UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
ESCUELA NACIONAL DE CIENCIAS QUIMICAS

U.N.A.M.

ESTUDIO COMPARATIVO DEL BALANCE ECONOMICO ENTRE LOS PROCESOS DE FUSION Y DE SOLVENTES PARA LA OBTENCION DE RESINAS ALQUIDALICAS

TESIS PROFESIONAL

PEDRO VELAZQUEZ RERGIS

MEXICO, D. F. 1958

Universidad Nacional Autónoma de México
UNAM
Biblioteca Central
Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

ESCUELA NACIONAL DE CIENCIAS QUIMICAS

U.N.A.M.

ESTUDIO COMPARATIVO DEL BALANCE ECONOMICO ENTRE LOS PROCESOS DE FUSION Y DE SOLVENTES PARA LA OBTENCION DE RESINAS ALQUIDALICAS.

T E S I S

Que para obtener el título de:

INGENIERO QUIMICO

presenta:

PEDRO VELAZQUEZ RERGIS.

MEXICO, D. F.

1958

A mi madre:
Con todo mi cariño
por sus sacrificios.

A mis tíos:
a quienes todo debo
con el cariño y respeto
de padres.

A mis hermanos:
con mi cariño

A la memoria de mi padre
Q. E. P. D.

A mis amigos:
con estimación
por la amistad que me brindan

A las personas que me ayudaron
en la elaboración de ésta Tesis
con mi agradecimiento

A los Ingenieros:
Alberto Blanco Matas y
Marcelino Chouza Arias
con todo respeto y gratitud
por sus enseñanzas y consejos

I N T R O D U C C I O N .

La industria de los plásticos ha ido adquiriendo en estos últimos años una extraordinaria importancia hasta convertirse en una industria totalmente necesaria, un ramo muy floreciente es el que trata de las resinas sintéticas.

El empleo de las resinas sintéticas en la pintura es el resultado del deseo de controlar mejor la calidad de los materiales de la industria de pinturas y acabados.

Los más antiguos tipos de resinas utilizadas por los fabricantes de barnices eran las resinas naturales como la resina propiamente dicha, o las resinas fósiles tales como el copal, kauri, ambar, etc., pero las materias naturales tienen casi siempre el inconveniente de que han de usarse tal como las reciben y por consiguiente los barnices producidos con resinas naturales tendían a estereotiparse de aquí que sus aplicaciones eran muy limitadas además eran de naturaleza compleja y las resinas raras veces presentaban uniformidad en sus propiedades o en su constitución química.

Empleando resinas sintéticas se logra en los barnices modernos un grado satisfactorio de flexibilidad en la formulación y mediante rigurosa vigilancia de los procesos de producción se consigue la apetecible constancia en la composición y propiedades, tanto de la resina original como del barniz terminado, obtenido de la resina.

Antiguamente se derretía la goma y se cocía el barniz guiandose por la habilidad personal y experiencia en señales e indicios tales como olor, aspecto visual, apelotonamiento y gelatinización al enfriarse, pero en la actualidad en que la producción en gran escala limita el tiempo disponible, resulta que el moderno pro

##

ductor de resinas y barnices cuece sus ingredientes guardando debidamente la temperatura, viscosidad, grado de acidez, índice de solubilidad y tiempo de esterificación, no obstante se requiere habilidad y experiencia en el químico de hoy.

C A P I T U L O I

RESINAS ALQUIDALICAS.

Son poliesteres producto de la reacción de alcoholes polihídricos con ácidos polibásicos, con eliminación de moléculas de agua, su formación es un ejemplo típico de polimerización por condensación.

Cuando ésta polimerización por dos ésteres lineales da lugar a resinas termoplásticas, que son aquellas que reblandecen por la acción del calor y endurecen de nuevo al enfriarse, cuando se forman cuerpos tridimensionales, se producen resinas termoestables que son aquellas que endurecen por la acción del calor y ya no pueden después de ello reblandecerse de nuevo.

Se pueden distinguir 2 grupos entre las resinas alquidálicas:

Las puras o simples, cuando las materias primas de que se parte son únicamente el ácido polibásico y el polialcohol.

Las modificadas, cuando además de los dos anteriores entra en la reacción un aceite natural (Glicéridos de ácidos grasos), ácidos grasos fraccionados, ácidos de brea, resinas naturales y sintéticas como las de fenolformaldehido, etc. Estas alquidálicas contienen cantidades variadas de sus modificantes.

Las diferentes propiedades en las alquidálicas pueden ser obtenidas por la variación en la relación del pentaeritritol ftalato o el glicerol ftalato al aceite, esta relación tiene una gran importancia en las propiedades de la resina final tales como rapidez de secado, solubilidad, compatibilidad y durabilidad.

Así se habla de alquidálicas largas, medias y cortas de-

pendiendo de la cantidad de aceite añadido. Las alquidálicas largas contienen de 64 a 70 % de aceite, las medias de 53 a 61 % y las cortas de 42 a 50 %, en forma aproximada se puede decir que el 50 % de las resinas que se usan son de las de tipo medio y un 25 % tanto de las largas como de las cortas.

MATERIAS PRIMAS.- Pocas son las materias primas que se usan industrialmente, ya que la mayoría presentan alguna dificultad siendo ésta principalmente la de índole económica, sea porque su obtención requiera equipo costoso o porque las sustancias de que se parta sean escasas en la naturaleza.

Las materias primas empleadas en este trabajo son: el pentaeritritol, Aceite de Soya refinado al álcali, anhídrido ftálico y como materias primas secundarias litargirio, Xileno y Nafta.

PENTAERETRITOL.- Es un miembro de la clase comúrmente llamada alcoholes polihídricos, la cual incluye también al etilén glicol, glicerina, dipentaeritritol, sorbitol, etc., estos polialcoholes tienen uso en la manufactura de productos tipo éster, tales como ésteres de brea, resinas alquidálicas, etc.

Se obtiene por la condensación de una mol. de acetaldehido y cuatro moles de formaldehido en presencia de hidróxido de sodio o de calcio como agente de condensación.

El primer paso es una condensación del aldehido a pentaeritrosa.

$$3H\text{-}CHO + CH_3\text{-}CHO \longrightarrow (CH_2 - OH)_3 - C - CHO$$

Pentaeritrosa.

El segundo paso es una reacción de Cannizarro en el cual la pentaeritrosa es reducida por una cuarta mol de formaldehido.

##

$$2(CH_2\ OH)_3CCHO + 2HCHO + Ca(OH)_2 \longrightarrow Ca(CO_2H)_2 + 2\ HO\text{-}H_2C\text{-}C(CH_2\text{-}OH)_3$$

Pentaeritritol

Este alcohol polivalente se prepara industrialmente por el método siguiente:

Ocho moles de formaldehido se calientan a 60-65°C durante dos horas y media con dos moles de acetaldehido y una mol de $Ca(OH)_2$, terminada la reacción se separan las sales de Calcio mediante el --- H_2SO_4 y la solución acuosa se evapora a presión reducida, hasta que empiece la cristalización. El pentaeritritol se filtra se lava con alcohol y se deseca, el rendimiento es alrededor de un 50% del teórico.

El pentaeritritol puro es un polvo blanco cristalino cuyas principales constantes físicas son:

Peso molecular	136
Peso de combinación	34
Contenido de OH	50 %
Rango de fusión	175-260°C
Densidad de 25°C	1.42 g/ml

Solubilidad en:

Agua a 25°C	Moderadamente soluble
Agua a 100°C	Muy soluble
Etanol a 25°C	ligeramente soluble
Benceno a 25°C	Insoluble
Acetona a 25°C	Insoluble
Acidos Grasos y Aceites a 25°C	Insoluble
Glicerina a 100°C	Moderadamente soluble
Piridina a 100°C	Moderadamente soluble

Aunque en las preparaciones comerciales algunas otras formaciones ocurren tales como dipentaeritritol y pequeñas cantidades de tripentaeritritol, consecuentemente el pentaeritritol comercial tiene cerca de 88 % de monopentaeritritol y 12 % de una mezcla de di y tripentaeritritol.

La razón por la cual el pentaeritritol difiere y supera a los demás polialcoholes son fundamentalmente dos características inherentes a él:

1o.- Su configuración estructural que es tridimensional.

2o.- Su funcionalidad que es el número de grupos químicos reactivos que contiene.

La representanción común del pentaeritritol sobre una superficie plana en forma de cruz dá una idea erronea de su configuración estructural, en realidad los cuatro grupos metilol del P.E., están distribuidos simétricamente cerca del átomo de carbón central y son todos equivalentes y equidistantes en el espacio tridimensional, puede considerarse que estos grupos ($-CH_2-OH$) ocupan las esquinas de un tetraedro regular con un átomo de carbón en su centro. Los cuatro grupos hidroxilos del P.E. no solamente son equivalentes en su posición en el espacio, si no también son idénticos entre ellos químicamente, los cuatro son primarios y como sabemos son más reactivos que los secundarios, el átomo de carbón al cual ellos están unidos tiene dos hidrógenos y está ligado a otro átomo de carbón que es el central, este arreglo, que es la separación de los átomos de carbón que sostienen a los hidróxidos de otro por el átomo de carbón central da suficiente lugar para la fácil y rápida reacción.

La glicerina, el polialcohol más usado en la manufactura de resinas alquidálicas, está siendo desplazado por el P.E. en las del tipo largo y medio principalmente, debido a su superioridad química y por su estabilidad en el sentido económico.

Algunas de las ventajas de las alquidálicas hechas con P.E. sobre las manufacturadas con glicerina son:

1.- Superior secado
2.- Películas más duras
3.- Películas más durables
4.- Mejor retención de brillo

5.- Mejor resistencia a los álcalis, agua, temperatura y medio ambiente.
6.- Utilización de aceites más saturados (semisecantes y no secantes).
7.- Obtención de más altas viscosidades.
8.- Menor tiempo de esterificación.

Otras aplicaciones del P.E. se tienen en la preparación de algunos aceites secantes, explosivos y algunos ésteres misceláneos producidos en pequeñas cantidades, éstos incluyen el éster del ácido oleico usado como emulsificante, el éster de ácido estearico como una cera sintética, los ésteres de ácidos desde el acético hasta el cáprico como plastificantes y los productos de condensación del P.E. con óxido de etileno y con óxido de propileno como humectantes.

ACEITE DE SOYA.- Los aceites naturales que se usan en pinturas, barnices, resinas alquidálicas modificadas y como plastificantes en lacas de nitrocelulosa, son obtenidos de las semillas y nueces de ciertas plantas y de algunas especies de pescados.

Se les llama aceites vegetales y marinos y son clasificados como secantes, semi-secantes y no secantes, los ejemplos típicos de estos aceites son el de linaza como secante, el de Soya como semi-secante, y el de ricino como no secante.

Esta clasificación es relativa a su habilidad para secar, cuando ellos se exponen en capas delgadas a las condiciones atmosféricas normales.

El secado o el cambio de un líquido a una película sólida es debido a la combinación de varios procesos: Absorción de oxígeno, asociación coloidal y polimerización, el fenómeno del secado está relacionado con la estructura física y química de la molécula de aceite.

Los aceites semisecantes no forman películas a la temperatura ambiente, sin embargo estos aceites se pueden usar en la manu--

##

factura de resinas alquidálicas para acabados de secado al aire, en este caso se ayuda al aceite haciéndolo reaccionar con un polialcohol de alta funcionalidad como el P.E. o también adicionándole "secantes" al producto final, que son catalizadores que fijan el oxígeno, También se usan en la manufactura de resinas alquidálicas para acabados horneados en este caso la temperatura es la que cataliza,- ya que acelera la energía cinética de las moléculas y por lo tanto- la polimerización.

Los aceites no secantes, no forman tampoco película sólida al aire, éstos se usan en la manufactura de resinas no oxidables y- como plastificantes en lacas de nitrocelulosa.

Los aceites están compuestos de trigliceridos de largas - cadenas de ácidos grasos, pequeñas cantidades de fosfátidos, carbohidratos y otras impurezas naturales, la mayoría de los ácidos grasos tienen cadenas que contienen 18 átomos de carbono.

La esencial diferencia en las propiedades de los aceites- secantes, semisecantes y no secantes, son debidas a las diferencias en tipo y grado de no saturación en las cadenas de los ácidos gra-- sos del trigliceridо, ya que son las dobles ligaduras las que fijan el oxígeno atmosférico, como consecuencia de éste los aceites serán más secantes cuando mayor sea el número de dobles ligaduras que contengan y menos secantes cuando más ricos en ácidos saturados sean.

El aceite tal y como se obtiene se llama crudo o puro, sin embargo casi nunca se utiliza en esta forma, por lo general se le hace un refinamiento con soluciones ácidas o alcalinas de muy bajas -- concentraciones, a este aceite se le llama refinado, así según el -- tratamiento que se sigue se tienen aceites cocidos, polimerizados, - stand óil, soplados, estirenados, etc., los cuales tienen diferentes aplicaciones en la industria de pintura y barnices.

El aceite de Soya es un aceite semisecante por naturaleza, es obtenido de la leguminosa Soja-max, la cual es nativa de China y Manchuria, ahora cultivada en casi todo el mundo.

Se puede extraer por prensas hidráulicas, expellers y por solventes, antes de la extracción del aceite la semilla debe ser limpiada y parcialmente cocida, después de la extracción el aceite es filtrado.

Sus principales componentes son:

Acido estearico	2 a 4 %
Acido palmítico	8 a 10
Acido linoleico	50 a 54
Acido oleico	22 a 35
Acido linolènico	3 a 5

El aceite crudo tiene las siguientes constantes:

Número Acido	3 máximo
Indice de Yodo	127-138 (método Wijjs)
Gravedad específica	0.924 - 0.926
Indice de saponificación	188 - 196

Más importante es el aceite blanqueado y refinado al alcali, que posee excelente propiedad de retención de color, lo cual hace de dicho aceite un ingrediente para colores blancos, tonos pastel y en varios acabados que requieren resistencia al amarillamiento, por medio de ciertos tratamientos químicos se modifica el aceite para mejorar el secado y aumentar su durabilidad. El frijol de Soya contiene entre 18 a 20 % de aceite, el desecho se usa como alimento del ganado.

El frijol tiene otras aplicaciones aparte del aceite en -- las resinas, se usa en la obtención de cierto tipo de jabones, en la obtención de fibras de proteínas de soya y como alimento es también muy consumido.

ANHIDRIDO FTALICO.- De los ácidos dibásicos más corrientemente usados el Ácido ftálico o más bien dicho el anhídrido ftálico es el más importante.

Otros ácidos dibásicos que encuentran menos uso son:

Anhídrido maléico, ácido fumárico, ácidoadípico, ácido sebásico, etc., algunas características de las películas alcuidálicas son afectadas por el ácido polibásico.

