

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 585 205**

51 Int. Cl.:

C07D 251/34 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.06.2007** E 07786737 (2)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.05.2016** EP 2041098

54 Título: **Procedimiento para la preparación del isocianurato de trialilo (TAIC)**

30 Prioridad:

12.07.2006 DE 102006032167

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

04.10.2016

73 Titular/es:

**EVONIK DEGUSSA GMBH (100.0%)
Rellinghauser Strasse 1-11
45128 Essen, DE**

72 Inventor/es:

**WERLE, PETER;
KRIMMER, HANS-PETER;
SCHMIDT, MANFRED;
STADTMÜLLER, KLAUS y
TRAGESER, MARTIN**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

Observaciones :

Véase nota informativa (Remarks) en el folleto original publicado por la Oficina Europea de Patentes

ES 2 585 205 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

Procedimiento para la preparación del isocianurato de trialilo (TAIC)

- 5 La invención se refiere a un procedimiento mejorado para llevar a cabo con fiabilidad la preparación del isocianurato de trialilo (TAIC) por medio de transposición catalizada por Cu^{2+} del cianurato de trialilo (TAC) a, al menos, 90°C.

10 El isocianurato de trialilo [trialil-s-triazina-2,4,6(1H,3H,5H)-triona; referido como TAIC de forma abreviada] es un monómero polimerizable trifuncional que se utiliza como un componente reticulante para termoplásticos y caucho sintético de alto valor, y también como materia prima para la producción de retardantes de llama. Además, el TAIC se utiliza asimismo como un componente de copolimerización en la polimerización de monómeros vinílicos, alílicos y acrílicos.

15 El TAIC puede ser preparado esencialmente por medio de tres métodos:

En el procedimiento conforme a la patente US 3.322.761, el isocianurato de trialilo (TAIC) es obtenido haciendo reaccionar ácido cianúrico con cloruro de alilo e hidróxido sódico en presencia de cloruro cúprico como catalizador. Una desventaja de este procedimiento es el gran exceso de cloruro de alilo (6 moles/mol de ácido cianúrico), la formación de alcohol alílico e isocianurato de dialilo como productos de hidrólisis, y la complicada extracción y purificación del TAIC obtenido.

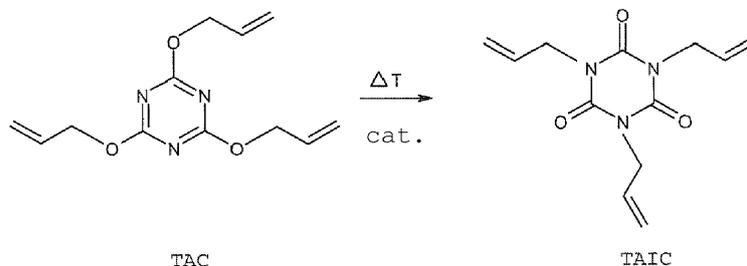
20

Un ruta de preparación más útil a nivel industrial del TAIC es la trimerización del isocianato de alilo formado *in situ*. En este caso, como se describe a modo de ejemplo en el documento JP 52-109627 o en DE-A 28 39 084, un cianato de metal alcalino se hace reaccionar con cloruro de alilo en un solvente aprótico dipolar, preferiblemente dimetilformamida, a temperaturas de alrededor de 130°C. Aunque el proceso proporciona buenos rendimientos, presenta la desventaja de que produce grandes cantidades de cloruro sódico orgánicamente contaminado, la utilización de solventes tóxicos y las etapas de purificación bastante caras que se precisan a fin de proporcionar una calidad del TAIC que satisfaga los requerimientos del mercado.

25

Un tercer método para la preparación del TAIC es la transposición de Claisen del cianurato de trialilo (TAC), el cual se obtiene a escala industrial por medio de la reacción del cloruro cianúrico con alcohol de alilo, en presencia de catalizadores (cat.).

30



35 En el procedimiento conforme a EP 0 078 567 A1, la transposición del TAC al TAIC es llevada a cabo en presencia de compuestos de amonio cuaternario. Las desventajas de este procedimiento son los largos tiempos de reacción y el riesgo de polimerización espontánea de toda la mezcla. En la reformulación del procedimiento por los inventores de la presente solicitud, después de unos pocos minutos tuvo lugar una polimerización con temperaturas superiores a los 200°C y un fuerte desprendimiento de humo.

