

**“PROCESO PARA RECICLAJE A TRAVÉS DE SEPARACIÓN DE LOS
CONSTITUYENTES DE ENVASES ALUMINIZADOS Y PLASTIFICADOS,
ENCARTONADOS O NO Y EQUIPOS CORRESPONDIENTES”**

[01] Se refiere la presente patente a proceso para reciclaje y el aprovechamiento de residuos, particularmente lo de envases plastificados y aluminizados, encartonados o no, a través de método y equipos de extracción y separación de los principales componentes presentes en las mismas para aprovechamiento de residuos evitando contaminación ambiental, permitiendo reciclaje de los constituyentes de los residuos, y recuperación de los constituyentes: plástico, aluminio y papel en su forma original, trayendo ventajas de obtener polímero con calidad de reúso, de obtener aluminio aislado que puede ser fundido y purificado a través de procesos convencionales, tales como de reciclaje de latas de aluminio y otras chatarras del referido metal, o, si prefiere ser usado como materia prima para producción de derivados de aluminio tales como sales, organoaluminio, o incluso aluminio pigmento, de hacer uso de solvente de fácil adquisición en el mercado y de bajo costo, de consumir poca energía, de la pulpa de celulosa poder reaplicarse en la producción de papel cartón, para fabricación de cajas, incorporada como parte de una carga de pasta mecánica o incluso seguir para proceso de clarificación, de presentar menores costos de procesamiento y de inversión y de presentar menor relación costo/beneficio.

[02] Como es de conocimiento de los medios técnicos vinculados a la industria de reciclaje para el aprovechamiento de residuos, particularmente lo de envasado, las tecnologías empleadas hasta el presente momento, hacen la recuperación de la pulpa de celulosa de los envases encartonados, plastificados y aluminizados, que se destina a la fabricación de papel. Sin embargo, el residuo compuesto del proceso, aluminio/polímero es simplemente triturado y empleado para la confección de piezas a través del proceso de inyección para producción de artefactos, tales como palo de escoba, prensado térmico en la confección de tejas onduladas entre otros. De esta forma, no haciéndose el aislamiento del componente aluminio no se explora su elevado valor como materia prima. Se conocen también procesos que hacen uso de pirólisis para generación posterior de energía, conduciendo así la producción de combustibles líquidos y /o gaseosos. Con todo, este proceso, aunque produzca combustibles, requiere gran cantidad de energía,

energía esta suministrada pela quema de parte del propio residuo, visto que el proceso de pirólisis involucra reacción extremadamente endotérmica.

[03] Es importante destacar que, en lo que se refiere al envase, en verdad se trata de un sándwich papel/aluminio/ =polímero, donde este último componente polimérico presenta punto de reblandecimiento de 125 °C y punto de fluidez de 190 °C y se constituye en su casi totalidad en polímero, el que contiene en su composición un compatibilizante que promueve mejor adhesión del polietileno de baja densidad al aluminio. Normalmente, se emplea para tal función, poliolefinas funcionalizadas, como copolímero de etileno y ácido acrílico o metacrílico. Estos compuestos en contrapartida contribuirán en la mejora de la compatibilidad del material recuperado con otros termoplásticos, tales como el polipropileno y el polietileno tereftalato (PET) como también las poliamidas como el nylon®, flexibilizando así la futura reutilización del material recuperado.

[04] Haciéndose búsquedas en los bancos de patentes nacionales e internacionales encontramos las siguientes revelaciones:

[05] La patente española PI 2383208 “Procedimientos para el reciclaje de materiales compuestos que contiene aluminio”, revela una técnica que recupera la celulosa por desagregación mecánica de los envases y el residual es entonces conducido para la recuperación del aluminio.

[06] Sin embargo, en este proceso el polietileno es destruido, y convertido en parafinas y gases. El referido proceso utiliza plasma para conducir la operación lo que, además de llevar a la pérdida del polímero requiere para su operación consumo de una elevada cantidad de energía, visto que, para operar el plasma, se necesita de temperaturas en la orden de 15.000 °C, además de la necesidad de operar en atmósfera inertizada, lo que significa elevado costo.

[07] Diversas patentes emplean solventes para recuperación de plásticos de envases encartonados: La patente brasileña PI 0202303-2 “Proceso para separación de películas multicapas utilizada para envases” con utilización de diversos solventes entre los cuales, tetrahidrofurano, xileno, tolueno, tetracloruro de carbono, ácidos orgánicos, agua, acetona y cloroformo; La patente china CN 1554691 “Método para separación de aluminio en hojas y plástico en películas de residuo de envases plásticos aluminizados” hace uso de solventes como la tetralina, tetrahidrofurano además de la incorporación de ácido acético glacial, componente este que

transforma el aluminio en una sal; y la patente coreana KR 20010016352, revela proceso que promueve la reacción del aluminio en la presencia de alcoholes, como el metanol, etanol, propanol o butanol, asociado a sales en la forma de cloruro, tales como cloruros de mercurio, calcio, magnesio aluminio, potasio o incluso ácido clorhídrico.

[08] Estos procesos utilizan solventes y reactivos en su gran mayoría extremadamente tóxicos y cancerígenos, además de presentar un gran potencial de degradación del polímero asociados o no, a compuestos que reaccionan con el aluminio, transformándolo en una sal, llevando no solo a un gran consumo de reactivo, pero también no permitiendo la recuperación total del aluminio en su forma original metálica.

[09] Otras patentes revelan otros métodos de separación, como es el caso de la patente brasileña PI0006641-9 “Solución tensoactiva utilizada en el proceso de reciclaje de plásticos para limpieza e separación del aluminio”, que emplea un tensoactivo y ácido fórmico para remoción de la película polimérica operando en el rango de 85 a 198 °C. Con todo, la presencia de un ácido en las condiciones operativas citadas también lleva al consumo de parte del aluminio presente en el residuo.

[010] Otras patentes también revelan procesos que renueven el aluminio por reacción química, normalmente empleando bases o ácidos fuertes:

[011] La patente brasileña PI 0706115-3 “Reciclaje de envases multicapas”, que utiliza una solución de hidróxido de sodio de la misma forma que la patente norteamericana US 5127958 “Remociones de coberturas metálicas de sustratos poliméricos”.

[012] La patente china CN 102532592 “Agentes de separación aluminio plástico y método de preparación correspondiente, a su vez emplea 5 a 50 % de ácido asociado a un solvente orgánico 25 a 50% no especificado. De modo semejante, la patente japonesa JP 20040327047 revela separación de los polímeros por diferencia de densidad en solución con glicol, con todo, también realiza el ataque del aluminio con hidróxido de sodio.

[013] Es importante destacar que en estos procesos donde se emplean ácidos o bases, estos reactivos se consumen, lo que eleva el costo del proceso, pero también

al consumir total o parcialmente el aluminio, hay pérdidas económicas generando en consecuencia productos de menor valor agregado.

[014] La patente estadounidense US 7,598,297, con el objeto de cubrir otros posibles procesos, describe de manera abarcadora toda posible gama de solventes, como también el empleo de una base fuerte como el hidróxido de sodio o de potasio. Del mismo modo, en un amplio espectro de temperatura. Sin embargo, en su reivindicación hace como única utilización específicamente el xileno, y opera a diferentes temperaturas, así que de manera selectiva puede remover los diferentes polímeros que ocurren naturalmente en los referidos envases, con todo al usar una base fuerte conduce sin duda al consumo del aluminio.

[015] La patente europea EP 0568791 revela un elenco de todo y cualquier solvente sea de diferentes naturalezas como derivados de petróleo (alifáticos, aromáticos nafténicos), compuestos halogenados y sus mezclas, como también amplio rango de temperaturas de 40 a 500 °C, de la misma manera intentando obtener exclusividad de cualquier proceso. Con todo al proceder el proceso de separación de los constituyentes empleando los envases en su forma compuesta papel, aluminio y polímero, ciertamente, además del referido amplio alcance, conduce seguramente a un elevado consumo de solvente en proceso. El referido proceso explora también, de entre otras formas de aplicación, la conducción de la solución que contiene los diferentes polímeros disueltos en los diferentes solventes enumerados a un proceso de craqueo térmico operado en el rango de 650 - 1200 °C y presiones de 0,1-0,3 MPa.

[016] Los procesos revelados en el estado de la técnica presentan los siguientes problemas técnicos, que el proceso de la presente patente resolvió:

[017] 1. Algunos procesos actuales no recuperan todos los constituyentes en su forma de mayor valor agregado. El proceso de la presente invención recupera todos los constituyentes con calidad de reúso;

[018] 2. Algunos procesos consumen mucha energía en la fusión de mezcla de aluminio y polímero, descomponiendo incluso el polímero. El proceso de la presente invención separa solamente con solvente;

[019] 3. Algunos procesos necesitan de operaciones complejas y caras para la separación del polímero del aluminio. El proceso de la presente invención separa

solamente con solvente, conduciendo el proceso por operaciones que implican en baja inversión y bajo costo de materia prima; y

[020] 4. Algunos procesos usan solventes tóxicos y de difícil separación y reciclaje en su uso. El proceso de la presente invención utiliza solventes de bajo costo, abundantes en el mercado, no tóxicos, con reciclaje total y con bajo consumo de energía.

[021] Los procesos revelados en el estado de la técnica presentan los siguientes inconvenientes, desventajas y limitaciones:

[022] a) Algunos procesos actuales no recuperan todos los constituyentes en su forma de mayor valor agregado;

[023] b) Algunos procesos actuales, para recuperación del polímero adherido al aluminio, consumen otros insumos, los que, además de no ser recuperados para retorno al proceso, generan producto de bajo valor comercial;

[024] c) En algunos procesos no se hace la separación del aluminio del polímero, de modo que los dos componentes son empleados mezclados. Así procediendo, el aluminio, componente de elevado valor agregado, en la condición de compuesto aislado, entra solo como carga en los productos elaborados con la referida mezcla;

[025] d) Determinados procesos aíslan el aluminio, pero lo hacen consumiendo gran cantidad de energía, haciendo uso de elevada temperatura, condición esta que lleva al craqueo del polímero que es destruido y llevado a la forma de mezcla de ceras y compuestos volátiles de valor agregado inferior al del polímero, todavía requiere operación en la presencia de atmósfera inerte, que seguramente contribuye con elevación del costo;

[026] e) Uso de solventes caros y tóxicos;

[027] f) Elevados costos de procesamiento y de inversión; y

[028] g) Mayor relación costo /beneficio.

[029] “PROCESO PARA RECICLAJE A TRAVÉS DE SEPARACIÓN DE LOS CONSTITUYENTES DE ENVASES ALUMINIZADOS Y PLASTIFICADOS, ENCARTONADOS O NO Y EQUIPOS CORRESPONDIENTES”, se ha desarrollado para superar los inconvenientes, desventajas y limitaciones de los procesos actuales a través de método con base en la utilización de solvente para la disolución del polímero en la extracción y

separación de los principales componentes presentes en las mismas para aprovechamiento de residuos evitando contaminación ambiental, reciclaje de los constituyentes de los residuos; y recuperación de los constituyentes en su forma original para reutilización como plástico, aluminio y papel.

[030] El proceso de la presente patente presenta las siguientes ventajas con relación a los procesos actuales:

[031] a) El proceso desarrollado obtiene polímero con calidad de reúso para confección de artefactos y películas, que pueden elaborarse con el referido producto recuperado y puede por lo tanto ser utilizado en su forma bruta tal como fue removido del proceso, o todavía ser mezclado a otro polímero virgen o recuperado, en la composición de blendas las que pueden recibir todavía cargas, colorantes u otros aditivos;

[032] b) El aluminio aislado del proceso puede ser conducido a proceso de fusión y purificación, como en los procesos convencionales de reciclaje de latas de aluminio y otras chatarras del referido metal, pudiendo de esta forma ser utilizado como materia prima, sea en la producción de ligas, láminas, compuestos inorgánicos, como sales, aluminatos, o incluso derivados orgánicos como alquilaluminio;

[033] c) La invención hace uso de solvente de fácil adquisición en el mercado y de bajo costo, por no ser compuesto resultante de síntesis, siendo una fracción destilada de petróleo;

[034] d) Por usar un solvente que es una fracción de petróleo en rango estrecho de punto de ebullición y no ser incorporado al producto al final del proceso, la recuperación del mismo es total una vez que retorna integralmente al inicio del proceso. Pudiendo la destilación ser conducida en equipo simple no necesitando de destilación fraccionada;

[035] e) Las características del solvente: temperatura de ebullición baja, reducido calor específico y baja entalpía de evaporación trae significativo destaque en lo que se refiere al consumo de energía, visto que solo pequeña fracción se somete a la evaporación y que casi la totalidad del solvente es reciclado sin pasar por destilación, al que reduce bastante el consumo de energía, pues lo hace vía filtración;

[036] f) El proceso de la invención recupera el polímero manteniendo sus características físicas y químicas, incluso el compatibilizante, lo que favorece la futura aplicación del residuo polimérico recuperado en la formulación de blendas con otros termoplásticos;

[037] g) Se puede reaplicar la pulpa de celulosa en la producción de papel cartón, para fabricación de cajas, incorporada como parte de una carga de pasta mecánica o incluso seguir para proceso de clarificación;

[038] h) Menores costos de procesamiento y de inversión; y

[039] i) Menor relación costo /beneficio.

[040] El proceso de la presente invención tuvo como base los conocimientos y experiencia del inventor en sus trabajos técnicos de investigación y desarrollos anteriores con bloques de compuestos de parafina y polímero aplicados como barrera (moderadores) contra radiaciones y posteriormente en los desarrollos de composiciones explosivas, específicamente del tipo emulsiones.

[041] Las investigaciones han iniciado para suplir la necesidad de reciclar residuos de envases para recuperar el polímero de residuo polímero/aluminio resultante de proceso mecánico, que emplea *hydrapulper* para recuperación de la pulpa de papel de residuo de envases aluminizados.

[042] El objetivo inicial era remover el aluminio por disolución y ataque químico, para producción de sales de aluminio con vistas a la utilización en tratamiento de efluentes. El proceso fue también ajustado para obtener aluminatos, sulfatos y cloruro de aluminio. El polímero resultante, de la digestión con el ácido, o con la base, tras lavado entonces sería conducido para reciclaje. Sin embargo, evaluándose el precio de las referidas sales, y comparando la flexibilidad de utilización del aluminio en su estado metálico (reducido), se decidió evaluar la posibilidad de remoción del metal sin que este fuera llevado a su estado oxidado.

[043] Teniendo como base conocimiento de las propiedades del polímero, en lo que se refiere a su estructura y similitud con las parafinas sólidas, se inició ensayos de solubilización del polímero en la parafina sólida en la siguiente secuencia:

[044] En un vaso de precipitado que contiene 100 g de parafina sólida, tras sometida a la fusión y habiendo elevado la temperatura para 100 °C, se incorporó 20 g de películas que contiene aluminio /polímero. Se elevó la temperatura para

alrededor de 125 °C. Se agitó con un bastón de vidrio por cinco minutos. Se transfirió todo el contenido para un otro vaso de precipitado pasando la parafina fundida a través de un tamiz metálico. Tras enfriado el contenido del tamiz, se lavó con tetracloruro de carbono en frío. Sabiendo que este solubiliza la parafina en frío, pero el polímero solamente si está calentado, se puede verificar que la parafina removi6 el polímero adherido al aluminio, hecho comprobado al rasgar la película resultante, que se rompió sin estirar una película plástica diferente del comportamiento de rasgadura de la película compuesta.

[045] Otra constatación fue que la mezcla resultante parafina/polímero solidificó en temperatura inferior cuando sometida a calentamiento comparada a una prueba en blanco solo con parafina.

[046] Ante ello, se pensó en una forma posible de separar la parafina del polímero. Se encontró con un problema de difícil solución, pues no sería posible pensar en destilación o solubilización fraccionada, pues se trataba de mezcla de pesos moleculares elevados. Se partió, entonces, para emplear directamente el tetracloruro de carbono. Con todo por presentar elevado costo y también características de elevada toxicidad, se desistió de su uso.

[047] Se investigó, entonces, otros clorados, pero los problemas citados por el primero también se repitieron.

[048] En etapa siguiente, se han realizado estudios con solventes aromáticos, clorados y no clorados, nafténicos, así como también se han probado ésteres de alcoholes, acetatos de amilo, metilo, butilo y otros.

[049] En paralelo, también se han probado las remociones de aluminio vinculados a polipropileno, PET y PVC presentes en diferentes embalajes como *blíster* de medicamento, embalajes de polvos de refresco, embalajes de galletas, caramelos y papas fritas. Para todos estos productos, se han conseguido resultados positivos para algunos de los solventes probados. Algunos de los referidos solventes, se han estudiado con más criterio considerando el aspecto de riesgos a salud como también accesibilidad y costo de estos.

[050] Con todo, el enfoque principal continuaba siendo los envases aluminizados encartonados. En este sentido, los ensayos con los otros residuos se han interrumpido dándose continuidad a las pruebas con estes últimos.

[051] Teniendo en cuenta la dificultad de separación cuando se usó parafina, se resolvió evaluar el empleo de queroseno, por ser este de estructura parafínica semejante a la parafina sólida empleada. Los resultados obtenidos al emplear las mismas relaciones másicas fueron positivos. La disolución ocurría en menos de 5 minutos. Surgió, entonces, el próximo problema, eliminar todo solvente del polímero. El solvente, probablemente debería tener en su composición compuestos parafínicos de elevado peso molecular en pequeñas cantidades, lo que requería que fuera el polímero llevado a temperatura elevada para la eficaz conducción de la remoción de aquel componente residual. Considerando también el tamaño de la cadena del queroseno y a de la parafina, fuertes serían las interacciones presentes, factores que dificultan la separación.

[052] Se partió, entonces, para la separación por precipitación. La solución de polímero/queroseno tras enfriada se presentaba como una pasta. Esta pasta era, entonces, incorporada al igual volumen de etanol bajo agitación. Enseguida, se filtró el polímero precipitado, sometién dose a sucesivos lavados con etanol. Se sometió a secado y se obtuvo polímero precipitado.

[053] La mezcla de solvente resultante fue sometida a la destilación con la intención de separar el etanol del queroseno. Considerando las dificultades en la eliminación por destilación del queroseno residual en el polímero precipitado se partió en la secuencia para utilización de solvente con las mismas características del queroseno, pero de menor punto de ebullición.

[054] Se utilizó, entonces, hexano comercial, debido al hecho de ser un solvente más volátil, se procedió a la disolución, en balón, acoplado al que se colocó un condensador de reflujo. Se empleó la misma relación solvente/residuo. Cinco minutos han sido suficientes para que ocurriera la disolución.

[055] En otro experimento, se empleó éter de petróleo, rango de destilación de 60 °C. Se observó dificultad de disolución, visto que diferente del hexano comercial empleado en el ensayo anterior, la temperatura alcanzada en este último no era suficiente para conducir la disolución.

[056] En un experimento posterior, debido al observado en el ensayo anterior, se colocó las mismas cantidades de solvente/residuo en un tanque de acero, que fue entonces cerrado y colocado bajo calentamiento en agua caliente. Cuando el baño maría alcanzó temperatura de ebullición se retiró el tanque que estaba bajo

calentamiento y se aguardó el enfriamiento. Al abrirse el tanque, por estar su contenido todavía levemente calentado, gran parte del solvente vaporizó del tanque, en consecuencia, se formó una esponja de polímero. Enseguida, se reprodujo el experimento, bajo presión con el fin de operar en la temperatura de reblandecimiento del polímero. Alcanzada la disolución, el solvente se removió gradualmente, manteniéndose el ambiente del disolutor calentado en la misma presión y temperatura, obteniéndose al final, tras enfriamiento, polímero sólido.

