

45
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA



"ESTUDIO DE LOS SISTEMAS PRINCIPALES DE LAS MAQUINAS PARA INYECCION DE TERMOPLASTICOS PARA LA OBTENCION DE PIEZAS MOLDEADAS DE BUENA CALIDAD"

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO QUIMICO

P R E S E N T A :

GUILLERMO ALCANTARA SANCHEZ

MEXICO, D. F., 1979



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

TESIS 1979
ADQ. U. T. 10
FECHA _____
FRANC _____



PRESIDENTE: JULIO TERAN ZAVALAETA
VOCAL: ANTONIO FRIAS MENDOZA
SECRETARIO: FERNANDO ITURBE HERMANN
1er. SUPLENTE: ROLANDO BARRON RUIZ
2do. SUPLENTE: LUIS MANUEL SOSA SALAS

Sitio donde se desarrolló el tema: INPLAX S.A.

NOMBRE COMPLETO Y FIRMA DEL SUSTENTANTE:

GUILLERMO ALCANTARA SANCHEZ

NOMBRE COMPLETO Y FIRMA DEL ASESOR DEL TEMA:

ING. ANTONIO FRIAS MENDOZA

▲ MI MADRE FLORA SANCHEZ P.:

COMO UN HOMENAJE A SU
GRANDIOSO ESFUERZO PA
RA MI REALIZACION.

A MI TIO GREGORIO ALCANTARA R.:

POR SU VALIOSA AYUDA EN
LOS MOMENTOS MAS DIFICI
LES.

TEMARIO

- 1.- INTRODUCCION
- 2.- GENERALIDADES
- 3.- DESCRIPCION GENERAL DE UNA MAQUINA:
 - a) SISTEMA MECANICO
 - b) SISTEMA ELECTRICO Y ELECTRONICO
 - c) SISTEMA HIDRAULICO
 - d) CALCULO DE LA POTENCIA DE LA BOMBA Y EL MOTOR.
- 4.- PROPIEDADES Y APLICACIONES DEL ABS CELCON - PROPIOCEL Y REGULACION DE LAS VARIABLES QUE INTERVIENEN DURANTE SU MOLDEO.
- 5.- PRINCIPALES PRUEBAS DE CALIDAD EFECTUADAS A VARIAS PIEZAS INDUSTRIALES
- 6.- CALCULO DE COSTOS PARA UNA PIEZA
- 7.- CONCLUSIONES

1.- INTRODUCCION

El presente estudio tiene por finalidad proporcionar una información a personal técnico así como una ligera información a nivel profesional acerca del moldeo por inyección, método por el cual se fabrica un sinnúmero de artículos de usos domésticos, -- piezas de tipo industrial, artículos eléctricos, etc. Siendo el moldeo por inyección uno de los mas usados para transformación de los plásticos en México, y dado su crecimiento se hablará de él.

Para aplicar adecuadamente la transformación de los plásticos, es importante tener bases firmes en cuanto a conceptos teóricos, pero tambien es muy importante llevar a la práctica dichos conceptos, es decir conocer y manejar las máquinas de inyección de plásticos en forma eficiente.

Es de mucha importancia estar al tanto del funcionamiento de las máquinas para entender el funcionamiento de sus diferentes sistemas tales como el mecanismo eléctrico, electrónico, de cierre, de calefacción, de inyección e hidráulico y estar en condiciones de poder reparar las fallas que se presentan mas frecuentemente tanto en las máquinas como en los artículos fabricados.

Se realiza el cálculo de la potencia de la bomba y el motor de una máquina en particular para tener una idea acerca del caba

llaje requerido cuando se desea fabricar un determinado artículo en base al tamaño y peso de éste, se eligirá el tipo de máquina de acuerdo a la presión de cierre que dependerá de la potencia de la máquina.

Se mencionan las fallas mas frecuentes al procesar los plásticos, así como la forma en que se pueden corregir dichas fallas para que las piezas obtenidas sean de buena calidad, siendo éstas sometidas a una serie de pruebas por medio de un muestreo - que nos determinaran las condiciones de calidad de la producción en total.

Tambien se incluyen las consideraciones y el aspecto económico de una empresa de tipo medio dedicada a moldear por inyección y en la cual es muy importante conocer con exactitud los gastos que en ella se van a presentar, para así poder saber en esa forma el costo de cada una de las piezas moldeadas y poder establecer el precio de venta que tendrá cada pieza en el mercado sin temor a tener pérdidas.

2.- GENERALIDADES

Es de suma importancia conocer el concepto de plástico para poder hablar de ellos.

Se conocen como materias plásticas las especies químicas que son capaces de tomar la forma deseada por medio de técnicas adecuadas y después la mantienen entre ciertos límites de temperatura para las cuales fueron diseñados.

La American Society for Testing of Material define un plástico como cualquiera de los materiales de un extenso y variado grupo que contiene como elemento esencial una sustancia orgánica de gran peso molecular y el cual, sólido en su estado final ha tenido o pudo haber tenido en alguna etapa de su manufactura (bien sea por compresión inyección, extrusión etc.) diferentes formas por fluidificación, corriente mediante la aplicación conjunta o separada de presión y calor.

Según sea la naturaleza de los plásticos y de las sustancias que se les adicionan, se pueden obtener artículos rígidos o flexibles.

Los plásticos sintéticos en la actualidad están substituyendo con gran eficiencia a los metales, la madera, el cuero, la porcelana entre otros, teniendo su mayor aplicación en la industria; las razones que determinan su constante aumento que se observa en su alto consumo son por su resistencia a los agentes químicos, su poca densidad, su caracter aislante del calor y la electricidad, su alta

resistencia mecánica, son dimensionalmente estables, su alta resistencia al impacto durante largos períodos de tiempo y en amplios rangos de temperatura y en condiciones ambientales, su resistencia a la tracción y a la compresión superior, en igualdad de peso a la de los metales.

En este estudio se tendrá preferencia por los termoplásticos que difieren de los termofijos, en que se pueden volver a procesar tomando en consideración la proporción necesaria para evitar que se degrade el plástico disminuyendo sus propiedades, llevándose a cabo un proceso reversible.

No todos los termoplásticos se pueden moldear por inyección, pues deben ser estables a temperaturas elevadas ($150-250^{\circ}\text{C}$), como así lo son las presiones ($800-3000 \text{ Kg/cm}^2$), además no deben contener disolventes ni plastificantes volátiles. Los plastificantes -- son líquidos que tienen un alto punto de ebullición y que disminuyen la rigidez de los plásticos.

3.- DESCRIPCION GENERAL DE UNA MAQUINA

Existen varios tipos de máquinas de inyección las cuales pueden variar de acuerdo a su calidad, capacidad, sistema de prensado y de inyección.

Por su movimiento las podemos clasificar de la siguiente manera:

Mando manual

Mecánico

Mando automático

Mando manual

Hidráulico

Mando automático

Por su accionamiento las podemos clasificar en:

Manuales

Semiautomáticas

Automáticas

Manuales

Estas son accionadas en su totalidad por los operadores a base de movimientos de palancas, para cierre de moldes, presión de inyección, retroceso de inyección, apertura de cierre, etc.

Semiautomáticas

Su funcionamiento puede ser por medio de pulsadores eléctricos, los que al irse oprimiendo, van realizando los movimientos de cierre de molde, inyección, retroceso de molde, etc.

También pueden trabajar realizando el ciclo casi completo fijando las condiciones de operación, al principio. Después de que se tiene la pieza, únicamente se abre una ventanilla que sirve a la vez de protección y regula el ciclo, según se abra o cierre dicha ventana.

Automáticas

Es aquella en la cual se realiza el ciclo completo sin que tengan que intervenir los operadores una vez que se han regulado las condiciones de operación, tales como temperaturas, presiones, tiempos, etc. Si se presenta alguna falla, únicamente se abre la ventanilla de protección y se para el ciclo para evitar deformaciones de piezas o moldes.

Una de las ventajas de las máquinas automáticas es que se obtiene una producción continua y en buenas condiciones cuando se tiene el cuidado de revisar que los moldes esten en buenas condiciones entre otras, deben estar bien pulidos, el diseño del molde debe ser adecuado a las características de la pieza y que el material sea de primera calidad.

a) SISTEMA MECANICO

El funcionamiento de las máquinas de inyección en general, está basado en cuatro movimientos principales que son independientes:

Cierre
Inyección
Retorno
Apertura

Cierre

En el movimiento de cierre se acercan los platos portamoldes hasta lograr un cierre perfecto del molde, manteniéndose en esta posición con un esfuerzo capaz de soportar la presión que ejerce el material plástico durante la inyección.

Inyección

Consta de dos movimientos:

El pre-avance, por medio del cual la boquilla se acerca al molde.

Y la inyección propiamente dicha que hace fluir el material plastificado en el interior del molde.

Retorno

Tambien consta de dos movimientos:

Retorno del pre-avance, el cual separa la boquilla del molde.

Y retorno de inyección que pone a este mecanismo en posición de iniciar un nuevo ciclo.

Apertura

Es la separación de los platos porta-moldes. Al mismo tiempo que cae la pieza obtenida, la máquina queda lista para iniciar un nuevo ciclo.

Mecanismos:

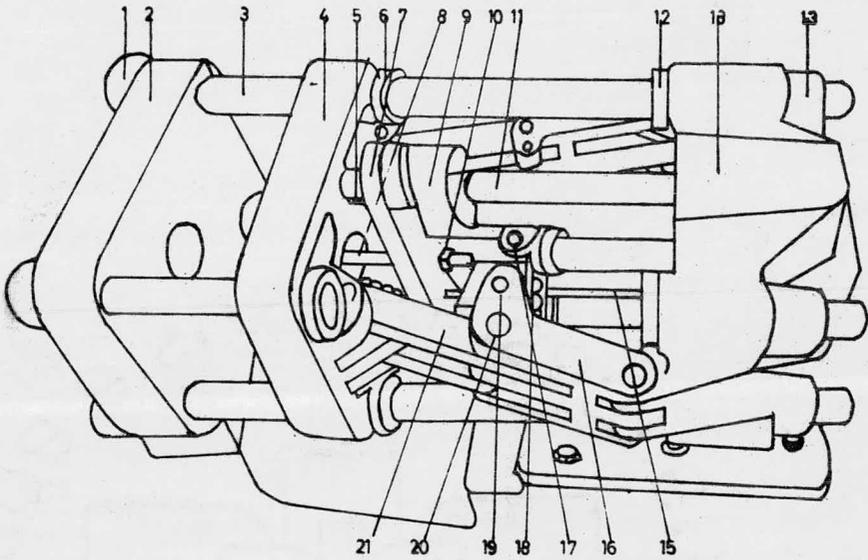
Cierre.- El cierre está accionado por el pistón de un cilindro hidráulico, por medio de un mecanismo de rodillera, que desplaza al plato móvil (4) sobre las barras. Así mismo el mecanismo de rodilleras está formado por una pieza llamada nudo (9) y por un juego de palancas y bielas (16) (18) y (21), las cuales -

una vez que ha terminado el movimiento de cierre pueden soportar los esfuerzos por el material plastificado durante la inyección .

Extractor.- Forma parte del mecanismo de cierre. Siendo su función extraer del molde, una vez realizado el movimiento de apertura, la pieza obtenida, quedando aquel, dispuesto para realizar el siguiente ciclo.

La extracción se logra por medio del vástago llamado extractor (8), el cual va roscado sobre la placa (7) y retrocede junto con el plato móvil (4) hasta que las varillas (15) hacen tope con el cabezal de cierre; en este instante queda la placa inmovilizada, aunque el plato móvil sigue retrocediendo, entonces el extractor penetra en el molde funcionando el mecanismo que ahí debe estar dispuesto para la extracción de la pieza.

Se debe tener cuidado para que el extractor no sobresalga -- por la parte trasera de la placa, para que no sea molestado por la rodillera durante el movimiento de apertura ya que estos se colocan de acuerdo al tamaño del molde.



TESIS PROFESIONAL
partes del mecanismo de cierre 1 y 2
ALUMNO GUILLERMO ALCANTARA SANCHEZ
FACULTAD DE QUIMICA U N A M

PARTES DEL MECANISMO DE CIERRE:

- 1.- Tuerca lado inyección
- 2.- Plato fijo
- 3.- Barra
- 4.- Plato móvil
- 5.- Resorte extractor
- 6.- Casquillo plato
- 7.- Placa extractor
- 8.- Extractor
- 9.- Nudo
- 10.- Tuerca extractor
- 11.- Barra guía nudo
- 12.- Contratuerca
- 13.- Cabezal de inyección
- 14.- Tuerca barra
- 15.- Pistón cierre
- 16.- Biela en ángulo
- 17.- Perno lado nulo
- 18.- Biela corta
- 19.- Perno intermedio
- 20.- Perno principal
- 21.- Biela larga

MECANISMO DE INYECCION

Inyección.- Se desarrolla de la siguiente manera:

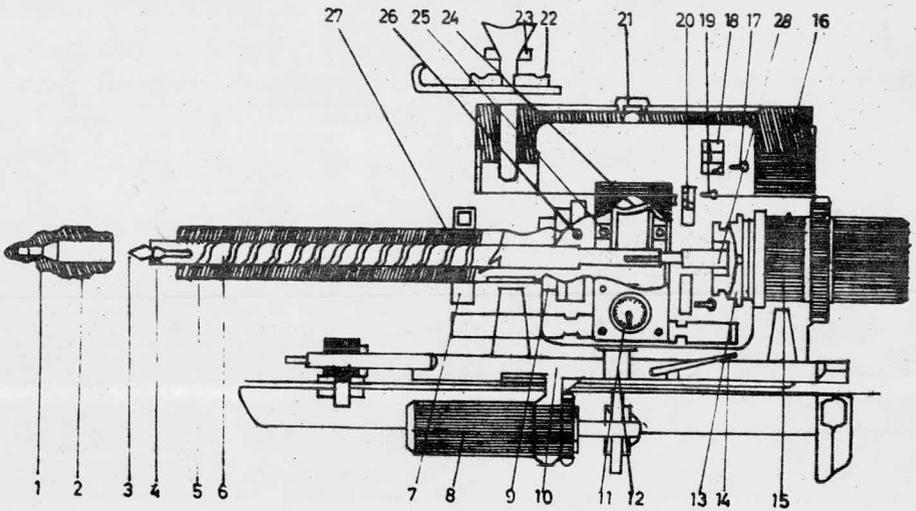
Los gránulos de plástico contenidos en la tolva (23), una -- vez abierto el registro (22), pasan por un conducto hasta el husillo (6), este que se encuentra en el interior de una cámara (5) - para evitar pérdidas por calor, plastifica el material con el calor cedido por las resistencias eléctricas. El material plastificado se acumula en la parte delantera de la cámara obligando al - husillo junto con la caja reductora a efectuar el retorno de in-- yección. Una vez que se ha acumulado gran cantidad de material, - se para el husillo. Durante la plastificación, la válvula (4) evita que el material regrese.