40 La isomerización de los cianuratos a isocianuratos en presencia de cobre metálico es descrita por Balitskaya *et al.* en Ukr. Khim. Zh. 40(8), 881, (1974). En presencia de 20% de cobre, se afirma que la transposición del TAC a TAIC a 70°C terminó en un período de 5 horas. Sin embargo, intentos por parte de los inventores de la presente solicitud y también de EP 0 078 567 A1 no consiguieron ninguno de tales resultados.

45 La patente SU 1121259 muestra un procedimiento para la preparación del TAIC por medio de la isomerización del TAC en tolueno en presencia de cobre y de un agente reductor del grupo de cloruro de estaño (II) y cloruro de hierro (II), a temperaturas de 95 a 130°C. Las proporciones molares de los componentes aquí son: TAC (1); tolueno (1,3-4,1); cobre (0,39-0,8); agente reductor (0,0013-0,0026). Dependiendo de la temperatura y de la concentración del catalizador, los tiempos de reacción son 1 a 20 horas. Las desventajas aquí son el uso de una alta cantidad de catalizador y los tiempos de reacción largos.

50 La patente SU 1121260 reivindica la isomerización del TAC a TAIC en tolueno como solvente, utilizando una sal de Cu, como $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \cdot \text{CuAc}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, CuCl , $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, $\text{CuF}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ y CuBr , como catalizador. Las proporciones molares de TAC:tolueno:catalizador son especificadas como 1:(1,3-4):(0,0015-0,0073). Los procedimientos de SU 1121259 y SU 1121260 son realizados con un sistema de carga intermitente, cargándose

inicialmente el catalizador en un reactor de vidrio y mezclándose con una porción de una solución de TAC en tolueno. Después de calentar hasta alrededor de los 100°C, se añade la cantidad restante de la mezcla de TAC/tolueno a lo largo de 3 horas y la reacción continúa durante 2 horas; a continuación, la mezcla de la reacción es sometida a destilación.

5 Al repetir el procedimiento de la patente SU 1121260, se ha descubierto que el procedimiento descrito no puede ser realizado con fiabilidad y seguridad para una preparación a escala industrial del isocianurato de trialilo. Aun cuando el documento SU nos muestra la utilización de una cantidad mínima de tolueno, a fin de evitar un proceso de tipo explosivo, durante la repetición del proceso se dieron estados incontrolables en el mismo. Este documento no proporciona ninguna información en cuanto a cómo puede ser realizado el proceso a escala industrial y de forma
10 continuada sin que exista riesgo alguno de seguridad.

Otra desventaja más del procedimiento descrito en SU 1121260 es la formación de productos de polimerización: debido a que el TAIC permanece en el reactor durante un largo período de tiempo, es posible, como han descubierto los inventores de la presente solicitud, que se forme hasta un 20% en peso de oligómeros, los cuales no son detectables en la cromatografía de gases pero que dan lugar a un precipitado con metanol una vez que el solvente
15 ha sido extraído por destilación. También se ha descubierto que la utilización de las sales hidratadas de Cu, explicada en el documento SU, lleva a una conversión insatisfactoria o a la formación de un subproducto. Conforme han demostrado experimentos realizados por el solicitante, el agua elimina el alcohol de alilo del TAC bajo la acción catalítica de las sales de cobre, de tal manera que se forma isocianurato de dialilo como un subproducto.