[057] Siendo así, tras la realización de diversas pruebas, se concluyó que el solvente más adecuado para el aislamiento y separación de polímero de los envases encartonados aluminizados y plastificados, son los alcanos de bajo y medio punto de ebullición, por lo tanto de menor peso molecular porque más fácilmente interaccionan con la gran cadena del polímero y favorecen, debido a reducido tamaño de la cadena, rápida interacción y consecuente disolución del polímero, una vez que, debido a su pequeña longitud de cadena, fácilmente se difunde entre las cadenas de polímeros. Aún, siendo la estructura del solvente lineal y similar al polímero, poco interfiere en la quiebra de la misma, ocurriendo solo el rompimiento de fuerzas de Van der Waals.

[058] La razón por lo que se optó por el empleo de hidrocarburos parafínicos normales (alcanos de cadena lineal) es por el hecho de ser estos compuestos menos tóxicos que los aromáticos o incluso los nafténicos, minimizando también los riesgos de ocurrencia de degradación del polímero (esto es, en consecuencia de la similitud estructural) como también por su fácil eliminación por evaporación y/o destilación.

[059] Los experimentos han mostrado la viabilidad del uso de solvente de hidrocarburos parafínicos de punto de ebullición menor que 120 °C, preferentemente de 60 a 100 °C, operación está muy abajo de la temperatura de fluidez del polímero que es de aproximadamente 190 °C, de esta forma, se observa que se opera en la temperatura por debajo del reblandecimiento, alrededor de 105 °C, no siendo necesario operar con presiones tan elevadas. La facilidad de disolución y consecuente flexibilidad de su eliminación cuando el retorno a la presión atmosférica lleva a una mejor calidad final del polímero recuperado. Para contornar el problema de la temperatura de disolución, en caso de que esta quede por debajo de la temperatura de reblandecimiento del polímero, se operó con

aumento de la presión alcanzando así la temperatura ideal de proceso que es la temperatura de reblandecimiento del polímero.

[060] Cuanto a la separación del solvente, como el punto de ebullición era inferior a temperatura de reblandecimiento del polímero, cuando la solución dejaba el disolutor parte del solvente evaporaba, pero antes de retirar el aluminio, se añadía, por supuesto, tras la remoción de la solución que contiene mayor parte del polímero, nuevo solvente (destilado) que lavaba el aluminio. Este solvente, aún calentado, era empleado como primer solvente del próximo lote, de esta manera se optimizaba también el proceso de recuperación del solvente.

[061] La solución que contiene el polímero, tras parcial concentración debido a la evaporación parcial del solvente, cuyos vapores eran conducidos al condensador, era entonces conducida para la etapa posterior.

[062] Por fin, en la última secuencia de experimentos se evaluó técnica de filtración. Se sabe que en la ultrafiltración (emulsiones, bacterias, grasas y macromoléculas), el rango de presión de operación se sitúa entre 1 a 10 bar, teniendo las membranas poros de 0,001 a 0,1 μm . Siendo el peso molecular medio del Polímero ~ 200000 Da, esta técnica podría ser promisoría, sumada aún a la posibilidad de utilización racional de energía, por ejemplo. Aprovechamiento de los gases servidos de una caldera, saliendo de la chimenea con temperatura alrededor de 250 °C, gases estos que podrían ser conducidos para la torre o correa de evaporación y secado del polímero. Todavía, en caso de que fuera ejecutada la fusión del aluminio, al enfriar los lingotes, el aire del intercambiador de calor saldría con temperatura inicial de 650 °C y final pudiendo estar en el rango de 125 °C, de esta manera haciéndose adecuado aprovechamiento energético.

[063] Se probó inicialmente la filtración bajo presión de una solución con el 11 % de polímero disuelto usando papel de filtro sobre una placa cerámica porosa y se observó que el solvente migró por capilaridad y el polímero más concentrado quedaba retenido sobre el papel.

[064] En otro ensayo, se sometió la solución a enfriamiento ambiente y posterior filtración sobre papel, aplicando leve presión manualmente con equipo en forma de jeringa y se observó que el solvente fue fácilmente separado. Posteriormente, se prensó la tarta húmeda enrollada en papel usando una prensa, la tarta formada quedó con poquísimos solvente. De esta manera, quedó evidente que

el proceso de separación puede ser eficientemente perfeccionado, consecuentemente economizando energía, filtrándose la solución en caliente y posteriormente sometiendo la torta a una compresión sobre superficie filtrante. Aunque que las emplee filtro de papel, la torta se suelta fácilmente de este y posteriormente se puede someter el material pulverizado a secado final con total eliminación del solvente residual, con o sin lavado previo.

[065] Se verificó también el tiempo mínimo necesario para disolución del polímero asociado a la película de aluminio de los envases Tetra Pack®, para esto el residuo de estos envases con la celulosa ya removida se han sometido a la solubilización en queroseno y mantenido a 100 °C. Con el empleo de una pinza, pedazos de la película midiendo aproximadamente 30 mm x 30 mm han sido inmersos en el solvente calentados y procediendo leve movimiento se han removido tras transcurrido diferentes intervalos de tiempo: 2, 4, 6, 8, 10, hasta 20 segundos. Cada pedazo individual, mediatamente tras emergido del queroseno calentado, fue enseguida inmerso en otro copo de precipitado, este conteniendo éter de petróleo frío. Procedimiento que tenía como objetivo enjuagar, esto es, remover la solución residual que por ventura envolvía las películas y también facilitar la posterior eliminación a baja temperatura. Para verificación de la eficiencia del proceso de disolución, cada pedazo de muestra ha sido sometido a la rasgadura. Se observa que la película de Aluminio/polímero al someterse a este procedimiento estira presentándose como una película de aluminio agrietado aún adherido a una película de polímero extendido. Como resultado de los ensayos, se puede observar que incluso aquellos pedazos mantenidos solo por dos segundos inmersos en el solvente han presentado remoción del polímero, hecho constatado por la fragilidad del mismo ante la rasgadura. Frente a ello, se puede afirmar que el tiempo necesario para solubilización del polímero es extremadamente reducido. Esto se debe a gran área de película, asociado a la reducida espesura de los mismos. Con todo, para garantizar que todo el polímero sea removido es conveniente que se mantenga el material sumergido por un tiempo más largo, principalmente para garantizar la disolución de capas más espesas presentes, como en el caso de las regiones de encolado de las cajas donde hay la superposición de película. También es importante, que las tapas sean removidas en la fase de desagregación de las cajas, visto que si presentes en la fase de disolución, exigirán un tiempo mucho más largo

de calentamiento. Con todo, si no se remueven, acompañarán el aluminio y deberán ser removidas mecánicamente de la mezcla hojas de aluminio/polímero y tapas, vía tamizado o barandilla. La agitación es también de fundamental importancia para favorecer la difusión del solvente y también facilitar la desagregación de los residuos, que, resultante del proceso anterior se presentan arrugados y agregados.

[066] De manera sucinta, el nuevo proceso trae las siguientes novedades:

[067] 1. Utilización de disolución del polímero con un solvente de la familia de los alcanos de bajo y medio punto de ebullición, por lo tanto de menor peso molecular, preferentemente hidrocarburos parafinicos de punto de ebullición menor que 100 °C, preferentemente de 60 a 120 °C. Como ejemplo en este nuevo proceso, se puede emplear queroseno, pero operando a solo 105 °C, temperatura muy por debajo de su temperatura de ebullición, y muy por debajo de su punto de fulgor, presentando ventaja de baja inflamabilidad en esta temperatura. En la secuencia, en frío, remoción del queroseno residual, a través del lavado con hidrocarburo de punto de ebullición reducido, que será al final fácilmente eliminado. Estos hidrocarburos fácilmente interaccionan con la gran cadena del polímero, favoreciendo, debido a reducido tamaño de la cadena, rápida interacción y consecuente disolución del polímero, una vez que, debido a su pequeña extensión de cadena, fácilmente adentran y se difunden entre la cadena de polímero, y aun siendo de estructura similar poco interfiere en lo que se refiere a la quiebra de la misma, ocurriendo solo el rompimiento de fuerzas de Van der Waals;

[068] 2. Operación en temperaturas muy por debajo de la temperatura de fluidez del polímero que es de aproximadamente 190 °C, de esta manera se observa que opera en la temperatura por debajo del reblandecimiento, que es de alrededor de 125 °C, no siendo necesario operar bajo presión. Esta novedad trae también como ventaja, en la operación subsecuente, fácil eliminación y consecuente recuperación del solvente empleado cuando sometidos a la presión atmosférica;

[069] 3. Separación del aluminio del polímero del residuo rico en polímero/aluminio por disolución del polímero en solvente recirculante, con concentración del polímero en la solución durante su tiempo de residencia;

[070] 4. Separación del Polímero y del solvente de la solución rica en polímero concentrada obteniendo polímero reutilizable y solvente reciclado en el propio proceso;

[071] 5. Para la eliminación del residuo de solvente de disolución en el aluminio, se utiliza solvente lavador elegido entre hidrocarburos de bajo punto de ebullición en su forma preferencial a fracción de hidrocarburo en el rango de destilación del hexano comercial, o éter de petróleo o alternativamente el etanol 96 °GL.

[072] 6. Proceso requiere reducido tiempo de disolución, siendo por eso, factible su operación de forma continua, lo que lleva a la reducción de la dimensión de los disolutores, pudiendo ser efectuado, ya sea a través de roscas transportadoras, correas transportadoras con inmersión en el solvente, bombeo, asociado a filtración, ya sea con enfriamiento o no, en caso de que se adopte ultrafiltración, dispositivos como extrusoras cuya pared de la camisa sea el elemento filtrante, o cualquier conjunto de disposición constructiva que sea pasible de ejecutar las operaciones unitarias de forma continua o aun la asociación de operaciones continuas con operaciones por lote;

[073] 7. Optimización del proceso con relación a la energía, si contemplarse toda la cadena de recuperación, sea separación de la pulpa de papel, polímero y aluminio, haciéndose la recuperación de calor entre las fases del proceso, por ejemplo, aprovechamiento de los gases servidos de proceso, como por ejemplo de una caldera (chimenea) salida ~ 250 °C para la torre o correa de secado del polímero tras la evaporación del solvente de lavado. En el caso de conducirse la fusión del aluminio, el enfriamiento de los lingotes podría ser ejecutado en una cámara cuyos gases calientes provenientes del enfriamiento recuperarían calor del aluminio y podrían conducirse sea para calentar parte de los solventes o incluso ser empleados para secados de un modo general, ya sea de las películas compuestas tras eliminación de la celulosa, antes de adentrar al proceso de solubilización, secado del polímero pulverizado tras la eliminación del solvente de lavado. Esto es de hecho viable, pues, tendríamos gases calientes con temperatura inicial de 650 °C y final pudiendo estar en el rango de 105 °C;

[074] 8. Opcionalmente, la separación del solvente del polímero puede producirse por proceso de destilación, en operación por lote, donde la adición de solvente nuevo (destilado) antes de la retirada del aluminio del disolutor, conduciendo el lavado del aluminio, removiendo así residuo de polímero solubilizado a él adherido. Su posterior utilización como primer solvente para el

próximo lote, propicia no solo el consumo eficaz del propio solvente como también conduce a mayor y más eficiente recuperación del polímero;

[075] 9. Obtención del polímero recuperado, sin la necesidad de reproceso por fusión, con el fin de evitar mayor tiempo de procesamiento con refusión;

[076] 10. Alternativa de formación de película de polímero con recuperación paralela de solvente a través de proceso conducido en torre con rodillo calentado por vapor, pudiendo la referida película ser o no triturada inmediatamente tras su formación;

[077] 11. Alternativa de aislamiento del polímero contenido en la solución por inyección de la solución preconcentrada, en disco rotativo y en una cámara del tipo *spray dryer*; y

[078] 12. Obtención del polímero precipitado por la incorporación de un segundo solvente.

[079] Para mejor comprensión de la presente patente, se anexan las siguientes figuras:

[080] **FIGURA 1.**, que muestra el diagrama de flujo del proceso continuo para reciclaje a través de separación de los constituyentes de envases aluminizados y plastificados, encartonados o no de la presente patente;

[081] **FIGURA 2.**, que muestra el diagrama de flujo del proceso intermitente para reciclaje a través de separación de los constituyentes de envases aluminizados y plastificados, encartonados o no de la presente patente;

[082] **FIGURA 3.**, que muestra la vista esquemática del dispositivo especial de salida de aluminio en tres posiciones de funcionamiento;

[083] **FIGURA 4.**, que muestra el diagrama de bloques del proceso y equipos en la etapa A de separación de la celulosa de los envases aluminizados y encartonados de la presente patente;

[084] **FIGURA 5.**, que muestra el diagrama de bloques del proceso y equipos en su forma preferente en la etapa B de separación y aislamiento de aluminio y de la composición polimérica rica en polímero contenido en la mezcla aluminio/polímero;

[085] **FIGURA 6.**, que muestra el diagrama de bloques del proceso y equipos en la primera alternativa de la etapa B.a de separación y aislamiento de aluminio y

de la composición polimérica rica en polímero contenido en la mezcla aluminio/polímero;

[086] **FIGURA 7.**, que muestra el diagrama de bloques del proceso y equipos en la segunda alternativa de la etapa B.a de separación y aislamiento de aluminio y de la composición polimérica rica en polímero contenido en la mezcla aluminio/polímero;

[087] **FIGURA 8.**, que muestra el diagrama de bloques del proceso y equipos de la alternativa de la etapa B.d de separación del polímero de la solución rica en polímero concentrada;

[088] **FIGURA 9.**, que muestra el diagrama de bloques del proceso alternativo de realización de toda etapa B del proceso de separación y aislamiento de aluminio y de la composición polimérica rica en polímero contenido en la mezcla aluminio/polímero; y

[089] **FIGURA 10.**, que muestra el diagrama de bloques del proceso en la etapa C en la opción C.1, de obtención de polímero en la forma de precipitado seco.

[090] Para mejor comprensión del proceso, establecemos las siguientes identificaciones de las corrientes y equipos:

- [091] A01 - dosificador de película
- [092] B01 - alimentador intermitente
- [093] B01A - alimentador continuo
- [094] B02 - Tanque de suspensión
- [095] C01 - tanque disolutor
- [096] D01 - filtro de tela especial
- [097] E01 - tanque lavador de residuo de polímero
- [098] F01 - tanque de solución concentrada
- [099] F02 - tanque de solución diluida
- [0100] G10 - dispositivo especial de salida de aluminio
- [0101] G11 - émbolo
- [0102] G11A - cavidad
- [0103] G12 - camisa
- [0104] G12A - abertura superior
- [0105] G12B - abertura inferior
- [0106] H01 - secador de polímero

[0107]	I01 - filtro de pasta
[0108]	J01 - condensador de vapores de solvente
[0109]	K01 - secador de aluminio
[0110]	L01 - enfriador de solución concentrada
[0111]	LM01 - recuperador de calor
[0112]	M01 - Calentador de solvente
[0113]	N01 - Alimentador de solución concentrada
[0114]	N02 - Alimentador de retorno de solvente
[0115]	N03 - Alimentador de solución concentrada
[0116]	N04 - Alimentador de solvente
[0117]	O01 - tanque de queroseno
[0118]	P01- triturador de aluminio
[0119]	Q01 - tanque de flotación
[0120]	R01 - cesto enrejado
[0121]	S01 - prensa
[0122]	T01 - bomba de recirculación
[0123]	U01 - válvula
[0124]	U02 - válvula
[0125]	V01 - bomba de retorno
[0126]	X01 - tanque de solvente
[0127]	Y01 - filtro de drenaje
[0128]	Z01 - Bomba alimentadora de solvente de lavado
[0129]	Z02 - bomba de solución concentrada
[0130]	Z03 - bomba de solvente
[0131]	ECAP - Envases encartonados, aluminizados y plastificados
[0132]	RME - Trituradora Mecánica
[0133]	RTS - Retazos Sucios
[0134]	TLR - Tanque de Lavado de Retazos
[0135]	CP - Cestos Perforados
[0136]	FRS - Conjunto de Filtros de Remoción de Suciedades
[0137]	SRF - Suciedades Retenidas en el conjunto de Filtros
[0138]	ARE - Agua Recuperada
[0139]	RTL - Retazos Limpios

[0140]	DHP – Desagregación en Disgregador <i>Hidrapulper</i>
[0141]	CCF – Cesto Cilíndrico Fijo
[0142]	RPA – Residuo de Composición Polimérica Rica en Polímero/Aluminio
[0143]	PC – Pulpa de Celulosa
[0144]	TTR - Tambor enrejado Rotativo Inclinado
[0145]	HC – Hidrociclones
[0146]	TET - Transportador de Correa Enrejada
[0147]	AFIC – Agua Filtrada Exenta de Celulosa
[0148]	SEC – Secador
[0149]	CES – Celulosa Seca
[0150]	MP – Máquina de Papel
[0151]	FPA – Hojas de Papel
[0152]	BR – Blanqueador
[0153]	CEB – Celulosa Blanqueada
[0154]	SOLV – Solvente de disolución recuperado
[0155]	CAI - Canal Inclinado
[0156]	CTL - Correa Transportadora Enrejada
[0157]	FSPC – Filtro de Solución Rica en Polímero Concentrado
[0158]	BSPC – Bomba de Solución Rica en Polímero Concentrado
[0159]	SPC – Solución rica en Polímero Concentrado
[0160]	SPD – Solución rica en polímero diluida
[0161]	FAIP - Hojas de aluminio impregnado con polímero y solvente
[0162]	CAV - Cámara de Vacío
[0163]	FAIS - Hojas de aluminio impregnado con solvente
[0164]	SL – Solvente Lavador
[0165]	SEI - Secador Inferior
[0166]	COS - Condensador de Solvente
[0167]	FA – Hojas de Aluminio
[0168]	SOLVQ – Solvente de disolución recuperado caliente
[0169]	SU – Separador por Ultrafiltración
[0170]	PFP- Polímero en la Forma de Pasta
[0171]	FPL – Filtro Prensa con Lavado
[0172]	MDS – Mezcla de Solvente

[0173]	PPU – Polvo de Polímero Húmedo
[0174]	DSS– Destilador Simple de Solvente
[0175]	SEPO – Secador de Polímero
[0176]	SLR - Solvente Lavador Recuperado
[0177]	PPS – Polvo de Polímero Seco
[0178]	CTL - Correa Transportadora Enrejada
[0179]	DSPC - Filtro de Solución
[0180]	BSPC - Bomba de Recirculación de Solución
[0181]	EH – Extractor de Hildebrand
[0182]	RSTC - Intercambiador de Calor de Enfriamiento de Solución
[0183]	FFP – Filtro por Prensado
[0184]	AQS – Calentador de solvente
[0185]	PFP- Polímero en la Forma de Pasta
[0186]	TQD – Tanque de Disolución
[0187]	CR – Condensador de Reflujo
[0188]	TSF – Termosifón
[0189]	TS – Tanque de Solvente
[0190]	FL – Filtro de Línea
[0191]	TCS – Tanque Concentrador de Solvente
[0192]	TSD – Tanque de Solución Diluida
[0193]	TES – Tanque de almacenaje de solución
[0194]	SV – Sistema de Vacío
[0195]	NPP – Nitrógeno para Purga
[0196]	FIA – Película de Aluminio
[0197]	CRS – Condensador de Reflujo
[0198]	SR – Solución Resultante
[0199]	VAS – Vapor de agua Saturado
[0200]	CD1 – Condensador 1
[0201]	CD2 – Condensador 2
[0202]	VA – Vapor de agua
[0203]	TPP - Tanque de Precipitación
[0204]	FIL – Filtro de Polímero
[0205]	TA – Tanque con Agua

- [0206] PPS – Polímero Precipitado Seco
- [0207] TDE – Torre de Decantación
- [0208] COND – Condensador
- [0209] DESA – Destilador de Etanol
- [0210] DESH – Destilador de solvente de disolución
- [0211] AER – Etanol Recuperado

[0212] En la búsqueda de mejoras en el proceso y en la elección de los equipos, han sido estudiadas opciones y han sido obtenidos resultados que resultaron en optimizaciones, a continuación descritas:

[0213] Proceso para reciclaje a través de separación de los constituyentes de envases aluminizados y plastificados, encartonados o no, constituido por, separación de los constituyentes de película plástica de polietileno o polipropileno con aluminio a través de solubilización del polímero en un solvente primario compatible, operación efectuada por debajo de la temperatura de reblandecimiento del polímero y bajo presión, seguido de insolubilización vía reducción de temperatura o por incorporación de un solvente secundario con afinidad con el solvente primario y no solvente del polímero, separación del solvente del polímero y por fin filtración y reutilización del solvente en la fase de solubilización, de forma continua en la siguiente secuencia:

[0214] A) Alimentación de pequeños retazos de película o equivalente de forma intermitente a través del dosificador de película (A01), pasando por una válvula de bloqueo (U01) en la entrada del alimentador intermitente (B01) y de este a través de otra válvula de bloqueo (U02) en la entrada del alimentador continuo (B01A);

[0215] B) Se dosifica una cantidad predefinida de película del alimentador intermitente (B01) con válvula (U01) bloqueada y la válvula (U02) abierta transfiriendo la película para alimentador continuo (B01); se bloquea la válvula (U02) y se desbloquea la válvula (U01) y se realimenta película del alimentador (A01) para el alimentador intermitente (B01); y así sucesivamente;

[0216] C) Se alimenta película del alimentador continuo (B01A) a través de su rosca transportadora interna, concomitante a la entrada del solvente, en el tanque de suspensión (B02) con la válvula (U02) bloqueada, con alimentación volumétrica continua de solvente a través de la bomba alimentadora de solvente

(Z01) en una relación de 8 a 15 partes de solvente para una parte de película, con el fin de cubrir todo el contenido de película en el tanque de suspensión (B02) y formación de una suspensión de la película polímero/aluminio en solvente;

[0217] D) Alimentación de la suspensión en el tanque de disolutor (C01) donde la suspensión sufre rotación por perfil en el formato de un paso helicoidal interno y calentamiento a 100 a 105 °C de forma indirecta y con mayor recorrido de circulación, agitación y consecuente mejor convección, manteniéndose un tiempo de residencia de 2 a 5 segundos;

[0218] E) Al final de la disolución, la corriente líquida con la solución de polímero y aluminio en suspensión, adentra a un filtro de tela especial (D01) transportado por una rosca helicoidal, que conduce el aluminio a lo largo de la operación de filtración y separa la solución concentrada;

[0219] F) La solución concentrada atraviesa las paredes de la tela manteniendo una contra presión al fluido en las salidas de solución para mantener el tanque disolutor (C01) presurizado y se recoge en el tanque de solución concentrada (F01) y el aluminio con residual de polímero sigue empujado por la rosca del filtro (D01) a otro compartimento contiguo, el tanque lavador de residuo de polímero (E01) e inmediatamente antes y después de la pared que comunica los dos compartimentos, el conducto no más permite el paso a través de su superficie y utilizando diferente velocidad el aluminio se conduce para el dispositivo especial de salida de aluminio (G01) hacia fuera del sistema;

[0220] G) En el tanque lavador de residuo de polímero (E01) se inyecta solvente filtrado y condensado proveniente del tanque de solvente (X01), a través del interior del eje de la rosca helicoidal del tanque (E01), para remover residual de solución de polímero en el aluminio y la solución diluida atraviesa la tela manteniendo una contra presión al fluido en las salidas de solución para mantener el tanque disolutor (C01) presurizado y es recogida en el tanque de solución diluida (F02);

[0221] H) La solución concentrada, tras alcanzado el régimen, se recoge en el tanque de solución concentrada (F01) y es transferida de forma continua por la bomba de solución concentrada (Z02) para enfriamiento entre 50 a 70 °C, inicialmente en el recuperador de calor (LM01) para ceder calor al solvente filtrado y condensado, y de manera complementaria en el enfriador de solución

concentrada (L01) con el fin de precipitar e insolubilizar el polímero, siguiendo entonces para filtración en el filtro de pasta (I01), de donde el solvente filtrado se acumula, juntamente con solvente proveniente del condensador (J01), en el tanque de solvente (X01) y retorna pasando por el recuperador de calor (LM01), por la bomba de solvente (Z03), por el calentador de solvente (M01) y por el eje de la rosca helicoidal del tanque lavador de residuo de polímero (E01);

[0222] I) La solución diluida, proveniente de la limpieza del aluminio en el tanque lavador de residuo de polímero (E01), se recoge en el tanque de solución diluida (F02), y retorna al inicio del proceso de forma continua a través de la bomba alimentadora de solvente de lavado (Z01);

[0223] J) La tarta tras la filtración sigue para secado en el secador de polímero (H01) y los vapores de solvente siguen para el condensador (J01) y el solvente condensado se junta con el solvente condensado proveniente del secador de aluminio (K01);

[0224] L) Todas las corrientes de vapores de solvente, tras condensados, siguen para el tanque de solvente (X01), son reutilizadas para lavado del aluminio y de ahí para el inicio del proceso;

[0225] M) El aluminio se retira de forma intermitente, a través de un dispositivo especial de salida de aluminio (G1O) con abertura y cierre intermitente, rotativo y con desplazamiento alternativo vertical con el fin de también mantener la presión en el interior del tanque disolutor (C01) y el aluminio del que fue removido el polímero, se conduce para secado en el secador (K01), separándose los vapores de solvente que sigue para el condensador (J01) juntándose con el solvente condensado proveniente del secador de polímero (H01);

[0226] O) Aluminio seco que contiene pequeñas cantidades de fibra celulósicas y pedazos de tapas no removidas, así como cintas de polipropileno, en proceso por lote, se alimentan en un tanque de trituración (P01), se añade queroseno a temperatura ambiente y se realiza la trituración con cizallamiento, no solo removiendo el residual de polímero, sino que todas las fibras celulósicas residuales se sueltan;

[0227] P) Se desconecta, entonces, la agitación y se transfiere la suspensión de aluminio para el tanque de flotación (Q01), se asperje aire a través de dispositivo contenido en el fondo del tanque de trituración (P01), produciéndose la

formación de espuma que acarrea las fibras y retazos de cinta de polipropileno y fibras celulósicas;

[0228] Q) Esta espuma es continuamente removida, por el drenaje de la corriente líquida sobrenadante, espuma que pasa a través de un cesto enrejado (R01), donde tendrá lugar la retención de los particulados leves de polipropileno y fibra, retornando entonces el queroseno al tanque, por bombeo con la bomba de recirculación (T01) por su parte inferior; y

[0229] R) La suspensión de aluminio, tras eliminadas las impurezas, es drenada por un filtro (Y01), el queroseno se bombea con la bomba de retorno (V01) y retorna para el tanque de queroseno (O01) que alimentará el próximo lote y el aluminio sigue para prensado en la prensa (S01) para remoción de gran parte de queroseno, que sigue para la etapa de fusión, donde se produce evaporación del restante de queroseno retenido.

[0230] Alternativamente, el proceso optimizado podrá realizarse de forma intermitente con las siguientes etapas modificadas:

[0231] A) Alimentación de pequeños retazos de película o equivalente de forma intermitente a través del dosificador de película (A01), pasando por una válvula de bloqueo (U01) en la entrada del alimentador intermitente (B01) y de este a través de otra válvula de bloqueo (U02) en la entrada del tanque de suspensión (B02);

[0232] B) Una vez bloqueada la válvula (U01) entre el dosificador de película (A01) y el alimentador intermitente (B01), se dosifica la película concomitante a la alimentación del solvente en el tanque de suspensión (B02) y a cada realimentación del tanque intermediario (B01), la válvula (U02) entre este y el tanque de suspensión (B02) se mantiene cerrada;

[0233] C) Alimentación volumétrica intermitente de solución concentrada a través del alimentador de solución concentrada (N01) y de solvente de lavado a través del alimentador de retorno de solvente (N02) efectuada por desplazamiento positivo, el primero operando solamente hasta la entrada en régimen, en una relación de 8 a 15 partes de solvente para una parte de película, de forma a cubrir todo el contenido de película en el tanque de suspensión (B02) y formación de una suspensión del película polímero/aluminio en solvente;

H) La solución concentrada, tras alcanzado el régimen, se recoge en el tanque de solución concentrada (F01) y se transfiere de manera intermitente por el alimentador de solución concentrada (N03) para enfriamiento entre 50 y 70 °C, inicialmente en el recuperador de calor (LM01) para ceder calor al solvente filtrado y condensado, y de manera complementaria, enfriado en el enfriador de solución concentrada (L01) con el fin de precipitar e insolubilizar el polímero, siguiendo entonces para filtración en el filtro de pasta (I01), de donde el solvente filtrado se acumula, juntamente con solvente proveniente del condensador (J01), en el tanque de solvente (X01) y retorna pasando por el recuperador de calor (LM01), por el alimentador de solvente (N04) de manera intermitente, por el calentador de solvente (M01) y por el eje de la rosca helicoidal del tanque de remoción de residual de polímero (E01); y

[0234] I) La solución diluida, proveniente de la limpieza del aluminio en el tanque lavador de residuo de polímero (E01), se recoge en el tanque de solución diluida (F02), y retorna al inicio del proceso de manera intermitente a través del alimentador de retorno de solvente (N02);

[0235] Para realización del proceso de reciclaje a través de separación de los constituyentes de envases aluminizados y plastificados, encartonados o no, de manera continua, se han adoptados los siguientes equipos: dosificador de película (A01) volumétrico del tipo válvula rotativa o rosca transportadora o correa transportadora; alimentador intermitente (B01) de formato cilíndrico y fondo cónico, intercalado entre el alimentador continuo (B01A) y el dosificador de película (A01) y con la válvula (U01) de bloqueo del tipo diafragma en la entrada; alimentador continuo (B01A) de formato cilíndrico y fondo cónico con rosca transportadora interna, con la válvula (U02) de bloqueo del tipo diafragma en la entrada y con conexión tangencial de alimentación de solvente; tanque disolutor (C01) con sección cilíndrica y camisa de calentamiento, teniendo en su interior, a lo largo de su sección vertical, un paso helicoidal fijo involucrando toda sección circular transversal; filtro de tela especial (D01) de formato cónico y con rosca helicoidal cónica ajustada a la pared de la tela y válvula de retención en la salida para el tanque de solución concentrada (F01) y que se comunica con el tanque lavador de residuo de polímero (E01) a través de conducto no enrejado que conduce al otro compartimento; tanque lavador de residuo de polímero (E01) de

conducto enrejado de configuración cilíndrica y con mayor sección transversal y que contiene en su interior rosca helicoidal cilíndrica con perforaciones en su eje y válvula de retención en la salida para el tanque de solución diluida (F02); tanque de solución concentrada (F01); tanque de solución diluida (F02); dispositivo especial de salida de aluminio (G10) rotativo y pulsante con émbolo (G11) que se mueve dentro de una camisa (G12) cilíndrica con abertura superior (G12A) haciendo la conexión con el sistema bajo presión, y otra abertura inferior (G12B) localizada abajo, distante de la superior de una longitud un poco mayor que a altura de la abertura superior y desfasada de 180 grados de la primera y se comunica con el medio externo, el émbolo (G11) tiene una cavidad (G11A) de formato semicilíndrico con el corte inferior inclinado con 45 grados y es delimitada por tres anillos de sellado en la parte superior y tres otros anillos equidistantes en la parte inferior, situados a una distancia un poco mayor que la correspondiente altura de la cavidad; secador de polímero (H01) del tipo rosca transportadora con calentamiento indirecto; secador de aluminio (K01) del tipo rosca transportadora con camisa de calentamiento indirecto; enfriador de solución concentrada (L01) del tipo intercambiador de calor; filtro de pasta (I01) presurizado continuo o semicontinuo; tanque de solvente (X01); condensador de vapores de solvente (J01) tipo intercambiador de calor; recuperador de calor (LM01) tipo intercambiador de calor; bomba alimentadora de solvente de lavado (Z01); bomba de solución concentrada (Z02); bomba de solvente (Z03); tanque de queroseno (O01); trituradora de aluminio (P01) del tipo cizallador de formato cilíndrico y con hélices cortantes y deflectoras; tanque de flotación (Q01) de formato cilíndrico alargado y con dispositivo aspersor de aire contenido en el fondo del tanque; cesto enrejado (R01); prensa (S01) tipo pistón; bomba de recirculación (T01); bomba de retorno (V01); y filtro de drenaje (Y01) tipo cesto.

[0236] Para realización del proceso para reciclaje a través de separación de los constituyentes de envases aluminizados y plastificados, encartonados o no, de manera intermitente, podrán ser adoptados los siguientes equipos alternativos en sustitución a los de función similar o complementaria: tanque de suspensión (B02) de formato cilíndrico con fondo cónico posicionado entre el alimentador intermitente (B01) y tanque disolutor (C01); alimentador de solución concentrada

(N01) y alimentador de retorno de solvente (N02) volumétricos del tipo pistón alternativo o bomba de desplazamiento positivo.

[0237] Para el caso de separación de los constituyentes de envases aluminizados y plastificados donde el aluminio es aislado en la forma de pigmento, se adoptan las mismas etapas anteriores, pero la etapa de aislamiento del aluminio deberá ser conducida a través de filtración y lavado del aluminio con elementos dotados de poros bien cerrados de cerámica y ejecutada en la temperatura de disolución y el filtrado después de enfriado sufrir precipitación del polímero que se conduce a nueva filtración con elemento poroso en el filtro de pasta (I01).

[0238] Para el caso específico de reciclaje de envases aluminizados, plastificados y encartonados, el proceso de fabricación de la presente patente se da en las siguientes etapas:

[0239] A. Etapa A: Separación de celulosa de los envases encartonados, aluminizados y plastificados (ECAP), con la siguiente secuencia:

[0240] A.a Corte en pedazos de los envases obteniendo retazos sucios (RTS) triturados;

[0241] A.b Lavado de los retazos sucios (RTS) con agitación vigorosa con agua a temperatura ambiente y retención de los retazos, separándose el agua con suciedades, que tras recirculación en sistema cerrado sufre filtración y remoción de suciedades (SRF), retornando a agua recuperada (ARE) para nueva utilización en el lavado y los retazos limpios (RTL) con composición polimérica rica en polímero/aluminio, limpios son retirados y encaminados para la etapa de desagregación;

[0242] A.c Desagregación de los retazos (RTL) por acción de cizallamiento obteniendo pulpa de papel que a medida que ocurre la agitación desagrega y las fibras de celulosa con dimensión y densidad inferior al residuo resultante, auxiliado todavía por el vórtice formado por la agitación, pasa a través de tela donde pierde velocidad resultando residuo de composición polimérica rica en polímero/aluminio (RPA) concentrado prácticamente libre de celulosa que é direccionado para la etapa de secado A.d y la suspensión de pulpa de celulosa (PC) que pasa para el lado externo de la tela, decanta y se retira del proceso y se direcciona hacia la etapa A.e;

[0243] A.d El residuo de composición polimérica rica en polímero/aluminio (RPA) pasa por proceso de secado conducido de forma indirecta con vapor de agua con leve grado de sobrecalentamiento, o por vapor de agua saturado, o de forma directa, con aire calentado o gases de combustión (gases servidos) y una vez seco, el residuo de composición polimérica rica en polímero/aluminio (RPA) sigue para la separación y aislamiento de aluminio y de polímero en la etapa B;

[0244] A.e Filtración de la suspensión de pulpa de celulosa (PC), donde la pulpa de celulosa (PC) es drenada y direccionada para la etapa A.f y el filtrado, que es agua filtrada exenta de celulosa (AFIC), retorna para la etapa A.c, recirculando y alimentando constantemente la desagregación; y

[0245] A.f La pulpa de celulosa (PC) sufre parcial secado obteniendo celulosa seca (CES) o direccionamiento directo para producción de hojas de papel (FPA) o de celulosa blanqueada (CEB).

[0246] La realización del proceso de la etapa A de separación de celulosa de los envases encartonados, aluminizados y plastificados (ECAP) se hace utilizando los siguientes equipos en la siguiente secuencia:

[0247] E.A.a Corte en pedazos de los envases en trituradora mecánica (RME) obteniendo retazos sucios (RTS) que sigue para etapa E.A.b;

[0248] E.A.b Lavado con filtración en Tanque de Lavado de retazos (TLR) con agitación, donde el residuo ya triturado se coloca en cestos perforados (CP) y estos introducidos en el interior del tanque (TLR) con agua; se agitan vigorosamente los retazos con lanzas que direccionan chorros de agua bajo presión tangencialmente para el centro del cesto provocando elevada agitación de los retazos; el agua cargando las suciedades se permea a través de la tela del cesto (CP), y al recircular en sistema cerrado pasa a través de un conjunto de filtros de remoción de suciedades (FRS) separando el agua de retorno (ARE) al tanque a través de las referidas lanzas, siendo las suciedades retenidas en el conjunto de filtros (SRF) desechadas y el cesto (CP) que contiene los retazos limpios (RTL) que son retirados y encaminados para la etapa E.A.c;

[0249] E.A.c Desagregación de los retazos limpios (RTL) en disgregador tipo *hidrapulper* (DHP) compuesto por un cesto cilíndrico fijo (CCF) perforado o enrejado localizado en el interior de un tanque cilíndrico de mayor diámetro y de *propeller* con láminas en forma de cuchillos localizado en una base fija en la parte

superior del cesto (CCF) con eje y *propeller* dentro del referido cesto, a través de agitación y desagregación, las fibras de celulosa con dimensión y densidad inferior al residuo resultante, auxiliado todavía por el vórtice formado por la agitación, pasa a través de la tela; como el diámetro del cesto es bien menor que el diámetro del disgregador, la celulosa al pasar por la tela pierde velocidad no sufriendo más el efecto del vórtice presente en el interior del cesto, resultando residuo de composición polimérica rica en polímero/aluminio (RPA) concentrado prácticamente libre de celulosa que es liberado por el fondo del cesto (CCF) a través de una válvula angular localizada en el fondo y la pulpa de celulosa (PC) al salir del campo de acción del *propeller*, permanece del lado externo de la tela, decanta y se retira del proceso a través de la válvula de fondo del tanque y se direcciona hacia la etapa E.A.e;

[0250] E.A.d Secado del residuo de composición polimérica rica en polímero/aluminio (RPA) en un tambor enrejado rotativo inclinado (TTR) con vapor de agua con leve grado de sobrecalentamiento, o por vapor de agua saturado, o aire calentado o gases de combustión (gases servidos) en el que el fluido de calentamiento se inyecta de dentro hacia fuera del cilindro rotativo enrejado (TTR) a lo largo de su eje; una vez seco, el residuo composición polimérica rica en polímero/aluminio (RPA) sigue para la operación de remoción de la composición polimérica rica en polímero en la etapa B;

[0251] E.A.e Filtración de la pulpa de celulosa (PC) direccionándola para un conjunto de hidrociclones (HC) y posteriormente para un transportador de correa enrejada (TET), consorciada con correas de prensado donde la pulpa de celulosa (PC) es drenada y direccionada para la etapa E.A.f y el filtrado, que es agua filtrada exenta de celulosa (AFIC), retorna para la etapa E.A.c recirculando y alimentando constantemente en el disgregador (DHP); y

[0252] E.A.f Secado de la pulpa de celulosa (PC) en secador (SEC) convencional obteniendo celulosa seca (CES) o direccionamiento para recibir nueva cantidad de agua, siendo dispersa y alimentada en máquina de papel (MP) para producción de hojas de papel (FPA) o para blanqueamiento en blanqueador (BR) obteniendo celulosa blanqueada (CEB).