La inyección se lleva a cabo mediante un pistón del cilindro de inyección (13). Este avanza empujando al husillo, el cual ac-- tuando como pistón, hace fluir la resina fundida en el interior - del molde.

Pre-avance.- Está formado por un cilindro hidráulico, el -- cual pone en movimiento el cabezal de inyección y junto con todo- el grupo accionan, acercando la boquilla al molde para efectuar - la inyección y separarla una vez efectuada ésta.

Caja reductora.- Transmite con una reducción adecuada el movimiento de giro del motor eléctrico al husillo por medio de un mecanismo de engranajes. El cojinete (25) absorbe los esfuerzos producidos por el husillo durante la plastificación.

El tacómetro (11) indica el número de revoluciones a que gira el husillo.



TESIS PROFESIONAL		
mecanismo de inyeccion		1979
ALUMNO GUILLERMO ALCANTARA SANCHEZ		
FACULTAD DE QUIMICA U N A M		

PARTES DEL MECANISMO DE INYECCION:

- | | |
|--|---------------------------|
| 1.- Boquilla | 26.- Rodamiento axial |
| 2.- Puntera de la camisa | 27.- Cabezal de inyección |
| 3.- Puntera del husillo | 28.- Redondo |
| 4.- Válvula del husillo | |
| 5.- Camisa del husillo | |
| 6.- Husillo | |
| 7.- Mira nivel | |
| 8.- Cilindro de pre-avance | |
| 9.- Tuerca de sujeción de camisa | |
| 10.- Soporte cabezal de inyección | |
| 11.- Tacómetro | |
| 12.- Perno | |
| 13.- Pistón del cilindro | |
| 14.- Tapón de vaciado | |
| 15.- Cilindro de inyección | |
| 16.- Tapa del cabezal de inyección | |
| 17.- Tornillo fijador, tuerca husillo | |
| 18.- Tuerca sujeción husillo | |
| 19.- Tornillos sujeción, brida partida | |
| 20.- Brida partida | |
| 21.- Mirilla | |
| 22.- Registro tolva | |
| 23.- Tolva | |
| 24.- Cojinete radial posterior | |
| 25.- Cojinete radial anterior | |

b) SISTEMA ELECTRICO Y ELECTRONICO

La combinación del sistema eléctrico y electrónico nos proporciona ventajas de mucha importancia, entre ellas una mayor producción porque las máquinas pueden trabajar en forma totalmente automática. En cuanto a su funcionamiento si la pieza moldeada no cae sobre la balanza, quedará bloqueado el circuito eléctrico automático el cual evita que la máquina realice cualquier movimiento. En el caso que se quiera regular alguna variable se tienen dispositivos de seguridad como el seguro de reja que bloquean el circuito eléctrico y electrónico, mientras permanece abierta la reja de seguridad del mismo modo que el microrruptor de caída de pieza. Es decir evitando que los mecanismos puedan efectuar cualquier movimiento. A continuación se describe el funcionamiento de cada una de las partes del circuito, el cual está formado por interruptores blindados, electroválvulas y cajas de mandos los cuales se encuentran sobre la máquina.

Los interruptores blindados y las electroválvulas están conectados a la caja de mandos por medio de cables independientes. Los elementos que constituyen la caja de mandos son:

Pulsadores

Luces piloto

Teclado de selección

Relevador

Reguladores automáticos de tiempo

Cables de conexiones

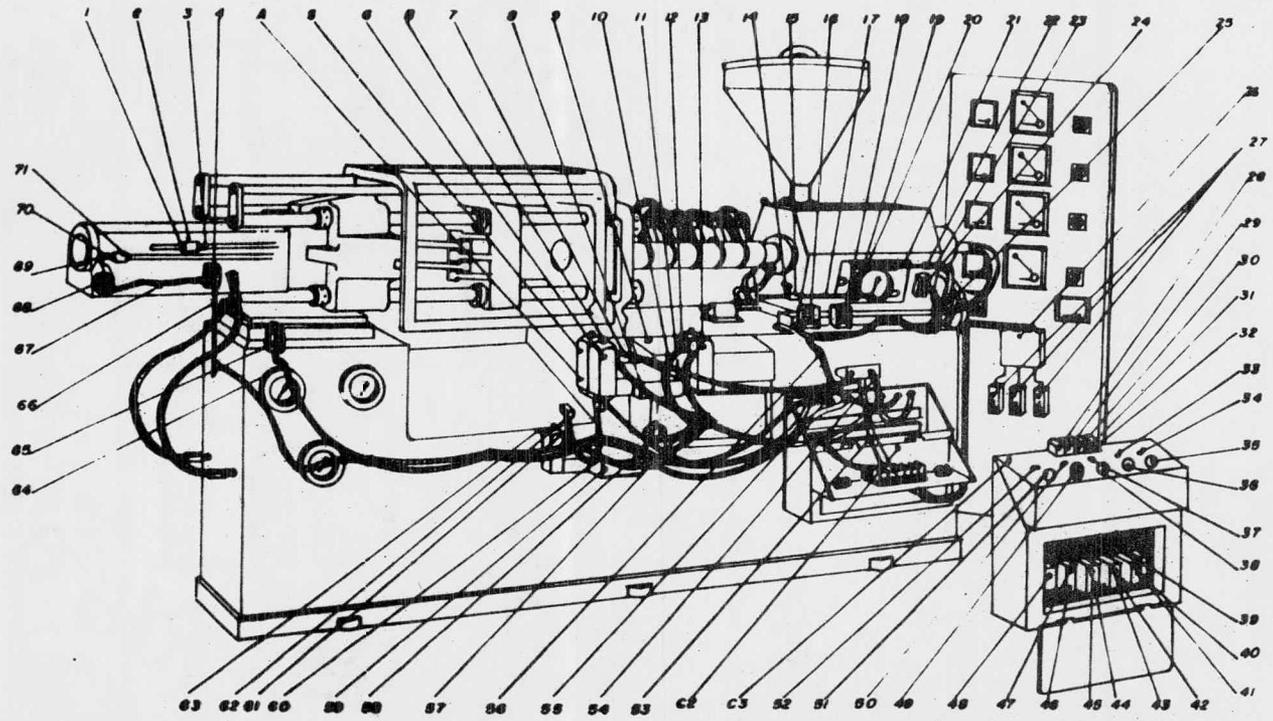
La entrada de corriente se efectúa por medio de un cable que comunica a la caja de mandos con la caja de distribución. Para la descripción del ciclo totalmente automático se va a considerar - que la máquina está preparada para efectuar un ciclo completo.

Cuando la electroválvula de cierre (6) recibe un impulso eléctrico, ésta se excita, dejando pasar el aceite del circuito hidráulico, que hace que se lleve a cabo el cierre del molde cesando éste movimiento cuando el tope (1), acciona el interruptor - - blindado de cierre (4) con el que se desconecta la electroválvula de cierre (6), en tanto que la corriente circula por la manguera (66), la caja de mandos (C) y la manguera (57) hasta la electro - válvula de pre-avance (58) excitándola; ésto permite que el cir--cuito hidráulico realice el movimiento de pre-avance que termina al pulsar el tope (20) al interruptor blindado de pre-avance (18) Simultáneamente se desconecta la electroválvula de pre-avance - - (58) y el fluido eléctrico circula por la manguera (56), la caja de mando (C) y la manguera (7) hasta la electroválvula de inyec--ción (5) excitándola y produciendo éste movimiento.

La corriente al pasar por la caja de mando (C) pone un fun--cionamiento el regulador automático del tiempo de inyección.

(44), cuando este se dispara cesa la presión de inyección y se conecta el regulador automático del tiempo de retención de la boquilla (42) al mismo tiempo que la corriente eléctrica se dirige por el cable (10) a la electroválvula de retorno (12) para excitarla poniendo en funcionamiento el motor husillo, iniciando la plastificación . Este finaliza, como consecuencia de la interrupción de la corriente que mantiene excitada a la electroválvula de retorno- (12) al accionar la corredera (22) al interruptor blindado que regula la carga (24). Cuando se dispara el regulador automático de tiempo de retención de la boquilla (42) es lanzado un impulso e--léctrico a través de la manguera (60) hasta la electroválvula de retorno de pre-avance (63) dejando que el circuito hidráulico realice el movimiento de igual denominación. Cesando este movimiento cuando en el tope (14) acciona el interruptor blindado de retorno de pre-avance (16), con lo cual se desconecta la electroválvula - de retorno de pre-avance (63) al mismo tiempo que el fluido eléc- trico a través del cable (56) llega a la caja de mando () en don- de pone en movimiento el regulador automático del tiempo de cie-- rre (40). Este al dispararse permite el paso del fluido eléctrico a través del cable (11) para que excite la electroválvula de apertura (13), con el fin de que esta permita el paso de aceite y que se realice el movimiento de apertura que termina cuando el tope - (70) pulsa el interruptor blindado de apertura (68). Este último- al ser conectado envía un impulso eléctrico al regulador - - -

automático del tiempo de apertura (46) por medio de las mangueras (66) y (67) poniéndolo en funcionamiento. Transcurrido el tiempo para el que se ha regulado, se dispara haciendo pasar - la corriente por la manguera (8) hasta que la electroválvula - de cierre (6) quede excitada. A partir de este momento vuelve a empezar el ciclo.



-23-

YESIS PROFESIONAL		
Lecia N° 1	Sistema Eléctrico y Electrónico	1973
ALUMNO	ALUMNA	DIRIGIDA
FACULTAD DE QUÍMICA		

PARTES DEL CIRCUITO ELECTRICO Y AUTOMATICO:

- A.- Pulsador inferior electroválvula
- B.- Pulsador superior electroválvula
- C₁.- Caja de mando posición real
- C₂.- Caja de mando tapa superior, abierta
- C₃.- Caja de mando tapa inferior, abierta
- 1.- Tope regulación de cierre
- 2.- Tornillo fijo, tope regular de cierre
- 3.- Guía tope regulación de cierre
- 4.- Interruptor blindado cierre
- 5.- Electroválvula de inyección
- 6.- Electroválvula de cierre
- 7.- Manguera electroválvula inyección
- 8.- Manguera electroválvula cierre
- 9.- Distribuidor principal
- 10.- Manguera electroválvula retorno
- 11.- Manguera electroválvula apertura
- 12.- Electroválvula retorno
- 13.- Electroválvula apertura
- 14.- Tope regulación retorno pre-avance
- 15.- Tornillo fijo, tope regulación, retorno pre-avance
- 16.- Interruptor blindado regulación pre-avance
- 17.- Guía topes pre-avance y retorno pre-avance
- 18.- Interruptor blindado pre-avance
- 19.- Tornillo fijo, tope regulación, pre-avance
- 20.- Tope regulación pre-avance

- 21.- Guía tope
- 22.- Tope regulación carga
- 23.- Tornillo fijo, tope regulación, carga
- 24.- Interior blindado, regulación, carga
- 25.- Manguera interior, blindado, regulación, carga
- 26.- Contactor de accionamiento electroválvula retorno
- 27.- Fusibles del contactor
- 28.- Tecla de paro
- 29.- Tecla funcionamiento a pulsadores
- 30.- Tecla funcionamiento semiautomático
- 31.- Tecla funcionamiento automático, caída de pieza
- 32.- Tecla funcionamiento automático total
- 33.- Piloto funcional motor-husillo
- 34.- Piloto funcional retorno
- 35.- Pulsador retorno
- 36.- Pulsador motor-husillo
- 37.- Piloto funcionamiento inyección
- 38.- Pulsador-inyección
- 39.- Rele motor-husillo
- 40.- Regulador automático, tiempo de cierre
- 41.- Mando regulación automática, tiempo de cierre
- 42.- Regulador automático, tiempo, retorno boquilla
- 43.- Mando regulación automática, tiempo retorno boquilla
- 44.- Regulador automático, tiempo de inyección
- 45.- Mando regulación, automática, tiempo de inyección
- 46.- Regulador automático tiempo de apertura

- 47.- Mando regulación, automático, tiempo apertura
- 48.- Rele apertura-cierre
- 49.- Pulsador cierre
- 50.- Piloto funcionamiento cierre
- 51.- Pulsador apertura
- 52.- Piloto funcionamiento apertura
- 53.- Manguera conexión a cuadro control
- 54.- Manguera entrada de corriente
- 55.- Caja de distribución
- 56.- Manguera instalación, blindada pre-avance y retorno pre-avance
- 57.- Manguera electroválvula pre-avance
- 58.- Electroválvula pre-avance
- 59.- Distribuidor pre-avance
- 60.- Manguera electroválvula
- 61.- Manguera microrruptor, caída pieza
- 62.- Microrruptor, caída de pieza
- 63.- Electroválvula retorno pre-avance
- 64.- Manguera interior, blindada, segunda reja
- 65.- Interior blindado, segunda reja
- 66.- Manguera instalación blindadas, apertura y cierre
- 67.- Manguera interior, blindada apertura
- 68.- Interruptor blindado apertura
- 69.- Guía tope, regulación apertura
- 70.- Tope regulación apertura
- 71.- Tornillo fijo, tope regulación, apertura

