

**FORMULACIONES DE POLÍMEROS RESISTENTES A LA HUMEDAD QUE
CONTIENEN RETARDANTES DE LLAMA A BASE DE FÓSFORO**

REFERENCIA A SOLICITUD RELACIONADA

- 5 Esta solicitud se presenta el 23 de diciembre de 2022, como una solicitud de patente internacional PCT y reivindica el beneficio de, y la prioridad a, la solicitud de patente provisional de EE. UU. N.º 63/294.438, presentada el 29 de diciembre de 2021, cuya divulgación se incorpora en el presente documento por referencia en su totalidad.

10 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

La presente invención hace referencia en general a composiciones poliméricas que contienen aditivos retardantes de llama y, más particularmente, a composiciones poliméricas que contienen retardantes de llama a base de fosfato metálico y triazina que confieren una resistencia a la humedad mejorada.

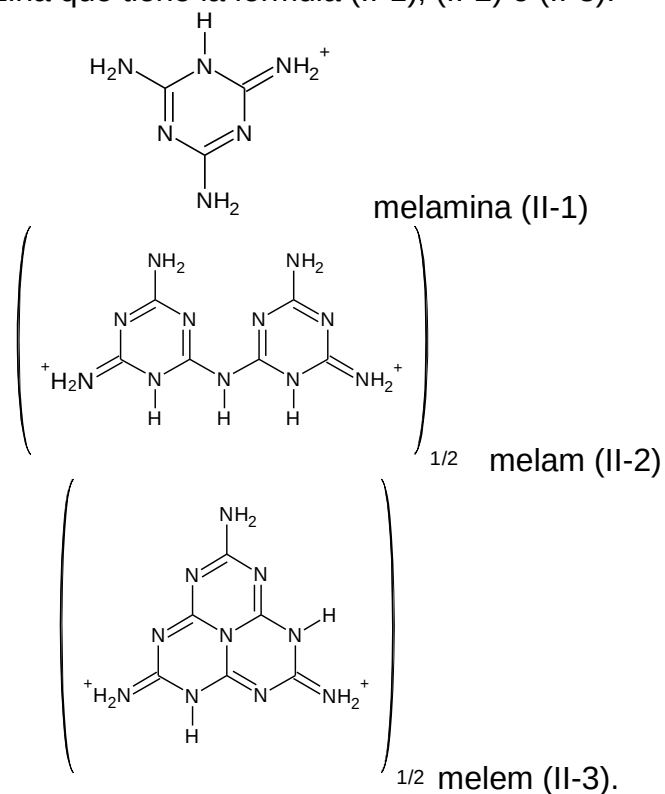
15 SUMARIO DE LA INVENCION

- Este sumario se proporciona para introducir una selección de conceptos en una forma simplificada que se describen con más detalle a continuación en la descripción detallada. Este sumario no pretende identificar características necesarias o esenciales de la materia objeto reivindicada. Ni pretende que este
- 20 sumario se use como limitante del alcance de la materia objeto reivindicada.

- En el presente documento se divulgan y describen composiciones o formulaciones de polímeros que contienen compuestos de fosfato metálico y triazina. Una composición representativa puede contener un polímero adecuado y un compuesto de fosfato metálico y triazina que tiene la fórmula (I): (A-
- 25 H)_a⁽⁺⁾[M_b^{m+}(H₂PO₄)_{x1}⁽⁻⁾(HPO₄)_{x2}²⁽⁻⁾]_(a-)·pH₂O. En la fórmula (I), cada M

independientemente puede ser Cu, Mg, Ca, Zn, Mn, Fe, Co, Ni, B, Si, Al, Sb, La, Ti, Zr, Ce, V, o Sn, a puede variar de 1 a 6, b puede variar de 1 a 14, m puede variar de 1 a 6, x_1 puede variar de 1 a 12, x_2 puede variar de 0 a 12, p puede variar de 0 a 5, $a+mb = x_1+2x_2$, y cada (A-H)⁽⁺⁾ independientemente puede ser un

5 derivado de triazina que tiene la fórmula (II-1), (II-2) o (II-3):



Las composiciones poliméricas proporcionan un retardo de llama y
 10 pueden usarse en un alambre y un cable y otras aplicaciones de polímeros retardantes de llama de uso final.

Tanto el sumario anterior como la siguiente descripción detallada proporcionan ejemplos y tienen carácter únicamente explicativo. Por consiguiente, el sumario anterior y la siguiente descripción detallada no deben
 15 considerarse restrictivos. Igualmente, pueden proporcionarse características o variaciones además de las establecidas en el presente documento. Por ejemplo,

ciertos aspectos pueden hacer referencia a varias combinaciones y subcombinaciones de características descritas en la descripción detallada.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

La **FIG. 1** presenta un gráfico de barras de la absorción de agua a 90 °C y 14 días para las composiciones poliméricas de los Ejemplos 1-4.

La **FIG. 2** presenta un gráfico de barras de la absorción de agua a 75 °C y 7 días para las composiciones poliméricas de los Ejemplos 1-2 y 4-5.

La **FIG. 3** presenta un gráfico de barras de la constante dieléctrica (D_k) a 100 MHz antes y después del envejecimiento en agua a 90 °C y 14 días para las composiciones poliméricas de los Ejemplos 1-4.

La **FIG. 4** presenta un gráfico de barras de la ΔD_k , en función de la D_k a 100 MHz antes y después del envejecimiento en agua a 90 °C y 14 días en la **FIG. 3**, para las composiciones poliméricas de los Ejemplos 1-4.

La **FIG. 5** presenta un gráfico de barras del factor de disipación (D_f) a 100 MHz antes y después del envejecimiento en agua a 90 °C y 14 días para las composiciones poliméricas de los Ejemplos 1-4.

La **FIG. 6** presenta un gráfico de barras del ΔD_f , en función del D_f a 100 MHz antes y después del envejecimiento en agua a 90 °C y 14 días en la **FIG. 5**, para las composiciones poliméricas de los Ejemplos 1-4.

La **FIG. 7** presenta un gráfico de barras de la constante dieléctrica (D_k) a 100 MHz antes y después del envejecimiento en agua a 75 °C y 7 días para las composiciones poliméricas de los Ejemplos 1-2 y 4-6.

La **FIG. 8** presenta un gráfico de barras de la ΔD_k , en función de la D_k a 100 MHz antes y después del envejecimiento en agua a 75 °C y 7 días en la **FIG. 7**, para las composiciones poliméricas de los Ejemplos 1-2 y 4-6.

La **FIG. 9** presenta un gráfico de barras del factor de disipación (D_f) a 100 MHz antes y después del envejecimiento en agua a 75 °C y 7 días para las composiciones poliméricas de los Ejemplos 1-2 y 4-6.

La **FIG. 10** presenta un gráfico de barras del ΔD_f , en función del D_f a 100 MHz antes y después del envejecimiento en agua a 75 °C y 7 días en la **FIG. 9**, para las composiciones poliméricas de los Ejemplos 1-2 y 4-6.

La **FIG. 11** presenta curvas de velocidad de liberación de calor (HRR, por sus siglas en inglés) para las composiciones poliméricas de los Ejemplos 1-2 y 4.

10 DEFINICIONES

Para definir más claramente los términos usados en el presente documento, se proporcionan las siguientes definiciones. A menos que se indique lo contrario, las siguientes definiciones son aplicables a esta divulgación. Si se usa un término en esta divulgación pero no se define específicamente en el presente documento, la definición del Compendio de Terminología Química de la IUPAC, 2ª Ed. (1997), puede aplicarse, siempre y cuando esa definición no entre en conflicto con cualquier otra divulgación o definición aplicada en el presente documento, ni haga indefinida o no posibilite cualquier reivindicación a la que se aplique esa definición. En la medida en que cualquier definición o uso proporcionados por cualquier documento incorporado en el presente documento por referencia entre en conflicto con la definición o uso proporcionados en el presente documento, prevalece la definición o uso proporcionados en el presente documento.

En el presente documento, las características de la materia objeto se describen de modo que, dentro de aspectos particulares, se puede imaginar una

combinación de diferentes características. Para todos y cada uno de los aspectos y/o todas y cada una de las características que se divulgan en el presente documento, todas las combinaciones que no afecten negativamente a los diseños, composiciones, procesos o métodos descritos en el presente documento se contemplan y se pueden intercambiar, con o sin la descripción explícita de la combinación particular. Por consiguiente, a menos que se cite explícitamente lo contrario, cualquier aspecto o característica divulgado en el presente documento puede combinarse para describir diseños inventivos, composiciones, procesos o métodos acordes con la presente divulgación.

