


**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**  
**FACULTAD QUIMICA**

**ESTUDIO TECNICO-ECONOMICO DE LA FABRICA-  
CION DE GABINETES DE PLASTICO PARA  
RECEPTORES DE RADIO Y T. V.**



**T E S I S**  
**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE**  
**INGENIERO QUIMICO**  
**P R E S E N T A**

**ISRAEL JAIME CUKIER CHERVIN**

**MEXICO, D. F.**

**1967**



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.

	<b>PRESIDENTE</b>	Julio Tesón Zavaleta
	<b>VOCAL</b>	Eduardo Rojo y de Regil
<b>JURADO ASIGNADO</b>	<b>SECRETARIO</b>	Enrique García López
<b>ORIGINALMENTE SEGUN</b>	<b>1er. SUPLENTE</b>	Fernando Iturbe Hermann
<b>EL TEMA</b>	<b>2o. SUPLENTE</b>	Edmundo Pérez Paredes

**ETIIO DONDE SE DESARROLLO**

**EL TEMA :**

**CONSANTO MEDICANA, S. A.**

**NOMBRE COMPLETO Y FIRMA**

**DEL SUSTENTANTE :**

**ISRAEL JAIME CUKIER CHERVIN**

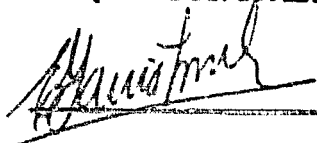


---

**NOMBRE COMPLETO Y FIRMA**

**DEL ASESOR DEL TEMA :**

**ENRIQUE GARCIA LOPEZ.**



---

A MIS QUERIDOS PADRES.

A MIS HERMANOS CON CARINO.

MI AGRADECIMIENTO AL ING.  
ENRIQUE GARCÍA LÓPEZ, DIRECTOR  
DE ESTA TESIS, POR SUS ACERTADOS  
CONSEJOS.

MI AGRADECIMIENTO TAMBIÉN AL  
ING. ALFONSO GALLARDO, POR SU  
VALIOSA AYUDA.

## C O N T E N I D O

	<u>PAGINA</u>
INTRODUCCION	1
I. LA FABRICACION DE RADIOS Y T.V. EN MEXICO	3
II. CRITERIO DE "UNDERWRITERS LABORATORIES" PARA LA ACEPTACION DE MATERIALES PLASTICOS EN LA FABRICACION DE GABINETES DE RADIO Y T. V.	7
III. MATERIALES QUE PUEDEN EMPLEARSE EN LA FABRICACION DE GABINETES DE PLASTICO PARA RADIOS Y T.V., Y SUS PROPIEDADES.	12
1.- Polímeros Termofijos	12
2.- Polímeros Termoplásticos	20
IV. METODOS DE FABRICACION	37
1.- Moldeo por compresión	37
2.- Moldeo por inyección	57
3.- <u>Electrodeposición de metales</u>	75

PAGINA

V.	DEFINICION DE LOS MATERIALES MAS APROPIADOS	93
1.-	En cuanto a propiedades físicas	93
2.-	En cuanto a criterio comercial	97
VI.	CONCLUSIONES	103
	BIBLIOGRAFIA.	105

## INTRODUCCION .

El objeto primordial en el desarrollo del presente trabajo consiste en presentar en una forma resumida y concreta la situación de una industria de gran importancia para México, ya que por la extensión del país y sus deficientes sistemas de comunicación, es necesario el contacto de todas las regiones del suelo patrio entre sí para que estén enterados todos sus habitantes de la realidad nacional.

La forma en que esta comunicación se ha logrado, es a través de la radiodifusión, ya que como las últimas estadísticas lo indican, México es uno de los países más adelantados en este campo. Este gran desarrollo ha sido posible gracias al abatimiento de precios de los aparatos receptores, lo que los ha puesto al alcance de las clases económicamente débiles.

Uno de los factores que han permitido la reducción de precios antes mencionados ha sido la fabricación local de los componentes de los receptores de radio y T.V., incluyendo el cambio de tipo



de gabinete, que de ser una fabricación artesanal, se transforma en una fabricación de tipo mecánica, altamente automatizada, haciendo uso de materiales plásticos.

## CAPITULO I.

### LA FABRICACION DE RADIOS Y T.V. EN MEXICO.

México ocupa el décimo primer lugar entre los países con más aparatos receptores de radio y el décimo sexto lugar entre los de mayor número de receptores de T.V.

Según las estadísticas, en el año de 1965 la situación en toda la república era la siguiente :

Número de hogares en la República. . . . .	7,532,104
Número de hogares con receptor de radio . .	4,400,000
Número de receptores de radio. . . . .	7,281,000
Número de hogares con receptor de T.V. . .	1,200,000
Número de receptores de T.V. . . . .	1,800,000

La fabricación de radios ha llegado ha estabilizarse en los últimos dos años, después de haber crecido en más de un 100% entre los años de 1960 y 1965.

**PRODUCCION DE RADIOS EN MEXICO ( en miles de Aparatos).**

	<u>1960</u>	<u>1963</u>	<u>1964</u>	<u>1965</u>	<u>1966</u>
<b>Total de Radios</b>	530	676	956	1196	1167
<b>Por tipo :</b>					
<b>De transistores</b>		400	666	896	
<b>De Bulbos</b>		230	230	230	
<b>De automóvil</b>		46	60	70	

Como puede notarse, el incremento ha sido esencialmente en el área de radios de transistores, los cuales utilizan en su gran mayoría gabinetes de plástico.

Los radios de bulbos pueden fabricarse con gabinetes de plástico, pero normalmente se siguen fabricando con gabinetes de madera, lo cual además del alto costo de los bulbos, los hace sumamente caros, lo que ha impedido el crecimiento de su mercado y la tendencia a la eliminación de los bulbos en la fabricación de radio receptores.

Los radios para automóvil se fabrican prácticamente sin gabinete, ya que se empotran en el tablero del automóvil. El crecimiento de su mercado está basado en el crecimiento de la industria automotriz.

La industria de fabricación de radios ha llegado a un alto grado de competencia, ya que en la actualidad existen 19 fabricantes de radios, de los cuales un solo consorcio ( que representa a cinco fabricantes ); tiene aproximadamente el 60 % del mercado.

El continuo establecimiento de nuevos canales de televisión en todo el país, junto con los planes para el establecimiento de una nueva red de televisión en 1968, han actuado como un estímulo a la demanda de los receptores de T.V.

La producción y venta de televisores se constituyó en el punto fuerte de los artículos del hogar durante 1966. La producción aumentó casi en 24 % sobre 1965 y las ventas aumentaron el 30%. La producción de televisores ha crecido en un 200% durante el periodo comprendido de 1960 a 1966.

**PRODUCCION DE TELEVISORES EN MEXICO ( en miles de aparatos)**

<u>1960</u>	<u>1963</u>	<u>1964</u>	<u>1965</u>	<u>1966</u>
95	127	203	231	283

El aumento en las ventas durante 1966 también fue debido a la baja general en los precios de los aparatos de televisión, que promedió el 13% . A finales de 1966, los fabricantes redujeron los precios en sus líneas básicas hasta en 25 %, en vista de una competencia más intensa y en un esfuerzo por mantener su participación en un mercado creciente.

El número de fabricantes de receptores de T.V., es de 14, cuatro de ellos ( Admiral, General Electric, Philco y Televisión del D.F.) fabricaron casi el 75% de los televisores fabricados en México durante 1966.

La aceptación de televisores portátiles de tamaño pequeño y mediano por parte del público mexicano, llevó a los principales fabricantes de televisores a ver la conveniencia de fabricar los gabinetes de estos receptores en forma más económica. Con este fin se inició el uso de plástico en los gabinetes de estos modelos, lográndose un menor precio y una gran variedad de presentaciones (colores). Habíéndose fabricado en 1966 la cantidad de 50,000 gabinetes de plástico.

## CAPITULO II.

### CRITERIO DEL "UNDERWRITERS LABORATORIES" PARA LA ACEPTACION DE MATERIALES PLASTICOS EN LA FABRI- CACION DE GABINETES DE RADIO Y T. V.

#### 1.- Gabinetes de Receptores de T. V.

En los E. U. de Norteamérica, la aprobación por parte de "Underwriters Laboratories" es en extremo importante para la industria de la T. V. Si un modelo hecho con cierto plástico no pasa las pruebas de U. L., entonces ese material no será usado por los fabricantes de T. V. debido a posibles peligros en la seguridad del público. Para obtener aprobación de U. L., se debe moldear la parte delantera y la trasera, ensamblar estas partes completamente con los componentes eléctricos, enviar el aparato a U. L. para su prueba. Básicamente los proveedores de plástico están interesados en las pruebas de impacto de bola oscilante y distorsión por calor.

Se requiere un impacto de bola oscilante de 5 pies lb. en el frente y 4 pies lb. en la parte trasera. La parte trasera tiene la relación más baja debido al efecto más bajo necesario para la disipación de calor. El punto de impacto es seleccionado arbitrariamente por U.L., seleccionan el punto más débil de la parte delantera y de la parte trasera, y la prueba se lleva a cabo en esos puntos. Si se desarrolla una rotura donde se pueda insertar una sonda de 1/8 pulg., esto se registra como una falla. Es perfectamente aceptable que la pieza se rompa, pero una pieza no debe romperse hasta el punto en que la sonda pueda ser insertada.

