cíclica.

40 El sistema de alimentación está diseñado para admitir granulos de neumáticos de hasta 25 mm. La abertura de las tapas (21) la realiza un mecanismo que abre todas las celdas en línea, es decir, todas las que están en la misma etapa, posteriormente, el carro, se sitúa encima de las celdas abiertas y mediante los sinfines que están en disposición horizontal se procede a cargar simultáneamente todas las muflas de esa línea, los sinfines empujan el material a través de una abertura en el cilindro neumático. Una vez finalizada esta operación, el cilindro neumático desciende comprimiendo la carga ligeramente dentro de la celda, a continuación el carro se retira hacia el extremo de la vía, al llegar a determinada distancia las tapas se cierran, para que se pueda iniciar la destilación en esa línea de muflas. A su vez el carro continúa su camino para repetir la operación en la siguiente línea que finalice la gasificación.

Ejemplo 2: Tratamiento de neumático granulado mediante destilación y gasificación

45 El ejemplo que a continuación presentamos describe la conversión de 18 Kg/h de granulado de neumático usado.

50 El granulado de neumático, procedente de una instalación de gestión de neumáticos usados, tenía un tamaño de partícula comprendido entre 10-12 mm. Su contenido en fibras textiles era inferior al 2% en peso, su contenido en acero, inferior al 0,1% en peso, y el resto, cauchos. Un análisis efectuado por los autores de esta invención utilizando técnicas convencionales sobradamente conocidas por los expertos en este campo, indicó que el neumático granulado estaba constituido por un 62,5 % en peso de elastómeros (natural y sintéticos); un 2,5% en peso de aceites y lubricantes; un 32,4% de negro de carbono y un 1,6% en peso de sustancias inorgánicas. En la Tabla 2 se recoge el análisis inmediato y la composición química elemental del granulado de neumático usado en este ejemplo.

Tabla 2, Análisis inmediato, composición elemental (% peso sobre materia seca) y poder calorífico superior (GCV, MJ kg⁻¹) del granulado de neumático usado utilizado en el ejemplo.

55

ES 2 384 058 A1

Volátiles	C fijo	Humedad	Cenizas	C	H	N	S	O ^a	Otros	GCV
85,0	10,1	0,5	4,9	86,0	8,4	0,5	1,9	3,2	1,9	38,3

^aCalculado por diferencia

5 Este granulado, fue alimentado a las celdas y en la etapa de destilación, que se alcanzó una temperatura de 550 °C y se prolongó durante 4 horas, se alcanzó una proporción del 46,2% en peso de aceites; 13,8% en peso de gases y 40% en peso de residuo carbonoso. Todas las proporciones están referidas a un 100% de alimentación inicial de granulado. Los autores de esta invención, han podido comprobar no obstante, que las proporciones en las que se distribuyen los aceites, gases y residuo carbonoso varían según la temperatura a la cual se lleve a cabo la etapa de destilación.

10 Los aceites, analizados por métodos normalizados, bien conocidos por los expertos en la materia, tienen la composición química y propiedades físicas que aparecen en la Tabla 3. Un análisis semicuantitativo, utilizando técnicas de cromatografía de gases-masas, revela la distribución porcentual, determinada a través de la medida del área de los picos que aparecen en el cromatograma correspondiente, que aparece en la Tabla 4. Se observa, que los aceites están compuestos por hidrocarburos que se pueden agrupar en cuatro grandes grupos: Hidrocarburos poliaromáticos (PAH's); Compuestos orgánicos volátiles (VOC's), Derivados heterogéneos con N y S y finalmente, hidrocarburos alifáticos. La mayor proporción corresponde a los compuestos orgánicos volátiles. Los autores de esta invención, han podido comprobar no obstante, que las proporciones que aparecen en la Tabla 5 varían según la temperatura a la cual se lleve a cabo la etapa de destilación.

15 Tabla 3, Composición elemental (% peso), GCV (MJ kg⁻¹) y propiedades físicas del aceite obtenido en los experimentos del ejemplo.