[0253] B. Etapa B: Separación y aislamiento de aluminio y de polímero contenido en el residuo composición polimérica rica en polímero/aluminio (RPA), con siguiente secuencia:

[0254] B.a Disolución del residuo composición polimérica rica en polímero/aluminio (RPA) en un solvente de disolución (SOLV) de la familia de los alcanos de bajo a medio punto de ebullición (60 a 250 °C) preferentemente el hexano y alternativamente queroseno o aceite mineral, asociado a la agitación o movimiento operando la temperatura de 100 a 105 °C (en su forma preferencial con queroseno a 100 °C), con concentración del polímero en la solución durante su tiempo de residencia a partir de 2 segundos, con drenaje de la solución rica en polímero concentrada (SPC) que se direcciona hacia la etapa B.d y separando las hojas de aluminios impregnadas con polímero y solvente (FAIP);

[0255] B.b Lavado de las hojas de aluminio impregnadas (FAIP) con solvente de disolución (SOLV) y concomitante drenaje para retirada solución rica en polímero concentrada (SPC) que se direcciona hacia la etapa B.d y separando las hojas de aluminio impregnadas con solvente (FAIS);

[0256] B.c Lavado de las hojas de aluminio (FAIS) con solvente lavador (SL) elegido entre alcanos de bajo punto de ebullición (éter de petróleo) o etanol 96 °GL entre otros el propio solvente de disolución (SOLV), con drenaje para retirada de la solución rica en polímero concentrada (SPC) para la etapa B.d y con separación final de las hojas de aluminio (FA) por secado y evaporación y subsecuente condensación del solvente, que retorna como el solvente de disolución recuperado caliente (SOLVQ) para el proceso de disolución, etapa B.a;

[0257] B.d Separación del solvente del polímero es obtenida por enfriamiento de la solución a 50 y 70 °C y separación del Polímero de la solución rica en polímero concentrada (SPC) a través de filtración en caliente bajo presión de 1,0 até 10 bar, con encaminamiento del polímero concentrado en la forma de pasta (PFP) para elevación de la concentración de la pasta a través de la filtración posterior, etapa B.e y del solvente de disolución recuperado caliente (SOLVQ) para nueva operación de disolución, etapa B.a;

[0258] B.e. Filtración con lavado de la pasta (PFP) bajo presión, donde la mayor parte del residual de solvente de disolución recuperado caliente (SOLVQ) se agota y retorna para el proceso de disolución etapa B.a y se obtiene la tarta

resultante, con característica de un polvo húmedo pulverizado impregnado con solvente de disolución;

[0259] B.f. Si el solvente lavador (SL) no es el mismo que el solvente de disolución, la tarta se lava con reducido volumen de solvente lavador (SL), elegido entre alcanos de bajo punto de ebullición, preferentemente el hexano o etanol 96 °GL que removerá gran parte del solvente impregnado en la tarta, obteniendo mezcla de solventes (MDS) y el polvo de polímero húmedo (PPU) va a la etapa B.i.;

[0260] B.g Separación del pequeño volumen de mezcla de solventes (MDS) por destilación con retorno del solvente de disolución recuperado caliente (SOLVQ) del fondo de la columna de destilación para nueva disolución, etapa B.a, el solvente lavador recuperado (SLR) del topo de la destilación retorna para nuevo lavado;

[0261] B.h. Si el solvente de disolución tiene baja temperatura de ebullición, la tarta impregnada ya es el polvo de polímero húmedo (PPU) sin trazos de solvente de alto punto de ebullición; y,

[0262] B.i. Se seca el polvo de polímero húmedo (PPU) y se obtiene el producto final polvo de polímero seco (PPS) y los vapores de solvente residual son condensados y el solvente de disolución recuperado caliente (SOLVQ) retorna para nueva disolución, etapa B.a.

[0263] La realización del proceso de la etapa B de separación de polímero de aluminio en su forma preferencial se hace utilizando los siguientes equipos en la siguiente secuencia:

[0264] E.B.a Disolución del residuo composición polimérica rica en polímero/aluminio (RPA) en equipo dotado de un canal inclinado (CAI) en forma de escalera con superficie inferior en curvas, donde el residuo (RPA) se alimenta en la parte superior y en el curso a través del canal, ocurre la turbulencia y la total disolución del polímero y en el final del canal la suspensión de aluminio en solución polimérica cae sobre una correa transportadora enrejada (CTL) donde la solución drenada inicialmente recircula a través de la Bomba de Solución Rica en Polímero Concentrado (BSPC) y del Filtro de Solución Rica en Polímero Concentrado (FSPC) y en el final drenando la solución rica en polímero

concentrada (SPC) que se direcciona hacia la etapa E.B.d y separando las hojas de aluminio impregnadas con polímero y solvente (FAIP);

[0265] E.B.b. Lavado de las hojas de aluminio impregnadas (FAIP) en la continuación de la correa transportadora enrejada (CTL) con spray de solvente de disolución (SOLV) y concomitante drenaje de la solución rica en polímero concentrada (SPC) inicialmente por gravedad y enseguida por vacío a través de cámara de vacío (CAV) que se direcciona hacia la etapa E.B.d y separando las hojas de aluminio impregnadas con solvente (FAIS);

[0266] E.B.c Lavado de las hojas de aluminio (FAIS) en la continuación de la correa transportadora enrejada (CTL) con spray con solvente lavador (SL) con drenaje de la solución rica en polímero concentrada (SPC) inicialmente por gravedad y enseguida por vacío a través de cámara de vacío (CAV) que se direcciona hacia la etapa E.B.d y separando las hojas de aluminios (FA) que son secas en secador inferior (SEI) calentados por vapor saturado de baja presión y el solvente impregnado es separado por evaporación y subsecuente condensación en condensador de solvente (COS), que retorna como el solvente de disolución recuperado caliente (SOLVQ) para los respectivos procesos de disolución, etapa E.B.a;

[0267] E.B.d. Separación del solvente del polímero de la solución rica en polímero concentrada (SPC) a través de ultrafiltración en caliente bajo presión de 2 hasta 10 bar, empleándose para tanto separador por ultrafiltración (SU) cerámico con encaminamiento del polímero en la forma de pasta (PFP) después de enfriada para la filtración por prensado, etapa E.B.e y del solvente de disolución recuperado caliente (SOLVQ) para nueva operación de disolución etapa E.B.a;

[0268] E.B.e. Filtración de la pasta (PFP) que sigue para una subsecuente filtración por prensado en filtro prensa con lavado (FPL), donde la mayor parte del residual de solvente de disolución recuperado caliente (SOLVQ) se agota y retorna para el proceso de disolución etapa E.B.a y la tarta resultante, con característica de un polvo pulverizado se lava con reducido volumen de solvente lavador (SL), que remueve todo el solvente impregnado en la pasta, obteniendo separadamente pequeño volumen de mezcla de solventes (MDS) y polvo de polímero húmedo (PPU); y

[0269] E.B.f Separación del pequeño volumen de mezcla de solventes (MDS) por destilación en destilador simple de solvente (DSS) con retorno del solvente de disolución recuperado caliente (SOLVQ) del fondo del destilador (DSS) para nueva disolución, etapa E.B.a, el solvente lavador recuperado (SLR) de la parte superior del destilador (DSS) retorna para nuevo lavado y el polvo de polímero húmedo (PPU) se seca en secador de polímero (SEPO) y se obtiene el producto final polvo de polímero seco (PPS) y los vapores de solvente residual son condensados en condensador de solvente (COS) y el solvente de disolución recuperado caliente (SOLVQ) retorna para nueva disolución, etapa E.B.a.

[0270] La realización del proceso de las etapas B.a de separación de polímero del aluminio en su primera alternativa se hace utilizando los siguientes equipos en la siguiente secuencia:

[0271] E.B.a.1 Inmersión del residuo de composición polimérica rica en polímero/aluminio (RPA) en un solvente de disolución (SOLV) en correa transportadora enrejada (CTL), con agitación por movimiento por chorros de solvente recirculante a través de filtro de solución (FSPC) y bomba de recirculación de solución (BSPC) inferiores con concentración del polímero en la solución durante su tiempo de residencia, con drenaje a través de la tela, por gravedad de la solución rica en polímero concentrada (SPC) quedando las hojas de aluminio impregnadas con polímero y solvente (FAIP) al emerger de la solución son retenidas y aisladas sobre la correa enrejada (CTL).

[0272] Alternativamente, la realización del proceso de las etapas B.a de separación de polímero del aluminio en su segunda alternativa se hace utilizando los siguientes equipos en la siguiente secuencia:

[0273] E.B.a..2 Disolución del residuo con composición polimérica rica en polímero/aluminio (RPA) con un solvente de disolución (SOLV) en extractor tipo Hildebrand (EH), con drenaje por gravedad de la solución rica en polímero concentrada (SPC) quedando las hojas de aluminio impregnadas con polímero y solvente (FAIP) al emerger de la solución.

[0274] La realización del proceso de las etapas B.d de separación de polímero en su forma alternativa se hace utilizando los siguientes equipos en la siguiente secuencia:

[0275] E.B.d.1 Separación del solvente del polímero es obtenida por enfriamiento de la solución a 50 y 70 °C en intercambiador de calor (RSTC) y por filtración en filtro por prensado (FFP) en presiones hasta 1,5 bar, con el solvente de disolución recuperado caliente (SOLVQ) en la temperatura de alrededor de 50 a 70 °C y que sufre recalentamiento en el calentador de solvente (AQS) a 100 °C y sigue para ser reutilizado en nueva operación de disolución, etapa B.a y el polímero en la forma de pasta (PFP) para a filtración por prensado etapa B.e.

[0276] Alternativamente la realización del proceso completo de separación de polímero de aluminio se hace a través de las etapas E.B y E.C utilizando los siguientes equipos y en la siguiente secuencia de proceso:

[0277] B. Etapa B: obtención de película de aluminio (FIA) separado de la solución polimérica rica en polímero (SPC) empleando solvente de punto de ebullición en el rango de temperatura de operación del proceso.

[0278] E.B.A Posicionamiento del residuo de composición polimérica rica en polímero/aluminio (RPA) y contenido en cesto perforado (CP) en el interior de un tanque de disolución (TQD) de modo que en su posición dentro del vaso no toca el fondo del mismo, permaneciendo sustentado en apoyos en la pared y enseguida se cierra el tanque; el tanque (TQD) tiene dos sistemas distintos de calentamiento, ambos alimentados con vapor saturado: el primer sistema se constituye de un termosifón (TSF) para poder operar con gran volumen de solvente (de punto de ebullición en el rango de temperatura de operación del proceso) en el que el cesto queda totalmente inmerso, cuando de la etapa de disolución; y el segundo con camisa de vapor en el fondo del tanque (para poder operar con pequeño volumen de solvente en el que el cesto está totalmente emergido, esto es, por encima del nivel del solvente durante la etapa de lavado del aluminio, operando como un *soxhlet*); está conectado a un condensador de reflujo (CR) que tiene control de la temperatura y de presión y de caudal de agua en el condensador de reflujo (que controla la alimentación de vapor de calentamiento, así como también el caudal del agua de alimentación del condensador de reflujo y permite controlar la circulación del termosifón y la presión en el interior del disolutor); y tiene válvula de fondo (para transferencia de la solución para el tanque concentrador de solvente (TCS));

[0279] E.B.B Transferencia del solvente (de punto de ebullición en el rango de temperatura de operación del proceso) de disolución (SOLV) del tanque de

solvente (TS) para el tanque de disolución (TQD) hasta que encubra residuo aluminio/composición polimérica rica en polímero (RPA) contenido en el cesto (CP) y se inicia la disolución de la composición polimérica rica en polímero, alimentándose vapor de agua en el termosifón (TSF) conectado al tanque de disolución (TQD), ocurriendo el calentamiento y vaporización del solvente dentro del haz de tubos, que en consecuencia, desplaza una columna líquida responsable del desplazamiento ascendente del solvente líquido y la circulación de este a través de los retazos del residuo de composición polimérica rica en polímero/aluminio retornando al fondo y realimentando el haz de tubos (creando una eficiente recirculación, efecto este que favorece la disolución); se mantienen la circulación durante 1 a 5 minutos cuando ocurre la evaporación parcial del solvente que se condensa en el Condensador de Reflujo (CR) retornando al tanque y al final se drena la solución de composición polimérica rica en polímero concentrado (SPC) por la válvula de fondo y pasando por el filtro de línea (FL) para el tanque concentrador de solvente (TCS) y sigue para la etapa E.B.F (la temperatura elevada de la solución durante la filtración hace esta operación facilitada, pues reduce de forma expresiva su viscosidad y debido a la relación de solvente empleada, esta después de enfriada se presenta como una pasta consistente);

[0280] E.B.C Se transfiere nuevamente solvente del tanque de solvente (TS) al tanque de disolución (TQD) en nivel por debajo del fondo del cesto (CP) y se inicia el lavado, alimentándose ahora el vapor de agua en la camisa del tanque de disolución, ocurriendo el calentamiento del solvente contenido en el fondo del vaso, y ascensión de los vapores, pasando a través del cesto, siguiendo para el condensador de reflujo (CR), operación esta mantenida en la presión correspondiente a la temperatura de disolución y el solvente condensado en la temperatura un poco abajo de la temperatura de saturación percola a través del contenido del cesto y, que al entrar en contacto con la corriente ascendente de vapores absorbe calor y de forma que al bajar calentado sobre los retazos, lavan el residual de solución de composición polimérica rica en polímero que todavía envuelven el aluminio, siendo entonces la referida solución transferida para el espacio situado por debajo de la base del cesto, obteniéndose lavado completo y continuo del aluminio y finalmente se transfiere, con auxilio de la presión interna, la solución de composición polimérica rica en polímero diluida (SPD), a través de

la válvula lateral del tanque (TQD), para el tanque de solución diluida (TSD) que contiene su propio condensador de reflujo, posicionado por encima del tanque (TQD) que alimentará una nueva carga de residuo de composición polimérica rica en polímero/aluminio, complementada por solvente nuevo o recuperado;

[0281] E.B.D Una vez transferido todo solvente líquido del tanque de disolución (TQD), tras el lavado y estando cerrada la salida de fondo del tanque de disolución (TQD), se procede inicialmente al vacío a través de sistema de vacío (SV) que direcciona el vapor al condensador de reflujo (CR) y de este para la atmósfera y se mantienen el tanque calentado con vapor en la camisa y enseguida a una operación de purga de los vapores residuales contenido en el tanque de disolución, que son arrastrados por una corriente de nitrógeno para purga (NPP) para condensador de reflujo (CR) y de este para la atmósfera;

[0282] E.B.E Enseguida, el tanque de disolución (TQD) se abre, el cesto (CP) es retirado y después de retirada de los pedazos de película de aluminio (FIA) exentos de composición polimérica rica en polímero, retorna a la etapa E.A.b y el aluminio recuperado se direcciona para procesamiento en un horno de fusión y colada u otra etapa;

[0283] E.B.F La solución de composición polimérica rica en polímero concentrado (SPC) contenido en el tanque concentrador de solvente (TCS) se somete a calentamiento para destilar parte del solvente y los vapores se conducen al condensador de reflujo (CRS) que transfiere el solvente de disolución recuperado caliente (SOLVQ) al tanque de stock de solvente (TES) que alimenta el tanque de disolución (TQD), obteniéndose solución resultante (SR) que contiene composición polimérica rica en polímero con mayor viscosidad pudiendo entonces ser enviada a la etapa E.B.G o a las etapas C.1.a, C.2.a, C.3.a, C.4.a o C.5.a; y

[0284] E.B.G La solución resultante (SR) que contiene composición polimérica rica en polímero con mayor viscosidades, de la que fue parcialmente removido el solvente, se somete a arrastre por vapor de agua saturado (VAS), que se ejecuta en la temperatura, próxima a temperatura de reblandecimiento de composición polimérica rica en polímero y empleándose en esta operación vapor directo saturado (obteniéndose en esta situación más intensa y eficiente remoción de solvente, visto ser elevada a entalpia del vapor en esta condición) y vapor indirecto con temperatura del vapor inyectado en la camisa del tanque (TCS) mantenida

próxima a aquella del vapor saturado inyectado (como el vaso se mantiene en esta operación la presión atmosférica y la temperatura de operación es mayor que la temperatura de ebullición del solvente y prácticamente todo él se elimina); la corriente de vapores (agua y solvente) proveniente de esta operación sigue para un condensador, donde el agua condensada se drena y los vapores de solvente salen en la parte superior de este primer condensador (CD1), pasa a un segundo condensador (CD2) donde se produce la condensación del solvente, siguiendo, aún caliente, para el tanque stock de solvente (TES) que retroalimenta el tanque de disolución (TQD) con solvente de disolución recuperado caliente (SOLVQ) (el almacenaje del solvente aún calentado significa economía de energía en el proceso); esta etapa tiene su control de eliminación de solvente ajustada para diferentes procesos de recuperación de la solución polimérica rica en polímero (SPC), en lo que se refiere a su forma final; en la forma de película, polvo o pellets.

[0285] C. Etapa C: obtención de polímero para reutilización:

[0286] C.1 En la forma de precipitado

[0287] E.C.1.a La solución resultante (SR) que contiene composición polimérica rica en polímero con mayor viscosidad es enfriada y precipitada en Etanol (AE) bajo agitación y con enfriamiento indirecto en Tanque de Precipitación (TPP);

[0288] E.C.1.b El polímero precipitado se filtra, en filtro (FIL), separándose el polvo obtenido, entonces se transfiere a un Tanque con agua (TA) donde ocurrirá la eliminación de solventes;

[0289] E.C.1.c El solvente se elimina usándose calentamiento directo con vapor de agua (VA), los vapores de solvente arrastrados son dirigidos a un Condensador (COND) y enseguida a un Tanque de Decantación (TDE) para realizar la separación de la fase inmiscible y del Solvente sobrenadante;

[0290] E.C.1.d La fase acuosa se somete a la destilación para recuperación del etanol recuperado (AER) disuelto en la fase acuosa en destilador (DESA), y la fase orgánica, que contiene en mayor cantidad solvente de disolución sigue para posterior destilación en destilador (DESH), recuperándose de esta mezcla, el solvente de disolución (SOLVQ) y también un poco de etanol partido y en equilibrio con el solvente de disolución en el equilibrio de fases; y

[0291] E.C.1.e El polímero resultante se filtra, en filtro (FIL), y seco en secador convencional (SEC), obteniendo el polímero precipitado seco (PPS).

[0292] En el caso de envases fabricados solamente con películas de polímero aluminizado sin papel y conteniendo polipropileno y polietileno se siguen los mismos procedimientos de las etapas B y C (post extracción de la celulosa), esto es, la recuperación del residuo polímero/aluminio como en el caso anterior es semejante teniendo como única diferencia la temperatura de operación. Si conducida hasta 100 °C, se disuelve solamente el polietileno quedando insoluble el polipropileno. En esta condición, se filtra la solución en caliente y se conduce los componentes sólidos no disueltos, el polipropileno y aluminio, tras lavados con éter de petróleo y posteriormente con etanol, dispersos en un líquido a un sistema de trituración en trituradora con poco corte, especie de licuadora ciega. El referido líquido puede ser, por ejemplo, el etanol. En esta condición, el aluminio será triturado dejando el PP en dimensión mayor, permitiendo así fácil separación por filtración en tamiz.