El ftalato, maleato, fumarato, etc. de glicerilo son resinas duras que pueden ser modificadas con aceites; en cambio el sebaceato, adipato, etc, de glicerilo son más flexibles y blandos, estas resinas son usadas como plastificantes.

El anhídrido ftálico, se presenta en forma de grandes agujas brillantes, el comercial se presenta más frecuentemente en forma de escamas fundidas, por ocupar menos espacio que en forma acicular, también se acostumbra a ver en forma granular consistente. Es preferible esta forma porque tiene constitución porosa que favorece grandemente a la reacción.

Sus principales constantes físicas son:

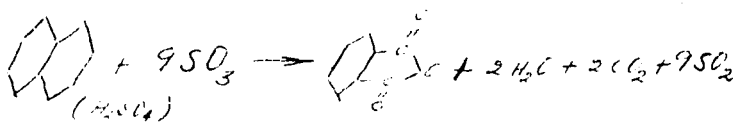
Peso molecular	148
Gravedad Específica	1.527
Densidad	32.5 lb/gal.
Punto de fusión en °C	131.2 ± 0.05
Punto de inflamación en °C	150.0
Punto de ebullición °C	284.5
Capacidad Calorífica a 26.9°C	0.2627
Calor de vaporización $\frac{K\ cal}{mol.}$	15.6
Calor de sublimación $\frac{K\ cal}{mol.}$	21.2
Calor de fusión $\frac{K\ cal}{mol.}$	5.6
Calor de combustión $\frac{K\ cal}{mol.}$	(-779.02)
Calor de formación $\frac{K\ cal}{mol.}$	(-110.03)
Entropia $\frac{Cal}{grado\ mol.}$	42.9

Solubilidad en:

Agua	soluble
eter etílico	ligeramente soluble
alcohol etílico	soluble
benceno	soluble

El anhídrido ftálico se produce por la oxidación del naftaleno. Durante muchos años se llevó a cabo utilizando H_2SO_4 fumante como agente de oxidación, en presencia de Hg como catalizador.

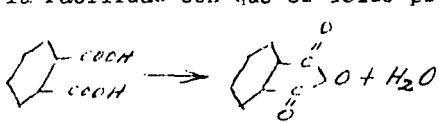
Este catalizador es imprescindible y sin su presencia no se produce anhídrido ftálico, la reacción se efectúa como sigue:



El anhídrido sulfuroso producido se reoxida formando anhídrido sulfúrico mediante un proceso de contacto con H_2SO_4 en presencia de un catalizador y el anhídrido sulfúrico se disuelve en H_2SO_4 concentrado para regenerar el H_2SO_4 fumante.

El principal proceso industrial que actualmente se emplea es la oxidación en fase vapor, el vapor naftaleno mezclado con aire se hace pasar sobre un catalizador calentado a 250°C, el catalizador usualmente empleado es el V_2O_5, aunque se han patentado para éste fin muchas mezclas de óxidos de los metales raros.

Debe graduarse cuidadosamente la concentración del vapor de naftaleno, la velocidad de la corriente de los vapores mezclados, el tiempo de contacto con el catalizador y la temperatura, con el fin de obtener un máximo rendimiento en ácido ftálico. El producto realmente obtenido en la oxidación del naftaleno es el anhidrido ftálico, debido a la facilidad con que el ácido pierde agua.



El anhídrido ftálico se sublima muy fácilmente en cristales blancos alargados, su purificación se funda en ésta propiedad.

Actualmente otras materias primas se han investigado tratan-

do de producir el anhídrido Ftálico comercialmente, se ha obtenido también del orto xileno.

La amplia aplicación del anhídrido Ftálico para la manufactura de las resinas se debe a que es muy estable al calor, él se sublima sin descomponerse, lo cual indica que tiene buena estabilidad durante el proceso de resinificación, también resiste a las radiaciones ultravioletas sin descomponerse y trasmite esta cualidad a las resinas hechas con él, este hecho es parcialmente responsable de la buena durabilidad al exterior de los acabados y para mejorar las lacas de nitrocelulosa cuando se aplican al exterior si usan alquídicas modificadas como plastificantes.

LITARGIRIO.- Muchos son los catalizadores que se emplean en la manufactura de las resinas alquídicas, su acción es convertir más rápido los triglicéridos que forman los aceites, en monoglicéridos de los correspondientes ácidos graros, esta reacción recibe el nombre de "alcoholisis". Los principales son: Oxidos, hidróxidos naftenatos, resinatos, etc., de metales como el plomo, calcio, bario, zinc, sodio, etc.

Algunos son más eficaces que otros en cuanto a reducción del tiempo de reacción y otros imparten alguna propiedad a la película final, así tenemos por ejemplo las sales de calcio, son más rápidas y producen mejor color en la resina final que las que usan litargirio, que a su vez tienen mejor resistencia a los álcalis que las que emplean sales de calcio.

La cantidad usada se calcula de la cantidad de polialcohol presente en la reacción, basándose en el conterido metálico del catalizador, experimentalmente se ha encontrado que entre 0.10 y 0.15 % se obtienen los mejores resultados, un porcentaje menor retarda el tiempo de reacción y un exceso del límite fijado no mej-

gran cosa el tiempo de reacción y si puede reaccionar con algunos de los reactantes provocando algún efecto no deseado en la resina final, como formación de precipitados coloidales producto de la reacción entre el anhídrido ftálico y el metal del catalizador, esto sucede principalmente en los catalizadores de calcio y de plomo.

El litargirio es un óxido de plomo que se encuentra en pequeñas cantidades en la naturaleza, con el nombre de "Masicot", se le puede obtener por la acción del aire sobre el plomo fundido, se presenta en forma de polvo que varía desde el color amarillo hasta el anaranjado, tiene un peso molecular de 223 y cristaliza en forma tetragonal, como otras aplicaciones las tiene en la fabricación del acetato de plomo y en la industria del vidrio.

DISOLVENTES.- Son líquidos orgánicos que destilan sin descomponerse, que se evaporan fácilmente y que poseen un gran poder de disolución sobre las resinas, barnices y sobre los materiales grasos usados en la fabricación de ellos, no forman parte en la reacción química, si no que le imparten ciertas características físicas especiales.

XILENO.- El benceno, tolueno y xileno, son hidrocarburos aromáticos; Hoffman fué el primero que los descubrió en el alquitrán de hulla en el año de 1834, actualmente se obtienen comercialmente del aceite ligero del alquitrán, del gas del alumbrado y del coque, las impurezas de la obtención del benceno son las que contienen el tolueno, xileno y sustancias alquitranadas.

El Xileno ($CH_3 - C_6H_4CH_3$) llamado también dimetil benceno y dimetil benzol es un líquido claro ligero, que puede existir en las tres formas isómeras orto, meta y para.

Sus principales constantes físicas son:

Peso molecular 106

Punto inicial de ebullición	135°C
Punto final de ebullición	142°C
Rapidez relativa de evaporación (acetato de butilo = 100)	63
Kauri butanol (Tolueno = 100)	92-96
Punto de inflamación	80°F
Densidad	0.86-0.87
lib/Gal. a 20°C	7.22-7.25
Coeficiente de expansión a 20°C	0.00099
Solubilidad a 20°C por peso	
En agua % insoluble	agua en % insoluble

El xileno es un líquido tóxico inflamable y peligroso pero en menor grado que el benceno y el tolueno.

El comercial es una mezcla de las tres formas isómeras el "meta" predominando, también se presentan pequeñas cantidades de tolueno, etil benceno y pseudocumeno (trimetil benceno).

La rapidez de evaporación del xileno es similar a la del acetato de amilo y es comparable aunque en menor grado con la del benceno y el tolueno, el xileno ejerce la misma acción solvente que ellos solamente que en un menor grado. La propiedad del poder solvente en los homólogos de la serie es similar a la de las otras series homólogas, en las cuales un aumento en peso molecular corresponde de un aumento en el punto de ebullición y una disminución en el poder solvente.

Como el miembro más bajo de este grupo, la adición de un alcohol alifático, ayuda a su poder solvente sobre los ésteres y éteres de celulosa.

Es soluble en alcohol, éter, etc., es usado en lugar del benceno y el tolueno cuando se desea menor rapidez de evaporación, también se usa como diluyente de resinas alquidálicas, fenólicas, en aceites de madera, en barnices, en microscopía y en síntesis orgánicas.

En este trabajo fué el disolvente usado en el proceso de "solventes", teniendo varias funciones siendo las principales:

1.- Eliminar el agua producto de la reacción en forma de mezcla binaria xileno-agua.

2.- Disolver y regresar al reactor cuando ya ha sido condensado en el condensador de reflujo, el anhídrido ftálico que se ha sublimado y que ha sido arrastrado mecánicamente por la mezcla binario xileno-agua desprendida.

NAFTA.- El uso de los hidrocarburos alifáticos son muchos, de los destilados del petroleo un gran volumen se usa en la industria de pinturas y barnices, también se usan como disolventes para éteres de celulosa, en resinas sintéticas del tipo de las solubles en petroleo y como diluyentes en algunos tipos de lacas.

Este grupo de solventes es menos tóxico que muchos otros, ellos no afectan la piel, sin embargo sus vapores cuando están presentes en altas concentraciones causan náuseas.

Las fracciones que son comercialmente utilizadas contienen mezclas de hidrocarburos desde el hexano normal hasta el decano.

La nafta (Mineral spirit, nafta resada) es un líquido claro que tiene un alto punto de inflamación, se usa como solvente y thinner en la industria de pinturas y barnices sustituyendo al aguarraz, es usado en preparaciones que se brochean, donde su lenta evaporación no retarda el secado y si, permite facilitar el trabajo al brochear dando buen flujo a la pintura.

Sus principales constantes físicas son:

Punto de Inflamación	86 - 105°F
Rango de ebullición	90 % arriba de 200°C
Gravedad especifica	0.77 - 0.8
Indice de refracción	1.42
% de azufre	o.007
Punto de anilina	60
Kauri Butanol	33.5 - 36

Su presencia en el vehículo de algunas pinturas cuando se van a moler produce mejor dispersión de los pigmentos, también se usa en vehículos oleo-resinosos y de un modo más limitado en barnices "cortos" de resinas fósiles y en soluciones de aceites soplados.

El aceite de pino y el diventeno se usan mezclados con la nafta para aumentar su solvencia e impartir cualidades de buen flujo.

La nafta disuelve linoleatos de metales como los secantes, sin embargo ésto no es permanente pues tendrán tendencia a precipitarse si no se adiciona algún aceite, ácido graso o brea.

En este trabajo se usó la nafta para "cortar" la resina.

Cortar es detener la polimerización de la resina en el momento en que ésta tiene el grado de esterificación deseado, es decir cuando tiene el grado de viscosidad y el índice de acidez especificados para dicha resina.

FORMULACION

La reacción química considerada en la formulación de las resinas alquidálicas consiste esencialmente en la neutralización del -- componente ácido por un equivalente estequiométrico del alcohol polihídrico.

En la formulación efectiva de estos poliesteres de materiales puros, los cálculos más convenientes están basados en los pesos - de combinación de los componentes ácidos y alcohólicos.

Calcularemos una resina basándonos en los siguientes datos:

Aceite de Soya	57 %
Anhídrido Ftálico	31 % Mínimo

Que tendrá como constantes las siguientes:

Viscosidad (al 50 % de Sólidos)	I-L-(Gardner)
Número ácido	6-14
Libras por galón	8.87 - 8.97
Color	5-7

De las propiedades de las materias primas se deducirán las propiedades de la resina final, así tenemos durabilidad, brillo, retención de color, compatibilidad con los pigmentos, etc., serán las propiedades de esta resina que tendrá uso en "primers" horneados, vehículos para molienda, tintas para imprenta, acabados al rodillo, etc.

CALCULOS:

100 %	de resina	
- 57 %	de aceite	
43 %	de Pentaeritritol Ftalato.	

	P.M.	Equiv.	Moles	
P.E.	136	$\frac{136}{4}$	0.25	34.0
A.F.	148	$\frac{148}{2}$	0.50	74.0
		Total	0.75	108.0

Agua (desprendida en la reacción)	18	0.50	-9.0 / 99.0 Pentaeritritol-Ftalato

P.E. $\frac{34}{99} = 34.3\ \%$

A.F. $\frac{74}{99} = \frac{75.0}{109.3}\ \%$

H_2O $\frac{-9}{99} = \frac{-9.1}{100.2}\ \%$

Para hacer 43 unidades de pentaeritritol-Ftalato se necesitan

	partes
43 X 34.3 % =	14.7
43 X 75.0 % =	32.2
	46.9

Partes para producir 100 de resina:

Aceite de Soya	57.0
A.F.	32.2
P.E.	14.7
	103.9
Agua 9.1 % X 43 =	- 3.9
	100.0

La carga al matraz de reacción fué de 1,271.0 g, el exceso de polialcohol es según el contenido final de aceite, basándonos en la tabla siguiente:

% Contenido de aceite en la alquidálica	% exceso de polialcohol
+ 62	0
60-62	5
55-60	10-15
50-55	15-20
40-50	20-30

40	30-35

Cantidades en la carga:

Aceite de Soya	687.0g
A.F.	386.0
P.E.	198.0 (teórico + 12 % de exceso)
	1271.0g
Agua desprendida	47.0
	1224.0g

Cálculo de la cantidad de litargirio:

198 X 0.0015 = 0.297 g de Pb Metálico

$$\frac{\text{P.M. Pb}}{\text{PM Litargirio}} = \frac{207}{223} = 93\ \%\ \text{Pb Metálico}$$

$$\frac{0.297}{0.93} = 0.32\ \text{g de Litargirio}$$

Nafta para cortar a 50 % de sólidos 1224.0 g

Cantidad total

Materias Primas	1224.0
Catalizador	0.32
Solvente	1224.0
	2448.32 g

REACCIONES QUIMICAS

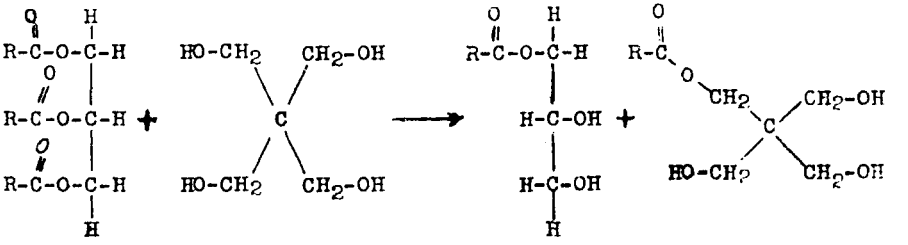
Dos son las reacciones que se efectúan en la obtención de las resinas alquidálicas, primero en el proceso de alcoholisis la -- formación del monoglicerido y segundo la esterificación la obtención de la resina.