Por ello, es un objetivo de la invención proporcionar un procedimiento mejorado para llevar a cabo con fiabilidad la preparación del TAIC por medio de una transposición catalizada por una sal de Cu del TAC. El procedimiento debería ser fácil de realizar. En otro objetivo más, deberían ser indicadas también realizaciones en las que la utilización del solvente pueda ser minimizada. En otro objetivo más, el TAIC debería ser obtenible con un alto rendimiento y alta pureza. En otro objetivo más, el proceso debería evitar lo más posible la formación de subproductos oligoméricos y poliméricos.
20

Los objetivos previamente indicados, y otros objetivos adicionales que son evidentes a través de la descripción, son conseguidos por medio del proceso conforme a la invención según la reivindicación principal y, en particular, realizaciones conforme a las reivindicaciones secundarias. El proceso conforme a la invención es un proceso continuo que resuelve los problemas del proceso de carga intermitente.
25

Se ha descubierto un proceso para la preparación del isocianurato de trialilo (TAIC), que comprende la transposición del cianurato de trialilo (TAC) en presencia de una sal de Cu a una temperatura de, al menos, 90°C, que se caracteriza porque el TAC y una sal de Cu^{2+} son introducidos de forma continua en una cantidad de 0,01 a 1% en peso de Cu^{2+} , basado en TAC -ambos de forma independiente entre sí o en forma de una mezcla que comprende estos componentes-, en una mezcla de reacción que contiene TAIC que ha sido preparada al menos a 90°C, por medio de la transposición del TAC en presencia de una sal de Cu^{2+} y que no ha sido enfriada después por debajo de
30 90°C, siendo llevado a cabo la transposición bajo estas condiciones al tiempo que se mantiene una temperatura en el intervalo de 90 a 160°C, y una cantidad de la mezcla de reacción correspondiente a la adición es retirada de forma continua, siendo aislado de la misma el TAIC.
35

La isomerización del TAC en TAIC bajo la catálisis por sal de Cu es, conforme ha sido descubierto, muy probablemente un proceso autocatalítico con un tiempo de incubación que depende del tipo de catalizador utilizado, de la concentración del catalizador, de la temperatura y del solvente empleado.
40

La isomerización tiene lugar con una liberación de 700 kJ/kg de TAC. Mediciones en un calorímetro de Contraves mostraron adicionalmente que más del 90% de la exotermicidad total es liberada en aproximadamente 5 minutos. Este comportamiento llevó a los problemas indicados del procedimiento conocido hasta la fecha. Estos problemas se solucionaron por medio del procedimiento conforme a la invención.

En el procedimiento conforme a la invención, la fase inicial y, por lo tanto, la composición de la mezcla inicial de la reacción son muy significativas en relación con al comportamiento seguro de toda la reacción. Es importante que la mezcla inicial proceda de la isomerización catalizada por Cu^{2+} del TAC en TAIC y que no haya sido enfriada a una temperatura por debajo de 90°C antes de su uso. El enfriamiento de la mezcla inicial que comprende TAIC y Cu^{2+} hasta valores por debajo de 90°C desactiva al catalizador o al complejo catalítico; un mero calentamiento de la mezcla no produce su reactivación; en lugar de ello, tiene que transcurrir otro tiempo de incubación después de añadir TAC. La utilización de una mezcla de reacción de la invención, en la cual es introducido el TAC de forma continua, evita las reacciones espontáneas que pueden tener lugar antes de que el tiempo de incubación haya terminado y que pueden ser incontrolables.
45
50

En una realización determinada, la isomerización es realizada en presencia de un inhibidor de polimerización. Son ejemplos: hidroquinona, hidroquinona monometil éter, fenoles tert-butílicos y alquilfenoles. Tales inhibidores se encuentran ya presentes a menudo en el TAC.

5 De la Tabla 1 se desprende la dependencia del tiempo de incubación en relación con la concentración del catalizador en tolueno como el solvente.

Tabla 1: Dependencia del tiempo de incubación en relación con la concentración del catalizador

Conc. de Cu ²⁺ [%]	Tiempo de Incubación [min]
0.5	13-14
0.4	17
0.3	20
0.2	28
0.1	> 35

10 Las mediciones fueron efectuadas en matraces de 100 ml presentes en un baño de silicona a 120 ± 2°C. El comienzo de la isomerización es reconocible por un repentino aumento de la temperatura que lleva a una fuerte ebullición de los contenidos totales del matraz. Los análisis de cromatografía de gases muestran de manera consistente que virtualmente no ha tenido lugar previamente ninguna reacción. La proporción en volumen de TAC:tolueno fue de 1:2; el catalizador usado fue CuCl₂ · 2H₂O; la cantidad en % está basada en el TAC.