[0293] El proceso también puede ser optimizado con relación a la energía, si contempla toda la cadena de recuperación, sea separación de la pulpa de papel, polímero y aluminio, haciéndose la recuperación de calor entre todas las fases del proceso, por ejemplo, aprovechamiento de los gases de la caldera (chimenea) salida ~ 250 °C para la torre o correa de secado del polímero tras la evaporación del solvente de lavado. En el caso de conducirse la fusión del aluminio, el enfriamiento de los lingotes podría ser ejecutado en una cámara cuyos gases calientes provenientes del enfriamiento recuperaría calor del aluminio y podría conducirse sea para calentar parte de los solventes o incluso ser empleado para secados de un modo general, ya sea de las películas compuestas tras eliminación de la celulosa, antes de adentrar al proceso de solubilización, secado del polímero pulverizado tras la eliminación del solvente de lavado. Esto es de hecho viable, pues, tendríamos gases calientes con temperatura inicial de 650 y final pudiendo estar en el rango de 105 °C;

**“PROCESO PARA RECICLAJE A TRAVÉS DE SEPARACIÓN DE LOS
CONSTITUYENTES DE ENVASES ALUMINIZADOS Y PLASTIFICADOS,
ENCARTONADOS O NO Y EQUIPOS CORRESPONDIENTES”**

[01] Se refiere la presente patente a proceso para reciclaje y el aprovechamiento de residuos, particularmente lo de envases plastificados y aluminizados, encartonados o no, a través de método y equipos de extracción y separación de los principales componentes presentes en las mismas para aprovechamiento de residuos evitando contaminación ambiental, permitiendo reciclaje de los constituyentes de los residuos, y recuperación de los constituyentes: plástico, aluminio y papel en su forma original, trayendo ventajas de obtener polímero con calidad de reúso, de obtener aluminio aislado que puede ser fundido y purificado a través de procesos convencionales, tales como de reciclaje de latas de aluminio y otras chatarras del referido metal, o, si prefiere ser usado como materia prima para producción de derivados de aluminio tales como sales, organoaluminio, o incluso aluminio pigmento, de hacer uso de solvente de fácil adquisición en el mercado y de bajo costo, de consumir poca energía, de la pulpa de celulosa poder reaplicarse en la producción de papel cartón, para fabricación de cajas, incorporada como parte de una carga de pasta mecánica o incluso seguir para proceso de clarificación, de presentar menores costos de procesamiento y de inversión y de presentar menor relación costo/beneficio.

[02] Como es de conocimiento de los medios técnicos vinculados a la industria de reciclaje para el aprovechamiento de residuos, particularmente lo de envasado, las tecnologías empleadas hasta el presente momento, hacen la recuperación de la pulpa de celulosa de los envases encartonados, plastificados y aluminizados, que se destina a la fabricación de papel. Sin embargo, el residuo compuesto del proceso, aluminio/polímero es simplemente triturado y empleado para la confección de piezas a través del proceso de inyección para producción de artefactos, tales como palo de escoba, prensado térmico en la confección de tejas onduladas entre otros. De esta forma, no haciéndose el aislamiento del componente aluminio no se explora su elevado valor como materia prima. Se conocen también procesos que hacen uso de pirólisis para generación posterior de energía, conduciendo así la producción de combustibles líquidos y /o gaseosos. Con todo, este proceso, aunque produzca combustibles, requiere gran cantidad de energía,

energía esta suministrada pela quema de parte del propio residuo, visto que el proceso de pirólisis involucra reacción extremadamente endotérmica.

[03] Es importante destacar que, en lo que se refiere al envase, en verdad se trata de un sándwich papel/aluminio/ =polímero, donde este último componente polimérico presenta punto de reblandecimiento de 125 °C y punto de fluidez de 190 °C y se constituye en su casi totalidad en polímero, el que contiene en su composición un compatibilizante que promueve mejor adhesión del polietileno de baja densidad al aluminio. Normalmente, se emplea para tal función, poliolefinas funcionalizadas, como copolímero de etileno y ácido acrílico o metacrílico. Estos compuestos en contrapartida contribuirán en la mejora de la compatibilidad del material recuperado con otros termoplásticos, tales como el polipropileno y el polietileno tereftalato (PET) como también las poliamidas como el nylon®, flexibilizando así la futura reutilización del material recuperado.

[04] Haciéndose búsquedas en los bancos de patentes nacionales e internacionales encontramos las siguientes revelaciones:

[05] La patente española PI 2383208 “Procedimientos para el reciclaje de materiales compuestos que contiene aluminio”, revela una técnica que recupera la celulosa por desagregación mecánica de los envases y el residual es entonces conducido para la recuperación del aluminio.

[06] Sin embargo, en este proceso el polietileno es destruido, y convertido en parafinas y gases. El referido proceso utiliza plasma para conducir la operación lo que, además de llevar a la pérdida del polímero requiere para su operación consumo de una elevada cantidad de energía, visto que, para operar el plasma, se necesita de temperaturas en la orden de 15.000 °C, además de la necesidad de operar en atmósfera inertizada, lo que significa elevado costo.

[07] Diversas patentes emplean solventes para recuperación de plásticos de envases encartonados: La patente brasileña PI 0202303-2 “Proceso para separación de películas multicapas utilizada para envases” con utilización de diversos solventes entre los cuales, tetrahidrofurano, xileno, tolueno, tetracloruro de carbono, ácidos orgánicos, agua, acetona y cloroformo; La patente china CN 1554691 “Método para separación de aluminio en hojas y plástico en películas de residuo de envases plásticos aluminizados” hace uso de solventes como la tetralina, tetrahidrofurano además de la incorporación de ácido acético glacial, componente este que

transforma el aluminio en una sal; y la patente coreana KR 20010016352, revela proceso que promueve la reacción del aluminio en la presencia de alcoholes, como el metanol, etanol, propanol o butanol, asociado a sales en la forma de cloruro, tales como cloruros de mercurio, calcio, magnesio aluminio, potasio o incluso ácido clorhídrico.

[08] Estos procesos utilizan solventes y reactivos en su gran mayoría extremadamente tóxicos y cancerígenos, además de presentar un gran potencial de degradación del polímero asociados o no, a compuestos que reaccionan con el aluminio, transformándolo en una sal, llevando no solo a un gran consumo de reactivo, pero también no permitiendo la recuperación total del aluminio en su forma original metálica.

[09] Otras patentes revelan otros métodos de separación, como es el caso de la patente brasileña PI0006641-9 “Solución tensoactiva utilizada en el proceso de reciclaje de plásticos para limpieza e separación del aluminio”, que emplea un tensoactivo y ácido fórmico para remoción de la película polimérica operando en el rango de 85 a 198 °C. Con todo, la presencia de un ácido en las condiciones operativas citadas también lleva al consumo de parte del aluminio presente en el residuo.

[010] Otras patentes también revelan procesos que renueven el aluminio por reacción química, normalmente empleando bases o ácidos fuertes:

[011] La patente brasileña PI 0706115-3 “Reciclaje de envases multicapas”, que utiliza una solución de hidróxido de sodio de la misma forma que la patente norteamericana US 5127958 “Remociones de coberturas metálicas de sustratos poliméricos”.

[012] La patente china CN 102532592 “Agentes de separación aluminio plástico y método de preparación correspondiente, a su vez emplea 5 a 50 % de ácido asociado a un solvente orgánico 25 a 50% no especificado. De modo semejante, la patente japonesa JP 20040327047 revela separación de los polímeros por diferencia de densidad en solución con glicol, con todo, también realiza el ataque del aluminio con hidróxido de sodio.

[013] Es importante destacar que en estos procesos donde se emplean ácidos o bases, estos reactivos se consumen, lo que eleva el costo del proceso, pero también

al consumir total o parcialmente el aluminio, hay pérdidas económicas generando en consecuencia productos de menor valor agregado.

[014] La patente estadounidense US 7,598,297, con el objeto de cubrir otros posibles procesos, describe de manera abarcadora toda posible gama de solventes, como también el empleo de una base fuerte como el hidróxido de sodio o de potasio. Del mismo modo, en un amplio espectro de temperatura. Sin embargo, en su reivindicación hace como única utilización específicamente el xileno, y opera a diferentes temperaturas, así que de manera selectiva puede remover los diferentes polímeros que ocurren naturalmente en los referidos envases, con todo al usar una base fuerte conduce sin duda al consumo del aluminio.

[015] La patente europea EP 0568791 revela un elenco de todo y cualquier solvente sea de diferentes naturalezas como derivados de petróleo (alifáticos, aromáticos nafténicos), compuestos halogenados y sus mezclas, como también amplio rango de temperaturas de 40 a 500 °C, de la misma manera intentando obtener exclusividad de cualquier proceso. Con todo al proceder el proceso de separación de los constituyentes empleando los envases en su forma compuesta papel, aluminio y polímero, ciertamente, además del referido amplio alcance, conduce seguramente a un elevado consumo de solvente en proceso. El referido proceso explora también, de entre otras formas de aplicación, la conducción de la solución que contiene los diferentes polímeros disueltos en los diferentes solventes enumerados a un proceso de craqueo térmico operado en el rango de 650 - 1200 °C y presiones de 0,1-0,3 MPa.

[016] Los procesos revelados en el estado de la técnica presentan los siguientes problemas técnicos, que el proceso de la presente patente resolvió:

[017] 1. Algunos procesos actuales no recuperan todos los constituyentes en su forma de mayor valor agregado. El proceso de la presente invención recupera todos los constituyentes con calidad de reúso;

[018] 2. Algunos procesos consumen mucha energía en la fusión de mezcla de aluminio y polímero, descomponiendo incluso el polímero. El proceso de la presente invención separa solamente con solvente;

[019] 3. Algunos procesos necesitan de operaciones complejas y caras para la separación del polímero del aluminio. El proceso de la presente invención separa

solamente con solvente, conduciendo el proceso por operaciones que implican en baja inversión y bajo costo de materia prima; y

[020] 4. Algunos procesos usan solventes tóxicos y de difícil separación y reciclaje en su uso. El proceso de la presente invención utiliza solventes de bajo costo, abundantes en el mercado, no tóxicos, con reciclaje total y con bajo consumo de energía.

[021] Los procesos revelados en el estado de la técnica presentan los siguientes inconvenientes, desventajas y limitaciones:

[022] a) Algunos procesos actuales no recuperan todos los constituyentes en su forma de mayor valor agregado;

[023] b) Algunos procesos actuales, para recuperación del polímero adherido al aluminio, consumen otros insumos, los que, además de no ser recuperados para retorno al proceso, generan producto de bajo valor comercial;

[024] c) En algunos procesos no se hace la separación del aluminio del polímero, de modo que los dos componentes son empleados mezclados. Así procediendo, el aluminio, componente de elevado valor agregado, en la condición de compuesto aislado, entra solo como carga en los productos elaborados con la referida mezcla;

[025] d) Determinados procesos aíslan el aluminio, pero lo hacen consumiendo gran cantidad de energía, haciendo uso de elevada temperatura, condición esta que lleva al craqueo del polímero que es destruido y llevado a la forma de mezcla de ceras y compuestos volátiles de valor agregado inferior al del polímero, todavía requiere operación en la presencia de atmósfera inerte, que seguramente contribuye con elevación del costo;

[026] e) Uso de solventes caros y tóxicos;

[027] f) Elevados costos de procesamiento y de inversión; y

[028] g) Mayor relación costo /beneficio.

[029] “PROCESO PARA RECICLAJE A TRAVÉS DE SEPARACIÓN DE LOS CONSTITUYENTES DE ENVASES ALUMINIZADOS Y PLASTIFICADOS, ENCARTONADOS O NO Y EQUIPOS CORRESPONDIENTES”, se ha desarrollado para superar los inconvenientes, desventajas y limitaciones de los procesos actuales a través de método con base en la utilización de solvente para la disolución del polímero en la extracción y

separación de los principales componentes presentes en las mismas para aprovechamiento de residuos evitando contaminación ambiental, reciclaje de los constituyentes de los residuos; y recuperación de los constituyentes en su forma original para reutilización como plástico, aluminio y papel.

[030] El proceso de la presente patente presenta las siguientes ventajas con relación a los procesos actuales:

[031] a) El proceso desarrollado obtiene polímero con calidad de reúso para confección de artefactos y películas, que pueden elaborarse con el referido producto recuperado y puede por lo tanto ser utilizado en su forma bruta tal como fue removido del proceso, o todavía ser mezclado a otro polímero virgen o recuperado, en la composición de blendas las que pueden recibir todavía cargas, colorantes u otros aditivos;

[032] b) El aluminio aislado del proceso puede ser conducido a proceso de fusión y purificación, como en los procesos convencionales de reciclaje de latas de aluminio y otras chatarras del referido metal, pudiendo de esta forma ser utilizado como materia prima, sea en la producción de ligas, láminas, compuestos inorgánicos, como sales, aluminatos, o incluso derivados orgánicos como alquilaluminio;

[033] c) La invención hace uso de solvente de fácil adquisición en el mercado y de bajo costo, por no ser compuesto resultante de síntesis, siendo una fracción destilada de petróleo;

[034] d) Por usar un solvente que es una fracción de petróleo en rango estrecho de punto de ebullición y no ser incorporado al producto al final del proceso, la recuperación del mismo es total una vez que retorna integralmente al inicio del proceso. Pudiendo la destilación ser conducida en equipo simple no necesitando de destilación fraccionada;

[035] e) Las características del solvente: temperatura de ebullición baja, reducido calor específico y baja entalpía de evaporación trae significativo destaque en lo que se refiere al consumo de energía, visto que solo pequeña fracción se somete a la evaporación y que casi la totalidad del solvente es reciclado sin pasar por destilación, al que reduce bastante el consumo de energía, pues lo hace vía filtración;

[036] f) El proceso de la invención recupera el polímero manteniendo sus características físicas y químicas, incluso el compatibilizante, lo que favorece la futura aplicación del residuo polimérico recuperado en la formulación de blendas con otros termoplásticos;

[037] g) Se puede reaplicar la pulpa de celulosa en la producción de papel cartón, para fabricación de cajas, incorporada como parte de una carga de pasta mecánica o incluso seguir para proceso de clarificación;

[038] h) Menores costos de procesamiento y de inversión; y

[039] i) Menor relación costo /beneficio.

[040] El proceso de la presente invención tuvo como base los conocimientos y experiencia del inventor en sus trabajos técnicos de investigación y desarrollos anteriores con bloques de compuestos de parafina y polímero aplicados como barrera (moderadores) contra radiaciones y posteriormente en los desarrollos de composiciones explosivas, específicamente del tipo emulsiones.

[041] Las investigaciones han iniciado para suplir la necesidad de reciclar residuos de envases para recuperar el polímero de residuo polímero/aluminio resultante de proceso mecánico, que emplea *hydrapulper* para recuperación de la pulpa de papel de residuo de envases aluminizados.

[042] El objetivo inicial era remover el aluminio por disolución y ataque químico, para producción de sales de aluminio con vistas a la utilización en tratamiento de efluentes. El proceso fue también ajustado para obtener aluminatos, sulfatos y cloruro de aluminio. El polímero resultante, de la digestión con el ácido, o con la base, tras lavado entonces sería conducido para reciclaje. Sin embargo, evaluándose el precio de las referidas sales, y comparando la flexibilidad de utilización del aluminio en su estado metálico (reducido), se decidió evaluar la posibilidad de remoción del metal sin que este fuera llevado a su estado oxidado.

[043] Teniendo como base conocimiento de las propiedades del polímero, en lo que se refiere a su estructura y similitud con las parafinas sólidas, se inició ensayos de solubilización del polímero en la parafina sólida en la siguiente secuencia:

[044] En un vaso de precipitado que contiene 100 g de parafina sólida, tras sometida a la fusión y habiendo elevado la temperatura para 100 °C, se incorporó 20 g de películas que contiene aluminio /polímero. Se elevó la temperatura para

alrededor de 125 °C. Se agitó con un bastón de vidrio por cinco minutos. Se transfirió todo el contenido para un otro vaso de precipitado pasando la parafina fundida a través de un tamiz metálico. Tras enfriado el contenido del tamiz, se lavó con tetracloruro de carbono en frío. Sabiendo que este solubiliza la parafina en frío, pero el polímero solamente si está calentado, se puede verificar que la parafina removi6 el polímero adherido al aluminio, hecho comprobado al rasgar la película resultante, que se rompió sin estirar una película plástica diferente del comportamiento de rasgadura de la película compuesta.

[045] Otra constatación fue que la mezcla resultante parafina/polímero solidificó en temperatura inferior cuando sometida a calentamiento comparada a una prueba en blanco solo con parafina.

[046] Ante ello, se pensó en una forma posible de separar la parafina del polímero. Se encontró con un problema de difícil solución, pues no sería posible pensar en destilación o solubilización fraccionada, pues se trataba de mezcla de pesos moleculares elevados. Se partió, entonces, para emplear directamente el tetracloruro de carbono. Con todo por presentar elevado costo y también características de elevada toxicidad, se desistió de su uso.

[047] Se investigó, entonces, otros clorados, pero los problemas citados por el primero también se repitieron.

[048] En etapa siguiente, se han realizado estudios con solventes aromáticos, clorados y no clorados, nafténicos, así como también se han probado ésteres de alcoholes, acetatos de amilo, metilo, butilo y otros.

[049] En paralelo, también se han probado las remociones de aluminio vinculados a polipropileno, PET y PVC presentes en diferentes embalajes como *blíster* de medicamento, embalajes de polvos de refresco, embalajes de galletas, caramelos y papas fritas. Para todos estos productos, se han conseguido resultados positivos para algunos de los solventes probados. Algunos de los referidos solventes, se han estudiado con más criterio considerando el aspecto de riesgos a salud como también accesibilidad y costo de estos.

[050] Con todo, el enfoque principal continuaba siendo los envases aluminizados encartonados. En este sentido, los ensayos con los otros residuos se han interrumpido dándose continuidad a las pruebas con estes últimos.

[051] Teniendo en cuenta la dificultad de separación cuando se usó parafina, se resolvió evaluar el empleo de queroseno, por ser este de estructura parafínica semejante a la parafina sólida empleada. Los resultados obtenidos al emplear las mismas relaciones másicas fueron positivos. La disolución ocurría en menos de 5 minutos. Surgió, entonces, el próximo problema, eliminar todo solvente del polímero. El solvente, probablemente debería tener en su composición compuestos parafínicos de elevado peso molecular en pequeñas cantidades, lo que requería que fuera el polímero llevado a temperatura elevada para la eficaz conducción de la remoción de aquel componente residual. Considerando también el tamaño de la cadena del queroseno y a de la parafina, fuertes serían las interacciones presentes, factores que dificultan la separación.

[052] Se partió, entonces, para la separación por precipitación. La solución de polímero/queroseno tras enfriada se presentaba como una pasta. Esta pasta era, entonces, incorporada al igual volumen de etanol bajo agitación. Enseguida, se filtró el polímero precipitado, sometién dose a sucesivos lavados con etanol. Se sometió a secado y se obtuvo polímero precipitado.

[053] La mezcla de solvente resultante fue sometida a la destilación con la intención de separar el etanol del queroseno. Considerando las dificultades en la eliminación por destilación del queroseno residual en el polímero precipitado se partió en la secuencia para utilización de solvente con las mismas características del queroseno, pero de menor punto de ebullición.

[054] Se utilizó, entonces, hexano comercial, debido al hecho de ser un solvente más volátil, se procedió a la disolución, en balón, acoplado al que se colocó un condensador de reflujo. Se empleó la misma relación solvente/residuo. Cinco minutos han sido suficientes para que ocurriera la disolución.

[055] En otro experimento, se empleó éter de petróleo, rango de destilación de 60 °C. Se observó dificultad de disolución, visto que diferente del hexano comercial empleado en el ensayo anterior, la temperatura alcanzada en este último no era suficiente para conducir la disolución.

[056] En un experimento posterior, debido al observado en el ensayo anterior, se colocó las mismas cantidades de solvente/residuo en un tanque de acero, que fue entonces cerrado y colocado bajo calentamiento en agua caliente. Cuando el baño maría alcanzó temperatura de ebullición se retiró el tanque que estaba bajo

calentamiento y se aguardó el enfriamiento. Al abrirse el tanque, por estar su contenido todavía levemente calentado, gran parte del solvente vaporizó del tanque, en consecuencia, se formó una esponja de polímero. Enseguida, se reprodujo el experimento, bajo presión con el fin de operar en la temperatura de reblandecimiento del polímero. Alcanzada la disolución, el solvente se removió gradualmente, manteniéndose el ambiente del disolutor calentado en la misma presión y temperatura, obteniéndose al final, tras enfriamiento, polímero sólido.