ALCOHOLISIS.- Es la reacción de un alcohol con un triglicerido (aceite) para formar un monoglicerido.

Los trigliceridos pueden reaccionar fácilmente con los polialcoholes en presencia de un catalizador produciendo mono y di glicerides, los cuales reaccionan con los componentes ácidos formando la resina.

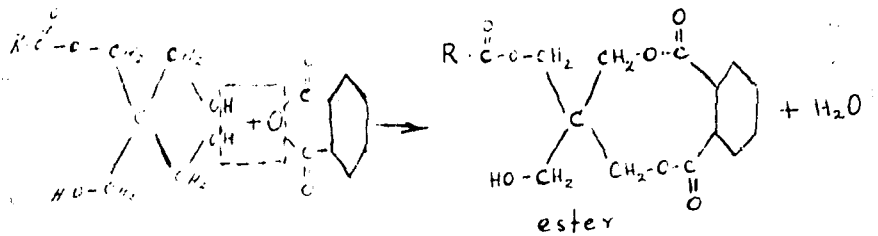
La razón por la cual hay que hacer este paso en la producción de resinas modificadas con aceites, es debido a que el anhídrido ftálico no es soluble en muchos de ellos y cuando éstos se usan como modificantes se ha encontrado prácticamente, que es soluble en el monoglicerido; sin embargo, en los ácidos grasos derivados de los aceites én los que es insoluble, es totalmente soluble en dichos ácidos grasos, de acuí que este paso no se haga cuando el modificante es el ácido graso destilado.

Reacción Teórica de la alcoholisis.

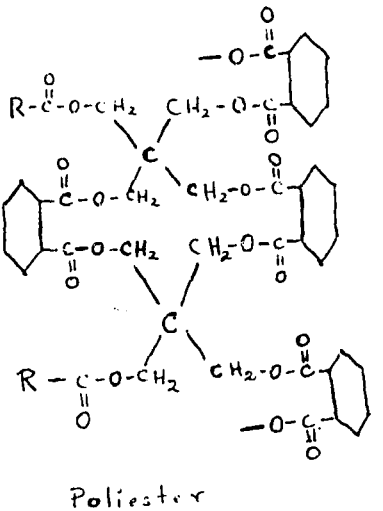


ESTERIFICACION.- Es la reacción estre un alcohol y un ácido o anhidrido produciendo el puente de unión (COO-)

Reacción Teórica en la esterificación:



El éster formado, seguirá un proceso de poliesterificación hasta formar los enrejados tridimensionales que dán lugar a la resinn.



Se notará que siempre quedan valencias libres que reaccionarán con otros radicales formando así las cadenas largas de moléculas.

POLIMERIZACION.- La industria de los plásticos y de las resinas sintéticas está cimentada en la polimerización, prácticamente todos los materiales empleados por esta industria son polímeros de elevado peso molecular.

Carothers después de varias investigaciones clasificó a los polímeros en dos clases: Polímeros "A" y polímeros "C" y los definió como sigue:

1.- Los polímeros "A" son producidos por adición repetida de los monómeros. La fórmula molecular del monómero es idéntica a la de le unidad estructural. El monómero puede obtenerse del polímero por descomposición térmica o fotoquímica, el polímero se forma por auto adición.

2.- Los polímeros "C" son producidos por condensación repetida de los monómeros, la fórmula molecular del monómero difiere de la correspondiente a la unidad estructural, el monómero puede obtenerse del polímero por un proceso hidrolítico, el polímero se forma por una condensación poli-intermolecular.

Resulta que los polímeros "A" son un sinónimo a productos de adición y polímeros "C" a productos de policondensación, entonces podemos definir la polimerización como la unión química de muchas moléculas simples con eliminación o sin ella de moléculas más simples tales como H_2O, HCL, NH_3, etc.

Un tercer tipo de polimerización es el de la auto oxidación, ésta ocurre cuando los polímeros son formados de monómeros no saturados por absorción de O_2, y la subsecuente formación de uniones tridimensionales entre los monómeros, el ejemplo más típico de esta polimerización es el secado de aceite de linaza.

La polimerización por adición puede dar lugar a tres tipos diferentes de polímeros: homopolímeros, copolímeros y heteropolíme-

nos..

a).- Homopilímeros son aquellos en los cuales todas las unidades monoméricas son idénticas.

b).- Copolímeros son aquellos que contienen diferentes unidades monoméricas, pero por definición cada tipo diferente de monómero es capaz de formar polímeros él solo.

c).- Heteropolímeros, son aquellos que también contienen diferentes unidades monoméricas, pero por definición uno o más de estos tipos de monómeros no son capaces de formar polímeros ellos solos.

Generalmente el polímero se comprende como un compuesto estructuralmente formado de un número de unidades conocidas como los monómeros, dímeros, trímeros, tetrámeros, etc., que son compuestos que tienen 1, 2, 3, 4, etc., monómeros respectivamente, los altos polímeros pueden contener miles de unidades monoméricas.

LA ESTERIFICACION DESDE LOS PUNTOS DE VISTA ESTATICO Y CINETICO.

La reacción procede equilibrada y lentamente, industrialmente el rendimiento elevado es factor importante, y es preciso que este rendimiento se alcance en poco tiempo, se consigue ésto principalmente desplazando el equilibrio de la reacción.

La constante de equilibrio viene dada por la fórmula:

$$Kc = \frac{(Poliester)\ (Agua)}{(Poliácido)\ (Polialcohol)}$$

Es tanto más difícil cuanto mayor es el peso molecular del alcohol, en general es más fácil en los alcoholes primarios que en los secundarios y en éstos más que en los terciarios.

Para un alcohol dado, la constante de equilibrio es tanto más elevada cuanto mayor es el peso molecular del ácido.

El rendimiento será tanto más elevado cuanto menor es la-

cantidad de agua existente en el alcohol y ácido a reaccionar.

Existiendo un proceso práctico de eliminación del agua producto de la reacción, ésto es, empleando mezclas binarias o simples destilaciones la circunstancia de excesiva agua no es obstáculo técnico.

Los factores capaces de mejorar la esterificación son dos:

a).- Empleo de exceso de uno de los reactantes polialcohol o poliácido (ordinariamente el polialcohol).

b).- Eliminación de uno de los productos de la reacción agua o poliester (ordinariamente agua).

Desde el punto de vista cinético influyen en la esterificación la temperatura y el catalizador.

La velocidad de la reacción queda duplicada aproximadamente por cada aumento de 10°C, así pues es aconsejable trabajar a temperaturas lo más elevadas posibles, sin embargo existen límites óptimos de temperatura para que la reacción se efectúe del mejor modo posible.

No existe dependencia entre la temperatura en que se opera y el grado de esterificación a que se puede llegar, es decir no hay diferencia operando entre 160° y 280°C, la única diferencia consiste en el tiempo mayor que se necesita para llegar a un grado de esterificación con una temperatura menor y viceversa, siempre se llegará al mismo producto.

En ciertas reacciones puede interpretarse la acción del catalizador como un mecanismo de deshidratación.

Cuando el catalizador es un líquido orgánico, puede suponerse que se esterifica con el alcohol, sufriendo el éster así formando una acidólisis que regenera la sustancia catalítica.

$$R_2-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH + R_1-OH \longrightarrow R_2-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OR_1 + H_2O$$

$$R_2-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OR_1 + R-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH \longrightarrow R-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OR_1 + R_2-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH$$

CINETICA DE LAS REACCIONES DE CONDENSACION.- Los altos polímeros, particularmente en los productos de cadena larga son hechos como se sabe por reacciones de condensación, en el curso de las cuales, la macromolécula es gradualmente formada, durante la reacción - de dos moléculas con eliminación de una tercera.

Las reacciones de Policondensación pueden llevarse a cabo con oxiácidos, aminas, ácidos, urea o fenol y pormaldehido, etc., ellos proporcionarán en parte cadenas y en parte productos reticulados, los grupos reactivos son siempre regenerados en los extremos de las cadenas.

En la base de que en la formación de la resina interviene una interesterificación como reacción primaria y una intraesterificación como reacción secundaria, es posible deducir la composición aproximada, es decir, que podemos obtener una configuración deseada - con solo detener la reacción en la fase de un número ácido preciso,- se ve por lo que se ha dicho, que la cinética formal de una policondensación tridimensional no es sencilla de analizar, y el proceso -- completo no queda abarcado por una ecuación cinética.

En el caso de condensación en cadena la cinética sigue más bien una ley sencilla.

$$-\frac{de}{dt} = K\ a\ c^2$$

donde "K" es la constante, "C" es la concentración del ácido transformado y "a" es la concentración del catalizador.

Cuando falta el catalizador, la reacción llega a ser de 3er. orden. En la práctica sucede que fuera de la desviación en los primeros momentos de la reacción, que en algunos casos se ha observado con esterificaciones monofuncionales, la reacción sigue rígidamente la ecuación del tercer orden, es de creer que esta ley persista en las primeras fases de la condensación tridimensional, antes de que la viscosidad produzca algún efecto sobre la difusión molecular.

Bajo ciertas condiciones durante la preparación, el logaritmo de la viscosidad de una solución resínica puede relacionarse con el tiempo dando una recta, la ecuación correspondiente será:

$$\log\text{-viscosidad} = mt + b$$

donde "m" es la inclinación de la curva, "t" el tiempo y "b" la intersección sobre el eje logarítmico.

Si la viscosidad se toma como proporcional directamente a la expresión algebraica para las concentraciones iniciales y de crecimiento de los componentes durante las reacciones químicas normales, la semejanza entre los dos tipos de ecuaciones es manifiesta y explica la curva que relaciona el logaritmo de la viscosidad con el tiempo.

Las ecuaciones que expresan las cinéticas en los órdenes de reacción, son representadas de la siguiente manera:

1er. orden de reacción :

$$\text{Log}\ \frac{1}{a-x} = \frac{K}{2.303}\ t + \log a$$

2o. orden de reacción:

$$\log\ \frac{a-X}{b-x} = \frac{K\ (a-b)}{2.303}\ t + \log \frac{b}{a}$$

3er. orden de reacción:

$$\log\ \left[(a-x)^{b-c}\ (b-x)^{c-a}\ (c-x)^{a-b}\right] =$$

$$\frac{k(a-b)(b-c)(c-a)}{2.303} \quad t + \log (a^{b-c} b^{c-a} c^{b-}$$

siendo a, b, c concentraciones iniciales de los reactantes.

x disminución de cada reactante después del tiempo t.

k constante de velocidad de reacción.

Se comprenden que cuando el número de grupos esterificantes aumenta, el logaritmo viscosidad y la inclinación de la curva cambiarán con respecto al tiempo de reacción.

En la preparación de una resina modificada se forman moléculas lineales, mientras que la curva sigue trayectoria recta y con pequeña inclinación, pero un aumento de inclinación indica comienzo de entrecruzamientos debidos al orden más alto de funcionalidad.

CAPITULO II

PROCESO DE FUSION

Este proceso es muy usado por los fabricantes de resinas para hacer los más variados tipos de alquidálicas, es el precusor del proceso de solventes y durante muchos años se han producido -- resinas satisfactoriamente, aunque con algunas desventajas como:

1o.- Pérdida de materias primas por volatilización y como consecuencia de ello bajo rendimiento y 2o. pobreza de control; sobre todo en las alquidálicas cortas, lo cual ha provocado un gradual cambio en los últimos años hacia el proceso de solventes.

EQUIPO.- Los aparatos de laboratorio usados para éste proceso se citan a continuación:

1 Matráz de 5 litros de fondo redondo con 3 bocas

1 Agitador tipo turbina con corta espumas

1 Medidor de flujo para el gasto de CO_2

1 Cilindro de gas carbónico con una válvula de reducción y línea de alimentación para el matraz.

1 Termómetro de 0 a 360°C con sensibilidad de 1 grado.

1 Manta para calentamiento eléctrico con diámetro igual al matraz y conectada a un transformador de voltaje variable para controlar el calor.

El equipo industrial desde luego deberá llenar algunos requisitos; se han experimentado varios materiales puros y aleaciones, sin embargo, se ha encontrado que el más indicado en la construcción de los reactores y en general de todo el equipo, es el acero inoxidable, ya que debe tener gran resistencia a la corrosión, alto coeficiente de transmisión de calor, no deteriorarse si se emplean solu-

ciones cáusticas durante el período de limpieza, producir resinas de colores claros, resistencia a los humos y vapores producidos durante la reacción, etc.

Independientemente del material de construcción del agitador, la agitación deberá ser intensa y controlada, pues es necesario debido a la inmiscibilidad de los reactantes, por su diferencia de densidad y porque la rapidez de la reacción química depende del movimiento de las moléculas reaccionantes, también si la agitación es uniforme se evitarán sobre-calentamientos en el líquido que está en el fondo y el que está junto a las paredes que están en contacto directo con la fuente calorífica y por lo tanto habrá polimerización más uniforme, se ha visto experimentalmente que los agitadores del tipo turbina son los más efectivos, tanto en el proceso de alcoholisis como en el de la esterificación.

El calentamiento podrá ser con coque, gas, aceite, electricidad o de líquidos que circulan, el calor podrá ser directo, reflejado, etc., pero es necesario que el suministro de calor sea constante y uniforme, ya que es importante para duplicar el tiempo de proceso y algunas características (color, etc.) en los distintos lotes de resinas.

OPERACION.- Dos son los métodos que se siguen para la obtención de resinas alquidálicas, uno que usa el proceso previo de alcoholisis y otro que no lo necesita.

Desde luego en éste trabajo se llevaron a cabo tanto la alcoholisis como la esterificación debido a que el modificante fué agregado como aceite (triglicerido) sin embargo, el otro proceso en el cual no se necesitaría alcoholisis sería cuando se agregara el modificante como ácidos grasos destilados provenientes del mismo aceite; en el caso de usar éstos últimos se tienen cier

tas ventajas sobre el primero las cuales anotamos a continuación:

a).- Debido a la perfecta destilación de los ácidos grasos, no contienen las impurezas y materias extrañas que se encuentran presentes comúnmente en todos los aceites no refinados como consecuencia, se obtendrán resinas muy claras de ellos.

b).- Cuando se usan ácidos grasos y se emplea glicerina, todos los ingredientes se ponen en el reactor al comenzar el proceso, cuando se usan aceites, un cierto grado de alcoholisis debe hacerse antes de agregar el anhidrido ftálico, de otro modo no será posible iniciar la reacción con el anhidrido ftálico.

c).- El tiempo se acorta y por lo tanto la capacidad de operación del equipo se alarga.

d).- Mayor uniformidad, ésto es debido a que se evitan todas las variables y los posibles problemas que se introducen durante el proceso de la alcoholisis (formación de precipitados coloidales por el catalizador, retardamiento de la formación del monoglicérido, disolución imperfecta cuando el monoglicérido no está completamente formado, etc.)

e).- Los ácidos grasos permiten considerable flexibilidad en la formulación de las resinas.

f).- Quitar o reducir varios de los componentes usualmente presentes en los aceites lo que permite la manufactura de alquidálicas que no pueden ser hechas con dichos aceites.

