

57
2ej



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
"CAMPUS ARAGON"

"PROPUESTA DE LA ASIGNATURA ' TECNOLOGIA DEL
MOLDEO POR INYECCION DE PLASTICO' COMO
OPCIONAL A LA CARRERA INGENIERIA MECANICA
ELECTRICA ".

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO. DE :
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
A R E A M E C A N I C A
P R E S E N T A :
A L B E R T O O R T I Z H E R R E R A

ASESOR: ING. EDUARDO RODRIGUEZ FLORES

MEXICO

1998

268992

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



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.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
CAMPUS ARAGÓN

SECRETARÍA ACADÉMICA

UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

Ing. RAÚL BARRON VERA
Jefe de la Carrera de Ingeniería
Mecánica Eléctrica,
Presente.

En atención a la solicitud de fecha 12 de octubre del año en curso, por la que se comunica que el alumno ALBERTO ORTIZ HERRERA, de la carrera de Ingeniero Mecánico Electricista, ha concluido su trabajo de investigación intitulado "PROPUESTA DE LA ASIGNATURA 'TECNOLOGÍA DEL MOLDEO POR INYECCIÓN DE PLÁSTICO' COMO OPCIONAL A LA CARRERA INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA", y como el mismo ha sido revisado y aprobado por usted, se autoriza su impresión; así como la iniciación de los trámites correspondientes para la celebración del Examen Profesional.

Sin otro particular, reitero a usted las seguridades de mi atenta consideración.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
San Juan de Aragón, México, 13 de octubre de 1998
EL SECRETARIO

Lic. ALBERTO IBARRA ROSAS

c c p Asesor de Tesis.
c c p Interesado.

A DIOS:

Gracias por haberme ofrecido los padres por quienes existo y los hermanos que tengo.

A mis padres:

Existen muchas cosas por las que siempre estaré agradecido con ustedes... la primera es por haberme dado la vida; la segunda por todo lo que me han brindado durante mi existencia, y la tercera es por darme la oportunidad de agradecerles con la culminación de esta meta que también es suya.

A el Ing. Eduardo Rodriguez Flores:

Gracias por el apoyo durante la elaboración de este trabajo, por tu paciencia y amistad que me has brindado siempre como incentivo para la culminación de mis objetivos.

A los sinodales:

*Ing. Federique Jauregui Renaud
Ing. Miguel Angel Maldonado Muñoz
Ing. Jorge Pérez Morales
Ing. Luis Vera Vargas*

mil gracias.

Además a los Ingenieros:

*Benjamín Flores García
Ramón Guerrero Pérez
Marina Ortiz Herrera*

por su amistad, por el apoyo brindado, por los jalones de oreja y por ser mis maestros en mi vida profesional y laboral.

Y a las personas y amigos que influyeron en esta meta y en mi vida personal.

“ PROPUESTA DE LA ASIGNATURA ` TECNOLOGIA DEL MOLDEO POR INYECCION DE PLASTICO` COMO OPCIONAL A LA CARRERA INGENIERIA MECANICA ELECTRICA ”

INDICE GENERAL:

	PAG.
JUSTIFICACION.....	3
OBJETIVOS GENERALES Y ESPECIFICOS.....	4
MARCO TEORICO Y LEGAL.....	5
METODOLOGIA.....	6
CAPITULO I: “TECNOLOGIA DEL MOLDEO POR INYECCION DE PLASTICO”	
INTRODUCCION.....	10
1.1 ANTECEDENTES HISTORICOS.....	11
1.2 PROCESOS DE TRANSFORMACION.....	14
1.3 TECNOLOGIA DEL PLASTICO.....	21
1.3.1 Clasificación.....	22
1.3.2 Identificación.....	25
1.3.3 Características.....	27
1.4 MAQUINAS DE INYECCION.....	37
1.4.1 Definición y clasificación.....	37
1.4.2 Partes principales.....	40
1.4.3 Sistema hidráulico.....	47

1.4.4 Simbología.....	50
1.4.5 Sistema de control.....	52
1.5 EQUIPOS AUXILIARES.....	55
1.6 PARAMETROS DE PROCESO.....	59
1.7 SEGURIDAD E HIGIENE.....	75

CAPITULO II: "PROGRAMA DE LA ASIGNATURA"

2.1 DURACION DEL CURSO.....	77
2.1.1 Créditos.....	78
2.1.2 Horas clase.....	78
2.2 ANTECEDENTES TEORICOS, OBJETIVO Y CONTENIDO.....	79
2.2.1 Capitulo I.....	79
2.2.2 Capitulo II.....	79
2.2.3 Capitulo III.....	80
2.2.4 Capitulo IV.....	81
2.2.5 Capitulo V.....	81
2.2.6 Capitulo VI.....	82
2.2.7 Capitulo VII.....	83
2.3 TECNICAS DE ENSEÑANZA.....	83
2.4 LA EVALUACION.....	84
2.5 BIBLIOGRAFIA.....	85

CAPITULO III: "CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES"..... 89

JUSTIFICACION

En México el progreso económico y social depende en gran parte del desarrollo científico, tecnológico e industrial; un soporte esencial para alcanzar este desarrollo se sustenta en la carrera de Ingeniería Mecánica Eléctrica. El país demanda cada vez más ingenieros capaces de generar, asimilar y adaptar tecnologías que incrementen la infraestructura industrial; realizando acciones para: incrementar la productividad nacional, desarrollo de niveles óptimos de calidad, disminuir índices de contaminación ambiental, disminuir el grado de dependencia tecnológica, mejorar la calidad de la educación, etc.

Actualmente la situación de la industria del plástico en el mundo esta adquiriendo un gran auge ya que ésta es una industria relativamente joven y versátil; en México con la influencia de otros países se inició hace aproximadamente 40 años con lo que hoy en día tiene un gran empuje; razón por lo cual numerosas empresas han adaptado sus sistemas y han sustituido algunos materiales con los que antes trabajaban, por el material plástico. Con esto se ha logrado tener ventajas ya sea en la obtención de la materia prima, bajo costo, innovación de los productos, satisfacción de los consumidores, entre otras. De lo anterior mencionado surge como necesidad el contar con recursos humanos de alto nivel académico que tengan el conocimiento de la industria del plástico, personal que este capacitado y que tenga la visión en la toma de decisiones para resolver problemas.

En nuestra llamada 'máxima casa de estudios' la Universidad Nacional Autónoma de México, se cuenta con futuros profesionistas en la carrera de Ingeniería Mecánica Eléctrica que egresan con las bases generales pero no suficientes para cumplir con estas necesidades que demandan las empresas dedicadas a esta industria. Por lo tanto, realizo esta propuesta con la finalidad de que los estudiantes egresen con un perfil de conocimientos mucho más amplio, con lo que podrán tener una perspectiva y un panorama más claro en su desarrollo profesional, laboral y social.

OBJETIVO GENERAL Y ESPECIFICO

OBJETIVO GENERAL:

Que el alumno obtenga los conocimientos básicos y la capacitación técnica, necesarios para su futuro desarrollo profesional relacionados con la industria de la transformación de el material plástico en creciente desarrollo.

OBJETIVO ESPECIFICO:

- **Que el alumno conozca y se ambiente con el proceso de transformación de plástico por inyección, así como las máquinas y el equipo necesario para hacerlo.**
- **Que el alumno obtenga un nivel de criterio para la selección de los materiales de acuerdo a las características de la pieza para su uso.**
- **Que el alumno adquiera la habilidad para el moldeo de cualquier tipo de pieza de plástico.**
- **Crear en el alumno la conciencia sobre aspectos de seguridad, higiene, calidad, y reaprovechamiento de materiales para evitar contaminación ambiental.**

MARCO TEORICO Y LEGAL.

La carrera de Ingeniero Mecánico Electricista se imparte en la Escuela Nacional de Estudios Profesionales Aragón desde su fundación el 16 de enero de 1976. Los planes y programas de estudio iniciales fueron tomados de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México, los cuales están en vigor desde 1972. Desde entonces a la fecha sólo una vez, los planes y programas de estudio aplicados han sido modificados en su estructura, así como en los contenido de las asignaturas contempladas en ellos.

Siendo la Ingeniería Mecánica Eléctrica, una de las disciplinas de más acelerado desarrollo científico, tecnológico e industrial, precisa de una revisión, evaluación y actualización de sus planes y programas de estudio.

La asignatura “ Tecnología del moldeo por inyección de plástico ” surge como necesidad de integrarla a la nueva estructura curricular acorde con la evolución de dicha carrera, que permita un ejercicio más eficiente del egresado de la E.N.E.P. Aragón y con base a los siguientes puntos:

- Bibliografía no actualizada en algunos programas de asignaturas
- Obsolescencia de contenidos en los programas.
- Deficiente formación práctica en algunos módulos de talleres.
- Insuficiente tiempo para cubrir algunos temas que requieren más profundidad.

La asignatura propuesta se implementaría en “Áreas Específicas” conformada por asignaturas que canalizan al estudiante hacia un campo particular de ejercicio profesional y comprenden aspectos de ciencia aplicada y técnicas de conocimientos científicos, básicos para su formación profesional. Esta se impartiría entre el séptimo y noveno semestre para las áreas

de Mecánica e Industrial. Tomando en consideración que la suma de los créditos no debe exceder en un total de los equivalentes en la misma carrera en Facultades de origen (417 máximo).

En el ámbito legal, a continuación hago mención de una cita tomada de la “Legislación Universitaria” en la cual me apoyo para sustentar la implementación de la asignatura propuesta

Con fundamento en el “Estatuto General de la Universidad Nacional Autónoma de México”, capítulo VI. De los Consejos Técnicos de las Facultades y Escuelas. Artículo 49. Serán obligaciones y facultades de los consejos técnicos:

- I. Estudiar y dictaminar los proyectos o iniciativas que les presenten el Rector, el director, los profesores y los alumnos o que surjan de su seno;**
- III. Estudiar los planes y programas de estudios para someterlos por conducto del director, a la consideración y aprobación en lo general, del Consejo Universitario.**

METODOLOGIA.

Para enriquecer la labor de evaluación y proponer la modificación al programa de estudio de la carrera Ingeniería Mecánica Eléctrica con la asignatura “Tecnología del moldeo por inyección de plástico” se contó con la aportación y experiencias laborales de los Ingenieros y gerentes de las principales empresas en la industria del plástico, que a lo largo de mi desempeño profesional laboral fui adquiriendo y se establece mapa curricular tanto para el área de Mecánica como para el área Industrial con ayuda de Ing. Eduardo Rodríguez Flores y el Ing. Miguel Angel Maldonado Muñoz con el fin de mostrar la modificación sin suprimir las materias del plan de estudios actuales. Así mismo, se elabora programa de la asignatura con la ayuda de el Ing. Benjamín Flores G. (profesor retirado del I.P.N. que impartió la materia de

EREP ARAGON
Carrera: Ingeniero Técnico Electricista
Año: Industrial

SEM	MATERIA	FISICOMATEMATICAS			MÉTODOS CLÁSICOS	SISTEMAS DE CONTROL	MATEMÁTICA	ELECTRÓNICA	COMUNICACIONES Y PROGRAMACIÓN	ELECTRÓNICA DE POTENCIA	ELECTRÓNICA DE INSTRUMENTACIÓN	MÉTODOS DE CÁLCULO						
		ALGEBRA	CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL	CÁLCULO VECTORIAL														
1	41	GEOMETRÍA ANALÍTICA	ALGEBRA	CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL	CÁLCULO			COMUNICACIONES Y PROGRAMACIÓN										
2	42	ESTADÍSTICA	CINEMÁTICA	ALGEBRA LINEAL	CÁLCULO VECTORIAL	INTRODUCCIÓN A LA INGENIERÍA												
3	43	DINÁMICA	TOPOGRAFÍA	ELECTRÓNICA DE INSTRUMENTACIÓN	ELECTRÓNICA DE INSTRUMENTACIÓN	OPTIMIZACIÓN DE HERRAMIENTAS												
4	44	MÉTODOS NUMÉRICOS		QUÍMICA					SISTEMAS DE CONTROL									
5	45	PROBABILIDAD Y ESTADÍSTICA				INTRODUCCIÓN A LA INGENIERÍA			SISTEMAS DE CONTROL									
6	46							ELECTRÓNICA DE INSTRUMENTACIÓN										
7	47																	
8	48																	
9	49																	
10	50																	

T.M.
I.P.

OPORTUNIDAD DE INNOVACIONES

(1) SISTEMAS DE CONTROL (2) SISTEMAS DE CONTROL (3) SISTEMAS DE CONTROL
 (4) SISTEMAS DE CONTROL (5) SISTEMAS DE CONTROL (6) SISTEMAS DE CONTROL
 (7) SISTEMAS DE CONTROL (8) SISTEMAS DE CONTROL (9) SISTEMAS DE CONTROL
 (10) SISTEMAS DE CONTROL (11) SISTEMAS DE CONTROL (12) SISTEMAS DE CONTROL

- | | |
|---|---|
| <p>SISTEMAS PRODUCTIVOS</p> <p>CLAVE CERO:</p> <ul style="list-style-type: none"> (1) MANUFACTURA INTEGRADA POR COMPUTADORA (2) PROCESOS PRODUCTIVOS (3) RELACIONES LABORALES Y COMPROMISOS LABORALES (4) SISTEMAS DE MEDICIÓN AUTOMÁTICA (5) INTELIGENCIA FINANCIERA (6) TEMAS SELECTOS DE SISTEMAS PRODUCTIVOS (7) EXCELENCIA | <p>SISTEMAS ADMINISTRATIVOS</p> <p>CLAVE CERO:</p> <ul style="list-style-type: none"> (1) ADMINISTRACIÓN Y CONTROL (2) ADMINISTRACIÓN FINANCIERA (3) SISTEMAS DE CONTROL Y CALIDAD (4) SISTEMAS DE MEDICIÓN AUTOMÁTICA (5) ADMINISTRACIÓN (6) TEMAS SELECTOS DE SISTEMAS ADMINISTRATIVOS (7) EXCELENCIA |
|---|---|

SISTEMAS DE CONTROL (1) SISTEMAS DE CONTROL (2) SISTEMAS DE CONTROL

E N E P A R A G O N

Carrera: Ingeniero Mecánico Electricista
Módulo 1

Nº	MATERIA	MATEMÁTICAS				FÍSICA	QUÍMICA	COMUNICACIONES	ELECTRÓNICA	COMUNICACIONES INDUSTRIALES	MÉTODOS	MÉTODOS	FLUIDOS	PIEZAS Y MANUFACTURA			
		ALGEBRA	GEOMETRÍA	CÁLCULO DIFERENCIAL	CÁLCULO INTEGRAL									PLANO	PROYECTO	PLANO	PROYECTO
1	ALGEBRA	ALGEBRA	CÁLCULO DIFERENCIAL	CÁLCULO INTEGRAL				COMUNICACIONES Y PROYECTOS (1)									
2	GEOMETRÍA	GEOMETRÍA	ALGEBRA LINEAL	CÁLCULO DIFERENCIAL													
3	COMUNICACIONES	COMUNICACIONES	ELECTRÓNICA Y PROYECTOS (1)	ELECTRÓNICA Y PROYECTOS (2)													
4	QUÍMICA	QUÍMICA															
5	FÍSICA	FÍSICA															
6	COMUNICACIONES	COMUNICACIONES															
7	COMUNICACIONES	COMUNICACIONES															
8	COMUNICACIONES	COMUNICACIONES															
9	COMUNICACIONES	COMUNICACIONES															
10	COMUNICACIONES	COMUNICACIONES															

OPORTUNIDAD DE HUMANIDADES

CLASE OBL. (1) ORIENTACION DEL Y CENTRO (2) TERCERO DE LA ESPERANZA Y LA RESERVA

CLASE OBL. (3) PRELIMINARES DIFERENCIALES COORDENADAS (4) SELECCION

Nota: Los créditos están en negrita

* PIEZAS Y MANUFACTURA DE MANUFACTURAS *

MANUFACTURA DE PIEZAS Y MANUFACTURA

CLASE OBL. (1) PLANO TECNOLÓGICO (2) ANTE PROYECTOS Y MANUFACTURA (3) MUESTRO DE MUESTRO DE MUESTRO (4) MUESTRO DE MANUFACTURA INDUSTRIAL (5) MANUFACTURA INDUSTRIAL (6) MUESTRO DE MANUFACTURA INDUSTRIAL (7) MUESTRO DE MANUFACTURA INDUSTRIAL (8) MUESTRO DE MANUFACTURA INDUSTRIAL (9) MUESTRO DE MANUFACTURA INDUSTRIAL (10) MUESTRO DE MANUFACTURA INDUSTRIAL

MANUFACTURA DE PIEZAS Y MANUFACTURA

CLASE OBL. (1) SISTEMAS DE MANUFACTURA FLEXIBLE (2) DISEÑO DE MANUFACTURA (3) METALURGIA MECÁNICA (4) MECÁNICA MECÁNICA (5) MECÁNICA (6) MECÁNICA (7) INSTALACIONES ELECTROMECÁNICAS (8) MUESTRO DE MANUFACTURA DE MANUFACTURA (9) MUESTRO DE MANUFACTURA DE MANUFACTURA (10) CALIDAD

CREDITOS OBLIGATORIOS: 25 CREDITOS OPTATIVOS: 4 CREDITOS LIBRES: 47

El primer mapa curricular es de la carrera Ingeniería Mecánica Eléctrica área industrial, en él se implementa la asignatura Tecnología del moldeo por inyección de plástico (abreviada TMIP) en el octavo semestre, una vez que el alumno cursó las materias "Introducción a la tecnología de materiales", "Diseño de elementos de máquinas" y "Procesos de manufactura", en los semestres 5º, 6º y 7º respectivamente; las cuales le sirvieron de antecedente para cursar dicha asignatura haciendo un total de 6 materias en este semestre.

El segundo mapa curricular es de la carrera Ingeniería Mecánica Eléctrica área mecánica, en él se implementa la asignatura Tecnología del moldeo por inyección de plástico (abreviada TMIP) en el noveno semestre, una vez que el alumno cursó las materias "Tecnología de materiales I y II", "Procesos y conformado de materiales" y "Laboratorio de manufactura", en los semestres 6º, 7º y 8º respectivamente; las cuales le sirvieron de antecedente para cursar dicha asignatura haciendo un total de 6 materias en este semestre.