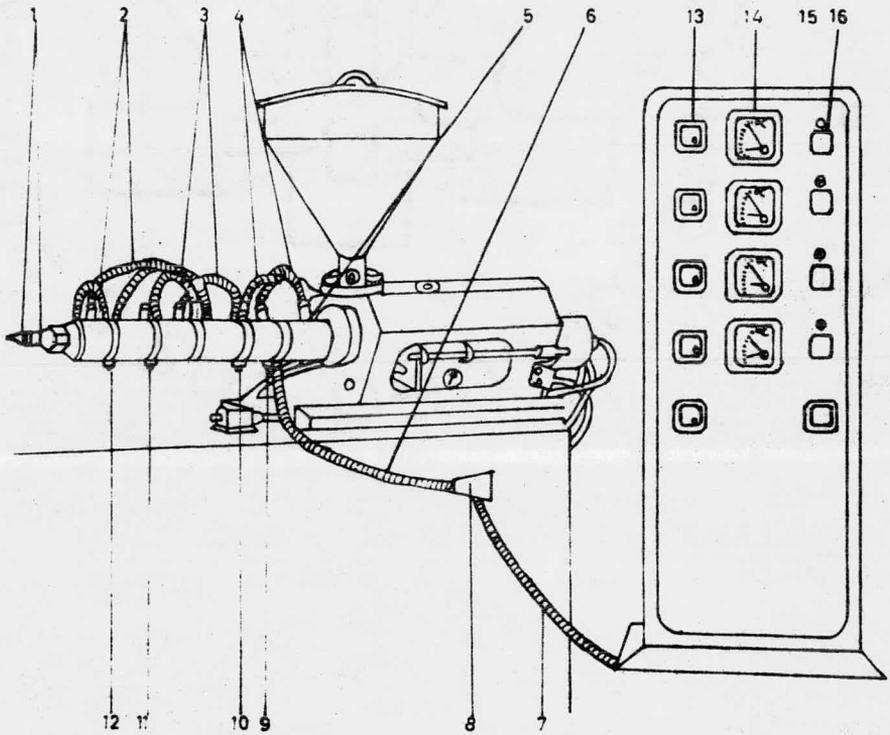
CIRCUITO ELECTRICO DE CALEFACCION

Generalidades.- El circuito eléctrico de la calefacción es tá formado por las resistencias eléctricas, los termopares y -- los aparatos de regulación y medición. Los termopares y las resistencias van montados sobre la máquina en la cámara de plasti ficación, en tanto que los aparatos de medición y regulación se localizan en el cuadro de control.

Las resistencias tienen sus conexiones individuales mediante enchufes independientes. Todas las conexiones para las re - sistencias y termopares parten de la caja de calefacción (5) la cual está comunicada con la caja de distribución (8) por medio de una manguera (6) la caja de distribución se pone en contacto con el cuadro de control a través de la manguera (7).

Zonas y mandos.- Para obtener un mejor calentamiento y con ello una mejor plastificación, se dispone de resistencias por - grupos o zonas, cada zona comprende dos resistencias y un termo par siendo independientes los mandos y aparatos de regulación - de cada zona. Cada zona de calentamiento comprende, un regula - dor automático de temperatura (14) y un amperímetro (13), una - luz piloto (15) y un interruptor (16).

Funcionamiento.- Al accionar el interruptor (16) se dispara el regulador (14), que deja pasar la corriente eléctrica, -- con lo cual, las resistencias correspondientes a esa zona, comienzan a calentar al mismo tiempo que enciende la luz-piloto (15). Cuando la cámara de plastificación alcanza la temperatura indicada, el regulador automático de temperatura (14), que está en contacto con la cámara mediante los termopares: (12), (11), (10) y (9) correspondientes, se dispara cortando el circuito, -- con lo cual las resistencias, dejan de calentar y la luz-piloto se apaga, cuando la temperatura ha descendido unos cuantos grados, automáticamente vuelve a conectarse, iniciándose un nuevo ciclo.



TESIS PROFESIONAL	1 9 7 9
circuito eléctrico de calefacción	
ALUMNO GUILLERMO ALCANTARA SANCHEZ	
FACULTAD DE QUIMICA U N A M	

PARTES DEL CIRCUITO ELECTRICO DE CALEFACCION:

- 1.- Cuarta zona
- 2.- Tercera zona
- 3.- Segunda zona
- 4.- Primera zona
- 5.- Caja de calefacción
- 6.- Manguera de la caja de la calefacción
- 7.- Manguera para la conexión al cuadro de control
- 8.- Caja de distribución
- 9.- Primera zona de regulación de temperatura
- 10.- Segunda zona de regulación de temperatura
- 11.- Tercera zona de regulación de temperatura
- 12.- Cuarta zona de regulación de temperatura
- 13.- Amperímetro
- 14.- Regulador automático de temperatura
- 15.- Luz-piloto
- 16.- Interruptor

c) SISTEMA HIDRAULICO

Generalidades

Los movimientos que se llevan a cabo por el cierre e inyección de la máquina en estudio se obtienen hidráulicamente mediante el aceite aspirado por los elementos de la bomba y repartido a través de las electroválvulas de los distribuidores.

Todos los elementos que constituyen el sistema hidráulico -- excepto los cilindros, tubos flexibles y el motor hidráulico -- están situados en el interior de la bancada.

Hay dos circuitos: el principal mediante el cual se efectúan los movimientos de cierre, inyección y apertura, y el de pre-avance que efectúa el pre-avance y el de retorno de pre-avance ya que el movimiento de retorno de inyección no se efectúa hidráulicamente, sino mecánicamente aprovechando los esfuerzos producidos por el husillo durante la plastificación .

Funcionamiento

Circuito Principal.- El aceite es aspirado por la bomba -- (31) a través del filtro (36), pasa en seguida al amortiguador de vibraciones (38) y de este al distribuidor principal (11).

Si las electroválvulas no están excitadas el aceite vuelve al depósito por el tubo de descarga (10).

Ahora si se ha excitado la electroválvula de cierre (8), el aceite sale del distribuidor y se encamina hacia la cara posterior del cilindro de cierre (57), pasando por la válvula reguladora de la presión de cierre (49), por la válvula de seguridad (54) y por el tubo flexible de accionamiento de cierre (56). La presión se controla mediante el manómetro de cierre (52).

Si la electroválvula de apertura (13) es la que está excitada el aceite se dirige a la cara anterior del pistón del cilindro de cierre (57) pasando por las válvulas limitadoras de presión de apertura (45) y reguladora del caudal de apertura (1) y por el tubo flexible de accionamiento de apertura (55).

Si está excitada la electroválvula de inyección (5) entonces el aceite circula por un lado hacia la válvula reguladora de la presión de inyección (43) la cual se controla mediante el manómetro de inyección (50) y por otro lado hacia las válvulas reguladoras del caudal de inyección (4) y reguladora del retorno de husillo (6) y por el tubo flexible del accionamiento de inyección (19) donde por fin choca contra la cara posterior del pistón del cilindro de inyección (18). Al mismo tiempo y por medio de la válvula no retorno pre-avance (9) se mantiene la presión en este circuito.

Si es la electroválvula de retorno la que está excitada (12) entonces el aceite se dirige a la válvula de retorno de inyección de accionamiento manual (29) y de ésta al motor eléctrico (16) pasando por la válvula reguladora del caudal del motor hidráulico (26) y de aquél vuelve al depósito a través del tubo flexible de descarga (22). La presión del aceite de funcionamiento del motor eléctrico queda indicada en el manómetro (51).

Si se quiere que el retorno de inyección se efectúe hidráulicamente se tirará del pomo de la válvula de retorno de inyección de accionamiento manual (30) y entonces el aceite, se dirige desde esta última hacia la cara anterior del pistón del cilindro de inyección (18) pasando por el tubo flexible de accionamiento retorno inyección (20).

Circuito de Pre-avance.- La bomba aspira el aceite a través del filtro, como en el circuito principal, pero en este caso lo impulsa por el segundo cuerpo, hacia el distribuidor de pre-avance (40), si en este no hay ninguna electroválvula excitada, el aceite vuelve al depósito por el tubo de descarga (39). La presión de este circuito está regulada mediante la válvula limitadora de la presión total de pre-avance (34).

Si al llegar el aceite al distribuidor del pre-avance (40) encuentra excitada la electroválvula de pre-avance (37) se dirige

a través del tubo flexible de accionamiento pre-avance (15) hacia la cara anterior del pistón del cilindro de pre-avance (24).

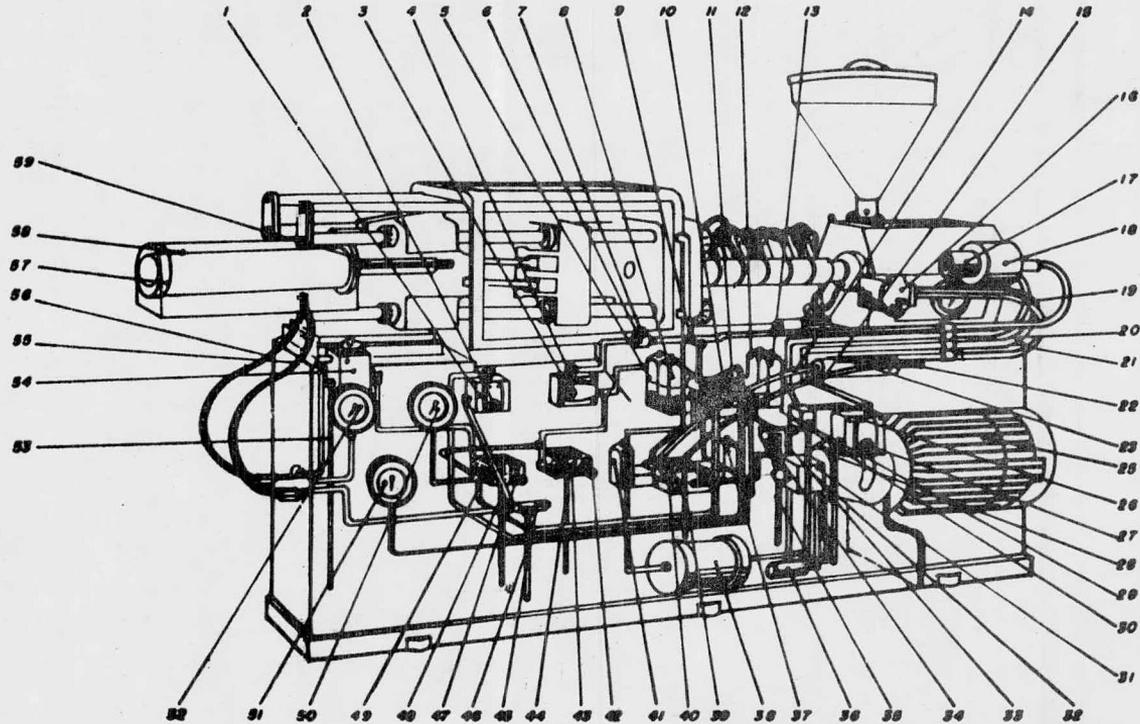
En el caso de ser la electroválvula de retorno de pre-avance (41) la que estuviese excitada, el aceite circularía por el tubo de accionamiento de retorno de pre-avance (14) hasta la cara posterior del pistón del cilindro de pre-avance (24).

PARTES QUE COMPONEN EL CIRCUITO HIDRAULICO

- 1.- Válvula reguladora del caudal de apertura
- 2.- Volante regulador de la velocidad de apertura
- 3.- Volante regulador de la velocidad de inyección
- 4.- Válvula reguladora del caudal de inyección
- 5.- Electroválvula de inyección
- 6.- Válvula reguladora del retorno de husillo
- 7.- Espárrago regulador del retorno de husillo
- 8.- Electroválvula de cierre
- 9.- Válvula retorno pre-avance
- 10.- Descarga del distribuidor principal
- 11.- Distribuidor principal
- 12.- Electroválvula de retorno inyección
- 13.- Electroválvula de apertura
- 14.- Tubo flexible accionamiento retorno pre-avance
- 15.- Tubo flexible accionamiento pre-avance
- 16.- Motor husillo
- 17.- Pistón del cilindro del husillo
- 18.- Cilindro de inyección
- 19.- Tubo flexible accionamiento inyección
- 20.- Tubo flexible accionamiento retorno inyección
- 21.- Tubo flexible accionamiento motor-husillo
- 22.- Tubo flexible descarga
- 23.- Pistón del cilindro de pre-avance
- 24.- Cilindro de pre-avance

- 25.- Motor bomba
- 26.- Válvula reguladora del caudal del motor-husillo
- 27.- Volante regulador de la velocidad del motor-husillo
- 28.- Descarga de la válvula registradora del caudal del motor-
husillo
- 29.- Válvula retorno de inyección de accionamiento manual
- 30.- Pomo válvula retorno inyección de accionamiento manual
- 31.- Bomba
- 32.- Descarga principal de la válvula retorno-inyección
- 33.- Descarga secundaria de la válvula retorno-inyección
- 34.- Válvula limitadora de la presión total de pre-avance
- 35.- Descarga de la válvula limitadora de la presión total de
presión de avance.
- 36.- Filtro de aspiración
- 37.- Electroválvula de preavance
- 38.- Amortiguador de vibraciones
- 39.- Descarga de distribuidor de preavance
- 40.- Distribuidor de preavance
- 41.- Electroválvula de retorno de preavance
- 42.- Volante regulador de la presión de inyección
- 43.- Válvula reguladora de la presión de inyección
- 44.- Descarga de la válvula reguladora de la presión de inyección
- 45.- Válvula limitadora de la presión de apertura
- 46.- Descarga de la válvula limitadora de presión de apertura
- 47.- Volante registrador o regulador de la presión de cierre
- 48.- Descarga de la válvula registradora de la presión de cierre