Los ácidos grasos al igual que los aceites de los cuales se obtienen se clasifican en: Oxidables, semioxidables y no oxidables.

Se cargaron en el matraz el aceite de Soya y el Pentaeritritol y se comenzó a calentar, el gasto de CO_2 fué de 430c.c./min/l y se mantuvo constante todo el tiempo, también se inició la

agitación, teniendo una velocidad el agitador de 3.05 m/seg., una vez alcanzada la temperatura de alcoholisis que fué de 240°C. se agregó el PbO, se mantuvo en esas condiciones durante media hora y se procedió a sacar muestras para verificar la formación de monoglicéridos.

Esta prueba se puede hacer por dos métodos, que indican rápidamente y con bastante exactitud cuando la reacción está completa. El primero consiste en la solubilidad en alcohol metílico del monoglicérido, conforme se van formando más y más monoglicéridos irá siendo más soluble el producto de la alcoholisis en el alcohol metílico, este alcohol es el más aceptable, ya que su solubilidad permite una mayor aproximación en el proceso.

Puede hacerse la prueba en caliente o a la temperatura ambiente, cuando se hace en caliente, se pone un volumen del producto en una probeta o tubo graduado y se agrega el mismo volumen del alcohol metílico anhidro y se calienta hasta que comiencen a desprenderse burbujas que indican el comienzo de la ebullición, se agita y si está claro se añade uno o más volúmenes de alcohol, hasta que sean aproximadamente tres a cuatro volúmenes de alcohol por uno de muestra, si no está clara la muestra se descarta la prueba y se muestrea cada cinco o diez minutos, si la mezcla está clara a los dos o tres volúmenes de alcohol metílico, se supone que se ha formado cantidad suficiente de monoglicérido para disolver el anhídrido Ftálico; cuando el método se hace a la temperatura ambiente se lleva a cabo la prueba aunque la solubilidad en el alcohol es ligeramente menor. El punto final a la temperatura ambiente queda entre tres o cuatro volúmenes de alcohol a un volumen del producto; en condiciones de operaciones muy exactas es preferible seguir el método caliente, ya

que la temperatura es controlada mientras que el método a la temperatura ambiente puede variar según como varían las condiciones de un día para otro.

El otro método que se usa está basado en la solubilidad de la cantidad teórica del anhídrido Ftálico en el producto de la alcoholisis, esta prueba es más difícil y se lleva más tiempo en hacerla.

La porción de anhídrido Ftálico y el producto de la alcoholisis se mezclan en un vaso de precipitados y se calientan a 450°F. Si la mezcla está clara a esa temperatura y después cuando se enfría a la temperatura ambiente, la alcoholisis está completa, ya que se ha formado suficiente cantidad de monoglicéridos para disolver el anhídrido Ftálico.

El método seguido en este proceso fué el de la temperatura ambiente.

En una probeta de 10 ml., se pusieron 2 ml. del producto de la alcoholisis y se agregaron 2 ml. de alcohol metílico, se agitó, la mezcla tomó un aspecto lechoso dejándola asentar se notaron pequeñas gotas separadas de aceite, lo cual indicó que no era soluble todavía en el alcohol metílico. Después de diez minutos se volvió a muestrear, esta vez 2 ml. del producto de la alcoholisis se disolvieron perfectamente en igual volumen de alcohol metílico, sin embargo al agregar otro volumen de alcohol y después de agitar la mezcla estaba muy turbia, ésto indicó que ya había monoglicéridos formados pero qué no eran suficientes todavía como para disolver el anhídrido Ftálico.

A los siguientes diez minutos se procedió en la misma forma, y ésta vez tres volúmenes de alcohol (6 ml.) disolvieron perfectamente a 2 ml. de muestra, es decir, la mezcla agitada era

perfectamente clara y transparente, indicándonos el final del proceso de la alcoholisis.

Entonces se procedió a agregar el anhídrido Ftálico, en este paso se observó la formación de espuma, debido a la disolución del anhídrido Ftálico.

Durante el proceso de alcoholisis el CO_2 se introdujo al matráz sobre la superficie del líquido con el objeto de formar una atmósfera inerte protectora contra la acción oxidante del aire, lo cual evitó el oscurecimiento del producto reaccionante.

Ya en la esterificación se introdujo el gas en el seno del líquido para hacerlo burbujear, esto se hizo con varios propósitos:

1o.- Ayudar a la agitación y por lo tanto tratar de acelerar la reacción mediante la mayor movilización del líquido.

2o.- Eliminar el agua producto de la reacción, ésto hace que la constante de equilibrio se desplace y por lo tanto, sea más rápida la reacción, también se logra bajar la acidéz, ya que el agua formada no reacciona con el anhídrido Ftálico y por lo tanto, se evita la formación del ácido Ftálico.

En las instalaciones industriales se introduce el gas carbónico a un precalentador de resistencias eléctricas, antes de que llegue al reactor, con objeto de evitar se tape el conducto por el cual va y para no estar alimentando un CO_2 frío, que bajaría la temperatura del producto dentro del reactor.

Después de terminada la operación de agregar el anhídrido Ftálico la temperatura bajó hasta 180°C, se aumentó el calor por medio de las resistencias hasta alcanzar la temperatura de 250°C, que fué la del proceso de esterificación, después de una hora de permanecer en éstas condiciones, se procedió a muestrear-

con objeto de saber el grado de polimerización de la resina mediante la determinación de la viscosidad e índice de acidez, también se fué controlando el color con el objeto de saber si el gasto de CO_2 era suficiente para evitar lo más posible la oxidación.

En la boca del matraz por la cual se muestreó, se depositó mucho anhídrido Ftálico, sublimado éste, se regresó el matraz con un agitador tratando de que la pérdida fuera lo menos posible.

Una vez que se alcanzó la viscosidad y el índice de acidez deseado, lo cual indicó el fin de la esterificación, se procedió a "CORTAR", para esto, se paró la agitación y la corriente de gas carbónico y se dejó de calentar; se enfrió la resina hasta alcanzar una temperatura más baja que la de ebullición del solvente y se vació lentamente a un recipiente que tenía la nafta y un agitador a baja velocidad, con el objeto de homogeneizar lo más posible la resina y el solvente, es lógico este procedimiento, ya que de vaciar el solvente, sobre la resina, se encontraría con una superficie muy caliente y las pérdidas de solvente por evaporación serían grandes, además de que la "cortada" sería imperfecta, pues el solvente no alcanzaría a llegar al fondo del tanque de corte, pues antes, alcanzaría su punto de ebullición y se transformaría en vapor desprendiéndose como tal.

Industrialmente, una vez terminada la reacción, por medio de una válvula que tiene en el fondo el reactor, se conecta a una bomba que pasa la resina a un tanque de corte, llegando a éste por la parte superior, este tanque poseé una chaqueta por la cual circula agua o un líquido frío, con el objeto de enfriar y condensar el solvente que se evapora, está provisto de un agitador y dentro se pone el solvente con el cual se va a cortar, así que cuando se bombea la resina, se comienza a agitar el solvente y a circular

el líquido que enfría.

Después de cortada la resina y estando todavía caliente se procedió a filtrarla, para ello se usó un "Buchner" con un papel filtro y tierra de diatomáceas como filtro ayuda, no fué necesario hacer presión, pues pasó fácil y rápidamente por el filtro, obvio es decir que el filtrado se haga en caliente, ya que la viscosidad de la resina será menor que cuando está fría y por lo tanto pasará más pronto por el filtro.

En los procesos industriales del tanque de corte se bombea la resina a un filtro prensa que puede ser de platos horizontales o verticales, el cual poseé mantas en cada plato, también se usa algún filtro ayuda, una vez filtrado se pasa a los tanques de almacenamiento, en los cuales ya se encuentra lista para ser usada.

CONTROL DEL PROCESO .

Después de la determinación del monoglicérido durante el proceso de alcoholisis, tres son las variables a determinar durante la esterificación, la viscosidad, el índice de acidez y el color.

VISCOSIDAD.- Hay una relación muy importante entre el contenido de sólidos y la viscosidad en una solución resínica, en los casos de sobre polimerización. Si la resina ha sido sobre polimerizada durante el proceso, la viscosidad estará arriba de lo normal cuando se diluye a un contenido de sólidos determinados e inversamente el contenido de sólidos estará bajo de lo normal si la solución es diluída hasta la viscosidad standard. La combinación de estas dos pruebas sirven para comprobar la situación de la resina después de procesada.

La viscosidad de las resinas se expresa en poises o en-

las letras de los tubos standart Gardner del método de burbuja.

El método de la burbuja de aire es el más usado para las resinas, la muestra de resina se coloca en un tubo de vidrio que tiene determinadas dimensiones y que está marcado cerca de la entrada del tubo, hasta ésta marca deberá llegar la solución de la muestra y se inserta un tapón de corcho, de tal modo que el espacio entre dicho tapón y la superficie de la muestra, sea un espacio de aire (burbuja) constante para todas las determinaciones, con el objeto de controlar el tamaño de la burbuja.

Toda la serie de tubos tipos y la muestra, se ponen en un baño de agua que esté a 25°C con el objeto que la temperatura sea constante, entonces se invierte de tal modo que la burbuja viaje a través de todo el tubo, la rapidez con que se desplaza es una medida de la viscosidad del líquido. Puede expresarse como el tiempo en segundos que tarda en recorrer todo el tubo la burbuja de aire. Esto es decir que a mayor viscosidad, mayor tiempo tardará en desplazarse y viceversa, la rapidez de la burbuja se compara con la rapidez de la burbuja de los tubos de la serie, que están marcados con una letra, que contienen líquidos de viscosidades conocidas, así entonces la viscosidad de la muestra, puede expresarse como la letra del tubo a cuya rapidez se encuentra más cerca. Este método tiene una aproximación de cerca de diez por ciento. Ya que la viscosidad es una función logarítmica de la temperatura, se realizará con extremo cuidado el control de la temperatura de la muestra que se ensaya. A continuación daremos una tabla para convertir las letras de los tubos Gardner en poises y viceversa.

TUBOS GARDNER HOLDT	POISES
A	0.50
B	0.65
C	0.85

D	1.00
E	1.25
F	1.40
G	1.65
G-H	1.80
H	2.00
I	2.25
J	2.50
K	2.75
L	3.00
M	3.20
N	3.40
O	3.70
P	4.00
Q	4.35
R	4.70
R +	4.80
S	5.00
T	5.50
U	6.27
U-V	8.00
V	8.84
W	10.70
X	12.90
X +	14.40
Y	17.60
Z	22.70
Z +	23.50
Z1	27.00
Z2	34.00
Z3	46.30
Z4	62.00
Z4 +	63.40
Z5	98.50
Z5 +	120.00
Z6	148.00

Se pesa lo más exacto posible un vaso de precipitados con un agitador, se muestrea y por diferencia de las pesadas se sabe cue cantidad de muestra tenemos, se calcula el solvente que se va a agregar para tener los sólidos especificados, se disuelve la resina y se mezcla bien, entonces se vacía al tubo y se determina la viscosidad por comparación.

INDICE DE ACIDEZ.- Es la cantidad de miligramos de KOH necesarios para neutralizar los ácidos libres en un gramo de muestra.

El número ácido se expresará sobre los componentes só--

lidos y no en solución, es una indicación de la relativa reactividad de la resina con los pigmentos básicos usados en pinturas y esmaltes.

Usualmente la acidez es el resultado de los ácidos grasos libres, presentes en el aceite, también se debe a las resinas ácidas que a veces se ponen como modificantes, al ácido ftálico formado por el anhidrido que no ha reaccionado y el agua que se produce en la reacción.

La determinación de la acidez se hace por la titulación de una mezcla de la muestra y de solvente con una solución de NaOH o KOH libre de carbonatos y usando la fenoltaleínacomo indicador, siendo el punto final una coloración ligeramente rosa. Se prepara el solvente con una mezcla de partesiguales de alcohol etílico y benceno, también puede usarse tolueno, la sosa o la potasa deberán ser 0.1N, los cálculos para el número ácido son:

$$N.A. = \frac{ml \quad NaOH \quad X \quad N \quad X \quad 56.1}{Gramos\ de\ muestra\ X\ \%\ sólidos\ en\ la\ muestra}$$

La muestra al titularse deberá estar completamente disuelta en la mezcla del solvente, esto se consigue mediante la agitación del erlenmeyer; también suele calentarse un poco para que la disolución sea más rápida.

COLOR.- El método más usado para medir el color en las soluciones de resinas y barnices, es el cue emplea el comparador de Hellige, el cual es un dispositivo que sirve de soporte a dos discos numerados desde uno a nueve y el otro de diez a dieciocho, los cuales pueden girar y cambiarse cuando se introduce un tubo con la muestra cuyo color se desea comparar. A medida que aumentan los números el color será mas obscuro, así tenemos el color uno, será el más claro y el dieciocho el más obscuro, así la resina tendrá como color el número a que más se parezca.

PESO POR GALON (Libra por galón).- Esta determinación es mas bien hecha cuando la resina ya está terminada, es decir no es una prueba de control durante el proceso, se determina usando un picnómetro con tapa ancha, se llena con la muestra a la temperatura especificada aunque las correcciones por temperatura pueden ser hechas con materiales en los cuales el coeficiente de expansión es conocido, debe tenerse cuidado de eliminar las burbujas de aire de la muestra antes de pesar.

Las libras por galón se pueden obtener fácilmente dividiendo entre diez el peso de la muestra dentro del picnómetro, es decir, se pesa el picnómetro vacío y después cuando está lleno de muestra, entonces la diferencia de pesadas dividida entre diez nos dará directamente el peso por galón. El picnómetro está calibrado de tal modo que cuando está lleno de agua, la diferencia entre diez, nos dá el peso por galón del agua 8.33.

Los cálculos en la determinación de la primera muestra -- fueron:

Peso de vaso de precipitados vacio con agitador	55 g
Peso del vaso precipitados con agitador y muestra	70 g
Cantidad de la muestra	15g

A continuación se calculó la cantidad de solvente por agregar, para tener la resina a los sólidos especificados, en este caso fué de 50 %.

Se calcula un factor por el cual hay que multiplicar la cantidad de muestra para tener la cantidad de solvente.

$$\frac{100 - 50}{50} = 1$$

El factor será 1, entonces:

$$15 \times 1 = 15 \text{ g de solvente}$$

El objeto de este factor es además de facilitar el cálculo, abreviar el tiempo, pues las determinaciones sobre todo casi al final del proceso deben ser rápidas.