10 Aunque las composiciones y los métodos se describen en el presente documento en términos de "que comprenden" diferentes componentes o etapas, las composiciones y los métodos también pueden "consistir esencialmente en" o "consistir en" los diversos componentes o etapas, a menos que se indique lo contrario. Los términos "un", "uno/a", y "el/la" pretenden incluir las alternativas de los plurales, p. ej., al menos una, a menos que se especifique lo contrario.

Generalmente, los grupos de elementos se indican usando el esquema de numeración indicado en la versión de la tabla periódica de los elementos publicada en *Chemical and Engineering News*, 63(5), 27, 1985. En algunas ocasiones, se puede indicar un grupo de elementos usando un nombre común asignado al grupo; por ejemplo, metales alcalinos para elementos del Grupo 1, metales alcalinotérreos para elementos del Grupo 2, etc.

La expresión "poner en contacto" se usa en el presente documento para referirse a materiales o componentes que se pueden combinar, mezclar, suspender, disolver, hacer reaccionar, tratar, componer, o poner en contacto o unir de alguna otra manera o mediante cualquier método adecuado. Los

materiales o componentes pueden ponerse en contacto entre sí en cualquier orden, de cualquier manera, y durante cualquier período de tiempo, a menos que se especifique lo contrario.

Aunque puede usarse en la puesta en práctica o el ensayo de la invención cualquier método y material similar o equivalente a los que se describen en el presente documento, se describen en el presente documento los métodos y materiales que son los típicos.

Todas las publicaciones y patentes que se mencionan en el presente documento se incorporan en el presente documento por referencia en su totalidad con el fin de describir y divulgar, por ejemplo, las construcciones y metodologías que se describen en las publicaciones y patentes, que podrían usarse en relación con la invención que se describe en el presente documento.

En la presente invención se divulgan varios tipos de intervalos. Cuando se divulga o se reivindica un intervalo de cualquier tipo, la intención es divulgar o reivindicar individualmente cada número posible que tal intervalo pueda englobar razonablemente, incluyendo los puntos finales del intervalo, así como cualquier subintervalo y combinación de subintervalos englobados en los mismos. Como ejemplo representativo, la cantidad del compuesto de fosfato metálico y triazina en una composición o formulación de polímeros puede estar en ciertos intervalos en diversos aspectos de esta invención. Mediante una divulgación de que la cantidad del compuesto de fosfato metálico y triazina en la composición o formulación de polímeros puede estar en un intervalo de 1 a 80 % en peso, la intención es citar que la cantidad del compuesto de fosfato metálico y triazina puede ser cualquier cantidad dentro del intervalo y, por ejemplo, puede estar en cualquier intervalo o combinación de intervalos de 1 a 80 % en peso, tal como

de 1 a 65 % en peso, de 1 a 40 % en peso, de 1 a 25 % en peso, de 1 a 15 % en peso, de 2 a 20 % en peso, o de 2 a 15 % en peso, etcétera. Del mismo modo, todos los demás intervalos descritos en el presente documento deben interpretarse de manera similar a este ejemplo.

5 En general, una cantidad, tamaño, formulación, parámetro, intervalo u otra cantidad o característica es "aproximadamente" o "aproximado", tanto si se indica expresamente o no que es así. Independientemente de que se modifiquen o no mediante el término "aproximadamente" o "alrededor de", las reivindicaciones incluyen equivalentes a las cantidades o características.

10 DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

En el presente documento se divulgan formulaciones de polímeros retardantes de llama que contienen un compuesto de fosfato metálico y triazina, y dichas formulaciones de polímeros tienen una resistencia a la humedad mejorada para usar en aplicaciones de alambres/cables.

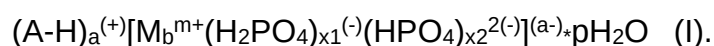
15 Safire® 200, Safire® 400, y Safire® 600 son retardantes de llama de poli(fosfato de aluminio) de melamina, poli(fosfato de zinc) de melamina, y poli(fosfato de magnesio) de melamina, respectivamente. Como reconocería fácilmente un experto, estos retardantes de llama a base de fósforo normalmente no se utilizan en determinadas aplicaciones de uso final en las que puede haber
20 agua o humedad, debido a la absorción o captación de la humedad. Así, un objetivo de esta invención es producir una formulación de polímeros que tenga el mismo rendimiento de retardante de llama de la norma ASTM E1354 que una formulación que contenga estos poli(fosfatos metálicos) de melamina, pero con una mayor resistencia a la humedad.

25 Un uso final particular para las formulaciones de polímeros retardantes de

llama que requieren resistencia a la humedad son las aplicaciones de alambres/cables. En aplicaciones de alambres/cables, la formulación de polímeros retardantes de llama se usa a menudo como capa aislante en una construcción de alambre/cable multicapa. Así, la formulación de polímeros retardantes de llama actúa como aislante. La resistencia al aislamiento puede definirse como la resistencia de corriente alterna entre dos conductores eléctricos o dos sistemas de conductores que están separados por un material o capa aislante. La resistencia al aislamiento del cable de una formulación de polímeros puede depender de factores como la temperatura, pureza del material y humedecimiento (cantidad de humedad presente). El humedecimiento del ambiente en el que se utilizan los cables eléctricos tiene un gran impacto en el rendimiento del aislamiento del cable, porque cuando aumenta el humedecimiento o cuando el cable está en contacto con agua líquida, el cable puede absorber agua y, por tanto, la resistencia puede cambiar en consecuencia. Por lo tanto, otro objeto de la invención es producir una formulación polimérica que se vea menos impactada por el humedecimiento (humedad), de tal manera que se mejora el rendimiento aislante de la capa de polímero en una construcción de alambre/cable.

COMPUESTOS DE FOSFATO METÁLICO Y TRIAZINA

De conformidad con los aspectos de la presente invención, las composiciones poliméricas divulgadas en el presente documento contienen un compuesto de fosfato metálico y triazina, que tiene la fórmula (I):



Dentro de la fórmula (I), (A-H), M, a, b, m, x_1 , x_2 , y p son elementos independientes del compuesto de fosfato metálico y triazina, y a, b, m, x_1 , y x_2

son números enteros, mientras que p puede ser una fracción. Por consiguiente, el compuesto de fosfato metálico y triazina que tiene la fórmula (I) puede describirse usando cualquier combinación de (A-H), M, a, b, m, x_1 , x_2 , y p divulgados en el presente documento, sujeto a un equilibrio de carga general del compuesto. A menos que se especifique lo contrario, la fórmula (I) anterior, cualquier otra fórmula estructural divulgada en el presente documento y cualquier compuesto de fosfato metálico y triazina divulgado en el presente documento no están diseñados para mostrar estereoquímica o posicionamiento isomérico de los diferentes restos (p. ej., estas fórmulas no pretenden mostrar isómeros cis o trans, o diastereoisómeros R o S), aunque tales compuestos están contemplados y abarcados por estas fórmulas y/o estructuras.

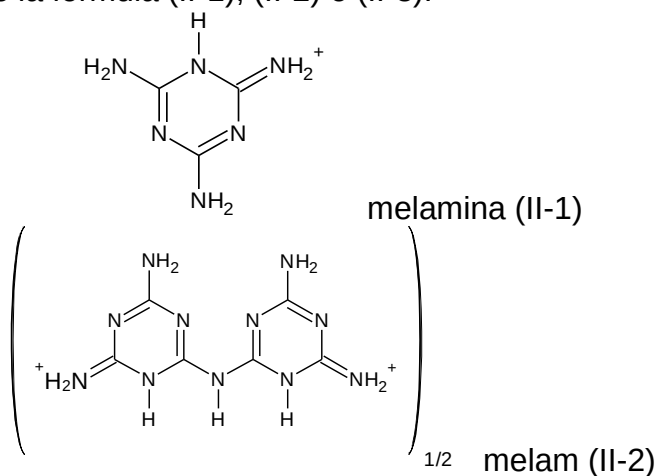
De acuerdo con un aspecto de esta invención, cada metal en la fórmula (I), M, independientemente es Cu, Mg, Ca, Zn, Mn, Fe, Co, Ni, B, Si, Al, Sb, La, Ti, Zr, Ce, V, o Sn. En otro aspecto, cada M independientemente es Ca, Mg, Zn, Al, o Sn, mientras que en otro aspecto más, cada M es Ca; como alternativa, cada M es Mg; como alternativa, cada M es Zn; como alternativa, cada M es Al; o como alternativa, cada M es Sn. En la fórmula (I), m es el estado de oxidación del metal M, y dependiendo del metal y de su(s) respectivo(s) estado(s) de oxidación, m puede variar de 1 a 6 (inclusive). En algunos aspectos, m es de 1 a 5 o de 1 a 4, mientras que, en otros aspectos, m varía de 2 a 6, de 2 a 4, o de 2 a 3. En la fórmula (I), b es el número de metal(es) M en el compuesto de fosfato metálico y triazina, y b puede variar de 1 a 14. Esto abarca circunstancias en las que sólo está presente un ion o átomo metálico o dos o más iones o átomos metálicos están presentes en el compuesto de fosfato metálico y triazina. Con frecuencia, b varía de 1 a 10, de 1 a 8, de 1 a 5, de 1 a 3, de 2 a 10, o de 2 a 5,

