

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 984 187**

51 Int. Cl.:

C07C 29/141 (2006.01)

C07C 31/12 (2006.01)

C07C 31/125 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.02.2019 PCT/EP2019/053236**

87 Fecha y número de publicación internacional: **22.08.2019 WO19158456**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.02.2019 E 19703110 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.05.2024 EP 3752477**

54 Título: **Método para la preparación de alcoholes C3-C12 por hidrogenación catalítica de los correspondientes aldehídos**

30 Prioridad:

14.02.2018 EP 18156599

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

29.10.2024

73 Titular/es:

**EVONIK OPERATIONS GMBH (100.0%)
Rellinghauser Straße 1-11
45128 Essen, DE**

72 Inventor/es:

**ROOS, MEIKE;
POSS, RENÉ;
BERWEILER, MONIKA;
GÖTTLINGER, MARKUS;
WIELAND, STEFAN;
FRANKE, ROBERT y
ALTMANN, LENA**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 984 187 T3

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

DESCRIPCIÓN

Método para la preparación de alcoholes C₃-C₁₂ por hidrogenación catalítica de los correspondientes aldehídos

- 5 La presente invención se refiere a un proceso para la preparación de alcoholes C₃-C₁₂ mediante hidrogenación catalítica de los correspondientes aldehídos a una temperatura en el rango de 100-160°C y una presión en el rango de 20-30 bar en presencia de un catalizador de tipo Raney activado soportado, caracterizado por que el cuerpo de soporte es una espuma metálica y el metal se selecciona a partir del grupo formado por cobre, níquel y cobalto y mezclas de los mismos.
- 10 El campo de trabajo esencial en la industria de procesamiento de aceite mineral es el procesamiento de hidrocarburos insaturados de aceite mineral para proporcionar materias primas para la industria química. Los aldehídos se obtienen a partir del proceso oxo y después se procesan adicionalmente bajo catálisis heterogénea para dar alcoholes. Según la longitud de cadena de carbono, los alcoholes resultantes se utilizan en una amplia variedad de aplicaciones diferentes, por ejemplo como plastificantes para plásticos o como materias primas para síntesis específicas. Las hidrogenaciones de aldehídos de proceso oxo se efectúan hoy en día a escala industrial normalmente en procesos continuos con catálisis heterogénea sobre catalizadores de metales mixtos soportados oxidicamente (US5399793), que se utilizan en forma de cuerpos conformados en lechos. Normalmente, las temperaturas están dentro de un rango de 120-200°C y las presiones dentro de un rango de 25-350 bar. Como resultado del modo de circulación continuo, la concentración de entrada de aldehídos se diluye de manera crucial por el producto; de este modo se reduce la formación de puntos calientes locales como resultado del carácter exotérmico de la reacción en primer lugar, y en segundo lugar se mueve el equilibrio de reacción de las reacciones laterales. La vida útil de estos catalizadores es limitada. Además de los procesos de envejecimiento térmico, por ejemplo, la deposición de subproductos no deseados (ensuciamiento) conduce a la desactivación de los catalizadores. Los estudios sobre este proceso se pueden encontrar en la tesis de Arne Reinsdorf ("Deaktivierung heterogener Katalysatoren zu Hydrierung von Oxo-Alkoholen" [Desactivación de catalizadores heterogéneos para la hidrogenación de alcoholes de proceso oxo]; Tesis 2017, Universidad de Bayreuth, Arne Reinsdorf, Editorial Shaker). Además, los catalizadores habituales muestran una proporción considerable de abrasión no deseada.