Se le agregaron los 15 g de Nafta y se agitó calentando en una parrilla eléctrica para facilitar la dilución de la resina, cuando ésta fué completa, se comprobó la pesada para agregar la Nafta que se evaporó y entonces se vació a un tubo Gardner, hasta la marca, se tapó con un corcho y se metió en un baño de agua que estaba a 25°C junto con la serie de tubos, se esperó a que se enfriara y se comenzó a comparar con los tubos Gardner, la burbuja se desplazó con la misma velocidad que el tubo A, por lo tanto la viscosidad de la resina a la primera hora de esterificación fué A. Entonces se procedió a determinar el color, aprovechando la muestra del tubo y por comparación se vió que era 5.

Para la determinación de la acidez se pesó en un matraz Erlenmayer 2 gramos de la muestra que estaba a 50% de sólidos, se le agregaron 20 ml. de una mezcla que estaba 1 a 1 de benceno y alcohol etílico, se agitó el matraz y cuando la disolución fué completa se agregaron 3 gotas de fenolftaleína y se tituló con solución de sosa 0.1 N la lectura fué de 7 ml, sustituyendo en la fórmula tenemos:

$$\text{Acidez} = \frac{0.1 \times 56.1 \times 7}{2 \times 0.50} = 39.4$$

En esta misma forma se determinaron todas las muestras hasta que la viscosidad y la acidez fueron las de los límites fijados.

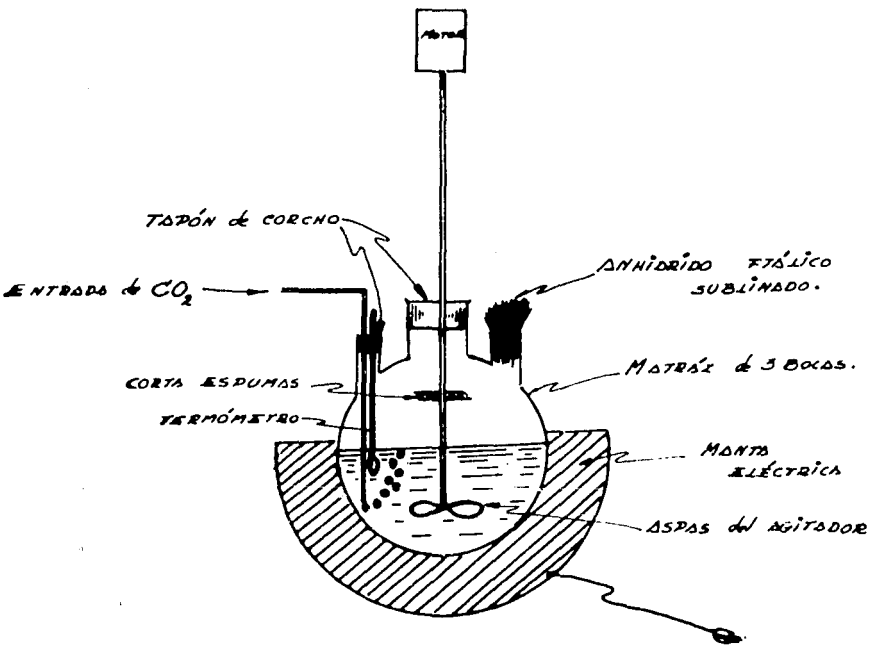
PROCESO DE FUSION

Materias Primas	Cantidad en grs.	Constantes	Tipo	Lote
Aceite de Soya	687.0			
Pentaeritritol	196.0	Viscosidad 50% sólidos	I-1	J
Litargirio	0.[illegible]	Peso por Galón	8.87-8.97	8.94
Anhídrido Ftálico	186.0	Color	5-[illegible]	6
Nafta	1[illegible]4.0	Sólidos	49-51	50.5
Total	[illegible]	Acidez	6-14	12.0

Hora	Tiempo	Temp. °C	Color	[illegible]	Visc. 50%	Notas
7:00	0	T.A.				Se inició la agitación. Se cargaron el Aceite y pentaeritritol. CO_2 por encima.
7:45	[illegible]	[illegible]				Se agregó el Catalizador
8:15	[illegible]	"				Se sacó la. muestra - Mal
8:25	[illegible]	"				Se sacó 2a. muestra - Turbia
8:35	[illegible]	"				Se sacó 3a. muestra - Bien
8:40	1:40	"				Se agregó el A.F. y se burbujeó CO_2.
9:10	2:10	250°C				Llegó temperatura de esterificación.
10:10	3:10	"	[illegible]	39.4	A	
11:10	4:10	"	5	22.0	B-C	
12:10	5:10	"	[illegible]	19.0	D-	
13:10	6:10	"	5-6	16.5	E	
14:10	7:10	"	5-6	14.2	G	
15:10	8:10	"	5-6	12.5	I+	
15:30	8:30	"				Se paró agit. calent. burb.- CO_2, se sacó de la manta.
16:00	9:00	200				Se cortó
16:15						Se filtró y se envasó

Al día siguiente se le sacaron las constantes finales.

APARATO PARA EL PROCESO DE FUSIÓN.



BALANCE DE MATERIAL.

Tomaremos como base 1000 Kg de resina al 50% de sólidos, de los cálculos para la resina del laboratorio pasamos a Kg para el reactor.

2.448 Kg resina ___ 2.495 Kg de Mat. Primas.

1,000 Kg resina ___ X Kg de Mat. Primas.

X = 1020 Kg de Mat. Primas.

$$F = \frac{1020}{2.495} = 410$$

Aceite de Soya	= F x 0.687 Kg	= 410 X 0.687	=	280.20 Kg.
Pentacritritol	= F x 0.198 Kg	= 410 X 0.198	=	80.90
Anhidrido Ftálico	= F x 0.386 Kg	= 410 X 0.386	=	158.00
Litargirio	= F x 0.00032 Kg.	= 410 X 0.00032	=	0.13
Nafta	= F x 1.224 Kg.	= 410 X 1.224	=	500.00
				1019.23

Kg.de Mat.Prim.

Agua desprendida en la reacción.

$$\frac{158}{148} \times 18 = \frac{19.23 \text{ Kg.}}{1000.00 \text{ Kg.}}$$

1,000 kg. X 2.2 = 2200 Libras.

$$\frac{2.200 \text{ libras}}{8.92 \ \frac{\text{libras}}{\text{Gal.}}} = 246 \text{ Galones}$$

Tomando como base 250 galones, la forma del reactor será de un cilindro recto con el diámetro igual a la altura.

$$V = \frac{\pi}{4} D^2 (D) = 0.785\ D^3$$

$$V = \frac{250 \text{ galones}}{7.48} = 33.5 \text{ pies}^3$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{33.5 \text{ pies}^3}{0.785}} = 3.5 \text{ pies}$$

Las dimensiones del reactor serán:

$D = 3.5$ pies

$H = 3.5$ pies

Ahora calcularemos el agitador tipo turbina con las paletas inclinadas a 45° respecto al plano de rotación. En el Perry se encuentra la siguiente fórmula (pag. 1545)

$$P = C\ L^3\ S\ N^3\ D^{1.1}\ W^{0.3}\ H^{0.6}$$

donde

P = potencia necesaria en caballos

C = Coeficiente de potencia sin unidades.

D = diámetro del recipiente en pies.

H = altura del líquido en pies.

L = Longitud de las paletas en pies.

N = Velocidad de la paleta en revoluciones por minuto.

S = densidad del líquido en libras por pies^3

W = ancho de la paleta en pie.

Z = Viscosidad absoluta en $\frac{\text{libras}}{\text{pies-seg.}}$

El coeficiente de potencia "C" se encuentra relacionado con un número de Reyholds modificado, se encuentra en el Perry graficado contra el valor de $\frac{L^2\ NS}{Z}$

D = 3.5 pies

H = 3.5 pies

L = 8 pulgadas $= \frac{3}{12} = 0.66$ pies

N = 1 revolución por segundo.

S = $8.97 \frac{\text{libras}}{\text{galon}} \times 7.48 = 67.0 \frac{\text{libras}}{\text{pie}^3}$

W = 3 pulgadas $= \frac{3}{12} = 0.25$ pies

Z = 148 poises (letra Z_6 de la serie Gardner-Holdt)

1 poise $= 0.0672 \frac{\text{libras}}{\text{pie x seg.}}$

Z = $148 \times 0.0672 = 9.95 \frac{\text{libras}}{\text{pie x seg.}}$

$$\frac{L^2 N S}{Z} = \frac{0.66^2 \times 1 \times 67.0}{9.95} = 2.93$$

Con este valor extrapolamos la curva de la gráfica, se encontró un valor para C igual a 0.0012.

Sustituyendo valores en la fórmula tenemos:

$$H = 0.0012 \times 0.66^3 \times 67 \times 1^3 \times 3.5^{1.1} \times 0.25^{0.3} \times 3.5^{0.6} = 0.129$$

Según estos cálculos hay que acoplar un motor de 0.129 H; Sin embargo como en el reactor se harán diversos tipos de resinas con distintas características y en diferentes condiciones (mayor o menor volúmen, más o menos viscosas, etc.) y en general existiendo siempre el peligro de "gelatinización" en cuyo caso es bastante dificil de mover, el mínimo motor que convendría acoplar sería de 1 HP; en esta forma haríamos más flexible nuestro equipo para muy diversas condiciones de trabajo.

BALANCE DE CALOR.

El calor consumido será el necesario para elevar las materias primas desde la temperatura ambiente, hasta la temperatura del proceso, así como para transformar el agua formada durante la reacción en vapor de agua.

			Cal.
Aceite de Soya	Q_1 =	280.2 x 0.629 (250-20) =	40.500.000
Pentaeritritol	Q_2 =	80.9 x 0.493 (250-20) =	9.130.000
Anhidrido ftálico	Q_3 =	158.0 x 0.232 (250-20) =	8.450.000
			58,080.000

Cal.

$$\frac{58,080,000}{252} = 230,000 \text{ B.T.U.}$$

Agua .- $\frac{158 \times 2.2}{148} = 2.35$

Q_4 = 970.3 x 2.35 = 2.280 B.T.U.

Q_T = 232,280 B.T.U.

Considerando que el combustible empleado tiene un poder calorífico de 17,500 $\frac{\text{B.T.U.}}{\text{libra}}$ necesitaremos:

$$\frac{232,280}{17,500} = 13.30 \text{ libras de combustible.}$$

Sin embargo, siendo nuestro sistema de calentamiento, de -- fuego directo y suponiendo que la pérdida de energía calorífica (por radiación principalmente) sea de un 50% tendremos:

$$\frac{13.30}{0.50 \times 2.2} = 12.1 \text{ Kg de combustible.}$$

La energía consumida por el motor del agitador trabajando - 9 hs. como tiempo promedio es de:

$$1.0 \text{ HP} \times 9 \text{ horas} = 9 \text{ HP} - \text{hr.}$$

1 HP-hr = 0.7455 Kw-hr tendremos:

$$9 \text{ HP-hr} = 6.7 \text{ Kw-hr.}$$

CAPITULO III

PROCESO DE LOS SOLVENTES.

Durante los últimos 8 años ha habido una definida tendencia hacia la preparación de resinas alquidálicas por el procedimiento de solventes, debido a las siguientes ventajas.

1.- El uso del solvente permite una considerable reducción en el tiempo necesario para limpiar el reactor con soluciones caústicas o solventes.

2.- Proporciona altos rendimientos.

3.- Mejor control de todos los tipos alquidálicas.

Bajo condiciones óptimas, no se ha notado diferencia de color entre los preparados por el proceso de solvente y las preparadas por el de fusión.

Desde luego, que la diferencia entre los dos procesos, está en el uso de más equipo por parte del de solvente y el empleo de otra materia prima (solvente para reflujar) más de las usadas en el de fusión.

En la selección del solvente para reflujar, los solventes alifáticos de los tipos minerales y de petróleo, no se usarán; pues ellos tienen poco o casi nulo poder solvente sobre el anhídrido Ftálico sublimado, que se encuentra en el condensador, dando lugar a que se tape éste.

Para escoger el solvente, se necesitará que tenga un valor mínimo de Kauri butanol (poder solvente) de alrededor de 70. En todos los casos la temperatura a la cual se va a procesar es la que fija principalmente la cantidad de solvente usada, por ejemplo, las siguientes concentraciones de solvente en la carga, serán dadas por la temperatura de reflujo.

Solvente	% de uso	Temperatura en °F
Xileno	3	485 - 500
Xileno	4	475 - 485
Xileno	7	400 - 410
Nafta API (alto punto de inflamación)	10	400 - 410

El que se usó en este trabajo fué el Xileno, la cantidad usada de acuerdo a los 250°C del proceso fué de 5% sobre la cantidad de gramos de la carga al matraz.

En el proceso de solventes, se ha visto que se controla mejor la temperatura dentro del reactor, por la adición o reflujo de solvente que aumentando el calor de la fuente calorífica.

EQUIPO.- Los aparatos de laboratorio usados en este proceso fueron los mismos que los usados en el proceso de fusión, sólo que tenemos que agregar: Una "trampa" tipo "Dean-Stark", constituida por:

1 Condensador

1 Tubo de desprendimiento y reflujo

1 Probeta de 200 ml.

El equipo industrial, al igual que el del proceso de fusión, deberá llenar los requisitos anteriormente expecificados.

Durante el proceso de alcoholosis, el equipo fué el mismo que el usado en el de fusión.

Cuando comenzó la esterificación se cambió el equipo al del proceso de solventes.

El único accesorio que hay que tomar en cuenta es el condensador del reflujo. Este podrá ser enfriado con aire o con agua y podrá estar colocado horizontal o verticalmente, lo importante es que pueda regresar al reactor el condensado cuando así convenga y -

si no poder recoger lo que no se quiere que refluje.

Algunas de las razones por las cuales se condensan los vapores son las siguientes: La producción de grandes cantidades de vapores irritantes a los ojos, nariz y garganta, etc.

Formación de vapores corrosivos que dañarán todo el equipo que está cerca.

La condensación de vapor de agua desarrollado durante la reacción.

El uso de ciertas materias (glicerina, etilen glicol, etc.) que a la temperatura de la reacción son volátiles, aquí el uso de eficientes condensadores de reflujo serán necesarios para evitar lo más posible la pérdida de reactantes. Las pérdidas de anhídrido ftálico, durante el proceso, se reconoce que son inevitables; se calcula que el 10% es el que se sublima, aunque ésto sucede, una forma adecuada de condensador se instala, haciendo que la calidad del anhídrido recobrado sea buena.

Los condensadores pueden clasificarse en dos tipos: los llamados de superficie y los de contacto directo.