La segunda prueba llevada a cabo por U.L. en el modelo ensamblado es la de distorsión por calor. En este caso hay dos pruebas (una de las cuales debe ser escogida por el fabricante). La de 90° C. es la más antigua de las dos pruebas, y consiste en colocar el aparato de T.V. en un horno controlando la temperatura a 90° C., durante siete horas. Después de sacar el aparato, si se ha llevado a cabo una distorsión suficiente para que la sonda de 1/8 pulg. se pueda insertar para tocar una parte eléctrica,

se considera una falla. Con la prueba más nueva, el aparato se coloca en un horno a 60° C., y se le aplica una carga de 130 V. Si después de siete horas bajo esas condiciones de tensión, una sonda de 1/8 pulg. no puede insertarse para tocar cualquier parte eléctrica, entonces el aparato se considera aprobado. El escoger que tipo de prueba se usará es a discreción del fabricante, y en la mayoría de los casos están usando la de 60° C. 130 V. Si falla el aparato en una de las pruebas, el fabricante puede solicitar que se haga otra prueba con el otro método y si pasa, el aparato se acepta.

Existen muchas otras pruebas que lleva a cabo U.L. antes de dar la aceptación completa al fabricante de T.V. en el modelo sometido a pruebas, pero desde el punto de vista de la fabricación de gabinetes de plástico, el interés estriba solamente en las pruebas de impacto y distorsión por calor. Sin embargo, debe quedar entendido claramente que una vez que un aparato de T.V. pasa las pruebas de U.L., el fabricante de T.V. tiene aprobación de U.L. solamente para ese modelo y solamente con el material específico con el cual fué hecho. Aún más, cada



modelo de una línea hecha por un fabricante, debe recibir aprobación de U.L. A ningún material se le dará "carta blanca" en cuanto a que ya esté aceptado por U.L. para ser usado en cualquier modelo, basándose en las pruebas efectuadas en un solo modelo. Si un fabricante de T. V. hace cinco modelos diferentes, entonces el material podrá ser usado solamente en aquellos probados y aceptados por U.L.

## 2.- Gabinetes de Receptores de Radio.-

Básicamente, la posición de Underwriters Laboratories en la prueba y aceptación de materiales para modelos específicos de radios es idéntica a la de aparatos de T.V., sin embargo, aceptarán menores requerimientos de impacto, pero demandarán mayor resistencia a la distorsión por calor.

En la prueba de impacto, también seleccionan el punto más débil y este debe resistir la prueba de impacto de bola oscilante de 1.5 pies lb. Si la sonda de 1/8 de pulg. se puede insertar en cualquier requiebrajamiento que pudiere ocurrir, el aparato no pase la prueba.

En la prueba de distorsión por calor, la única adicional que se usa con la prueba de impacto de bola oscilante de 1.5 lb., es la prueba de 95° C. En esta prueba, el radio se coloca en un horno controlando la temperatura a 95° C., por siete horas. Si después de sacarlo, el aparato está lo suficientemente deformado al punto que una sonda de 1/8 de pulg. se pueda insertar para tocar una parte eléctrica, el aparato no pasa la prueba.

### CAPITULO III

#### MATERIALES QUE PUEDEN EMPLEARSE EN LA FABRICACION DE GABINETES DE PLASTICO PARA RADIOS Y T. V., Y SUS PROPIEDADES.

##### 1.- Polímeros Termofijos .

Los materiales termofijos son compuestos químicos hechos procesando una mezcla de resina con cargas , pigmentos , colorantes , lubricantes , etc. , en la preparación para la operación final de moldeo . E. tos materiales ó compuestos para moldeo , estan en la mayoría de los casos , en polvo , granulados ó en forma nodular , teniendo densidades aparentes que van de 2 a 8 . Muy pocos se usan en forma de placas .

Los materiales de menor densidad aparente son generalmente aquéllos que tienen aserrín ó compuestos minerales como carga , mientras que aquéllos de densidades

aparentes más altas, tienen cargas de mallas de algodón o nylon, fibras de trapo, pedazos de trapo macerado, cuerda de lianta, sisal, y para muy alta resistencia al impacto, fibra de vidrio.

Los materiales termofijos más comúnmente conocidos están hechos de resinas fenol-formaldehído, urea - formaldehído y melamina-formaldehído, combinadas con las cargas antes mencionadas.

Estos materiales termofijos, en el proceso de moldeo, requieren la correlación de dos factores, calor y presión. El calor suaviza al compuesto a un estado pastoso y la presión causa el que fluya a todas partes del molde cuando este se cierra. La aplicación de más calor cuando todavía está bajo presión permite la polimerización, con lo cual el material se convierte en infusible e insoluble, de ahí el nombre de termofijos.

### PROPIEDADES.

#### a) Melamina-formaldehído.-

##### Ventajas.-

- i) Libre de olor y sabor
- ii) Buena estabilidad dimensional
- iii) Buen brillo
- iv) Buena estabilidad térmica
- v) Resistencia al rayado
- vi) Resistencia química

##### Limitaciones.-

- i) Alto costo
- ii) Alta gravedad específica
- iii) Dificil procesabilidad (alto costo)
- iv) Relativa fragilidad

#### b) Fenol-formaldehído.-

##### Ventajas.-

- i) Libre de olor y sabor
- ii) Buena estabilidad dimensional

- iii) Buen brillo
- iv) Buena estabilidad térmica
- v) Resistencia al rayado
- vi) Resistencia química
- vii) Bajo precio

**Limitaciones.-**

- i) Alta gravedad específica
- ii) Relativa dificultad de proceso ( alto costo)
- iii) Relativa fragilidad
- iv) Colores oscuros solamente

**c) Urea-formaldehído.-**

**Ventajas.-**

- i) Libre de olor y sabor
- ii) Buena estabilidad dimensional
- iii) Buen brillo
- iv) Buena estabilidad térmica
- v) Resistencia al rayado
- vi) Resistencia química

**Limitaciones ←**

- i) Alto costo
- ii) Alta gravedad específica
- iii) Dificil procesabilidad (alto costo).
- iv) Relativa fragilidad.

**TABLA DE PROPIEDADES**

<b>PROPIEDADES</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>MF</b>	<b>FF</b>	<b>UF</b>
Gravedad específica		1.46-2.0	1.35-3.0	1.55
Resistencia a la tensión	lb/pulg <sup>2</sup>	5000-8000	3000-6000	6000
Elongación	%	0.3-0.9	0.13-2.25	0.5-1.0
Módulo de elasticidad en tensión	x10 <sup>5</sup> lb/pulg <sup>2</sup>	11-19.5	4-30	13
Resistencia a la compresión	lb/pulg <sup>2</sup>	9000-40000	15000-22000	30000
Resistencia a la flexión	lb/pulg <sup>2</sup>	5800-95000	6000-10000	8000
Resistencia al impacto	pie lb/pulg	0.2-4	0.2-4	0.2
Dureza Rockwell		M114-M119	M50-M115	M110-M-120
Conductividad térmica	10 <sup>-4</sup> cal/seg. cm <sup>2</sup>	6.5-17	2.16-22	7-10
Resistencia al calor cont.	°C	100-200	100-260	77
Temperatura de deformación	°C	126-204	104-176	132 a 264 lb/pulg <sup>2</sup>



## PROPIEDADES

## UNIDADES

## MF

## FF

## UP

Efecto de luz del sol

Ligero cambio de color  
Obscurecimiento parcial o general

Pastel grta

Efecto de los ácidos débiles

Ninguno/Débil

Ninguno/Débil

Ninguno/débil

Efecto de los ácidos fuertes

Descomposición por ácidos oxidantes

Descomposición por ácidos oxidantes

Descomposición ó ataque superficial

Efecto de las bases débiles

Ninguno /Muy ligero

Ligero a Marcado

Ligero a Marcado.

Efecto de las bases fuertes

Ligero ataque o descomposición

Descomposición

Descomposición

Efecto de los solventes orgánicos

Ninguno

Ninguno

Muy ligero/ninguno

Factor de Disipación 60 ciclos

0.033-0.32

0.025-0.6

0.043-0.044

Factor de Disipación  $10^3$  ciclos

0.017-0.16

0.03-0.5

0.026-0.031

Factor de Disipación  $10^6$  ciclos

0.026-0.06

0.13-0.5

0.029-0.031

PROPIEDADES	UNIDADES	MF	FF	UF
Constante Dieléctrica 50 ciclos		6.6-15	6-150	7.3-7.9
Constante Dieléctrica $10^3$ ciclos		6.2-9.7	5.1-80	6.6-7.5
Constante Dieléctrica $10^6$ ciclos		5.7.-7.2	4.9-8	6.5-6.9
Fuerza Dieléctrica (corto tiempo)	Volts/Milésima pulg.	130-350	100-2000	300
Fuerza Dieléctrica (paso por paso)	Volts/Milésima pulg.	100-250	75-350	250
Resistividad volumétrica	Megohms/cm	$10^6-10^7$	$10-10^7$	$10^6-10^7$
Resistencia Eléctrica:				
Aislamiento	Megohms		10-300	
Arco	Seg.	4-180	5-180	85-100
MF	-	Melamina-formaldehído		
FF	-	Fenol-formaldehído		
UF	-	Urea - formaldehído		

2.- POLIMEROS

TERMOPLASTICOS.

Los materiales termoplásticos más comunmente usados, son los siguientes. listados en orden decreciente de volumen de consumo en México :

- a) Poliestireno
- b) Polipropileno
- c) Acetato de celulosa y sus derivados
- d) Acrílico
- e) Acetales
- f) Policarbonatos
- g) Nylon.

## PROPIEDADES.

### a) **Poliestireno.-**

Es el producto que se obtiene de la polimerización del estireno. Entre sus Ventajas y Limitaciones se encuentran :

#### **Ventajas .-**

- i) Libre de olor y sabor
- ii) Baja gravedad específica
- iii) Bajo costo
- iv) Fácil procesabilidad
- v) Buena estabilidad dimensional
- vi) Buen brillo

- vii) Transparente
- viii) Buena estabilidad térmica

**Limitaciones.-**

- i) Baja resistencia a la intemperie
- ii) Baja resistencia al rayado
- iii) Poca elongación cuando normal (UG).
- iv) Relativa fragilidad
- v) Es atacado ó fragilizado por varias sustancias.