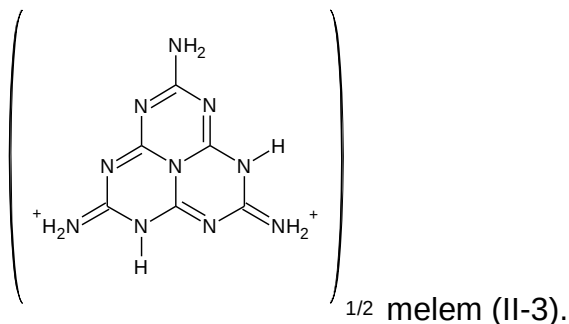
aunque no se limitan a los mismos. Incluso si sólo está presente un metal en la fórmula (I), b puede ser superior a 1 (p. ej., 2, 3, 4, etc.) con el fin de equilibrar adecuadamente las cargas de los restos de fosfato y de los restos de triazina.

El número de restos de H_2PO_4 en la fórmula (I) es x_1 y el número de restos de HPO_4 en la fórmula (I) es x_2 , y x_1 varía de 1 a 12 y x_2 varía de 0 a 12. Por poner un ejemplo, x_1 puede variar de 1 a 8, de 1 a 6, de 1 a 5, de 1 a 4, de 1 a 3, o de 1 a 2, mientras que x_2 puede variar de 0 a 8, de 0 a 6, de 0 a 4, o de 0 a 2 (x_2 es igual a 0, 1 o 2). En un aspecto particular contemplado en el presente documento, x_1 varía de 1 a 6 (o de 1 a 5, o de 1 a 4, o de 1 a 3) y x_2 es igual a 0 o 1.

La presencia de p en la fórmula (I) abarca versiones hidratadas del compuesto de fosfato metálico y triazina, y p puede variar de 0 a 5, tal como p que varía de 0 a 3 o de 0 a 2, y donde p es igual a 0, p es igual a 1, p es igual a 2, y así sucesivamente.

En la fórmula (I), cada (A-H) independientemente es un derivado de triazina que tiene la fórmula (II-1), (II-2) o (II-3):





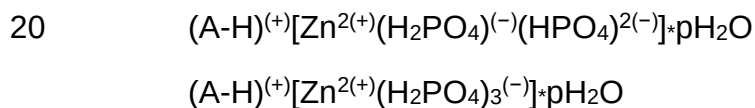
Si bien el compuesto de fosfato metálico y triazina de fórmula (I) acorde con esta invención no está polimerizado, dependiendo de las condiciones en las que se prepara el compuesto de fosfato metálico y triazina (p. ej., incluyendo una

5 etapa de secado), es posible tener 2 o más de melamina, melam y/o melem presentes. En la fórmula (I), a es el número de derivado(s) de triazina en el compuesto de fosfato metálico y triazina, y a puede variar de 1 a 6. Esto abarca circunstancias en las que sólo está presente un derivado de triazina o dos o más

10 derivados de triazina están presentes en el compuesto de fosfato metálico y triazina. Con frecuencia, a varía de 1 a 5, de 1 a 4, de 1 a 3, o de 1 a 2, aunque no se limitan a los mismos. Incluso si sólo está presente un derivado de triazina en la fórmula (I), a puede ser superior a 1 (p. ej., 2 o más) con el fin de equilibrar adecuadamente las cargas del(de los) metal(es) y los restos de fosfato. Como

15 equilibrio de carga general del compuesto de fosfato metálico y triazina, $a+mb = x_1+2x_2$ en la fórmula (I).

En un aspecto de la invención, el metal M es zinc y, por lo tanto, el compuesto de fosfato metálico y triazina es un compuesto de fosfato de zinc y triazina. Aunque no se limita a ello, el compuesto de fosfato de zinc y triazina puede tener al menos una de las siguientes fórmulas:



- $$(A-H)_2^{(+)}[Zn^{2(+)}(H_2PO_4)_2^{(-)}(HPO_4)^{2(-)}]*pH_2O$$
- $$(A-H)_2^{(+)}[Zn^{2(+)}(H_2PO_4)_4^{(-)}]*pH_2O$$
- $$(A-H)_2^{(+)}[Zn^{2(+)}(HPO_4)_2^{2(-)}]*pH_2O$$
- $$(A-H)^{(+)}[Zn_2^{2(+)}(H_2PO_4)^{(-)}(HPO_4)_2^{2(-)}]*pH_2O$$
- 5
- $$(A-H)^{(+)}[Zn_2^{2(+)}(H_2PO_4)_3^{(-)}(HPO_4)^{2(-)}]*pH_2O$$
- $$(A-H)^{(+)}[Zn_2^{2(+)}(H_2PO_4)_5^{(-)}]*pH_2O$$
- $$(A-H)_2^{(+)}[Zn_2^{2(+)}(H_2PO_4)_2^{(-)}(HPO_4)_2^{2(-)}]*pH_2O$$
- $$(A-H)_2^{(+)}[Zn_2^{2(+)}(H_2PO_4)_4^{(-)}(HPO_4)^{2(-)}]*pH_2O$$
- $$(A-H)_2^{(+)}[Zn_2^{2(+)}(HPO_4)_3^{2(-)}]*pH_2O$$
- 10
- $$(A-H)_2^{(+)}[Zn_2^{2(+)}(H_2PO_4)_6^{(-)}]*pH_2O.$$

El compuesto de fosfato de zinc y triazina, por lo tanto, puede ser un compuesto que tiene una cualquiera de estas fórmulas, o el compuesto de fosfato de zinc y triazina puede ser una mezcla de compuestos que tienen dos cualquiera o más de estas fórmulas. La presencia de p en estas fórmulas usadas

15 para describir el compuesto de fosfato de zinc y triazina tiene el mismo significado que en la fórmula (I) y, por tanto, abarca versiones hidratadas del compuesto de fosfato de zinc y triazina. Por lo tanto, p puede variar de 0 a 5, tal como de 0 a 3 o de 0 a 2, y p puede ser igual a 0, igual a 1, igual a 2, y así sucesivamente.

20 El compuesto de fosfato metálico y triazina no se limita únicamente a compuestos de fosfato metálico y triazina tales como los descritos anteriormente en relación con la fórmula (I). Se divulgan otros compuestos de fosfato metálico y triazina adecuados abarcados en la fórmula (I), por ejemplo, en las patentes de EE.UU. N.º 8.754.154 y 10.351.776. En estas patentes también se describen

25 métodos generales para preparar compuestos de fosfato metálico y triazina.

El tamaño de partícula del compuesto de fosfato metálico y triazina usado en las composiciones poliméricas descritas en el presente documento no está particularmente limitado, sin embargo, el compuesto de fosfato metálico y triazina a menudo puede tener un tamaño medio de partícula (d_{50}) en un intervalo de 0,1 a 45 μm . Puede resultar ventajoso que el compuesto de fosfato metálico y triazina tenga una partícula d_{50} menor y, por lo tanto, los intervalos adecuados para el tamaño de partícula d_{50} del compuesto de fosfato metálico y triazina incluyen de 0,5 a 20 μm , de 0,5 a 10 μm , de 1 a 6 μm , o de 1 a 5 μm , y similares. Sin desear quedar ligado a teoría alguna, se cree que si el tamaño de partícula del compuesto de fosfato metálico y triazina es demasiado grueso, las partículas, cuando están presentes, por ejemplo, en una formulación de polímeros retardantes de llama para aplicaciones de alambres/cables, pueden actuar como puntos de fallo tanto para fallos mecánicos como para fallos eléctricos (p. ej., producción de chispas).

De forma similar, el área superficial BET del compuesto de fosfato metálico y triazina no está particularmente limitada, pero generalmente se encuentra dentro de un intervalo de 0,5 a 30 m^2/g . Los intervalos representativos y no limitantes para el área superficial BET incluyen de 0,5 a 10 m^2/g , de 1 a 15 m^2/g , de 1 a 10 m^2/g , de 2 a 8 m^2/g , o de 2 a 5 m^2/g , y similares. Otros tamaños de partícula y áreas superficiales apropiados para el compuesto de fosfato metálico y triazina son fácilmente evidentes a partir de esta divulgación.