15 Además de los hidrocarburos aromáticos, existen y se han descubierto, otros grupos solventes en los que la isomerización puede ser realizada. Aparte del tolueno, los solventes adecuados son los solventes apróticos, los cuales son estables en una combinación de Cu²⁺ y TAC, tales como hidrocarburos alifáticos, cicloalifáticos o aromáticos, diésteres de ácido carbónico, ésteres y éteres de ácido carboxílico aromáticos y alifáticos. En una realización preferida, el mismo TAIC sirve como un solvente y medio de enfriamiento por evaporación. La Tabla 2 muestra algunos solventes y tiempos de incubación determinados con ellos.

20 Tabla 2: Isomerización con distintos solventes. Proporción en volumen de TAC:solvente = 1:2, catalizador Cu²⁺; concentración 0,4% o 0,25% Cu²⁺

Solvente	Tiempo de Incubación [min]	
	0,4%	0,25%
Acetato de butilo	9-10	14-16
Acetato de isobutilo		14
Carbonato de dietilo	10-11	15-17
Éter dietílico de etilenglicol	18	
Tolueno	17	22-23
Éter de petróleo		17-19
Octano		18
Xileno		20-27
Éter dimetílico de dietilenglicol		17

25 La selección de los solventes, cuando la operación no va a ser efectuada bajo presión, es determinada por la temperatura de ebullición, la cual debería encontrarse, preferiblemente, en el intervalo de 110 a 160°C. Se ha visto que una temperatura de reacción de 110 a 140°C es favorable. Solventes con un punto de ebullición más alto, tales como el TAIC, pueden ser transferidos en el intervalo de trabajo favorable por medio de la aplicación de vacío. Los alcoholes, las cetonas, los anhídridos de ácido y muchos solventes apróticos dipolares son menos adecuados o completamente inadecuados debido a que forman subproductos.

30 Todos los problemas que afectan a la isomerización del TAC son solventados a través del proceso continuo conforme a la invención, ya que la operación es efectuada aquí con volúmenes operativos pequeños y con tiempos de estancia muy cortos. Esto minimiza el riesgo potencial de una polimerización espontánea y evita la polimerización como resultado de un estrés térmico largo.

La base del proceso es el descubrimiento de que una reacción, una vez puesta en marcha en una mezcla de reacción inicial que contiene Cu^{2+} , puede ser mantenida al proporcionar TAC, o una mezcla de TAC y solvente, en la que puede ser adicionalmente disuelto o dispersado en forma ultrafina un catalizador, cuando una cantidad equivalente a la cantidad suministrada puede ser simultáneamente retirada del recipiente de reacción, específicamente en forma de TAIC extraído por destilación o en forma de una solución de TAIC y catalizador Cu^{2+} en el solvente determinado.

El cloruro de cobre (II) muestra la sorprendente propiedad de disolverse fácilmente en mezclas de tolueno y TAC con un color azul, pero sólo pobremente en los componentes iniciales puros. Por lo tanto, este sistema es particularmente preferido, también debido a la fácil disponibilidad del CuCl_2 . Pueden ser utilizados para el proceso continuo catalizadores de Cu^{2+} poco solubles únicamente cuando han sido molidos hasta conseguirse partículas microfinas por medio de unidades adecuadas de dispersión antes o después de la reacción.

En una realización preferida, el catalizador de Cu^{2+} utilizado es una sal anhidra, especialmente una sal de entre el grupo de CuCl_2 , CuBr_2 , CuI_2 , $\text{Cu}(\text{RCOO})_2$ donde R= alquilo o arilo. Usualmente, la transposición es llevada a cabo en presencia de un 0,01 a un 1% en peso de Cu^{2+} , en particular, de un 0,02 a un 0,2% en peso de Cu^{2+} , basado en el TAIC presente en la mezcla de reacción inicial convertida –el TAC ha sido convertido virtualmente cuantitativamente unos minutos después de su adición-. Cuando la mezcla de reacción que contiene el catalizador es extraída hasta el mismo grado en el que el TAC y el solvente son suministrados, la concentración del catalizador tiene que ser mantenida también por medio de más suministro de catalizador.