**b) Polipropileno.-**

Al igual que el polietileno, es una parafina de alto peso molecular. Sus ventajas y limitaciones son las siguientes :

**Ventajas .-**

- i) Alta resistencia química
- ii) Fácil procesabilidad
- iii) Bajo costo
- iv) Excelentes propiedades eléctricas
- v) Libre de olor e inócuo
- vi) Alta temperatura de distorsión
- vii) Buen brillo
- viii) Alta elongación

**Limitaciones .-**

- i) Poca resistencia a bajas temperaturas
- ii) Facilidad para oxidarse
- iii) Baja resistencia a la abrasión
- iv) Baja resistencia a la torsión
- v) Alto creep
- vi) Dificultades para pegarse

**c) Celulósicos.-**

Entre sus Ventajas y Limitaciones se encuentran las siguientes :

**Ventajas.-**

- i) Fácil procesabilidad
- ii) Transparente
- iii) Buena resistencia a la intemperie
- iv) Buenas características eléctricas
- v) Alta resistencia al impacto aún a bajas temperaturas
- vi) Facilidad de decoración

**Limitaciones.-**

- i) Baja resistencia química

- ii) Alta absorción de humedad
- iii) Alta gravedad específica
- iv) Baja temperatura de distorsión
- v) Alto costo
- vi) Altamente inflamables
- vii) Baja resistencia a la tensión.
- viii) Baja estabilidad dimensional

d) **Acrílico.-**

Llamado también metil metacrilato

**Ventajas.-**

- i) Muy buena resistencia química
- ii) Buena transparencia
- iii) Alta temperatura de distorsión
- iv) Buena resistencia al rayado
- v) Buena resistencia a la tensión



- vi) Buena estabilidad dimensional
- vii) Alta resistencia a la intemperie
- viii) Facilidad de decoración

**Limitaciones.-**

- i) Alto costo
- ii) Baja resistencia al impacto
- iii) Altamente higroscópico
- iv) Alta gravedad específica
- v) Baja elongación

**e) Acetales.-**

Son termoplásticos obtenidos a partir del formaldehído.

**Ventajas.-**

- i) Alta resistencia a la tensión
- ii) Bajo creep
- iii) Bajo coeficiente de fusión
- iv) Alta resistencia al impacto
- v) Alta resistencia a la abrasión
- vi) Alta temperatura de distorsión
- vii) Buena resistencia química

**Limitaciones.-**

- i) Alta absorción de humedad
- ii) Alto costo
- iii) Opacidad del material
- iv) Alta viscosidad
- v) Poco resistente a bajas temperaturas
- vi) Alta gravedad específica

**f) Policarbonatos.-**

Es un termoplástico de la familia de los poliésteres del ácido carbónico.

**Ventajas . -**

- i) Alta resistencia al impacto
- ii) Alta temperatura de distorsión
- iii) Buenas propiedades eléctricas
- iv) Buena resistencia a la intemperie
- v) Transparente
- vi) Autoextinguible
- vii) Alta resistencia a la tensión
- viii) Altamente elongable

**Limitaciones . -**

- i) Alto costo
- ii) Difícil procesabilidad
- iii) Color amarillento

- iv) Susceptible de estrellarse bajo esfuerzo
- v) Alta gravedad específica
- vi) Resistencia limitada al ataque químico

**g) Nylon.-**

Son un grupo de resinas termoplásticas derivadas de la polimerización de amidas.

**Ventajas.-**

- i) Muy alta temperatura de distorsión
- ii) Buena resistencia al impacto
- iii) Propiedades ajustables por composición
- iv) Alta resistencia a la abrasión
- v) Alta resistencia química
- vi) Buenas propiedades eléctricas
- vii) Autoextinguibles
- viii) Buena resistencia a la tensión

**Limitaciones.-**

- i) Alto costo
- ii) Difícil procesabilidad
- iii) Alta absorción de humedad
- iv) Opacidad del material
- v) Decoloración por efecto de luz
- vi) No resiste ácidos

TABLA DE PROPIEDADES

PROPIEDADES	UNIDADES	POLIESTIRENO Y COPOLIMEROS			
		Uso General	Alto Imp.	San	ABS
Gravedad específica		1.04-1.06	0.98-1.10	1.07-1.10	0.99-1.10
Índice de refracción		1.59-1.59		1.57	
Resistencia a la tensión	lb/pulg. <sup>2</sup>	5000-9000	2000-6000	9500-12000	2400-9000
Elongación	%	1-2.5	5-80	1.5-3.5	10-140
Módulo de elasticidad en tensión	$\times 10^5$ lb/pulg. <sup>2</sup>	4-5	4.5	4-5.6	4.1
Resistencia a la compresión	lb/pulg. <sup>2</sup>	1500-16000	5000-9000	17000	11000
Resistencia a la flexión	lb/pulg. <sup>2</sup>	8700-14000	5000-10000	14000-19000	13500
Resistencia al impacto	pie lb/pulg.	0.25-0.4	0.5-11.0	0.35-0.50	0.7-12
Dureza Rockwell		M65-80	M35-70	M60-80	R30-110
Conductividad térmica	$10^{-4}$ cal/seg cm <sup>2</sup>	2.4-3.3	1-3	3.9	4.6-8.6
Resistencia al calor cont.	° C	66-73	60-80	60-40	60-121
Temperatura de deformac.	° C	66-80	66-93 (264 lb/pulg. <sup>2</sup> )	90-93 (264 lb/pulg. <sup>2</sup> )	95-107
Efecto de soldos débiles		Resistente	Resistente	Resistente	Resistente

**POLIESTIRENO Y COPOLIMERO**

PROPIEDADES	UNIDADES	Uso General	Aito Imp.	GAN	ABS
Efecto de la luz del sol		Lig. amarill. Fragilización	Resist. baja Intensa	Lig. amarill.	Lig. amarill. Frag. mediana
Efecto de ácidos fuertes		Atacado por ácidos oxidantes			
Efecto de bases débiles		Resistente	Resistente	Resistente	Resistente
Efecto de bases fuertes		Resistente	Resistente	Resistente	Resistente
Efecto de solventes orgánicos		Soluble en hidrocarburos aromáticos y clorados		Solubles en cetonas, ésteres y algunos hidrocarburos clorados.	
Claridad		Transparente (de 90-92% de transmisión de luz)	Translúcido a opaco	Transparente (de 80-88% de transmisión de luz)	Translúcido a opaco
Factor de disipación 60 ciclos		.0005	.008-0.14	.007-0.010	.008-0.02
Factor de disipación 10 <sup>6</sup> ciclos		.0005	.008-0.14	.007-0.010	.008-0.020
Factor de disipación 10 <sup>3</sup> ciclos		.0005	.008-0.14	.007-0.010	.008-0.02
Constante dieléctrica 60 ciclos		2.60	2.65-4.0	2.75-3.4	2.7-4.75
Constante dieléctrica 10 <sup>3</sup> ciclos		2.60	2.65-4.0	2.5	2.7-4.75
Constante dieléctrica 10 <sup>6</sup> ciclos		2.60	2.65-4.0	2.75-3.1	2.7-4.75

Puente dieléctrica ( corto tiempo) voltos/milésima	500	300-400	400-500	310-410
Puente dieléctrica ( paso por paso)	350-400	300	300-600	310-410
Resistividad volumétrica	megohms/cm	10 <sup>11</sup>	10 <sup>6</sup> - 10 <sup>7</sup>	10 <sup>10</sup>
				0.5 x 10 <sup>7</sup> - 10 <sup>8</sup>

**Resistencia Eléctrica :**

Aislamiento	megohms				
Arco	seg.	40-60	20-100	100-150	80

- GAN : Estireno - acrilonitrilo
- ABS : Acrilonitrilo butadieno- estireno



### TABLA DE PROPIEDADES

PROPIEDADES	ACETATO	ACRILICO	NYLON	ACETAL	PC	PP
Gravedad específica	1.25-1.32	1.17-1.20	1.13-1.16	1.41-1.425	1.2	0.9-0.915
Índice de refracción	1.4 - 1.5	1.49		1.48	1.59	1.49
Resistencia a la tensión	1900-9500	7000-11000	10200-12000	8900-10000	8000-9500	4500-6000
Elongación	6-70	2-10	25-320	15-40	60-100	200-700
Módulo de elasticidad en tensión	0.65-40	4.5	1.5-3.6	3.75-4.10	3.2	1.3-2
Resistencia a la compresión	2200-36000	12000-18000	6700-12500	18000	11000	8500-10000
Resistencia a la flexión	2000-16000	13000-17000	8000-16000	12000-14000	11000-13000	
Resistencia al impacto	.4-5.2	.3-.5	1-3.6	1.1-4	12-16	0.6-5
Dureza Rockwell	R35-125	M85-106	R103-110	M76-94	M70-R110	R85-R110
Conductividad térmica	4-8	4-6	5.85	5.5	4.6	2.8
Resist. al calor cont. (°C)	60-102	60-87	80-121	84-121	121	121-160
Temperatura de deformación (°C)	43	71-90	123-171	124	132-136	98-115
	(66 lb/pulg. <sup>2</sup> )		(66 lb/pulg. <sup>2</sup> )	(64 lb/pulg. <sup>2</sup> )	(264 lb/pulg. <sup>2</sup> )	(66 lb/pulg. <sup>2</sup> )