[057] Siendo así, tras la realización de diversas pruebas, se concluyó que el solvente más adecuado para el aislamiento y separación de polímero de los envases encartonados aluminizados y plastificados, son los alcanos de bajo y medio punto de ebullición, por lo tanto de menor peso molecular porque más fácilmente interaccionan con la gran cadena del polímero y favorecen, debido a reducido tamaño de la cadena, rápida interacción y consecuente disolución del polímero, una vez que, debido a su pequeña longitud de cadena, fácilmente se difunde entre las cadenas de polímeros. Aún, siendo la estructura del solvente lineal y similar al polímero, poco interfiere en la quiebra de la misma, ocurriendo solo el rompimiento de fuerzas de Van der Waals.

[058] La razón por lo que se optó por el empleo de hidrocarburos parafínicos normales (alcanos de cadena lineal) es por el hecho de ser estos compuestos menos tóxicos que los aromáticos o incluso los nafténicos, minimizando también los riesgos de ocurrencia de degradación del polímero (esto es, en consecuencia de la similitud estructural) como también por su fácil eliminación por evaporación y/o destilación.

[059] Los experimentos han mostrado la viabilidad del uso de solvente de hidrocarburos parafínicos de punto de ebullición menor que 120 °C, preferentemente de 60 a 100 °C, operación está muy abajo de la temperatura de fluidez del polímero que es de aproximadamente 190 °C, de esta forma, se observa que se opera en la temperatura por debajo del reblandecimiento, alrededor de 105 °C, no siendo necesario operar con presiones tan elevadas. La facilidad de disolución y consecuente flexibilidad de su eliminación cuando el retorno a la presión atmosférica lleva a una mejor calidad final del polímero recuperado. Para contornar el problema de la temperatura de disolución, en caso de que esta quede por debajo de la temperatura de reblandecimiento del polímero, se operó con

aumento de la presión alcanzando así la temperatura ideal de proceso que es la temperatura de reblandecimiento del polímero.

[060] Cuanto a la separación del solvente, como el punto de ebullición era inferior a temperatura de reblandecimiento del polímero, cuando la solución dejaba el disolutor parte del solvente evaporaba, pero antes de retirar el aluminio, se añadía, por supuesto, tras la remoción de la solución que contiene mayor parte del polímero, nuevo solvente (destilado) que lavaba el aluminio. Este solvente, aún calentado, era empleado como primer solvente del próximo lote, de esta manera se optimizaba también el proceso de recuperación del solvente.

[061] La solución que contiene el polímero, tras parcial concentración debido a la evaporación parcial del solvente, cuyos vapores eran conducidos al condensador, era entonces conducida para la etapa posterior.

[062] Por fin, en la última secuencia de experimentos se evaluó técnica de filtración. Se sabe que en la ultrafiltración (emulsiones, bacterias, grasas y macromoléculas), el rango de presión de operación se sitúa entre 1 a 10 bar, teniendo las membranas poros de 0,001 a 0,1 μm . Siendo el peso molecular medio del Polímero ~ 200000 Da, esta técnica podría ser promisoría, sumada aún a la posibilidad de utilización racional de energía, por ejemplo. Aprovechamiento de los gases servidos de una caldera, saliendo de la chimenea con temperatura alrededor de 250 °C, gases estos que podrían ser conducidos para la torre o correa de evaporación y secado del polímero. Todavía, en caso de que fuera ejecutada la fusión del aluminio, al enfriar los lingotes, el aire del intercambiador de calor saldría con temperatura inicial de 650 °C y final pudiendo estar en el rango de 125 °C, de esta manera haciéndose adecuado aprovechamiento energético.

[063] Se probó inicialmente la filtración bajo presión de una solución con el 11 % de polímero disuelto usando papel de filtro sobre una placa cerámica porosa y se observó que el solvente migró por capilaridad y el polímero más concentrado quedaba retenido sobre el papel.

[064] En otro ensayo, se sometió la solución a enfriamiento ambiente y posterior filtración sobre papel, aplicando leve presión manualmente con equipo en forma de jeringa y se observó que el solvente fue fácilmente separado. Posteriormente, se prensó la tarta húmeda enrollada en papel usando una prensa, la tarta formada quedó con poquísimos solvente. De esta manera, quedó evidente que

el proceso de separación puede ser eficientemente perfeccionado, consecuentemente economizando energía, filtrándose la solución en caliente y posteriormente sometiendo la torta a una compresión sobre superficie filtrante. Aunque que las emplee filtro de papel, la torta se suelta fácilmente de este y posteriormente se puede someter el material pulverizado a secado final con total eliminación del solvente residual, con o sin lavado previo.

[065] Se verificó también el tiempo mínimo necesario para disolución del polímero asociado a la película de aluminio de los envases Tetra Pack®, para esto el residuo de estos envases con la celulosa ya removida se han sometido a la solubilización en queroseno y mantenido a 100 °C. Con el empleo de una pinza, pedazos de la película midiendo aproximadamente 30 mm x 30 mm han sido inmersos en el solvente calentados y procediendo leve movimiento se han removido tras transcurrido diferentes intervalos de tiempo: 2, 4, 6, 8, 10, hasta 20 segundos. Cada pedazo individual, mediatamente tras emergido del queroseno calentado, fue enseguida inmerso en otro copo de precipitado, este conteniendo éter de petróleo frío. Procedimiento que tenía como objetivo enjuagar, esto es, remover la solución residual que por ventura envolvía las películas y también facilitar la posterior eliminación a baja temperatura. Para verificación de la eficiencia del proceso de disolución, cada pedazo de muestra ha sido sometido a la rasgadura. Se observa que la película de Aluminio/polímero al someterse a este procedimiento estira presentándose como una película de aluminio agrietado aún adherido a una película de polímero extendido. Como resultado de los ensayos, se puede observar que incluso aquellos pedazos mantenidos solo por dos segundos inmersos en el solvente han presentado remoción del polímero, hecho constatado por la fragilidad del mismo ante la rasgadura. Frente a ello, se puede afirmar que el tiempo necesario para solubilización del polímero es extremadamente reducido. Esto se debe a gran área de película, asociado a la reducida espesura de los mismos. Con todo, para garantizar que todo el polímero sea removido es conveniente que se mantenga el material sumergido por un tiempo más largo, principalmente para garantizar la disolución de capas más espesas presentes, como en el caso de las regiones de encolado de las cajas donde hay la superposición de película. También es importante, que las tapas sean removidas en la fase de desagregación de las cajas, visto que si presentes en la fase de disolución, exigirán un tiempo mucho más largo

de calentamiento. Con todo, si no se remueven, acompañarán el aluminio y deberán ser removidas mecánicamente de la mezcla hojas de aluminio/polímero y tapas, vía tamizado o barandilla. La agitación es también de fundamental importancia para favorecer la difusión del solvente y también facilitar la desagregación de los residuos, que, resultante del proceso anterior se presentan arrugados y agregados.

[066] De manera sucinta, el nuevo proceso trae las siguientes novedades:

[067] 1. Utilización de disolución del polímero con un solvente de la familia de los alcanos de bajo y medio punto de ebullición, por lo tanto de menor peso molecular, preferentemente hidrocarburos parafinicos de punto de ebullición menor que 100 °C, preferentemente de 60 a 120 °C. Como ejemplo en este nuevo proceso, se puede emplear queroseno, pero operando a solo 105 °C, temperatura muy por debajo de su temperatura de ebullición, y muy por debajo de su punto de fulgor, presentando ventaja de baja inflamabilidad en esta temperatura. En la secuencia, en frío, remoción del queroseno residual, a través del lavado con hidrocarburo de punto de ebullición reducido, que será al final fácilmente eliminado. Estos hidrocarburos fácilmente interaccionan con la gran cadena del polímero, favoreciendo, debido a reducido tamaño de la cadena, rápida interacción y consecuente disolución del polímero, una vez que, debido a su pequeña extensión de cadena, fácilmente adentran y se difunden entre la cadena de polímero, y aun siendo de estructura similar poco interfiere en lo que se refiere a la quiebra de la misma, ocurriendo solo el rompimiento de fuerzas de Van der Waals;

[068] 2. Operación en temperaturas muy por debajo de la temperatura de fluidez del polímero que es de aproximadamente 190 °C, de esta manera se observa que opera en la temperatura por debajo del reblandecimiento, que es de alrededor de 125 °C, no siendo necesario operar bajo presión. Esta novedad trae también como ventaja, en la operación subsecuente, fácil eliminación y consecuente recuperación del solvente empleado cuando sometidos a la presión atmosférica;

[069] 3. Separación del aluminio del polímero del residuo rico en polímero/aluminio por disolución del polímero en solvente recirculante, con concentración del polímero en la solución durante su tiempo de residencia;

[070] 4. Separación del Polímero y del solvente de la solución rica en polímero concentrada obteniendo polímero reutilizable y solvente reciclado en el propio proceso;

[071] 5. Para la eliminación del residuo de solvente de disolución en el aluminio, se utiliza solvente lavador elegido entre hidrocarburos de bajo punto de ebullición en su forma preferencial a fracción de hidrocarburo en el rango de destilación del hexano comercial, o éter de petróleo o alternativamente el etanol 96 °GL.

[072] 6. Proceso requiere reducido tiempo de disolución, siendo por eso, factible su operación de forma continua, lo que lleva a la reducción de la dimensión de los disolutores, pudiendo ser efectuado, ya sea a través de roscas transportadoras, correas transportadoras con inmersión en el solvente, bombeo, asociado a filtración, ya sea con enfriamiento o no, en caso de que se adopte ultrafiltración, dispositivos como extrusoras cuya pared de la camisa sea el elemento filtrante, o cualquier conjunto de disposición constructiva que sea pasible de ejecutar las operaciones unitarias de forma continua o aun la asociación de operaciones continuas con operaciones por lote;

[073] 7. Optimización del proceso con relación a la energía, si contemplarse toda la cadena de recuperación, sea separación de la pulpa de papel, polímero y aluminio, haciéndose la recuperación de calor entre las fases del proceso, por ejemplo, aprovechamiento de los gases servidos de proceso, como por ejemplo de una caldera (chimenea) salida ~ 250 °C para la torre o correa de secado del polímero tras la evaporación del solvente de lavado. En el caso de conducirse la fusión del aluminio, el enfriamiento de los lingotes podría ser ejecutado en una cámara cuyos gases calientes provenientes del enfriamiento recuperarían calor del aluminio y podrían conducirse sea para calentar parte de los solventes o incluso ser empleados para secados de un modo general, ya sea de las películas compuestas tras eliminación de la celulosa, antes de adentrar al proceso de solubilización, secado del polímero pulverizado tras la eliminación del solvente de lavado. Esto es de hecho viable, pues, tendríamos gases calientes con temperatura inicial de 650 °C y final pudiendo estar en el rango de 105 °C;

[074] 8. Opcionalmente, la separación del solvente del polímero puede producirse por proceso de destilación, en operación por lote, donde la adición de solvente nuevo (destilado) antes de la retirada del aluminio del disolutor, conduciendo el lavado del aluminio, removiendo así residuo de polímero solubilizado a él adherido. Su posterior utilización como primer solvente para el

próximo lote, propicia no solo el consumo eficaz del propio solvente como también conduce a mayor y más eficiente recuperación del polímero;

[075] 9. Obtención del polímero recuperado, sin la necesidad de reproceso por fusión, con el fin de evitar mayor tiempo de procesamiento con refusión;

[076] 10. Alternativa de formación de película de polímero con recuperación paralela de solvente a través de proceso conducido en torre con rodillo calentado por vapor, pudiendo la referida película ser o no triturada inmediatamente tras su formación;

[077] 11. Alternativa de aislamiento del polímero contenido en la solución por inyección de la solución preconcentrada, en disco rotativo y en una cámara del tipo *spray dryer*; y

[078] 12. Obtención del polímero precipitado por la incorporación de un segundo solvente.

[079] Para mejor comprensión de la presente patente, se anexan las siguientes figuras:

[080] **FIGURA 1.**, que muestra el diagrama de flujo del proceso continuo para reciclaje a través de separación de los constituyentes de envases aluminizados y plastificados, encartonados o no de la presente patente;

[081] **FIGURA 2.**, que muestra el diagrama de flujo del proceso intermitente para reciclaje a través de separación de los constituyentes de envases aluminizados y plastificados, encartonados o no de la presente patente;

[082] **FIGURA 3.**, que muestra la vista esquemática del dispositivo especial de salida de aluminio en tres posiciones de funcionamiento;

[083] **FIGURA 4.**, que muestra el diagrama de bloques del proceso y equipos en la etapa A de separación de la celulosa de los envases aluminizados y encartonados de la presente patente;

[084] **FIGURA 5.**, que muestra el diagrama de bloques del proceso y equipos en su forma preferente en la etapa B de separación y aislamiento de aluminio y de la composición polimérica rica en polímero contenido en la mezcla aluminio/polímero;

[085] **FIGURA 6.**, que muestra el diagrama de bloques del proceso y equipos en la primera alternativa de la etapa B.a de separación y aislamiento de aluminio y

de la composición polimérica rica en polímero contenido en la mezcla aluminio/polímero;

[086] **FIGURA 7.**, que muestra el diagrama de bloques del proceso y equipos en la segunda alternativa de la etapa B.a de separación y aislamiento de aluminio y de la composición polimérica rica en polímero contenido en la mezcla aluminio/polímero;

[087] **FIGURA 8.**, que muestra el diagrama de bloques del proceso y equipos de la alternativa de la etapa B.d de separación del polímero de la solución rica en polímero concentrada;

[088] **FIGURA 9.**, que muestra el diagrama de bloques del proceso alternativo de realización de toda etapa B del proceso de separación y aislamiento de aluminio y de la composición polimérica rica en polímero contenido en la mezcla aluminio/polímero; y

[089] **FIGURA 10.**, que muestra el diagrama de bloques del proceso en la etapa C en la opción C.1, de obtención de polímero en la forma de precipitado seco.

[090] Para mejor comprensión del proceso, establecemos las siguientes identificaciones de las corrientes y equipos:

- [091] A01 - dosificador de película
- [092] B01 - alimentador intermitente
- [093] B01A - alimentador continuo
- [094] B02 - Tanque de suspensión
- [095] C01 - tanque disolutor
- [096] D01 - filtro de tela especial
- [097] E01 - tanque lavador de residuo de polímero
- [098] F01 - tanque de solución concentrada
- [099] F02 - tanque de solución diluida
- [0100] G10 - dispositivo especial de salida de aluminio
- [0101] G11 - émbolo
- [0102] G11A - cavidad
- [0103] G12 - camisa
- [0104] G12A - abertura superior
- [0105] G12B - abertura inferior
- [0106] H01 - secador de polímero

[0107]	I01 - filtro de pasta
[0108]	J01 - condensador de vapores de solvente
[0109]	K01 - secador de aluminio
[0110]	L01 - enfriador de solución concentrada
[0111]	LM01 - recuperador de calor
[0112]	M01 - Calentador de solvente
[0113]	N01 - Alimentador de solución concentrada
[0114]	N02 - Alimentador de retorno de solvente
[0115]	N03 - Alimentador de solución concentrada
[0116]	N04 - Alimentador de solvente
[0117]	O01 - tanque de queroseno
[0118]	P01- triturador de aluminio
[0119]	Q01 - tanque de flotación
[0120]	R01 - cesto enrejado
[0121]	S01 - prensa
[0122]	T01 - bomba de recirculación
[0123]	U01 - válvula
[0124]	U02 - válvula
[0125]	V01 - bomba de retorno
[0126]	X01 - tanque de solvente
[0127]	Y01 - filtro de drenaje
[0128]	Z01 - Bomba alimentadora de solvente de lavado
[0129]	Z02 - bomba de solución concentrada
[0130]	Z03 - bomba de solvente
[0131]	ECAP - Envases encartonados, aluminizados y plastificados
[0132]	RME - Trituradora Mecánica
[0133]	RTS - Retazos Sucios
[0134]	TLR - Tanque de Lavado de Retazos
[0135]	CP - Cestos Perforados
[0136]	FRS - Conjunto de Filtros de Remoción de Suciedades
[0137]	SRF - Suciedades Retenidas en el conjunto de Filtros
[0138]	ARE - Agua Recuperada
[0139]	RTL - Retazos Limpios

[0140]	DHP – Desagregación en Disgregador <i>Hidrapulper</i>
[0141]	CCF – Cesto Cilíndrico Fijo
[0142]	RPA – Residuo de Composición Polimérica Rica en Polímero/Aluminio
[0143]	PC – Pulpa de Celulosa
[0144]	TTR - Tambor enrejado Rotativo Inclinado
[0145]	HC – Hidrociclones
[0146]	TET - Transportador de Correa Enrejada
[0147]	AFIC – Agua Filtrada Exenta de Celulosa
[0148]	SEC – Secador
[0149]	CES – Celulosa Seca
[0150]	MP – Máquina de Papel
[0151]	FPA – Hojas de Papel
[0152]	BR – Blanqueador
[0153]	CEB – Celulosa Blanqueada
[0154]	SOLV – Solvente de disolución recuperado
[0155]	CAI - Canal Inclinado
[0156]	CTL - Correa Transportadora Enrejada
[0157]	FSPC – Filtro de Solución Rica en Polímero Concentrado
[0158]	BSPC – Bomba de Solución Rica en Polímero Concentrado
[0159]	SPC – Solución rica en Polímero Concentrado
[0160]	SPD – Solución rica en polímero diluida
[0161]	FAIP - Hojas de aluminio impregnado con polímero y solvente
[0162]	CAV - Cámara de Vacío
[0163]	FAIS - Hojas de aluminio impregnado con solvente
[0164]	SL – Solvente Lavador
[0165]	SEI - Secador Inferior
[0166]	COS - Condensador de Solvente
[0167]	FA – Hojas de Aluminio
[0168]	SOLVQ – Solvente de disolución recuperado caliente
[0169]	SU – Separador por Ultrafiltración
[0170]	PFP- Polímero en la Forma de Pasta
[0171]	FPL – Filtro Prensa con Lavado
[0172]	MDS – Mezcla de Solvente

[0173]	PPU – Polvo de Polímero Húmedo
[0174]	DSS– Destilador Simple de Solvente
[0175]	SEPO – Secador de Polímero
[0176]	SLR - Solvente Lavador Recuperado
[0177]	PPS – Polvo de Polímero Seco
[0178]	CTL - Correa Transportadora Enrejada
[0179]	DSPC - Filtro de Solución
[0180]	BSPC - Bomba de Recirculación de Solución
[0181]	EH – Extractor de Hildebrand
[0182]	RSTC - Intercambiador de Calor de Enfriamiento de Solución
[0183]	FFP – Filtro por Prensado
[0184]	AQS – Calentador de solvente
[0185]	PFP- Polímero en la Forma de Pasta
[0186]	TQD – Tanque de Disolución
[0187]	CR – Condensador de Reflujo
[0188]	TSF – Termosifón
[0189]	TS – Tanque de Solvente
[0190]	FL – Filtro de Línea
[0191]	TCS – Tanque Concentrador de Solvente
[0192]	TSD – Tanque de Solución Diluida
[0193]	TES – Tanque de almacenaje de solución
[0194]	SV – Sistema de Vacío
[0195]	NPP – Nitrógeno para Purga
[0196]	FIA – Película de Aluminio
[0197]	CRS – Condensador de Reflujo
[0198]	SR – Solución Resultante
[0199]	VAS – Vapor de agua Saturado
[0200]	CD1 – Condensador 1
[0201]	CD2 – Condensador 2
[0202]	VA – Vapor de agua
[0203]	TPP - Tanque de Precipitación
[0204]	FIL – Filtro de Polímero
[0205]	TA – Tanque con Agua

- [0206] PPS – Polímero Precipitado Seco
- [0207] TDE – Torre de Decantación
- [0208] COND – Condensador
- [0209] DESA – Destilador de Etanol
- [0210] DESH – Destilador de solvente de disolución
- [0211] AER – Etanol Recuperado

[0212] En la búsqueda de mejoras en el proceso y en la elección de los equipos, han sido estudiadas opciones y han sido obtenidos resultados que resultaron en optimizaciones, a continuación descritas:

[0213] Proceso para reciclaje a través de separación de los constituyentes de envases aluminizados y plastificados, encartonados o no, constituido por, separación de los constituyentes de película plástica de polietileno o polipropileno con aluminio a través de solubilización del polímero en un solvente primario compatible, operación efectuada por debajo de la temperatura de reblandecimiento del polímero y bajo presión, seguido de insolubilización vía reducción de temperatura o por incorporación de un solvente secundario con afinidad con el solvente primario y no solvente del polímero, separación del solvente del polímero y por fin filtración y reutilización del solvente en la fase de solubilización, de forma continua en la siguiente secuencia:

[0214] A) Alimentación de pequeños retazos de película o equivalente de forma intermitente a través del dosificador de película (A01), pasando por una válvula de bloqueo (U01) en la entrada del alimentador intermitente (B01) y de este a través de otra válvula de bloqueo (U02) en la entrada del alimentador continuo (B01A);

[0215] B) Se dosifica una cantidad predefinida de película del alimentador intermitente (B01) con válvula (U01) bloqueada y la válvula (U02) abierta transfiriendo la película para alimentador continuo (B01); se bloquea la válvula (U02) y se desbloquea la válvula (U01) y se realimenta película del alimentador (A01) para el alimentador intermitente (B01); y así sucesivamente;

[0216] C) Se alimenta película del alimentador continuo (B01A) a través de su rosca transportadora interna, concomitante a la entrada del solvente, en el tanque de suspensión (B02) con la válvula (U02) bloqueada, con alimentación volumétrica continua de solvente a través de la bomba alimentadora de solvente

(Z01) en una relación de 8 a 15 partes de solvente para una parte de película, con el fin de cubrir todo el contenido de película en el tanque de suspensión (B02) y formación de una suspensión de la película polímero/aluminio en solvente;

[0217] D) Alimentación de la suspensión en el tanque de disolutor (C01) donde la suspensión sufre rotación por perfil en el formato de un paso helicoidal interno y calentamiento a 100 a 105 °C de forma indirecta y con mayor recorrido de circulación, agitación y consecuente mejor convección, manteniéndose un tiempo de residencia de 2 a 5 segundos;

[0218] E) Al final de la disolución, la corriente líquida con la solución de polímero y aluminio en suspensión, adentra a un filtro de tela especial (D01) transportado por una rosca helicoidal, que conduce el aluminio a lo largo de la operación de filtración y separa la solución concentrada;

[0219] F) La solución concentrada atraviesa las paredes de la tela manteniendo una contra presión al fluido en las salidas de solución para mantener el tanque disolutor (C01) presurizado y se recoge en el tanque de solución concentrada (F01) y el aluminio con residual de polímero sigue empujado por la rosca del filtro (D01) a otro compartimento contiguo, el tanque lavador de residuo de polímero (E01) e inmediatamente antes y después de la pared que comunica los dos compartimentos, el conducto no más permite el paso a través de su superficie y utilizando diferente velocidad el aluminio se conduce para el dispositivo especial de salida de aluminio (G01) hacia fuera del sistema;

[0220] G) En el tanque lavador de residuo de polímero (E01) se inyecta solvente filtrado y condensado proveniente del tanque de solvente (X01), a través del interior del eje de la rosca helicoidal del tanque (E01), para remover residual de solución de polímero en el aluminio y la solución diluida atraviesa la tela manteniendo una contra presión al fluido en las salidas de solución para mantener el tanque disolutor (C01) presurizado y es recogida en el tanque de solución diluida (F02);

[0221] H) La solución concentrada, tras alcanzado el régimen, se recoge en el tanque de solución concentrada (F01) y es transferida de forma continua por la bomba de solución concentrada (Z02) para enfriamiento entre 50 a 70 °C, inicialmente en el recuperador de calor (LM01) para ceder calor al solvente filtrado y condensado, y de manera complementaria en el enfriador de solución

concentrada (L01) con el fin de precipitar e insolubilizar el polímero, siguiendo entonces para filtración en el filtro de pasta (I01), de donde el solvente filtrado se acumula, juntamente con solvente proveniente del condensador (J01), en el tanque de solvente (X01) y retorna pasando por el recuperador de calor (LM01), por la bomba de solvente (Z03), por el calentador de solvente (M01) y por el eje de la rosca helicoidal del tanque lavador de residuo de polímero (E01);

[0222] I) La solución diluida, proveniente de la limpieza del aluminio en el tanque lavador de residuo de polímero (E01), se recoge en el tanque de solución diluida (F02), y retorna al inicio del proceso de forma continua a través de la bomba alimentadora de solvente de lavado (Z01);

[0223] J) La tarta tras la filtración sigue para secado en el secador de polímero (H01) y los vapores de solvente siguen para el condensador (J01) y el solvente condensado se junta con el solvente condensado proveniente del secador de aluminio (K01);

[0224] L) Todas las corrientes de vapores de solvente, tras condensados, siguen para el tanque de solvente (X01), son reutilizadas para lavado del aluminio y de ahí para el inicio del proceso;

[0225] M) El aluminio se retira de forma intermitente, a través de un dispositivo especial de salida de aluminio (G1O) con abertura y cierre intermitente, rotativo y con desplazamiento alternativo vertical con el fin de también mantener la presión en el interior del tanque disolutor (C01) y el aluminio del que fue removido el polímero, se conduce para secado en el secador (K01), separándose los vapores de solvente que sigue para el condensador (J01) juntándose con el solvente condensado proveniente del secador de polímero (H01);

[0226] O) Aluminio seco que contiene pequeñas cantidades de fibra celulósicas y pedazos de tapas no removidas, así como cintas de polipropileno, en proceso por lote, se alimentan en un tanque de trituración (P01), se añade queroseno a temperatura ambiente y se realiza la trituración con cizallamiento, no solo removiendo el residual de polímero, sino que todas las fibras celulósicas residuales se sueltan;

[0227] P) Se desconecta, entonces, la agitación y se transfiere la suspensión de aluminio para el tanque de flotación (Q01), se asperje aire a través de dispositivo contenido en el fondo del tanque de trituración (P01), produciéndose la

formación de espuma que acarrea las fibras y retazos de cinta de polipropileno y fibras celulósicas;

[0228] Q) Esta espuma es continuamente removida, por el drenaje de la corriente líquida sobrenadante, espuma que pasa a través de un cesto enrejado (R01), donde tendrá lugar la retención de los particulados leves de polipropileno y fibra, retornando entonces el queroseno al tanque, por bombeo con la bomba de recirculación (T01) por su parte inferior; y

[0229] R) La suspensión de aluminio, tras eliminadas las impurezas, es drenada por un filtro (Y01), el queroseno se bombea con la bomba de retorno (V01) y retorna para el tanque de queroseno (O01) que alimentará el próximo lote y el aluminio sigue para prensado en la prensa (S01) para remoción de gran parte de queroseno, que sigue para la etapa de fusión, donde se produce evaporación del restante de queroseno retenido.

[0230] Alternativamente, el proceso optimizado podrá realizarse de forma intermitente con las siguientes etapas modificadas:

[0231] A) Alimentación de pequeños retazos de película o equivalente de forma intermitente a través del dosificador de película (A01), pasando por una válvula de bloqueo (U01) en la entrada del alimentador intermitente (B01) y de este a través de otra válvula de bloqueo (U02) en la entrada del tanque de suspensión (B02);

[0232] B) Una vez bloqueada la válvula (U01) entre el dosificador de película (A01) y el alimentador intermitente (B01), se dosifica la película concomitante a la alimentación del solvente en el tanque de suspensión (B02) y a cada realimentación del tanque intermediario (B01), la válvula (U02) entre este y el tanque de suspensión (B02) se mantiene cerrada;

[0233] C) Alimentación volumétrica intermitente de solución concentrada a través del alimentador de solución concentrada (N01) y de solvente de lavado a través del alimentador de retorno de solvente (N02) efectuada por desplazamiento positivo, el primero operando solamente hasta la entrada en régimen, en una relación de 8 a 15 partes de solvente para una parte de película, de forma a cubrir todo el contenido de película en el tanque de suspensión (B02) y formación de una suspensión del película polímero/aluminio en solvente;

H) La solución concentrada, tras alcanzado el régimen, se recoge en el tanque de solución concentrada (F01) y se transfiere de manera intermitente por el alimentador de solución concentrada (N03) para enfriamiento entre 50 y 70 °C, inicialmente en el recuperador de calor (LM01) para ceder calor al solvente filtrado y condensado, y de manera complementaria, enfriado en el enfriador de solución concentrada (L01) con el fin de precipitar e insolubilizar el polímero, siguiendo entonces para filtración en el filtro de pasta (I01), de donde el solvente filtrado se acumula, juntamente con solvente proveniente del condensador (J01), en el tanque de solvente (X01) y retorna pasando por el recuperador de calor (LM01), por el alimentador de solvente (N04) de manera intermitente, por el calentador de solvente (M01) y por el eje de la rosca helicoidal del tanque de remoción de residual de polímero (E01); y

[0234] I) La solución diluida, proveniente de la limpieza del aluminio en el tanque lavador de residuo de polímero (E01), se recoge en el tanque de solución diluida (F02), y retorna al inicio del proceso de manera intermitente a través del alimentador de retorno de solvente (N02);

[0235] Para realización del proceso de reciclaje a través de separación de los constituyentes de envases aluminizados y plastificados, encartonados o no, de manera continua, se han adoptados los siguientes equipos: dosificador de película (A01) volumétrico del tipo válvula rotativa o rosca transportadora o correa transportadora; alimentador intermitente (B01) de formato cilíndrico y fondo cónico, intercalado entre el alimentador continuo (B01A) y el dosificador de película (A01) y con la válvula (U01) de bloqueo del tipo diafragma en la entrada; alimentador continuo (B01A) de formato cilíndrico y fondo cónico con rosca transportadora interna, con la válvula (U02) de bloqueo del tipo diafragma en la entrada y con conexión tangencial de alimentación de solvente; tanque disolutor (C01) con sección cilíndrica y camisa de calentamiento, teniendo en su interior, a lo largo de su sección vertical, un paso helicoidal fijo involucrando toda sección circular transversal; filtro de tela especial (D01) de formato cónico y con rosca helicoidal cónica ajustada a la pared de la tela y válvula de retención en la salida para el tanque de solución concentrada (F01) y que se comunica con el tanque lavador de residuo de polímero (E01) a través de conducto no enrejado que conduce al otro compartimento; tanque lavador de residuo de polímero (E01) de

conducto enrejado de configuración cilíndrica y con mayor sección transversal y que contiene en su interior rosca helicoidal cilíndrica con perforaciones en su eje y válvula de retención en la salida para el tanque de solución diluida (F02); tanque de solución concentrada (F01); tanque de solución diluida (F02); dispositivo especial de salida de aluminio (G10) rotativo y pulsante con émbolo (G11) que se mueve dentro de una camisa (G12) cilíndrica con abertura superior (G12A) haciendo la conexión con el sistema bajo presión, y otra abertura inferior (G12B) localizada abajo, distante de la superior de una longitud un poco mayor que a altura de la abertura superior y desfasada de 180 grados de la primera y se comunica con el medio externo, el émbolo (G11) tiene una cavidad (G11A) de formato semicilíndrico con el corte inferior inclinado con 45 grados y es delimitada por tres anillos de sellado en la parte superior y tres otros anillos equidistantes en la parte inferior, situados a una distancia un poco mayor que la correspondiente altura de la cavidad; secador de polímero (H01) del tipo rosca transportadora con calentamiento indirecto; secador de aluminio (K01) del tipo rosca transportadora con camisa de calentamiento indirecto; enfriador de solución concentrada (L01) del tipo intercambiador de calor; filtro de pasta (I01) presurizado continuo o semicontinuo; tanque de solvente (X01); condensador de vapores de solvente (J01) tipo intercambiador de calor; recuperador de calor (LM01) tipo intercambiador de calor; bomba alimentadora de solvente de lavado (Z01); bomba de solución concentrada (Z02); bomba de solvente (Z03); tanque de queroseno (O01); trituradora de aluminio (P01) del tipo cizallador de formato cilíndrico y con hélices cortantes y deflectoras; tanque de flotación (Q01) de formato cilíndrico alargado y con dispositivo aspersor de aire contenido en el fondo del tanque; cesto enrejado (R01); prensa (S01) tipo pistón; bomba de recirculación (T01); bomba de retorno (V01); y filtro de drenaje (Y01) tipo cesto.

[0236] Para realización del proceso para reciclaje a través de separación de los constituyentes de envases aluminizados y plastificados, encartonados o no, de manera intermitente, podrán ser adoptados los siguientes equipos alternativos en sustitución a los de función similar o complementaria: tanque de suspensión (B02) de formato cilíndrico con fondo cónico posicionado entre el alimentador intermitente (B01) y tanque disolutor (C01); alimentador de solución concentrada

(N01) y alimentador de retorno de solvente (N02) volumétricos del tipo pistón alternativo o bomba de desplazamiento positivo.

[0237] Para el caso de separación de los constituyentes de envases aluminizados y plastificados donde el aluminio es aislado en la forma de pigmento, se adoptan las mismas etapas anteriores, pero la etapa de aislamiento del aluminio deberá ser conducida a través de filtración y lavado del aluminio con elementos dotados de poros bien cerrados de cerámica y ejecutada en la temperatura de disolución y el filtrado después de enfriado sufrir precipitación del polímero que se conduce a nueva filtración con elemento poroso en el filtro de pasta (I01).

[0238] Para el caso específico de reciclaje de envases aluminizados, plastificados y encartonados, el proceso de fabricación de la presente patente se da en las siguientes etapas:

[0239] A. Etapa A: Separación de celulosa de los envases encartonados, aluminizados y plastificados (ECAP), con la siguiente secuencia:

[0240] A.a Corte en pedazos de los envases obteniendo retazos sucios (RTS) triturados;

[0241] A.b Lavado de los retazos sucios (RTS) con agitación vigorosa con agua a temperatura ambiente y retención de los retazos, separándose el agua con suciedades, que tras recirculación en sistema cerrado sufre filtración y remoción de suciedades (SRF), retornando a agua recuperada (ARE) para nueva utilización en el lavado y los retazos limpios (RTL) con composición polimérica rica en polímero/aluminio, limpios son retirados y encaminados para la etapa de desagregación;

[0242] A.c Desagregación de los retazos (RTL) por acción de cizallamiento obteniendo pulpa de papel que a medida que ocurre la agitación desagrega y las fibras de celulosa con dimensión y densidad inferior al residuo resultante, auxiliado todavía por el vórtice formado por la agitación, pasa a través de tela donde pierde velocidad resultando residuo de composición polimérica rica en polímero/aluminio (RPA) concentrado prácticamente libre de celulosa que é direccionado para la etapa de secado A.d y la suspensión de pulpa de celulosa (PC) que pasa para el lado externo de la tela, decanta y se retira del proceso y se direcciona hacia la etapa A.e;

[0243] A.d El residuo de composición polimérica rica en polímero/aluminio (RPA) pasa por proceso de secado conducido de forma indirecta con vapor de agua con leve grado de sobrecalentamiento, o por vapor de agua saturado, o de forma directa, con aire calentado o gases de combustión (gases servidos) y una vez seco, el residuo de composición polimérica rica en polímero/aluminio (RPA) sigue para la separación y aislamiento de aluminio y de polímero en la etapa B;

[0244] A.e Filtración de la suspensión de pulpa de celulosa (PC), donde la pulpa de celulosa (PC) es drenada y direccionada para la etapa A.f y el filtrado, que es agua filtrada exenta de celulosa (AFIC), retorna para la etapa A.c, recirculando y alimentando constantemente la desagregación; y

[0245] A.f La pulpa de celulosa (PC) sufre parcial secado obteniendo celulosa seca (CES) o direccionamiento directo para producción de hojas de papel (FPA) o de celulosa blanqueada (CEB).

[0246] La realización del proceso de la etapa A de separación de celulosa de los envases encartonados, aluminizados y plastificados (ECAP) se hace utilizando los siguientes equipos en la siguiente secuencia:

[0247] E.A.a Corte en pedazos de los envases en trituradora mecánica (RME) obteniendo retazos sucios (RTS) que sigue para etapa E.A.b;

[0248] E.A.b Lavado con filtración en Tanque de Lavado de retazos (TLR) con agitación, donde el residuo ya triturado se coloca en cestos perforados (CP) y estos introducidos en el interior del tanque (TLR) con agua; se agitan vigorosamente los retazos con lanzas que direccionan chorros de agua bajo presión tangencialmente para el centro del cesto provocando elevada agitación de los retazos; el agua cargando las suciedades se permea a través de la tela del cesto (CP), y al recircular en sistema cerrado pasa a través de un conjunto de filtros de remoción de suciedades (FRS) separando el agua de retorno (ARE) al tanque a través de las referidas lanzas, siendo las suciedades retenidas en el conjunto de filtros (SRF) desechadas y el cesto (CP) que contiene los retazos limpios (RTL) que son retirados y encaminados para la etapa E.A.c;

[0249] E.A.c Desagregación de los retazos limpios (RTL) en disgregador tipo *hidrapulper* (DHP) compuesto por un cesto cilíndrico fijo (CCF) perforado o enrejado localizado en el interior de un tanque cilíndrico de mayor diámetro y de *propeller* con láminas en forma de cuchillos localizado en una base fija en la parte

superior del cesto (CCF) con eje y *propeller* dentro del referido cesto, a través de agitación y desagregación, las fibras de celulosa con dimensión y densidad inferior al residuo resultante, auxiliado todavía por el vórtice formado por la agitación, pasa a través de la tela; como el diámetro del cesto es bien menor que el diámetro del disgregador, la celulosa al pasar por la tela pierde velocidad no sufriendo más el efecto del vórtice presente en el interior del cesto, resultando residuo de composición polimérica rica en polímero/aluminio (RPA) concentrado prácticamente libre de celulosa que es liberado por el fondo del cesto (CCF) a través de una válvula angular localizada en el fondo y la pulpa de celulosa (PC) al salir del campo de acción del *propeller*, permanece del lado externo de la tela, decanta y se retira del proceso a través de la válvula de fondo del tanque y se direcciona hacia la etapa E.A.e;

[0250] E.A.d Secado del residuo de composición polimérica rica en polímero/aluminio (RPA) en un tambor enrejado rotativo inclinado (TTR) con vapor de agua con leve grado de sobrecalentamiento, o por vapor de agua saturado, o aire calentado o gases de combustión (gases servidos) en el que el fluido de calentamiento se inyecta de dentro hacia fuera del cilindro rotativo enrejado (TTR) a lo largo de su eje; una vez seco, el residuo composición polimérica rica en polímero/aluminio (RPA) sigue para la operación de remoción de la composición polimérica rica en polímero en la etapa B;

[0251] E.A.e Filtración de la pulpa de celulosa (PC) direccionándola para un conjunto de hidrociclones (HC) y posteriormente para un transportador de correa enrejada (TET), consorciada con correas de prensado donde la pulpa de celulosa (PC) es drenada y direccionada para la etapa E.A.f y el filtrado, que es agua filtrada exenta de celulosa (AFIC), retorna para la etapa E.A.c recirculando y alimentando constantemente en el disgregador (DHP); y

[0252] E.A.f Secado de la pulpa de celulosa (PC) en secador (SEC) convencional obteniendo celulosa seca (CES) o direccionamiento para recibir nueva cantidad de agua, siendo dispersa y alimentada en máquina de papel (MP) para producción de hojas de papel (FPA) o para blanqueamiento en blanqueador (BR) obteniendo celulosa blanqueada (CEB).