En los de superficie, el líquido que enfría, casi siempre agua, no llega a estar en contacto con vapor, éste es condensado sin que se contamine, pudiendo ser regresado al reactor.

En los condensadores de contacto directo, el líquido condensado llega a estar en contacto con el líquido que enfría. Pueden ser completamente solubles en todas porciones o pueden ser inmiscibles; si son inmiscibles, el condensado puede ser separado fácilmente, aunque alguna ligera contaminación es siempre probable, si el condensado y el líquido enfriante son mutuamente solubles para efectuar la separación, es necesario hacer una destilación fraccionada, absorción o cristalización según se requiera.

El condensador usado en este trabajo, fué de superficie, enfriando con agua y se usó para reflujar el xileno desprendido -- del reactor como mezcla binaria xileno-agua.

Operación.- Como en el proceso de fusión, se pueden se-- guir los dos métodos de obtencion de alquidálicas. Sin embargo, -- siendo este trabajo una comparación entre los dos procesos se trató de seguir el mismo sistema de alcoholisis.

La alcoholisis fué llevada en la misma forma que la anterior y la esterificacion se procesó a la misma temperatura, sólo - que en lugar de CO_2, se usó para eliminar el agua, Xileno, se puede notar en la hoja de control del proceso, que se necesitó menos tiempo para llegar a la esterificación deseada. Los demás pasos,- como "Corte", filtrado, etc. se hicieron igual que en el proceso - de fusión.

CONTROL DE PROCESO.-Las constantes se determinaron en la misma forma que en el proceso de fusión. Sin embargo, los cálculos variaron un poco, ya que hubo que descontar al solvente por agregar, el xileno usado para reflujo y el equivalente al agua desprendida, durante la reacción, en el momento de sacar la muestra,- éste se debe a que según la disposición del equipo, el agua que se condensa, desplaza un volumen igual de Xileno hacia el reactor.

Los cálculos de la muestra a la primera hora de esterificación son:

Peso del vaso de precipitados vacío con agitador 60.00 g

Peso del vaso de precipitados con agitador y muestra 79.35 g

Cantidad de muestra.....19.35 g

Solvente en la carga = 44 g

Solvente desplazado por el agua al sacar muestra = 25 ml.

$\frac{lb}{gal}$ del Xileno = 7.22

7.22 X 0.12 = 870 g/l

25 ml = 21.8 g

Solvente total en el reactor 44.0 g
+ 21.8 g
65.8 g

Cantidad de solvente en los 19.35 g de muestra

1271 g de carga ------- 65.8 g de solvente

19.35 g de muestra------X

X = 1 g de solvente

Solvente por agregar para tener la muestra a 50% sólidos

19.35 - 1.0 = 18.35 g 100% sólidos

18.35 g solvente para 50% sólidos

36.70 g
- 19.35

17.35 g de solvente por agregar

La acidez se calculó igual que las anteriores del proceso de fusión, siendo de 31.5 en esta muestra.

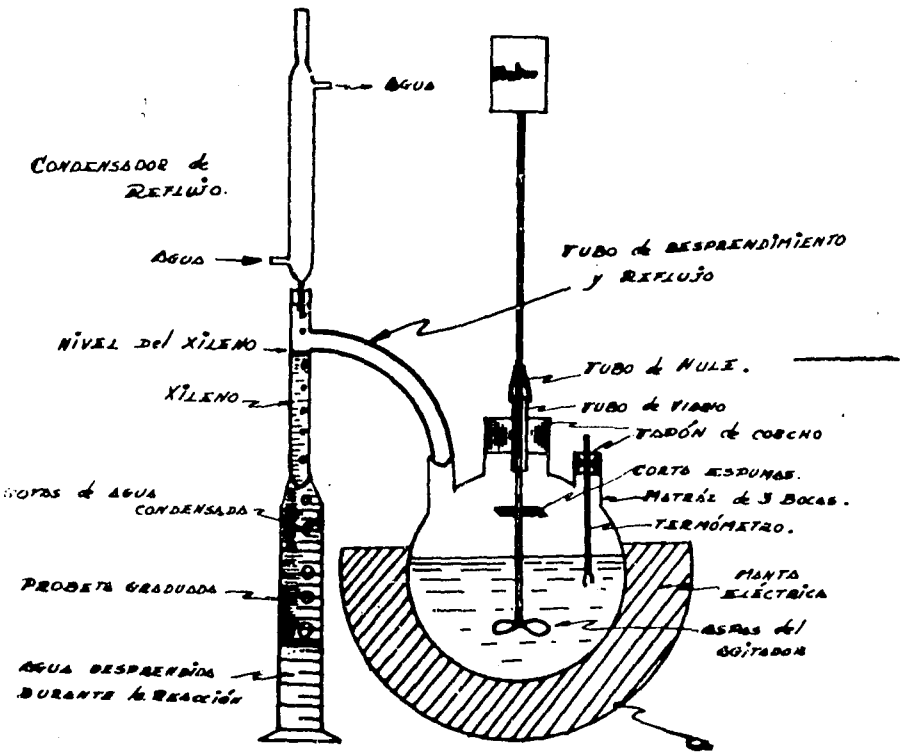
PROCESO DE SOLVENTES

Materias Primas	Cantidad en grs.	Constantes		
Anetto [illegible]	[illegible]			
Pentaeritritol	[illegible]	Viscos. Gardner. (50% sólidos)	Tipo	Lote
Litargirio	[illegible]	Acido por Gelfo	I-1	L
Xileno [illegible]		[illegible]	8.87-8.97	8.30
(5% de [illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	5
Anhi[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]

[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]						[illegible]
[illegible]	1:25	225				[illegible]
8:15	1:20	-				Se [illegible] Tor- [illegible]
8:30	1:40	-				Se [illegible] Mongeli [illegible]
[illegible]	[illegible]	-				Se agregó A.F. y Xileno, se suspendió CO_2, se cambió instalación de solventes.
[illegible]	[illegible]	[illegible]				[illegible] la primera gota de agua
[illegible]	[illegible]					[illegible] a temperatura de esta [illegible]
[illegible]	[illegible]	-		31.5	-	[illegible] desprendida 25 ml.
12:00	4:30	-	5	16.9	[illegible]	Agua desprendida 36 ml.
12:30	5:30	-	5	20.8	K	Agua desprendida 45 ml.
12:20	5:50	-				Se paró agitación, calentamiento y se sacó de la manta
13:45	6:15	210				Se cortó
14:00						Se filtró y se envasó

Al día siguiente se le sacaron las constantes finales.

APARATO PARA EL PROCESO DE SOLVENTES.



BALANCE DE MATERIAL

En éste proceso usaremos en la esterificación el 5% sobre la carga del solvente para reflujar (Xileno), siendo comparativo,- la carga será la misma.

520.0 Kg. de carga

26.0 Kg. de xileno (5% sobre la carga)

El agua desprendida teóricamente es:

19.23 L.

0.87 $\frac{Kg.}{L}$ de xileno X 19.23 L = 16.8 Kg. de xileno

Xileno total 26.0 + 16.8 = 42.8 Kg.

Nafta para 50% de sólidos	500.0
	− 42.8
Nafta para cortar	457.2

BALANCE DE CALOR

Siendo la misma carga al calor consumido es el mismo que en el proceso de fusión; sin embargo, siendo menor el tiempo de proceso el motor del agitador consumirá menos energía (6 horas, tiempo promedio).

1HP x 6hr. = 6 HP-hr

6HP-hr = 4.48Kw-hr.

CALCULO DEL CONDENSADOR DE REFLUJO

Al condensador llega la mezcla binaria cuyo condensado - consistirá de una mezcla de dos componentes inmiscibles, es decir,

tendrá 2 fases líquidas; aplicando la regla de las fases de Gibbs - encontramos:

$$F = C - P + 2$$

$$F = 2 - 3 + 2 = 1$$

Como se ve,un solo grado de libertad bastará para fijar - el sistema. Si consideramos que la presión será constante e igual- a una atmósfera, esta variable servirá para fijar el sistema, la -- temperatura será constante, de donde podemos decir que la condensa- ción será isotérmica a lo largo de todo el condensador.

Ya que el vapor de agua nos dá coeficientes más altos, para el cálculo del condensador consideraremos que lo que se vá a enfriar y a condensar es vapor de agua, de aquí que el condensador -- calculado estará más sobrado que si se calcula por separado el vapor de agua y el xileno.

La temperatura de entrada del vapor de agua al condensa-- dor es de 175°C (347°F) y 1 atmósfera de presión, de aquí se enfriará hasta 100°C (212°F temperatura de saturación del vapor a esa presión) y después condensará a la misma temperatura.

El agua de enfriamiento entra a 60°F y sale a 70°F.

Vapor de agua.- 136.7 lb

Tiempo de Proceso.- 4 horas

de donde:

$$\frac{136.7}{4} = 34.2 \ \frac{lb}{hr.}$$

Enfriamiento de 347°F a 212°F.

$$Q_{v_E} = 34.2 \times 0.46^{*}(347 - 212) = 2110 \ \frac{BTU}{hr.}$$

$^{*}C_p$ del vapor a esa temperatura pag. 805 Kern

λ_v = Entalpia Agua Vapor $_{212°F}$ - Entalpia Agua líquida $_{212°F}$

$\lambda_v = 1150.3 - 180.07 = 970.3$

$Q_{v_c} = 34.2 \times 970.3 = 33100 \frac{BTU}{hr}$

$Q_t = Q_e + Q_c = 2110 + 33,100 = 35,210 \frac{BTU}{hr}$

Agua de enfriamiento

$Q = 3521 \times 1 \ (70-60) = 35,210 \frac{BTU}{hr}$

Δt en la condensación:

$$\frac{33,100}{3521 \times 1} = 9.4^{o}F$$

Δt en el enfriamiento

Fluido Caliente		Fluido Frío	Diferencia
347	alta temperatura	70.0	277.0
212	baja temperatura	69.0	143.0
135	diferencia	1.0	134.0

$\Delta t = LMTD = \frac{134}{\ln \frac{277}{143}} = 201^{o}F$

$q_{enf.} / \Delta t_{enf.} = \frac{2110}{201} = 10.5$

Δt en la condensación.-

Fluído Caliente		Fluido frío	Diferencia
212	alta temperatura	69.0	143.0
212	bajatemperatura	60.0	152.0
0	Diferencia	9.0	9.0

$$\Delta t = \frac{9}{\ln \frac{152}{143}} = 157^{o}F$$

$$q_{cond}/\Delta t_{cond.} = \frac{33,100}{157} = 211$$

$$\Delta t_{total} = \frac{Q_t}{\Sigma q / \Delta t} = \frac{35,210}{10.5 + 211} = \frac{35,210}{221.5} = 159^{o}F$$

Fijaremos una U de diseño para el enfriamiento de 2.-

$$A_e = \frac{q_e}{U_{D_e} \times \Delta t_e} = \frac{2110}{2 \times 201} = 5.25 \text{ pie}^2$$

U de diseño para la condensación de 200

$$A_c = \frac{q_c}{U_{D_c} \times \Delta t_c} = \frac{33,100}{200 \times 157} = 1.06 \text{ pie}^2$$

$$A_t = A_e + A_c = 6.31 \text{ pie}^2$$

Tubos 16BWG, 1/2" OD 5 pie largo

Superficie por pie lineal en $pie^2 = 0.1309$ pie^2

Número de tubos teórico $= \frac{6.31 \text{ pie}^2}{5 \times 0.1309} = 9.75$ tubos

El condensador quedaría así:

Tubos.	Chaqueta
20 1/2" OD 1" cuadrada 1 paso	8" ID 1 paso

$$A = 20 \times 5 \times 0.1309 = 13.09 \text{ pie}^2$$

$$U_D \text{ corregido} = \frac{Q_t}{A \ \Delta t} = \frac{35210}{13.09 \times 159} = 16.9 \quad \frac{BTU}{hr\, pie^2\, {}^{o}F}$$

Fluido Caliente - Chaqueta

$$A_s = \frac{ID \times C'B}{144 \times P_t} = \frac{8 \times 0.25 \times 12}{144 \times 1} = 0.1665 \text{ pie}^2$$

$$G_s = \frac{W}{As} = \frac{34.2}{0.1665} = 205 \quad \frac{lb}{hr\ pie^2}$$

$$A\ T_m = \frac{347 + 212}{2} = 279.5^oF$$

$$\mu = 0.014 \times 2.42 = 0.034 \quad \frac{lb}{pie\ hr}$$

$$D_e = \frac{4 \times \left(P_t^2 - \pi d^2\ o/4\right)}{\pi\ do} = \frac{4\left(1^2 - 3.14 \times \frac{0.5^2}{4}\right)}{3.14 \times 0.5}$$

$$D_e = \frac{2.05}{12.} = 0.171 \quad pie$$

$$R_e = \frac{D_e\ G_s}{\mu} = \frac{0.171 \times 205}{0.034} = 1030$$

Con la fig. 28 del Kern encontramos:

$$J_H = 17$$

$$k = 0.016 \quad y\ C = 0.46$$

$$\left(\frac{C\ \mu}{k}\right)^{1/3} = \left(\frac{0.46 \times 0.034}{0.016}\right)^{1/3} = 0.94$$

$$ho = 17 \times \frac{0.016}{0.171} \times 0.94 = 1.5$$

Fluído Frío (Agua) - Tubos.

$$A_t' = 0.1076$$

$$A_t = \frac{Nt\ A_t'}{144\ \eta} = \frac{20 \times 0.1076}{144 \times 1} = 0.01496\ pie^2$$

$$G_t = \frac{3521}{0.01496} = 236000$$

$$V = \frac{G_t}{3600 \times \rho} = \frac{236,000}{3,600 \times 62.3} = 1.05 pie/seg.$$

$$t_a = \frac{60 \times 70}{2} = 65^oF$$

$$\mu = 1.0 \times 2.42 = 2.42$$

$$hi = 290 \times 1.1 = 320$$

$$D = \frac{0.37}{12} = 0.0308 \text{ pie}$$

$$R_e = \frac{D\,Gt}{\mu} = \frac{0.0308 \times 236000}{2.42} = 3000$$

$$h_{io} = h_i \times \frac{ID}{OD} = 320 \times \frac{0.37}{0.50} = 236$$

$$U_c \text{ enfriamiento} = \frac{hio \times ho}{hio + ho} = \frac{236 \times 1.5}{236 + 1.5}$$

$$\frac{355}{237.5} = 1.49$$

$$A_e = \frac{q_e}{U_{ce} \times t_e} = \frac{2110}{1.49 \times 201} = 7 \text{ pie}^2$$