C	H	N	S	O _{balance}	H/C _{ratio}	GCV MJ kg ⁻¹	Densidad (20 °C) kg m ⁻³	Viscosidad (40° C) cSt	Punto de Ignición °C
85,4±	11,4±	0,4±	0,60±	2,1	1.6	43,30±	0,90±	2,8±	20
0,1	0,2	0,2	0,01			0,1	0,01	0,1	

(Desviación estándar de los valores analíticos determinados en los aceites procedentes de diversas celdas de destilación)

20 cSt: centiStokes

Tabla 4,- Caracterización, mediante CG/MS, del aceite obtenido en el ejemplo (%PCT = % del área de los picos que aparecen en el cromatograma)

Compuestos	% PCT
PAH's	
Fluoreno	0,6±0,5
Antraceno y fenantreno	2,2± 1,2
Indano	1,7±0,3
Indeno	7,7±0,5
Naftaleno y derivados	15,8±2,1
Bifenil	1,1±0,6
TOTAL PAH's	28,9±3,4
VOCs	16,6±0,4
Benceno y derivados	0,7±0,4
Estireno	0,6±0,02

ES 2 384 058 A1

Cumeno	12,2±2,9
Limoneno	n.d
Fenol	5,2±0,2
o,m,p-xilenos	12,2±0,8
Tolueno y derivados	47,5±3,9
TOTAL VOCs	
Hetero-N y S	1,4±0,3
Benzotiazol	0,8±0,7
Tiofeno y benzotiofeno	1,1±0,4
Heptadecan-1-nitrilo	0,8±0,1
Dimetil quinolina	1,0±0,4
1,4-bencenodiamina	5,2±0,4
TOTAL Hetero-N y S	
Alifáticos	
Pentadecano, heptadecano y octano	2,8±0,2
Ciclobutano y Ciclohexenos	6,8±2,8
TOTAL Alifáticos	9,7±2,9

Tabla 5,- Composición del gas de destilación (vol.%) y poder calorífico superior (GCV)

Gas	Vol. %
H ₂	22,27
O ₂	0,73
N ₂	1,86
CO	1,98
CO ₂	2,54
Total CO _x	4,51
CH ₄	21,32
Total C ₁	21,32
C ₂ H ₄ (eteno)	2,32
C ₂ H ₆ (etano)	4,19
Total C ₂	6,50
C ₃ H ₆ (propeno)	2,80
C ₃ H ₈ (propano)	2,63
Total C ₃	5,43

C ₄ H ₈ (2-buteno)	0,44
nC ₄ H ₁₀ (<i>n</i> butano)	33,60
isoC ₄ H ₁₀ (isobutano)	1,35
Total C ₄	35,39
C ₅ y C ₆	< 2
H ₂ S	n.d.
NH ₃	n.d.
GCV (MJ kg ⁻¹)	46,5
GCV (MJ Nm ⁻³)	68,7

5 La destilación a presión atmosférica de una muestra media de aceite, pone de manifiesto que el 60% del volumen del mismo presenta una curva de destilación similar a un diesel convencional utilizado en automoción. La Figura 7 representa el volumen destilado en función de la temperatura del vapor. En ella puede observarse la afirmación anterior. Estas características, junto con sus propiedades físicas descritas en la Tabla 3, hacen posible que gracias al innovador diseño del procedimiento de destilación y a las condiciones de operación, estos aceites puedan ser utilizados como aditivos (bio-diesel) al diesel convencional de automoción.

10 Los gases obtenidos en la etapa de destilación, una vez filtrados y antes de su entrada al motor generador o turbina, tienen la composición química y poder calorífico que se recoge en la Tabla 5. Se observa que estos gases, presentan un poder calorífico elevado y están constituidos fundamentalmente por hidrocarburos C₁-C₄ y H₂. En las condiciones de operación del ejemplo, se obtiene un equivalente de 630 Nm³ de gases por cada tonelada de granulado de neumático destilado a 550 °C. La introducción de este gas en el motor generador proporciona energía eléctrica a la red. Los autores de esta invención, han podido comprobar no obstante, que tanto la producción de gas como de energía eléctrica varían según la temperatura a la cual se lleve a cabo la etapa de destilación, pero la producción de energía eléctrica es de alrededor de 440 kw·h por cada tonelada de granulado de neumático destilado, en un intervalo de temperaturas comprendido entre 550-650 °C.

15 El residuo sólido o residuo carbonoso obtenido en esta etapa, presenta una composición química, determinada mediante métodos de análisis normalizados bien conocidos por un experto en la materia, que se recoge en la Tabla 6. El poder calorífico superior del residuo carbonoso es de 30 MJ kg⁻¹.