- 20 Los catalizadores de tipo Raney activados soportados son conocidos en sí por los expertos en la materia, por ejemplo a partir del documento US4049580, Applied Catalysis A: General 190 (2000) 73-86, o el documento WO2007/028411. Normalmente, se entiende por estos las aleaciones metálicas que se han aplicado a soportes metálicos u oxidicos o carbonosos y se han activado por lixiviación. Al igual que los catalizadores de tipo Raney pulverulentos, los catalizadores de este tipo son adecuados para numerosas reacciones, por ejemplo isomerizaciones, hidrogenaciones, aminaciones reductivas, alquilaciones reductivas, deshidrogenaciones o hidrogenólisis. Sin embargo, en virtud de su tamaño y forma, estos permiten un régimen de reacción continuo, que es posible con catalizadores en polvo solo con un alto nivel de complejidad del aparato. Por lo tanto, los catalizadores activados de tipo Raney también cuentan entre los catalizadores de lecho fijo.
- 30 El término "espumas metálicas" está bien establecido en la bibliografía técnica; véase también Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, capítulo "Metallic Foams", publicado online el 15.07.2012, DOI: 25 10.1002/14356007.c16_c01.pub2. Se entiende por "espumas metálicas" espumas metálicas rígidas que tienen una alta porosidad y numerosas interconexiones entre regiones de material sólido con estructura irregular. Tales espumas metálicas se conocen también como "metales celulares", pero más comúnmente se utiliza el término "espumas metálicas". Las espumas de níquel se utilizan, por ejemplo, como electrodos en baterías o como elementos de filtración.
- 40 Las aplicaciones catalíticas de materiales basados en espumas metálicas son muy limitadas. Hasta la fecha, los cuerpos de espuma metálica se han utilizado usualmente para reacciones en fase gaseosa con catálisis heterogénea. Estas aplicaciones incluyen especialmente postratamiento catalítico de gases de escape de motores de combustión interna, purificación catalítica de gases de combustión, reacción de desplazamiento agua-gas para la preparación de hidrógeno a partir de monóxido de carbono y vapor de agua o el reformado de vapor de metano. En tales aplicaciones, la contrapresión acumulada por los cuerpos de espuma metálica en el medio de reacción fluido es comparativamente baja debido a su alta porosidad.
- 50 Haibin Jiang et al. ("Polymer-supported catalysts for clean preparation of n-butanol", Catalysis Science & Technology, Vol. 4, No. 8 (mayo de 2014), páginas 2499-2503) divulgan catalizadores soportados en polímeros y su uso para la síntesis de n-butanol mediante hidrogenación de n-butiraldehído.
- 60 El documento EP 3 115 106 A1 divulga catalizadores compuestos que comprenden carbono en una fase continua y partículas de aleación Raney en una fase dispersa. Las partículas de aleación Raney están dispersas de manera uniforme o irregular en el carbono en una fase continua. El carbono en una fase continua se obtiene mediante carbonización.

