



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 195 836**

51 Int. Cl.:  
**C07D 301/12** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA MODIFICADA

T5

- 96 Número de solicitud europea: **00202658 .1**
- 96 Fecha de presentación : **24.07.2000**
- 97 Número de publicación de la solicitud: **1072600**
- 97 Fecha de publicación de la solicitud: **31.01.2001**

54 Título: **Procedimiento para la preparación de epóxidos.**

30 Prioridad: **27.07.1999 IT MI99A1658**

45 Fecha de publicación de la mención y de la traducción de patente europea: **16.12.2003**

45 Fecha de la publicación de la mención de la patente europea modificada BOPI: **01.03.2009**

45 Fecha de publicación de la traducción de patente europea modificada: **01.03.2009**

73 Titular/es: **DOW GLOBAL TECHNOLOGIES Inc.**  
**Washington Street, 1790 Building**  
**Midland, Michigan 48674, US**

72 Inventor/es: **Paparatto, Giuseppe;**  
**Forlin, Anna y**  
**Tegon, Paolo**

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 195 836 T5

# ES 2 195 836 T5

## DESCRIPCIÓN

Procedimiento para la preparación de epóxidos.

5 La presente invención se refiere a un procedimiento continuo para la preparación de epóxidos.

Más específicamente, la presente invención se refiere a un procedimiento continuo para la preparación de óxido de propileno por epoxidación directa de propileno con peróxido de hidrógeno o compuestos capaces de producir peróxido de hidrógeno bajo las condiciones de reacción, en un medio disolvente, en presencia de un sistema catalítico que consta de una zeolita que contiene titanio y un sistema amortiguador con un pH controlado que oscila entre valores de 5,5 a 10 8,0; que consta de una base nitrogenada y una sal de la misma con un ácido orgánico o inorgánico.

Los epóxidos, u óxidos de olefinas, son intermedios útiles para la preparación de una amplia variedad de compuestos. Por ejemplo, se pueden usar epóxidos para la producción de glicoles, polímeros de condensación tales como poliésteres, o para la preparación de intermedios útiles en la síntesis de espumas de poliuretano, elastómeros, cierres y productos similares.

El uso de compuestos zeolíticos con una estructura MFI, que contienen átomos de titanio (TS-1), como catalizadores en las reacciones de epoxidación directa de compuestos olefínicos con peróxido de hidrógeno, se conoce en la bibliografía (documento de patente EP-100.119).

Sin embargo, la acidez que caracteriza a estos catalizadores contribuye, junto con la posible acidez presente en la fase homogénea, a catalizar reacciones de solvolisis consecutivas sobre el epóxido con la abertura del anillo. Esto conduce a un aumento en los costes de producción tanto por la disminución del rendimiento a epóxido como por la separación de los subproductos formados.

Para superar estas desventajas, se han propuesto procedimientos en la técnica para mejorar las realizaciones catalíticas de estos compuestos zeolíticos por tratamiento de activación apropiado.

30 Por ejemplo, la patente EP-230.949 describe un procedimiento de epoxidación que usa, como catalizador, una silicalita de titanio tratada, antes o durante la reacción de epoxidación, con un agente de neutralización seleccionado a partir de derivados orgánicos de silicio del tipo X-Si(R)<sub>3</sub> o sustancias hidrosolubles procedentes de cationes del grupo I y II con una fuerza básica diferente.

35 La patente EP-712.852 se refiere a un procedimiento de epoxidación de olefinas en presencia de silicalita de titanio que usa como agente de neutralización una sal no básica seleccionada de: cloruro de litio, nitrato de sodio, sulfato de potasio y fosfato de amonio. Bajo estas condiciones la selectividad máxima obtenida es del orden del 93%.

40 La patente de EE.UU. 5.675.026 describe un procedimiento de epoxidación que usa como catalizador una silicalita de titanio tratada, antes o durante la reacción, con una sal neutra o ácida, seleccionada de: Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> o NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>.

Operando de acuerdo con estos procedimientos conocidos, se obtiene óxido de propileno con un rendimiento y selectividad buenos.

45 Estos procedimientos, sin embargo, presentan desventajas procedentes del hecho de que estos sistemas catalíticos tienen una corta duración del ciclo catalítico y por consiguiente requieren regeneración frecuente.

50 Esto crea considerables problemas tanto desde un punto de vista técnico como económico, sobre todo cuando el procedimiento de epoxidación se lleva a cabo en continuo.