- 49.- Válvula reguladora de la presión de cierre
- 50.- Manómetro de cierre
- 51.- Manómetro del motor-husillo
- 52.- Manómetro de inyección
- 53.- Descarga de la válvula de seguridad
- 54.- Válvula de seguridad
- 55.- Tubo flexible, accionamiento apertura
- 56.- Tubo flexible, accionamiento cierre
- 57.- Cilindro de cierre
- 58.- Purga de aire
- 59.- Pistón del cilindro de cierre



- 38 -

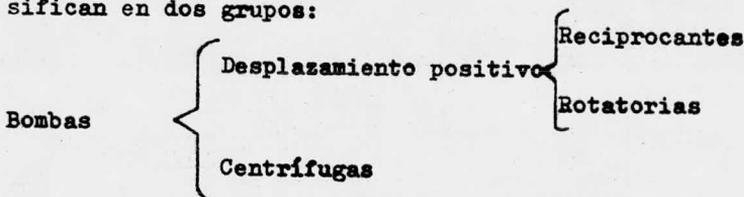
YERRE PROFESSIONAL			
Lección N° 2	Sistema	Hidráulico	1978
ALFREDO	VILLALBA	ALCANTARA	CASTRO
FACULTAD DE QUIMICA U N A M			

d) CALCULO DE LA POTENCIA DE LA BOMBA Y EL MOTOR

Una bomba en circuitos hidráulicos se usa para convertir energía mecánica en energía hidráulica, para proporcionar energía y transportar fluidos. Para seleccionar una bomba que se requiera para una aplicación definida, es necesario saber:

- 1.- Naturaleza del fluido que será transportado, si es corrosivo, su temperatura de operación, si es viscoso o no, su presión de vapor, y si contiene sólidos en suspensión.
- 2.- La capacidad necesaria, así como el rango de capacidades que la bomba requiera en su operación
- 3.- Condiciones de succión y descarga
- 4.- La presión que se requiere, la fricción que el fluido debe vencer
- 5.- Tipo de servicio, si es continuo o intermitente
- 6.- Potencia necesaria para accionar la bomba.

La finalidad de instalar un equipo de bombeo es aumentar la presión y energía cinética de un fluido. Las bombas se clasifican en dos grupos:



Bombas de desplazamiento positivo.- Una de las principales características de las bombas de este tipo, es que bombean una cantidad definida de líquido por cada carrera del pistón o revolución de la pieza movable principal, solamente el tamaño de la bomba y su diseño influirán en la cantidad de líquido que se libera.

Bombas reciprocantes.- Este tipo de bombas, adiciona energía al sistema del fluido por medio de un pistón que actúa contra un líquido comprimiendolo el cuál es movido por medio de un motor eléctrico y para cada golpe de pistón, descarga una cantidad fija de fluido de la bomba, la cantidad de fluido dependerá del volumen del cilindro y del número de veces que el pistón se mueva a través del cilindro.

Bombas rotatorias.- Estas bombas atrapan una cantidad de líquido y lo mueven hasta el punto de descarga. La parte dentada de los engranes, a la entrada de la bomba proporciona un espacio para ser llenado por el líquido. Cuando el engrane gira, el líquido es atrapado entre el diente y el cuerpo de la bomba y después es liberado en la línea de descarga.

Las bombas rotatorias pueden ser de varios tipos, dependiendo de las características de sus rotores.

Bombas centrifugas.- Son las de más uso en procesos industriales debido a sus diseños que son sencillas, su bajo costo

inicial, bajo mantenimiento y flexibilidad de aplicación, entre los usos mas comunes tenemos transporte de líquidos de toda clase, materia en proceso o abastecimiento de servicios de agua en general, alimentación de vapor y circulación de condensados se emplea en un amplio rango de capacidades que van desde 2 hasta 605000 gal/min. y para cabezas de descarga (presiones) desde pocos pies hasta 3000 Lb/in².

En general las bombas centrífugas aparte de tener un costo inicial y un gasto de mantenimiento bajos; se construyen con materiales resistentes a la corrosión, generalmente operan a velocidad constante y la capacidad de la bomba depende de la cabeza de la bomba.

Bombas especiales.- Con el advenimiento de los procesos de energía nuclear es de mucha importancia contar con bombas que no tengan ninguna fuga, que no representen problemas de sello cuando se manejan materiales radiactivos. Siendo algunas de ellas:

Bomba con motor enlatado.- Especiales para bombear agua radiactiva, la cual llena la cavidad del motor pero queda aislada del motor y el estator por medio de una cubierta o lata.

Bombas magnéticas.- Una bomba electromagnética no tiene partes movibles por lo cual no requiere usar sellos de ningún tipo. Los metales líquidos con una conductividad eléctrica alta pueden ser bombeados con este dispositivo.

CALCULO DE LA POTENCIA DE LA BOMBA Y DEL MOTOR.-

DATOS

U = 51 GPM	Temp. = 104°F
P ₁ = 14.7 PSI	S _p = 0.83
P ₂ = 1 132 PSI	μ = 0.003 $\frac{\text{lb}}{\text{ft-seg}} = 5.8 \text{ Cstks}$
D = 1.5 in	L = 26.24 ft
ρ _{aceite} = 57.8 $\frac{\text{lb}}{\text{ft}^3}$	Cédula = 40

$$U = 51 \frac{\text{gal}}{\text{min}} \times \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ seg}} \times \frac{1 \text{ ft}^3}{7.48 \text{ gal}} = 0.1136 \frac{\text{ft}^3}{\text{seg}}$$

$$ID = 1.61 \text{ in} = 0.134 \text{ ft}$$

$$S = \frac{\pi}{4} ID^2 = 0.785 (0.134)^2 \text{ ft} = 0.0140 \text{ ft}^2$$

$$V = \frac{V_{\text{flujo}}}{\text{área}} = \frac{0.1135 \frac{\text{ft}^3}{\text{seg}}}{0.0140 \text{ ft}^2} = 8.1 \frac{\text{ft}}{\text{seg}}$$

$$N_{Re} = \frac{DU\rho}{\mu} = \frac{0.134 \text{ ft} \times 8.1 \frac{\text{ft}}{\text{seg}} \times 57.6 \frac{\text{lb}}{\text{ft}^3}}{0.00322 \frac{\text{lb}}{\text{ft-seg}}} = 19\ 483$$

$$N_{Re} = 1.9483 \times 10^4 \quad Y \quad f = 0.029$$

$$F = 2f \frac{U^2 L}{g_c D} = \frac{2 (0.029) (8.1)^2 \frac{\text{ft}}{\text{seg}} (26.24 \text{ ft})}{32.17 \frac{\text{ft lb masa}}{\text{lb seg}^2} \times 0.134 \text{ ft}} = 23.16 \frac{\text{ft lb}}{\text{lb masa}}$$

$$Z_1 \frac{g}{g_c} + P_1 V_1 + \frac{U_1^2}{2g_c} + \int_1^2 P dV + W_o = Z_2 \frac{g}{g_c} + P_2 V_2 + \frac{U_2^2}{2g_c} + \sum F$$

$$F = 2f \frac{U_1^2 L}{g_c D} = \frac{2 (0.029) (8.1)^2 \frac{\text{ft}}{\text{seg}} (26.24 \text{ ft})}{32.17 \frac{\text{ft lb}}{\text{lb seg}^2} \times 0.134 \text{ ft}} = 23.16 \frac{\text{ft lb}}{\text{lb masa}} \rightarrow$$

$$z_1 \frac{g}{g_c} + P_1 v_1 + \frac{U_1^2}{2 \alpha g_c} + \int_1^2 P dv + W_o = z_2 \frac{g}{g_c} + P_2 v_2 + \frac{U_2^2}{2 \alpha g_c} + \sum F$$

$$0 + \frac{14.7 (144)}{57.8 \frac{\text{lb}}{\text{ft}^3}} + 0 + W_o = 1.20 \frac{\text{ft lb}}{\text{lb masa}} \rightarrow + \frac{1.132 (144)}{57.8 \frac{\text{lb}}{\text{ft}^3}} + 23.16 \frac{\text{ft lb}}{\text{lb masa}} \rightarrow$$

$$36.62 + W_o = 2844.1$$

$$W_o = 2844.1 - 36.62 = 2807 \frac{\text{ft lb}}{\text{lb masa}} \rightarrow$$

$$2807 \frac{\text{ft lb}}{\text{lb masa}} \rightarrow \times 57.8 \frac{\text{lb}}{\text{ft}^3} \times 51 \frac{\text{gal}}{\text{min}} \times \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ seg}} \times \frac{1 \text{ ft}^3}{7.48 \text{ gal}} \times \frac{1}{550} = 33.5 \text{ H.P.}$$

Por lo tanto la potencia de la bomba, para impulsar el aceite será de:
33.5 H.P.

Si la bomba tiene una eficiencia del 70%, la potencia del motor de la bomba debe ser mayor:

$$\frac{33.5}{0.70} = 47.8 \text{ aprox. por lo que, } 48 \text{ H.P. es la potencia del motor.}$$

4.- PROPIEDADES Y APLICACIONES DE ABS CELCON PROPIOCEL Y REGULACION DE LAS VARIABLES QUE INTERVIENEN DURANTE SU MOLDEO.

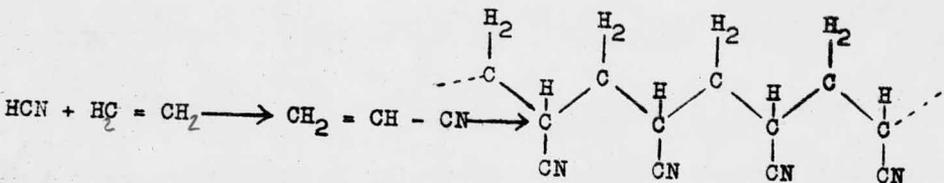
En este capítulo se tratará la obtención, las propiedades y sus aplicaciones del ABS, Celcon, Propiocel, así como la forma de obtener mejores piezas y sus aplicaciones.

- Acrilonitrilo Butadieno Estireno (ABS)
- Resinas Acetálicas (CELCON)
- Propionato de celulosa (PROPIOCEL)

ACRILONITRILLO BUTADIENO ESTIRENO (ABS)

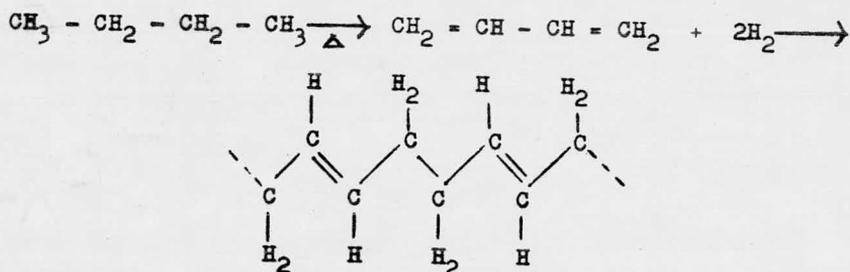
Este material está compuesto por tres monómeros químicos que son: Acrilonitrilo Butadieno Estireno, de donde toman la primera letra de cada uno de los monómeros. El ABS, fué introducido y patentado en 1948 en Estados Unidos.

Química del plástico.- El acrilonitrilo es sintetizado por la adición de ácido cianhídrico al acetileno:

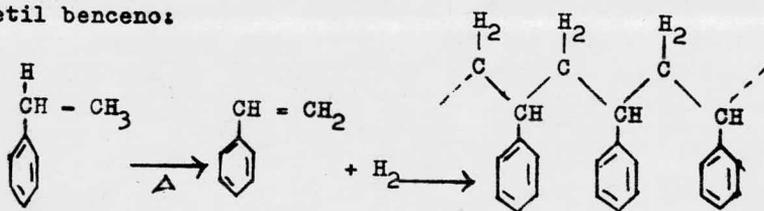


Se polimeriza por si mismo

El butadieno es preparado por deshidrogenación catalítica del butano a elevadas temperaturas:

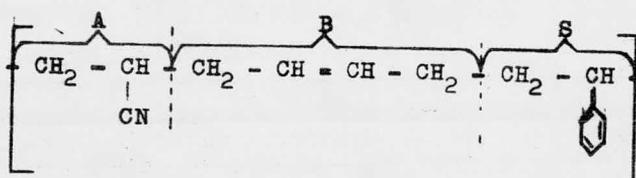


El estireno es fabricado de manera similar al anterior del etil benceno:



Poliestireno

La copolimerización en proporciones variables de **stireno**, **acrilonitrilo** y **butadieno** da lugar a la formación del **ABS**, siendo la fórmula de éste, la siguiente:



Usos típicos.- Se considera principalmente algunos que tienen uso industrial: en bobinas, antenas de televisión, cuerpos de válvulas, partes de refrigeradores, cajas de acumuladores, - partes de automóviles, cajas para radios, corazas, marcos y tapas de máquinas de escribir.

Propiedades.- Posee excelente resistencia al impacto, combinado con alta resistencia mecánica, ofrece algunas formulaciones de alta rigidez por abajo de -60°F (-51°C).

Resistencia al calor.- Las piezas elaboradas con ABS, pueden usarse a temperaturas de 80°C - 100°C .

Cualidades eléctricas.- Tienen buenas cualidades eléctricas.

Estabilidad dimensional.- Es dimensionalmente estable bajo una amplia variedad de condiciones. El plástico ABS, para su moldeo por inyección es surtido por los fabricantes en forma de polvo o en gránulo (pellets) de un tamaño aproximado de $1/8 \times 1/8$ de pulgada, el cual es fabricado en México por Industrias - Resistol S.A.