Existe una necesidad de un proceso para la hidrogenación de aldehídos, especialmente aldehídos del proceso oxo, que se caracterice por una buena actividad y selectividad y, al mismo tiempo, conduzca a una mejor vida útil del catalizador en virtud de una menor tendencia al ensuciamiento y una resistencia a la abrasión mejorada.

5 Este objeto se consigue mediante un proceso para la preparación de alcoholes C₃-C₁₂ mediante hidrogenación catalítica de los correspondientes aldehídos a una temperatura en el rango de 100-160°C y una presión en el rango de 20-30 bar en presencia de un catalizador de tipo Raney activado soportado, caracterizado por que el cuerpo de soporte es una espuma metálica y el metal se selecciona a partir del grupo formado por cobalto, níquel y cobre y mezclas de los mismos, y en donde el catalizador de tipo Raney activado soportado contiene 85-95 % en peso de níquel y 5-15 % en peso de aluminio, basado en el peso total de catalizador.

Los catalizadores de tipo Raney activados soportados utilizados en el proceso según la invención son conocidos, por ejemplo, por el documento EP2764916A1. En ese documento se denominan cuerpos de espuma metálica modificada en superficie. A continuación se describe un proceso mediante el cual se pueden obtener (véase la Figura 1A):

- 15 (1) se trata una espuma metálica disponible comercialmente con un promotor de adhesión y después se recubre con polvo de aluminio. Son promotores de adhesión adecuados, por ejemplo, la disolución de polivinilpirrolidona o polietilenimina. Se obtiene lo que se denomina polvo de aluminio soportado.
- 20 (2) En un tratamiento térmico posterior con exclusión de oxígeno, se disuelve el aluminio en la espuma metálica para formar fases intermetálicas y simultáneamente se elimina el promotor de adhesión. La estructura y la estructura de poros de la espuma metálica se conservan completamente en este caso. El tratamiento térmico se realiza preferentemente dentro de un rango de temperatura de 500-1000°C. Se obtiene lo que se denomina una aleación soportada, que no es catalíticamente activa.
- 25 (3) El tratamiento térmico puede ir seguido de una molidura y/o individualización del material, por ejemplo mediante corte por láser o corte por chorro de láser, si esto no se ha realizado ya en un paso de conformado previa al tratamiento térmico (véase la Figura 1B).
- 30 (4) Posteriormente, los catalizadores de tipo Raney activados soportados se producen mediante eliminación de al menos una parte del aluminio presente en la aleación por disolución. Este paso se conoce también como lixiviación. Para este fin se utilizan disoluciones básicas acuosas, preferentemente disoluciones de hidróxido de metal alcalino, donde el hidróxido de metal alcalino se selecciona a partir del grupo formado por hidróxido de sodio, hidróxido de potasio o hidróxido de litio. Particularmente es preferente la disolución acuosa de hidróxido de sodio. La concentración de la disolución acuosa de hidróxido de metal alcalino utilizada en este paso del proceso está generalmente en un rango entre 0,1-60 % en peso. La lixiviación de aluminio se efectúa preferentemente con un 5-50% en peso, más preferentemente 5-35 % en peso, de disolución acuosa de hidróxido de sodio a una temperatura en el rango de 20-100°C, preferentemente dentro de un rango de 40-85°C, más preferentemente dentro de un rango de 50-80°C. Los tiempos de lixiviación a emplear, es decir, los tiempos de reacción de la disolución de hidróxido de sodio con la espuma metálica de aleación de aluminio, pueden estar entre 2 y 300 minutos.

45 El cuerpo de soporte del catalizador de tipo Raney activado soportado es una espuma metálica, y el metal se selecciona a partir del grupo formado por cobalto, níquel y cobre y mezclas de los mismos. El metal es preferentemente níquel.

Los catalizadores de tipo Raney activados soportados utilizados según la invención no contienen componentes orgánicos, es decir, la suma de las proporciones en peso de carbono y compuestos que contienen carbono es menor que 0,1 % en peso del peso total del catalizador.

50 La hidrogenación se lleva a cabo a una presión de 20-30 bar y a una temperatura en el rango de 100-160°C.

Opcionalmente, la hidrogenación se puede realizar en presencia de un disolvente inerte bajo las condiciones de hidrogenación, por ejemplo hidrocarburos o alcoholes, y el disolvente utilizado puede ser preferentemente el alcohol correspondiente al producto de hidrogenación de aldehído.

La hidrogenación se puede conseguir utilizando hidrógeno puro, pero también es posible utilizar mezclas de hidrógeno en mezcla con gases inertes bajo las condiciones de reacción.

60 Con respecto al aldehído, no hay restricciones en el proceso según la invención; es posible hidrogenar aldehídos C₃-C₁₂ alifáticos o aromáticos a los alcoholes correspondientes. Si se utilizan aldehídos alifáticos que contienen dobles enlaces C-C, la hidrogenación proporciona generalmente el correspondiente alcohol saturado. Simplemente debido al significado industrial de los alcoholes utilizados, el proceso se limita a la preparación de alcoholes C₃-C₁₂ por hidrogenación catalítica de los correspondientes C₃-C₁₂ aldehídos, aunque el proceso según la invención también es convenientemente adecuado para la hidrogenación de otros aldehídos a los correspondientes alcoholes. El proceso es convenientemente adecuado en particular para la preparación de alcoholes C₃ a C₁₂, como propanol, n-butanol,

isobutanol, n-pentanol, isopentanol, 1-nonanol, isononanol, 2-etilhexanol y 2-propilheptanol a partir de los correspondientes precursores de alcanal o alquenal, que se han obtenido preferentemente mediante hidroformilación de olefinas o mezclas de olefinas y opcionalmente la posterior condensación de alcohol de las mismas. En el proceso según la invención, se da preferencia al uso de un aldehído C₃-C₉, particular preferencia al uso de isononanal o butiraldehído como aldehído. Más preferentemente, el aldehído es un aldehído de un proceso oxo.

El catalizador de tipo Raney activado soportado contiene 85-95 % en peso de níquel y 5-15 % en peso de aluminio, basado en el peso total de catalizador. En una realización preferente, el catalizador de tipo Raney activado soportado contiene adicionalmente hasta 3 % en peso de molibdeno, basado en el peso total de catalizador, el contenido en molibdeno es más preferentemente 0,2-1,5 % en peso.