COMPOSICIONES POLIMÉRICAS

Esta invención hace referencia a, y abarca, cualquier composición, formulación, material compuesto, y artículo de fabricación que contenga cualquiera de los compuestos de fosfato metálico y triazina (y sus respectivas

características o rasgos, tales como área superficial, tamaño de partícula, etcétera). En un aspecto particular de esta invención, se divulga una composición polimérica, y en este aspecto, la composición polimérica puede comprender cualquier polímero adecuado (uno o más de uno) y cualquiera de los compuestos de fosfato metálico y triazina con la fórmula (I) divulgados en el presente documento. En un aspecto, por poner un ejemplo, el polímero en la composición polimérica puede comprender un elastómero, mientras que en otro aspecto, el polímero puede comprender un polímero termoplástico, y en otro aspecto más, el polímero puede comprender un polímero termoestable.

El polímero usado en la composición polimérica con el compuesto de fosfato metálico y triazina puede comprender cualquier caucho o elastómero adecuado, ya sea individualmente o en cualquier combinación, y los ejemplos no limitantes pueden incluir un caucho natural (NR), un caucho natural epoxidado (ENR), un cis-poliisopreno sintético (IR), una emulsión de caucho de estireno y butadieno (ESBR), una solución de caucho de estireno y butadieno (SSBR), un caucho de polibutadieno (BR), un caucho de butilo (IIR/IIR/BIIR), un caucho de cloropreno (CR), un elastómero de nitrilo (NBR), un elastómero de nitrilo hidrogenado (HNBR), un elastómero de nitrilo carboxilado (XNBR), un caucho de etileno y propileno (EPM/EPDM), un fluoroelastómero (FPM/FKM), un caucho de poliuretano (AU/EU/PU), y similares. También se pueden utilizar combinaciones de dos o más de estos materiales elastoméricos.

En un aspecto, el polímero en la composición polimérica puede comprender una poliolefina. En otro aspecto, el polímero puede comprender, ya sea individualmente o en cualquier combinación, un polietileno (p. ej., un homopolímero de etileno o un copolímero a base de etileno, tal como un

copolímero de etileno/ α -olefina, que, a menudo, puede denominarse LLDPE, y similares), un polipropileno (p. ej., un homopolímero de propileno o un copolímero a base de propileno, y similares), y/o un copolímero de etileno/acetato de vinilo (EVA).

- 5 Opcionalmente, cualquiera de estos polímeros puede reticularse. Por ejemplo, el polímero puede comprender un polietileno reticulado, y la técnica de reticulación puede incluir cualquier metodología adecuada, tal como reticulación iniciada por peróxido.

En un aspecto, el polímero puede comprender una resina epoxi. Por poner
10 un ejemplo, el polímero puede comprender, ya sea individualmente o en cualquier combinación, una resina epoxi de bisfenol A, una resina epoxi de bisfenol F, una resina epoxi de bisfenol S, una resina epoxi de novolac fenol, una resina epoxi de novolac cresol, una resina epoxi de bisfenol A-novolac, una resina epoxi de bisfenol F-novolac, una resina epoxi de difeniletileno, una resina
15 epoxi que tiene una estructura principal de triazina (p. ej., una epoxi con bismaleimida y triazina, que es una mezcla de una resina epoxi y una resina de bismaleimida y triazina), una resina epoxi que tiene una estructura principal de fluoreno, una resina epoxi de trifenilmetano, una resina epoxi de bifenilo, una resina epoxi de xilileno, una resina epoxi de aralquilbifenilo, una resina epoxi de
20 naftaleno, una resina epoxi de dicitlopentadieno, y/o una resina epoxi alicíclica. Generalmente, cualquier resina epoxi que sea adecuada para usar en un laminado revestido de cobre o aplicación relacionada puede usarse como polímero base en las composiciones poliméricas abarcadas en el presente documento.

- 25 Sin quedar limitados a ello, la cantidad del compuesto de fosfato metálico

y triazina en la composición polimérica a menudo puede variar de 1 a 80 % en peso. Cantidades ilustrativas y no limitantes del compuesto de fosfato metálico y triazina en la composición polimérica, por lo tanto, pueden incluir los siguientes intervalos: de 1 a 65 % en peso, de 1 a 40 % en peso, de 3 a 40 % en peso, de 10 a 40 % en peso, o de 3 a 25 % en peso. Otros intervalos apropiados para la cantidad del compuesto de fosfato metálico y triazina en la composición polimérica resultan fácilmente evidentes a partir de esta divulgación.

Con frecuencia, la composición polimérica incluye además un compuesto retardante de llama adicional (distinto del compuesto de fosfato metálico y triazina). Así, la composición polimérica puede contener un polímero, un compuesto de fosfato metálico y triazina y un compuesto retardante de llama adicional. Se puede usar cualquier compuesto retardante de llama adecuado, un ejemplo de lo cual es un hidróxido metálico, tal como trihidrato de aluminio (ATH), hidróxido de magnesio (MDH), y similares. En la composición polimérica se pueden utilizar combinaciones de hidróxidos metálicos y compuestos retardantes de llama adicionales.

Cuando está presente, la cantidad del compuesto retardante de llama adicional en la composición polimérica puede variar de 10 a 80 % en peso en un aspecto, de 20 a 70 % en peso en otro aspecto, de 30 a 65 % en peso en otro aspecto más, y de 40 a 60 % en peso en aún otro aspecto. Cuando el compuesto retardante de llama adicional está presente en la composición polimérica, normalmente la cantidad del compuesto de fosfato metálico y triazina en la composición polimérica es menor que la divulgada anteriormente, y un intervalo típico para la cantidad del compuesto de fosfato metálico y triazina en la composición polimérica (cuando está presente un retardante de llama adicional

tal como ATH y/o MDH) es de 1 a 40 % en peso; como alternativa, de 1 a 25 % en peso; como alternativa, de 1 a 15 % en peso; como alternativa, de 2 a 20 % en peso; o como alternativa, de 5 a 15 % en peso.

Opcionalmente, la composición polimérica puede comprender además
5 cualquier aditivo adecuado, ejemplos no limitantes de los cuales pueden incluir un estabilizador o antioxidante, un lubricante o adyuvante de procesamiento, un compatibilizador o agente de acoplamiento, una carga, un colorante, un modificador de reología, o un agente de curado, y similares, así como combinaciones de los mismos.

10 Las composiciones poliméricas divulgadas en el presente documento, que contienen cualquiera de los compuestos de fosfato metálico y triazina que tienen la fórmula (I), también puede caracterizarse por las características o propiedades beneficiosas de la composición retardante de llama. Un ejemplo de esto es un bajo valor de absorción de agua, cuantificado usando la norma ASTM D570 a
15 90 °C y 14 días en agua. En tales condiciones de prueba, la composición polimérica, que contiene el compuesto de fosfato metálico y triazina que tiene la fórmula (I), a menudo tiene una absorción de agua inferior o igual al 6 % en peso, y en algunos aspectos, inferior o igual al 5 % en peso, inferior o igual al 4 % en peso, o inferior o igual al 3 % en peso.

20 Esta baja absorción de agua es inesperada, dada la absorción de agua mucho mayor de una versión polimerizada del compuesto de fosfato metálico y triazina. Sorprendentemente, la composición polimérica, que contiene el compuesto de fosfato metálico y triazina que tiene la fórmula (I), tiene una absorción de agua, según la norma ASTM D570 a 90 °C y 14 días en agua, que
25 es menor que la de una formulación por lo demás idéntica que contiene una

versión polimerizada del compuesto de fosfato metálico y triazina. Se puede preparar una versión polimerizada del compuesto precursor de fosfato metálico y triazina como se describe generalmente en las patentes de EE. UU. N.º 8.754.154 y 10.351.776. Se cree que esta etapa de polimerización mejora la estabilidad térmica del compuesto polimerizado en comparación con el precursor, de tal manera que el compuesto polimerizado se puede utilizar en aplicaciones de temperatura más alta. En el presente documento, una versión polimerizada significa que el compuesto (precursor) de fosfato metálico y triazina se ha sometido a una temperatura de 310 °C durante un período de tiempo de 45 minutos.

De forma adicional o alternativa, la composición polimérica, que contiene el compuesto de fosfato metálico y triazina, también puede tener una absorción de agua, según la norma ASTM D570 pero a 75 °C y 7 días en agua, que es menor que la de una formulación por lo demás idéntica que contiene una versión polimerizada del compuesto de fosfato metálico y triazina.