En una realización preferida, la reacción es llevada a cabo en ausencia de un solvente extrínseco, *i.e.* TAIC es el medio de reacción. En este caso, el TAC es introducido de forma continua en una mezcla de reacción inicial conteniendo TAIC que ha sido preparada a, al menos, 90°C, por medio de reordenamiento del TAC en presencia de una sal de Cu^{2+} y que no ha sido enfriada después por debajo de 90°C. La transposición es realizada a una temperatura de 90 a 160°C, en particular de 110 a 140°C, y el TAIC que se forma es destilado de forma continua extrayéndolo de la mezcla de reacción bajo condiciones de presión reducida, correspondiendo la velocidad de adición del TAC (g de TAC/min) esencialmente a la velocidad de destilación del TAIC (g de TAIC/min). Las ventajas de esta realización son que hacen innecesario un solvente extrínseco, la utilización de catalizador una única vez y la sencilla rutina.

En una realización preferida, el proceso conforme a la invención puede ser implementado por medio de las siguientes etapas del proceso:

Reacción inicial: Es introducida en un recipiente de reacción una mezcla de TAC, solvente y catalizador. La proporción de TAC:solvente: Cu^{2+} , con el fin de capturar de forma fiable la exotermicidad y permitir un comienzo relativamente rápido, es seleccionada en alrededor de 250 ml de TAC:750 ml de solvente: 3 g de CuCl_2 por litro de solución. El reactor es calentado hasta alcanzar una temperatura interna de 110 a 115°C y agitado. Después de aproximadamente 15 a 17 minutos comienza la transposición del TAIC, que es reconocible por una ebullición vigorosa de los contenidos del reactor.

Método continuo: Una vez que la reacción ha comenzado, es inyectada de forma continua en el reactor una mezcla de TAC, solvente y catalizador, específicamente en una cantidad tal que el tiempo medio de permanencia del TAC no es inferior a aproximadamente 10 minutos y no supera los 60 minutos. La cantidad de solvente en la solución suministrada es variable dentro de unos amplios límites, pero el contenido de solvente se reduce preferiblemente a fin de disminuir el trabajo de destilación.

En principio es también posible trabajar sin solvente; en este caso, el TAIC que se forma sirve como medio de reacción, y el calor de la isomerización es eliminado aquí por medio del enfriamiento por evaporación bajo condiciones de presión reducida. La proporción de los reactantes puede variar en la proporción en volumen de TAC:solvente en alrededor de 1:4 a 1:0. Una vez que la reacción comienza (inicio de reacción) la concentración del catalizador puede ser disminuida en gran medida. Son incluso efectivas concentraciones de 0,15 g de Cu^{2+} por litro de solución de reactante.

Aislamiento del TAIC: Es bombeada sincrónicamente fuera del reactor la misma cantidad de TAIC/solvente/catalizador que la que es añadida de reactantes. Cuando son utilizados CuCl_2 y tolueno o carbonato de dietilo, la solución entrante de TAC presenta un color azul, la solución de TAIC extraída es de color verde. La reacción es monitorizada por medio de cromatografía de gases. Una vez que el solvente ha sido extraído por destilación, el TAIC es purificado a través de destilación al vacío. El efluente de fondo contiene el Cu^{2+} . En una determinada realización del proceso, la eliminación del Cu^{2+} puede ser evitada en gran medida: en este caso, los fondos de la destilación al vacío, cuya proporción es determinada a un nivel algo superior, son inyectados directamente al recipiente de reacción mientras que aún están calientes, y aseguran el mantenimiento aquí de la concentración de catalizador. Sin embargo, se mantiene la actividad únicamente cuando la temperatura del fondo es mantenida a, al menos, 90°C; después de enfriar el fondo hasta alcanzar la temperatura ambiente y recalentarlo, la reacción ya no puede ser mantenida.

El proceso conforme a la invención puede ser realizado con fiabilidad y sin riesgo de una reacción espontánea. Una reacción rápida y un método continuo evitan en gran medida la formación de subproductos y oligómeros.