En una realización particular adicional, el catalizador de tipo Raney activado soportado tiene las siguientes propiedades:

a. área de superficie BET: 1-200 m²/g, preferentemente 5-100 m²/g, más preferentemente 5-50 m²/g;

y

b. poros macroscópicos en el rango de 100 - 5000 μm.

En una realización particular adicional de la invención, el catalizador de tipo Raney activado soportado es cilíndrico, anular, cuboidal, paralelepédico o cúbico. En una configuración adicional de esta realización, el catalizador de tipo Raney activado soportado se utiliza en forma de un lecho fijo de material a granel. En la forma de catalizador cuboidal, tiene preferentemente una longitud de contorno máxima de 50 mm; más preferentemente, tiene una longitud de contorno máxima de 2-20 mm.

La hidrogenación de los aldehídos se puede realizar generalmente de manera continua o por cargas, dándose preferencia a la ejecución continua.

El catalizador de tipo Raney activado soportado se dispone preferentemente en lechos fijos en reactores accionados en modo de fase líquida o modo de goteo. Para la hidrogenación continua, es posible utilizar reactores tubulares o cascadas de reactores, por ejemplo, y se han considerado particularmente ventajosos los reactores de bucle, opcionalmente con reciclaje de corrientes de aldehídos parcialmente hidrogenados.

Ejemplos

Abreviaturas:

INAL = isononanal

INA = isononanol

WHSV = Velocidad espacial por hora en peso ($\frac{\dot{m}_{reactivo}}{m_{cat}}$)

LHSV = Velocidad espacial por hora de líquido ($\frac{\dot{V}_{liquido}}{V_{cat}}$)

X(INAL) = conversión de isononanal

S (INA) = selectividad de isononanol

Preparación de catalizadores:

catalizador 1 (espuma de níquel activada soportada)

Una espuma de níquel disponible comercialmente como material en rollo y con un grosor de 1,9 mm, una anchura de 300 mm y un tamaño medio de poro de 580 μm se pulverizó con una disolución de promotor de adhesión de polietilenimina disponible comercialmente, recubierta con polvo de aluminio asimismo disponible comercialmente con un tamaño de partícula < 63 μm (d₅₀ ≈ 40 μm), y se sometió a un tratamiento térmico con exclusión de oxígeno a 725°C. Las relaciones másicas de espuma de níquel y polvo de aluminio utilizados se eligieron de tal manera que la relación entre aluminio y la masa total de la aleación soportada era 28 ± 2%. Tras el enfriamiento, el material se molturó con un láser en partículas cuboidales con una longitud de contorno de 4 x 4 x 1,9 mm. El material a granel resultante se activó mediante tratamiento en una disolución de hidróxido de sodio al 10 % en peso a 60°C durante 60 minutos. Posteriormente, el catalizador se lavó con agua desmineralizada hasta alcanzar un pH de < 10.

Catalizador 2 (dopado con molibdeno)

5 Se disolvieron 2,24 g de MoOs en 100 ml de agua desmineralizada en ebullición mediante adición gradual de 1,48 g de Na₂CO₃. Una vez disuelto el MoOs, se completó la disolución hasta 150 ml.

10 Se lavaron 160 g de espuma de níquel activada soportada en agua con disolución de cloruro amónico hasta alcanzar un pH de la disolución sobrenadante de 7,5-8. Después se impregnó el catalizador con la disolución de molibdato a 40°C hasta que no se detectó molibdeno en la disolución con tiras reactivas Merckoquant o Quantofix. Posteriormente, el catalizador se lavó dos veces con agua desmineralizada.

La composición de los catalizadores 1 y 2 se analizó mediante ICP-OES; los resultados se presentan en la Tabla 1 a continuación.