Los mapas curriculares se desarrollaron de esa manera con base a que la asignatura propuesta se cursara en los últimos semestres de la carrera y habiendo adquirido la teoría y práctica necesarias en las anteriores materias cursadas con las que se les facilitaría la asimilación de conocimientos teórico-prácticos de la nueva asignatura en plan. Ayudados de la experiencia de los planes de estudio de otras instituciones y sabiendo que al egresar, los conocimientos adquiridos no se han olvidado.

CAPITULO I: “TECNOLOGIA DEL MOLDEO POR INYECCION DE PLASTICO”.

INTRODUCCION.

La tecnología y el proceso de transformación de plásticos por inyección han experimentado, en las últimas décadas, una evolución sin precedentes, consolidándose para una amplísima gama de productos. Las ventajas son evidentes:

- Material económico.
- Escaso consumo de energía en la transformación por no necesitar altas temperaturas de proceso.
- Vía directa de materia prima al producto terminado (proceso de un solo paso, no se requiere tratamiento posterior).

En una producción económica de alta calidad confluyen varios factores que influyen directamente en la consecución de un producto de óptima calidad. Estos factores tienen que ser seleccionados y manejados con acierto.

Las magnitudes que influyen directamente son :

1°. El factor humano.

motivación, cualificación, flexibilidad, experiencia, etc.

2°. La máquina de inyección.

capacidad, ergonomía, precisión, seguridad, dimensión, equipos de control, etc.

3°. El molde.

diseño de la pieza y colada en función del material a transformar, estudio térmico, rigidez, mantenimiento, etc.

4°. El material.

selección, pureza, secado, poca diferencia entre los lotes, etc.

5°. La periferia.

Atemperadores, canal caliente, etc.

6°. El medio ambiente.

El ser humano es el único factor con influencia capaz de aprender y reaccionar. Por ello tiene una importancia sobresaliente y necesita continuamente ayuda para afrontar la complejidad de su proceso.

1.1 ANTECEDENTES HISTORICOS.

Los plásticos fueron creados en el principio de este siglo para reemplazar materiales naturales, tales como marfil, seda, cuero, caucho, los cuales no se producían en la cantidad suficiente para satisfacer la creciente demanda. Nuevas industrias como la cinematográfica requirieron de materiales como la "película" el cual todavía no existía. La química tomó un cambio y comenzó a crear materiales para satisfacer las demandas especiales y gradualmente reemplazar a los materiales existentes que a veces eran difíciles de obtener y demasiado caros. Estos materiales no solo reemplazaron a los anteriores sino que con ellos se obtenían mejores acabados, eran disponibles y de bajo costo.

El siguiente paso fue desarrollar exitosas aplicaciones que sustituirían a algunos materiales como el zinc, aluminio e incluso el acero, tomando ventaja sobre el bajo peso y económico costo de manufactura. Más tarde, nuevos materiales fueron y seguirán siendo desarrollados. Las bases disponibles para esos materiales artificiales eran todas las sustancias obtenidas de una amplia fuente, tales como petróleo en gas o aceite, carbón y celulosa.

El fácil procesamiento, la disponibilidad, el relativo bajo costo, y muchas propiedades especiales que pudieron ser diseñadas dentro de los plásticos crearon una revolución en la vida cotidiana. Considerando los siguientes ejemplos:

- El algodón y la lana fueron complementados o sustituidos por acetatos, acrílicos, poliestirenos, PVC, polipropileno y otros dentro de la industria textil.
- La seda dio paso al Nylon.
- El caucho fue reemplazado por el butil y otros polímeros para llantas, etc., y por PVC para discos y como material aislante para cables.
- Los pegamentos (anteriormente derivados de huesos) son ahora principalmente hechos de termofijos.
- La vajilla de porcelana es obtenida reemplazada por la urea y melamina formaldehído para productos durables, y por poliestireno y otros componentes para "desechar".
- El zinc, el aluminio y el acero dieron paso a el Nylon, Delrin, poliéster y otros, recientes "plásticos de ingeniería" en automotores y muchos otros usos técnicos.
- La madera esta siendo reemplazada por hule espuma para mobiliario.
- El vidrio es reemplazado por polietileno, polipropileno, PVC, policarbonato, y PET en botellas, jarras y otros contenedores.
- Los aceites naturales, lacas y ceras están dando paso a pinturas acrílicas y otros recubrimientos.
- Los empaques de cartón son sustituidos por polietilenos, PVC y otros plásticos.
- Los ladrillos son sustituidos con vinil en el exterior de las casas.

Esta lista sigue y sigue. Todavía existe cierta repugnancia de algunas partes para aceptar al plástico como un material genuino, y a menudo original; los materiales naturales todavía compiten ya sea con sus sustitutos plásticos o con sus equivalentes. No hay hasta ahora el sustituto igual a una piel natural, pero si existe una muy buena imitación en el mercado. Aunque sea difícil romper con las costumbres. ¿Quién se tomaría un vino caro

contenido en una botella de plástico?. Hay también, algunas veces completo desacuerdo en el uso del plástico por que impacta en el medio ambiente; sin embargo, sus oponentes ignoran el efecto que muchos materiales usados anteriormente fueron tan o mucho más desconfiables que el plástico. Por ejemplo: ¿Cuál es preferible en la playa, una botella de vidrio o una botella desechable de plástico?.

Sin el plástico muchas de las industrias mundiales se hubieran estancado: la industria eléctrica no tendría aislantes, los molinos sin lubricantes, el papel sin impermeable, etc.

Durante la crisis de petróleo de 1973, había una gran batalla sobre la cantidad de petróleo almacenado y en existencia requerido para hacer "todos estos plásticos". Sin embargo, se requirió menos energía para producir plástico que para producir su equivalente en vidrio o metal. También es considerable el ahorro en los transportes de mercancía hecho en paquetes de plástico comparados con el empaquetado convencional y con otros. Finalmente, el plástico permite una ligereza en carros y aeroplanos para un mejoramiento en la economía de combustible y un incremento en la carga. El plástico se desarrolló nuevamente, con refuerzos de fibra de vidrio y carbón, iniciaron una relación estrecha entre el acero y los plásticos, permitiendo su uso no sólo para carcazas (defensas, parrillas, y ornamentos), así también para resortes, ejes de transmisión, varillas de sujeción, etc., en los cuales existió un ahorro en peso y costo.

Hay también obsolescencia en el plástico. Algunos que alguna vez estuvieron en gran demanda son ahora difíciles para encontrar en uso, desde que mejores, seguros, y materiales más baratos han sido desarrollados. Los ejemplos incluyen viscosa y acetato para hilo y celulosa para películas y juguetes.

Como en cualquier otra industria, muchas equivocaciones se hicieron en un principio, resultando en productos defectuosos. Algunos eran deplorables y daba una mala reputación a

todos los plásticos. Los ejemplos incluían una constante ruptura de juguetes y artículos domésticos que fácilmente se derretían. Mientras mucho de esto podría ser atribuido a la inexperiencia en parte al diseño del producto, a los moldeadores, y al producto suministrado, y algunas veces se debió a la carencia de responsabilidad en parte a la industria y a la ausencia en normas de calidad.

Ahora, debido a la experiencia práctica ganada durante 70 años en la exploración y la investigación en laboratorios industriales y a universidades especializadas, hay conocimiento suficiente para hacer de la industria del plástico, el segmento creciente más rápido en tecnología de materiales y uso del mismo.

1.2 PROCESOS DE TRANSFORMACIÓN

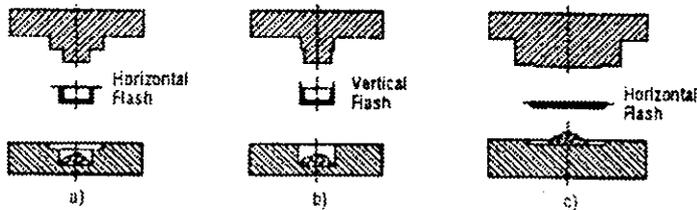
Existen varios métodos de procesado de plásticos, todos varían de acuerdo con los requerimientos del producto. Algunos, pueden ser usados para procesar termofijos o termoplásticos otros, sólo para uno u otro. Al escoger cuál material se va a usar depende de el aspecto final de la pieza; mientras que por ejemplo: para hacer una botella, esta puede ser moldeada, o puede producirse de un tubo de extrusión y un trabajo posterior de sellado de fondo de botella y la forma de la fosca. A continuación se explicaran brevemente los procesos de transformación más importantes.

Moldeo por compresión - El material por moldear debe estar premedido y vaciado en el molde abierto. Por medio de el cierre de molde y la compresión del material se obtiene la forma deseada. Tanto los termofijos como los termoplásticos pueden moldearse por compresión. Existen tres tipos de moldes para compresión: semi-positivo, positivo, rápido. La rebaba que se forma en el molde rápido es necesario en los tres tipos para permitir que el aire y los gases escapen.

Para los termofijos, la materia prima puede estar fría, pero es mejor calentar a una temperatura ajustada. El molde es calentado con vapor o resistencias, y se mantiene cerrado hasta que el producto se solidifica. El producto caliente es expulsado. Los productos típicos incluyen llantas, componentes para la industria eléctrica y recipientes para alimentos.

Para los termoplásticos, el material caliente es colocado dentro del molde relativamente frío, entonces el molde se cierra y al comprimirse se obtiene la forma deseada, cuando la pieza esta fría puede ser expulsada sin que se deforme; los productos típicos son discos para audio.

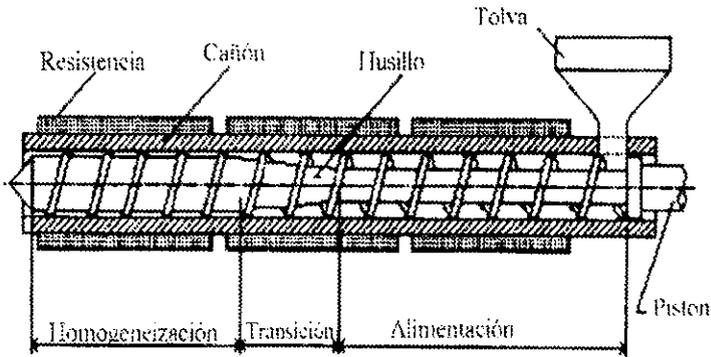
En ambos casos para termofijos y termoplásticos la rebaba delgada se puede remover o quitar fácilmente.



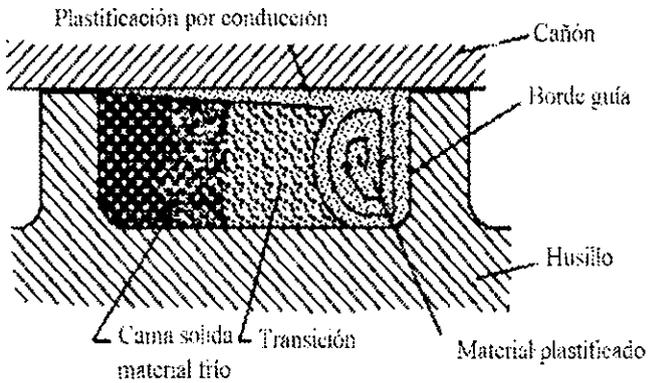
Moldes: a) semipositivo, b) positivo c) rápido

Moldeo por extrusión - En una extrusora típica, el material es alimentado por medio de una tolva en un extremo de el cilindro de calefacción. Un husillo de forma especial gira dentro del cilindro. El husillo es girado por medio de un motor eléctrico o hidráulico con motorreductor o banda de transmisión, transportando así el material en forma de gránulos o pellets hasta el otro extremo de el cilindro. La forma del husillo tiene el objeto de que al girar el material y al

friccionarse contra la pared caliente de el cilindro se derrita a lo largo de tres zonas principales: alimentación, transición y homogeneización.



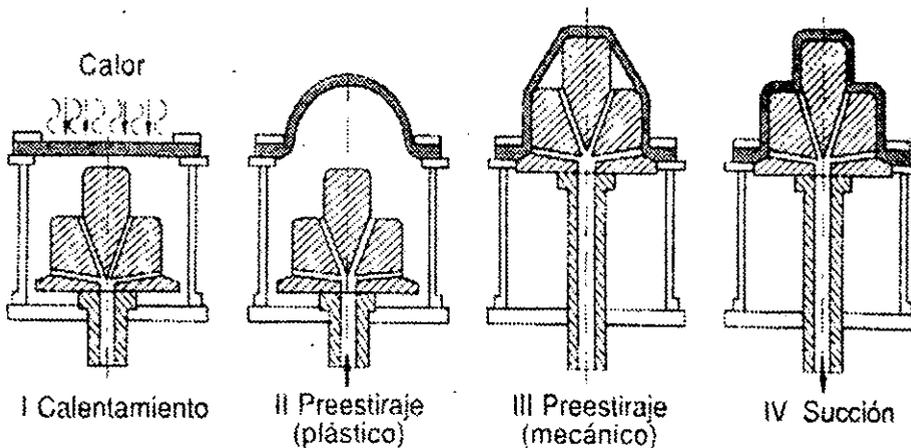
Localización de las zonas en una extrusora típica con husillo de plastificación.



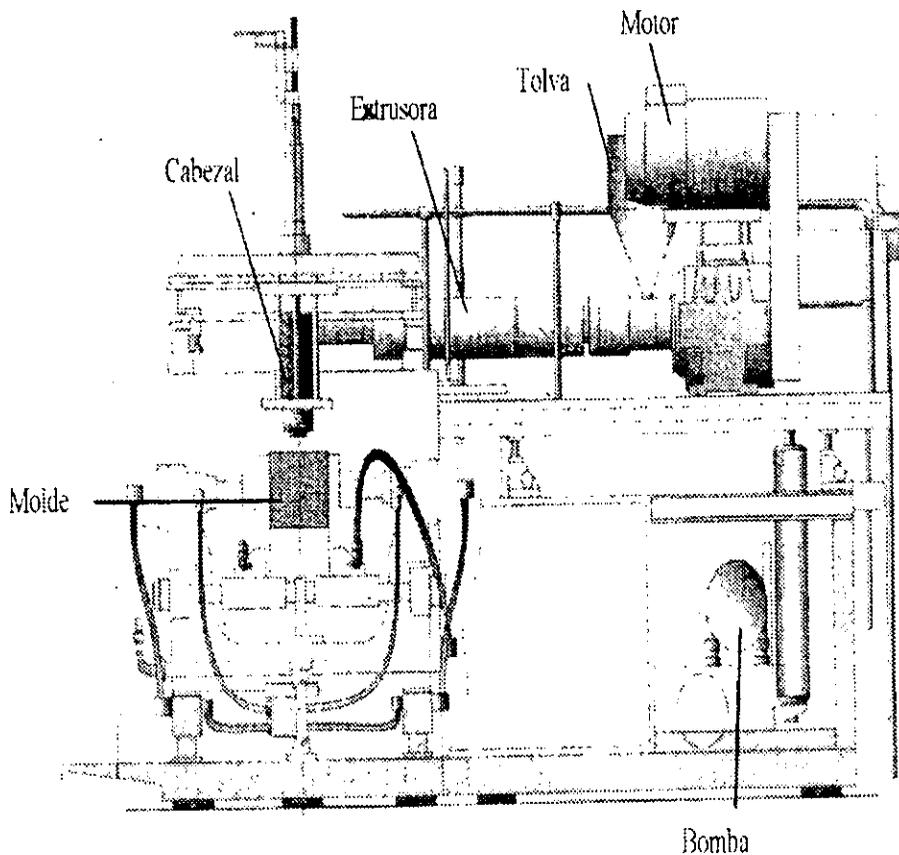
Plastificación en una parte del husillo.

La primera zona es la de alimentación; en esta el material es transportado con poca fricción y poca compresión hacia las paredes. La zona dos es la de transición; en esta zona el material es compactado y precisamente es la transición del estado de material sólido a plástico, es esta zona en la que el material es sometido a una mayor fricción y compresión. La tercera zona es la de plastificación en la cual el material en estado plástico se homogeneiza perfectamente. La presión generada por el husillo dentro del cilindro es suficiente para llevar el material por medio de una cavidad o matriz que le dará forma a la pieza ya sea perfil, hoja, película, tubo, etc.

Termoformado - El termoformado tiene relación con el extruido ya que la materia prima es una hoja de plástico extruida que se provee en forma de plancha o en forma de rollo directamente de la extrusora. El termoformado consiste en calentar la hoja de plástico cerca de la cavidad o cavidades del molde y por medio de vacío, golpe o la combinación de ambas se forma la pieza deseada. La ventaja es que se puede obtener una gran cantidad de piezas terminadas en un menor tiempo. La desventaja es que tienen que ser piezas de pared delgada.



Moldeo por solado - El moldeo por soplado al igual que el termoformado es una variante del moldeo por extrusión a diferencia que se tienen dos elementos importantes por considerar el primero es el control del espesor de la pared de la pieza; el segundo es la utilización de presión de aire.