Los ejemplos que siguen tienen como intención ilustrar el proceso en detalle:

Ejemplo 1

- 5 Una solución de 25 ml de TAC, 0,3 g de CuCl_2 (anhidro) en 75 ml de tolueno fue introducida en un recipiente agitado encamisado con una capacidad de 500 ml, el cual fue calentado por medio de un baño termostatzado de silicona ajustado a 130°C. La temperatura interna del matraz fue ajustada en un intervalo de 113 a 115°C. Después de 16 minutos comenzó un vigoroso reflujo; la solución azul inicial se había convertido en una solución de color verde oliva oscuro. Una vez que la reacción hubo cesado, fueron inyectados de forma continua por medio de una bomba dosificadora 10 ml/min de una mezcla de 3.000 ml de TAC, 3,0 g de CuCl_2 y 3.000 ml de tolueno. Al mismo tiempo, 10 ml/min de la solución de reacción fueron extraídos utilizando una segunda bomba dosificadora. La temperatura de la reacción se elevó hasta aproximadamente de 123 a 125°C.

Cuando el sistema es operado con una concentración mayor de TAC (mayor rendimiento espacio-tiempo), la temperatura de la reacción es limitada a un máximo de 140°C por medio de la aplicación de un vacío apropiado.

- 15 La velocidad de conversión fue > 99,9%. El subproducto formado por el agua residual en TAC y tolueno fue un poco de isocianurato de dialilo. El proceso fue llevado a cabo sin ningún problema durante un período de 10 horas.

Ejemplo 2

- Proceso conforme al Ejemplo 1, con la excepción de que fue utilizado carbonato de dietilo como solvente. La mezcla de la reacción para la reacción inicial se preparó mezclando TAC con carbonato de dietilo en una proporción en volumen de 1 a 3, y añadiendo 2,5 g de CuCl_2 por litro de solución reactante y, a continuación, moliendo de forma ultrafina en un molino húmedo. Después de cargar inicialmente 200 ml de esta solución, calentando hasta 130°C y esperando a que tuviera lugar la reacción inicial, fueron bombeados dentro 15 ml/min de una dispersión homogénea de TAC y carbonato de dietilo, en una proporción en volumen de 1 a 1, y 0,4 g de CuCl_2 por litro de solución y, paralelamente, fueron extraídos 15 ml/min de solución TAIC verde. La conversión del TAC fue > 99,8%. Este procedimiento se mantuvo durante un período de 8 horas sin interrupción o disminución en el rendimiento y la pureza.