15 Tabla 1:

	Catalizador 1	Catalizador 2
Níquel (% en peso)	88	87
Aluminio (% en peso)	11	11,3
Molibdeno (% en peso)	-	0,74
Material a granel (mm)	4*4*1,9	4*4*1,9

Ejemplo de uso 1 (inventivo) - Hidrogenación de isononanal sobre catalizador 1 o catalizador 2:

20 en un primer experimento, el catalizador 1 se colocó en un reactor de circulación (véase la Figura 2) en forma de un lecho fijo de material a granel. A una presión de hidrógeno constante de 25 bar, el reactor se abasteció continuamente de isononanal, con una tasa de flujo de circulación simultánea de 25 l/h a través del lecho fijo y establecimiento de una tasa de escape de H₂ de 5 l/h. En la Tabla 2 se pueden encontrar parámetros de reacción adicionales. Las condiciones de reacción se eligieron de tal manera que en la operación continua establecida se alcanzaron tasas de conversión de isononanal de $\geq 97,5\%$.

El experimento se repitió con el catalizador 2.

Ejemplo de uso 2 (experimento comparativo) - Hidrogenación de isononanal sobre Specialist 103

35 Se repitió el experimento en el Ejemplo de uso 1 con el catalizador comparativo Specialist 103 de Evonik Industries (catalizador 3). En la Tabla 2 se pueden encontrar las condiciones experimentales detalladas. La preparación, composición y estructura de Specialist 103 se divulgan en el documento EP 3 037 400 B1 (véase en particular los apartados 0024 y 0027 de este documento).

Tabla 2:

	Catalizador 1		Catalizador 2		Catalizador 3	
Presión [bar]	25					
Tasa de flujo de circulación [l/h]	25					
Gas de escape H ₂ [l/h]	5					
Temperatura [°C]	150	170	150	170	150	180
Alimentación de INAL (l/h)	0,76	1,5	0,76	1,5	0,76	0,76
WHSV [h ⁻¹]	8	15	8	15	4	5,5
LHSV [h ⁻¹]	4	8	4	8	3,5	4
X (INAL)	98	98,5	98,5	98,6	94	97,6
S (INA)	102	102	102,6	102	-	-102

40 Dado que los experimentos se ejecutaron con la misma conversión ($X(\text{INAL}) \geq 97,5\%$), de los resultados se puede inferir lo siguiente:

con el catalizador 3 (experimento comparativo), la conversión objetivo se consigue en las condiciones de reacción elegidas con una temperatura de 180°C.

5 Con una carga de 760 ml/h, tanto el catalizador 1 y como el catalizador 2 alcanzan ya esta conversión objetivo a una temperatura de 150°C.

Con una carga de 1500 ml/h, tanto el catalizador 1 y como el catalizador 2 alcanzan ya esta conversión objetivo a una temperatura de 170°C.

10 Los catalizadores de tipo Raney activados soportados tienen una actividad mucho mayor que la del catalizador comparativo basada en el volumen de catalizador. Estos catalizadores alcanzan conversiones idénticas a la del catalizador según el estado de la técnica, incluso cuando se duplica la cantidad de reactivo INAL dosificado. Dado el mismo tamaño de reactor, es posible duplicar el volumen de producción por unidad de tiempo.

15 La ventaja crucial de los catalizadores de tipo Raney activados soportados sobre el catalizador comparativo es el hecho de que se pueden obtener conversiones y rendimientos comparables a temperatura mucho más baja. Por la tesis de Arne Reinsdorf ("Deaktivierung heterogener Katalysatoren zu Hydrierung von Oxo-Alkoholen"; Tesis 2017, Universidad de Bayreuth, Arne Reinsdorf, Editorial Shaker) se sabe que la temperatura de reacción en particular tiene una gran influencia sobre la formación de oligómeros de punto de ebullición. Estos oligómeros a su vez son responsables del ensuciamiento del catalizador y de las limitaciones en la vida útil resultantes. El uso de catalizadores de tipo Raney activados soportados en el proceso según la invención permite la reducción de la temperatura de reacción sin pérdidas de producción. La reducción de la temperatura de funcionamiento da como resultado una disminución en las reacciones de condensación aldólica que pueden dar lugar a oligómeros de alto punto de ebullición. Es de esperar que una planta de producción que se acciona mediante el proceso según la invención consiga mayores resultados de producción con una vida útil simultáneamente elevada de los catalizadores y, por lo tanto, funcione de una manera más eficiente desde el punto de vista energético y de recursos que las plantas de producción según el estado de la técnica.