En este proceso el material es alimentado por medio de una tolva y transportado dentro de un cilindro de plastificación o extrusora a una velocidad constante, este pasa a un cabezal donde por medio de el control de Parison se dará mayor o menor espesor a la pared

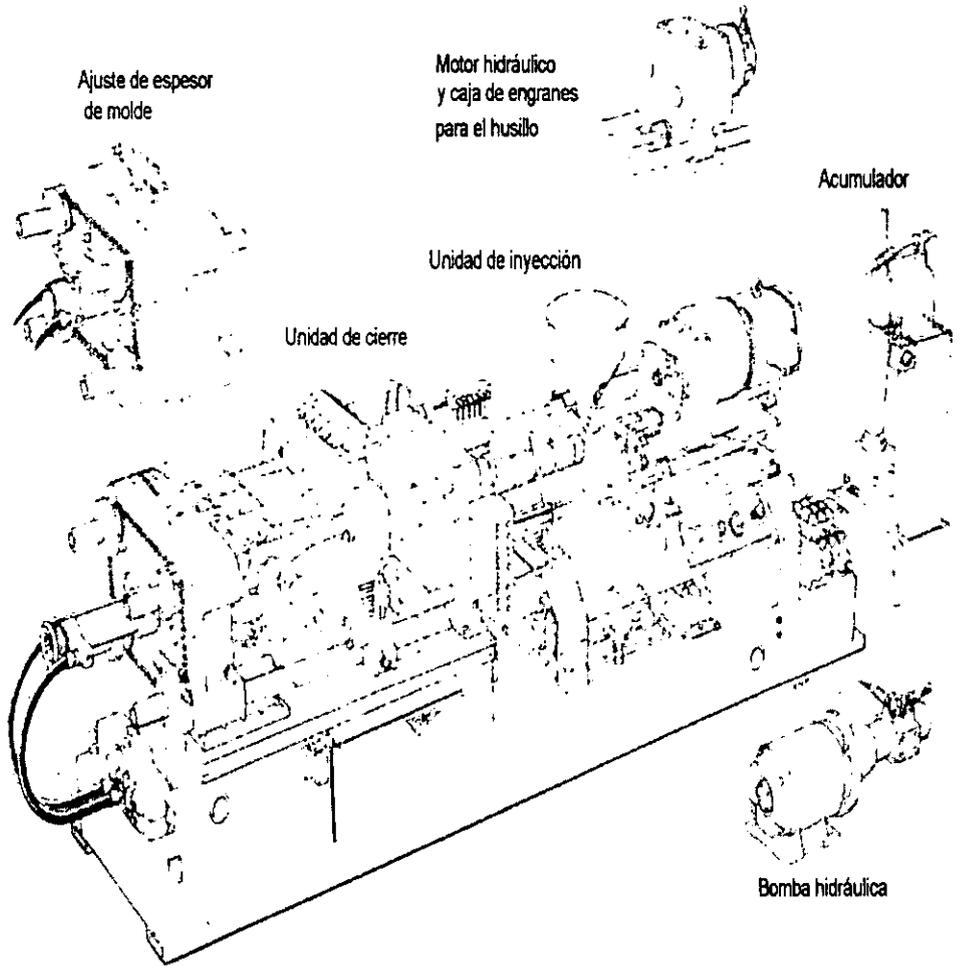
de la pieza según se requiera; entonces sale en forma de tubo por medio de un dado o matriz, el tubo es atrapado por el molde y después de ser cortada entra un mandril de soplado que sellará y dará forma a la pieza expandiendo el tubo hacia las paredes del molde, la pieza es retirada al enfriarse después que se abre el molde mediante tenazas.

Moldeo por Inyección de plástico - El moldeo por inyección se realiza mediante tres unidades importantes que componen la máquina de inyección de plástico: El cilindro de plastificación contiene la combinación de un husillo de plastificación fijo a un pistón de inyección que se mueve axialmente así como puede rotar en su propio eje mediante la acción de un motor hidráulico. Después de que se alimenta el material por medio de una tolva, el husillo gira y lo plastifica transportándolo y acumulándolo hacia el frente del cilindro; al mismo tiempo el husillo es desplazado hacia atrás gradualmente controlado por una contrapresión o presión contraria a la que el material genera al compactarse en la parte frontal del cañón, al realizarse la dosificación de material el pistón de inyección puede empujar con alta presión el material ya hacia la cavidad del molde.

El molde es fijado en dos platinas o placas paralelas, una de las cuales esta fija y sostiene una mitad, la otra es sujeta a la platina móvil; la apertura y cierre de el molde se realiza por medio de un mecanismo de rodillera o por pistones recíprocos que generarán la fuerza necesaria para mantener el molde cerrado durante la inyección y enfriamiento, evitando que el material intente salir por la unión del molde ocasionando una rebaba o "flash". Después de que el material es inyectado por la cavidad del molde, se sostiene la presión en el pistón con el objeto de que se logre enfriar el "punto de inyección"; al solidificarse la pieza generada se puede abrir libremente el molde y la pieza será botada o expulsada por la acción de un perno movido por un pistón recíproco llamado también expulsor.

La bomba hidráulica ya sea de caudal constante, variable o la combinación de ambas es el "corazón de la máquina de inyección y se encarga de suministrar el caudal y presión de aceite al sistema. El control de la máquina es su "cerebro" y se va a encargar de mandar la

aceite al sistema. El control de la máquina es su “cerebro” y se va a encargar de mandar la información o instrucciones necesarias para que la máquina opere ya sea en los diferentes modos: ajuste, manual, semiautomático o automático. El ajuste de los parámetros como: carreras, temperaturas, tiempos, presiones, velocidades, contadores, se dan desde el panel de operador.



1.3 TECNOLOGIA DEL PLASTICO

La tecnología del plástico nos permite saber distinguir entre un material y otro, cual y cuando debemos utilizar un material o materiales para algún trabajo en específico de tal manera que con este conocimiento se tengan las bases para empezar a transformarlos partiendo de un algo.

Partiremos pues de su definición. Plásticos es el nombre que recibe todo un grupo de materiales, cuya característica principal es el de estar formados por grandes moléculas las que a su vez, se componen de pequeñas unidades que se repiten aproximadamente entre 200 y 10, 000 veces, por esto los plásticos, químicamente, son llamados polímeros (la unidad repetitiva se conoce como monómero). Otra característica importante de estos materiales es que prácticamente todos ellos son obtenidos sintéticamente. La capacidad de que un monómero junto con otros monómeros se unan para formar polímeros se debe principalmente a la capacidad que tiene el carbono (C) de unirse con cuatro elementos a la vez y consigo mismo; esto es motivo por el cual la mayoría de los plásticos son compuestos del carbono. Pero no sólo el carbono tiene presencia en los materiales plásticos son que contiene también, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, azufre halógenos y silicio en proporciones variables.

Se llama enlace a las uniones entre átomos y moléculas, los enlaces son de dos tipos: químicos y físicos. Un enlace químico es una unión muy fuerte, que se rompe difícilmente (solo con reacciones químicas). Un enlace físico es una unión de carácter eléctrico mucho más sencilla de romper que la de el enlace químico.

En forma general se llama polimerización al proceso de obtención de plásticos (polímeros), este proceso se clasifica en dos:

Poliadición.- Es la unión de un gran número de moléculas Iguales (monómeros), que tienen como característica principal el poseer un enlace múltiple (doble o triple) en su estructura. Esta reacción tiene como único resultado al plástico en cuestión.

Algunos plásticos importantes obtenidos por Poliadición son polietileno, polipropileno, acrílico, polioximetileno y poliestireno.

Policondensación.- Es la unión de moléculas afines (que pueden reaccionar entre sí), para formar al monómero que caracteriza al plástico que se desea obtener. La característica principal que poseen dichas moléculas es que presentan grupos reactivos en por lo menos dos puntos de su estructura. Al final de la reacción, además del plástico que se obtiene, se tiene a un producto secundario de bajo peso molecular, como puede ser agua, amoníaco o algún ácido.

Algunos plásticos importantes obtenidos por policondensación son las poliamidas (nylon), el policarbonato y los diferentes materiales termofijos.

1.3.1 Clasificación

Debido a su estructura química, los plásticos tienen diferentes propiedades, por lo que, tradicionalmente se les clasifica en tres grupos:

- Termoplásticos.
- Termofijos.
- Elastómeros.

Termoplásticos. - Los termoplásticos son materiales cuyas moléculas están ordenados a manera de largas cadenas unidas entre sí por medio de enlaces secundarios. su ordenación se puede componer con una madeja de hilos largas y delgadas .

La característica principal que distingue a los termoplásticos es que pueden ser llevados a un estado viscoso por medio de calentamiento una y otra vez; esto es, pueden ser procesados varias veces. Los termoplásticos pueden diluirse, fundirse y soldarse.

Según la ordenación de sus cadenas los termoplásticos pueden ser: amorfos o semicristalinos. En los materiales amorfos no existen prácticamente ningún orden, mientras que en los semicristalinos las cadenas se alinean parcialmente.

Termofijos. - Los materiales termofijos están formados prácticamente por una gran molécula en forma de red. La obtención de estos materiales se realiza durante el moldeo, pues no pueden ser reblandecidos para reprocesarse.

Las unidades repetitivas que forman a los termofijos se entrelazan por medio de uniones químicas, debido a esto son estables ante los cambios de temperatura, no se pueden fundir, ni soldar ni disolver.

Elastómeros. - Estos materiales, en forma similar a los termofijos, están formados por una gran molécula en forma de red, a través de enlaces químicos muy separados entre sí, lo que les proporciona una gran movilidad (elástica). A este grupo pertenecen los hules sintéticos; muestran una gran deformación elástica cuando se les aplica una fuerza. La deformación puede desaparecer completamente cuando se le elimina la fuerza siempre y cuando no sea una deformación plástica; esto es, que si se deforma y excede su punto máximo elástico el material tendría micro rupturas y no volvería a su estado original. Un ejemplo es una banda elástica o liga, si se alarga demasiado, su longitud aumentará con respecto a la longitud que tenía originalmente antes de deformar plásticamente.

La mayoría de los plásticos en la actualidad contienen **aditivos** los cuales imparten ciertas características especiales al material, algunos de ellos se mencionan a continuación:

Pigmentos - Son utilizados para producir colores en los plásticos y pinturas. El pigmento debe resistir las temperaturas y las presiones durante el procesamiento del plástico, debe ser compatible con este y debe ser estable.

Estabilizantes - Impiden el deterioro del plástico provocado por el medio ambiente. Los antioxidantes se añaden al polietileno y al poliestireno. Los estabilizantes al calor se requieren al procesar el PVC. Los estabilizantes evitan también el deterioro ocasionado por la radiación ultravioleta.

Agentes antiestáticos - La mayoría de los plásticos, debido a que son malos conductores eléctricos, generan electricidad estática. Los agentes antiestáticos atraen mayor humedad al aire hacia la superficie del plástico, mejorando la conductividad superficial y reduciendo así la posibilidad de una chispa o descarga eléctrica.

Retardantes de la combustión o llama - La mayoría de los plásticos por ser materiales orgánicos, son inflamables. Los aditivos que contienen cloruros, bromuros, fósforos o sales metálicas reducen la posibilidad de que ocurra o se extienda la combustión.

Lubricantes - Los lubricantes como la cera o el estearato de calcio, reducen la viscosidad del plástico fundido y mejoran las características de conformabilidad o procesabilidad.

Plastificantes - Son moléculas de bajo peso molecular, o bien cadenas que, reduciendo la temperatura de transición vítrea, mejoran las propiedades y características de conformabilidad del polímero. Los plastificantes son particularmente importantes para el PVC, que tiene una temperatura de transición vítrea superior a la temperatura ambiente.

Rellenos - Los materiales de relleno o rellenos se añaden con muchos fines. Quizá el ejemplo mejor conocido es el de la adición de negro de humo al caucho o hule, lo que mejora

la resistencia a la carga y al desgaste en los neumáticos. Algunos rellenos, como las fibras cortas o las hojuelas de los materiales inorgánicos, mejoran las propiedades mecánicas del plástico. Otros, llamados extensores, permiten que se produzca un gran volumen de material polimérico con relativamente poca resina. El carbonato de calcio, la sílice y la arcilla son extensores usados con frecuencia.

Agentes espumantes - Algunos polímeros incluyendo el uretano y el poliestireno, pueden ser expandidos en forma de espuma, con huecos celulares. El polímero es producido primero como pequeñas gotas sólidas que contienen el agente expansor o insuflador. Cuando las gotas son calentadas, el polímero se vuelve plástico, el agente se descompone para formar un gas dentro de la gota y las paredes de ésta se expanden. Cuando las gotas preexpandidas se introducen en un molde caliente, se juntan y pegan entre sí para producir una cierta forma. Las espumas extendidas son excelentes materiales aislantes con una densidad excepcionalmente baja.

Refuerzos - La resistencia y rigidez de los plásticos se mejora introduciendo filamentos de vidrio, polímero o grafito. Por ejemplo, la fibra de vidrio consiste en pequeños filamentos de vidrio dentro de una matriz polimérica.

Agentes acopladores - Se añaden para mejorar la unión entre los materiales, ejemplo silanos y titanatos.

1.3.2 Identificación.

En la siguiente tabla podemos ver algunos ensayos empíricos para identificar el material o materiales con los que está hecha alguna pieza de plástico, o por lo menos para identificar algunos de sus componentes:

1.3.3 Características.

Polipropileno PP

Estructura: parcialmente cristalino

Densidad: 0,91- 0,93 g/cm³

Propiedades térmicas, ópticas, mecánicas:

Material más duro y resistente a temperaturas altas que PE, pero menos resistente a temperaturas bajas (existen tipos especiales más resistentes) Muy apto para bisagras. Duro, difícil de romper, muy buenas propiedades dieléctricas, inocuo para la salud, permeable a sustancias aromáticas.

Propiedades químicas:

Resistente a: Ácidos, alcalinos, soluciones salinas alcohol, gasolina zumos de fruta aceite, leche.

No resistente a: Hidrocarburos clorados, evitar contacto con cobre, escasa tendencia a resquebrajarse.

Identificación del material:

PP es fácil de inflamar, gotea durante a combustión, llamas claras con núcleo azul, fuerte olor a parafina (parecido a la brea).

Presecado:

No hace falta. En condiciones adversas 1 hora a 80 ° C.

Polietileno PE

Estructura: parcialmente cristalino

Densidad: 0,92 - 0,96 g/cm³

Propiedades térmicas, ópticas, mecánicas:

Material flexible y blando, según densidad resistente hasta - 40 ° C, resistente al choque, inquebrantable. Buenas propiedades dieléctricas, inocuo para la salud, permeable a sustancias aromáticas.

Propiedades químicas:

Resistente a: Ácidos, alcalinos, disolventes, alcohol, gasolina, zumos de fruta aceite, leche.

No resistente a: Hidrocarburos clorados, Sustancias aromáticas, tendencia a resquebrajarse.

Identificación del material:

PE es fácil de inflamar, arde goteando después de eliminar la llama, llamas claras con núcleo azul, fuerte olor a parafina (vela apagada).

Presecado:

No hace falta. En condiciones adversas 1 hora a 80 ° C.

Poliestireno PS

Estructura: Amorfa

Densidad: 1.05 g/cm³

Propiedades térmicas, ópticas, mecánicas:

Duro rígido, fácil de quebrar, muy buenas propiedades dieléctricas, escasamente higroscópico alta estabilidad dimensional, transparente, brillante, fácil de colorear, sin olor ni sabor.

Propiedades químicas:

Resistente a: Ácidos, alcalinos, soluciones salinas, alcohol, aceite, grasa.

No resistente a: Gasolina, benceno, diversos disolventes, tiende a resquebrajarse.

Identificación del material:

PS es fácil de inflamar, arde con llama amarilla, produciendo mucho hollín y olor típicamente dulzón.

Presecado:

En condiciones adversas 1 hora a 80 ° C.

Acrilonitrilo Butadieno Estireno ABS

Estructura: Amorfa

Densidad: 1,06- 1,19 g/cm³

Propiedades térmicas, ópticas, mecánicas:

Duro, tenaz hasta - 40 ° C, alta estabilidad térmica, según tipo, al frío y al calor (+ 100 ° C) resistencia limitada a los factores climatológicos, poco higroscópico, inocuo para la salud, galvánicamente metalizable. Material especial transparente.

Propiedades químicas:

Resistente a: Ácidos, alcalinos, hidrocarburos, gasolina, aceite, grasas.

No resistente a: Acetona, éter, benceno etílico, cloruro etílico, anilina, esencia de anís, benceno.

Identificación del material:

ABS es fácil de inflamar, arde con llama amarilla, produciendo hollín, despidiendo un olor dulzón (estireno).

Presecado:

Procedente de embalaje original, no necesario. Si no, 3 horas a 80 ° C. Material húmedo produce rayas, ráfagas, burbujas en la pieza.

Copolímero de Estireno de Acrilonitrilo SAN

Estructura: Amorfa

Densidad: 1,08 g/cm³

Propiedades térmicas, ópticas, mecánicas:

Extremadamente transparente y brillante, muy tenaz y duro, alta estabilidad térmica, resistente a los cambios de temperatura y a los agentes químicos.

Propiedades químicas:

Resistente a: Ácidos, alcalinos, hidrocarburos saturados, grasas animales y vegetales, aceites minerales.

No resistente a: Ácidos minerales concentrados, hidrocarburos clorados, acetona, éter.

Identificación del material:

SAN es fácil de inflamar, arde con llama amarilla, produciendo mucho hollín, .despide un olor típico a estireno.

Presecado:

En condiciones desfavorables de almacenaje y transporte SAN puede absorber humedad. Entonces pueden aparecer ráfagas, rayas o burbujas en la superficie de la pieza inyectada.

Poliamida PA

Estructura: Parcialmente cristalina

Densidad: 1,14 g/cm³

Propiedades térmicas, ópticas, mecánicas:

En estado de equilibrio higroscópico (2 - 3 %) 0, muy tenaz. En estado seco quebradizo. Duro, rígido, resistente a la abrasión, buen comportamiento deslizante.

Fácil de colorear, inocuo, buena adherencia con pegamentos.

Propiedades químicas:

Resistente a: Benzeno, alcalinos, hidrocarburos clorados, gasolina, aceite, éter, disolventes, cetona.

No resistente a: Acido clorhídrico, ozono, ácido sulfúrico, agua oxigenada.

Identificación del material:

PA es inflamable, sigue ardiendo después de eliminar la llama, gotea en forma de burbuja, produce hilos. llama azul con borde amarillo. olor a cornea quemada.

Presecado:

La poliamida es muy higroscópica, por ello almacenar en contenedores herméticos y cerrar la tolva del material. A un grado de humedad superior a 0,25 % problemas en la transformación. Emplear material procedente del envase original, en caso contrario secarlo 4 horas a 80 ° C

Poliacetal POM

Estructura: Parcialmente cristalino

Densidad: 1,41 - 1,42 g/cm³

Propiedades térmicas, ópticas, mecánicas:

Duro, rígido, tenaz, hasta - 40 ° C inquebrantable, resistente al calor, alta resistencia a la abrasión, buen comportamiento deslizante. Escasa absorción de humedad, inocuo.

Propiedades químicas:

Resistente a: Benzeno, alcalinos débiles, alcoholes, gasolina, aceite, ácidos débiles.

No resistente a: Acidos fuertes.

Identificación del material:

Fácil de inflamar, arde con llama azulada, goteando, sigue ardiendo después de eliminar la llama, una vez apagada huele a formaldehído.

Presecado:

No hace falta. Material húmedo durante 4 horas a 100 ° C.

Policarbonato PC

Estructura: Amorfa

Densidad: 1,2 g/cm³

Propiedades térmicas, ópticas, mecánicas:

Duro, tenaz, rígido, hasta - 100 ° C resistente al impacto, resistente al calor, cristalino fisiológicamente impecable. fácil de colorear, escasa absorción de agua, resistente a la intemperie.