De hecho, se ha observado una disminución en el rendimiento de la producción del epóxido y una reducción de la actividad catalítica durante las fases de regeneración posteriores.

55 Ahora se ha encontrado que es posible superar las desventajas de la técnica conocida, descrita anteriormente, por medio del procedimiento de la presente invención, que está basado en el uso de un sistema amortiguador con un pH controlado que oscila entre valores de 5,5 a 8,0 y que es tal que el pH del sistema de reacción oscila entre los valores anteriores.

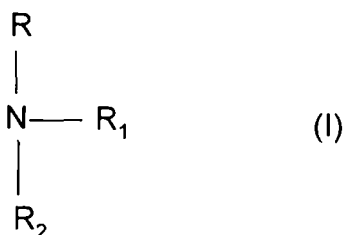
60 El uso de este sistema amortiguador presenta ventajas sustanciales, y en particular:

- (i) permite que la actividad catalítica se mantenga estable durante un periodo de tiempo, reduciendo la frecuencia de los ciclos de regeneración del catalizador al mínimo; y
- 65 (ii) permite la preparación de epóxidos con altos rendimientos y selectividades.

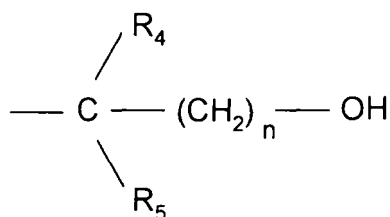
## ES 2 195 836 T5

De acuerdo con esto, la presente invención se refiere a un procedimiento continuo para la preparación de epóxidos por oxidación directa de una olefina con peróxido de hidrógeno, o compuestos capaces de producir peróxido de hidrógeno bajo las condiciones de reacción, en un medio disolvente seleccionado entre alcoholes mezclas hidroalcohólicas, cetonas, ésteres y glicoles, en presencia de un sistema catalítico que consta de una zeolita sintética que contiene átomos de titanio y un sistema amortiguador con un pH controlado que oscila entre los valores de 5,5 a 8,0, que consta de una base nitrogenada y una sal de la misma con un ácido orgánico o inorgánico.

La base nitrogenada se selecciona de compuestos que presentan la fórmula (I) general:



en la que: R, R<sub>1</sub> y R<sub>2</sub>, el mismo o diferente, pueden ser H, un grupo alquilo con 1 a 10 átomos de carbono, un grupo -COR<sub>3</sub> en el que R<sub>3</sub> es un grupo alquilo con 1 a 10 átomos de carbono o NH<sub>2</sub>, o un grupo:



en el que n es un número de 1 a 10 y R<sub>4</sub> y R<sub>5</sub> son H o grupos alquilo C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>.

Los compuestos preferidos que tienen la fórmula (I) son: amoniaco, metilamina, etilamina, dietilamina, trimetilamina, etanolamina, dietanolamina, trietanolamina, n-propilamina.

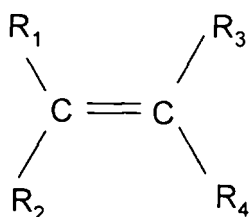
Los ácidos orgánicos que se pueden usar para los propósitos de la presente invención se pueden seleccionar de ácidos carboxílicos, tales como: ácido acético, ácido fórmico, ácido propiónico o butírico y sus derivados, tales como por ejemplo oxiácidos tales como ácido glicólico y ácido α-láctico.

Los ácidos inorgánicos se seleccionan de: ácido sulfúrico y fosfórico.

Se prefieren particularmente ácido sulfúrico, ácido acético y ácido fórmico para los propósitos de la presente invención.

Los compuestos olefínicos que se pueden usar en el procedimiento de la presente invención se pueden seleccionar de compuestos orgánicos que tienen al menos un doble enlace y pueden ser alifáticos lineales o ramificados, aromáticos, alquilaromáticos y cíclicos. Preferiblemente son hidrocarburos olefínicos que tienen de 2 a 30 átomos de carbono en la molécula y que contienen al menos un doble enlace.