Ejemplo de uso 3 (inventivo) - Hidrogenación de butiraldehído:

30 En un autoclave de tanque agitado con un volumen de 0,65 l se coloca el catalizador 1 (volumen: 5 ml) en una cesta de catalizador con un volumen interno de 7 ml directamente encima de la unidad agitadora a una distancia de 5 mm de la pared del reactor, de modo que el catalizador esté dispuesto de manera óptima en la zona de rociado del reactor. Antes del inicio de la reacción se bombea el butiraldehído en el reactor en agua como disolvente, calentado a 100°C mientras se agita a 100 rpm y se presuriza a 80 bar con hidrógeno. La reacción se inició aumentando la velocidad del agitador a 1000 rpm. La reacción se detuvo cuando dejó de observarse una absorción significativa de hidrógeno por unidad de tiempo. Se enfrió la mezcla de reacción a 40°C y se vació el reactor. En la Tabla 3 se presentan condiciones de reacción adicionales y la conversión de butiraldehído a 1-butanol.

40 Tabla 3:

	Catalizador 1
Presión de hidrógeno [bar]	80
Temperatura [°C]	100
LHSV [h ⁻¹]	2,6
Conversión	98,3

45 Este experimento muestra que el proceso según la invención también se puede utilizar para hidrogenar otros aldehídos como butiraldehído con buenos resultados en conversión y rendimiento.

Por lo tanto, el proceso según la invención tiene las siguientes ventajas resultantes del uso de catalizadores de tipo Raney activados soportados:

- 50 • amplio campo de uso, adecuado para todos los aldehídos C₃-C₁₂
- no es necesaria activación con álcali en el reactor
- permite temperatura de reacción más baja (costes)
- reduce la formación de subproductos térmicos
- es mecánicamente estable (sin abrasión en el llenado o la operación)
- 55 • caída de presión muy baja.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Proceso para la preparación de alcoholes C₃-C₁₂ mediante hidrogenación catalítica de los correspondientes aldehídos a una temperatura en el rango de 100-160°C y una presión en el rango de 20-30 bar en presencia de un catalizador de tipo Raney activado soportado, **caracterizado por que** el cuerpo de soporte es una espuma metálica y el metal se selecciona a partir del grupo formado por cobalto, níquel y cobre y mezclas de los mismos, y en donde el catalizador de tipo Raney activado soportado contiene 85-95 % en peso de níquel y 5-15 % en peso de aluminio, basado en el peso total de catalizador.
- 10 2. Proceso según la reivindicación 1, **caracterizado por que** se utiliza un aldehído C₃-C₉.
3. Proceso según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado por que** se utiliza isononanal o butiraldehído como aldehído.
- 15 4. Proceso según cualquiera de las reivindicaciones 1-3, **caracterizado por que** el metal es níquel.
- 20 5. Proceso según la reivindicación 4, **caracterizado por que** el catalizador activado soportado contiene adicionalmente hasta 3 % en peso de molibdeno, basado en el peso total de catalizador.
6. Proceso según cualquiera de las reivindicaciones 1-5, **caracterizado por que** el catalizador de tipo Raney activado soportado tiene las siguientes propiedades:
- a. área de superficie BET: 1 - 200 m²/g, y
- b. poros macroscópicos en el rango de 100 - 5000 μm.
- 25 7. Proceso según cualquiera de las reivindicaciones 1-6, **caracterizado por que** el catalizador de tipo Raney activado soportado es cilíndrico, anular, cuboidal, paralelepípedo o cúbico.
8. Proceso según la reivindicación 7, **caracterizado por que** el catalizador de tipo Raney activado soportado se utiliza en forma de un lecho fijo de material a granel.
- 30 9. Proceso según la reivindicación 8, **caracterizado por que** el catalizador de tipo Raney activado soportado es cuboidal y tiene una longitud de contorno máxima de 50 mm.
- 35 10. Proceso según cualquiera de las reivindicaciones 1-9, **caracterizado por que** la hidrogenación se lleva a cabo continuamente.