Propiedades químicas:

Resistente a: Gasolina, aceite, ácidos débiles, alcohol.

No resistente a: Acidos fuertes, alcalinos, benceno.

Identificación del material:

Difícil de inflamar, se apaga después de eliminar la llama, arde con llama amarilla, produciendo hollín, carboniza. forma burbujas, carece de olor característico.

Presecado:

3 horas a 120 ° C. Propiedades mecánicas óptimas con un contenido de agua por debajo de 0,02 %.

Polimetilo de metacrilato PMMA

Estructura: Amorfa.

Densidad: 1,18 g/cm³

Propiedades térmicas, ópticas, mecánicas:

Duro, quebradizo, alta consistencia, resistente a la abrasión, cristalino, buenas propiedades ópticas, muy brillante, resistente a los agentes climatológicos, fácil de colorear, inocuo para la salud.

Propiedades químicas:

Resistente a: Aceites, grasas, ácidos débiles, alcalinos débiles.

No resistente a: Ácidos y alcalinos fuertes, hidrocarburos clorados, tendencia a resquebrajarse bajo tensión.

Identificación del material:

Fácil de inflamar, sigue ardiendo después de eliminar la llama, chisporrotea, produce poco hollín, olor a fruta dulce.

Presecado:

PMMA absorbe hasta un 1 % de agua. Presecar durante 4 horas a 80 ° C.

Oxido de Polifenileno PPO

Estructura: Amorfa.

Densidad: 1.05 - 1.1 g/cm³

Propiedades térmicas, ópticas, mecánicas:

Duro, rígido, resistente a la abrasión, buenas propiedades deslizantes, alta estabilidad dimensional bajo calor, escasa absorción de agua, difícil de arañar, inocuo para la salud.

Propiedades químicas:

Resistente a: Ácidos, alcalinos, alcohol, grasas y aceites.

No resistente a: Benceno, hidrocarburos clorados.

Identificación del material:

Difícil de inflamar, se apaga después de eliminar la llama, no gotea, produce hollín, llama luminosa, olor fuerte, no es transparente.

Presecado:

Presentar durante 2 horas a 110 ° C

Acrilonitrilo de Butadieno + Policarbonato ABS + PC

Estructura: Amorfa.

Densidad: 1,15 g/cm³

Propiedades térmicas, ópticas, mecánicas:

Resistente al impacto, muy brillante, resistente a la luz, se puede galvanizar, no se deforma bajo calor, resistente a resquebrajarse.

Propiedades químicas:

Resistente a: Solo parcialmente resistente a hidrólisis.

No resistente a: Acetona, hidrocarburos clorados, éteres.

Presecado:

Presecar durante 4 horas a 80 ° C.

Tereftalato de polibutadieno PBTP

Estructura: Parcialmente cristalina.

Densidad: 1,3 g/cm³

Propiedades térmicas, ópticas, mecánicas:

Muy resistente al calor. alta rigidez y dureza. poco higroscópico, resistente a agrietarse bajo tensión, muy buen comportamiento como deslizante, resistente a la abrasión, buena estabilidad dimensional, inocuo para la salud.

Propiedades químicas:

Resistente a: Alcoholes, éter, alcalinos débiles, alcohol, grasas, gasolina, aceites, ácidos débiles.

No resistente a: Benceno, alcalinos, ácidos fuertes, acetona.

Identificación del material:

Difícil de inflamar, se apaga después de eliminar la llama, llama luminosa, color anaranjado, produce hollín, olor aromático.

Presecado:

Presecar durante 4 horas a 120 ° C.

Tereftalato de Polietileno PETB

Estructura: Parcialmente cristalina.

Densidad: 1,35 g/cm³

Propiedades térmicas, ópticas, mecánicas:

Duro, tenaz, rígido, consistente (algo más que el PBTP), buena estabilidad dimensional, poco higroscópico, pocas tensiones internas, buena fluidez.

Propiedades químicas:

Resistente a: Alcoholes, alcalinos débiles, éter, ácidos débiles, hidrocarburos, gasolina, aceite, grasas.

No resistente a: Acetona, benceno, alcalinos, ácidos fuertes.

Identificación del material:

Difícil de inflamar, se apaga después de eliminar la llama, llama luminosa, color anaranjado, produce hollín, olor aromático

Presecado:

Durante 4 horas a 140 ° C

Acetato de Celulosa CA

Estructura: Amorfa.

Densidad: 1,2 - 1,3 g/cm³

Propiedades térmicas, ópticas, mecánicas:

Tenaz, resistente a la cocción, casi inquebrantable, resistente a la abrasión, efecto de autopulirse, poca carga eléctrica, inocuo para la salud, superficie brillante. Por su

tenacidad se emplea este material sobre todo para piezas con inserto metálico (destornillador).

Propiedades químicas:

Resistente a: Gasolina, aceite, grasas, benceno.

No resistente a: Vinagre, alcalinos, ácidos.

Identificación del material:

Difícil de inflamar, se apaga después de eliminar la llama, color verde-amarillo, huele a papel quemado y vinagre.

Presecado:

Durante 3 horas a 70 ° C.

Policloruro de Vinilo PVC duro

Estructura: Amorfa.

Densidad: 1,35 g/cm³

Propiedades térmicas, ópticas, mecánicas:

Duro, rígido. transparente hasta opaco, bueno para soldar y pegar, algunos tipos fisiológicamente sin problema.

Propiedades químicas:

Resistente a: Acidos, alcalinos, gasolina, aceite, grasas.

No resistente a: Acetona, benceno, quitamanchas.

Identificación del material:

Difícil de inflamar, produce hollín, arde con llama de bordes verde, chisporroteando, huele a ácido clorhídrico, se extingue sólo.

Presecado:

Durante 1 hora a 70 ° C, sólo si el material ha estado almacenado en malas condiciones.

Policloruro de Vinilo PVC blando

Estructura: Amorfa.

Densidad: 1,1 - 1,4 g/cm³

Propiedades térmicas, ópticas, mecánicas:

Flexible, elástico como la goma, inoóuo.

Propiedades químicas:

Resistente a: Ácidos, alcalinos, detergentes, aceite, grasas.

No resistente a: Gasolina, éteres, hidrocarburos clorurados.

Identificación del material:

Difícil de inflamar. produce hollín, arde con llama de bordes verde. chisporroteando, huele a ácido clorhídrico con plastificante.

Presecado:

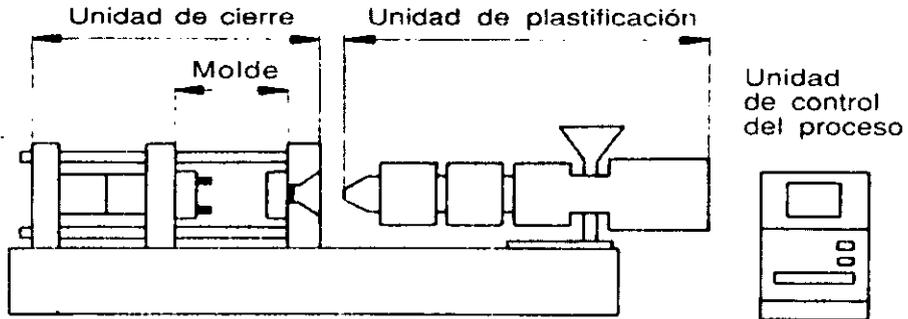
Durante 1 hora a 70 ° C. sólo si el material ha estado almacenado en malas condiciones.

1.4 MAQUINAS DE INYECCION

1.4.1 Definición y clasificación

Las máquinas de inyección son normalmente máquinas universales. Su tarea principal consiste en la fabricación discontinua de piezas a partir de masas de moldeo de elevado peso molecular, con la ayuda de presiones elevadas (definición según DIN 24450).

Cada una de las partes componentes de una máquina de inyección asume una parte de las tareas mencionadas.



Unidad de plastificación.- Se encarga de fundir el plástico, homogeneizarlo, transportarlo, dosificarlo e inyectarlo en el molde. La unidad de inyección tiene por lo tanto, dos funciones. Por un lado, debe plastificar el material y, por otro, debe inyectarlo en el molde. Hoy en día es muy frecuente el empleo de máquinas dotadas de husillos plastificadores, que actúan como émbolos de inyección. El husillo da vueltas dentro de un cilindro calentado con resistencias, en el que se incorpora el material proveniente de una tolva de alimentación. La unidad de inyección puede, por lo general, desplazarse sobre la base de la máquina. Es usual que tanto husillos como cilindros y boquillas sean intercambiables, para que puedan adaptarse al material a transformar, o al volumen de inyección que exija la pieza.

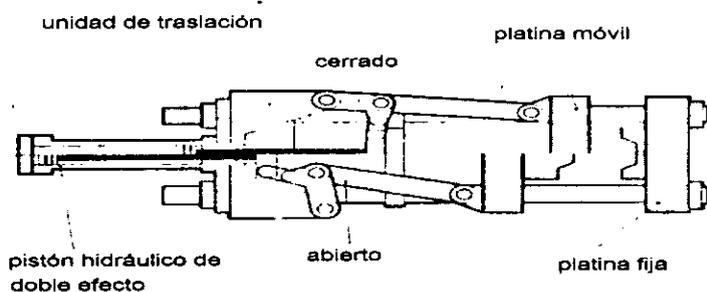
Unidad de cierre.- La unidad de cierre de una máquina de inyección puede compararse con una prensa dispuesta en posición vertical. La placa de sujeción del molde, en el lado de inyección, es fija, mientras que la del lado de expulsión se puede deslizar sobre cuatro guías.

En las placas de sujeción va montado el molde, de manera que las piezas caen hacia abajo cuando éste se abre.

Los dos sistemas de accionamiento más frecuentes para la placa de sujeción del lado de expulsión (los que comúnmente diferencian una máquina de otra) son:

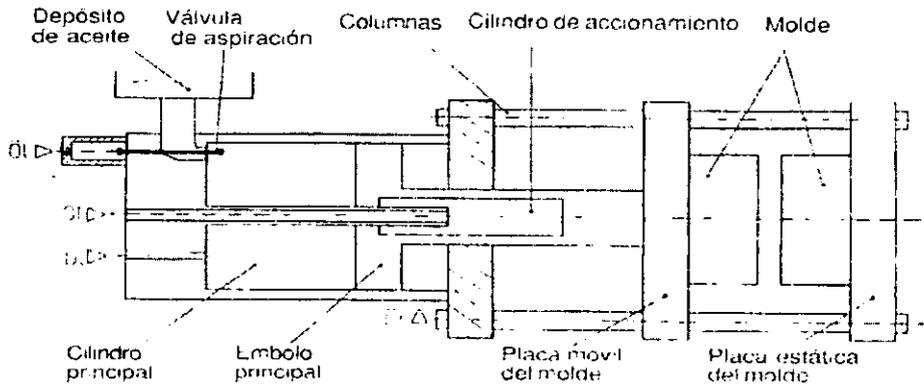
- la rodillera de accionamiento hidráulico
- la unidad de cierre totalmente hidráulica.

Los sistemas basados en rodilleras se emplean en máquinas de pequeño o mediano tamaño. La rodillera actúa gracias a un sistema de propulsión hidráulico. Las ventajas de este sistema son la rapidez y fiabilidad de funcionamiento, así como, la característica de ser autoblocante. Los inconvenientes son las posibles roturas de las barras guías, las deformaciones en el molde, si está mal ajustado, y los elevados costos de mantenimiento.



Unidad de cierre por rodillera de cinco puntos

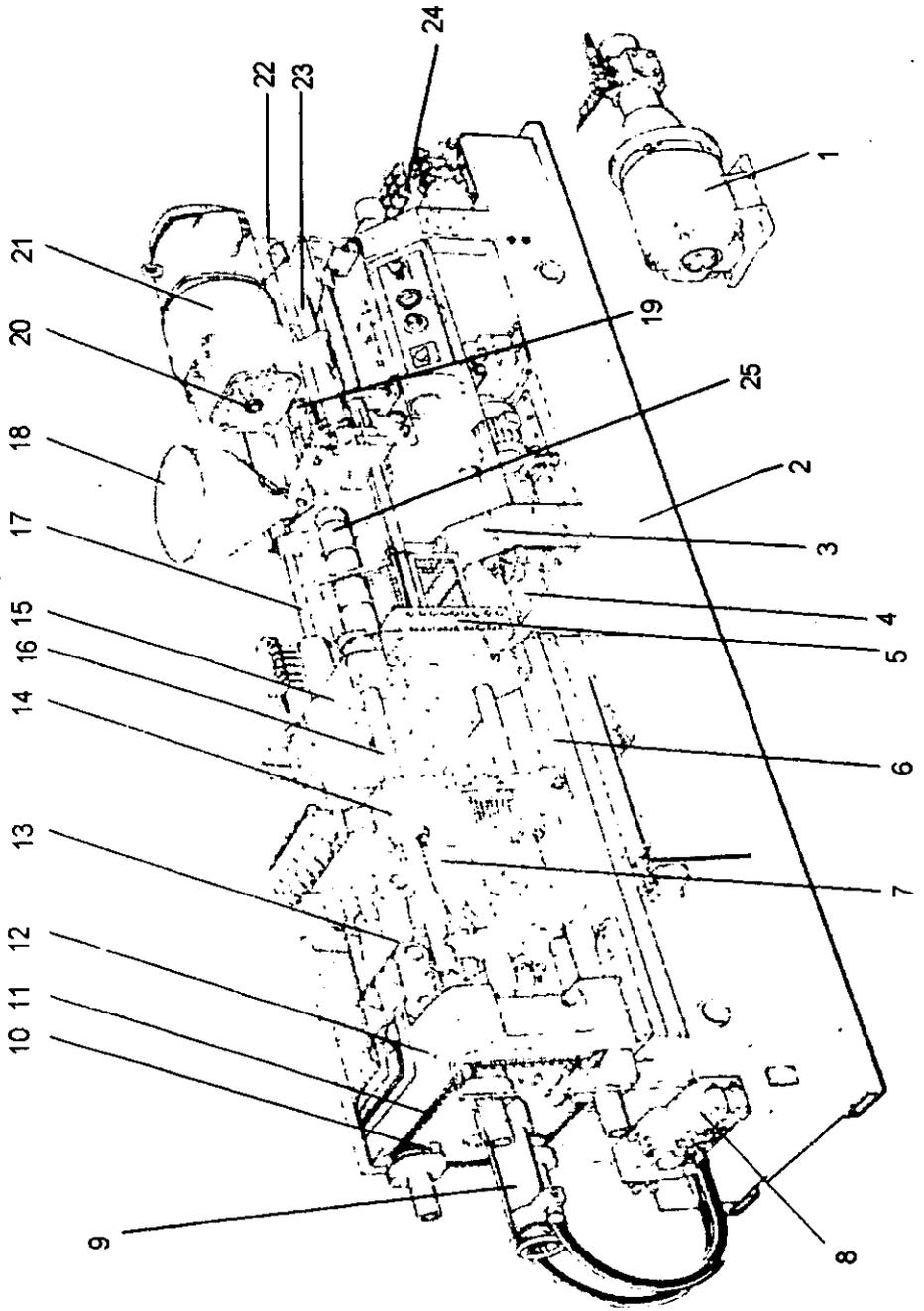
El peligro de rotura de las guías no existe en los sistemas totalmente hidráulicos, ya que los líquidos hidráulicos son compresibles y pueden absorber grandes deformaciones. Las ventajas de este sistema radican en su superior precisión y posicionamiento versátil, con ausencia de deformaciones indeseables en el molde y de roturas de las guías. Las desventajas se resumen en una velocidad de cierre menor y una menor resistencia a la apertura forzada, condicionada por la mayor compresibilidad del aceite, así como un mayor consumo de energía.



1.4.2 Partes principales

1 - Motobomba - haciendo una analogía con el cuerpo humano el grupo de motobomba sería precisamente el corazón de cualquier máquina de inyección; en el se genera la presión y caudal para todo el sistema hidráulico.

MAQUINA CON UNIDAD DE CIERRE POR RODILLERA



2 - Base o chasis - es el soporte sobre el cual descansa la unidad de cierre, la unidad de plastificación y en algunos casos el control junto con el panel de operador.

3 - Intercambiador de calor - encargado de mantener la temperatura del aceite a la temperatura óptima de trabajo (alrededor de 45 ° C), que por la fricción tiende con los elementos hidráulicos tiende a elevar su temperatura. El intercambio de calor lo hace por medio de un serpentín por el cual corre agua fría.

4 - Tanque de aceite - depósito en el cual se mantiene la cantidad de aceite excedente para el momento en que se requiera se disponga la necesaria.

5 - Panel de operador -en él el operario puede realizar movimientos lentos (modo ajuste), movimientos rápidos (modo manual), y trabajar continuamente (modo semi y automático); en general puede ajustar los parámetros referentes al proceso.

6 - Zapatas de deslizamiento - sobre estas se desliza la platina móvil, ya sea por fricción o con rodamientos que sirven de apoyo para soporte del molde.

7 - Expulsor hidráulico - sirve para despegar y botar la pieza del molde ya formada y solidificada al abrirse totalmente; existen botadores mecánicos que forman parte del molde por lo que se puede inhibir la señal del hidráulico.

8 - Múltiple de unidad de cierre - bloque metálico que soporta los elementos hidráulicos tales como válvulas y manómetros. En éste reciben del control las señales para energizar las bobinas de las válvulas para realizar cierta función solicitada desde el panel de operador.

9 - Pistón hidráulico para el cierre - consiste de un pistón recíprocante con el que se genera la fuerza para mover la rodillera hacia adelante y hacia atrás.

10 - Tuerca engrane - estos engranes colocados en las barras sirven para garantizar que el movimiento de la unidad de traslación sea uniforme en sus cuatro apoyos.

11 - Cremallera - el sistema de cadena se dejó de utilizar debido a los problemas de desajuste en los eslabones, entonces, se adaptó el sistema de cremallera consistiendo de una rueda de engrane grande de tal manera que al girar mueve a las cuatro tuerca engrane.

12 - Unidad de traslación - sobre la cual se articula el mecanismo de rodillera, y se sostiene la cremallera, esta nos ayuda a dar la altura de molde para poder ejercer sobre el molde la fuerza de cierre necesaria para soportar la presión de inyección evitando su apertura.