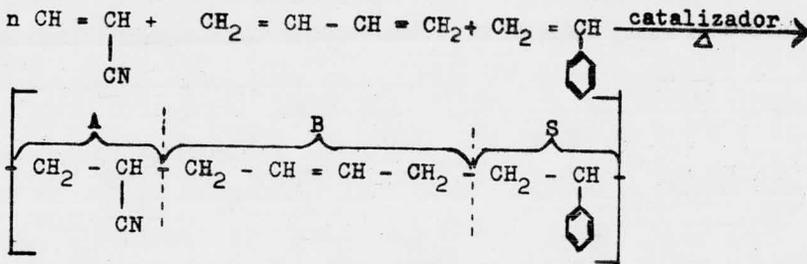
El nombre comercial del ABS, en México es: LUSTRAN I.

LUSTRAN I.- Está formado por una serie de terpolímeros de acrilonitrilo-butadieno-estireno (ABS). Este tipo de termoplástico especial para la aplicación posterior de cromado, plateado y depósito de metales por medio de métodos químicos electrolíticos por lo consiguiente requiere de ser el material adecuado, tener condiciones para el cromado, plateado, etc. Estos tres requisitos se encuentran ligados íntimamente y los resultados finales - dependerán de su control, puesto que el cromado y plateado son operaciones que se llevan a cabo una vez moldeado el producto por lo que el tipo de material usado y las condiciones de moldeo se deben controlar en forma específica para este uso.

El color y aspecto del material en el mercado, para su venta, es en forma de gránulos (pellets) en tonos opácos (color natural: amarillo-cremoso, opáco).

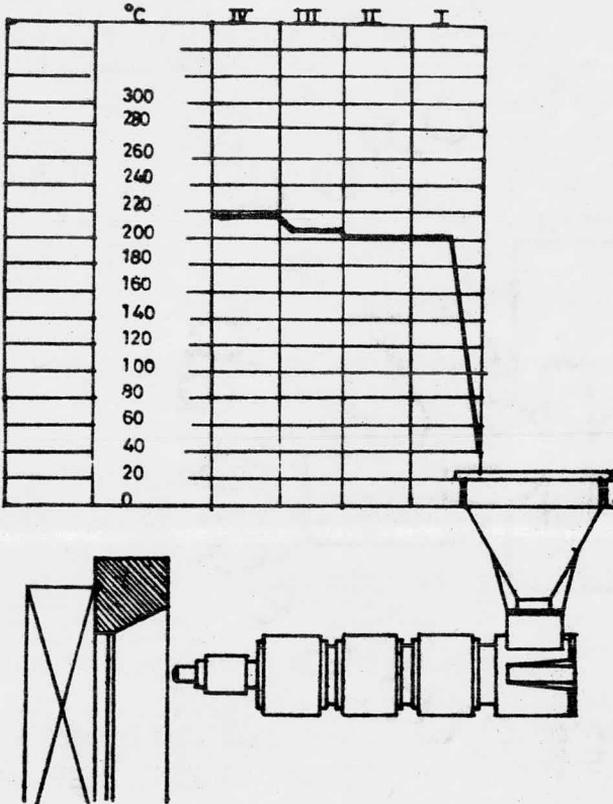
El comportamiento y olor al aplicar la llama es el siguiente: sigue ardiendo tras separarlo de la llama luminosa, y se forma una gran cantidad de hollín. El olor, es algo dulce, similar al de la goma.

Obtención del ABS.-



Propiedades del ABS.-

PROPIEDAD	VALOR	UNIDADES
Resistencia a la tensión en el límite elástico	425	Kg/cm ²
Resistencia a la tensión a la ruptura	355	Kg/cm ²
Módulo de elasticidad en tensión	22 800	Kg/cm ²
Elongación a la ruptura	25	%
Resistencia a la flexión	760	Kg/cm ²
Elongación en el límite elástico	2.8	%
Resistencia al impacto IZOD	17.5	$\frac{\text{Kg/cm}}{\text{cm-muesca}}$
Temperatura de deformación bajo carga (18.5 Kg/cm ²)	85	°C
Peso específico natural	1.05	---
Dureza	R-95	Rockwell



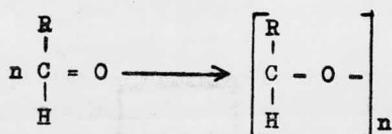
TESIS PROFESIONAL
zonas de temperatura para elaborar piezas de ABS 1979
ALUMNO GUILLERMO ALCANTARA SANCHEZ
FACULTAD DE QUIMICA U N A M

Resina Acetálica (Celcon).- Alexander Mikhailovich Butle-
rov (Rusia) fue el primer investigador que hizo un reporte so-
bre polímeros de formaldehído, éste observó la polimerización
durante el estudio del monómero de formaldehído en 1859.

La primer investigación específica de la estructura de ca-
dena lineal de para-formaldehído y otro poliformaldehído o po-
lioximetileno fue reportada en 1920 por Herman Staudinger. Fue
hasta 1948 cuando se comenzaron a fabricar a nivel comercial -
las resinas poliacetálicas.

Las resinas poliacetálicas son las mas recientes adicio--
nes a nuevos polímeros que revolucionaron los materiales mas -
nuevos incluyendo plásticos de silicones y fluorinados, nylon
y poliolefinas, las resinas poliacetálicas combinan un mate- -
rial nuevo a un bajo costo, con propiedades únicas dadas por -
este material cuyo potencial comercial puede rivalizar con las
poliolefinas. Las resinas poliacetálicas pueden considerarse
como un material intermedio entre los polímeros orgánicos y -
los metales, así como los silicones pueden considerarse inter-
medios entre polímeros orgánicos y la cerámica.

Definición.- Los poliacetales son substancias que tienen
una unidad repetida -CHRO-, las resinas poliacetálicas que co-
nocemos como termoplásticos son polímeros lineales que resultan
por el tipo de reacción.

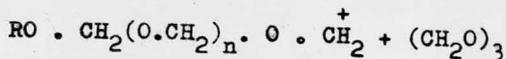
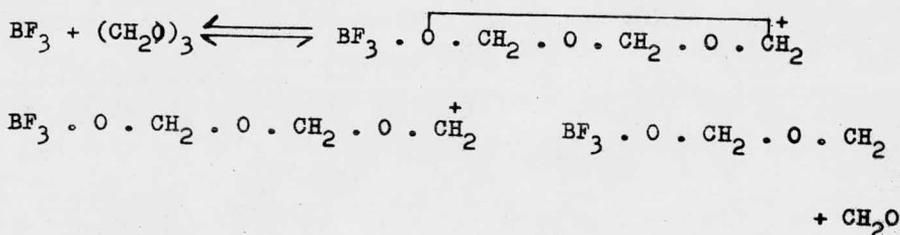


Los acetales en química orgánica son tradicionalmente producidos por la interacción de alcoholes y aldehidos:



La formación de resinas poliactéticas puede ser enfatizada como una reacción de adición reversible, esta reacción básica es modificada para fines comerciales por la alteración química de los grupos al final de la cadena y por copolimerización

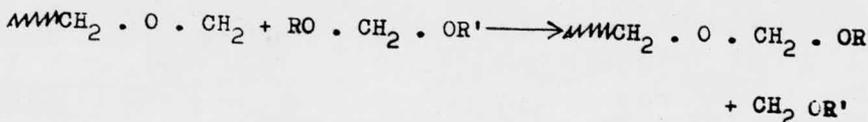
Química del trioxano.-



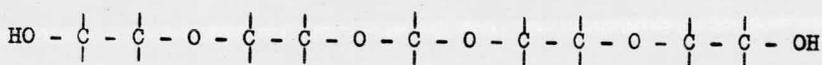
cadena activada

trioxano o cadena de crecimiento

Formación de una nueva cadena.-



Desde que los acetales comenzaron a introducirse en el campo de los plásticos se han abierto muchas oportunidades en el diseño de piezas de ingeniería. Podemos decir que al igual que los metales, los acetales poseen rigidez, estabilidad dimensional y fortaleza estructural por lo que rápidamente comenzaron a reemplazar principalmente al zinc, al bronce y al aluminio en muchas aplicaciones. Pero los acetales son algo más que una semejanza con los metales. También tienen la resistencia de un resorte y propiedades de los metales como: color, conductividad térmica y eléctrica bajas, alta velocidad de moldeo y economía. En adelante trataremos un derivado de una resina acetálica llamada CELCON. Este fue introducido en 1960, el cual es un copolímero formado por una cadena de Trioxano con ligaduras carbón-carbón que son las que le dan mayor estabilidad.

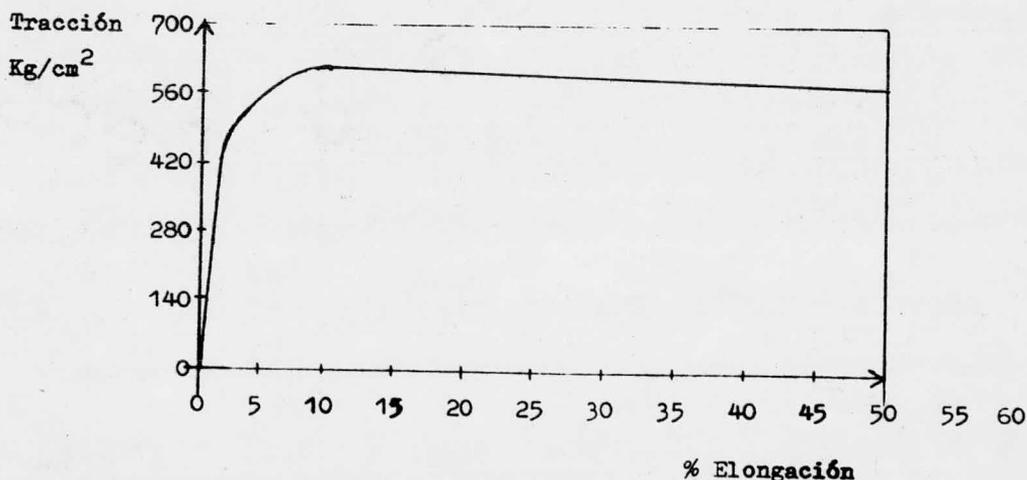


siendo ésta una diferencia básica en los polímeros de los acetales. Actualmente es fabricado en México por: Celanese Mexicana S.A.

El celcon es apropiado para la fabricación de piezas industriales y el hogar y se obtiene principalmente por extrusión inyección y soplado. Este conserva sus altas cualidades de resistencia mecánica, rigidez, tenacidad y resistencia a las fuerzas de impacto durante largos períodos de tiempo y en amplios rangos de temperatura y de condiciones ambientales, debido a

que estas características son requeridas por numerosos artículos para la industria, para partes de automóviles y para diversas aplicaciones, esto hace que el celcon sea de interés para la ingeniería de diseño puesto que se toman en consideración su empleo en aplicaciones en las cuales se usaban materiales termoendurecibles, laminados, maderas y metales moldeados a matriz, tales como magnesio, aluminio, zinc, fierro, latón y acero.

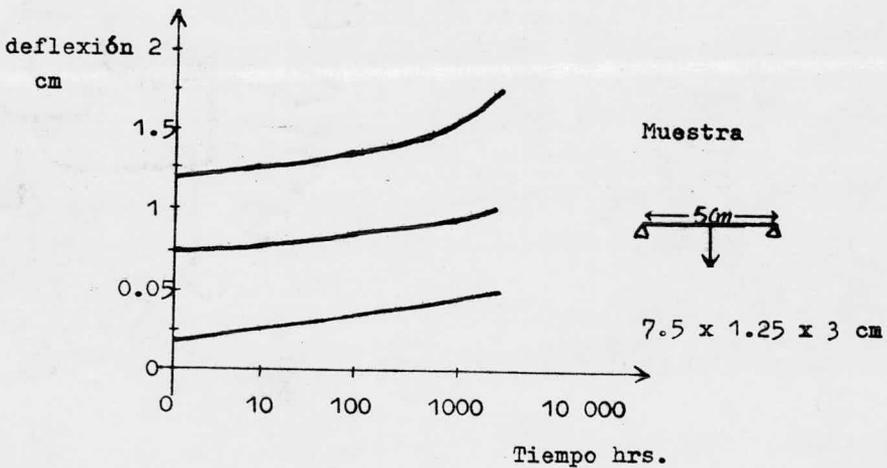
Propiedades físicas a corto plazo.- Estas propiedades demuestran que el celcon realiza un buen equilibrio de elevadas propiedades de resistencia a la tracción, gran resistencia al esfuerzo cortante, rigidez y tenacidad; ésta última es debido a la combinación de un alto límite de elasticidad a la tracción con un elevado valor del área total (que mide el esfuerzo necesario para la destrucción, como se muestra en la siguiente gráfica:



El celcon tiene excelente resistencia a la abrasión y su coeficiente de fricción es bajo 0.35 contra si mismo y contra el acero , latón, aluminio el coeficiente es mas bajo 0.15 lo cual indica que el celcon en aplicaciones en que se fricciona rinde mas estando en contacto con los metales.