Otro beneficio inesperado de las composiciones poliméricas divulgadas son las excelentes propiedades aislantes en húmedo. Un parámetro que se puede usar para cuantificar este beneficio es la constante dieléctrica, D_k , que aumenta cuando aumenta la humedad dentro de la composición polimérica. Usando la norma ASTM D150 y 100 MHz, la composición polimérica, que contiene el compuesto de fosfato metálico y triazina que tiene la fórmula (I), puede caracterizarse por una ΔD_k inferior o igual al 9 % y, más a menudo, una ΔD_k inferior o igual al 7 %, inferior o igual al 4 %, o inferior o igual al 2 %. La ΔD_k es el cambio porcentual de una D_k inicial (sin envejecimiento) a una D_k después del envejecimiento en agua a 90 °C y 14 días como se describe en la norma

ASTM D150.

De forma similar, otro parámetro que se puede usar para cuantificar las propiedades beneficiosas de aislamiento en húmedo es el factor de disipación, Df. El factor de disipación se refiere a la capacidad de un material para retener
5 energía o comportarse como material aislante. Cuanto menor sea el factor de disipación, más eficiente será el material como aislante. La mayoría de los plásticos tienen factores de disipación relativamente más bajos a temperatura ambiente. El factor de disipación también se puede usar para evaluar las características o la calidad de un material aislante en aplicaciones tales como
10 cables, terminaciones, juntas, etc., para el contenido de humedad, deterioro, y similares. Así, tras la exposición a la humedad durante períodos prolongados de tiempo, es beneficioso que el Df de un material aislante aumente sólo mínimamente.

Usando la norma ASTM D150 y 100 MHz, la composición polimérica, que
15 contiene el compuesto de fosfato metálico y triazina que tiene la fórmula (I), puede caracterizarse por un ΔDf inferior o igual al 500 % y, más a menudo, un ΔDf inferior o igual al 400 %, inferior o igual al 300 %, o inferior o igual al 200 %. El ΔDf es el cambio porcentual de un Df inicial (sin envejecimiento) a un Df después del envejecimiento en agua a 90 °C y 14 días como se describe en la
20 norma ASTM D150.

Estas propiedades son mejoras significativas con respecto al compuesto de fosfato metálico y triazina polimerizado. En concreto, la composición polimérica que contiene el compuesto de fosfato metálico y triazina que tiene la fórmula (I) puede tener una ΔDk (o un ΔDf , o ambos) que es inferior a la de una
25 formulación por lo demás idéntica que contiene una versión polimerizada del

compuesto de fosfato metálico y triazina. La comparación se establece con las mismas condiciones, concretamente, envejecimiento en agua a 90 °C y 14 días, de acuerdo con la norma ASTM D150 a 100 MHz.

Los beneficios de la composición polimérica que contiene el compuesto de fosfato metálico y triazina que tiene la fórmula (I) también se pueden cuantificar usando temperaturas más bajas y menos tiempo de envejecimiento. Por poner un ejemplo, la composición polimérica puede caracterizarse por un ΔD_f inferior o igual al 250 % y, más a menudo, un ΔD_f inferior o igual al 225 %, inferior o igual al 200 %, o inferior o igual al 150 %. Este ΔD_f es el cambio porcentual de un D_f inicial (sin envejecimiento) a un D_f después del envejecimiento en agua a 75 °C y 7 días como se describe en la norma ASTM D150 (y a 100 MHz).

Incluso usando temperaturas más bajas y menos tiempo de envejecimiento, las mejoras con respecto al compuesto de fosfato metálico y triazina polimerizado son fácilmente evidentes. Así, la composición polimérica que contiene el compuesto de fosfato metálico y triazina que tiene la fórmula (I) puede tener una ΔD_k (o un ΔD_f , o ambos) que es inferior a la de una formulación por lo demás idéntica que contiene una versión polimerizada del compuesto de fosfato metálico y triazina. Esta comparación usa las mismas condiciones de prueba de envejecimiento en agua a 75 °C y 7 días, de acuerdo con la norma ASTM D150 a 100 MHz.

Las propiedades de resistencia a la humedad y aislamiento en húmedo descritas anteriormente (p. ej., absorción de agua, constante dieléctrica, factor de disipación) de la composición polimérica son aplicables a composiciones poliméricas que contienen cualquier cantidad relativa de polímero en la

composición (en comparación con la cantidad de retardante(s) de llama y otros aditivos no poliméricos). Sin embargo, las propiedades de resistencia a la humedad y aislamiento en húmedo son particularmente beneficiosas para composiciones poliméricas que contienen aproximadamente del 30 al 40 % en peso de polímero, tales como composiciones poliméricas que contienen de 30 a 38 % en peso de polímero, de 32 a 40 % en peso de polímero, de 32 a 38 % en peso de polímero, y similares. Por consiguiente, las composiciones poliméricas que tienen cualquier propiedad de absorción de agua divulgada en el presente documento (según la norma ASTM D570), y cualquier propiedad de ΔD_k divulgada en el presente documento (según la norma ASTM D150), y cualquier propiedad de ΔD_f divulgada en el presente documento (según la norma ASTM D150), pueden ser composiciones poliméricas que contienen de 30 a 40 % en peso de polímero, de 30 a 38 % en peso de polímero, de 32 a 40 % en peso de polímero, de 32 a 38 % en peso de polímero, etc. Cualquier(cualesquiera) polímero(s) adecuado(s), como se ha descrito anteriormente, puede(n) ser el componente polimérico de la composición polimérica; sin embargo, poliolefinas tales como homopolímeros de etileno, copolímeros de etileno/ α -olefina, homopolímeros de propileno, copolímeros a base de propileno, copolímeros de etileno/acetato de vinilo (EVA), ya sea individualmente o en cualquier mezcla o combinación, se utilizan a menudo en la composición polimérica, dependiendo del artículo de fabricación posterior y de la aplicación de uso final.

Los artículos de fabricación pueden formarse a partir de y/o pueden comprender cualquiera de las composiciones poliméricas descritas en el presente documento. En un aspecto, el artículo de fabricación puede comprender un alambre o cable, mientras que en otro aspecto, el artículo puede comprender

una placa de circuito impreso. Otros artículos de fabricación y aplicaciones de uso final apropiados resultan fácilmente evidentes a partir de esta divulgación.

Si se desea, la tecnología de embalaje de cierre puede aplicarse al compuesto de fosfato metálico y triazina, tal como, por poner un ejemplo, combinaciones de partículas más grandes del compuesto de fosfato metálico y triazina con partículas más pequeñas del compuesto de fosfato metálico y triazina (p. ej., una distribución de tamaño de partícula bimodal) en lugar de una distribución de tamaño de partícula única. Esto puede mejorar la viscosidad del compuesto a niveles de carga muy altos (hasta un 80 % en peso o más).

10 EJEMPLOS

La invención se ilustra adicionalmente mediante los siguientes ejemplos, que no se han de interpretar de ninguna manera como impositivos de limitaciones para el alcance de esta invención. Varios otros aspectos, modificaciones y equivalentes de los mismos que, después de leer la descripción del presente documento, pueden sugerirse a sí mismos a un experto en la materia sin desviarse del espíritu de la presente invención o del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

El tamaño de partícula d_{50} , o tamaño medio de partícula, se refiere al tamaño de partícula para el cual el 50 % de la muestra en peso tiene un tamaño menor y el 50 % de la muestra tiene un tamaño mayor. Las mediciones del tamaño de partícula se determinaron mediante difracción láser de acuerdo con la norma ISO 13320 usando un analizador de tamaño de partícula con difracción láser de longitud de onda única Beckman Coulter LS 13 320.

Las áreas superficiales BET se determinaron usando el método de adsorción de nitrógeno BET de Brunauer *et al.*, *J. Am. Chem. Soc.*, 60, 309

(1938) usando un analizador de porosidad y área superficial Micromeritics TriStar II.

EJEMPLOS 1-6

La Tabla I resume las formulaciones de EVA/LLDPE de los Ejemplos 1-6, en las que se usó un 10 % en peso de un sinergista FR para los Ejemplos 1-3 y 5-6. El Ejemplo 1 usó un compuesto de fosfato de zinc y triazina (preparado como se describe a continuación) como sinergista FR, el Ejemplo 2 usó Safire® 400 como sinergista FR, el Ejemplo 3 usó Safire® 400 con tratamiento superficial con silano como sinergista FR, el Ejemplo 5 usó polifosfato de melamina como sinergista FR, y el Ejemplo 6 usó polifosfato de amonio como sinergista FR. El Ejemplo 4 usó ATH (d50 de ~2 μm y BET de ~4 m^2/g) sin un sinergista FR, y la cantidad de ATH aumentó de 49,82 a 59,82 % en peso para este ejemplo.