13 - Rodillera - se da el nombre de rodillera debido a la similitud con el movimiento de estirar y encoger la rodilla en el cuerpo humano, los diseños de rodillera han evolucionado hasta llegar a los diseños de rodillera con cuatro y cinco puntos articulados.

14 - Platina móvil - en la cual se sujeta una parte del molde y se sostiene el expulsor hidráulico, la forma de sujeción del molde depende de la disposición de los barrenos con cuerda, que actualmente se adaptan a las normas EUROMAP, SPI ó UNIVERSAL.

15 - Platina fija - en la cual se fija la otra parte del molde y la cual tiene la misma disposición de los barrenos con cuerda que en la móvil.

16 - Barras guía - cuatro barras que guían y soportan la platina móvil en su movimiento de apertura y cierre de molde.

17 - Pistón de unidad de plastificación - pistón reciprocante para movimiento de unidad hacia atrás y hacia adelante, generando la presión de apoyo de boquilla necesaria para evitar escurrimientos por la nariz del cilindro de plastificación.

18 - Tolva - parecida a un embudo la tolva alimenta el material por gravedad hacia la garganta del cilindro de plastificación.

19 - Acoplamiento de Husillo y pistó de inyección - elementos mecánicos que garantizan el acoplamiento correcto y seguro de estos dos elementos.

20 - Caja de engranes - en la cual se trasmite el movimiento hacia el husillo para girarlo y plastificar el material.

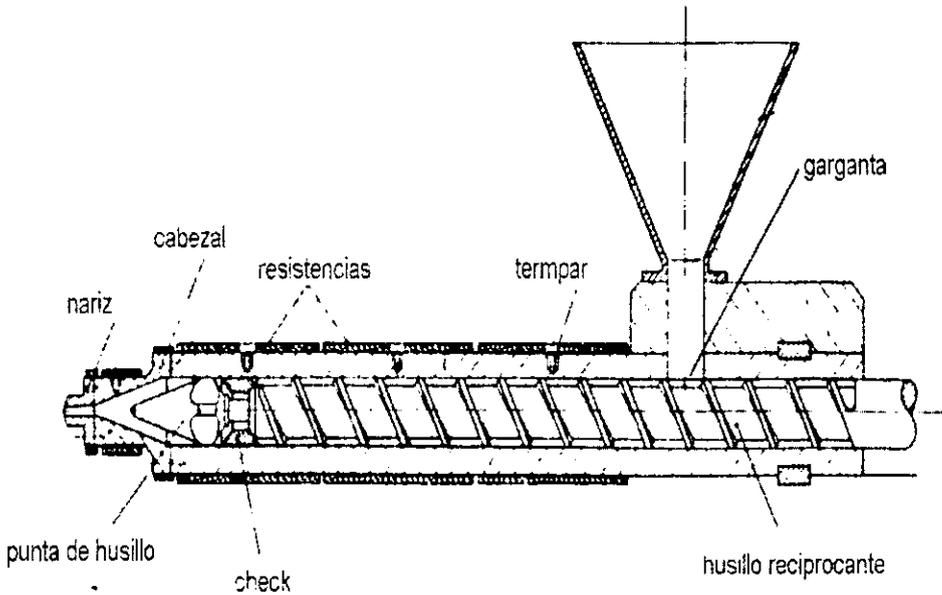
21 - Motor de carga - Puede ser accionado hidráulicamente ó eléctricamente, y acoplado a la caja de engranes por medio de una flecha dentada trasmite el movimiento.

22 - Pistón de inyección - con movimiento alternativo realiza la función de inyección y descompresión.

23 - Barras guía del pistón de inyección - soportan los pistones laterales de inyección para garantizar el movimiento sin desviación.

24 - Múltiple de unidad de plastificación - es el mismo concepto que el de la unidad de cierre con la diferencia de que ahora los movimientos son en la unidad de plastificación.

25 - Cilindro de plastificación - en él, el material cambia su estado físico de sólido a plástico con la ayuda de los elementos que a continuación se observan y se explican,



- Husillo reciprocante - tiene la función de dosificar el material cuando es girado, y de inyectar ó descomprimir cuando se hace para adelante y para atrás respectivamente.

- Check - nos sirve para impedir el regreso del material ya dosificado, durante la fase de inyección; también nos permite dosificar y transportar el material plastificado hacia delante sin obstruirlo.

- Punta de husillo - por su diseño y forma ayuda a inyectar todo el material sin que éste se friccionen y se quemem.

- Nariz - tiene que ser de un radio menor a la cavidad del molde para evitar escurrimiento del material en la fase de llenado.

- Cabezal - facilita el desmontaje del husillo para su limpieza y mantenimiento del cañón.

- Resistencias de calefacción - Calientan el cañón y lo mantienen a temperatura de plastificación del material.

- Termopar - sensor de temperaturas de el cañón.

- Garganta - en seguida de la tolva sigue la zona de la garganta para alimentar el material en estado sólido, razón por la cual se debe de mantener a una temperatura la cual no permita la plastificación prematura.

1.4.3 Sistema hidráulico.

El sistema hidráulico se compone principalmente de una bomba ya sea de caudal variable, de caudal fijo, o la combinación de ambas; elementos tales como: válvulas (proporcionales, direccionales, checks, reguladoras, servos), restricciones; estos elementos son colocados sobre "múltiples" los cuales distribuyen el flujo hacia los ductos o hacia las

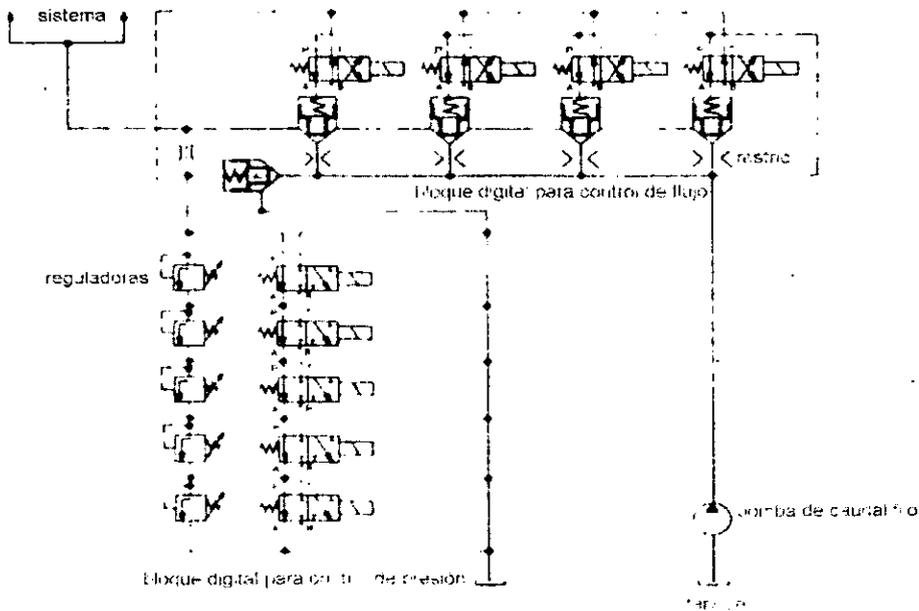
mangueras, que finalmente harán actuar otros elementos como motores hidráulicos y pistones reciprocantes.

Los sistemas hidráulicos más importantes son los sistemas analógicos y los sistemas digitales. Los sistemas analógicos son constituidos generalmente por bombas de caudal variable, las cuales se encargan de proporcionar el flujo y la presión necesarios para la función que se este ejecutando.

Los sistemas digitales se componen de bombas de caudal fijo el cual suministra a el sistema el caudal máximo y la presión máxima, mismos que serán controlados por los bloques "digitales" para presión y para caudal respectivamente.

Se puede también tener una bomba de caudal fijo cuya presión y caudal del sistema será controlada por dos válvulas proporcionales mediante una señal de salida analógica desde el control hacia las válvulas; esta señal analógica varía desde un valor de 0 - 10 si se esta hablando de una señal de voltaje.

Existen también señales analógicas de corriente que se pueden medir el unidades de milivolts. Y pueden tener una variación positiva o negativa.

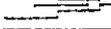


Ejemplo de un sistema digital en el cual se tiene la bomba de caudal constante y los bloques de control digital de presión y caudal respectivamente; este tipo de control por pasos generalmente usa un código binario $Z = 2^n - 1$, donde Z es el número de pasos y n es el número de elementos de control. Para el caso del bloque de control de presión se tienen 5 elementos de control que consisten de 5 válvulas reguladoras de presión ajustadas a diferentes presiones, por lo tanto se tienen 63 pasos para una presión de 210 bar; esto es que si se requiere de 105 bar de presión se hablaría del paso 31 aproximadamente con una desviación de el ajuste de presión mínimo en el bloque digital de las 5 válvulas reguladoras. Como es un sistema binario solo tenemos dos estados digitales 0 ó 1, equivalentes a prendido ó apagado (0 ó 24 volts).

1.4.4 Simbología.

Existen muchas normas que hacen distinguir o diferenciar un elemento de otro, y en muchos casos coinciden o se asemejan unas de otras de tal manera que se podría sacar un libro completo de normas y símbolos; a continuación sólo se muestran algunos según norma ANSI (AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE).

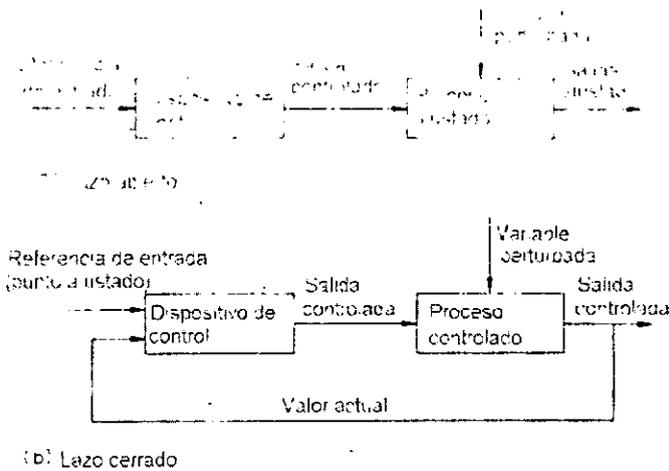
Líneas y sus funciones		Bombas	
Línea principal		Bomba simple de desplazamiento fijo	
Línea piloto		Bomba simple de desplazamiento variable	
Línea de drenaje		Motores y cilindros	
Conexión		Motor rotativo, desplazamiento fijo	
Línea flexible		Motor rotativo, desplazamiento variable	
Líneas unidas		Motor oscilante	
Líneas cruzadas		Cilindro de simple efecto	
Dirección del caudal: hidráulico y neumático		Cilindro de doble efecto	
Línea a rasque sobre el nivel del fluido y bajo el nivel de fluido		Cilindro diferencial	
Tapón de llenado y filtro de aire		Cilindro de doble vástago	
Tapón o línea bloqueada		Cilindro con amortiguadores	
Estrangulamiento fijo			
Estrangulamiento variable			

Otros elementos		Válvulas. Símbolos básicos (cont.)	
Dirección de rotación (vista por la parte del eje)		Válvula de dirección única normalmente abierta	
Envoltura		Válvula de seguridad	
Depósito		Símbolo básico para una válvula de tres posiciones	
Depósito presurizado		Paso de fluido bloqueado en la posición central	
Manómetro		Símbolo básico para una válvula de cuatro vías (Las flechas indican la dirección del caudal)	
Termómetro		Ejemplos de válvulas	
Caudalímetro		Válvula de descarga con drenaje interno y pilotaje externo	
Motor eléctrico		Válvula de frenado, normalmente abierta	
Acumulador de muelle		Válvula de secuencia con pilotaje interno y drenaje externo	
Acumulador de gas		Válvula reductora	
Filtro o colador		Válvula de equilibrio con antirretorno incorporado	
Calentador		Regulador de caudal con compensación de presión y temperatura y con antirretorno incorporado	
Refrigerador		Válvula direccional de dos posiciones y tres vías	
Control de temperatura		Válvula direccional de tres posiciones y cuatro vías	
Multiplicador de presión		Válvula de infinitas posiciones (indicadas por las barras horizontales)	
Presostato			
Válvulas. Símbolos básicos			
Válvula antirretorno			
Válvula de paso manual			
Símbolo básico de una válvula			
Válvula de dirección única, normalmente cerrada			

Métodos de accionamiento		Métodos de accionamiento	
Compensador de presión		Palanca	
Retención mecánica		Presión piloto	
Manual		Solenoide	
Mecánico		Presión piloto controlada eléctricamente	
Pedal		Muelle	
Botón		Servo	

1.4.5 Sistema de Control.

Existen hoy en día sistemas de control de lazo abierto y lazo cerrado (open y closed loop); la diferencia entre uno y otro se muestra en el siguiente diagrama de bloques

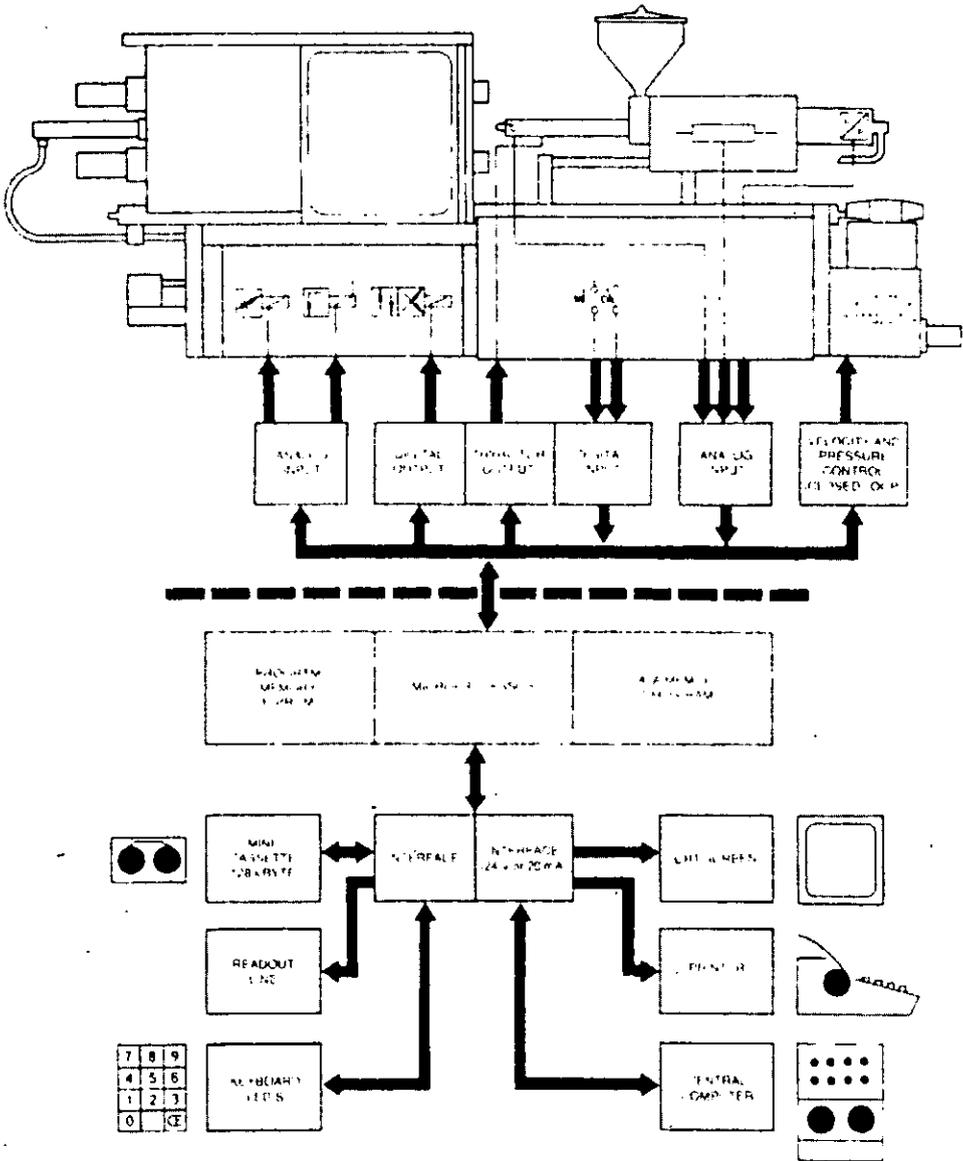


En el lazo abierto una señal de entrada (señal de referencia) es modulada dentro de una señal de salida deseada (señal de control); en este sistema de control si existe una señal de interferencia o alguna perturbación, esta señal no será compensada y se obtendrá una salida de error. En contraste con el lazo abierto, el lazo cerrado retroalimenta la señal de control y compara esta magnitud con la señal de entrada de tal manera de que si existe una desviación la señal de control se corregirá.

Las máquinas con microprocesadores son utilizadas en la actualidad, por medio de un programa (en lenguaje ensamblador por ejemplo) se ejecutan las señales analógicas y digitales de entrada y salida; así como, las señales de lazo cerrado si es que se requieren. El microprocesador contiene internamente elementos de calculo, almacenamiento de datos en RAM (memoria de acceso aleatorio), el programa almacenado en ROM (memoria de solo lectura), interfaces con periféricos (impresora, monitor, teclado, PC externa, etc.), temporizadores, entre otros.

El intercambio de datos se realiza vía BUS de DATOS líneas que conectan los módulos uno con otro; cada módulo tiene una etiqueta o dirección que los distingue entre ellos. En la RAM se almacenan los datos generados durante la operación del ajuste de proceso y pueden ser llamados en cualquier tiempo desde su localidad, algunas veces esta RAM tiene una pila de respaldo, de manera que se conservan los datos almacenados, por ejemplo los parámetros de proceso.

Los módulos de entradas y salidas (analógicas y digitales) sirven como una conexión entre el microprocesador y la máquina, en este caso la máquina de inyección de plástico. Las señales analógicas recibidas (temperaturas, presiones y desplazamientos) son convertidos a una señal digital con estos módulos. Las instrucciones que activan las válvulas hidráulicas llegan del panel de operador y también son convertidas en ellos. A continuación se muestra un esquema de el sistema de control con microprocesador.