PROPIEDADES MECANICAS

Resistencia al escurrimiento.- El celcon soporta fácilmente una carga flexional continua. Esto se ha demostrado en ensayos de escurrimiento por flexión realizada a temperatura ambiente, 82° - 115°C , empleando un esfuerzo en la fibra de 35 Kg/cm^2 posteriormente se graficaron los resultados obtenidos en los ensayos, en la siguiente gráfica:



Donde podemos apreciar la inclinación de las curvas obtenidas en los ensayos a temperaturas ambiente de 80° - 115°C, observándose las características de resistencia al escurrimiento siendo lo ideal una línea recta. La pequeña variación en el porcentaje de deflexión después del inicio nos indica la resistencia del celcon a esfuerzos continuos durante largo tiempo. Las propiedades físicas y mecánicas que fueron determinadas por medio de métodos ASTM, se ilustran en el siguiente cuadro:

CUADRO	VALOR	UNIDADES
Peso específico	1.41	-----
Densidad	0.0507	lb/plg ³
Volúmen específico	19.7	plg ³ /lb
Dureza Rockwell M	80	-----
<u>Resistencia al impacto Izod</u>		
23°C 5% H.R.	1.2	ft-lb/plg. de entella
-40°C	1.0	
<u>Resistencia a la tracción</u>		
Al límite de elasticidad	618	Kg/cm ²
Al límite de ruptura	562	Kg/cm ²
<u>Elongación</u>		
Al límite	12	%
A la ruptura	60	

PROPIEDAD	VALOR	UNIDADES
Módulo de elasticidad en tracción	28100	Kg/cm ²
Resistencia a la flexión 5%	914	Kg/cm ²
Resistencia al esfuerzo cortante	541	Kg/cm ²
Absorción al agua, a 23°C		
1/8" espesor, 24 hrs. inmersión	0.22	%
Coefficiente de fricción dinámica		
Acero	0.15	
Latón	0.15	
Aluminio	0.15	
Celcon	0.35	

Estas propiedades a corto plazo nos muestran que el celcon cuenta con buena fuerza de retención para dispositivos tales como casquillos y tapas de resortes, los cuales requieren apriete. Los tornillos autorroscantes quedarán también mantenidos firmemente en el celcon.

Propiedades eléctricas.- Las propiedades eléctricas las podemos comparar favorablemente con las de muchos otros termoplásticos que se usan en aplicaciones eléctricas, entre otras tiene: buen factor de pérdida, baja constante dieléctrica en una amplia escala de frecuencias, elevada resistividad en volumen y buena rigidez dieléctrica.

Propiedades térmicas.- Respecto a las propiedades térmicas lo podemos clasificar como un material termoplástico muy bueno- debido a que el celcon posee una temperatura de flexión elevada punto de ablandamiento elevado y temperatura de deformación alta. La temperatura de deformación de una pieza moldeada la podemos definir como aquella a la cual la pieza pierde su forma estructural después de media hora de exposición. La resistencia a las altas temperaturas se deben a que la deformación no se produce, hasta las cercanías del punto de fusión. A continuación se expone un cuadro con las propiedades térmicas:

Propiedades térmicas del Celcon.-

PROPIEDAD	VALOR	UNIDADES
Temperatura de deflexión		
18.5 Kg/cm ²	110	°C
4.62 Kg/cm ²	158	°C
Punto de ablandamiento	162	°C
Coefficiente de dilatación lineal	4.7×10^{-5}	cm/cm/°C
Temperatura de uso continuo	105	°C
Temperatura de deformación	149 - 160	°C
Contracción media de moldeo	0.020	cm/cm

Resistencia química.- El celcon tiene gran resistencia química, en algunos ensayos de inmersión en un tiempo de 6 meses y en varios medios inorgánicos a temperatura ambiente solamente - los siguientes ácidos afectan al celcon: H_2SO_4 al 30% con pérdida de peso y disminución de propiedades físicas. HNO_3 al 10% - con pérdida de peso, alteración del color y disminución de propiedades físicas. HCl al 10% con pérdidas de peso, alteración del color. NH_3OH al 10% con alteración del color. H_2O_2 con alteración del color. Mas adelante se expondrá un cuadro (1) de la resistencia del celcon a productos químicos inorgánicos. Si se hace la inmersión en ensayos de compuestos orgánicos por un - - tiempo de 6 meses a temperatura ambiente se observa que el fenol al 5% afecta seriamente al celcon, transformando su color natural a un color castaño claro, disminuyendo al mismo tiempo sus propiedades físicas siendo el principal agente orgánico que lo afecta en esta forma, aunque otros lo afectan en menor grado como lo podemos apreciar en el cuadro que se presenta mas adelante cuadro (2). En ensayos de inmersión en soluciones acuosas de PH variado de 4 - 11 y en un tiempo aproximadamente 6 meses no se notaron cambios serios.

Resistencia del celcon en productos químicos inorgánicos. 6 meses de inmersión a temperatura ambiente.-

	Límite elasticidad	% Elong. al límite	Módulo elasticidad	Long.	Ancho	Peso	Observ. visuales
O_2	0	0	0	0	0	0	S.C.
HCl al 10%	0	0	0	0	0	0	S.C.
O_2 al 3%	0	0	-	0	0	0	Toma color canela claro
$CaCO_3$ al 2%	0	0	0	0	0	0	S.C.
NaOH al 1%	0	0	0	0	0	0	S.C.
NaOH al 10%	0	0	0	0	0	0	S.C.
H_4OH al 10%	0	0	0	0	0	0	Toma color castaño
SO_4 al 3%	0	0	0	+	0	0	S.C.
SO_4 al 30%	x	x	x	0	0	x	S.C. pierde grosor
HCl al 10%	0	0	0	-	x	x	S.C.
NO_3 al 10%	x	x	x	-	-	-	Toma color canela amarillento

CUADRO # 1

Resistencia del celcon a disolventes orgánicos. 6 meses de inmersión a temperatura ambiente.

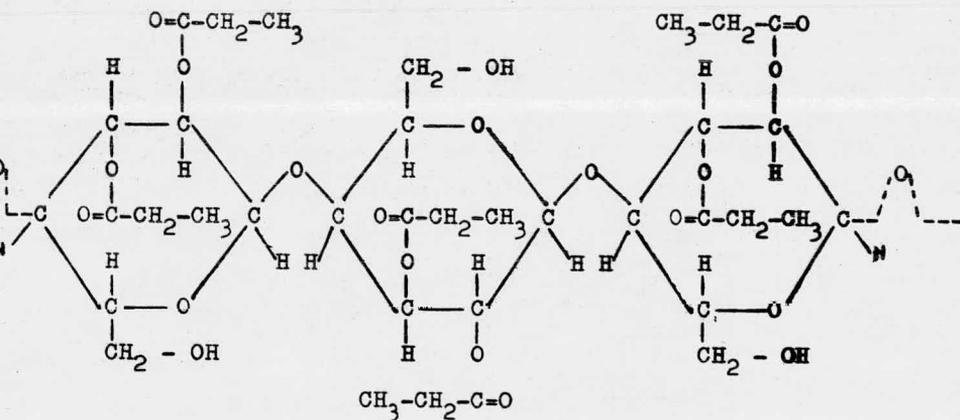
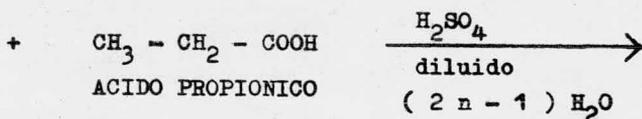
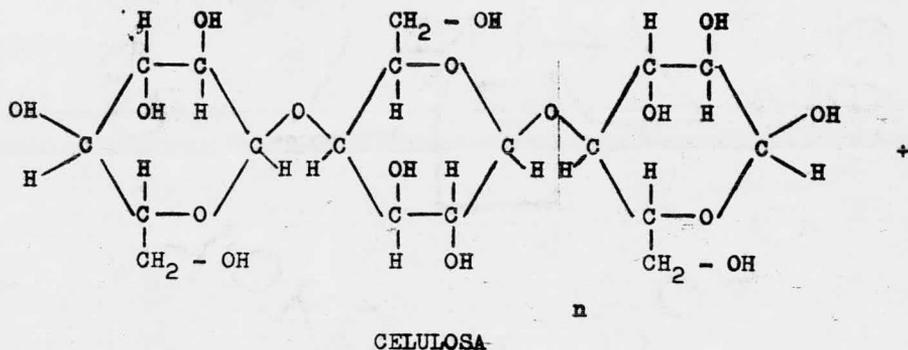
	Límite elasticidad	% Elongac. al límite	Módulo elastic.	Long.	Ancho	Peso	Observ. visual (ensayo) S.C.
Alcohol etílico 95%	0	0	-	0	0	+	S.C.
Alcohol etílico 50%	0	0	-	0	0	+	S.C.
Acetona	0	0	-	0	0	+	S.C.
Acetato de etilo	0	0	-	0	0	+	S.C.
Cloruro de etileno	0	0	-	0	0	+	S.C.
Tetracloruro de carbono	0	0	0	0	0	0	S.C.
Benceno	0	0	-	0	0	-	S.C.
Hexano	0	-	0	0	0	0	S.C.
Alcohol al 5%	x	0	x	+	+	+	Toma color castaño
Acido acético 5%	0	-	-	0	0	0	S.C.
Acido oléico	0	-	0	0	0	0	S.C.
Acido cítrico al	0	0	0	0	0	0	S.C.
Alcohol	0	0	0	0	0	0	S.C.

CUADRO # 2

Significado de los símbolos usados en estas tablas 1 y 2

- O = Sin cambio significativo
- X = Afectado seriamente; con pérdida de propiedades, por lo tanto no es útil para la mayoría de aplicaciones.
- + = Cambio significativo pero todavía útil para muchas aplicaciones, cambios en el límite de elasticidad, % de elongación al límite y módulo de elasticidad superiores al 5 %, en longitud, ancho y peso superior al 1 %
- .C.= Sin cambio visible de color

Plásticos celulósicos (Propiocol).- Los plásticos celulósicos son fabricados mediante la substitución de varios grupos químicos hidroxilos en la molécula de celulosa. La celulosa proviene principalmente de algodón o de pulpa de madera que está compuesta de aproximadamente 3000 glucósidos $(C_6H_{10}O_5)_n$, el peso molecular puede variar dependiendo de la fuente de origen de los plásticos y la forma de la cual son tratados. El propionato de celulosa es llamado en México en el medio comercial: Forticel o Propiocol, el cual se obtiene por el tratamiento de fibras celulósicas con ácido propiónico y anhídridos en presencia de ácido sulfúrico.



Los compuestos de propiocol son resistentes, materiales fuertes dimensionalmente estables, los cuales son aprovechables en una amplia variedad de colores, incluyendo claridad parecida al -- cristal, tienen la ventaja de poseer un rango completo de transparencia, translucidez y colores opácos, necesitando menos plastificante del necesario para producir plásticos con buena resistencia a la flexión.

El propiocol es compatible con un considerable número de -- plastificantes, compuestos que pueden ser plastificados y modificados produciendo una gran variedad de combinaciones y propiedades. El propiocol es fabricado en México por Celanese Mexicana -- S.A. La formulación para el moldeo por inyección del termoplástico básicamente es proporcionado para su plastificación en forma de escamas; a causa de la gran variedad de plastificantes afines -- puede ser empleado con otros aditivos (estabilizadores, pigmentos y lubricantes). Comparativamente el propiocol ofrece ventajas; entre estas tiene una gran densidad en 6% menor, así el propiocol -- produce mas partes por kilo que el acetato de celulosa, el alto -- peso molecular del plastificante (menos volátil) puede ser usado con propiocol. Todos estos hechos significan que el propiocol pueda contar con una resistencia de exudación del plastificante y migración especialmente a elevadas temperaturas y humedad durante -- el proceso, la baja absorción de humedad de la formulación de propiocol conducen a perfeccionar la estabilidad dimensional.

Formulaciones.- Las formulaciones de propiocel son clasificadas como series estandar, formulaciones especiales y comerciales, aquí trataremos la serie estandar por ser la mas usual, así como la de mas demanda en el mercado de México.

La serie estandar de propiocel contiene un sistema de plastificación particular, el cual fue establecido a través de largas experiencias, que han abierto aplicaciones en varias áreas, los miembros de una serie dada difieren en la cantidad del sistema de plastificante (lubricante o aditivo).

El propiocel de la serie en estudio es un material que ofrece buen flujo y propiedades al impacto y son aprovechables por su transparencia hasta llegar a opacos en todos colores, entre sus aplicaciones típicas tenemos: filtros de gasolina, ranijas de teléfono, discos de teléfono, estructuras de anteojos.

Reología de fusión.- El propiocel es fabricado de acuerdo a unos estandares de control de calidad, entre las varias pruebas a que se someten los compuestos de propiocel antes de venderlo para su transformación está la de reología de fusión, esta nueva técnica de control de las propiedades de la reología de fusión está basada sobre la prueba de índice de fusión (ASTM D 1238- - 62T).- A la cual se incorporan dos nuevas modificaciones:

1º Un paso de presecado de la resina

2º Un paso de venteo durante el precalentamiento de la resina

Estos dos pasos permiten que los volátiles que causaban huecos en la extrusión durante la determinación del índice de fusión escapen resultando un flujo mas uniforme.

El uso de la prueba de la reología de fusión pronostica la moldeabilidad de compuestos celulósicos que son moldeables, flujo de temperatura en la medida que es usado en el moldeo por inyección, la prueba del índice reológico por otro lado también mide la temperatura de flujo.

Si graficamos una curva maestra de una serie de índice reológico contra la cantidad de flujo en espiral (a una temperatura dada) debido a estudio de moldeo por inyección obtendremos una rápida transpolación del índice reológico en términos de flujo en espiral, debido a la excelente correlación entre el índice reológico y la moldeabilidad práctica (ambas en extrusión e inyección), el propiocol es empleado en utensilios y herramientas la precisión y sensibilidad del índice reológico son altos, haciendo esto posible, mínimas diferencias de distinción entre éstos, en propiedades de flujo, de tal forma que son importantes hoy en día en moldes altamente sofisticados.

Almacenaje y manejo de propiocol.- Los materiales celulósicos incluyendo el propiocol, absorben humedad por lo cual deben estar almacenados en lugares secos antes de procesarlos y tratar de que estén lo mas secos posibles.

El propiocol es fácil de manejarse para el moldeo por inyección y extrusión, debido a sus excelentes características de flujo, cuyas formas de moldeo y temperatura son posibles a 26°C , esto permite considerables libertades para optimizar el ciclo durante el moldeo. El propiocol generalmente puede ser moldeado -- por medio de ciclos mas cortos que otros materiales celulósicos.