20 Tabla 6, Composición química del residuo carbonoso obtenido en la destilación del granulado de neumático a 550 °C.

	Análisis Inmediato			Composición Elemental					
	(% w/w seco)			(% peso)					
Humedad	Volátiles	Cenizas	C fijo	C	H	N	S	O ^a	Zn
0,4	1,8	12,5	91,3	86,3	0,3	0,3	2,8	1,2	3,1

^aCalculado por diferencia

25 Este residuo carbonoso, como ya se ha indicado, puede ser destinado a su comercialización como negro de carbono, que tiene aplicaciones en diversos sectores industriales. Los autores de esta invención, han podido comprobar mediante la realización de análisis comparativos, que han incluido la determinación de la superficie específica y de las entalpías de inmersión en diversos líquidos, que el residuo carbonoso obtenido en la destilación a 550 °C del granulado de neumático usado tiene una calidad comparable a la de los productos comerciales denominados NG-2700 y HOECHST.

30 No obstante, la gasificación de este residuo carbonoso conforme al procedimiento e instalación descritos en esta invención, permite obtener, a la temperatura de 1000 °C y a la presión atmosférica, usando una mezcla de gases gasificante con un 15%vol de O₂ y 60%vol de aire, permite obtener un gas de síntesis cuyas propiedades aparecen en la Tabla 7. El poder calorífico del gas de síntesis es de 3702 kJ.Nm⁻³. La producción de gases de síntesis equivale a 4600 Nm⁻³ por cada tonelada de residuo carbonoso gasificado. El grado de conversión del C del residuo carbonoso alcanza el 87,5% del peso del residuo carbonoso inicial, correspondiendo el resto, es decir, 12,5% en peso, a las cenizas finales del procedimiento de gasificación.

35 Tabla 7, Características principales del gas producido durante la gasificación del residuo carbonoso obtenido en la destilación del granulado de neumático usado a 550 °C.

Composición del gas (%vol., bs)	
H ₂	11,7
CO	16,9
CO ₂	11,6
CH ₄	0,2
Producción de gas (mol kg ⁻¹ _{muestra, cp})	
H ₂	28,52
CO	41,14
CO ₂	28,07
CH ₄	0,37
H ₂ /CO	0,7
CO/CO ₂	1,5
PCS (kJ Nm ⁻³)	3702
Yg (Nm ³ kg ⁻¹)	4,6
η (%)	58,5
X (%)	87,5

bs: base seca

cp: combustible puro

Yg: rendimiento en gas en el proceso de gasificación del residuo carbonoso

5 η: eficiencia térmica

X: conversión en carbono

La conversión en energía eléctrica de este gas de síntesis mediante el motor generador o turbina, permite obtener 1180 kw-h de energía eléctrica por cada tonelada de residuo carbonoso gasificado.