**PROPIEDADES**

	Ligero	Ninguno	Lig. decol.	Ligero	Lig. decol.	Negro resist.
Efecto de la luz del sol	Ligero	Ninguno	Lig. decol.	Ligero	Lig. decol.	Resistente
Efecto de ácidos débiles	Poco resist.	Resistente	Resistente	Resistente	Resistente	Muy resist.
Efecto de ácidos fuertes	Se descomp.	Lo atacan ácidos oxid. concentrados.	Se descomp.	Se descomp.	Lig. ataque	Efecto de ácidos oxid.
Efecto de bases débiles	Ligero ataque	Ninguno	Resistente	Resistente	Resist.	Resistente
Efecto de bases fuertes	Se descomp.	Se descomp.	Resistente	Resistente	Se descomp.	Muy resist.
Efecto de solventes orgánicos	Soluble en cetonas y ésteres. Poco soluble en alcoholes. Lig. afectado por hidrocarburos.	Soluble en cetonas, ésteres, hidrocarburos aromáticos y clorados.	Resistente a solventes comunes.	Excel. resistencia.	Resist. a los parafínicos., soluble en hidrocarburos aromáticos y clorados.	Resistente abajo de 00° C.
Claridad	Transparente translúcido y opaco	Transparente (mayor de 93% de transmisión de luz )	Translúcido a opaco	Translúcido a opaco	Translúcido a opaco	Translúcido y opaco
Factor de disipación	60C 0.06	0.06	0.02			
Factor de disipación	10 <sup>3</sup> 0.06	0.05	0.03		.0015	
Factor de disipación	10 <sup>6</sup> 0.10	0.03	0.04		.010	.0002-.0007

	ACETATO	ACRILICO	NYLON	ACETAL	PC	PP
Constante Dieléctrica 60C.	7.5	4.5	3.9	3.7	3.05	
Constante Dieléctrica 10 <sup>3</sup>	7.0	4.0	3.6	3.7	3.05	
Constante Dieléctrica 10 <sup>6</sup>	7.0	3.5	3.4	3.7	2.90	20-2.1
Fuerza dieléctrica (corto tiempo)	250	450	470			750-800
Fuerza dieléctrica (paso a paso)	250	350	410			
Resistividad volumétrica	10 <sup>4</sup>	10 <sup>8</sup>	4 x 10 <sup>8</sup>	6 x 10 <sup>8</sup>	10 <sup>10</sup>	10 <sup>10</sup>
Resistencia eléctrica :						
Aislamiento						
Arco	50	NI rastro	130	129		

PC : Polycarbonato

PP : Polipropileno

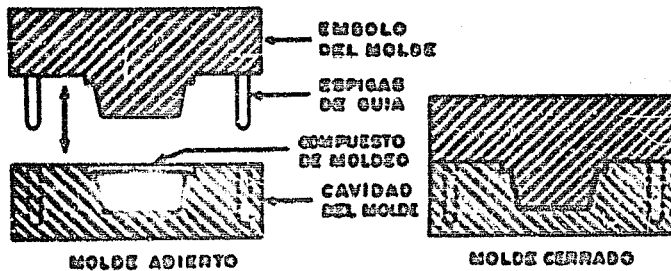
## CAPITULO IV.

### METODOS DE FABRICACION.

#### 1.- Moldeo por Compresión.-

##### a) Técnicas y materiales.-

El moldeo por compresión se puede describir simplemente haciendo referencia a la siguiente figura :



Un molde de dos piezas proporciona una cavidad que tiene la forma del artículo que se desea moldear. El molde se calienta, se carga una cantidad adecuada del material moldeable en la mitad inferior del molde.

Las dos partes del molde se unen bajo presión. El compuesto, suavizado por el calor, se convierte en una masa continua que tiene la forma de la cavidad. Esta masa debe ser endurecida para que pueda ser sacada del molde sin que se distorciona.

Si el plástico es termofijo, el endurecimiento se llevará a cabo por más calentamiento, bajo presión, dentro del molde. Si es termoplástico, el endurecimiento se efectuará por enfriamiento, bajo presión, dentro del molde.

El moldeo por compresión se usa principalmente para materiales plásticos termofijos y es menos común para termoplásticos ( para los cuales el método de inyección es el preferido para su moldeo).

**b) Moldeo de compuestos de Fenol-Formaldehído.-**

Los detalles del procedimiento de moldeo de materiales termofijos puede cubrirse convenientemente describiendo el moldeo de compuestos de fenol-formaldehído. Las diferencias menores en el procedimiento para otros materiales termofijos serán descritas más adelante.

Un molde típico está hecho de dos partes, las cuales cuando se juntan, forman una cavidad que representa el artículo que se moldeará. Las dos partes se montan en una prensa hidráulica, neumática ó mecánica, que sirve para abrir y cerrar el molde y aplicar presión a su contenido.

Generalmente el molde está construído de tal forma que permite la circulación de vapor a presión por sus paredes, ya que el vapor proporciona el calentamiento más satisfactorio, especialmente en moldes grandes y complicados, debido a que se reemplaza automáticamente a sí mismo al condensarse, y mantiene el molde a una temperatura uniforme.

El calentamiento eléctrico se usa bastante y da buenos resultados con moldes que se adaptan a una distribución uniforme de elementos de calentamiento de suficiente capacidad.

Al moldear, se coloca en la mitad inferior del molde una cantidad predeterminada de material, a temperatura ambiente ó precalentado, el molde se calienta de  $145^{\circ}$  a  $200^{\circ}$  C.

Entonces se cierra el molde a toda presión. El material bajo esas condiciones se plastifica y fluye bajo presión dentro de la cavidad creada por las dos mitades del molde.

Entre las dos mitades del molde debe existir un pequeño claro para permitir que un pequeño exceso de material se escape. , generalmente un claro de 0.002 a 0.005 pulg. es suficiente. El material que llena la cavidad se mantiene bajo presión y calor para endurecerlo, y entonces el molde se abre y el artículo moldeado es removido. Los materiales termofijos, habiendo sido endurecidos por un cambio químico causado por el calor, se pueden expulsar después del ciclo de curado apropiado, sin necesidad de enfriar el molde.

Solamente en ciertas ocasiones se recomienda un ligero enfriamiento del molde cuando se usan materiales termofijos, para mejorar la estabilidad dimensional de los artículos. Generalmente los artículos que requieren un control dimensional especial pueden ser sacados calientes del molde calentado y colocados en un accesorio fijo que los sostenga durante su enfriamiento y previniendo la distorsión.

En el moldeo por compresión de materiales fenólicos, de melamina ó de urea puede ser necesario gasear ó hacer respirar al molde. Esos materiales generan humedad bajo el calor del moldeo. También pueden atrapar aire y sellarlo efectivamente durante su compresión desde un alto volúmen a la mitad ó menos volúmen en forma moldeada. El procedimiento consiste en soltar la presión en el molde ya sea un poco antes ó un poco después de cerrarse sobre el material cargado. El molde debe abrirse apenas lo suficiente para permitir que el aire y el gas atrapados escapen de cada cavidad del molde. Algunos compuestos de moldeo y/o artículos moldeados requieren una "residencia" en tiempo en esta posición abierta antes de poder cerrar el molde de nuevo. En raras ocasiones se requieren dos ciclos completos de respiración para obtener resultados óptimos en un molde dado. Sacarle los gases ó hacer respirar al molde resultará en moldeos más densos, reducirá la posibilidad de vacíos internos ó vejigas y reducirá el ciclo de moldeo.



Los compuestos fenólicos para moldeo de uso general se surten granulados y pueden ser cargados al molde en esa forma en cargas pesadas ó medidas. Pero en operación comercial se economiza convirtiendo dicho material en pastillas del tamaño y peso adecuados en equipo automático de preformado. Esto es menos caro que estar pesando cargas individuales., las pastillas se manejan facilmente y pueden ser cargadas a la cavidad convenientemente, ya sea manualmente ó por medio de un tablero de carga.

Materiales de moldeo fenólicos de alto impacto, que contienen telas, vidrio ó asbesto como refuerzos para el artículo moldeado, no pueden manejarse por equipo automático de preformado y deben ser cargadas como cargas pesadas ó preformadas a mano.

Todos los plásticos requieren calor para ser moldeados. Debido a su inherente pobre conductividad térmica, la penetración de calor desde el molde caliente al material frío es lenta y puede no ser uniforme. Se ahorra tiempo y se mejora la uniformidad precalentando el plástico antes de ponerse en el molde. Esto convierte al plástico en una masa uniformemente suavizada, lista para fluir limpiamente y con suavidad al cerrarse el molde. Los beneficios prácticos que se obtienen son : un mejor acabado en la superficie, estar libre de marcas de flujo, mejor uniformidad de curado y menor dificultad en la producción de artículos de sección gruesa, así como economía por ciclos de curado más cortos.

Piezas de metal colocadas en el molde y sostenidas firmemente en posición, se pueden moldear dentro del artículo.

- c) Moldeo de compuestos de Urea-Formaldehído y Melamina-Formaldehído.

Las técnicas empleadas en el manejo y moldeo de urea formal-

dehído y melamina-formaldehído son en forma general similares a aquellos usados para fenol-formaldehído, pero en la práctica se requiere tomar en cuenta algunas diferencias.

Ya que estos materiales son generalmente de color claro, se debe dirigir la atención a evitar cualquier contaminación que pueda aparecer en el artículo moldeado. Algunas fuentes de contaminación son : polvo de prensas adyacentes, manchado del preformado y una incompleta eliminación de rebaba en los moldes. Tomando las precauciones necesarias para prevenir contaminación, la urea y la melamina se pueden correr con un bajo porcentaje de rechazo por suciedad.

Al moldear urea y melamina, el diseño del artículo y del molde es muy importante debido a que lo translúcido y el color claro de esos plásticos no pueden ocultar los rayones y las vejigas de gas, los cuales pasan desapercibidos con materiales fenólicos que son oscuros y opacos.

Al moldear estos materiales frecuentemente es necesario abrir el molde ligeramente y por poco tiempo después de que fue cerrado inicialmente, para permitir que escape el gas formado en la reacción de curado.