Olor.- Durante su moldeo el ácido propiónico no emite mal olor, ni tampoco como pieza terminada, tambien tiene una retención de plastificante excelente, las características al exponerlo al medio ambiente son buenas y consideradas como de alta eficiencia y recomendadas para este uso.

Compatibilidad.- El propiocol no se puede combinar con el acetato de celulosa, con el etil celulosa, o resinas plásticas tales como poliestireno, pero se puede combinar con acetato butirato de celulosa, pero sin embargo debido a algunas combinaciones de fórmula y flujo de estos dos materiales no pueden ser mezclados con rapidéz en el proceso por inyección.

los artículos producidos con propiocol pueden ser estampados y -
laqueados con una gran variedad de tintas y lacas.

Propiedades de resistencia química del propiocol.- Resultados --
obtenidos en pruebas de 24 hrs, de inmersión:

AGENTE	EFEECTO
Acido sulfurico 30%	Sin cambio
Acido nítrico 10%	Lo ataca superficialmente
Acido acético 5%	Sin cambio
Acido clorhídrico 10%	Sin cambio
Hidróxido de sodio 10%	Ataca ligeramente la superficie
Hidróxido de sodio 1%	Sin cambio
Hidróxido de amonio 2%	Ataca ligeramente la superficie
Tetracloruro de carbono	Se hincha
gasolina	Sin cambio
Agua	Sin cambio
Cloruro de sodio 10%	Sin cambio
Peróxido de hidrógeno 3%	Sin cambio

Es muy importante mencionar las fallas más comunes que se--
presentan durante el moldeo por inyección, originadas por fallas
mecánicas o por no alimentar el plástico en condiciones óptimas,
obteniéndose piezas malas; así como las causas y sus posibles so-
luciones.

I.- Cuando las piezas salen incompletas o cortadas.

<u>Causa probable</u>	<u>Solución posible</u>
Material muy frío	{ a) Aumentar la temperatura del ci- lindro de calentamiento que no sea excesivo b) Aumentar la temperatura del molde c) Aumentar el ciclo total
Si la presión de inyec- ción es baja	{ a) Aumentar la presión b) Aumentar el tiempo de aplicación de la presión total
Entradas muy pequeñas	{ Aumentar el tamaño del canal o entra- da para que aumente la presión efec- tiva en el vaciado
Molde muy frío	{ Reducir la corriente de agua de en- friamiento, calentar el molde con re- sistencias eléctricas o cerrar el pa- so de agua de enfriamiento.

Resistencia causada por contra-
presión de aire atrapado

- a) Ventilación de cavidades
- b) Uso de velocidad de inyección menor
- c) Colocar el molde con aproximadamen-
te 0.0015" de tolerancia

II.- Cuando las piezas salen con rebaba.

Material demasiado caliente

- a) Reducir la velocidad del cilindro
- b) Disminuir el tiempo del ciclo
- c) Reducir la presión o la tempera-
tura hasta obtener una regula-
ción apropiada

Presión de inyección muy alta Reducir la presión

Ajuste defectuoso del molde

- Se debe corregir el brazo de la pa-
lanca de regreso y los ajustes del
molde

Area de contacto de los moldes
desgastada Se debe rectificar el molde

Si la presión de cierre del
molde es baja

- a) Aumentar la presión
- b) Reducir el número de cavidades
- c) Reducir el área de contacto del
molde

III.- Cuando las piezas se deforman después de salidas del molde.

Si la pieza se pega en el molde

Este se debe pulir

Expulsadores que trabajan desiguales

Se deben ajustar para que accionen igual

Si la pieza moldeada está muy caliente al ser expulsada

- a) Reducir la temperatura del molde
- b) Aumentar el tiempo de enfriamiento
- c) Reducir la temperatura del cilindro de calentamiento

Cuando las piezas moldeadas de sección gruesa se deforman por su propio peso

- a) Sumergir la pieza en agua fría enseguida de ser extraída del molde
- b) Puede ser que la temperatura sea baja, causando encogimientos debido a esfuerzos internos

Por lo tanto se debe aumentar la temperatura del cilindro de calentamiento

IV.- Depresiones o marcas de encogimiento en la superficie de la pieza.

Contracción térmica del material al enfriarse

Aumentar la presión efectiva en la pieza, canal y bebedero, abriendo la entrada y calentando el molde, aumentando la presión, aumentando las dimensiones del canal o aumentando la presión total y el tiempo que permanezca el pistón en el máximo de su carrera

Insuficiente inyección de material en las cavidades	{ a) Aumentar el tiempo de aplicación de la presión total en la carrera de inyección b) Aumentar la alimentación
Si la pieza es extraída muy caliente	{ a) Aumentar el tiempo de enfriamiento b) Reducir la temperatura del molde
Velocidad de inyección lenta	a) Aumentar la velocidad de inyección, aumentando la velocidad del pistón
Si el material está muy caliente o muy frío	Regular la temperatura del cilindro de calentamiento

V.- Si las piezas tienen marcas de flujo en la superficie.

Demasiado lubricante en el molde	Limpiarse con solvente
Si el material está muy húmedo	Precalear el material de tal modo que esté lo mas seco posible
Contaminación debida a material extraño	{ a) Revisar el material de la tolva para localizar una posible contaminación b) Desmontar la tolva y limpiarla bien
Si el material se quema en el cilindro de calentamiento	Reducir el calor y aumentar el ciclo

VI.- Si la pieza tiene laminación superficial.

Contaminación con otros materiales moldeables Se debe seleccionar bien el material de moldeo

Si el material tiene demasiada humedad Se debe secar muy bien el material

Si la velocidad de inyección es muy lenta

Aumentar la velocidad de inyección, si es posible. La inyección rápida siempre es preferible

VII.- Si las piezas tienen burbujas en el interior.

Por lo general son causadas por encogimientos internos después del endurecimiento de la capa superficial

Se puede aumentar la presión efectiva de los vaciados:

- a) Calentando el molde
- b) Aumentando las dimensiones de los canales, de las entradas, del bebedero y de la boquilla
- c) Aumentando la velocidad de inyección
- d) Aumentando la presión
- e) Realizando el ciclo mas largo, de preferencia el tiempo que el pistón permanece en el máximo de su carrera a presión completa

VIII.- Si las piezas moldeadas son débiles.

Si el material está muy caliente, causando descomposición o destrucción de la estructura molecular

- a) Reducir la temperatura del cilindro
- b) Si la cantidad de material inyectada es muy pequeña en relación a la capacidad de calentamiento, se debe aumentar la cantidad de material, si es posible

5.- PRINCIPALES PRUEBAS DE CALIDAD EFECTUADAS A VARIAS PIEZAS INDUSTRIALES

Es de mucha importancia saber las condiciones en las que se está obteniendo la producción para poder saber si se está trabajando en condiciones óptimas y si el producto cumple con las especificaciones que demanda su aplicación. La mejor forma de acercarse a la realidad en cuanto a la calidad de una pieza de plástico terminada, está dada por su duración en las condiciones que será usada para lo cual se le somete a una serie de pruebas las cuales debe soportar, entre las mas comunes a que se somete tenemos:

Resistencia a la tensión

Resistencia a la elongación

Resistencia al impacto

Resistencia a la flexión

Determinación de dureza torsional

Resistencia a los ácidos

Resistencia al rasgado

Templado

RESISTENCIA A LA TENSION Y A LA ELONGACION

La resistencia a la tensión y a la elongación están muy relacionadas entre sí de tal forma que con la misma prueba podemos sa-

ber ambas condiciones. Se sujeta por los extremos una muestra - - delgada de plástico, y tirando de ellos se puede apreciar si la - resistencia es la requerida y a la vez sabiendo que al estirarse la muestra al momento que sufre la ruptura se le llama elongación y ésta se expresa como el por ciento de la longitud original.

RESISTENCIA AL IMPACTO

La resistencia al impacto es de suma importancia debido a - que un sinnúmero de piezas tienen aplicaciones en la elaboración de artículos industriales, por lo que se tiene que verificar si la pieza cumple los requisitos fijados. Para el efecto se toman varias muestras al azar de un determinado lote y se someten a la prueba de resistencia al impacto la que se puede determinar en -- forma muy práctica dejando caer las piezas de una determinada altura la cual dependerá del tipo de material con el que se elaboró la pieza.

RESISTENCIA A LA FLEXION

La resistencia a la flexión está determinada en lb/in^2 de acuerdo a la ASTM con el método de prueba D447-61T con un aparato llamado Tinius-Olsen el cual se tomará como referencia ya que en México no hay este tipo de aparatos. La descripción de la prueba es la siguiente:

a) La muestra se pone en un tornillo de banco (V) ligada a -- una aguja indicadora (I_2) la que gira en sentido de las manecillas del reloj alrededor del punto (O) a una velocidad de 60 grados de arco por minuto.

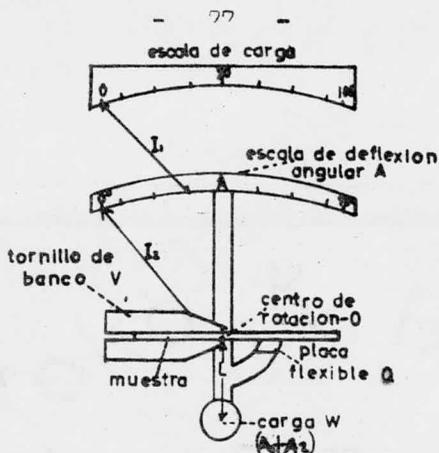
b) Un sistema pendular de peso que incluye una escala de de-- flexión angular y una aguja indicadora (I_1), una placa flexible -- (Q) que tiene contacto con un extremo de la muestra. La aplicación de la carga (W) representa el peso efectivo del péndulo y la placa flexible (A_1) más el peso añadido (A_2).

c) La escala de deflexión angular es calibrada en grados de-- arco que indican el ángulo a través del cual gira el sistema pendu-- lar.

d) La escala de carga fija mide la deflexión o del sistema -- pendular. Este puede ser calibrado y leído directamente como $100 \frac{L \sin \theta}{L}$, de donde:

L = distancia entre el centro de rotación (O) y el centro de-- la carga aplicada (W)

Así cuando se lee W veces la escala de carga se divide entre-- 100 dando el momento de deflexión.



DETERMINACION DE LA DUREZA TORSIONAL

La dureza torsional es esencial para muchos productos terminados por sus aplicaciones posteriores. Por lo que una determinada cantidad de piezas son sometidas a la prueba de un aparato llamado Clash-Berg, siendo el método de prueba D1043 - 61T, que se tomará como referencia dado que en México no existe. En este aparato se coloca la muestra que es sometida a torsión dentro de un líquido inerte que se encuentra a una temperatura de 23°C . El aparato contiene una escala que marca el grado de dureza torsional en lb/in^2 .

RESISTENCIA A LOS ACIDOS

Es importante saber las condiciones en que se encuentran los recipientes que van a servir como envases de sustancias corrosivas como ácidos; ya que si no son elaborados con las proporciones especificadas, se corre el riesgo de que éstos los ataquen por lo que los recipientes son probados con ácidos a diferentes concentraciones en determinados períodos de tiempo teniéndose la seguridad --

de que los envases resistirán los ácidos.

RESISTENCIA AL RASGADO

Es importante que las piezas no se rasguen con facilidad una vez que se vayan a mandar al mercado porque no resistirán las -- condiciones a que serán sometidas, por estar, entre otras crudas o contaminadas. Esto se puede evitar desde el momento en que se van a moldear las piezas regulando las temperaturas fijadas y revisando el material.

TEMPLADO

El templado no se puede considerar como una prueba de calidad, pero su aplicación influirá para obtener piezas de buena - calidad. Propiamente la aplicación del templado nos ayudará para obtener piezas con mas resistencia a los agentes químicos y para que la temperatura de la pieza disminuya paulatinamente, evitando contracciones serias con los cambios bruscos de tempera tura. El templado es muy recomendable tambien, cuando se requie ren piezas con medidas especificas. Las piezas deben ser templadas lo mas cercano posible a la temperatura de distorsión real- predeterminada.

Esto se puede llevar a cabo en una estufa u horno con aire-- circulante; sin embargo en general es adecuado, el templado que se realiza en baño de agua caliente.

6.- CALCULO DE COSTOS PARA UNA PIEZA

Tomaremos en consideración el aspecto económico de una empresa, que se dedica a moldear por inyección. Es de mucha importancia, conocer con exactitud los gastos que se van a presentar al producir, lo que permitirá conocer el costo de cada pieza moldeada con lo cual se podrá establecer, el precio de venta en forma segura. En la actualidad es necesario conocer, cuando menos las bases sobre las cuales se hace un presupuesto, siendo necesario dejarlo en manos de una persona especializada en la materia.

A continuación se hará un estudio, que indicará los diferentes gastos que se hacen en una planta de moldeo por inyección de tipo mediano.

Se tomará en consideración, una planta que cuenta con 16 inyectoras de tipo semiautomático y totalmente automáticas de diferentes capacidades; para este caso en particular se contará con el equipo necesario para poder moldear diferentes materiales plásticos, las piezas que se deseen, que no sobrepasen 2 500 g de peso. Tomando en cuenta la experiencia y datos prácticos que facilita la planta donde se labora el presente estudio.



La operación de las máquinas, está supeditada al funcionamiento de los moldes, debido a que éstos pueden trabajar en forma manual, semiautomática o totalmente automática, en éste último caso, dependiendo de la distribución de las máquinas, con lo cual un solo operario, puede vigilar el trabajo de dos o tres máquinas.

En fábricas totalmente automatizadas con moldes de primera calidad, como en Dinamarca, Alemania, Suiza o Estados Unidos. El empleo de mano de obra es muy reducido, debido a que un solo operador puede responsabilizarse del funcionamiento de un conjunto de hasta 10 máquinas; en México, aún cuando ya existen fábricas parcialmente automatizadas, todavía la mayoría de ellas tienen que emplear un operador en cada máquina; por lo tanto para el objeto de este estudio, vamos a considerar, que es necesario un trabajador por cada máquina.