El compuesto de fosfato de zinc y triazina usado como sinergista FR en el Ejemplo 1 se preparó de la siguiente manera. Se combinaron agua y melamina en un recipiente del reactor principal y se agitaron a 80-85 °C para formar una suspensión de 10-15 % en peso de sólidos. En un segundo recipiente del reactor, se mezclaron agua y óxido de zinc a 80-85 °C para formar una suspensión de 10-15 % en peso de sólidos. Se añadió lentamente ácido fosfórico (75 %) a la suspensión de óxido de zinc (la relación molar aproximada de ácido fosfórico a óxido de zinc fue de 2:1) mientras se mezclaba, y la tasa de adición se redujo según fuera necesario para controlar la reacción exotérmica, que formó dihidrógeno fosfato de zinc. Después de que se completara la adición del ácido fosfórico, los contenidos del segundo recipiente del reactor se mezclaron durante al menos 30 minutos a 95-99 °C y hasta que la solución de dihidrógeno fosfato de zinc fuese transparente y tuviese un pH inferior a ~1,7. Posteriormente, la

solución de dihidrógeno fosfato de zinc en el segundo recipiente del reactor se enfrió por debajo de ~85-88 °C. Seguidamente, la solución de dihidrógeno fosfato de zinc en el segundo recipiente del reactor se transfirió al recipiente del reactor principal (que contenía la suspensión de melamina; la relación molar aproximada de zinc a melamina fue de 1:2), y los contenidos del recipiente del reactor principal se mezclaron durante ~4-6 horas. El producto de reacción se secó a una temperatura de 120 °C durante 24 horas para formar el compuesto sólido de fosfato de zinc y triazina, que se molió hasta obtener un tamaño de partícula d50 de 2,5 µm y un área superficial BET de 3,5 m²/g antes de usarse en la formulación de polímeros retardantes de llama del Ejemplo 1.

El sinergista Safire® 400 usado en la composición polimérica del Ejemplo 2 se preparó polimerizando el compuesto precursor de fosfato de zinc y triazina del Ejemplo 1 sometiendo el precursor a condiciones de 310 °C y 45 min, como se describe generalmente en las patentes de EE.UU. N.º 8.754.154 y 10.351.776.

El sinergista Safire® 400 con tratamiento superficial usado en la composición polimérica del Ejemplo 3 se preparó cargando 1,3 kg (3 lb) de Safire® 400 (del Ejemplo 2) en un mezclador Henschel de alta velocidad de 10 l con una temperatura de mezcla fijada en 85-88 °C. La velocidad de mezcla se fijó en 1000 rpm durante 1 minuto para permitir la adición del tratamiento superficial con silano hidrófobo, en el que 1 % en peso de Dynasylan 9116 (hexadeciltrimetoxisilano) se añadió al mezclador Henschel durante 1 minuto a 1000 rpm. A continuación se aumentó la velocidad del mezclador Henschel a 3000 rpm y se mezcló durante 10 minutos, seguido de enfriamiento del Safire® 400 tratado con silano a temperatura ambiente.

Se evaluaron las formulaciones poliméricas de los Ejemplos 1-6 en cuanto a su rendimiento de absorción de agua (mediante la norma ASTM D570) y las propiedades de aislamiento en húmedo (mediante la norma ASTM D150). La **FIG. 1** compara las propiedades de absorción de agua de las composiciones poliméricas de los Ejemplos 1-4 después del envejecimiento en agua a 90 °C y 14 días, mientras que la **FIG. 2** compara las propiedades de absorción de agua de las composiciones poliméricas de los Ejemplos 1-2 y 4-5 después del envejecimiento en agua a 75 °C y 7 días. Como reconocería fácilmente un experto, los retardantes de llama a base de fósforo típicamente no se utilizan en aplicaciones de uso final en las que puede haber agua o humedad, debido a la absorción o captación de la humedad. Como se esperaba, el Ejemplo 2 en la **FIG. 1** tuvo un rendimiento deficiente (más del 6 % en peso de absorción de humedad) y el Ejemplo 4 (sólo ATH) tuvo el mejor rendimiento. Con el fin de reducir la absorción de humedad, también se evaluó el Ejemplo 3, en el que se usó un tratamiento superficial hidrófobo. Sorprendentemente, la absorción de humedad no se vio afectada por el tratamiento superficial. El Ejemplo 1, que contenía el compuesto de fosfato de zinc y triazina como sinergista FR, tuvo una absorción de agua inesperadamente baja, 65-70 % mejor (menor) que la de los Ejemplos 2-3. Los resultados se muestran en la **FIG. 2**, pero el tiempo de envejecimiento se redujo a 7 días y la temperatura se redujo a 75 °C. El Ejemplo 1, que contenía el compuesto de fosfato de zinc y triazina como sinergista FR, tuvo una absorción de agua inesperadamente baja, 42 % mejor (inferior) a la del Ejemplo 2 y 14 % mejor (inferior) a la del Ejemplo 5 (con polifosfato de melamina como sinergista FR).

Haciendo referencia ahora al ensayo de la norma ASTM D150 y a las

propiedades de pérdida de A/C (rendimiento de aislamiento en húmedo), La **FIG. 3** compara la constante dieléctrica (D_k) a 100 MHz antes y después del envejecimiento en agua a 90 °C y 14 días para las composiciones poliméricas de los Ejemplos 1-4, mientras que la **FIG. 4** compara la ΔD_k , en función de la D_k a 100 MHz antes y después del envejecimiento en agua a 90 °C y 14 días en la **FIG. 3**, para las composiciones poliméricas de los Ejemplos 1-4. Estas figuras muestran que la D_k inicial era muy similar para cada una de las composiciones poliméricas, pero después del envejecimiento, el Ejemplo 1 fue sorprendentemente comparable al Ejemplo 4 sólo con ATH con una ΔD_k de solamente el 1 %, mientras que los Ejemplos 2-3 tenían valores de ΔD_k del 10-15 %.

Las **FIG. 7-8** son similares a las **FIG. 3-4**, excepto que el envejecimiento se realizó en agua a 75 °C y 7 días para las composiciones poliméricas de los Ejemplos 1-2 y 4-6. Las **FIG. 7-8** ilustran que la D_k inicial era muy similar para cada una de las composiciones poliméricas, pero después del envejecimiento, el Ejemplo 1 fue superior al Ejemplo 2 y muy superior a los Ejemplos 5-6 (polifosfato de melamina y polifosfato de amonio); en lugar del Ejemplo 4, El Ejemplo 1 tuvo la ΔD_k más baja.

En referencia ahora a la **FIG. 5**, que compara el factor de disipación (D_f) a 100 MHz antes y después del envejecimiento en agua a 90 °C y 14 días para las composiciones poliméricas de los Ejemplos 1-4, y la **FIG. 6**, que compara el ΔD_f , en función del D_f a 100 MHz antes y después del envejecimiento en agua a 90 °C y 14 días en la **FIG. 5**, para las composiciones poliméricas de los Ejemplos 1-4. Estas figuras muestran que el D_f inicial fue muy similar para cada una de las composiciones poliméricas, pero después del envejecimiento, el Ejemplo 1 fue

sorprendentemente comparable al Ejemplo 4 sólo con ATH, y con un Df después del envejecimiento que fue un 70 % menor que el de los Ejemplos 2-3.

Las **FIG. 9-10** son similares a las **FIG. 5-6**, excepto que el envejecimiento se realizó en agua a 75 °C y 7 días para las composiciones poliméricas de los Ejemplos 1-2 y 4-6. Las **FIG. 9-10** ilustran que el Df inicial fue muy similar para cada una de las composiciones poliméricas, pero después del envejecimiento, el Ejemplo 1 fue superior a los Ejemplos 2 y 5 y muy superior al Ejemplo 6 (polifosfato de amonio).

Se usó un calorímetro de cono (DEATAK CC-2) para realizar pruebas de resistencia a las llamas en muestras de polímeros siguiendo el procedimiento descrito en la norma ASTM E1354. Se expusieron especímenes de 100 mm x 100 mm x 0,635 mm en una orientación horizontal. Un flujo de calor externo de 50 kW/m² fue usado para los experimentos. Los parámetros medidos incluyeron el tiempo hasta la ignición sostenida, tasa de liberación de tasa máxima (PHRR), tasa promedio de liberación de calor (RHR) durante 300 segundos, calor total liberado (THR), calor de combustión efectivo promedio, tasa promedio de pérdida de masa (de 10 % a 90 %) y SEA promedio. Los datos comunicados fueron el promedio de 3 experimentos. Los resultados numéricos se resumen en la Tabla II para las composiciones poliméricas de los Ejemplos 1-2 y 4, y la **FIG. 11** proporciona las curvas de velocidad de liberación de calor (HRR) para las composiciones poliméricas de los Ejemplos 1-2 y 4. El uso del sinergista FR en las composiciones poliméricas de los Ejemplos 1-2 dio como resultado una mejora significativa en el rendimiento del retardante de llama en comparación con la composición polimérica de sólo ATH del Ejemplo 4. De forma importante, además de los beneficios de propiedad de absorción de agua y aislamiento en

húmedo descritas anteriormente, el Ejemplo 1 tuvo los mismos beneficios de rendimiento del retardante de llama que el Ejemplo 2.