Ejemplos de olefinas adecuadas para los propósitos de la presente invención se seleccionan de los que tienen la fórmula (II) general:



## ES 2 195 836 T5

en la que: R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub> y R<sub>4</sub>, el mismo o diferente, pueden ser H, un radical alquilo con 1 a 20 átomos de carbono, un radical arilo, un radical alquilarilo con 7 a 20 átomos de carbono, un radical cicloalquilo con 6 a 10 átomos de carbono, un radical alquilcicloalquilo con 7 a 20 átomos de carbono. Los radicales R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub> y R<sub>4</sub>, pueden formar, de dos en dos, anillos saturados o insaturados. Estos radicales pueden contener adicionalmente átomos de halógeno, grupos nitro, nitrilo, sulfónico y grupos ésteres, carbonilo, hidroxilo, carboxilo, tiol, amino y éter relacionados.

Ejemplos de olefinas que se pueden epoxidar con el procedimiento de la presente invención son: etileno, propileno, cloruro de alilo, alcohol alílico, butenos, pentenos, hexenos, octenoheptenos-1, 1-trideceno, óxido de mesitilo, isopreno, cicloocteno, ciclohexeno o compuestos bicíclicos tales como norbornenos, pinenos, etc. Las olefinas pueden soportar los sustituyentes anteriores tanto sobre los átomos de carbono insaturados como sobre posiciones diferentes.

El agente oxidante usado en el procedimiento de la presente invención es peróxido de hidrógeno (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) o un compuesto que es capaz de generar H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> bajo las condiciones de epoxidación.

Se usa preferiblemente una solución acuosa de peróxido de hidrógeno en una concentración mínima del 1% en peso, preferiblemente con un título mayor que, o igual al 35% en peso.

La cantidad de peróxido de hidrógeno con respecto a la olefina no es crítica, pero se usa preferiblemente una relación molar olefina/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> que oscila de 10:1 a 1:10, preferiblemente de 6:1 a 1:2.

La reacción de epoxidación se puede llevar a cabo en uno o más disolventes líquidos a las temperaturas de epoxidación: es decir alcoholes (metanol, etanol, alcohol isopropílico, alcohol terc-butílico, ciclohexanol), mezclas hidroalcohólicas, cetonas (por ejemplo, acetona, metil etil cetona, acetofenona), ésteres y glicoles.

Se usa preferiblemente metanol y, entre las cetonas, acetona. Se prefiere particularmente una mezcla de metanol/agua con una relación en peso que oscila de 50/50 a 99/1.

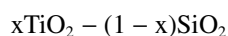
El catalizador que se puede usar en el procedimiento de la presente invención se selecciona de los normalmente conocidos por el nombre de silicalitas de titanio.

Por ejemplo, se pueden usar las silicalitas de titanio con estructura MFI, descritas en la patente de EE.UU. 4.410.501 que también especifica sus características estructurales.

También se pueden usar silicalitas de titanio, en las que parte del titanio se sustituye por otros metales tales como: boro, aluminio, hierro o galio. Estas silicalitas de titanio sustituidas y los métodos para su preparación se describen en las solicitudes de patente europeas 226.257, 226.258 y 266.825.

También es posible usar silicalitas de titanio con una estructura MEL o MFI/MEL intermedia, descritas en la patente belga 1.001.038. Se pueden seleccionar otras silicalitas de titanio a partir de beta zeolitas que contienen titanio y que presentan una estructura BEA, descritas en la patente española 2.037.596, ZSM-12 que contienen titanio y opcionalmente aluminio, descritas en "Journal of Chemical Communications", 1.992, página 745).

El catalizador preferido de acuerdo con la presente invención es silicalita de titanio que tiene la fórmula general:



en la que: x representa un número que oscila entre 0,0001 y 0,04, oscilando el valor de x preferiblemente entre 0,01 y 0,025, y descrito, por ejemplo, en las patentes de EE.UU. 4.410.501, 4.824.976, 4.666.692, 4.656.016, 4.859.785, 4.937.216.

La cantidad de catalizador usado en el procedimiento de la presente invención no es crítica; se selecciona sin embargo de tal forma que permita que la reacción de epoxidación se complete en el tiempo más corto posible.

La cantidad de catalizador normalmente se selecciona en relación con diversos parámetros, tales como la temperatura de reacción, la reactividad y concentración de las olefinas, la concentración de peróxido de hidrógeno, el tipo y composición del disolvente, la actividad catalítica y el tipo de reactor o sistema de reacción usado.

La cantidad de catalizador típicamente oscila de 1 a 15% en peso con respecto a la mezcla de reacción, preferiblemente de 4 a 10% en peso.

El catalizador se puede usar en forma de polvo, píldoras, microesferas, producto extruido u otras formas físicas convenientes.