1.5 EQUIPOS AUXILIARES.

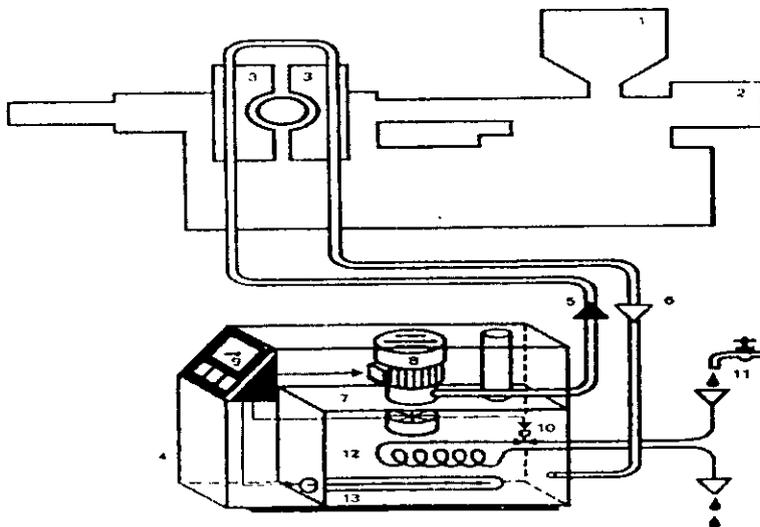
Termorregulador: La materia plástica granulada (p. ej. poliamida) se llena en la tolva (1) de la máquina de inyección (2) y se funde tras ser sometido a un ciclo de calentamiento. Una vez en estado líquido, el plástico se inyecta en las cavidades del molde (3), se solidifica y la pieza terminada se desprende tras la separación de las partes del molde (3). A continuación, se da paso a un nuevo proceso de inyección.

El molde está conectado al atemperador (4) a través de dos canales, la salida (5) y la entrada (6). La misión del atemperador es la de calentar el molde a la temperatura de trabajo antes de la inyección y de mantenerla durante el ciclo de trabajo.

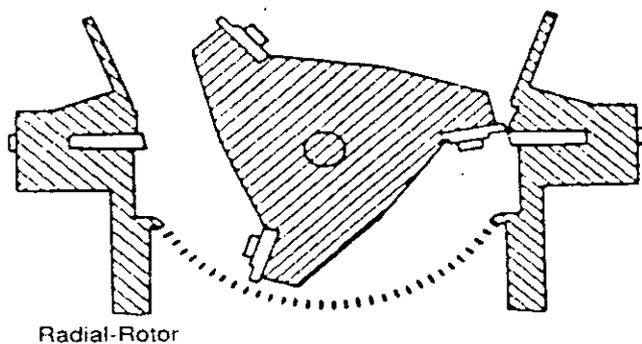
¿Como ocurre esto?

La bomba (8) impulsa el fluido térmico (agua o aceite, según la temperatura del molde), que se encuentra en el depósito (7), a las partes del molde, luego nuevamente al depósito, y así una en forma sucesiva. Una sonda localizada en el depósito mide la temperatura del fluido y la transmite al regulador (9). Este reacciona de inmediato: si la temperatura del fluido y, por consiguiente la del molde, es más alta que la equivalente al valor teórico ajustado al regulador, se abre la válvula magnética (10) y empieza a fluir agua refrigerada de la red (11) a través del serpentín refrigerador (12), hasta que la temperatura del fluido y por ello la del molde, descienda y vuelva a coincidir con el valor teórico.

Si por el contrario, la temperatura del fluido térmico es demasiado baja, el regulador conecta el calentador (13).



Molino: "Mediante el triturado se le da al plástico una forma que permita su transformación. Una vertiente del mismo la constituye el granulado. Otra, cada vez más importante, es el reciclado, en el que las piezas defectuosas, así como todo tipo de residuos plásticos, son vueltos a aprovechar. Para ello se emplean a menudo los molinos de cuchillas que mediante el giro del rotor, las cuchillas cortan el material en pequeños trozos.

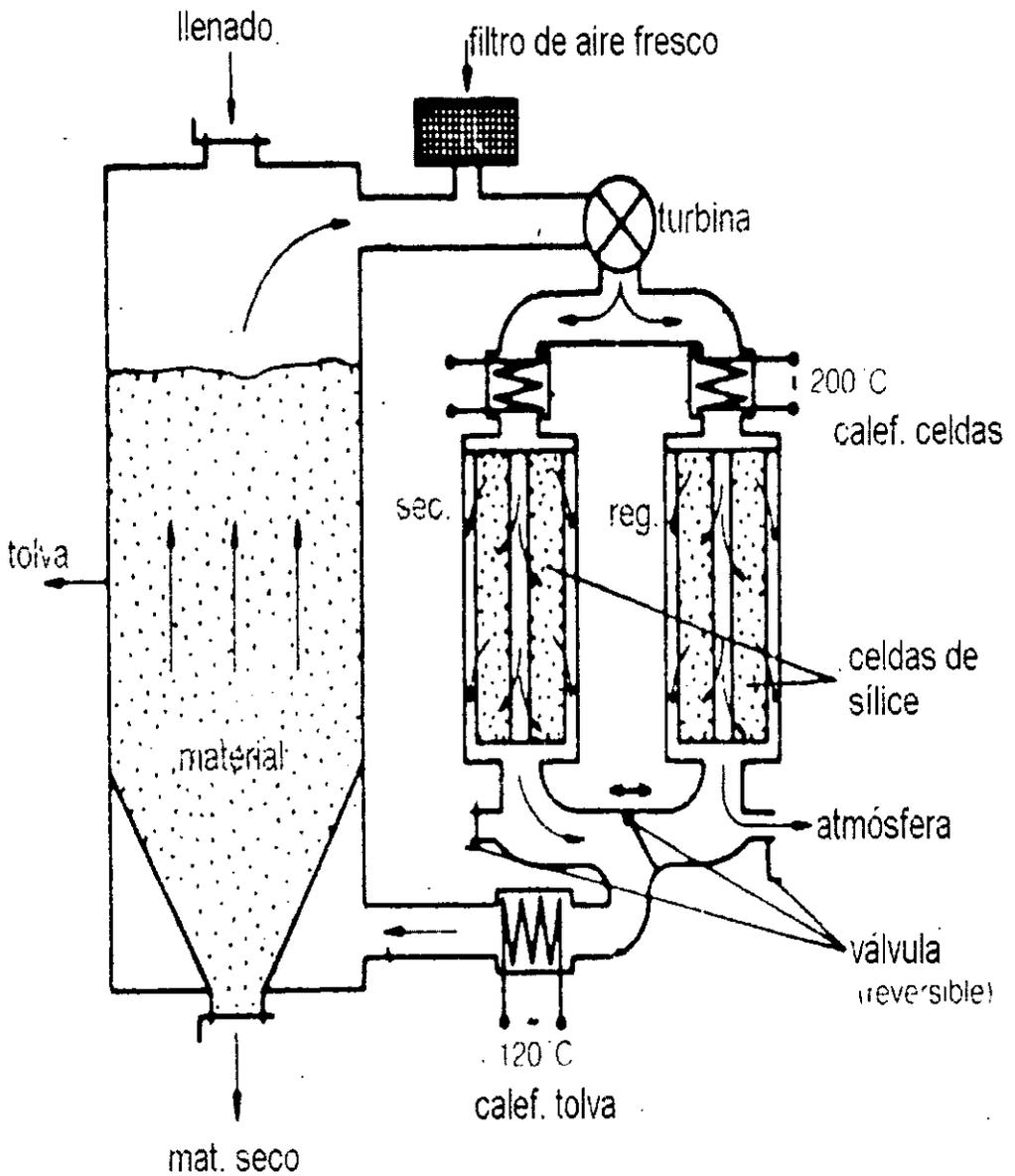


Secador: Algunos materiales plásticos pueden contener ingredientes volátiles los cuales están en forma de humedad; la humedad en los materiales pueden causar efectos de burbujas o ráfagas ó degradación en el proceso. La humedad se puede remover con equipos de secado por medio de una carga caliente entre 70 - 130 ° C, generalmente es de aire pero en algunos casos es un gas inerte. De acuerdo al material es la cantidad de tiempo y calefacción (ver Características).

El proceso de secado de material se realiza dentro de una tolva de secado, la cual contiene el material; el aire caliente es suministrado en la parte inferior de la tolva y por medio de diferencia de densidades el aire caliente sube hacia la parte superior y durante su recorrido, seca el material húmedo.

El aire caliente se lleva consigo la humedad, razón por la cual una parte de este se tiene que secar por medio de celdas que contienen sílice. Las dos celdas en el equipo de secado tienen diferente objeto, una se regenera al hacer pasar aire caliente que se expulsará a la atmósfera, la otra seca el aire que sale de la tolva y lo regresa al sistema.

A determinado tiempo, una válvula realiza la conmutación de las celdas y así cambian de función. El aire es transportado por medio de turbinas. El diagrama se ejemplifica a continuación.



1.6 PARAMETROS DE PROCESO.

El conocimiento de los parámetros de moldeo y su influencia en la calidad de la pieza so la base para inyectar en forma rentable.

Si se quiere optimizar el ajuste de la máquina, se debe únicamente variar un parámetro a la vez y observar el resultado en la pieza obtenida (durante algunos ciclos). Solo de esta manera se puede determinar si el ajuste del parámetro originó una mejora en la calidad de el artículo.

El concepto de calidad se puede ver bajo distintos criterios. Por lo general en la práctica se habla de calidad, cuando la pieza moldeada cumple con todos los requerimientos establecidos para su función. En forma rentable se logra una buena calidad bajo el lema: "La calidad requerida, mas no necesariamente la calidad máxima alcanzable"

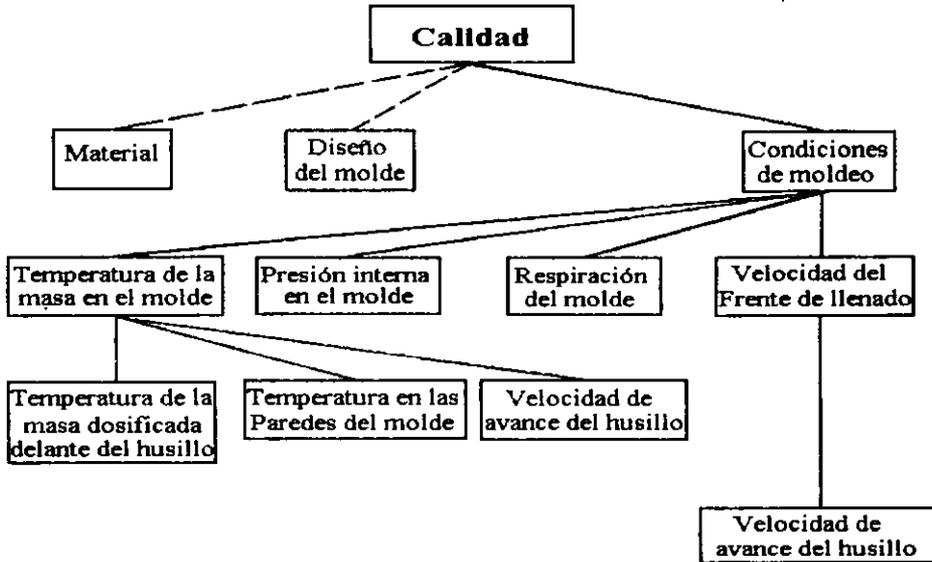
¿Qué parámetros van a influir en la calidad?

Factores que influyen en la calidad

Los parámetros más importantes de moldeo:

- 1.- Velocidad de inyección
- 2.- Presión de inyección
- 3.- Punto de cambio de presión de inyección a presión posterior
- 4.- Presión posterior
- 5.- Tiempo de presión posterior
- 6.- Temperatura de molde
- 7.- Temperatura de masa

- 8.- Revoluciones de husillo
- 9.- Contrapresión
- 10.- Temperatura en la zona de alimentación
- 11.- Tiempo de enfriamiento

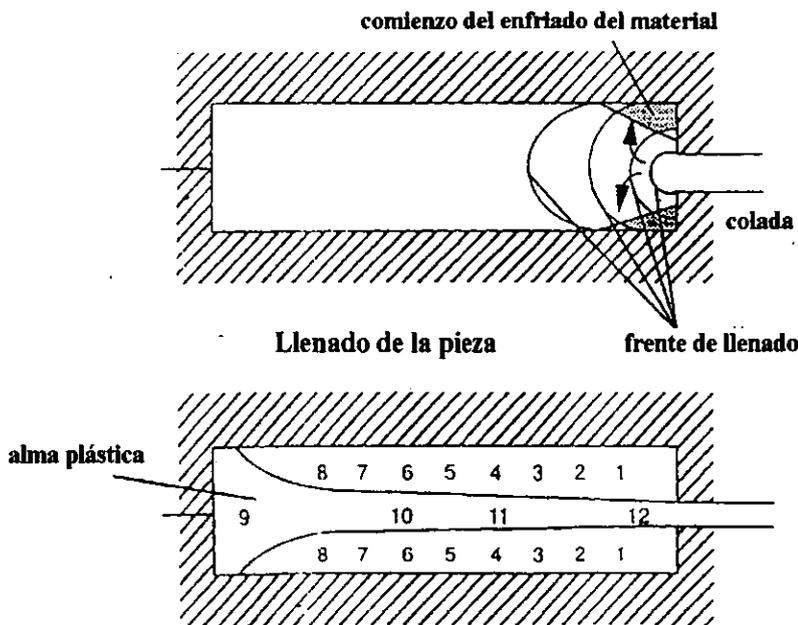


1.- Velocidad de inyección: Cuando el material y la geometría de la pieza lo permiten, se debe inyectar a alta velocidad. La ventaja es que entonces el material plastificado no muestra grandes diferencias de temperatura durante la inyección.

En general se puede afirmar, que entre más delgada sea la pieza, más rápido se tiene que inyectar el material. Cuando la pieza es muy voluminosa se obtienen mejores resultados inyectando a baja velocidad, ya que de esta forma la pieza se llenará más uniformemente.

Una baja velocidad de inyección no eleva mucho la temperatura de la masa, ya que se reducen efectos de fricción y cizallamiento. En materiales semicristalinos esto trae como consecuencia, que aumente el peso de las piezas.

Otro factor importante es, que la masa no entre en la cavidad en forma de chisquete, sino avance en forma de una ola formando un frente de llenado. Al entrar el material a la cavidad con velocidad excesiva se puede formar en ciertos casos un chisquete, sobre todo con puntos de inyección mal colocados. Lo anterior puede ser evitado o reducido escalonando la velocidad de inyección.



El material entra en la cavidad conforme a la secuencia numérica

Dicho escalonamiento se debe de realizar de tal manera que se inicie inyectando a baja velocidad hasta lograr un frente de llenado y a partir de ese momento incrementar la velocidad de inyección .

2.- Presión de inyección: En la mayoría de los casos no se limita la presión de inyección y se hace el cambio a presión posterior entre 80 y 90 % del llenado volumétrico. De esta manera se va formando la presión de inyección según la resistencia que se le presente al flujo de la masa en el molde y se puede mantener por lo tanto, el valor de la velocidad de inyección constante hasta el punto de cambio a presión posterior.

Si se limitara la presión de inyección a un nivel demasiado bajo, la resistencia al flujo de la masa después de cierto recorrido no podría ser compensada por la presión de inyección ajustada, como consecuencia disminuiría la velocidad de inyección.

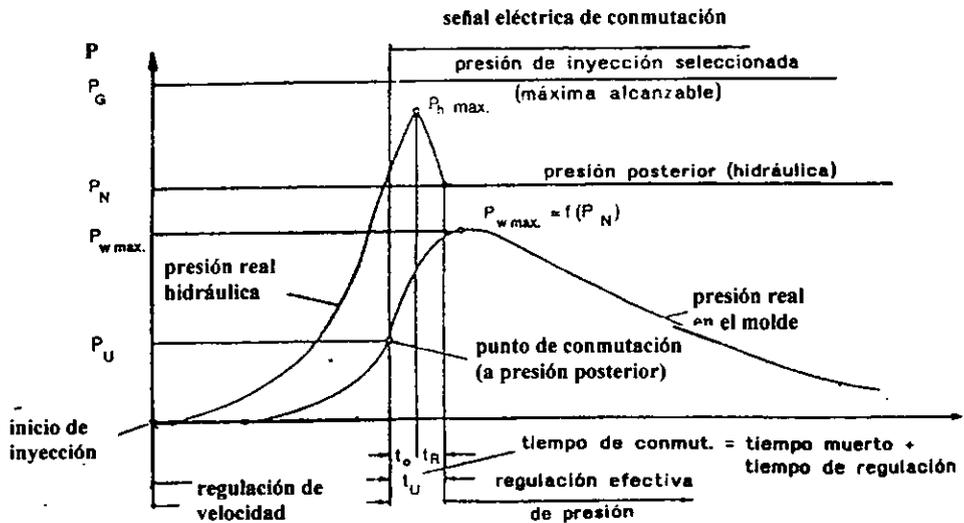
Diferencias en la velocidad de inyección al momento de cambio a presión posterior se reflejan en la pieza de distintas formas, entre otras, variación en el peso y con esto alteraciones en las propiedades específicas de la pieza.

3.- Punto de cambio de presión de inyección a presión posterior: Cuando la cavidad de el molde ha sido llenada entre el 80 y 98 %, se debe en la mayoría de los casos cambiar a una presión posterior más baja. No se debe rebasar un determinado valor máximo de presión en el molde, que depende en cada caso del molde y del material. Para que la pieza no sea sobreinyectada, es de gran importancia que el cambio a la presión posterior se haga en el momento oportuno.

Ya que el cambio se realiza a través del sistema hidráulico de la máquina, se deben considerar tiempos perdidos en la conmutación.

El incremento de la presión real de inyección durante el tiempo muerto varía según las condiciones de moldeo, y el nivel máximo que éste alcance se manipula con el ajuste del punto de conmutación.

Ejemplo: Entre más alta se elija la velocidad de inyección, más inclinada será la pendiente de la curva de la presión de inyección (esto se debe a la mayor resistencia que se le opone al flujo de la masa en el molde). Por esta razón aumentará el crecimiento de la presión durante los tiempo muertos. Consecuentemente se tiene que adelantar el cambio a presión posterior.



Cambio de regulación de velocidad a regulación de presión

El cambio a presión posterior se puede hacer en función de la carrera, del tiempo y de la presión.

Cambio en función de la carrera - La presión posterior se activa a partir del recorrido del husillo "comienzo de presión posterior". Esto equivale a un cambio en función del volumen inyectado. Este método de cambio dará buenos resultados mientras no varíe el volumen dosificado.