Tabla I. Formulaciones de polímeros retardantes de llama.

Descripción del ingrediente	% en peso
Contenido de VA en EVA al 28 %	27,52
LLDPE	7,58
ATH Martinal 104 LEO	49,82
Sinergista FR	10
Compatibilizador	2,39
Compatibilizador	2,39
Antioxidante	0,3
Total	100

5

Tabla II. Datos de velocidad de liberación de calor.

Ejemplo	Ej. 4	Ej. 2	Ej. 1
Tiempo hasta la ignición sostenida	74	62	65
Tasa máxima de liberación de calor	297	207	213
RHR promedio durante 300 segundos	192	119	119
Calor total liberado	82	84	84
Calor de combustión efectivo promedio	26	27	26
Tasa promedio de pérdida de masa (de 10 % a 90 %)	7	3	3
SEA promedio	350	177	161

La invención se describe anteriormente con referencia a numerosos aspectos y ejemplos específicos. Muchas variaciones se sugerirán por sí mismas a los expertos en la materia a la luz de la descripción detallada anterior. Todas estas variaciones obvias están dentro del alcance total previsto de las reivindicaciones adjuntas. Otros aspectos de la invención pueden incluir, aunque no de forma limitativa, los siguientes (los aspectos se describen como "que comprenden" pero, como alternativa, pueden "consistir esencialmente en" o "consistir en"):

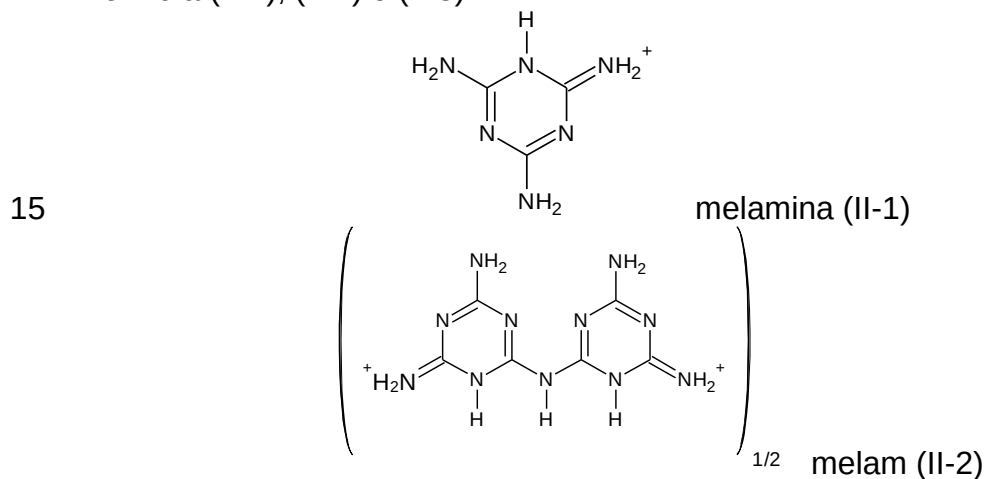
Aspecto 1. Una composición polimérica (o formulación) que comprende:

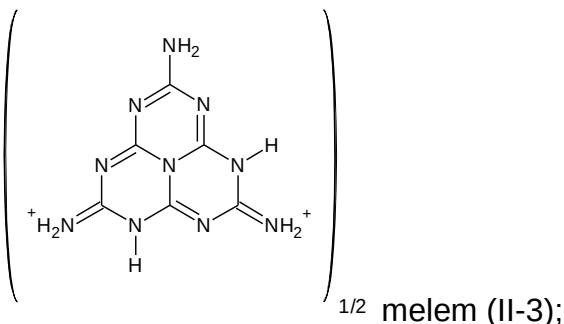
(a) un polímero; y

(b) un compuesto de fosfato metálico y triazina que tiene la fórmula (I):



cada $(A-H)^{(+)}$ independientemente es un derivado de triazina que tiene la fórmula (II-1), (II-2) o (II-3):





cada M independientemente es Cu, Mg, Ca, Zn, Mn, Fe, Co, Ni, B, Si, Al, Sb, La, Ti, Zr, Ce, V, o Sn;

a es de 1 a 6;

5 b es de 1 a 14;

m es de 1 a 6;

x_1 es de 1 a 12, x_2 es de 0 a 12, y p es de 0 a 5; y

$a+mb = x_1+2x_2$.

Aspecto 2. La composición polimérica definida en el aspecto 1, en donde
 10 la cantidad del compuesto de fosfato metálico y triazina en la composición polimérica es cualquier cantidad adecuada, o una cantidad en cualquier intervalo divulgado en el presente documento, p. ej., de 1 a 80 % en peso, de 1 a 65 % en peso, o de 1 a 40 % en peso.

Aspecto 3. La composición polimérica definida en el aspecto 1 o 2, en
 15 donde la composición polimérica comprende además un compuesto retardante de llama adicional.

Aspecto 4. La composición polimérica definida en el aspecto 3, en donde el compuesto retardante de llama adicional comprende un hidróxido metálico.

Aspecto 5. La composición polimérica definida en el aspecto 3, en donde
 20 el compuesto retardante de llama adicional comprende trihidrato de aluminio y/o hidróxido de magnesio.

Aspecto 6. La composición polimérica definida en uno cualquiera de los aspectos 3-5, en donde la cantidad del compuesto retardante de llama adicional en la composición polimérica es cualquier cantidad adecuada, o una cantidad en cualquier intervalo divulgado en el presente documento, p. ej., de 10 a 80 % en peso, de 20 a 70 % en peso, o de 30 a 65 % en peso.

Aspecto 7. La composición polimérica definida en uno cualquiera de los aspectos 1-6, en donde la cantidad del compuesto de fosfato metálico y triazina en la composición polimérica es cualquier cantidad adecuada, o una cantidad en cualquier intervalo divulgado en el presente documento, p. ej., de 1 a 40 % en peso, de 1 a 25 % en peso, o de 1 a 15 % en peso.

Aspecto 8. La composición polimérica definida en uno cualquiera de los aspectos 1-7, en donde la composición polimérica comprende además un aditivo, comprendiendo el aditivo un estabilizador o antioxidante, un lubricante o adyuvante de procesamiento, un compatibilizador o agente de acoplamiento, una carga, un colorante, un modificador de reología, o un agente de curado, así como cualquier combinación de los mismos.

Aspecto 9. La composición polimérica definida en uno cualquiera de los aspectos 1-8, en donde el polímero comprende cualquier polímero adecuado, o cualquier polímero descrito en el presente documento, p. ej., un elastómero, un termoplástico, un termoestable, o una combinación de los mismos.

Aspecto 10. La composición polimérica definida en uno cualquiera de los aspectos 1-9, en donde el polímero comprende una poliolefina.

Aspecto 11. La composición polimérica definida en uno cualquiera de los aspectos 1-10, en donde el polímero comprende un polímero a base de etileno, un polímero a base de propileno, o cualquier combinación de los mismos.

Aspecto 12. La composición polimérica definida en uno cualquiera de los aspectos 1-11, en donde el polímero comprende un polietileno (p. ej., un homopolímero de etileno o un copolímero a base de etileno, tal como un copolímero de etileno/ α -olefina).

- 5 Aspecto 13. La composición polimérica definida en uno cualquiera de los aspectos 1-11, en donde el polímero comprende un polipropileno (p. ej., un homopolímero de propileno o un copolímero a base de propileno).

Aspecto 14. La composición polimérica definida en uno cualquiera de los aspectos 1-11, en donde el polímero comprende un copolímero de
10 etileno/acetato de vinilo (EVA).

Aspecto 15. La composición polimérica definida en uno cualquiera de los aspectos 1-9, en donde el polímero comprende un caucho natural (NR), un caucho natural epoxidado (ENR), un cis-poliisopreno sintético (IR), una emulsión de caucho de estireno y butadieno (ESBR), una solución de caucho de estireno
15 y butadieno (SSBR), un caucho de polibutadieno (BR), un caucho de butilo (IIR/IIR/BIIR), un caucho de cloropreno (CR), un elastómero de nitrilo (NBR), un elastómero de nitrilo hidrogenado (HNBR), un elastómero de nitrilo carboxilado (XNBR), un caucho de etileno y propileno (EPM/EPDM), un fluoroelastómero (FPM/FKM), un caucho de poliuretano (AU/EU/PU), o cualquier combinación de
20 los mismos.