La temperatura usada en el procedimiento de la presente invención normalmente oscila de 20 a 150°C, preferiblemente de 40 a 100°C. La presión de operación es tal que permite que la olefina se mantenga en fase líquida a la

## ES 2 195 836 T5

temperatura de la presente reacción. La presión de operación normalmente es mayor que la presión atmosférica cuando se usan olefinas gaseosas.

5 El procedimiento de epoxidación de la presente invención se puede llevar a cabo por lotes, en semicontinuo o, preferiblemente, en continuo.

Se pueden usar diversos tipos de reactores en el procedimiento de la presente invención, por ejemplo un reactor de suspensión o un reactor de lecho fijo.

10 El procedimiento de epoxidación se lleva a cabo preferiblemente en continuo, por alimentación en una zona de reacción que contiene el catalizador: peróxido de hidrógeno, el disolvente, preferiblemente metanol/agua, propileno y una solución amortiguadora acuosa que presenta la composición y pH definidos anteriormente, de forma que el pH se controla en el reactor dentro de valores que oscilan de 5,5 a 8,0, preferiblemente dentro de valores que oscilan de 6 a 7,0.

15 La conversión se refiere a la cantidad de peróxido de hidrógeno que reacciona durante la reacción de epoxidación con respecto a la cantidad cargada en el reactor.

20 La selectividad se refiere al número de moles de epóxido producidos por mol de peróxido de hidrógeno reaccionado.

El producto de epoxidación obtenido con el procedimiento de la presente invención se separa y se recupera de la mezcla de reacción usando técnicas convencionales tal como la destilación fraccionada.

25 Los siguientes ejemplos tienen el único propósito de describir la presente invención en mayor detalle y no se deberían considerar de ningún modo como limitantes de su alcance.

### Ejemplo 1

30 (Comparativo)

#### *Oxidación de propileno*

35 La reacción de epoxidación se llevó a cabo en un reactor de acero AISI 316L, de 1,5 litros, con agitación, equipado con un sistema de regulación termostática, control de nivel, control de presión y filtro para separar continuamente la solución, manteniendo el catalizador en el reactor.

40 Se cargaron inicialmente 760 g de una solución de metanol/agua (93/7) y 40 g de silicalita de titanio TS-1 (Eni-Chem, con un contenido de titanio igual a 2,05% en peso). Después de la regulación termostática del sistema a 50°C y presurización con propileno a 12 bar, se alimentaron entonces los siguientes productos en continuo por medio de bombas:

- 45 1. 1.970 g/h de una solución de metanol/agua 92,8/7,2 en peso.
2. 230 g/h de una solución acuosa de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> al 35% en peso.
3. propileno
- 50 4. 100 g/h de agua.

55 La mezcla de reacción global en la alimentación (sin propileno) fue igual a 2.300 g/h y su composición fue la siguiente: H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 3,5%; H<sub>2</sub>O 17%, MeOH 79,5%. La presión en el reactor se mantuvo a 12 bar, alimentando propileno.

60 Se siguió la evolución de la reacción tomando muestras cada dos horas y determinando el H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> residual por valoración con tiosulfato de sodio y los productos de reacción por cromatografía de gases. El pH de la mezcla de reacción se determinó sobre el efluente líquido que salía del reactor después de la desgasificación parcial del propileno.

65

## ES 2 195 836 T5

Los resultados se muestran en la tabla 1:

TABLA 1

Tiempo (h)	% de conversión de H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	% de selectividad PO	pH de reacción
6	94	65	4,5
16	88	78	4,5
30	85	85	4,5

### Ejemplo 2

(Comparativo)

La reacción se llevó a cabo bajo las mismas condiciones que en el ejemplo 1, pero usando una temperatura de reacción igual a 60°C. Los resultados se indican en la tabla 2.

TABLA 2

Tiempo (h)	% de conversión de H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	% de Selectividad PO	pH de reacción
6	90	67	4,5
16	82	75	4,5
30	75	80	4,5

### Ejemplo 3

La reacción se llevó a cabo como se describió en el ejemplo 2, pero alimentando en continuo (100 g/h) una solución amortiguadora acuosa que contenía 0,048% de NH<sub>3</sub> y 0,12% de (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> en lugar de agua. Los resultados se muestran en la tabla 3.