Ambos, la urea y la melamina, pueden en algunos casos precalentarse con ventaja, antes de ponerse dentro del molde. La melamina formaldehído puede ser precalentada electrónicamente con mucho éxito, pero la urea no reacciona tan bien a los métodos electrónicos. Para la urea, el calentamiento por conducción, ya sea en un precalentador rotatorio de canastilla ó, para prensas automáticas, un calentador de baño de aceite, han ganado más popularidad. También se han usado lámparas infrarrojas con algo de éxito.

d) Ventajas del Moldeo por Compresión.

Por este método se pueden moldear tanto materiales termofijos

como termoplásticos. La producción en gran escala es posible mediante el uso de moldes de múltiple cavidad. El tamaño del artículo que se puede moldear esta limitado solamente por el tonelaje y tamaño del equipo de prensa-  
do disponible. Este método esta mejor adecuado para la producción en masa a partir de materiales termofijos.

Las ventajas del moldeo por compresión sobre el moldeo por transferencia, de materiales termofijos, son :

- 1.- Se evita desperdicio de material en la forma de rebabas y tiras formadas por la transferencia.
- 2.- No existe el problema de erosión del material que fluye a través de pasos estrechos hacia una cavidad cerrada.
- 3.- Se minimizan los esfuerzos internos del artículo moldeado por el flujo más corto y multidireccional del material, bajo presión en la cavidad del molde.

- 4.- No existen conductos que produzcan rebaba y por lo tanto menos costo en el acabado.
- 5.- Se pueden usar más cavidades en un molde dado ya que no se tiene que preocupar de la circulación de material.
- 6.- El proceso es adaptable a la carga automática de material y extracción automática de las piezas moldeadas.

e) Limitaciones del Moldeo por Compresión.

En el caso de artículos de diseño muy intrincado, el moldeo por compresión puede no ser práctico debido a la necesidad de moldes complicados y a la posibilidad de distorsión o rotura de los botadores del molde durante el flujo del material a altas presiones.

Frecuentemente se da poca consideración a las condiciones físicas de los plásticos termofijos durante las varias etapas del moldeo.

El llenado completo de la cavidad de un molde de compresión se considera como el resultado del flujo del plástico, pero sería más apropiadamente entendido en la base de que el plástico no fluye, sino mejor dicho, debe ser forzado mecánicamente para llenar todas las partes de la cavidad. Para asegurar un llenado completo, la mayoría de los artículos a ser moldeados requieren que las dos partes del molde encajen telescópicamente una dentro de la otra para prevenir escape de plástico antes del cierre final del molde. También, para asegurar el llenado completo del molde, puede ser necesario poner la carga de plástico en una posición óptima del molde y en algunos casos usar preformados de formas especiales. Esto es de particular importancia si el molde no proporciona un medio de encerrar la carga.

Todos los termofijos, durante el periodo de flujo en el molde, tienen una viscosidad superficial aparente que es tan baja que los claros entre las partes del molde, aunque se mantengan menores que un milésimo de pulgada, se llenan de

plástico. Esto generalmente resulta en perjuicio del molde si no se proporcionan escapes adecuados para estos escurrecimientos. También se requiere que las partes del molde que se acoplan, sean limpiadas entre tiradas sucesivas. También se debe esperar ligeras aletas en los artículos moldeados donde las secciones del molde se unen. Los termoplásticos son más controlables a este respecto.

Otra importante propiedad física de los termofijos es su grado de rigidez en el punto del curado final cuando la eyección se llevará a cabo. Las melaminas son muy duras y rígidas, los fenólicos son bastante flexibles y resaltantes, por lo tanto, un molde de compresión para fenólicos puede trabajar con corazones sin conicidad y hasta moderadamente grabados. Con melaminas, el mismo molde requiere presiones enormes para abrirse, y probablemente romperá el artículo moldeado en el grabado.

En algunos casos el moldeo por compresión de materiales termofijos puede ser poco satisfactorio para la producción



de artículos que tengan tolerancias dimensionales muy estrechas, especialmente en moldes múltiples, particularmente en relación con la falta de uniformidad de espesor en la línea de división del artículo moldeado.

① **Detalles del Procedimiento de Moldeo por Compresión.**

La secuencia de las operaciones que constituyen el ciclo de moldeo, son las siguientes :

1. Abrir el molde
2. Expulsar el artículo moldeado
3. Colocar los artículos en los accesorios fijos de encojimiento ó enfriamiento, cuando sea necesario mantener tolerancias dimensionales muy estrechas.
4. Limpiar el molde de material ajeno, generalmente por corriente de aire, y lubricar el molde si es necesario
5. Colocar inserciones ó partes removibles del molde, si hay.
6. Cargar el compuesto del molde (polvo ó preformado, frío ó precalentado)

7. Cerrar el molde caliente ( darle respiración si es necesario )
8. Para materiales termofijos , mantener bajo calor y presión hasta que la cura se complete. Algunos materiales requieren enfriamiento bajo presión para un mejor control de sus dimensiones. Para materiales termoplásticos , se mantiene presión y se enfría para endurecer el artículo.

Los materiales termofijos usados en el moldeo por compresión se pueden clasificar como convencionales y de baja presión.

Existen cinco variables importantes en el moldeo por compresión de materiales termofijos , que determinan la presión requerida para producir el mejor moldeo en el menor tiempo posible. Estas son las siguientes :

- 1.- **Diseño del artículo a producirse.**
  - a) Superficie y profundidad proyectadas
  - b) Grosor de la pared
  - c) Costillas
  - d) Obstrucción al flujo vertical
  
- 2.- **Velocidad de cerrado de la prensa.**
  - a) Uso de prensas autocontenidas de acción lenta ó rápida.
  - b) Uso de prensas de acción rápida servidas por sistemas hidráulicos de línea con acumulación
  - c) Capacidad del acumulador de mantener un seguimiento constante de la presión sobre el material
  
- 3.- **Plasticidad del material.**
  - a) Grado y tipo de precalentamiento
  - b) Densidad de carga (preformados ó polvo)

- c) Posición de la carga en la cavidad
- d) Movilidad de la resina bajo presión
- e) Tipo de carga ( aserrín, mallas de algodón, trapo macerado, asbesto, vidrio ó mica )

4.- Temperatura del molde durante el ciclo.

- a) Variaciones de temperatura dentro de la cavidad y fuerza del molde

5.- Condición de la superficie de la cavidad del molde y fuerza.

- a) Superficie cromada altamente pulida
- b) Acero pulido
- c) Pulido pobre (cromado gastado, hoyos y muescas)

Las presiones de moldeo para la mayor parte de materiales termofijos sigue el patrón establecido por los materiales fenólicos. Los materiales fenólicos convencionales cargados a temperatura ambiente ( sin precalentamiento) requieren una presión mínima de 3000 psi en el area

proyectada, para la primera pulgada de profundidad del artículo moldeado, más 700 psi por cada pulgada adicional de profundidad. Sin embargo, un precalentamiento de alta frecuencia eficiente, puede reducir la presión requerida hasta 1000 psi en el área proyectada, más 250 psi para cada pulgada adicional de profundidad. La presión requerida en materiales de alto impacto puede llegar de 10,000 a 12,000 psi. Estas recomendaciones de presión son para velocidades mínimas de cerrado de prensa de 1 pulg/seg. Las características de flujo de materiales de moldeo termofijos están cambiando continuamente durante el moldeo, y el efecto de esto es particularmente perceptible en prensas de cerrado lento.

Los materiales fenólicos de baja presión, precalentados eficientemente por alta frecuencia, requieren un mínimo de 350 psi en el área proyectada de moldeo, más aproximadamente 100 psi por pulgada adicional de profundidad.

El tiempo requerido para endurecer materiales termofijos es referido comunmente como el tiempo de cura. Dependiendo del tipo de material, temperatura de precalentamiento y grosor del artículo moldeado, el tiempo puede ir desde segundos hasta varios minutos.

g) Moldeo Automático por Compresión.

El moldeo por compresión totalmente automático involucra la secuencia automática de las funciones necesarias que se llevan a cabo al fabricar artículos moldeados terminados, a partir de compuestos de moldeo termofijos en forma granulada. Esencialmente requiere una prensa de moldeo por compresión con un molde y equipo adicional diseñado (a) para almacenar una cantidad de compuesto de moldeo., (b) para medir, volumétrica ó gravimétricamente, cargas del compuesto exactas ., (c) para depositar esas cargas en las cavidades apropiadas del molde., y (d) para sacar el artículo terminado del área de moldeo después de cada ciclo. Una vez que una prensa automática ha sido

puesta en operación, puede trabajar desatendida excepto por recargas periódicas del depósito de almacenamiento y eliminación de artículos terminados, más ajustes ocasionales en el sistema de control para acomodar ligeras variaciones en el compuesto y temperatura y humedad ambiente.

## 2.- MOLDEO POR INYECCION:

### a) Definición.-

El moldeo por inyección, es un proceso de fabricación en el cual se les da forma a los materiales termoplásticos, por medio de calor y alta presión en un sistema cerrado.