REIVINDICACIONES

- 1.- Procedimiento realizado en continuo para la generación de energía mediante el tratamiento de neumático granulado, preferiblemente fuera de uso, que comprende:
- 5 i) la destilación del granulado de neumático para obtener una fracción gaseosa no condensable, una fracción gaseosa condensable y un residuo carbonoso;
- ii) la condensación por enfriamiento de la fracción gaseosa condensable obtenida en la etapa i) dando lugar a aceites constituidos por diferentes tipos de hidrocarburos; y
- iii) la co-generación eléctrica de la fracción gaseosa no condensable obtenida en la etapa i) mediante una turbina o motor generador.
- 10 2.- Procedimiento según la reivindicación 1 que además comprende:
- iv) el procedimiento de gasificación del residuo carbonoso obtenido en la etapa i) a presión atmosférica para obtener gas de síntesis mediante inyección de una mezcla de aire y oxígeno compuesta por entre el 50 % y el 75 % en volumen de aire y por entre el 15 % y el 50 % en volumen de oxígeno; y
- v) la co-generación eléctrica del gas de síntesis producido en la etapa iv) mediante una turbina o motor generador.
- 15 3.- Procedimiento según la reivindicación 2 donde la mezcla de aire y oxígeno de la etapa iv) está compuesta por un 69 % de aire y por un 15 % de oxígeno.
- 4.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3 donde el granulado de neumático fuera de uso tiene un tamaño de partícula menor o igual de 25 mm.
- 20 5.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4 donde la etapa i) se lleva a cabo a una temperatura de entre 200 y 700 °C; preferiblemente de entre 400 y 700 °C; y aún más preferiblemente de entre 500 y 700 °C.
- 6.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5 donde la etapa i) se lleva a cabo en una atmósfera ligeramente oxidante que comprende el aire que queda ocluido en el reactor y en el espacio interparticular del mismo.
- 7.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6 donde la composición de la fracción gaseosa condensable obtenida en la etapa i) comprende independientemente benceno, tolueno, xileno (BTX), hidrocarburos poliaromáticos (PAH's), hidrocarburos alifáticos, hidrocarburos cíclicos, nitro derivados, tio derivados y/o mezclas de los mismos.
- 25 8.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7 donde la composición de la fracción gaseosa no condensable obtenida en la etapa i) comprende independientemente H₂, CH₄, nCH₄H₁₀, y/o mezclas de los mismos.
- 30 9.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8 donde la composición del residuo carbonoso obtenido en la etapa i) comprende negro de carbono y un carbono residual formado como consecuencia de las reacciones de craqueo de los componentes existentes en la fracción condensable.
- 10.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9 donde la etapa ii) se lleva a cabo a una temperatura menor o igual de 260 °C.
- 35 11.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9 donde la etapa ii) se lleva a cabo a una temperatura de entre 160 y 200 °C.
- 12.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9 donde la etapa ii) se lleva a cabo a una temperatura menor o igual de 170 °C.
- 13.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12 que además comprende una etapa de depuración y filtración tras la etapa ii).
- 40 14.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 13 donde la etapa iv) se realiza en el mismo reactor que la etapa i) sin necesidad de enfriamiento ni de transporte.
- 15.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 14 donde la temperatura a la que se lleva a cabo la etapa iv) es de entre 800 y 1.200 °C, preferiblemente 1.000 °C.
- 45 16.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 15 donde la composición del gas de síntesis obtenido en la etapa iv) comprende independientemente CO, CO₂, H₂ y/o mezclas de los mismos.
- 17.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 16 que además comprende una etapa de depuración y filtración tras la etapa iv).

18.- Instalación para llevar a cabo el proceso de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 17 que comprende un reactor (1) multicelda de doble etapa con horno y mufla, una unidad de condensación (2) de la fracción líquida, una unidad de filtrado de los gases (3), y una unidad de acondicionamiento de los gases (4).

5 19.- Instalación según la reivindicación 18 donde el reactor (1) comprende una pluralidad de cilindros verticales (5) abiertos por ambos extremos, sendas compuertas superiores (6) estancas para la entrada del neumático granulado, sendas compuertas inferiores (7) estancas, una pluralidad de difusores (8) para la gasificación del agente gasificante, una salida de gases (9) para la etapa de destilación, otra salida de gases (10) para la etapa de gasificación, y unos quemadores de gas (11) para proporcionar al reactor, en la etapa de destilación, la temperatura de encendido necesaria.

10 20.- Instalación según la reivindicación 19 donde los cilindros verticales (5) están unidos por un cerramiento de forma cúbica, con recubrimiento aislante (12).