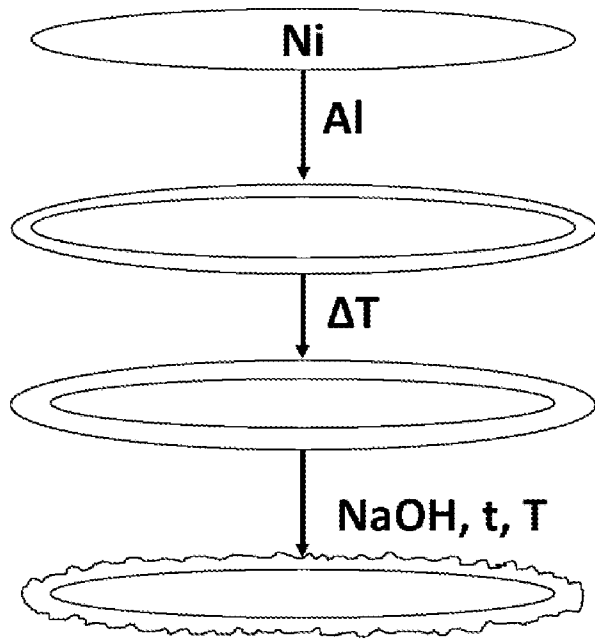


Figura 1 A

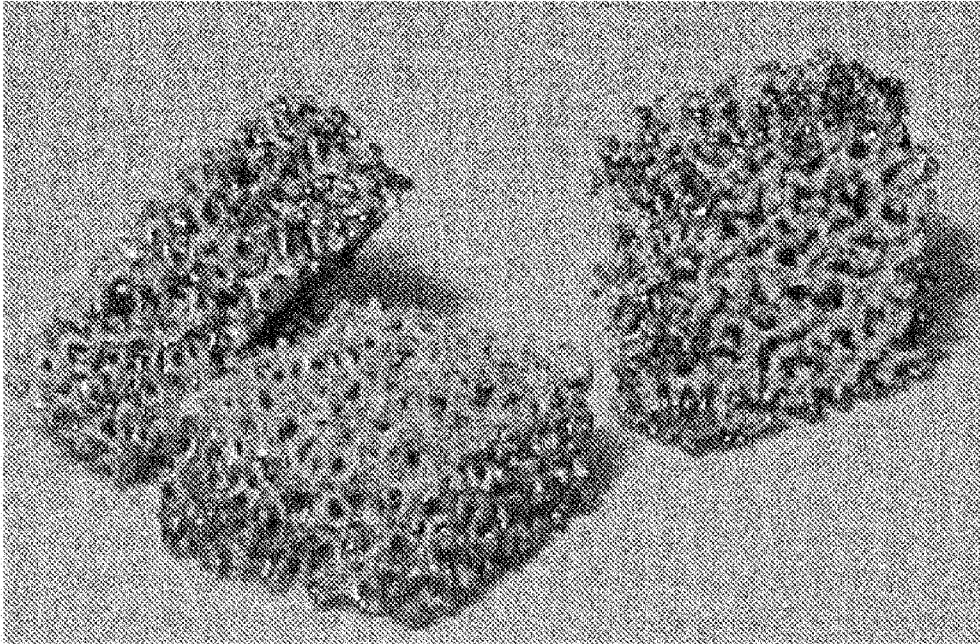


Figura 1 B

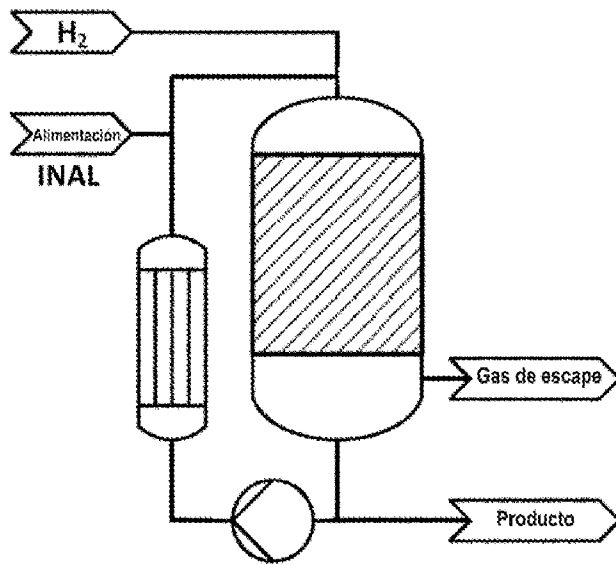


Figura 2