Ejemplo 3

- Procedimiento conforme al Ejemplo 1, con la excepción de que, después de la puesta en marcha de la reacción inicial, fue dosificada una mezcla homogénea y dispersa en forma ultrafina de 1.000 ml de TAC y 0,25 g de CuCl_2 anhidro. La cantidad dosificada fue 10 ml/min; al mismo tiempo, fueron extraídos por bombeo 10 ml/min de la solución de reacción. Debido a que el recipiente de la reacción se había quedado bajo de tolueno durante el proceso como resultado de la extracción por destilación del tolueno, la temperatura operativa en el reactor aumentó de forma continuada. A fin de evitar la polimerización, fue aplicado vacío a la temperatura interna del matraz de 140°C para mantener una temperatura de trabajo constante por medio de enfriamiento por evaporación del TAIC formado. El vacío necesario para este fin fue 2,0 a 3,0 hPa. Este proceso proporcionó TAIC con una pureza del 98,5%; la velocidad de isomerización del TAIC fue > 99,8%.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la preparación de isocianurato de trialilo (TAIC), que comprende transponer cianurato de trialilo (TAC) en presencia de una sal de Cu a una temperatura de al menos 90°C, **caracterizado por que** son introducidos de forma continua TAC y una sal de Cu²⁺ en una cantidad de 0,01 a 1% en peso de Cu²⁺, basado en el TAC, de forma separada entre sí o en forma de una mezcla que comprende estos componentes, en una mezcla de reacción conteniendo TAIC, la cual ha sido preparada a al menos 90°C por medio de la transposición del TAC en presencia de una sal de Cu²⁺ y que no ha sido enfriada a continuación por debajo de 90°C; la transposición es realizada bajo estas condiciones al tiempo que se mantiene una temperatura en el intervalo de 90 a 160°C y es descargada de manera continua una cantidad de mezcla de reacción que corresponde a la de adición, siendo aislado el TAIC de la misma.
2. Procedimiento conforme a la reivindicación 1, **caracterizado por que** la transposición del TAC en TAIC es llevada a cabo en presencia de un solvente aprótico el cual es estable en un intervalo de temperaturas de 90 a 160°C con respecto a una combinación de Cu²⁺ y TAC.
3. Procedimiento conforme a las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado por que** el TAC y, si se requiere, adicionalmente una sal de Cu²⁺, son introducidos en la mezcla de la reacción en forma de un solvente aprótico el cual es estable en un intervalo de temperaturas de 90 a 160°C con respecto a una combinación de Cu²⁺ y TAC.
4. Procedimiento conforme a las reivindicaciones 2 o 3, **caracterizado por que** el TAC y una sal de Cu²⁺ son introducidos por separado o en una mezcla, en el que los componentes individuales o la mezcla pueden comprender adicionalmente un solvente aprótico, el cual es estable a la temperatura de la reacción con respecto a una combinación de Cu²⁺ y TAC, en una mezcla de reacción que contiene TAIC que ha sido preparada a 90 hasta 160°C por medio de la transposición del TAC en presencia de una sal de Cu²⁺ y de un solvente aprótico el cual es estable a la temperatura de reacción mencionada con respecto a una combinación de Cu²⁺ y TAC.
5. Procedimiento conforme a una de las reivindicaciones 2 a la 4, **caracterizado por que** el solvente aprótico usado es un hidrocarburo alifático, cicloalifático o aromático, un diéster de ácido carbónico, un éster de un ácido carboxílico alifático o aromático, o un éter.
6. Procedimiento conforme a una de las reivindicaciones 1 a la 5, **caracterizado por que** la transposición es realizada a una temperatura en el intervalo de 110 a 140°C.
7. Procedimiento conforme a una de las reivindicaciones 1 a la 6, **caracterizado por que** la sal de Cu²⁺ utilizada es una sal anhidra, especialmente una sal del grupo de CuCl₂, CuBr₂, CuI₂, Cu(RCOO)₂ en la que R = alquilo o arilo.
8. Procedimiento conforme a la reivindicación 7, **caracterizado por que** el catalizador alimentado de forma continua a la mezcla de la reacción es CuCl₂, en una cantidad de 0,02 a 0,2% en peso de Cu²⁺, basado en el TAC.
9. Procedimiento conforme a una de las reivindicaciones 1 a la 8, **caracterizado por que** la sal de Cu²⁺ alimentada de forma continua es un producto del fondo que ha sido obtenido destilando TAIC de la mezcla de la reacción extraída de forma continua, no habiendo sido enfriada la temperatura del producto del fondo hasta una temperatura por debajo de 90°C antes de su reutilización.
10. Proceso para preparar TAIC, que comprende la transposición de cianurato de trialilo (TAC) en presencia de una sal de Cu a una temperatura de al menos 90°C, **caracterizado por que** el TAC es introducido de forma continua en una mezcla de reacción inicial que contiene TAIC, la cual ha sido producida a al menos 90°C por medio de la transposición del TAC en presencia de una sal de Cu²⁺ y no ha sido enfriada a continuación por debajo de 90°C; la transposición es realizada bajo estas condiciones al tiempo que se mantiene una temperatura en el intervalo de 90 a 160°C, y el TAIC que se forma es extraído de manera continua por destilación de la mezcla de la reacción a presión reducida, correspondiendo esencialmente la velocidad de adición del TAC (g de TAC/min) a la velocidad de destilación del TAIC (g de TAIC/min).
11. Procedimiento conforme a la reivindicación 10, **caracterizado por que** la transposición es llevada a cabo en presencia de 0,01 a 1% en peso de Cu²⁺, basado en el TAC utilizado para preparar la mezcla de reacción inicial.
12. Procedimiento conforme a la reivindicación 10 u 11, **caracterizado por que** la transposición es realizada en un intervalo de temperaturas de 110 a 140°C.
13. Procedimiento conforme a una de las reivindicaciones 10 a la 12, **caracterizado por que** el TAC es añadido a una velocidad tal que el TAIC extraído por destilación se encuentra virtualmente libre de TAC no convertido.