Cambio en función del tiempo - El cambio a presión posterior se efectúa después de transcurrir cierto tiempo. El valor correcto de dicho tiempo se obtiene en la mayoría de los casos inyectando previamente en función de la carrera. Para un cambio exacto en función del tiempo es muy importante que sea uniforme la viscosidad del material.

Cambio en función de la presión hidráulica - El cambio a presión posterior se realiza con la ayuda de un sensor de presión que está montado en el cilindro hidráulico de inyección.

Cambio en función de la presión interna en el molde - con la ayuda de un sensor de presión o un transductor de fuerza instalado en el molde se puede medir la presión interna en el molde y por lo tanto hacer el cambio en función de dicha presión. Sin embargo, es de suma importancia la colocación correcta del sensor. Como en este caso siempre se hace el cambio a la misma presión interna del molde, se pueden compensar hasta cierto punto otro tipo de fluctuaciones.

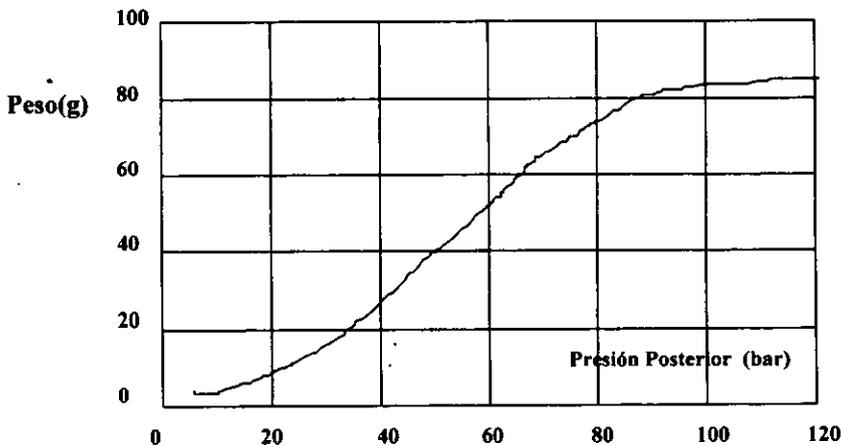
4.- Presión posterior : En la fase de presión posterior se llena en su totalidad la pieza que lleva aprox. 98% del llenado de la primera fase de inyección y se compensan las contracciones de masa originadas por enfriamiento.

Solamente trabajando con cojín de masa puede tener un efecto la presión posterior (de otra forma no se puede transmitir la presión a la cavidad). La fase de presión posterior influye en forma importante en la calidad de la pieza por lo que respecta: acabado

superficial, exactitud dimensional y características mecánicas. Muy ligado a este parámetro es el tiempo de presión posterior.

La magnitud de presión posterior debe ser únicamente la necesaria para evitar huecos internos y rechupes. Entre más alta sea la presión posterior más aumentará el peso de la pieza, su espesor de pared y la presión interna en el molde.

Al determinar la magnitud de presión posterior se debe considerar suficiente tiempo de presión posterior. (de otra manera el material regresará de la cavidad).



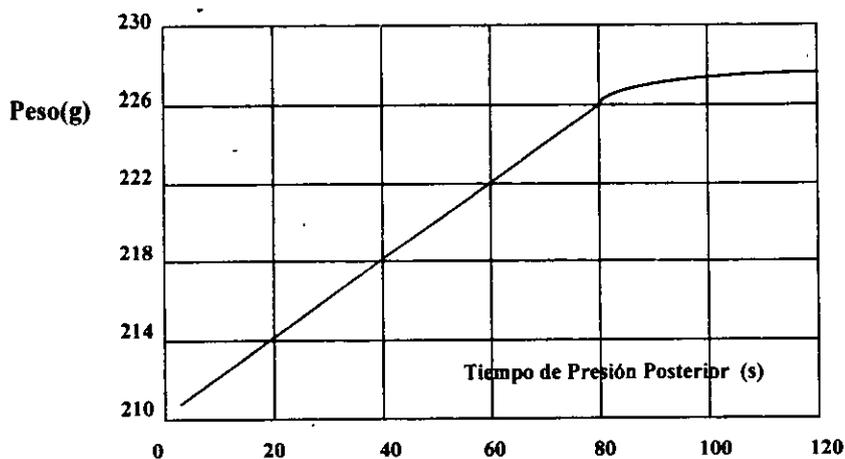
Peso en función de la magnitud de presión posterior

5.- Tiempo de presión posterior: El tiempo de presión posterior depende, entre otras cosas, del espesor de pared y la sección transversal del punto de inyección. El tiempo de presión posterior debe estar únicamente activo mientras se haya enfriado el punto de inyección y por lo tanto quede bloqueado.

En este caso se habla de un punto de bloqueo.

¿Cómo se puede determinar el tiempo de bloqueo?

Se puede determinar con base al incremento del peso de la pieza, cuando son piezas muy pequeñas se necesitará de una báscula de precisión hasta de 0,01 - 0,001 gr. El tiempo de presión posterior deberá ser incrementado aprox. Cada 4 - 5 ciclos. A partir de cierto tiempo de presión posterior, la pieza va a alcanzar un peso máximo, el cual prácticamente ya no aumentará. Después de este tiempo ya no tiene sentido mantener la presión posterior ya que la entrada de material por la cavidad (el punto de inyección) está fría y por tanto bloqueada. Si se mantiene la presión posterior después del punto de bloqueo, lo único que sucederá será compactación innecesaria de colada y una pérdida en nuestro tiempo de ciclo.



Peso en función del tiempo de presión posterior

Se deben de pesar únicamente la piezas sin colada. Referencias:

Envases de pared delgada	aprox. 0,1 - 0,5 seg.
Piezas con punto pequeño de inyección	aprox. 0,5 - 3.0 seg.
Piezas con colada gruesa tipo barra	aprox. 5.0 - 10 seg.
Lentes con espesor de pared de 12 - 15 mm	hasta aprox. 120seg.

6.- Temperatura de molde: Esta influye de manera importante en la calidad de la pieza así como en otros parámetros de proceso. Un aspecto primordial en la inyección es mantener la temperatura del molde uniforme. La temperatura adecuada, depende en cada caso del material a inyectar y de las especificaciones de calidad requeridas.

En el moldeo de piezas técnicas la variación de la temperatura en el molde no debe ser mayor de $\pm 1-2$ grados centígrados. Esto significa, entre otros aspectos, que los termoreguladores deben contar con una bomba potente (aprox. 4 - 5 bares) y una alta capacidad de enfriamiento.

7.- Temperatura de la masa: Mantener la temperatura de la masa a un nivel constante es un requisito primordial para poder producir piezas de calidad uniforme. Variaciones en la temperatura de masa cambian todas las características termodinámicas del material plastificado como son: viscosidad, densidad (volumen específico), degradación térmica, cristalinidad, orientación de las moléculas así como el comportamiento mecánico y físico.

La temperatura de la masa, que no hay que confundir con la temperatura ajustada en el cilindro de plastificación, se puede medir usando un pirómetro de aguja insertándolo en la masa recién inyectada al aire. Como referencia se tienen que tomar las recomendaciones del fabricante del material.

Frecuentemente se habla de un tiempo de residencia de el material en el cañón . ¿Qué es el tiempo de residencia del material en el cañón?

El tiempo de residencia del material es el tiempo que tarda un grano de material (pellet) en recorrer desde la entrada en la zona de alimentación hasta la salida del cilindro de plastificación. Si el tiempo de residencia del material es largo, se recomienda la temperatura más baja sugerida por el fabricante, por el contrario si el tiempo de residencia es demasiado corto entonces se recomienda la más elevada. El tiempo de ciclo y la carrera de dosificación influyen en forma determinante en el tiempo de residencia. Por ejemplo,

carrera máxima de dosificación = 180 mm

tiempo de ciclo en automático = 40 seg.

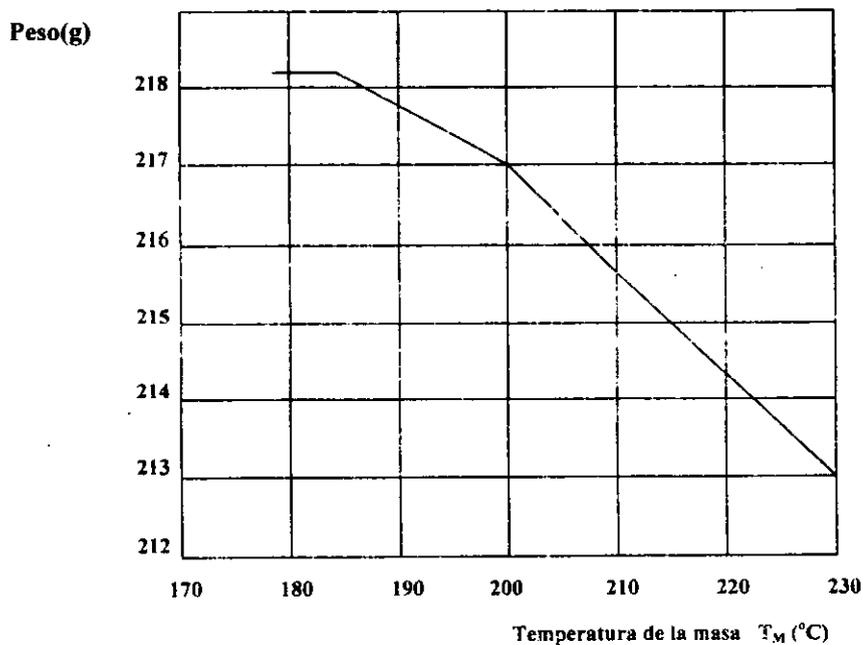
Si el husillo recorre la carrera máxima de dosificación, entonces se encuentra en el cañón una cantidad de material para hacer 1.6 inyecciones (máquinas con husillo Longitud / Diámetro 20:1). Esto significa que si la carrera máxima de dosificación es de 180 mm, resulta un tiempo de residencia de la masa en el cañón de $1.6 \times 40 \text{ s} = 64 \text{ s}$. Si en la misma máquina se carga únicamente a 90 mm, resulta un tiempo de residencia en el cañón de $3.2 \times 40 = 128 \text{ s}$. Con este ejemplo, donde se muestran las posibles diferencias en el tiempo de residencia, se ilustra claramente que el ajuste de la temperatura dentro del margen sugerido por el fabricante, se debe hacer en función del tiempo de residencia.

Si se trabaja con un molde de colada caliente se tiene que considerar el tiempo de residencia dentro del canal de colada caliente, ya que este canal significa una extensión del trayecto del material plastificado.

Para mantener la temperatura de la masa delante del husillo a un nivel uniforme es muy importante que no haya variaciones en el tiempo de dosificación. Tales variaciones pueden presentarse si el material no entra y avanza de manera constante en el cilindro de

plastificación, si fluctúa la velocidad de giro del husillo o cambia la contrapresión. Todos esos aspectos se reflejan en la distribución de la temperatura de la masa lo que por su parte influye en la formación de la presión real en la cavidad del molde.

Otro punto a considerar es la interpolación entre el peso específico de la pieza y la temperatura de masa. Cuando la temperatura de masa es demasiado baja, el peso de la pieza será mayor que cuando la temperatura es más elevada. Este efecto se explica de la siguiente forma: A temperaturas bajas, el peso específico de la masa es mayor. Si se trabaja a temperaturas más elevadas, disminuye el peso específico; y como el volumen de la cavidad es el mismo, se reduce el peso total. Por lo tanto, piezas que fueron inyectadas con masa a menor temperatura, teniendo mayor densidad, van a ser más pesadas. Esto no siempre se manifiesta con claridad ya que durante la fase de presión posterior este efecto se compensa hasta cierto grado. La tendencia de las curvas de espesor de pared y la longitud de la pieza, con respecto a la temperatura de masa, sería la misma.



Peso de la pieza en función de la temperatura de masa

En plásticos amorfos (PS, PMMA, PVC, etc.) también puede suceder eventualmente que a mayor temperatura la pieza aumente su peso. Esto se debe a que la masa fundida de estos plásticos se deja compactar mejor. En este caso también cambiaría la tendencia de manera correspondiente, de las curvas de espesor de pared y de la longitud de la pieza.

8.- Revoluciones de husillo: La velocidad de giro y el torque del husillo dependen primordialmente del material que se va a procesar. Para asegurar una buena homogeneidad en el material plastificado, las revoluciones de husillo deben ser relativamente bajas. Entre más bajas son las revoluciones, menos maltrato sufre el material durante la plastificación. Materiales sensibles a la fracción, como por ejemplo PVC (rígido), se requieren revoluciones especialmente bajas de apenas aproximadamente 40 - 50 r.p.m..

Por lo general se usa el tiempo de enfriamiento para plastificar el material, esto quiere decir que si el tiempo de enfriamiento es de 15 seg., el tiempo de plastificación debería ser de 14 seg.. Si esto no se puede realizar (por ejemplo en el moldeo de lentes donde el tiempo de enfriamiento es demasiado largo), entonces se debe iniciar la dosificación con retardo si se tiene esa opción en la máquina de inyección. De esta manera no se aumenta de manera innecesaria el tiempo de residencia del material plastificando en el cilindro de plastificación.

Al seleccionar las revoluciones de husillo también se deberá escoger correctamente el torque del motor requerido. La selección correcta depende en cada caso del material a procesar.

9.- Contrapresión: Es aquella presión seleccionable que se ajusta con el fin de que se oponga resistencia al husillo a través del cilindro hidráulico de inyección durante la dosificación. En el material desplazado hacia la punta del husillo se tiene que formar una presión mayor que la ajustada como contrapresión para que la masa plastificada pueda desplazar el husillo hacia atrás durante el movimiento de carga. Gracias a la contrapresión, que hace que se compacte

la masa enfrente del husillo, se desaloja el aire que se introdujo junto con los granos de material (pellets) y se homogeneiza mejor el material plastificado.

Para poder mantener un volumen de carga constante es de fundamental importancia ajustar siempre algo de contrapresión. La magnitud de la contrapresión depende en cada caso del material a plastificar y se ajusta por lo general entre 50 y 250 bares de presión específica.

Presión específica = presión hidráulica x factor de transmisión del husillo

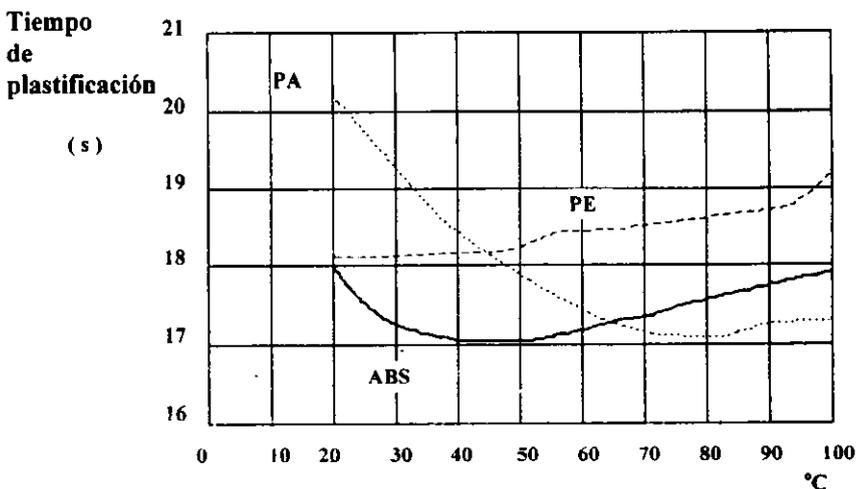
Factor de transmisión del husillo = Área del pistón de inyección / área de la sección transversal del husillo

Cuando se está plastificando PVC-U (rígido) se debe trabajar con mayor contrapresión (200-400 bares específicos). De esta manera se pueden ajustar temperaturas más bajas en el cilindro de plastificación, ya que con mayor contrapresión se genera más energía por fricción. En caso de una degradación térmica del material resulta más fácil corregir la temperatura de la masa a través de la contrapresión (aumento o disminución de la fricción), que a través de la disminución de las temperaturas del cilindro.

Para conseguir mejores resultados de mezclado, usando "Masterbatch", pigmento o pasta, es conveniente aumentar ligeramente la contrapresión.

10.- Temperatura en la zona de alimentación del cilindro de plastificación: la preparación de masa homogénea para inyectar es un factor relevante para producir piezas de calidad. Para esto es necesario un correcto ajuste de las temperaturas en el cilindro de plastificación de acuerdo al material que se va a inyectar. Esto incluye, además de las zonas de calefacción MHI - MH4, también la temperatura en la zona de alimentación del cilindro.

Pruebas experimentales han demostrado que para tener una correcta introducción y avance del material al cilindro es decisiva la correcta selección de la temperatura en la zona de alimentación del cilindro de plastificación. El margen de ajuste recomendado para el proceso óptimo es de aprox. 20 - 95 °C, con el cual se cubre toda la gama de plásticos. La forma más segura de saber si se ha seleccionado la temperatura correcta en la brida es un tiempo de plastificación corto y constante. Para encontrar esta temperatura ideal es recomendable hacer pruebas variando cada vez la temperatura haciendo brinco de 5 °C. Es evidente que el tiempo de plastificación más corto, se da cuando se tiene la óptima entrada y avance del material en el cilindro de plastificación.



Temperatura en la zona de alimentación

La temperatura se deberá determinar individualmente para cada tipo de material que se vaya a procesar. Recomendaciones de temperatura:

PS (Poliestireno) 20 - 30 °C

SB	(Copolímero de Estireno Butadieno)	20 - 30 ° C
ABS	(Copolímero de Acrinitrilo-Butadieno-Estireno)	35 - 45 ° C
PA	(Poliamida)	60 - 80 ° C
PE	(Politileno)	20 - 30 ° C
PP	(Polipropileno)	20 - 30 ° C
POM	(Poliacetil)	30 - 40 ° C
PMMA	(Polimetil Metacrilato)	50 - 60 ° C
PC	(Policarbonato)	70 - 90 ° C
PVC-U	(Cloruro de Polivinilo rígido)	30 - 40 ° C
PVC-P	(Cloruro de Polivinilo blando)	40 ° C
PPO	(Polióxido de Fenileno)	40 ° C
CA	(Acetato de Celulosa)	40 ° C
CAB	(Acetobutirato de Celulosa)	40 ° C
CAP	(Acetopropionato de Celulosa)	40 ° C
CP	(Propionato de Celulosa)	40 ° C

11.- Tiempo de enfriamiento: El tiempo de enfriamiento empieza realmente cuando entra el material a la cavidad y termina con el comando de "apertura de molde". El tiempo de enfriamiento que se ajusta en la máquina sin embargo, por cuestiones practicas, empieza a partir del final de presión posterior

El tiempo de enfriamiento necesario depende principalmente del espesor de pared, de la entalpía del material plastificado, de la eficiencia del enfriamiento y de la forma de la pieza. Durante el tiempo de enfriamiento se absorbe la cantidad necesaria de calor de la pieza para que esta tenga rigidez suficiente para ser desmoldada sin deformarse.