TABLA 3

Horas reacción	% de conversión de H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	% de selectividad PO	pH de reacción
16	97	96,8	6,1
30	96	97,2	6,0
60	94	97,6	6,1
100	94	98,1	5,9

### Ejemplo 4

Se adoptó el mismo procedimiento que en el ejemplo 2, pero alimentando (100 g/h) una solución amortiguadora acuosa que contenía 0,048% de NH<sub>3</sub> y 0,12% de acetato de amonio (CH<sub>3</sub>COONH<sub>4</sub>).

## ES 2 195 836 T5

Los resultados se muestran en la tabla 4.

TABLA 4

Horas reacción	% de conversión de H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	% de selectividad PO	pH de reacción
16	97	96,2	6,5
60	95,5	97,8	6,5
100	94,8	98,1	6,4
300	95,1	98,5	6,5

### Ejemplo 5

Se adoptó el mismo procedimiento que en el ejemplo 2, pero alimentando (100 g/h) una solución amortiguadora acuosa que contenía 0,048% de NH<sub>3</sub> y 0,10% de formiato de amonio (HCOONH<sub>4</sub>).

Los resultados se muestran en la tabla 5.

TABLA 5

Tiempo (h)	% de conversión de H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	% de selectividad PO	pH de reacción
16	98,0	96,2	6,4
60	96,2	96,8	6,3
100	95,2	97,2	6,3
400	95,1	98,0	6,3
600	95,0	98,1	6,3

A partir de los datos indicados en las tablas 3, 4 y 5, se observan altos valores de conversión y selectividad junto con una estabilidad en la actividad catalítica.

### Ejemplo 6

(Comparativo)

Se adoptó el mismo procedimiento que en el ejemplo 2, pero alimentando (100 g/h) una solución acuosa que contenía 0,10% de acetato de sodio. Los resultados se muestran en la tabla 6.

TABLA 6

Tiempo (h)	% de conversión de H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	% de selectividad PO	pH de reacción
6	96	84	5,8
16	94	91	6,0
30	87	96	6,2
60	75	95	6,0

A partir de los valores indicados en la tabla, se observa un deterioro del catalizador durante un periodo de tiempo.

## ES 2 195 836 T5

### Ejemplo 7

(Comparativo)

5 Se adoptó el mismo procedimiento que en el ejemplo 2, pero alimentando 100 g/h de una solución acuosa que contenía 0,10% de  $\text{NaNO}_3$ . Los resultados se muestran en la tabla 7.

TABLA 7

Tiempo (h)	% de conversión de $\text{H}_2\text{O}_2$	% de Selectividad PO	pH de reacción
6	92	71	4,5
16	87	82	4,4
30	84	86	4,5

### Ejemplo 8

(Comparativo)

25 Se adoptó el mismo procedimiento que en el ejemplo 2, pero alimentando 100 g/h de una solución acuosa que contenía 0,04% de  $\text{NaOH}$ . Los resultados se muestran en la tabla 8.

TABLA 8

Tiempo (h)	% de conversión de $\text{H}_2\text{O}_2$	% de selectividad PO	pH de reacción
6	85	83	6,6
16	65	98	7,3

### Ejemplo 9

(Comparativo)

45 Se adoptó el mismo procedimiento que en el ejemplo 2, pero alimentando 100 g/h de una solución acuosa que contenía 0,2% de  $\text{NaCl}$ . Los resultados se muestran en la tabla 9.

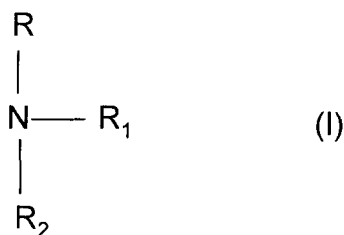
TABLA 9

Tiempo (h)	% de conversión de $\text{H}_2\text{O}_2$	% de Selectividad PO	pH de reacción
6	90	78	4,5
16	85	84	4,5

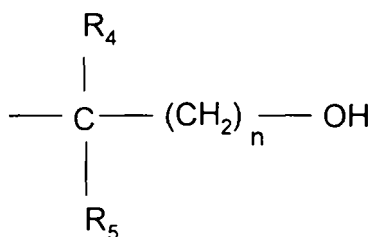
## REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento continuo para la preparación de óxidos de olefinas por la epoxidación directa de una olefina con peróxido de hidrógeno o compuestos capaces de producir peróxido de hidrógeno bajo las condiciones de reacción, en un medio disolvente seleccionado entre alcoholes, mezclas hidroalcohólicas, cetonas, ésteres y glicoles, en presencia de un sistema catalítico que consta de una zeolita que contiene átomos de titanio y un sistema amortiguador con un pH controlado que oscila entre valores de 5,5 a 8,0, que consta de una base nitrogenada y una sal de la misma con un ácido orgánico o inorgánico.

2. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la base nitrogenada se selecciona de compuestos que tienen la fórmula general (I):



en la que: R, R<sub>1</sub> y R<sub>2</sub>, el mismo o diferente, pueden ser H, un grupo alquilo con 1 a 10 átomos de carbono, un grupo -COR<sub>3</sub> en el que R<sub>3</sub> es un grupo alquilo con 1 a 10 átomos de carbono o NH<sub>2</sub>, o un grupo



en el que n es un número que oscila de 1 a 10 y R<sub>4</sub> y R<sub>5</sub> son H o grupos alquilo C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>.

3. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 2, en el que la base nitrogenada se selecciona de: amoniaco, metilamina, etilamina, dimetilamina, trimetilamina, etanolamina, dietanolamina, trietanolamina, n-propilamina.

4. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que los ácidos orgánicos se pueden seleccionar de ácidos carboxílicos tales como: ácido acético, ácido fórmico, propiónico y butírico o sus derivados, tales como ácido glicólico y ácido  $\alpha$ -láctico.

5. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que los ácidos inorgánicos se seleccionan de: ácido sulfúrico y ácido fosfórico.

6. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que los compuestos olefínicos se pueden seleccionar de compuestos orgánicos que tienen al menos un doble enlace y pueden ser alifáticos lineales o ramificados, aromáticos, alquilaromáticos y cíclicos.

7. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 6, en el que los compuestos olefínicos se seleccionan de hidrocarburos olefínicos que tienen de 2 a 30 átomos de carbono en la molécula y que contienen al menos un doble enlace.

## ES 2 195 836 T5

8. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 7, en el que los compuestos olefinicos se seleccionan de los que tienen la fórmula general (II):



15 en la que: R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub> y R<sub>4</sub>, el mismo o diferente, pueden ser H, un radical alquilo con 1 a 20 átomos de carbono, un radical arilo, un radical alquilarilo con 7 a 20 átomos de carbono, un radical cicloalquilo con 6 a 10 átomos de carbono, un radical alquilocicloalquilo con 7 a 20 átomos de carbono.

20 9. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 8, en el que los radicales R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub> y R<sub>4</sub>, pueden formar, de dos en dos, anillos saturados o insaturados.

25 10. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 8, en el que los radicales R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub> y R<sub>4</sub> pueden contener sustituyentes seleccionados de: halógenos, grupos nitro, nitrilo, sulfónico y grupos ésteres, carbonilo, hidroxilo, carboxilo, tiol, amino y éter relacionados.

30 11. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la olefina es propileno.

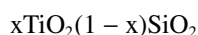
35 12. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el peróxido de hidrógeno se usa como solución acuosa con un título mínimo de 1% en peso.

40 13. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 12, en el que el peróxido de hidrógeno se usa como solución acuosa con un título igual a, o mayor que 35% en peso.

45 14. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la relación molar entre olefina y peróxido de hidrógeno oscila de 10/1 a 1/10.

50 15. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 14, en el que la relación molar entre olefina y peróxido de hidrógeno oscila de 6/1 a 1/2.

55 16. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el catalizador se selecciona de silicalitas de titanio que tienen la fórmula general (III):



60 en la que x oscila de 0,0001 a 0,04.

65 17. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 16, en el que el valor de x oscila de 0,01 a 0,025.

70 18. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 16, en el que en la silicalita de titanio parte del titanio se sustituye por metales seleccionados de: boro, aluminio, hierro o galio.

75 19. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que los alcoholes se seleccionan de: metanol, etanol, alcohol isopropílico, alcohol terc-butílico, ciclohexanol.

80 20. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que las cetonas se seleccionan de: acetona, metil etil cetona, acetofenona.

85 21. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el medio disolvente es una mezcla de metanol/agua con una relación en peso que oscila de 50/50 a 99/1.

90 22. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la reacción de epoxidación se lleva a cabo a una temperatura que oscila de 20 a 150°C.

95 23. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 22, en el que la temperatura oscila de 40 a 100°C.