### b) Descripción del equipo.-

El equipo necesario para esta operación, es el siguiente :

- Una máquina de inyección y molde

La máquina de inyección consta de las siguientes partes :

- Sistema de alimentación
- Cámara de calentamiento
- Pistón de inyección
- Sistema de cierre



### **Sistema de Alimentación.-**

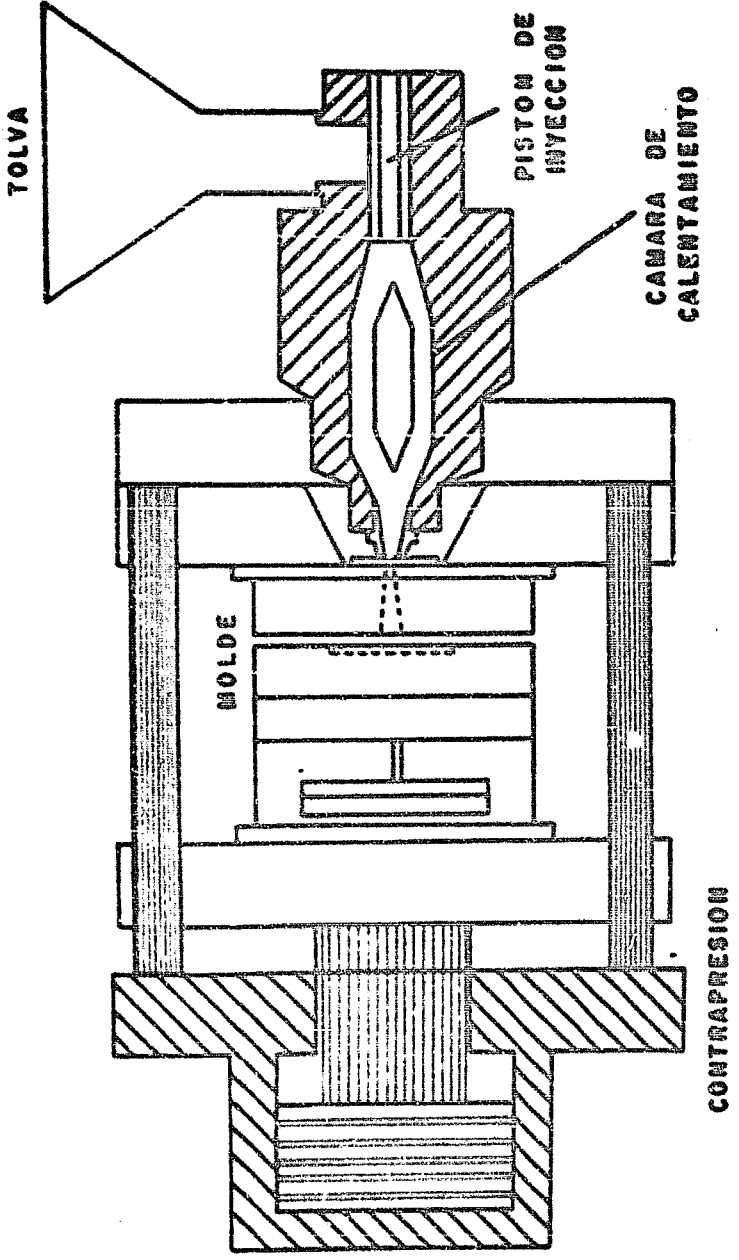
Comprende una tolva de almacenamiento de material con una compuerta que permite el paso del material, el cual descarga por gravedad sobre el cilindro de calentamiento. Para medir la cantidad de material que se descarga ó que se quiere alimentar, pueden usarse diversos dispositivos que lo regulen ya sea por volumen ó por peso.

En algunos casos esta tolva lleva un sistema de circulación de aire caliente forzado a través del material, con objeto de precalentar y presecar materiales higroscópicos, tales como son el acrílico, nylon, etc.

### **Cámara de Calentamiento.-**

Es un cilindro hueco de metal perfectamente liso y cromado en algunas máquinas, el cual en su parte externa lleva un sistema de calentamiento que gene-

# INYECCION



ralmente consta de resistencias eléctricas y en su parte interna una pieza concéntrica, cilíndrica, de extremos ahuecados, llamada torpedo, la cual tiene como principal función, el reducir el espesor de la masa fundida para así obtener un calentamiento más uniforme.

Al final del cilindro y con objeto de conectarlo con el molde, se tiene una pieza de forma cónica llamada boquilla. Otra función de esta pieza es reducir al mínimo la superficie de contacto entre el cilindro y el molde, para impedir el excesivo paso de calor del primero al segundo.

#### **Pistón de Inyección.-**

Es un cilindro sólido de metal que sirve para impulsar el plástico que cae de la tolva, a través del cilindro de calentamiento, la boquilla y por último, introducir el material fundido dentro del molde.

### Sistema de Cierre.-

Consta de una prensa que por medios mecánicos ó hidráulicos, mantiene el molde perfectamente cerrado durante la inyección y el enfriamiento del material.

### Molde.-

Es una pieza generalmente de acero de buena calidad, que consta de dos partes, una fija y una móvil. La parte fija se localiza pegada a la boquilla y contiene las cavidades, parte de los canales distribuidores y los botadores.

Las dimensiones del coresón, son siempre menores que las de la cavidad., esta diferencia crea un espacio vacío que debe ser llenado por el material y que en sí constituye la pieza formada.

**c) Descripción del Proceso.-**

**Ciclo de moldeo.-**

**El ciclo de moldeo está afectado por tres variables :**

- . El tiempo
- . La temperatura
- . La presión

**Tiempo.-**

**Un ciclo completo de inyección comprende las siguientes etapas :**

**Máquina abierta a tiempo muerto.-**

**Es el lapso que transcurre desde que se cierra el molde y el pistón empieza a moverse hacia adelante, hasta que llega a su punto máximo, lo que nos indica que se ha llenado el molde.**

**Fraguado bajo presión.-**

Es el tiempo en que se mantiene el pistón al final de su carrera, con el objeto de iniciar el fraguado en el punto de inyección evitando que el material se regrese, lo que causa deficiencias en la superficie de la pieza que se está moldeando.

**Enfriamiento.-**

Es el tiempo que transcurre para que la pieza adquiera la rigidez necesaria para poder extraerla, tiempo en el cual el pistón regresa a su posición original, permitiendo así la entrada de nuevo material.

**Extracción de la pieza.-**

Es el tiempo que permanece el molde abierto para la extracción de la pieza.

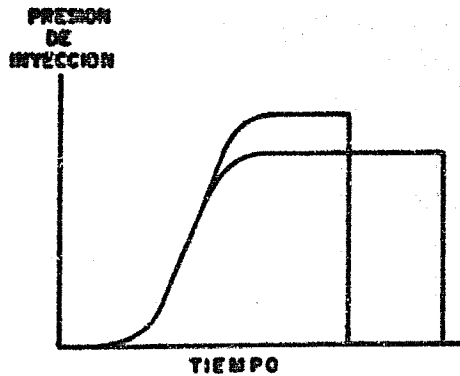
### **Ciclo de Temperatura.-**

Para entenderlo, es conveniente seguir paso a paso el camino de la resina. Cuando la resina es colocada en la tolva, su temperatura es generalmente la ambiente, pero en cuanto entra a la cámara del cilindro de calentamiento y el pistón la empuja gradualmente a zonas más calientes, su temperatura va aumentando de tal manera que el material pasa de su estado sólido a un semisólido y a líquido finalmente.

Una vez en estado líquido, el material fluye a través de la boquilla y penetra al molde, en donde se lleva a cabo el enfriamiento hasta que la pieza esté lo suficientemente rígida para extraerla del molde, sin que esta sufra ninguna deformación, terminándose el ciclo de calentamiento cuando el plástico adquiere nuevamente la temperatura ambiente fuera del molde.

### Ciclo de Presión. -

Se puede ver claramente en la gráfica que a continuación se presenta el ciclo de presión que ocurre en el proceso de inyección.



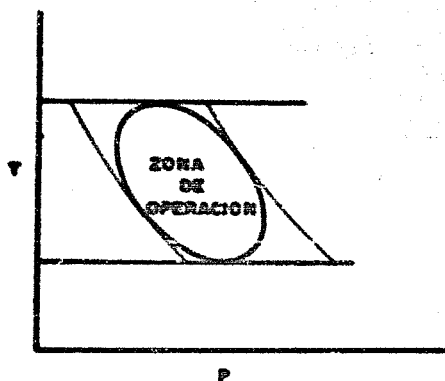
La presión permanece en su límite inferior, mientras se lleva a cabo el curado de la pieza que se encuentra en el molde, así como el tiempo de apertura y cerrado del mismo.



Al comenzar a comprimirse los gránulos de la resina y al empezar a llenar el molde, la presión se eleva bruscamente hasta completar el llenado y permanece en el punto de máxima presión cuando se efectúa el empaquetamiento. Regresando después a su posición original durante el curado y se repite el ciclo nuevamente.

#### Relación entre la presión y temperatura en un ciclo de inyección.-

En una máquina de inyección en la operación de moldeado de un material, a cada temperatura del material corresponde una presión mínima de inyección para que el molde se llene, si la presión se aumenta demasiado, llega un punto en que el empaquetamiento del material es tan grande que hace que la pieza moldeada se pegue al molde. Por otro lado, los límites de temperatura en que se puede moldear el material son los indicados en la siguiente figura.



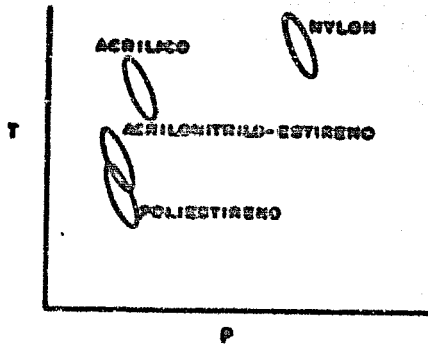
- 1) El inferior es aquél en que el plástico actúa como fluido al aplicársele un esfuerzo y que le permite llegar al final del molde con esas mismas características.
- ii) El superior esta dado por la temperatura de degradación del plástico.

El punto de operación depende de :

- i) Que se desea en cuanto al producto ( propiedades , acabado , etc . )
- ii) Tipo de molde ( intrincado y delgado ó viceversa ) .
- iii) Acabado que se desea
- iv) Propiedades importantes de la pieza moldeada .