Condensación

Ho del vapor - 1500

hio del agua - 236

$$U_c \text{ condensación} = \frac{hio \times ho}{hio + ho} = \frac{236 \times 1500}{1736} = 205$$

$$A_c = \frac{q_c}{U_c \times t_c} = \frac{33,100}{205 \times 157} = 1.03 \text{ pie}^2$$

Area total según cálculos

$$A_t = Ae + Ac = 7 + 1.03 = 8.03 \text{ pie}^2$$

Area de Condensación.-

$$\frac{Ac}{Ac + Ae} \times 100 = \frac{1.03}{8.03} = 12.8\ \%$$

Area de enfriamiento

$$100 - 12.8 = 87.2\ \%$$

Coeficiente total de transmisión de calor.

$$Uc = \frac{\sum UAc}{\sum Ac} = \frac{7 \times 1.49 + 1.03 \times 205}{7 + 1.03} = 26.4$$

Factor de ensuciamiento:

$$Rd = \frac{Uc - Ud}{UcUd} = \frac{26.4 - 16.9}{26.4 \times 16.9} = 0.0214$$

CAIDA DE PRESION

Chaqueta.- Se considerará despreciable; sin embargo, se calculará:

$Re = 1030$

$f = 0.0032$

Longitud de enfriamiento $= L \times 0.872 = 5 \times 0.872 = 4.36$ pie

$$N + 1 = 12 \frac{L}{B} = \cancel{12} \times \frac{4.36}{\cancel{12}} = 4.36$$

$$D_s = \frac{8}{12} = 0.666 \text{ pie}$$

$$\rho = \frac{1}{V_s} = \frac{1}{8.5} = 0.118 \ \frac{lb}{pie^3}$$

$$S = \frac{0.118}{62.3} = 0.00189$$

$$\Delta P_s = \frac{f\, G_s^2\, D_s\, (N + 1)}{5.22 \times 10^{10}\, D_e\, S\, \phi_s} = \frac{0.0032 \times 2.05^2 \times 0.666 \times 4.36}{5.22 \times 10^{10} \times 0.171 \times 0.00189 \times 1}$$

$$\Delta P_s = 0.000023 \ \frac{libra}{pulg^2}$$

Condensación:

L condensación $= 5.00 - 4.36 = 0.64$ pie

$$N + 1 = 12 \frac{L}{B} = \cancel{12} \times \frac{0.64}{\cancel{12}} = 0.64$$

$V_f = 0.0167$

$$\rho = \frac{1}{0.0167} = 60$$

$$S = \frac{60}{62.3} = 0.962$$

$$\Delta P_s = \frac{1}{2} \times \frac{f\ G_s^2\ D_s\ (N+1)}{5.22 \times 10^{10} \times De\ S} = \frac{1 \times 0.0032 \times 205^2 \times 0.666 \times 0.64}{2 \times 5.22 \times 10^{10} \times 0.171 \times 0.962} =$$

$$\Delta P_{s_c} = 0.00000000329 \ \frac{libra}{pulg^2}$$

Tubos.-

$R_{e_t} = 3000$

$f = 0.00038$

$$\Delta P_t = \frac{f\ G_t^2\ L\ n}{5.22 \times 10^{10} \times D\ S\ \phi} = \frac{0.00038 \times 236{,}000^2 \times 5 \times 1}{5.22 \times 10^{10} \times 0.0308 \times 1 \times 1} =$$

$$\Delta P_t = 0.066 \ \frac{libra}{pulg^2}$$

El condensador quedará como sigue:

20 tubos	8" ID
1/2" OD	
1" cuadrada	1 paso
1 paso	

0.066 - ΔP - Despreciable

U_c - 26.4

U_D - 16.9

R_d - 0.0214

CAPITULO IV

ESTUDIO COMPARATIVO

Varias son las ventajas que tiene el proceso de "Solventes" sobre el de "Fusión", cuando se manufactura una resina. A continuación citaremos algunas:

1.- Obtención de más altos rendimientos por el proceso de "solventes", ésto es debido a que no existen pérdidas de materias primas durante la reacción, como el anhídrido ftálico por sublimación; lo cual siempre sucede en el de fusión.

2.- Después de procesar con "solventes", el reactor queda casi limpio, lo que permite una considerable reducción en el tiempo necesario para limpiarlo con soluciones cáusticas o con disolventes.

3.- Mejor control de la reacción en el proceso de "solventes", ya que permite saber como vá progresando la reacción según el agua desprendida y condensada; pudiéndose calcular el agua teórica que se desprenderá durante la reacción, es posible saber cuando el punto final de la esterificación estará cerca.

4.-El color y el secado no demostrarán una diferencia notable en las resinas obtenidas con estos dos procesos; sin embargo, estas propiedades son ligeramente mejoradas en las resinas obtenidas con el proceso de "solventes".

5.- Más uniformidad en las propiedades de las resinas y en el tiempo de proceso, se obtendrá de lote a lote, cuando se procesa con "solventes"

6.- Las principales ventajas obtenidas por la presencia

del solvente son:

A).- Permite calentar a altas temperaturas cualquier tipo de aceite en grandes cantidades con menos peligro de producir "gelatinización".

B).- Hace que el calentamiento o "cocinado" sea mucho más homogéneo. Esto es debido a que el solvente se evapora a través de toda la masa reaccionante, dándole un movimiento uniforme y una agitación interna a toda la sustancia, mejor que la provocada por la agitación mecánica. Debido a ésto y al efecto de dilución del solvente habrá menos descomposición de las materias primas que están en los lugares más calientes del reactor (paredes, fondo, etc.)

C).- Mantiene una atmósfera inerte de su vapor, sobre las sustancias reaccionantes, evitando así la oxidación.

D).- Al hervir, lleva consigo el agua, producto de la reacción y otros productos, éstos son solubles en el solvente cuando ya se han condensado pudiendo así, regresar al reactor.

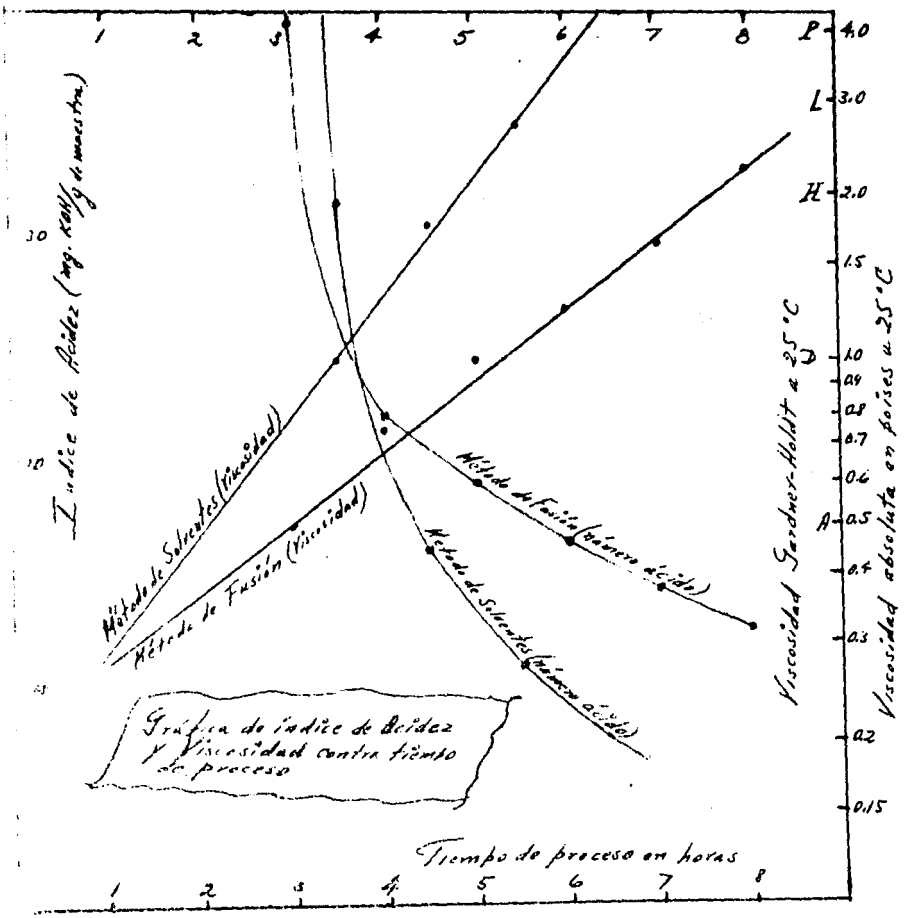
E).- Provoca un desplazamiento en la constante de equilibrio debido a la eficiente eliminación del agua, como consecuencia se tendrá un aumento en la velocidad de la reacción.

F).- Controla la reacción de Polimerización, haciendo más homogéneo el tamaño de la molécula polimerizada y obteniéndose agregados poliméricos más uniformes, ya que no hay la tendencia de formar unas más grandes que otras, como en el caso del proceso de "fusión", obteniéndose al final un producto con menos puntos "gelatinizados" y por lo tanto la formación de "natas", será menor.

7.- Como una conclusión de lo dicho en el párrafo anterior, el tiempo de proceso será menor en el de "solventes" que en el de "fusión", cuando se procesa en las mismas condiciones de temperatura y agitación; ésto desde luego, indica economía en el proceso. A continuación, tenemos 2 gráficas construídas con los datos obtenidos en el laboratorio para la viscosidad y el índice de acidez en los dos procesos, que confirman este párrafo.

8.- Como consecuencia de todo lo dicho anteriormente, tendrá un empleo muy especial el proceso de "solventes", sobre todo en experimentos y desarrollo de nuevas fórmulas de resinas, ya que es posible tener condiciones más exactas que en el de "fusión", en esta forma, se llegan a obtener datos más precisos en cuanto a composición, velocidad de reacción, etc.

9.- Cuando se procesa en equipo de fusión, a las fórmulas que se hayan experimentado por el proceso de "solventes", será necesario hacerles una reformulación, para adaptarlas a las nuevas condiciones de trabajo.



Gráfica de índice de Acidez y Viscosidad contra tiempo de proceso

BALANCE ECONOMICO.

Haremos un estudio estimativo sobre el costo de una tonelada de resina, procesada tanto por "Fusión" como por "Solventes" Sin embargo antes de hacer los cálculos estableceremos lo siguiente

1o.- Que ya sea un equipo u otro el que se instale, se hará en una fábrica de pinturas ya establecida con anterioridad,- por lo tanto de nuestros cálculos excluiremos varias cosas y gastos que de antemano ya están hechos y considerados.

2o.- Que siendo éste trabajo un estudio comparativo entre - los 2 procesos nos concretaremos exclusivamente a la comparación de ellos.

El estudio económico lo haremos como sigue:

CAPITAL INVERTIDO.

A.- Capital Fijo

1.- Costo del Equipo

2.- Gastos de Instalación

3.- Gastos imprevistos.

B.- Capital de trabajo.

1.- Costo Materias primas y Servicios

2.- Costo de Mano de Obra directa e indirecta

3.- Gastos fijos.

COSTO DE PRODUCCION.

1.- Gastos directos de manufactura;

A.- Costo de Materias primas.

B.- Mano de obra directa.

C.- Mano de obra indirecta.

D.- Mantenimiento y reparaciones.

E.- Servicios.

2.- Gastos indirectos. No los consideraremos.

3.- Gastos fijos.

A.- Depreciación

B.- Seguro.

PROCESO DE FUSION.

A.- Costo del Equipo.

1.- Un reactor con agitador acoplado a un motor de velocidad variable (L.A.B. México).	$ 35.000.00
2.- Un quemador para diesel automático --- (L.A.B. México)	12.750.00
	$ 47.750.00
B.- Gastos de instalación del equipo 10% sobre el costo del equipo.	4.775.00
C.- Gastos imprevistos 3% sobre el costo del equipo.	1.432.50
CAPITAL FIJO.	$ 53.957.50

Costo de Materias Primas.

Base.- 1 tonelada de resina por día.

Materias Primas	Costo Unitario.	Costo total
Aceite de Soya refinado	5.40	1.515.00
Pentaeritritol.	5.18	660.00
Anhidrido ftálico.	7.50	1.185.00
Litargirio.	3.09	0.40
Nafta.	0.76	380.00
	T o t a l	$ 3.740.40

Servicios	Costo Unitario	Costo total
Combustible	0.50	6.05
Gas carbónico	1.35	24.40
Electricidad	0.50	3.35
	Total	$ 33.80

Costo total por tonelada	$ 3.774.20
Rendimiento en éste proceso	97 %
Costo por Kg. de resina de acuerdo con el rendimiento.	$ 3.90

Costo de Mano de obra por tonelada de resina.

Tiempo del proceso	9.0 horas
Cortado de la resina, filtrado, -- limpieza y nueva carga.	2.0 horas
Tiempo total.	11.0 horas

Operario de hornos (8 horas)	$ 32.00
Tiempo extra (3 horas)	24.00
Ayudante (8 horas)	17.60
Tiempo extra (3 horas)	13.20
Total mano de obra directa.	$ 86.80

Mano de obra indirecta.-

Ya que el control y la supervisión será de 8 horas, - sólo se necesitará un químico para el control.

Químico analista.	(diarios)	$ 60.00
Total mano de obra directa o indirecta por - tonelada.-		$ 146.80

Gastos Fijos:

a.- Depreciación.	$5.395.75
b.- Seguro.	" 539.57
Total gastos fijos por año.	$5.935.32

Capital de Trabajo.-

a.- Costo de materias primas (90 dias)	$ 340.000.00
b.- Mano de obra directa o indirecta - (90 dias)	" 13.250.00
c.- Gastos fijos (por 90 dias)	" 1.485.00
	$ 354.735.00

Capital Invertido.

a.- Costo del equipo.	$ 53.957.50
b.- Capital de trabajo.	" 354.735.00
Total de capital invertido.	$ 408.692.50

Costo anual de Producción.

(300 dias).

1.- Gastos directos.		
a.- Costo de Materias primas y servicios.	$	1.132.260.00
b.- Mano de obra (directa e indirecta)	"	44.040.00
c.- Mantenimiento.	"	2.697.86
2.- Gastos fijos.	"	5.935.32
Total del costo anual de producción.	$	1.184.933.18

Proceso de Solventes.

A.- Costo del Equipo.

1.- Un reactor con condensador y agitador acoplado a un motor de velocidad variable (L.A.B.Mexico)	$	150.150.00
2.- Un quemador para diesel automático. (L.A.B. México)		12.750.00
	$	162.900.00
B.- Gastos de instalación del equipo 10% -- sobre el costo del equipo.	"	16.290.00
C.- Gastos imprevistos. 3% sobre el costo del equipo.	"	4.887.00
Capital Fijo.	$	184.077.00

Costo de Materias Primas.

Base.- 1 Tonelada de resina por dia.