[0253] B. Etapa B: Separación y aislamiento de aluminio y de polímero contenido en el residuo composición polimérica rica en polímero/aluminio (RPA), con siguiente secuencia:

[0254] B.a Disolución del residuo composición polimérica rica en polímero/aluminio (RPA) en un solvente de disolución (SOLV) de la familia de los alcanos de bajo a medio punto de ebullición (60 a 250 °C) preferentemente el hexano y alternativamente queroseno o aceite mineral, asociado a la agitación o movimiento operando la temperatura de 100 a 105 °C (en su forma preferencial con queroseno a 100 °C), con concentración del polímero en la solución durante su tiempo de residencia a partir de 2 segundos, con drenaje de la solución rica en polímero concentrada (SPC) que se direcciona hacia la etapa B.d y separando las hojas de aluminios impregnadas con polímero y solvente (FAIP);

[0255] B.b Lavado de las hojas de aluminio impregnadas (FAIP) con solvente de disolución (SOLV) y concomitante drenaje para retirada solución rica en polímero concentrada (SPC) que se direcciona hacia la etapa B.d y separando las hojas de aluminio impregnadas con solvente (FAIS);

[0256] B.c Lavado de las hojas de aluminio (FAIS) con solvente lavador (SL) elegido entre alcanos de bajo punto de ebullición (éter de petróleo) o etanol 96 °GL entre otros el propio solvente de disolución (SOLV), con drenaje para retirada de la solución rica en polímero concentrada (SPC) para la etapa B.d y con separación final de las hojas de aluminio (FA) por secado y evaporación y subsecuente condensación del solvente, que retorna como el solvente de disolución recuperado caliente (SOLVQ) para el proceso de disolución, etapa B.a;

[0257] B.d Separación del solvente del polímero es obtenida por enfriamiento de la solución a 50 y 70 °C y separación del Polímero de la solución rica en polímero concentrada (SPC) a través de filtración en caliente bajo presión de 1,0 até 10 bar, con encaminamiento del polímero concentrado en la forma de pasta (PFP) para elevación de la concentración de la pasta a través de la filtración posterior, etapa B.e y del solvente de disolución recuperado caliente (SOLVQ) para nueva operación de disolución, etapa B.a;

[0258] B.e. Filtración con lavado de la pasta (PFP) bajo presión, donde la mayor parte del residual de solvente de disolución recuperado caliente (SOLVQ) se agota y retorna para el proceso de disolución etapa B.a y se obtiene la tarta

resultante, con característica de un polvo húmedo pulverizado impregnado con solvente de disolución;

[0259] B.f. Si el solvente lavador (SL) no es el mismo que el solvente de disolución, la tarta se lava con reducido volumen de solvente lavador (SL), elegido entre alcanos de bajo punto de ebullición, preferentemente el hexano o etanol 96 °GL que removerá gran parte del solvente impregnado en la tarta, obteniendo mezcla de solventes (MDS) y el polvo de polímero húmedo (PPU) va a la etapa B.i.;

[0260] B.g Separación del pequeño volumen de mezcla de solventes (MDS) por destilación con retorno del solvente de disolución recuperado caliente (SOLVQ) del fondo de la columna de destilación para nueva disolución, etapa B.a, el solvente lavador recuperado (SLR) del topo de la destilación retorna para nuevo lavado;

[0261] B.h. Si el solvente de disolución tiene baja temperatura de ebullición, la tarta impregnada ya es el polvo de polímero húmedo (PPU) sin trazos de solvente de alto punto de ebullición; y,

[0262] B.i. Se seca el polvo de polímero húmedo (PPU) y se obtiene el producto final polvo de polímero seco (PPS) y los vapores de solvente residual son condensados y el solvente de disolución recuperado caliente (SOLVQ) retorna para nueva disolución, etapa B.a.

[0263] La realización del proceso de la etapa B de separación de polímero de aluminio en su forma preferencial se hace utilizando los siguientes equipos en la siguiente secuencia:

[0264] E.B.a Disolución del residuo composición polimérica rica en polímero/aluminio (RPA) en equipo dotado de un canal inclinado (CAI) en forma de escalera con superficie inferior en curvas, donde el residuo (RPA) se alimenta en la parte superior y en el curso a través del canal, ocurre la turbulencia y la total disolución del polímero y en el final del canal la suspensión de aluminio en solución polimérica cae sobre una correa transportadora enrejada (CTL) donde la solución drenada inicialmente recircula a través de la Bomba de Solución Rica en Polímero Concentrado (BSPC) y del Filtro de Solución Rica en Polímero Concentrado (FSPC) y en el final drenando la solución rica en polímero

concentrada (SPC) que se direcciona hacia la etapa E.B.d y separando las hojas de aluminio impregnadas con polímero y solvente (FAIP);

[0265] E.B.b. Lavado de las hojas de aluminio impregnadas (FAIP) en la continuación de la correa transportadora enrejada (CTL) con spray de solvente de disolución (SOLV) y concomitante drenaje de la solución rica en polímero concentrada (SPC) inicialmente por gravedad y enseguida por vacío a través de cámara de vacío (CAV) que se direcciona hacia la etapa E.B.d y separando las hojas de aluminio impregnadas con solvente (FAIS);

[0266] E.B.c Lavado de las hojas de aluminio (FAIS) en la continuación de la correa transportadora enrejada (CTL) con spray con solvente lavador (SL) con drenaje de la solución rica en polímero concentrada (SPC) inicialmente por gravedad y enseguida por vacío a través de cámara de vacío (CAV) que se direcciona hacia la etapa E.B.d y separando las hojas de aluminios (FA) que son secas en secador inferior (SEI) calentados por vapor saturado de baja presión y el solvente impregnado es separado por evaporación y subsecuente condensación en condensador de solvente (COS), que retorna como el solvente de disolución recuperado caliente (SOLVQ) para los respectivos procesos de disolución, etapa E.B.a;

[0267] E.B.d. Separación del solvente del polímero de la solución rica en polímero concentrada (SPC) a través de ultrafiltración en caliente bajo presión de 2 hasta 10 bar, empleándose para tanto separador por ultrafiltración (SU) cerámico con encaminamiento del polímero en la forma de pasta (PFP) después de enfriada para la filtración por prensado, etapa E.B.e y del solvente de disolución recuperado caliente (SOLVQ) para nueva operación de disolución etapa E.B.a;

[0268] E.B.e. Filtración de la pasta (PFP) que sigue para una subsecuente filtración por prensado en filtro prensa con lavado (FPL), donde la mayor parte del residual de solvente de disolución recuperado caliente (SOLVQ) se agota y retorna para el proceso de disolución etapa E.B.a y la tarta resultante, con característica de un polvo pulverizado se lava con reducido volumen de solvente lavador (SL), que remueve todo el solvente impregnado en la pasta, obteniendo separadamente pequeño volumen de mezcla de solventes (MDS) y polvo de polímero húmedo (PPU); y

[0269] E.B.f Separación del pequeño volumen de mezcla de solventes (MDS) por destilación en destilador simple de solvente (DSS) con retorno del solvente de disolución recuperado caliente (SOLVQ) del fondo del destilador (DSS) para nueva disolución, etapa E.B.a, el solvente lavador recuperado (SLR) de la parte superior del destilador (DSS) retorna para nuevo lavado y el polvo de polímero húmedo (PPU) se seca en secador de polímero (SEPO) y se obtiene el producto final polvo de polímero seco (PPS) y los vapores de solvente residual son condensados en condensador de solvente (COS) y el solvente de disolución recuperado caliente (SOLVQ) retorna para nueva disolución, etapa E.B.a.

[0270] La realización del proceso de las etapas B.a de separación de polímero del aluminio en su primera alternativa se hace utilizando los siguientes equipos en la siguiente secuencia:

[0271] E.B.a.1 Inmersión del residuo de composición polimérica rica en polímero/aluminio (RPA) en un solvente de disolución (SOLV) en correa transportadora enrejada (CTL), con agitación por movimiento por chorros de solvente recirculante a través de filtro de solución (FSPC) y bomba de recirculación de solución (BSPC) inferiores con concentración del polímero en la solución durante su tiempo de residencia, con drenaje a través de la tela, por gravedad de la solución rica en polímero concentrada (SPC) quedando las hojas de aluminio impregnadas con polímero y solvente (FAIP) al emerger de la solución son retenidas y aisladas sobre la correa enrejada (CTL).

[0272] Alternativamente, la realización del proceso de las etapas B.a de separación de polímero del aluminio en su segunda alternativa se hace utilizando los siguientes equipos en la siguiente secuencia:

[0273] E.B.a..2 Disolución del residuo con composición polimérica rica en polímero/aluminio (RPA) con un solvente de disolución (SOLV) en extractor tipo Hildebrand (EH), con drenaje por gravedad de la solución rica en polímero concentrada (SPC) quedando las hojas de aluminio impregnadas con polímero y solvente (FAIP) al emerger de la solución.

[0274] La realización del proceso de las etapas B.d de separación de polímero en su forma alternativa se hace utilizando los siguientes equipos en la siguiente secuencia:

[0275] E.B.d.1 Separación del solvente del polímero es obtenida por enfriamiento de la solución a 50 y 70 °C en intercambiador de calor (RSTC) y por filtración en filtro por prensado (FFP) en presiones hasta 1,5 bar, con el solvente de disolución recuperado caliente (SOLVQ) en la temperatura de alrededor de 50 a 70 °C y que sufre recalentamiento en el calentador de solvente (AQS) a 100 °C y sigue para ser reutilizado en nueva operación de disolución, etapa B.a y el polímero en la forma de pasta (PFP) para a filtración por prensado etapa B.e.

[0276] Alternativamente la realización del proceso completo de separación de polímero de aluminio se hace a través de las etapas E.B y E.C utilizando los siguientes equipos y en la siguiente secuencia de proceso:

[0277] B. Etapa B: obtención de película de aluminio (FIA) separado de la solución polimérica rica en polímero (SPC) empleando solvente de punto de ebullición en el rango de temperatura de operación del proceso.

[0278] E.B.A Posicionamiento del residuo de composición polimérica rica en polímero/aluminio (RPA) y contenido en cesto perforado (CP) en el interior de un tanque de disolución (TQD) de modo que en su posición dentro del vaso no toca el fondo del mismo, permaneciendo sustentado en apoyos en la pared y enseguida se cierra el tanque; el tanque (TQD) tiene dos sistemas distintos de calentamiento, ambos alimentados con vapor saturado: el primer sistema se constituye de un termosifón (TSF) para poder operar con gran volumen de solvente (de punto de ebullición en el rango de temperatura de operación del proceso) en el que el cesto queda totalmente inmerso, cuando de la etapa de disolución; y el segundo con camisa de vapor en el fondo del tanque (para poder operar con pequeño volumen de solvente en el que el cesto está totalmente emergido, esto es, por encima del nivel del solvente durante la etapa de lavado del aluminio, operando como un *soxhlet*); está conectado a un condensador de reflujo (CR) que tiene control de la temperatura y de presión y de caudal de agua en el condensador de reflujo (que controla la alimentación de vapor de calentamiento, así como también el caudal del agua de alimentación del condensador de reflujo y permite controlar la circulación del termosifón y la presión en el interior del disolutor); y tiene válvula de fondo (para transferencia de la solución para el tanque concentrador de solvente (TCS));

[0279] E.B.B Transferencia del solvente (de punto de ebullición en el rango de temperatura de operación del proceso) de disolución (SOLV) del tanque de

solvente (TS) para el tanque de disolución (TQD) hasta que encubra residuo aluminio/composición polimérica rica en polímero (RPA) contenido en el cesto (CP) y se inicia la disolución de la composición polimérica rica en polímero, alimentándose vapor de agua en el termosifón (TSF) conectado al tanque de disolución (TQD), ocurriendo el calentamiento y vaporización del solvente dentro del haz de tubos, que en consecuencia, desplaza una columna líquida responsable del desplazamiento ascendente del solvente líquido y la circulación de este a través de los retazos del residuo de composición polimérica rica en polímero/aluminio retornando al fondo y realimentando el haz de tubos (creando una eficiente recirculación, efecto este que favorece la disolución); se mantienen la circulación durante 1 a 5 minutos cuando ocurre la evaporación parcial del solvente que se condensa en el Condensador de Reflujo (CR) retornando al tanque y al final se drena la solución de composición polimérica rica en polímero concentrado (SPC) por la válvula de fondo y pasando por el filtro de línea (FL) para el tanque concentrador de solvente (TCS) y sigue para la etapa E.B.F (la temperatura elevada de la solución durante la filtración hace esta operación facilitada, pues reduce de forma expresiva su viscosidad y debido a la relación de solvente empleada, esta después de enfriada se presenta como una pasta consistente);

[0280] E.B.C Se transfiere nuevamente solvente del tanque de solvente (TS) al tanque de disolución (TQD) en nivel por debajo del fondo del cesto (CP) y se inicia el lavado, alimentándose ahora el vapor de agua en la camisa del tanque de disolución, ocurriendo el calentamiento del solvente contenido en el fondo del vaso, y ascensión de los vapores, pasando a través del cesto, siguiendo para el condensador de reflujo (CR), operación esta mantenida en la presión correspondiente a la temperatura de disolución y el solvente condensado en la temperatura un poco abajo de la temperatura de saturación percola a través del contenido del cesto y, que al entrar en contacto con la corriente ascendente de vapores absorbe calor y de forma que al bajar calentado sobre los retazos, lavan el residual de solución de composición polimérica rica en polímero que todavía envuelven el aluminio, siendo entonces la referida solución transferida para el espacio situado por debajo de la base del cesto, obteniéndose lavado completo y continuo del aluminio y finalmente se transfiere, con auxilio de la presión interna, la solución de composición polimérica rica en polímero diluida (SPD), a través de

la válvula lateral del tanque (TQD), para el tanque de solución diluida (TSD) que contiene su propio condensador de reflujo, posicionado por encima del tanque (TQD) que alimentará una nueva carga de residuo de composición polimérica rica en polímero/aluminio, complementada por solvente nuevo o recuperado;

[0281] E.B.D Una vez transferido todo solvente líquido del tanque de disolución (TQD), tras el lavado y estando cerrada la salida de fondo del tanque de disolución (TQD), se procede inicialmente al vacío a través de sistema de vacío (SV) que direcciona el vapor al condensador de reflujo (CR) y de este para la atmósfera y se mantienen el tanque calentado con vapor en la camisa y enseguida a una operación de purga de los vapores residuales contenido en el tanque de disolución, que son arrastrados por una corriente de nitrógeno para purga (NPP) para condensador de reflujo (CR) y de este para la atmósfera;

[0282] E.B.E Enseguida, el tanque de disolución (TQD) se abre, el cesto (CP) es retirado y después de retirada de los pedazos de película de aluminio (FIA) exentos de composición polimérica rica en polímero, retorna a la etapa E.A.b y el aluminio recuperado se direcciona para procesamiento en un horno de fusión y colada u otra etapa;

[0283] E.B.F La solución de composición polimérica rica en polímero concentrado (SPC) contenido en el tanque concentrador de solvente (TCS) se somete a calentamiento para destilar parte del solvente y los vapores se conducen al condensador de reflujo (CRS) que transfiere el solvente de disolución recuperado caliente (SOLVQ) al tanque de stock de solvente (TES) que alimenta el tanque de disolución (TQD), obteniéndose solución resultante (SR) que contiene composición polimérica rica en polímero con mayor viscosidad pudiendo entonces ser enviada a la etapa E.B.G o a las etapas C.1.a, C.2.a, C.3.a, C.4.a o C.5.a; y

[0284] E.B.G La solución resultante (SR) que contiene composición polimérica rica en polímero con mayor viscosidades, de la que fue parcialmente removido el solvente, se somete a arrastre por vapor de agua saturado (VAS), que se ejecuta en la temperatura, próxima a temperatura de reblandecimiento de composición polimérica rica en polímero y empleándose en esta operación vapor directo saturado (obteniéndose en esta situación más intensa y eficiente remoción de solvente, visto ser elevada a entalpia del vapor en esta condición) y vapor indirecto con temperatura del vapor inyectado en la camisa del tanque (TCS) mantenida

próxima a aquella del vapor saturado inyectado (como el vaso se mantiene en esta operación la presión atmosférica y la temperatura de operación es mayor que la temperatura de ebullición del solvente y prácticamente todo él se elimina); la corriente de vapores (agua y solvente) proveniente de esta operación sigue para un condensador, donde el agua condensada se drena y los vapores de solvente salen en la parte superior de este primer condensador (CD1), pasa a un segundo condensador (CD2) donde se produce la condensación del solvente, siguiendo, aún caliente, para el tanque stock de solvente (TES) que retroalimenta el tanque de disolución (TQD) con solvente de disolución recuperado caliente (SOLVQ) (el almacenaje del solvente aún calentado significa economía de energía en el proceso); esta etapa tiene su control de eliminación de solvente ajustada para diferentes procesos de recuperación de la solución polimérica rica en polímero (SPC), en lo que se refiere a su forma final; en la forma de película, polvo o pellets.

[0285] C. Etapa C: obtención de polímero para reutilización:

[0286] C.1 En la forma de precipitado

[0287] E.C.1.a La solución resultante (SR) que contiene composición polimérica rica en polímero con mayor viscosidad es enfriada y precipitada en Etanol (AE) bajo agitación y con enfriamiento indirecto en Tanque de Precipitación (TPP);

[0288] E.C.1.b El polímero precipitado se filtra, en filtro (FIL), separándose el polvo obtenido, entonces se transfiere a un Tanque con agua (TA) donde ocurrirá la eliminación de solventes;

[0289] E.C.1.c El solvente se elimina usándose calentamiento directo con vapor de agua (VA), los vapores de solvente arrastrados son dirigidos a un Condensador (COND) y enseguida a un Tanque de Decantación (TDE) para realizar la separación de la fase inmiscible y del Solvente sobrenadante;

[0290] E.C.1.d La fase acuosa se somete a la destilación para recuperación del etanol recuperado (AER) disuelto en la fase acuosa en destilador (DESA), y la fase orgánica, que contiene en mayor cantidad solvente de disolución sigue para posterior destilación en destilador (DESH), recuperándose de esta mezcla, el solvente de disolución (SOLVQ) y también un poco de etanol partido y en equilibrio con el solvente de disolución en el equilibrio de fases; y

[0291] E.C.1.e El polímero resultante se filtra, en filtro (FIL), y seco en secador convencional (SEC), obteniendo el polímero precipitado seco (PPS).

[0292] En el caso de envases fabricados solamente con películas de polímero aluminizado sin papel y conteniendo polipropileno y polietileno se siguen los mismos procedimientos de las etapas B y C (post extracción de la celulosa), esto es, la recuperación del residuo polímero/aluminio como en el caso anterior es semejante teniendo como única diferencia la temperatura de operación. Si conducida hasta 100 °C, se disuelve solamente el polietileno quedando insoluble el polipropileno. En esta condición, se filtra la solución en caliente y se conduce los componentes sólidos no disueltos, el polipropileno y aluminio, tras lavados con éter de petróleo y posteriormente con etanol, dispersos en un líquido a un sistema de trituración en trituradora con poco corte, especie de licuadora ciega. El referido líquido puede ser, por ejemplo, el etanol. En esta condición, el aluminio será triturado dejando el PP en dimensión mayor, permitiendo así fácil separación por filtración en tamiz.

[0293] El proceso también puede ser optimizado con relación a la energía, si contempla toda la cadena de recuperación, sea separación de la pulpa de papel, polímero y aluminio, haciéndose la recuperación de calor entre todas las fases del proceso, por ejemplo, aprovechamiento de los gases de la caldera (chimenea) salida ~ 250 °C para la torre o correa de secado del polímero tras la evaporación del solvente de lavado. En el caso de conducirse la fusión del aluminio, el enfriamiento de los lingotes podría ser ejecutado en una cámara cuyos gases calientes provenientes del enfriamiento recuperaría calor del aluminio y podría conducirse sea para calentar parte de los solventes o incluso ser empleado para secados de un modo general, ya sea de las películas compuestas tras eliminación de la celulosa, antes de adentrar al proceso de solubilización, secado del polímero pulverizado tras la eliminación del solvente de lavado. Esto es de hecho viable, pues, tendríamos gases calientes con temperatura inicial de 650 y final pudiendo estar en el rango de 105 °C;