Aspecto 16. La composición polimérica definida en uno cualquiera de los aspectos 1-15, en donde el polímero está reticulado.

Aspecto 17. La composición polimérica definida en uno cualquiera de los aspectos 1-9, en donde el polímero comprende una resina epoxi.

- 25 Aspecto 18. La composición polimérica definida en uno cualquiera de los

aspectos 1-9, en donde el polímero comprende una resina epoxi de bisfenol A, una resina epoxi de bisfenol F, una resina epoxi de bisfenol S, una resina epoxi de novolac fenol, una resina epoxi de novolac cresol, una resina epoxi de bisfenol A-novolac, una resina epoxi de bisfenol F-novolac, una resina epoxi de difeniletileno, una resina epoxi que tiene una estructura principal de triazina, una resina epoxi que tiene una estructura principal de fluoreno, una resina epoxi de trifenilmetano, una resina epoxi de bifenilo, una resina epoxi de xilileno, una resina epoxi de aralquilbifenilo, una resina epoxi de naftaleno, una resina epoxi de dicitopentadieno, una resina epoxi alicíclica, o cualquier combinación de las mismas.

Aspecto 19. La composición polimérica definida en uno cualquiera de los aspectos 1-18, en donde la composición polimérica tiene una absorción de agua en cualquier intervalo adecuado, o cualquier intervalo divulgado en el presente documento, p. ej., inferior o igual al 6 % en peso, inferior o igual al 5 % en peso, inferior o igual al 4 % en peso, o inferior o igual al 3 % en peso, según la norma ASTM D570 a 90 °C y 14 días en agua.

Aspecto 20. La composición polimérica definida en uno cualquiera de los aspectos 1-19, en donde la composición polimérica, que contiene el compuesto de fosfato metálico y triazina, tiene una absorción de agua, según la norma ASTM D570 a 90 °C y 14 días en agua, inferior a la de una formulación por lo demás idéntica que contiene una versión polimerizada del compuesto de fosfato metálico y triazina.

Aspecto 21. La composición polimérica definida en uno cualquiera de los aspectos 1-20, en donde la composición polimérica, que contiene el compuesto de fosfato metálico y triazina, tiene una absorción de agua, según la norma

ASTM D570 a 75 °C y 7 días en agua, inferior a la de una formulación por lo demás idéntica que contiene una versión polimerizada del compuesto de fosfato metálico y triazina.

Aspecto 22. La composición polimérica definida en uno cualquiera de los
5 aspectos 1-21, en donde la composición polimérica tiene una ΔD_k en cualquier intervalo adecuado, o cualquier intervalo divulgado en el presente documento, p. ej., inferior o igual al 9 %, inferior o igual al 7 %, inferior o igual al 4 %, o inferior o igual al 2 %, en donde ΔD_k es el cambio porcentual de una D_k inicial a una D_k después del envejecimiento en agua a 90 °C y 14 días, de acuerdo con la norma
10 ASTM D150 a 100 MHz.

Aspecto 23. La composición polimérica definida en uno cualquiera de los aspectos 1-22, en donde la composición polimérica tiene un ΔD_f en cualquier intervalo adecuado, o cualquier intervalo divulgado en el presente documento, p. ej., inferior o igual al 500 %, inferior o igual al 400 %, inferior o igual al 300 %, o
15 inferior o igual al 200 %, en donde ΔD_f es el cambio porcentual de un D_f inicial a un D_f después del envejecimiento en agua a 90 °C y 14 días, de acuerdo con la norma ASTM D150 a 100 MHz.

Aspecto 24. La composición polimérica definida en uno cualquiera de los aspectos 1-23, en donde la composición polimérica, que contiene el compuesto
20 de fosfato metálico y triazina, tiene una ΔD_k (o un ΔD_f , o ambos) que es menor que la de una formulación idéntica que contiene una versión polimerizada del compuesto de fosfato metálico y triazina (envejecimiento en agua a 90 °C y 14 días, de acuerdo con la norma ASTM D150 a 100 MHz).

Aspecto 25. La composición polimérica definida en uno cualquiera de los
25 aspectos 1-24, en donde la composición polimérica tiene un ΔD_f en cualquier

intervalo adecuado, o cualquier intervalo divulgado en el presente documento, p. ej., inferior o igual al 250 %, inferior o igual al 225 %, inferior o igual al 200 %, o inferior o igual al 150 %, en donde ΔD_f es el cambio porcentual de un D_f inicial a un D_f después del envejecimiento en agua a 75 °C y 7 días, de acuerdo con la

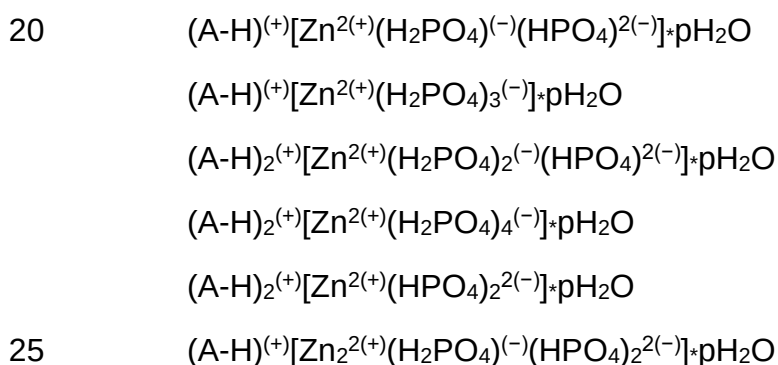
5 norma ASTM D150 a 100 MHz

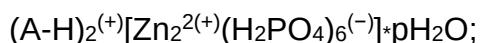
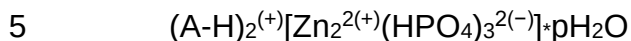
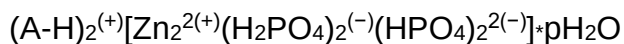
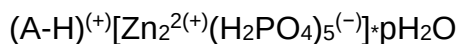
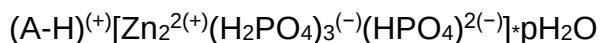
Aspecto 26. La composición polimérica definida en uno cualquiera de los aspectos 1-24, en donde la composición polimérica, que contiene el compuesto de fosfato metálico y triazina, tiene una ΔD_k (o un ΔD_f , o ambos) que es menor que la de una formulación idéntica que contiene una versión polimerizada del
10 compuesto de fosfato metálico y triazina (envejecimiento en agua a 75 °C y 7 días, de acuerdo con la norma ASTM D150 a 100 MHz).

Aspecto 27. La composición polimérica definida en uno cualquiera de los aspectos 1-26, en donde cada M independientemente es Ca, Mg, Zn, Al, o Sn.

Aspecto 28. La composición polimérica definida en uno cualquiera de los
15 aspectos 1-26, en donde cada M es Zn.

Aspecto 29. La composición polimérica definida en uno cualquiera de los aspectos 1-26, en donde el compuesto de fosfato metálico y triazina es un compuesto de fosfato de zinc y triazina que tiene al menos una de las siguientes fórmulas:





en donde p es de 0 a 5.

Aspecto 30. La composición polimérica definida en uno cualquiera de los aspectos 1-29, en donde el compuesto de fosfato metálico y triazina se
10 caracteriza por cualquier tamaño de partícula d50 adecuado, o un tamaño de partícula d50 en cualquier intervalo divulgado en el presente documento, p. ej., de 0,1 a 45 µm, de 0,5 a 20 µm, de 0,5 a 10 µm, de 1 a 6 µm, o de 1 a 5 µm.

Aspecto 31. La composición polimérica definida en uno cualquiera de los aspectos 1-30, en donde el compuesto de fosfato metálico y triazina se
15 caracteriza por cualquier área superficial BET adecuada, o un área superficial BET en cualquier intervalo divulgado en el presente documento, p. ej., de 0,5 a 30 m²/g, de 0,5 a 10 m²/g, de 1 a 15 m²/g, de 2 a 8 m²/g, o de 2 a 5 m²/g.

Aspecto 32. Un artículo de fabricación que comprende la composición polimérica definida en uno cualquiera de los aspectos 1-31.

20 Aspecto 33. El artículo definido en el aspecto 32, en donde el artículo comprende un alambre o cable.

Aspecto 34. El artículo definido en el aspecto 32, en donde el artículo comprende una placa de circuito impreso.