Variación con respecto a los polímeros . -

Del diagrama anterior , se infiere que dependiendo del polímero , se recorre el área de trabajo hacia la derecha y hacia arriba y se va estrechando al mismo tiempo , como se puede apreciar claramente en la siguiente figura :



La temperatura del molde al ser inferior a la anterior, afecta las curvas de T.P. y reduce el área de trabajo.

d) **Cualidades de moldeo.-**

La facilidad de moldeo de un plástico, significa el comportamiento del material a través del ciclo de moldeo, lo cual se puede determinar por la amplitud de las siguientes variables :

**Temperatura.-**

Cada material tiene un específico rango de temperatura para su moldeo, mientras mayor amplitud tenga

este rango, mayor facilidad de procesado se obtendrá. Si además de un amplio rango de moldeo, la temperatura de distorsión es baja, será aún más fácil su moldeo y nos representará una menor elevación en la temperatura, esto es menor cantidad de energía suministrada y ciclos de enfriamientos más cortos, lo cual es un factor de gran importancia en el moldeo de una determinada pieza.

#### Presión.-

Así como cada material tiene su rango específico de temperatura, también tendrá su correspondiente rango de presión, de tal manera como lo indican las gráficas anteriores, estas dos variables se combinan para darnos un determinado rango de moldeo. Un rango amplio de presiones, también indicará una área mayor de moldeo, facilitando así el procesado.

### **Absorción de humedad.-**

Los materiales higroscópicos, tales como el acrílico, nylon, ABS, etc., le restan facilidad al procesado, ya que se tienen que emplear sistemas adicionales a los normalmente usados con objeto de precalentar el material y algunos otros detalles de importancia como lo son el tiempo y mano de obra que no serán necesarios para un material no higroscópico.

La prueba ASTM D570, nos indica el procedimiento para calcular el % de absorción de humedad de una determinada muestra. Este procedimiento está basado en sumergir por espacio de 24 horas, una muestra en agua y el cálculo se efectúa por la diferencia de peso.

### **Estabilidad Térmica. -**

Se entiende por estabilidad térmica, la propiedad que tienen algunos materiales de no degradarse fácilmente por efectos del calor. Esto es que su temperatura de degradación sea lo suficientemente alta para dar una mayor amplitud al proceso sin que el material se degrade ó se quemó.

	TEMPERA TURA (o C)	PRESION (lb/pulgada <sup>2</sup> )	HIGROSCO PIA (% en 24 h)	DEGRADA ción.
Polipropileno	198-304	10.000-20.000	0.01	ninguna
PS ug	162-315	10.000-30.000	0.03-0.05	ninguna
PS Impacto	190-315	10.000-30.000	0.1 -0.3	ninguna
SAN	204-315	10.000-30.000	0.2 -0.3	baja
ABS	204-287	15.000-30.000	0.3 -0.4	baja
Acrílico	162-287	10.000-20.000	0.3 -0.4	ninguna
Acetato	170-255	0.000-32.000	1.9 -6.5	alta
Nylon	243-382	10.000-25.000	1.4 -3.5	ninguna
Policarbonato	274-315	15.000-20.000	0.15	ninguna
Acetal	176-249	10.000-20.000	0.12-0.25	baja

De la tabla anterior se concluye que la facilidad de moldeo de estos materiales, es la siguiente en orden decreciente :

- Polipropileno
- Poliestireno UG.
- Poliestireno Impacto
- SAN
- ABS
- acetato



- Acrílico
- Acetales
- Policarbonato
- Nylon

### 3.- ELECTRODEPOSITO DE METALES.

La metalización galvánica de materiales plásticos no es en modo alguno una novedad. El problema principal, es decir la obtención de una superficie conductora sobre el material de por sí muy aislante, se solía solucionar con la pulverización de soluciones reductoras de plata, con la aplicación de lacas conductoras, con la pulverización de polvo de grafito ó procedimientos análogos. Sin embargo, en ninguno de estos casos se obtenía una adherencia real y satisfactoria entre el material plástico y el metal, de manera que la calidad de los productos obtenidos no era satisfactoria., el proceso exigía además una cantidad de tiempo y trabajos tan grande, que tampoco era posible competir en el precio con las piezas metálicas galvanizadas.

En 1962 se descubrió que, por ejemplo, las finísimas capas de cobre obtenidas químicamente por reducción

presentan una adherencia excelente con los plásticos de ABS (acrilo-nitrilo, butadieno-estireno). A partir de este momento era posible obtener productos de alta calidad por medio de procedimientos económicos, lo que condujo, en los últimos tres años, a un considerable incremento de la fabricación y del empleo de piezas de material plástico metalizadas. Al mismo tiempo se produjo una estrecha colaboración entre los fabricantes de materias primas, los transformadores de materiales plásticos y las empresas dedicadas al sector de la galvanización con el fin de resolver los problemas, generalmente nuevos, que surgieron.

a) **Ventajas de las piezas de ABS metalizadas.**

Las piezas de ABS metalizadas tienen un aspecto realmente metálico y un peso mucho menor, una resistencia a la corrosión mejor, una mejor capacidad de configuración y frecuentemente también un precio menor que las piezas metálicas galvanizadas correspondientes. Además, la resistencia al choque del

ABS es en muchos casos superior a la de los metales. Su estabilidad al calor y la dureza de su superficie es realmente tan buena que pueden competir con los metales. Finalmente, la fabricación de piezas de plástico evita una serie de procesos de acabado necesarios en el metal, tales como torneado, fresado, taladrado, pulido, roscado, plegado, soldado, enderezado etc.

Como ventajas especiales pueden indicarse además :

El efecto óptico obtenido por la metalización no se diferencia de las piezas metálicas galvanizadas.

La resistencia a desgaste puede alcanzar el valor de la del metal correspondiente por medio de la aplicación de capas de níquel duro, níquel-cobalto ó cromo duro.

Los valores de hinchamiento y de permeabilidad del material plástico se reducen, es decir, mejoran, considerablemente con el recubrimiento metálico. La tendencia del material plástico a envejecer disminuye.

La superficie metalizada elimina la tendencia de los materiales plásticos a cargarse estáticamente.

Las carcasas de material plástico adquieren con la metalización las propiedades de las jaulas de Faraday.

La combustibilidad del material plástico es menor.

La estabilidad con el calor y la rigidez del material plástico aumentan. El empleo de material plástico metalizado no es rentable para aquellas piezas que, como por ejemplo las piezas de latón estampadas, pueden fabricarse fácil y económicamente.

La tabla siguiente resume las mejoras que pueden obtenerse en el ABS ("Cycolac" EP 3510) por medio de la metalización (0.03 mm de cobre, 0.0075 mm de níquel, cromo brillante).

**PROPIEDADES DE UNA PROBETA DE MATERIAL PLASTICO**

**AIS METALIZADA Y NO METALIZADA.**

	Metalizada	No Metalizada
Resistencia a desgarramiento (kp/cm <sup>2</sup> )	510	385
Módulo de elasticidad, ensayo de tracción . . (kp/cm <sup>2</sup> )	42000	21700
Módulo de elasticidad, ensayo de flexión (kp/cm <sup>2</sup> )	63000	21700
Resistencia a la flexión (kp/cm <sup>2</sup> )	840	595
Resistencia al impacto con entalladura, Izod. . (kp cm/cm)	33	22
Estabilidad con el calor con una carga de 18.5 kp/cm <sup>2</sup> (°C)	101	88
una carga de 4.6 kp/cm <sup>2</sup> (°C)	132	97



**El ABS como material de partida.-**

Ahora se plantea la cuestión de por que se prefiere precisamente el material plástico ABS como material de partida para la galvanización, si se prescinde de su reducido peso específico y su elevada resistencia al choque. La razón para ello es en primer lugar la elevada adherencia de la capa metálica, que puede alcanzar con facilidad 10 kg/mm. de ancho ( según DIN 40 892 ).

Una unión química verdadera entre el material plástico y el metal sería difícilmente comprensible desde el punto de vista químico.. por otra parte, una fijación puramente mecánica a las rugosidades de la superficie tampoco es la razón decisiva, ya que en las piezas de ABS picadas mecánicamente se obtienen adherencias que sólo son 1/10 de las que se obtienen en piezas picadas químicamente. Por ello hay que suponer que el tratamiento previo y el activado de la

superficie del ABS producen el grado de rugosidad exacto y fino y que el activado con soluciones salinas introduce gérmenes metálicos en la superficie que dan lugar a una fijación segura de la capa metálica. La estructura del ABS en dos fases (nitilo acrílico-estireno y estireno-butadieno), es decir el Sistema heterogéneo es probablemente fundamental para ello.

- c) Normas para la Construcción de piezas de ABS, que han de ser metalizadas. -

Los aceros para los moldes.

El acero del molde debe estar exento de poros o al menos poseer muy pocos y poder pulirse perfectamente. Los moldes de un acero poroso o que no se pueda pulir perfectamente, dan lugar a piezas mates y picadas que se metalizan con dificultad. Este fenómeno tampoco puede eliminarse con un cromado duro de las cavidades del molde, de manera que es aconsejable



utilizar un acero de alta calidad y prescindir totalmente del cromado.

### La Construcción de las Piezas.

Las normas para la configuración de las piezas fundamentalmente tienen a la supresión de superficies planas grandes, esquinas y cantos vivos, variaciones de sección bruscas y paredes de grueso muy diferente. Las rebabas deben evitarse cuidadosamente., el bebedero debe estar disimulado. Las necesidades de la galvanotécnica deben ser tenidas en cuenta por medio de la previsión de orificios de salida y de puntos de conexión para los circuitos eléctricos.