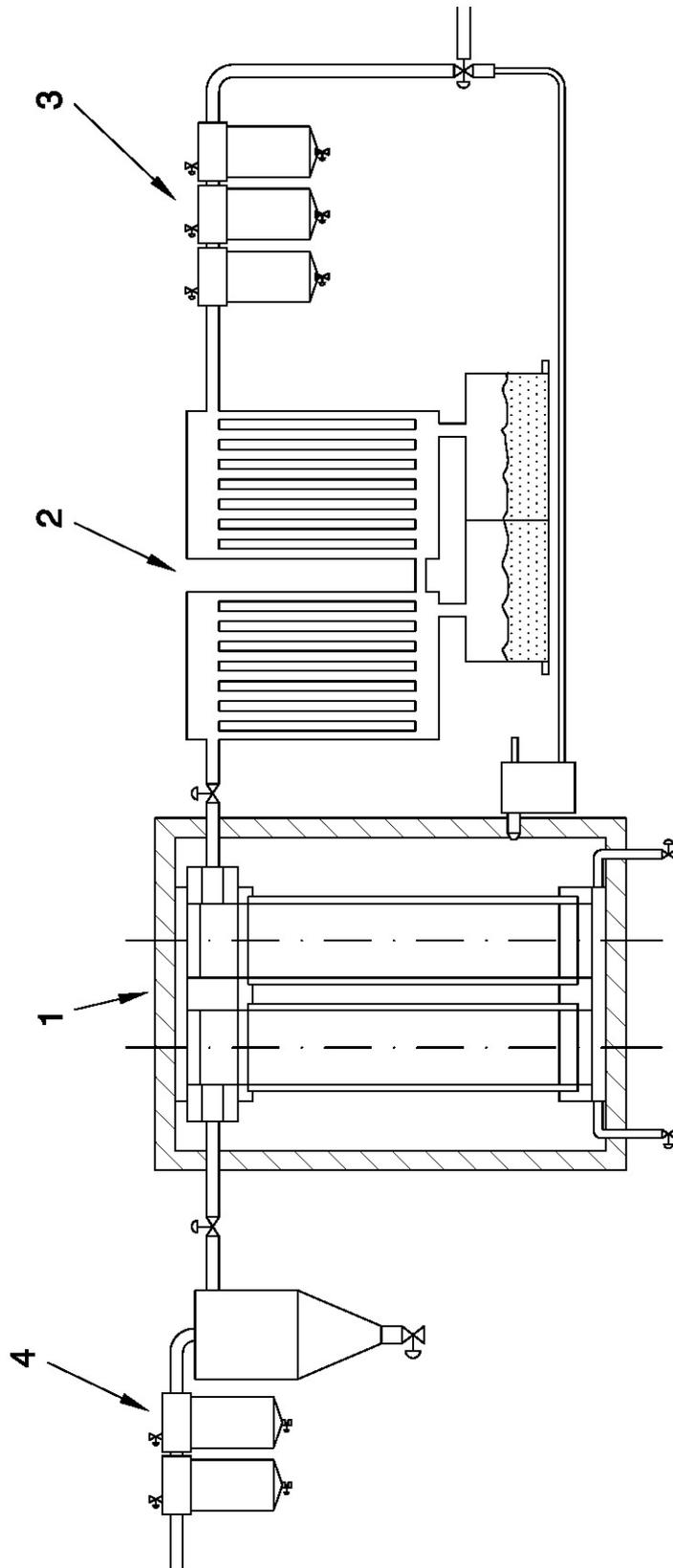


FIG. 1

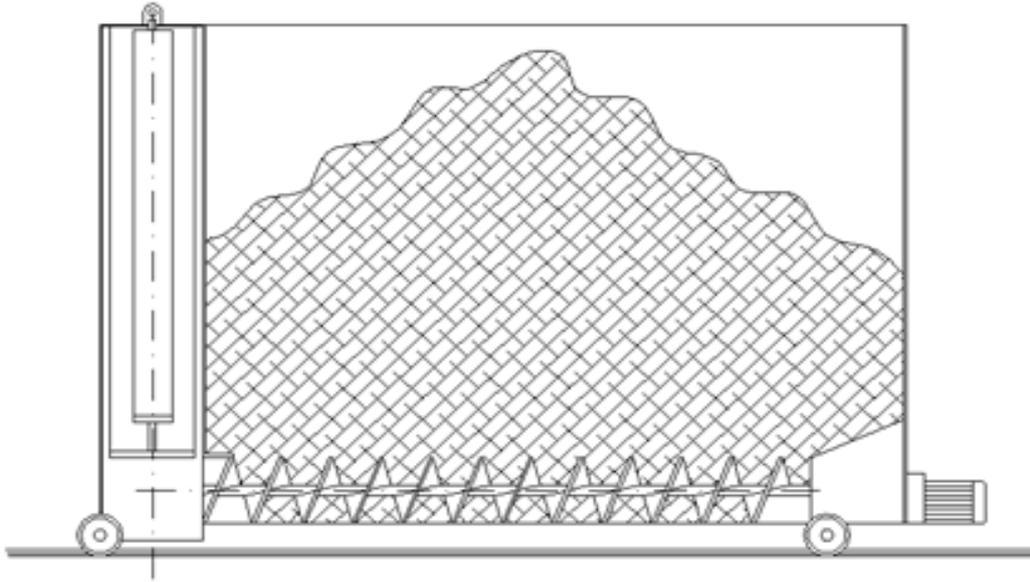


FIG. 2

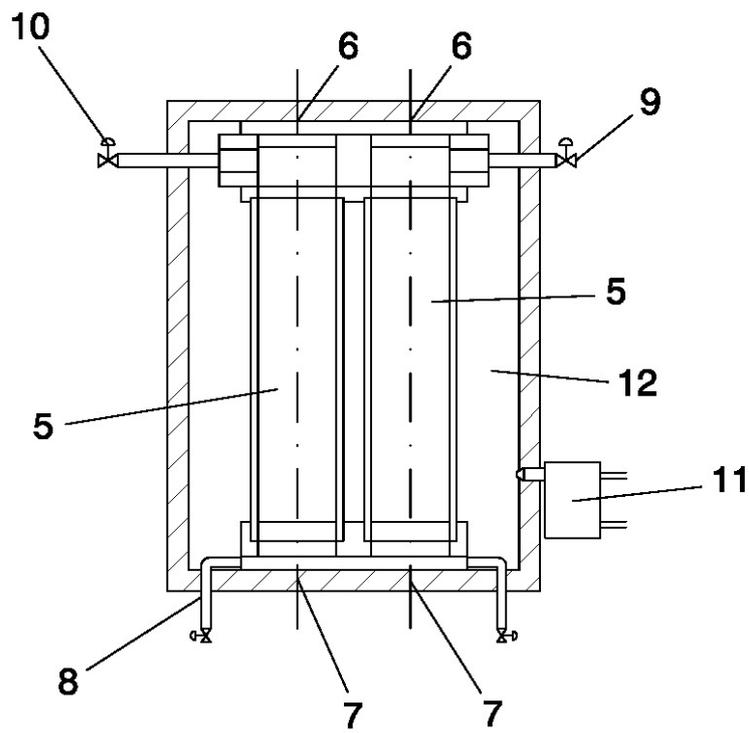


FIG. 3

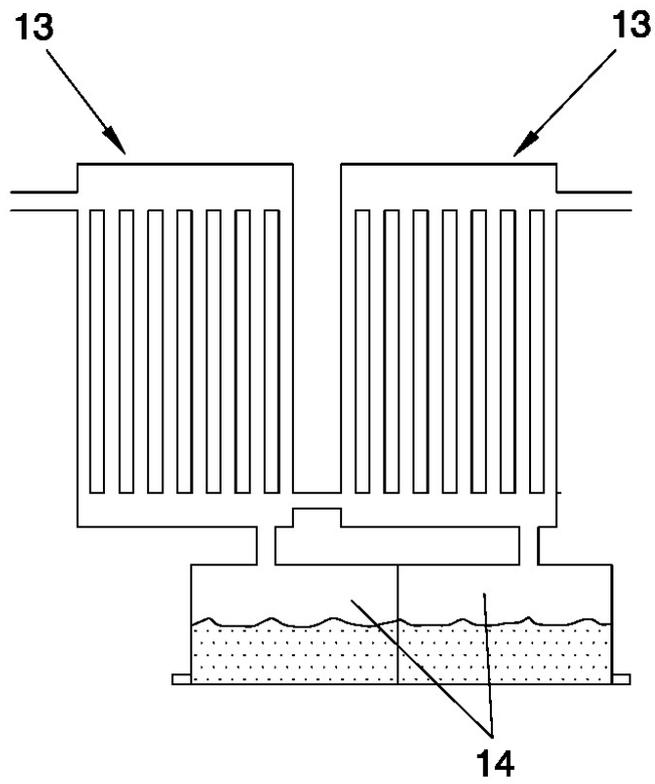


FIG. 4

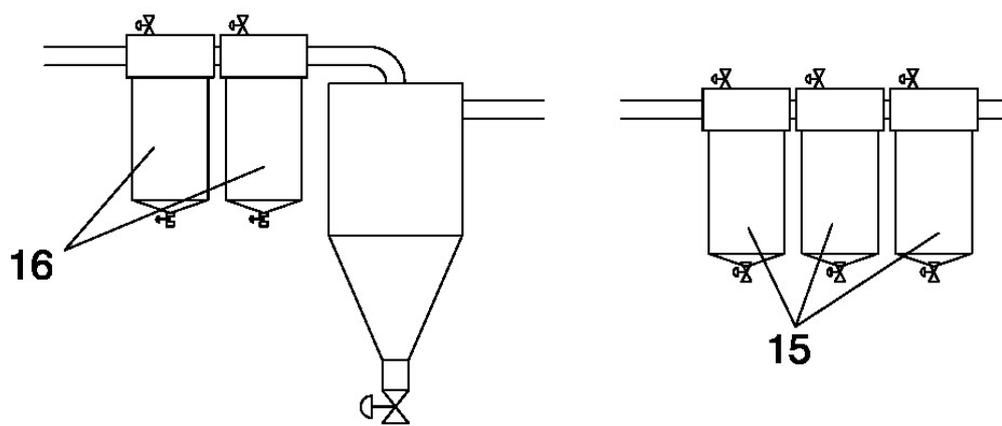


FIG. 5

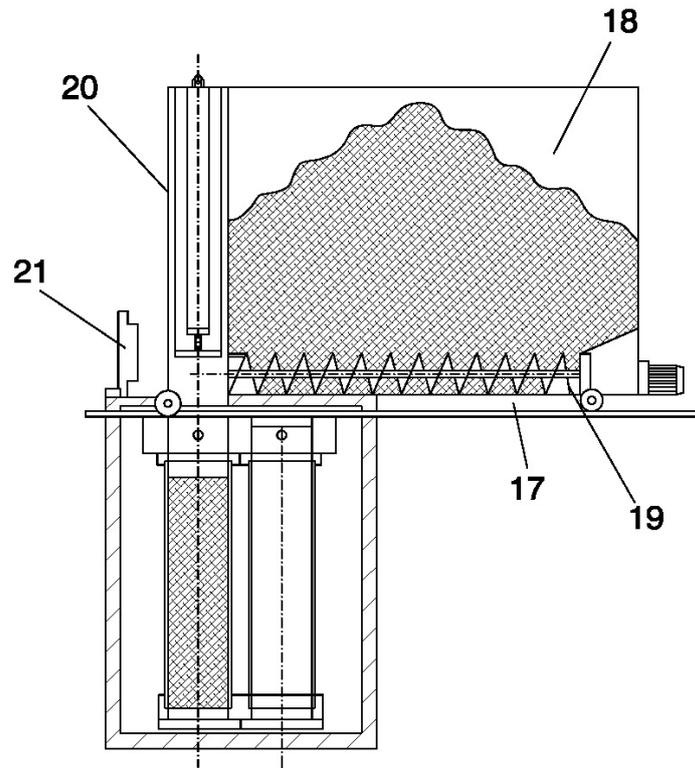


FIG. 6

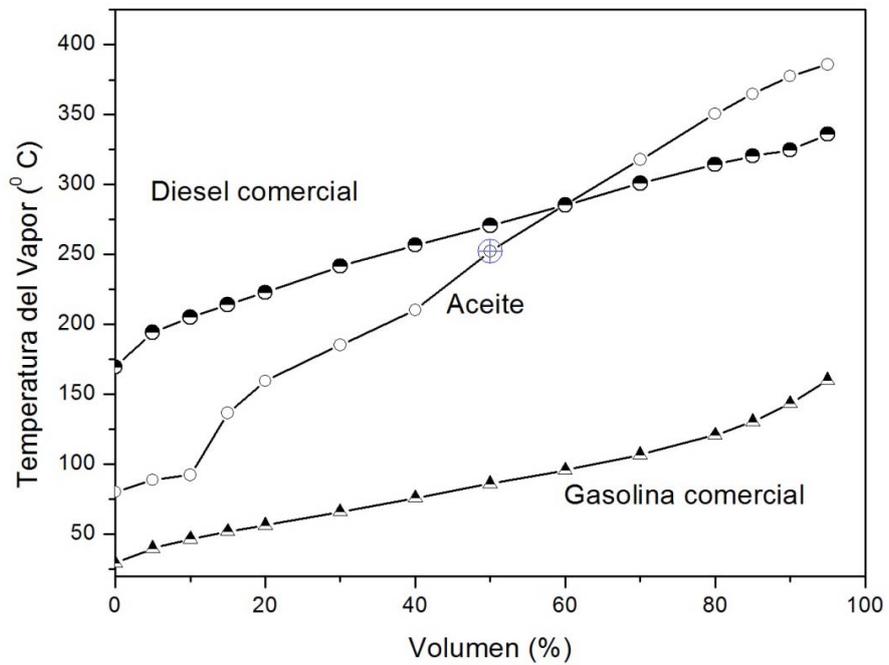


FIG. 7

RESUMEN

PROCEDIMIENTO E INSTALACIÓN PARA EL TRATAMIENTO DE NEUMÁTICOS FUERA DE USO

Procedimiento e instalación para el tratamiento de neumáticos granulados fuera de uso a través de un proceso de destilación de los materiales poliméricos que componen los neumáticos fuera de uso, tales como caucho natural y sintético; y de la gasificación del residuo sólido o negro de carbono.



OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

②① N.º solicitud: 201031802

②② Fecha de presentación de la solicitud: 03.12.2010

③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤ Int. Cl.: **C10G1/02** (2006.01)