Materias Primas	Costo unitario	Costo total
Aceite de Soya refinado.	5.40	$ 1.515.00
Pentaeritritol	8.18	" 800.00
Anhidrido Ftálico	7.50	" 1.185.00
Litargirio	3.09	" 0.40
Xileno	1.80	" 77.00
Nafta	0.76	" 347.00
	Total.	$ 3.784.40

Servicios	Costo unitario	Costo total
Combustible	0.50	" 6.05
Gas Carbónico	1.35	" 2.70
Electricidad	0.50	" 2.23
	Total	$ 10.98

Costo total por tonelada: $ 3.795.38

Rendimiento en este proceso 99%

Costo por Kg. de resina de acuerdo con el rendimiento. $ 3.82

Costo de Mano de obra por tonelada de resina.

Tiempo del proceso.	6.0	horas
Cortado de la resina, filtrado, limpieza y nueva carga.	1.5	Horas
Tiempo total.	7.5	horas

Operario de hornos (8 horas)	$ 32.00
Ayudante (8 horas)	" 17.60
Total mano de obra directa.	$ 49.60
Mano de obra indirecta.	
Químico analista (diario)	" 60.00
Total mano de obra directa e indirecta por tonelada de resina.	$ 109.60

Gastos fijos.-

a.- Depreciación.	$ 18.407.70
b.- Seguro.	" 1.840.77
Total gastos fijos anuales.	$ 20.248.47

Capital de Trabajo.

a.- Costo de Materias primas (90 dias)	$ 342.000.00
b.- Mano de obra directa e indirecta - (90 dias)	" 9.880.00
c.- Gastos fijos (por 90 dias)	" 5.080.00
Total del capital de trabajo.	$ 356.960.00

Capital Invertido.

a.- Capital Fijo.	$ 184.077.00
b.- Capital de trabajo.	" 356.960.00
Total del capital invertido.	$ 541.037.00

Costo anual de producción. (300 dias)

1.- Gastos directos.

a.- Costo de Materias primas y servicios.	$	1.140.000.00
b.- Mano de obra (directa e indirecta)	"	32.800.00
c.- Mantenimiento.	"	9.203.85
2.- Gastos fijos.	"	20.248.47
Total del costo anual de producción.	$	1.202.252.32

	Procesos		
	Fusión	Solventes	Diferencia
Materias primas por tonelada	$ 3.774.20	$ 3.795.38	$ 21.18
Equipo e instalación.	53.957.50	184.077.00	130.119.50
Mano de obra por Ton.	146.80	109.60	37.20
Gastos fijos anuales.	5.935.75	20.248.47	14.313.15
Capital de trabajo.	354.735.00	356.960.00	2.225.00
Capital Invertido.	408.692.50	541.037.00	132.344.50
Producción Anual.	1.184.933.18	1.202.252.32	17.319.14
Precio por Kg.S°g/rendimiento.	3.90	3.82	0.08
Ahorro Anual por rendimiento.		23.760.00	23.760.00

Como se ve en el cuadro anterior, no es costeable comprar - un equipo de "Solventes" para trabajar a una capacidad de 1 tonelada por dia, sin embargo haremos una tabulación para calcular a que capacidad es ya costeable usar dicho y a que capacidad es indiferente trabajar con cualquiera de los dos

Al tabular lo haremos tomando en cuenta lo siguiente:

1.- Solo se tabulará el costo del equipo e instalación.

2.- El ahorro por el rendimiento.

3.- Supondremos que el equipo se va a pagar en 5 años.

Emplearemos la regla de las 6 décimas de Williams.

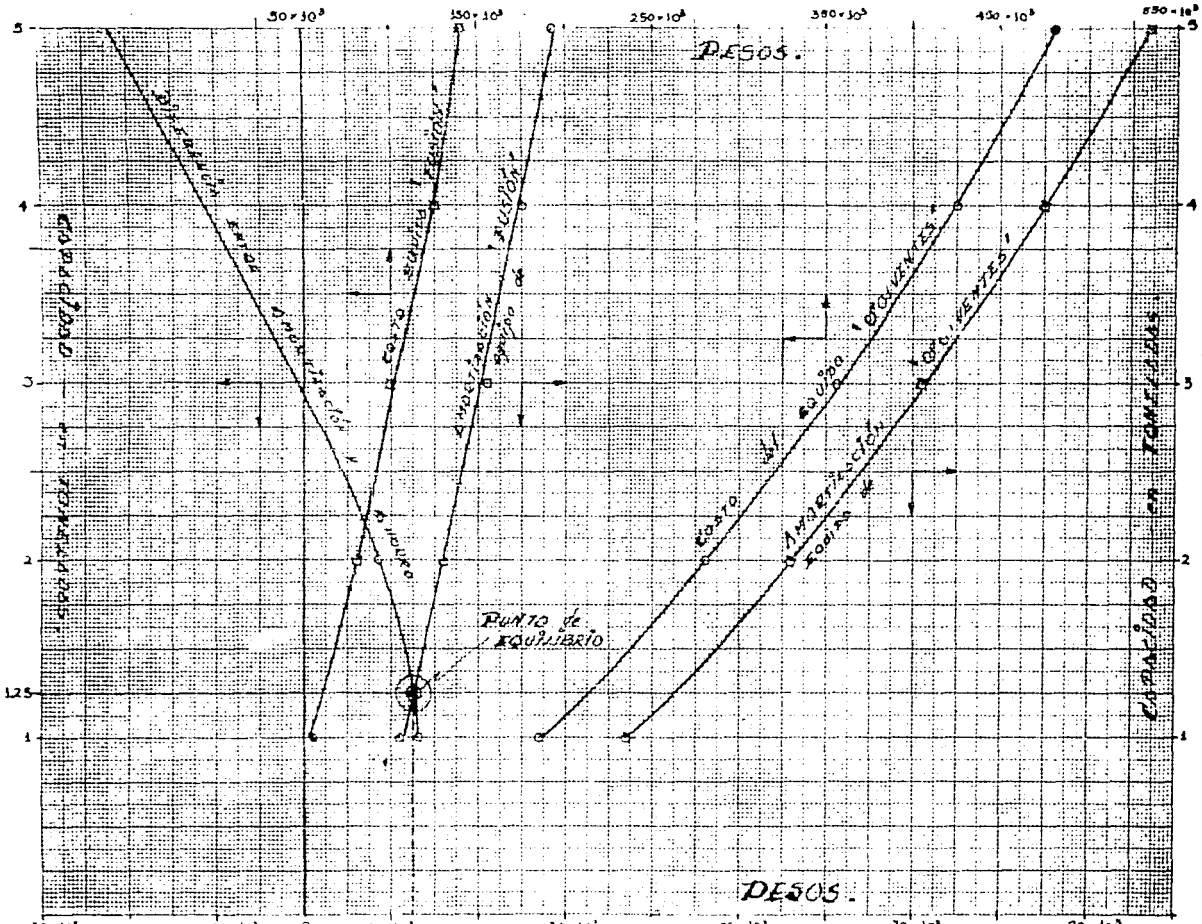
$$\frac{C_1}{C_2} = \left(\frac{Q_1}{Q_2}\right)^{0.6}$$

donde:

C - Costo

Q - capacidad

Capacidad (en toneladas	Proceso	Costo del equipo (en pesos)	Ahorro por rendimiento (Anual en pesos)	Amortización p.año (en pesos)	Diferencia entre ahorro y amortización. (en pesos)
1	Fusión.	53.957.50		10.791.50	
	Solventes.	184.077.00	23.760.00	36.815.40	13.055.40
2	Fusión.	81.600.00		16.320.00	
	Solventes	279.500.00	47.520.00	55.900.00	8.380.00
3	Fusión	104.000.00		20.800.00	
	Solventes	355.500.00	71.280.00	71.100.00	- 180.00
4	Fusión	124.000.00		24.800.00	
	Solventes	424.800.00	95.040.00	84.960.00	- 10.080.00
5	Fusión	141.500.00		28.300.00	
	Solventes	484.000.00	118.800.00	96.800.00	- 22.000.00
6	Fusión	158.000.00		31.600.00	
	Solventes	540.000.00	142.560.00	108.000.00	- 34.560.00


PESOS.
PESOS.
Punto de Equilibrio
Costo de Amortización Equipo Pesados
Costo de Amortización Equipo Livianos
Costo de Amortización Equipo Livianos
Costo de Amortización Equipo Pesados
Capacidad en Toneladas
Depreciación en Pesos
50×10³
150×10³
250×10³
350×10³
450×10³
550×10³
-30×10³
-10×10³
0
10×10³
30×10³
50×10³
70×10³
90×10³
5
4
3
2
1.25
1

CONCLUSIONES.

1.- El empleo de un equipo de "Fusión" o de "Solventes" --- dependerá de la capacidad a la cual se vaya a operar.

2.- La capacidad estará de acuerdo con el consumo interior- de la fábrica de pinturas y barnices, de que se trate.

3.- Una fábrica con una producción media mensual de 100,000 litros de pinturas y barnices tendrá un consumo de aproximadamente 50 toneladas de resinas, el uso de un equipo con capacidad para 2 toneladas será conveniente.

4.- Según la gráfica a una capacidad de 1.25 toneladas por- día es indiferente usar un equipo u otro, abajo de esa- capacidad conviene usar el equipo de "Fusión" y arriba de dicha capacidad es mejor el equipo de "Solventes" -- tanto por economía por el rendimiento, como por las ventajas que ofrece éste proceso.

B I B L I O G R A F I A

1.- Beavers E.M..- Applications for alkyd and Polyesters.- The Rohm & Haas Company - Philadelphia Pa.- Ind.- and --- Eng. Chem.- Vol 41, pag. 738-740 - April (1949)

2.- Bravo Rey A.- Tecnología de las resinas Alquídicas - Editorial Reverte, S. A. - San Margín 26 - pag. 9,13,47-51 133-162, 164-177. Barcelona (MCML)

3.- Brighton.- Process equipment.- Cat. No. 14.- Brighton Cooper Works Inc. Cincinnati Ohio (1954)

4.- Buflovak-Dopp.- Processing Kettles.- Cat. No. 356.- Buflovak --- equipment Division of Blaw - knox Company Buffalo N.Y. (1951).

5.- Celanese P.E.- Celanese Corporation of America Chemical división Pag. 2-11 New York N.Y.

6.- Chatfield H.W.- Varnish Manufacture and Plant.- London Leonard - Hill limited, 17-Stratford Place W-1 - pag. 220-238, 325-348, London (1950)

7.- Fatty Acids in alkyd resin Manufacture.- Technical Sales Service Bulletin No. 2.- A. Gross & Company New York May (1953)

8.- Fleck H. Ronald.- Plásticos Su estudio Científico y Tecnológico. Traducción 3a. edición Inglesa por Mateo Sust.-- Editorial Gustavo Gili S. A.- Pag. 30, 325-333.- Barcelona (1953)

9.- Fleming Payne H.- Organic Coating Technology.- Oils, resins, varnishes, and polymers - Volumen I.- John Willey - & Sons Inc. pag. 42-72, 269-299.- New York (1954)

10.- Flory J. Paul.- Principles of Polymer Chemistry.- Cornell University Press Ithaca New-York.- Pag. 29-40, 70-102, (1953)

11.- Hercules Pentaerythritol.- Technical Service Bulletins S-88, and S-98, Sinthetics Department - Hercules Powder -- Company Inc. Wilmington 99, Delaware (195401955)

12.- Hovey A. G.- Development of equipment for alkyd resins manu-- facture, General Mills Incorporated Minneapolis- Min. Ind. and Eng. Chem. Vol. 41 pag. 730-737, - April (1949)

13.- Kenneth A. Earthart.- Theories and Facts Concerning Alkyds.- U.- S. Insudtrial Chemicals, Inc.- Baltimore 3, Md.- Ind. and Eng. Chem. Vol. 41 Pag. 716-725, April- (1949)

14.- Kenneth A. Earhart and Rabin Benjamin.- Process for formatión of ester bodies.- United States Patent Office 2,308,498.- Louisville Ky.- assignors to Devoe & Raynolds Co. Inc. A Corporation of New - -- York.- Patented January 19 (1943).

15.- Kern D. Q. - Process Heat transfer.- Mc. Graw Hill Book -- Company, First edition - pag. 270-271, 298- - 299, 313-318, New York (1950).

16.- Kienle R. H. - Alkyd resins development of and Contributions to polymer theory .- American Cyanamid Company Bound Brook, N. J.- Ind. and Eng. Chem.- Vol. 41 - Pag. 726-729, April (1949).

17.- Klare S.M. and Warren H.F.- Soybean Chemistry and Technology- Chemical Publishing Company Inc.- pag 54-80 - Brooklyn (1944).

18.- Lloyd V. Anderson and Porter V. James.- Relation of Glyceride oil Composition to polymerization.- Minnesota Linseed oil Paint Company, Minneapolis Minn.-- Ind. and Eng. Chem.- Vol. 41 pag.- 741-749 -- April (1949).

19.- Mark. H. - Physical Chemistry of high Polimeric Systems. Vol. II.- Interscience Publishers Inc. Pag. - 322-325 - New York (1940).

20.- Mattiello J. Joseph.- Protective and Decorative Coatings.- -- Raw Materials for Varnishes and Vehicles.- -- Vol. I John Willey & Sons Inc.- Pag - 59, 338 -358 New York (1941).

21.- Mellan Ibert.- Industrial Solvents.- Book Department.- Reinhold Publishing Corporation.- Pag. 118-130.-- New York (1947).

22.- Morrison W.D.- Pentaerytritol.- Celanese Corp. of America.-- Chem. and Eng. News.- Vol. 31.- Pag. 658-660. February 16 (1953).

23.- Paint and Varnish Production Manual.- edited by Bidlack and - fasig Copyright by John Wiley & Sons, Inc.- - Pag 48-71 New York (1951).

24.- Paint Industry Materials Manual and Technical Yearbook.-Edited by George S. Cook - Published by Paint Industry Magazine Heckel - Publishing Company Inc. Pag. 15-16, 64 - Philadelphia 7 Pa. (1955).

25.- Pentaerythritol.-Technical Bulletin I.C.- 4.- Reichhold ---- Chemicals Inc.- White Plains N. Y. (1955).

26.- Pentek resin.- Heyden Chemical Corporation.- pag. 5-16, --- 22-26, New York (1948).

27.- Richardson H.M. and Watson J.W.- Plásticos introducción a su tecnología.- Traductor Carlos Paniagua Are-- llano-Aguilar S. A., de Ediciones.- Pag. 10-17, 260-269. Madrid (1949).

28.- The Chemistry and Processing of alkyd resins.- Monsanto Chemical Company.- Pag. 25-28, 61-63 (1952).

29.- Von Fischer William.- Paint and Varnish Technology.- Reinhold Publishing Corporation.- Pag. 11, 29, 127-144 New-York. (1948).