Algunos factores importantes dentro de los elementos del proceso en moldeo del plástico son :

- La fuerza del cierre de molde
- La cantidad de material a inyectar.

La importancia fundamental de la fuerza de cierre es evitar que el molde presente apertura alguna durante la fase de inyección de material, la unidad de cierre es la que genera y mantiene dicha fuerza. A continuación se realiza un ejemplo de el cálculo matemático de la fuerza necesaria para el cierre:

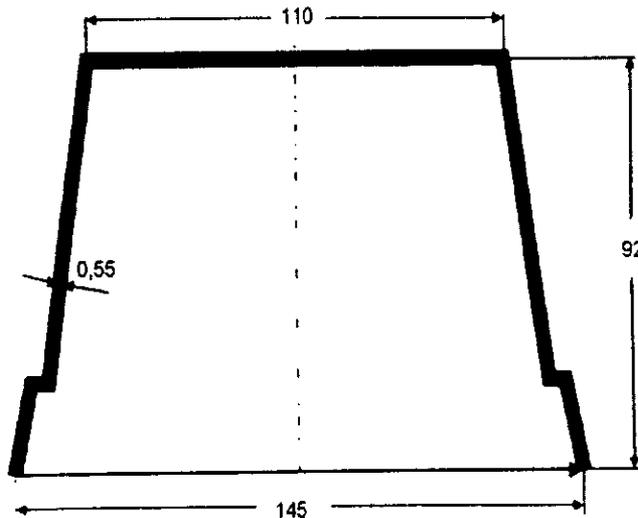
según cálculo, Fuerza de cierre es igual al producto de la presión interna en el molde por el área proyectada

$F = P \times A$ donde F = fuerza de cierre mínima necesaria (KN)

P = presión interna en el molde generada por el material (bar)

A = área proyectada (paralela a la cara del molde, cm^2)

si se tiene una maceta con las siguientes dimensiones



$V = P / \rho$ donde, $V =$ volumen (cm^3)

$P =$ peso de las piezas + colada (gr.)

$\rho =$ densidad del material (gr./cm^3)

si se tiene un molde con una cavidad, que forma una maceta de polipropileno cuyo peso es de 24 gramos; sabiendo que la densidad del polipropileno es de $.96 \text{ gr/cm}^3$, y que la colada (ramificación) pesa 3 gr.; se tendría:

$$\begin{aligned}\text{Volumen} &= (24 + 3) / .96 \\ &= 27 / .96 \\ &= 28.12 \text{ cm}^3\end{aligned}$$

esto es, que si requiere formar al 100 % la maceta y tener cojín de masa, se tiene que dosificar por lo menos 29 cm^3 de material.

1.7 SEGURIDAD E HIGIENE.

En muchas ocasiones podremos decir que la seguridad va de la mano con la higiene o limpieza del lugar de trabajo; con un lugar limpio y ordenado podemos disminuir la posibilidad de accidentes en cualquier lugar no sólo en la industria; con lo que garantizamos en grande manera la seguridad de las personas y de las mismas máquinas.

Las máquinas de la actualidad cuentan con sistemas y avisos de seguridad los cuales no se tiene que pasar por alto ni mucho menos tratar de sobrepasarlos, de tal forma que al hacerlo estamos atentando contra nuestra integridad física o con la vida misma. El uso del equipo de protección adecuado para cada actividad es de suma importancia. En los manuales de las máquinas se hace énfasis con los detalles de seguridad mismos que se tienen que acatar al pie de la letra, por ejemplo al hacer la limpieza del husillo se tienen que utilizar guantes de asbesto, botas con casquillo, careta y la herramienta adecuada para alargar la vida de nuestra máquina, molde o equipo periférico.

Algunas medidas de seguridad e higiene recomendadas son las siguientes:

- Se tienen que seguir los planes de mantenimiento que sugieren los fabricantes, ya sean preventivos o correctivos.

- Se recomienda cambiar los dispositivos de seguridad como microinterruptores dañados, por otros de la misma marca y especificación.

- Si el vaciado de material se realiza a mano se debe evitar el derramamiento de éste hacia la máquina o hacia el piso, y si sucede así, limpiar el lugar para no ocasionar resbalones de las personas.

- Si existe fuga de aceite por algún dispositivo hidráulico que empiece a formar charcos en la maquina o piso; reparar problema y dejar perfectamente limpia el área

- Limpiar y engrasar las partes de la máquina, molde o periférico expuestas a la corrosión por humedad en el ambiente.

- Realizar planes y simulacros periódicos de emergencia en caso de accidente o sismos.

- Capacitar al personal de acuerdo a la función que desempeñe, el personal capacitado disminuye la posibilidad de accidentes, de dañar la máquina o equipo, y garantiza un desarrollo productivo.

- Los materiales reciclables, reprocesarlos en la medida que la pieza por obtener lo permita, o utilizarlos para otros productos o fines.

CAPITULO II: "PROGRAMA DE LA ASIGNATURA"

2.1 DURACION DEL CURSO

El curso para cualquier asignatura impartida en el área mecánica o el área industrial generalmente tiene una duración de un semestre (6 meses) equivalente a 24 semanas de actividad escolar; de éstas sólo 16 son de clases efectivas y, tomando en cuenta que se requieren de 4 horas a la semana para la impartición de la asignatura se tendría la cantidad de 64 horas clase efectivas, mismas que se repartirían de acuerdo a el capítulo por ver.

- Limpiar y engrasar las partes de la máquina, molde o periférico expuestas a la corrosión por humedad en el ambiente.
- Realizar planes y simulacros periódicos de emergencia en caso de accidente o sismos.
- Capacitar al personal de acuerdo a la función que desempeñe, el personal capacitado disminuye la posibilidad de accidentes, de dañar la máquina o equipo, y garantiza un desarrollo productivo.
- Los materiales reciclables, reprocesarlos en la medida que la pieza por obtener lo permita, o utilizarlos para otros productos o fines.

CAPITULO II: "PROGRAMA DE LA ASIGNATURA"

2.1 DURACION DEL CURSO

El curso para cualquier asignatura impartida en el área mecánica o el área industrial generalmente tiene una duración de un semestre (6 meses) equivalente a 24 semanas de actividad escolar; de éstas sólo 16 son de clases efectivas y, tomando en cuenta que se requieren de 4 horas a la semana para la impartición de la asignatura se tendría la cantidad de 64 horas clase efectivas, mismas que se repartirían de acuerdo a el capítulo por ver.

2.1.1 Créditos

Es importante que los alumnos obtengan el mayor provecho de el contenido de la asignatura, de tal forma que con esto lograrán tener un contacto más estrecho entre la industria y la universidad con lo que se prepararán para su futuro desempeño dentro de las empresas; lo anterior es razón para justificar los 10 créditos que se necesitarán para cursar la materia, con lo que el alumno le tendrá que dedicar más tiempo de estudio y atención con relación a otras materias que también se imparten en la carrera de Ingeniería.

2.1.2 Horas clase

Tema	horas teóricas	horas prácticas
capitulo I. Antecedentes históricos	4	
capitulo II. Procesos de transformación	8	
capitulo III. Tecnología del plástico	7	1
capitulo IV. Máquinas de inyección	10	8
capitulo V. Equipos auxiliares	6	
capitulo VI. Parámetros de proceso	7	7
capitulo VII. Seguridad e higiene	6	
	<hr/>	
total	64 horas clase	

los capítulos que requieren de más dedicación por parte de los alumnos son como se ve en la tabla de arriba son, el capítulo IV y el VI; debido a la importancia de su contenido, mismo que es la esencia de la materia.

2.2 ANTECEDENTES TEORICOS, OBJETIVO Y CONTENIDO

2.2.1 Capitulo I. Antecedentes históricos.

Antecedentes teóricos: **ninguno.**

Objetivo: Que el alumno conozca los antecedentes históricos de la utilización de los materiales plásticos por el hombre y la evolución de la industria del plástico.

Contenido: Antecedentes de la utilización del material plástico, auge de la utilización, ventajas y desventajas de su uso, así como futuro de la industria del plástico.

2.2.2 Capitulo II. Procesos de transformación.

Antecedentes teóricos: El alumno deberá tener algunos conceptos en claro obtenidos en materias como **Ingeniería de Procesos Industriales y Procesos de Conformado de Materiales**; tales como los referentes a moldes y extrusión.

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

Objetivo: Que el alumno conozca los procesos básicos importantes en el proceso de la transformación del plástico.

Contenido: Los principales procesos de transformación de los que se derivan muchos otros:

- Moldeo por compresión
- Moldeo por extrusión
- Moldeo por termoformado
- Moldeo por inyección

2.2.3 Capitulo III. Tecnología del plástico.

Antecedentes teóricos: **Química, Física, Tecnología de Materiales 1 y 2**

Objetivo: Que el estudiante adquiera el criterio de selección e identificación de los plásticos, así como, el conocimiento del comportamiento de estos para ser procesados.

Contenido: - Conceptos de polimerización, poliadición, policondensación.
- Clasificación: termofijos, termoplásticos y elastómeros.
- Tipos y utilización de aditivos en los materiales plásticos.
- Ensayo físico de identificación de los materiales.

2.2.4 Capítulo IV. Máquinas de inyección.

Antecedentes teóricos: **Instrumentación y Control, Máquinas de Desplazamiento Positivo, Termodinámica e Hidráulica, Diseño de Elementos de Máquinas.**

Objetivo: Que el alumno se familiarice con el sistema “máquina de inyección de plástico” y que aprenda a distinguir sus partes complementarias así como el funcionamiento de estas.

- Contenido:
- Definición y clasificación.
 - Unidad de plastificación.
 - Unidad de cierre.
 - Partes principales y función de cada una de éstas.
 - Sistema hidráulico.
 - Simbología.
 - Sistema de control.

2.2.5 Capítulo V. Equipos Auxiliares.

Antecedentes teóricos: **ninguno**

Objetivo: El alumno conocerá el objeto y funcionamiento de equipos auxiliares o periféricos; así como sus partes integrantes.

- Contenido: - Termorregulador.
- Molinos.
- Equipo secador.

2.2.6 Capítulo VI. Parámetros de proceso.

Antecedentes teóricos: **Elementos de Mecánica de Fluidos, Termodinámica, Diseño de Máquinas.**

Objetivo: El estudiante obtendrá la habilidad de moldear una pieza de plástico basándose en los parámetros importantes para el moldeo.

Contenido: Parámetros de moldeo:

- Velocidad de inyección
- Presión de inyección.
- Punto de cambio a presión posterior.
- Presión posterior.
- Tiempo de presión posterior.
- Temperatura de molde.
- Temperatura de masa.
- Revoluciones de husillo.

- Contrapresión.
- Temperatura en la zona de alimentación.
- Tiempo de enfriamiento.

Además del cálculo para fuerza de cierre y dosificación de material.

2.2.7 Capítulo VII. Seguridad e higiene.

Antecedentes teóricos: **Calidad.**

Objetivo: Dar a conocer lo importante de la seguridad y la higiene dentro de cualquier ámbito de trabajo, creando conciencia en los estudiantes para tener una cultura de calidad, competitividad, y mejoramiento ambiental.

Contenido: Recomendaciones de seguridad e higiene en el ámbito Industria, Máquina, Hombre, Equipo.

2.3 TÉCNICAS DE ENSEÑANZA.

Se realizarán prácticas en campo en donde los alumnos puedan conocer físicamente el sistema “Máquina de inyección de plástico” (partes, funcionamiento, moldes, diseño, materiales, parámetros de proceso, etc.) donde aprenderán a manejarla; esto es, se visitarán empresas que trabajen con máquinas de inyección de plástico por

ejemplo Gillette de México. A la vez se podrá visitar el anexo de Ingeniería en la Universidad Nacional Autónoma de México, donde recientemente se adquirió una máquina de inyección de plástico (DEMAG) con tecnología de punta.

Se realizarán trabajos de investigación y exposición oral acerca de los temas con la finalidad de que el alumno tenga una cultura profesional de investigación, y a la vez estimularlo a perder el miedo ante grupos numerosos de personas adquiriendo la confianza en si mismo.

Se proyectarán audiovisuales o acetatos con los que se pretende el completo entendimiento de: proceso de inyección, sistema hidráulico, tipos y funcionamiento de las máquinas y sistemas de control.

El alumno contará con toda la información vista a lo largo de los temas para que ésta le sirva de acervo bibliográfico y de consulta en su futuro profesional.

2.1 LA EVALUACION

Los **trabajos de investigación** serán entregados para su revisión, durante la revisión se harán anotaciones para que el alumno perfeccione su forma de realizar trabajos de investigación, reportes, y se verificará redacción; después de la revisión, se calificarán y se regresarán al alumno.

Los **exámenes parciales** servirán para evaluar el nivel de aprendizaje en el alumno y a la vez para evaluar su calificación final. Las **tareas en casa** servirán para fomentar la participación y para que el estudiante al tomar la clase, este preparado de acuerdo al tema por ver.

La **asistencia** se tomará en cuenta al igual que la **participación en clase** y la **exposición oral**.

2.5 BIBLIOGRAFIA

INTRODUCCIÓN A LA TECNOLOGÍA DE LOS PLÁSTICOS

Michaeli / Greif / Kaufmann / Vossebürger

Hanser Editorial

INJECTION MOLDING MACHINES a user's guide

F. Johannaber

Hanser Publishers 2ª edición

INJECTION MOLDING TECHNOLOGY understanding

Herbert Rees

Hanser / Gardner Publications 1994

LA INYECCION EN FORMA BREVE Y SUCINTA

MANNESMANN DEMAG kunststofftechnik

1ª edición 1997.

LA INFLUENCIA DE LOS PARÁMETROS DE INYECCIÓN

Avance Industrial S.A.

1ª edición 1997

LA CIENCIA E INGENIERIA DE LOS MATERIALES

Donald Askeland

Grupo editorial Iberoamérica.

MANUAL DEL INGENIERO MECÁNICO.

Baumeister / Avallone / Baumeister III

Tomos I. y III. octava edición

Editorial Mc Graw Hill

INTERACTIVE CD-ROM Courses for the plastics industry

Hanser / Gardner Publications.

BIBLIOGRAFIA LOCALIZADA EN LA BIBLIOTECA DE LA U.N.A.M.

INDUSTRIAL PLASTICS: Theory and applications

Dr. Terry A. Richardson

South Western Publishing Co.

TRANSFORMACION DE PLASTICOS

V. K. Savgorodny

Editorial Gustavo Gili

QUIMICA Y TECNOLOGIA DE LOS PLASTICOS

Walter E. Driver

CECSA

ENGINEERING PLASTICS

Economic Commission for Europe

United Nations

MOLDES PARA INYECCION DE PLASTICOS

Dr. Ing. G. Menges

Editorial Gustavo Gili

POLYIMIDES

D. Wilson/ H.D. STENZENBERGER

Blakie

TRATAMIENTO DE LAS SUPERFICIES DEL PLASTICO

K. STOECKHERT

Editorial Gustavo Gili

PLASTICS MOLDS AND DIES

SORS/ BARDOC'S

Editorial Gustavo Gili

MOLDES Y MAQUINAS DE INYECCION PARA LA TRANSFORMACION DE

PLASTICOS Tomo I y Tomo II

Giani Bodini/ Franco Cacchipesani

Editorial Mc Graw Hill

INYECCION DE PLASTICOS

Walter Mink

Editorial Gustavo Gili

CAPITULO III: "CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES"

Si existe alguna manera de agradecerle a la Universidad Nacional Autónoma de México y a mi país México, los años de apoyo para mi formación profesional como Ingeniero Mecánico Electricista. Considero que el hecho de poder implementar la asignatura "Tecnología del moldeo por inyección de plástico" sería una de ellas.

En la actualidad me encuentro laborando en una de las industrias de la transformación del plástico con mayor prestigio en México, como personal de servicio técnico; dentro de este departamento me encargo de auxiliar al cliente en la solución de sus problemas con las máquinas de inyección, dar cursos de capacitación sobre el manejo y operación de las máquinas, asesoramiento sobre ajustes de proceso para la obtención de las piezas de plástico terminadas, etc. . Pero esto no es suficiente; día a día la industria del plástico adquiere mayor crecimiento y por lo tanto, la demanda de Ingenieros preparados en este ámbito; empresas importantes a nivel nacional como:

- AMP DE MEXICO
- AVON
- BARDAHL
- COLGATE PALMOLIVE
- COMPAÑÍA DISTRIBUIDORA DEL CENTRO (PFIZER)

- DART TUPPERWARE
- GILLETTE DE MEXICO.
- KOBLENZ ELECTRICA
- MOULINEX KRUPS
- NACIONAL DE CONDUCTORES ELECTRICOS
- PRODUCTOS PELIKAN
- ROBERT BOSCH
- SOLA BASIC
- WEXLER DE MEXICO

por mencionar algunas empresas; mismas que siguen creciendo y demandando ingenieros que tengan el conocimiento suficiente para desenvolverse en la industria de la-transformación de el material plástico.

En conclusión, propongo se realice una prueba piloto de la asignatura para evaluar su factibilidad en el plan de estudios de la carrera Ingeniería Mecánica Eléctrica, en la que ofrezco los conocimientos obtenidos durante los años de labor en servicio técnico con el fin de apoyar a los futuros Ingenieros a egresar con un perfil de conocimientos prácticos y teóricos; y por tanto con un nivel profesional más competitivo con relación a otras instituciones técnicas como el CONALEP que empiezan o ya tienen implementada este tipo de cursos o materias; y finalmente, a incrementar el prestigio “nuestra máxima casa de estudios”.

Garantizando que el alumno tenga todos los elementos teóricos obtenidos en el curso y todos los elementos prácticos obtenidos de visitas guiadas a las empresas para ser competitivo y productivo en el ámbito profesional - laboral.