COSTOS DE PRODUCCION

Siendo los costos de producción, la suma de los siguientes:

- 1.- Costos directos
- 2.- Costos indirectos
- 3.- Gastos o cargas fijas
- 4.- Gastos generales

Nota.- Los costos de materia prima, tambien son de producción, pero este costo se aplicará en forma independiente y unitaria para cada pieza en particular, pues es variable debido a los diferentes pesos de la pieza y precios de las resinas.

1.- Costos directos

Mano de Obra Directa (trabajando 3 turnos)

Oficio	Clase	Salario \$	Cantidad	Salario mensual \$
1 Molinero	C	138	3	12 420.00
1 Ayudante de supervisión	C	138	3	12 420.00
2 Ayudantes de almacén de materias primas	D	120	2	7 200.00
2 Ayudantes de almacén de producto terminado	D	120	2	7 200.00
1 Aseador por día	D	120	1	3 600.00
2 Mecánicos de mantenimiento		236	2	14 184.00
1 Engrasador y lubricador de máquinas		151.20	1	4 536.00
1 Ayudante general de mantenimiento		138	1	4 140.00
15 Operarios de acabado		138	15	62 100.00

Oficio	clase	Salario \$	Cantidad	Salario mensual \$
Operarios de máquinas (16 máquinas, 3 categorías)	A	188.40	15	84 780.00
	B	161.28	18	87 091.20
	C	138.00	15	62 100.00
Personal de taller mecánico		550.00	5	82 500.00
TOTAL DE MANO DE OBRA DIRECTA.....				\$ 444 271.20

2.- Costos indirectos

Mano de obra de supervisión

1	Supervisor o jefe de turno	227.12	3	20 440.80
1	Almacenista de materia prima	196.20	1	5 886.00
1	Almacenista de producto terminado	196.20	1	5 886.00
1	Jefe de mantenimiento	416.40	1	12 492.00
1	Supervisor de montadores de moldes:	359.52	1	10 785.60
1	Jefe para el departamento de acabado	196.20	1	5 886.00
TOTAL DE MANO DE OBRA DE SUPERVISION.....				\$ 61 376.40

Personal Administrativo

Salario del Gerente Administrativo.....	\$ 30 000.00
Salario del Gerente de Producción.....	\$ 20 000.00
Salario del Gerente de Ventas.....	\$ 20 000.00
Salario del Contador.....	\$ 10 914.60
3 Secretarias para administración, ventas y producción.....	\$ 19 870.20
1 Encargado de personal o nómina.....	\$ 7 569.00
1 Auxiliar de contador.....	\$ 7 569.00
1 Contador de materia prima.....	\$ 5 677.80
2 Choferes para reparto de mercancia.....	\$ 11 355.60
TOTAL DE PERSONAL ADMINISTRATIVO.....	132 956.20

SEGURO SOCIAL

Conforme al personal que se emplea en la planta, se ha calculado la cantidad que se paga por cada empleado y de acuerdo al grupo en que se cotiza, se paga un total de \$ 30 000.00 al mes; cantidad que corresponde a las dos terceras partes, que le toca pagar a la empresa.

INFONAVIT

Es el 5% sobre el salario de trabajadores y empleados, lo cual representa la cantidad de \$ 26 801.60 mensual.

3.- Gastos o cargas fijas

Mantenimiento y reparaciones

Se considera como gastos fijos, aquellos causados independientemente de la producción y causados por amortizaciones, o depreciaciones del capital invertido en activo fijo, tales como: edificio, instalaciones, maquinaria y todo el equipo en general.

Gastos fijos por amortizaciones y depreciaciones

Equipo	Importe	Tiempo de de preciación	Amortización
Construcción e instalación en propiedad ajena (duración del contrato de alquiler del terreno).....	\$ 350 000	10 años	\$ 2 916.65
Instalación hidráulica y eléctrica.....	\$ 120 000	10 años	\$ 1 000.00
Torre de enfriamiento, tanque subterráneo e instalación.....	\$ 65 000	10 años	\$ 541.65
16 Inyectoras de diferentes capacidades....	\$ 5 000 000	10 años	\$ 41 666.65
2 Molinos, 1 horno, 2 mezcladoras-pigmentadoras.....	\$ 120 000	10 años	\$ 1 000.00

Taller mecánico.....	\$ 2 300 000.	10 años	\$ 19 166.65
Equipo, bodegas, dpto. de acabado, muebles y estantería, así como - máquinas e implementos de trabajo.....	\$ 185 000	10 años	\$ 1 541.65
Oficina (máquinas, mue bles, etc.).....	\$ 140 000	10 años	\$ 1 166.65
2 Camionetas.....	\$ 220 000	5 años	\$ 1 833.30
TOTAL DE GASTOS FIJOS POR AMORTIZACIONES Y DEPRECIACIONES AL MES.....			<hr/> \$ 708 833.30

4.- Gastos generales

Energía y combustibles

Todas las máquinas son eléctricas y el consumo promedio -
mensual es de 85 714.2 KWH; si el KWH tiene un valor de \$ -
0.42, el valor del consumo mensual será:

$$(85 714.2 \text{ KWH}) (\$ 0.42) = \$ 36 000.00$$

Otras Operaciones

Se incluyen, todos los gastos menores de operación, tales
como:

Ropa de trabajo para 100 operarios (2 uniformes por año). Siendo el costo unitario: \$ 210.00.....	\$ 42 000.00
Grasas y lubricantes.....	\$ 9 000.00
Equipo de seguridad (10 extinguidores), a razón de \$ 1 500.00 C/U.....	\$ 15 000.00
Lámparas de emergencia (3 unidades), a razón de \$ 4 000.00 C/U.....	\$ 12 000.00
Equipo auxiliar de seguridad.....	\$ 4 000.00
Varios.....	\$ 3 500.00
TOTAL DE GASTOS GENERALES ANUAL.....	\$ 85 500.00
TOTAL DE GASTOS GENERALES MENSUAL.....	\$ 7 125.00

TOTAL DE COSTOS DE PRODUCCION

1.- Costos directos

Mano de obra..... \$ 444 271.20

2.- Costos indirectos

a) Mano de obra de supervisión...	\$	61 376.00
b) Personal administrativo.....	\$	132 956.20
c) Infonavit y Seguro Social.....	\$	56 801.60

3.- Gastos y cargas fijas..... \$ 70 833.30

4.- Gastos generales

Energía, combustibles y otras
operaciones..... \$ 7 125.00

TOTAL DE COSTO DE PRODUCCION..... \$ 792 339.50 mensual
\$ 26 411.31 día
\$ 1 100.47 hora
\$ 18.34 minuto

PRORRATEO O DISTRIBUCION DE GASTOS FIJOS

El porcentaje, que cada máquina debe absorber de los gastos fijos totales, se determinará en base al importe de la máquina, tomando en consideración, que con los porcentajes asignados a cada máquina, se puede obtener un precio de venta que compita con éxito en el mercado.

Así los porcentajes, que puede absorber cada máquina son los siguientes:

Marca	Capacidad de inyección máxima en g.	Porcentaje	Costo de máquina por minuto \$
Engel 2100/600	2 500	25%	4.56
GBF - 308	350	16%	2.92
Kawaguchi	250	15%	2.73
Engel 22	220	10%	1.82
MS/180	200	9%	1.64
Sandretto	120	7%	1.27
MS/120	120	7%	1.27
Engel 22	100	6%	1.09
Engel 22	75	5%	0.912

Marca	Capacidad de inyección máxima en g.	Porcentaje	Costo de maquila por minuto \$
Engel 50/100	75	5%	0.912
Engel 40/75	75	5%	0.912
Engel 50/75	50	4%	0.730
Engel 22	40	3%	0.547
Engel	40	3%	0.547
Engel	40	3%	0.547
Sandretto IGB/30	30	2%	0.365

Al sumar los porcentajes, dan 125%, el 25% extra se otorga para compensar gastos ocasionales durante paros, descomposturas, cambios de moldes, purgas, etc.

Conociendo el costo por minuto de operación, en cada una de las máquinas, y el número de cavidades del molde que se emplea y el número de inyecciones por minuto. Será fácil obtener el costo de cada pieza moldeada por concepto de gastos fijos que, sumados a los gastos variables y a un porcentaje de margen de seguridad, dará como resultado el costo total de la pieza.

COSTO DE UNA PIEZA EN PARTICULAR

Primero, se debe tener en cuenta las consideraciones técnicas-teóricas, que se hacen para poder estimar el ciclo de trabajo considerando el tipo de plástico que se va a utilizar, ya que la composición y propiedades varían; así como su punto de fusión, - que influye para su transformación, por lo que es necesario tomar las siguientes consideraciones:

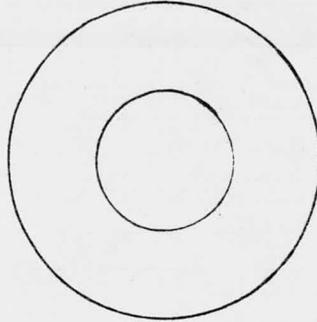
- 1) Tipo de resina que se va a usar
- 2) Temperatura y presión de moldeo que se empleará
- 3) Espesor de la pieza
- 4) Consideraciones de la refrigeración del molde
- 5) Grado de dificultad en el funcionamiento del moldeo que - va a depender de la forma de la pieza, si es plana, si - tiene negativos o insertos.
- 6) Si el molde es automático, semiautomático o manual.

La pieza en estudio, será una Baloncita (partes extremas de un carrete) que posteriormente, serán ensambladas, dos de ellas a un cono de cartón formando un carrete, el cuál se usará en la - industria textil y para enrollar alambre, que se utiliza en embo- binados; por lo tanto se hará el cálculo del costo del carrete - completo.

Una baloncita tiene la siguiente forma y dimensiones:

Diámetro exterior 57.5 mm

Diámetro interior 24.0



La pieza, se hará con material de polipropileno.

El peso de la pieza es de 4.6 g

El precio del material es de \$ 27.40 Kg

El color de la pieza es negro

El precio del pigmento es de \$ 18.00 Kg

Ciclos por minuto o inyecciones es de 3.5 por minuto

Por lo tanto:

$$3.5 \times 4 = 14 \text{ piezas/minuto} = 20\ 160 \text{ piezas/día}$$

Considerando un 5% de piezas desperdiciadas y tiempos muertos:

$$20\ 160 \times 0.95 = 19\ 152 \text{ piezas/día}$$

f = factor de seguridad = 1.5

el cuál disminuye conforme aumenta el tamaño de la pieza, por lo tanto:

$$\$ 0.720 \times 1.5 = \$ 1.08$$

Precio de la pieza completa para el mercado:

\$ 1.08

7.- CONCLUSIONES

De lo expuesto anteriormente, se pueden resumir las siguientes conclusiones:

1) Fué necesario obtener información de tipo técnico, en diferentes empresas relacionadas con el ramo de los plásticos, para que los datos fueran lo más veraces posible.

2) La producción en general, dependerá del conocimiento que se tenga, acerca del funcionamiento de las máquinas de inyección y la preparación del personal que maneja dichas máquinas. Por lo que en este trabajo, se analizan en forma sencilla y práctica estos puntos, tomando en cuenta o como referencia una máquina alemana, aprovechando que sus sistemas son semejantes a las máquinas que actualmente se hacen en México, por lo que las variaciones son muy pequeñas.

3) Conociendo la potencia que tiene cada máquina, se estará en condiciones de saber el tipo y peso de la pieza, que se puede transformar en la máquina, en base a la presión de cierre.

4) Las propiedades tanto físicas como mecánicas de los plásticos tratados, son más eficientes a medida que aumenta su peso molecular y su compatibilidad con diversos plastificantes, lo --

que permite, que tenga aplicaciones, en las cuales pueda sustituir al cobre, aluminio, latón, etc.

5) El hecho de someter la producción, a determinadas pruebas de calidad, algunas de las cuales son muy simples, nos asegura que se está trabajando con eficiencia.

6) De acuerdo con el cálculo de costos, podemos decir que se tiene la certeza, en determinado momento, de saber si el precio fijado a cada pieza, es el correcto, de tal forma que no -- haya pérdidas, ni un precio excesivo para que pueda competir -- con éxito en el mercado.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- PLASTICS THE STORY OF AN INDUSTRY (REVISTA)
The society of the plastics industry inc. New York 1959
- 2.- PLASTICOS MODERNOS
Barron Harry 1960
- 3.- ABS PLASTICS
C.H. Basdekis
Reinhold Publishing Corporation, New York 1965
- 4.- MODERN PLASTICS ENCYCLOPEDIA
Mc. Grawhill 1970
- 5.- INJECTION MOULDIN OF PLASTICS
J.S. Walker and E.R. MARTIN
Published for the plastics Institute
London Iliffe Books LTD.
- 6.- POLYACETAL RESINS
Marshall Sittig
Gulf Publishing Company Houston Texas 1963
- 7.- INYECCION DE PLASTICOS
Walter Mink SPE.
Editorial Gustavo Gili, Barcelona 1975
- 8.- PETROHENE POLYOLEFINS..... A PROCESSING GUIDE
U.S.I. Chemical
National Distillers & Chemical Corp. 1975

- 9.- FLOW OF FLUIDS
Crane Co. 1969

- 10.- ELEMENTARY CHEMICAL ENGINEERING
Max S. Peters
Mc. Grawhill 1954

- 11.- OPERACIONES BASICAS DE INGENIERIA QUIMICA
Mc. Cabe & Smith
Editorial Reverte S.A. 1968

- 12.- PLASTICOS Y SILICONES I Y II (APUNTES)
Teran Zavaleta Julio 1974

- 13.- HANDBOOK OF PLASTICS
Simond Weith Bigelow
D Van Nostrand Company inc. 1955

- 14.- ECONOMIA DE LAS EMPRESAS INDUSTRIALES
Rauthenstrauch y R. Villere 1953