C10B53/00 (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	LOPEZ, F.A. ET AL. "Distillation and Gasification of Granulated Scrap Tyres for Production of Electric Power". Proceedings Venice 2010, Third International Symposium on Energy from Biomass and Waste. [en línea] [recuperado el 11.07.2011] Recuperado de Internet: http://www.iiasa.ac.at/Research/FOR/downloads/Kraxner/CD%20Venice%20Symposion%202010_Proceedings/data/data/files/494.pdf	1-20
A	Fujikasui Engineering Co Ltd. "Waste Tires Direct Dry Distillation System". Japanese Advanced Environment Equipment. [en línea] [recuperado el 0.7.07.2011]. Recuperado de Internet: http://www.gec.jp/jsim_data/waste/waste_6/html/doc_541.html	1-20
A	US 2008230365 A1 (HARVEY BOHR) 25.09.2008, párrafos [14 - 18].	1-20

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
27.07.2011

Examinador
B. Aragón Urueña

Página
1/4

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

C10G, C10B

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

INVENES, EPODOC, WPI, XPESP

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 27.07.2011

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 2,3	SI
	Reivindicaciones 1, 4-20	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones	SI
	Reivindicaciones 1-20	NO

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	LOPEZ, F.A. ET AL. "Distillation and Gasification of Granulated Scrap Tyres for Production of Electric Power". Proceedings Venice 2010, Third International Symposium on Energy from Biomass and Waste. [en línea] [recuperado el 11.07.2011] Recuperado de Internet: http://www.iiasa.ac.at/Research/FOR/downloads/Kraxner/CD%20Venice%20Symposion%202010_Proceedings/data/data/files/494.pdf	08.11.2010

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

El objeto de la presente invención es un procedimiento para la generación de energía mediante el tratamiento de neumático granulado.

El documento D01 divulga un procedimiento de destilación y gasificación de neumático granulado para la producción de energía eléctrica. El procedimiento consiste en la destilación a 550°C de neumático granulado (con un tamaño de partícula inferior a 12 mm) obteniéndose una fracción gaseosa no condensable que será transformada en electricidad, una fracción gaseosa condensable que dará lugar a aceites y un residuo carbonoso que será sometido a gasificación cuyo gas obtenido será también empleado para la producción de electricidad. (ver todo el documento).

El objeto de la invención recogido en las reivindicaciones 1, 4-20 donde se divulga el procedimiento para la generación de energía mediante el tratamiento de neumático granulado a través de la operación básica de destilación y posterior cogeneración de la fracción gaseosa no condensable y gasificación del residuo carbonoso ha sido recogido de manera idéntica en el documento D01. Por lo tanto dichas reivindicaciones carecen de novedad (Art. 6.1 Ley Patentes).

En cuanto a las reivindicaciones 2 y 3 relativas a la mezcla de aire y oxígeno para la gasificación del residuo carbonoso se definen unos porcentajes de contenido en aire y oxígeno que se consideran no produce efectos inesperados en relación al singas obtenido y por tanto son rangos que se consideran dentro del alcance de la práctica habitual seguida por el experto en la materia dentro de un procedimiento de gasificación. Por ello, la invención tal y como se reivindica en las reivindicaciones 2 y 3 carece de actividad inventiva. (Art. 8.1 Ley Patentes).