### Normas para la Inyección.

Los valores de adherencia más altos se obtienen con temperaturas elevadas de la masa ( unos  $270^{\circ}$  C) y con una inyección lenta unida a una presión de inyección lo más baja posible. En ningún caso deben emplearse separadores, especialmente los basados en siliconas. Los moldes deben mantenerse a una temperatura de  $60 - 70^{\circ}$  C para obtener piezas sin tensiones., por la misma razón también es favorable utilizar una presión

final decreciente. En caso necesario puede ser ventajoso un recocido final. Las piezas inyectadas tienen que protegerse contra arañazos envolviéndolas en papel de seda. Los operarios que las manejan deben llevar guantes de algodón para evitar cualquier ensuciamiento con grasa o sudor de las manos.

d) **La Metalización.**

La capa metálica se compone de las siguientes fases:

- Limpieza (baño alcalino y neutralización con ácidos).
- Tratamiento previo de la superficie.
- Activado de la superficie.
- Cobrizado ó níquelado químico.
- Cobreado galvánico (primero cobre mate, después cobre brillante).
- Aplicación galvánica de la capa superficial (por ejemplo níquel /cromo ó níquel/oro entre otras).

El Tratamiento Previo.

En primer lugar es necesario que la superficie de la pieza de ABS

se limpie y desengrase completamente por medio de un tratamiento con detergentes alcalinos. Después se sumerge en un baño de ácido clorhídrico ó sulfúrico débil para neutralizar la superficie.

A continuación se pica la superficie, para lo que actualmente se prefieren los medios químicos. Esta operación se designa mejor como "mateado", ya que se desea obtener una superficie mate, pero no rugosa. Para ello se emplean ácido cromosulfúrico ó ácidos especiales. El picado puramente mecánico por tratamiento en tambores ó lapeado en húmedo da peores resultados.

#### El Activado y la Metalización previa.

Durante el activado se introduce en la superficie el catalizador metálico que en la fase siguiente debe producir la reducción de la solución de sales de cobre. Las piezas se sumergen para ello en primer lugar en una solución de cloruro de estaño en ácido clorhídrico débil y después en una solución de una sal de un metal noble ( paladio, plata, oro ó análogos ).

se limpie y desengrase completamente por medio de un tratamiento con detergentes alcalinos. Después se sumerge en un baño de ácido clorhídrico ó sulfúrico débil para neutralizar la superficie.

A continuación se pica la superficie, para lo que actualmente se prefieren los medios químicos. Esta operación se designa mejor como "mateado", ya que se desea obtener una superficie mate, pero no rugosa. Para ello se emplean ácido cromosulfúrico ó ácidos especiales. El picado puramente mecánico por tratamiento en tambores ó lapeado en húmedo da peores resultados.

#### El Activado y la Metalización previa.

Durante el activado se introduce en la superficie el catalizador metálico que en la fase siguiente debe producir la reducción de la solución de sales de cobre. Las piezas se sumergen para ello en primer lugar en una solución de cloruro de estaño en ácido clorhídrico débil y después en una solución de una sal de un metal noble ( paladio, plata, oro ó análogos ).

El cloruro de estaño actúa como medio reductor y precipita trazas de metales nobles sobre la superficie del ABS.

El baño de cobre químico que sigue representa una "solución de Fehling", modificada. De acuerdo con las indicaciones del fabricante, se mezcla a partir de dos ó tres componentes (solución de sal de cobre, reductor y eventualmente un álcali para regular el valor pH) y, bajo la acción de las trazas de metales nobles, da lugar a una película finísima de cobre. En unos 20 minutos se obtienen capas de 0.00025 a 0.001 mm. de grueso. La velocidad de precipitación depende principalmente de la temperatura y del valor pH, pero apenas del contenido en metal de la solución.

El problema más difícil de esta fase es la inestabilidad de la solución de cobre que, principalmente por la acción catalítica de las solución de activado arrastrada, tiende a formar depósitos de partículas de cobre en la solución y en las paredes de la cuba.

La mejor solución es un lavado cuidadoso después del activado, el mantenimiento de una relación superficie de ABS / volumen del baño grande, así como la adición eventual de un formador de complejos. Los perfeccionamientos progresivos permiten disponer actualmente de soluciones de sales de cobre cuyo periodo de utilización es hasta de 3 meses. Generalmente es, sin embargo, preferible desechar la solución después de unas dos semanas. Durante este tiempo deben mantenerse constante el contenido en metal y el valor pH por medio de adiciones. Sobre la utilidad del filtrado de la solución de cobre existe todavía diversidad de opiniones.

Durante el activado, que dura de 1 a 5 minutos, la pieza de ABS adquiere un color castaño. La uniformidad - no la tonalidad - de esta decoloración permite un control de la calidad del tratamiento previo. Durante el cobrizado se libera hidrógeno y se forma una capa de cobre, en principio negra y después cobriza. También en este caso es decisiva la uniformidad. Los baños de cobre viejos producen frecuentemente un depósito castaño más oscuro, que, sin embargo, no tiene importancia.

### La Metalización Galvánica.

En la metalización galvánica que sigue a las fases precedentes hay que tener en cuenta que la corriente sólo puede desplazarse a lo largo de la superficie de la pieza de ABS, ya que ésta no es conductora. Dado el pequeñísimo grueso de la capa de cobre depositada químicamente, (por término medio 0.0005 mm) hay que trabajar con densidades de corrientes pequeñas (0.5 A/dm<sup>2</sup>).

Los baños de cobre ácidos son los más adecuados, debiendo emplearse, sin embargo para los primeros milésimos de mm un baño de cobre mate, ya que los abrillantadores reducen la adherencia. Después puede pasarse a baños de cobre brillante y ácidos con una densidad de corriente de 3 a 5 A/dm<sup>2</sup>. El grueso mínimo de la capa de cobre debe ser 0.003 mm. La temperatura del baño no debe rebasar los 45° C.

A continuación puede aplicarse galvánicamente una capa de

níquel brillante ó cromo siguiendo los procedimientos usuales para las piezas metálicas. La relación entre el grueso del cobre y el del níquel debe ser siempre superior a 3. Una capa intermedia de níquel también es recomendable como soporte para latón ó metales nobles. Evita una difusión de estas capas en el cobre. El níquel da frecuentemente mejor resultado que el cromo duro para las capas resistentes a desgastes. . únicamente con aleaciones cobalto/níquel se obtienen valores de desgaste más favorables. En la mayoría de los casos las capas de cromo sólo tienen la misión de evitar el empañamiento del níquel. . por ello pueden ser muy delgadas.

Capas de cobre excesivamente delgadas producen, con oscilaciones de temperatura, burbujas en la capa metálica, ya que entonces la adherencia entre el níquel y el cobre es mayor que entre el cobre y el ABS.

No se recomiendan las galvanizaciones parciales, ya que con ellas se pone en peligro la adherencia, apenas es posible obtener una separación limpia y las operaciones de apantallado son generalmente muy costosas.



### **Los Aparatos Galvánicos.**

Las cubas de polietileno lineal dan mejor resultado que las de caucho. Las cubas para las soluciones de sales de cobre tienen que limpiarse diariamente con un cepillo y una bayeta. Después se lavan con ácido nítrico y finalmente se enjuagan cuidadosamente hasta obtener una neutralización completa. En las cubas de tamaño grande puede utilizarse un revestimiento de lámina de polietileno que se saca fácilmente.

Las piezas de ABS se fijan en la cuba por medio de pinzas que ejercen una presión ligera y a una distancia de 8 a 10 mm. Para el tratamiento previo puede fijarse sobre el bastidor una cantidad de piezas de 3 a 5 veces mayor que para el galvanizado. Estos bastidores pueden hacerse de alambre de hierro ó de acero adecuadamente aislado. El cobre que se deposita sobre ellos tiene que eliminarse después de cada lote por medio de una inmersión de corta duración en ácido nítrico diluido.

### **La Verificación de las Piezas Galvanizadas.**

El ensayo más importante es la prueba de pelado según DIN 40 802 y Marbon TM-249-64-A. En ella se desprende la capa metálica, verticalmente con relación a la superficie de la probeta, con una velocidad de 25 mm/min., el ancho de prueba es de 25 mm.

En las piezas inyectadas se considera que un valor de 3 kg es bueno, pero pueden alcanzarse sin dificultad valores de unos 5 kg.

La prueba de pelado sólo puede realizarse cuando la capa metálica tiene un grueso superior a 0.025 mm y sólo en probetas planas. Para piezas modeladas se recurre por ello a los procedimientos que se indican a continuación.

En el ensayo Marbon TM-252-64 se determina la temperatura máxima del aire a que puede exponerse durante 2 horas un ABS

metalizado sin que se deforme, aparezcan burbujas ó se reduzca la adherencia. Las piezas de buena calidad dan lugar a valores de 105° C y más.

En el procedimiento Marbon TM-253-64 se determinan los límites de temperatura entre los que puede someterse la probeta a un ensayo de cambios de temperatura sin que sufra daños. Pueden alcanzarse tres alternancias entre - 30 y 105° C.

Con fines prácticos pueden recomendarse los siguientes ensayos. -

Aherencia (mínima 1.8 kg/25 mm de ancho ).

24 horas de almacenamiento con 93° C.

ensayo de cambios de temperatura de tres veces 93° y 38° C.

además 1 hora a - 20° C.

Según la aplicación todavía pueden hacerse ensayos de martillado, ensayos de pulverización de sal, etc. Los ensayos de corrosión normales previstos para metales no son muy apropiados, ya que en las piezas de ABS no puede producirse la corrosión interior, tan temida en los metales.

### **Los Defectos de Transformación.**

Las piezas que se inyectan con una presión final demasiado alta, parecen ser atacadas con mayor lentitud por las soluciones de mateado, lo que en determinadas circunstancias puede conducir a un activado insuficiente.

Las tensiones internas elevadas, una velocidad de inyección demasiado grande y los moldes de inyección excesivamente fríos producen efectos análogos. Por ello debe cuidarse la elección correcta y el exacto mantenimiento de condiciones de inyección y de transformación constantes.

Además, hay que observar las instrucciones dadas por los fabricantes de los baños de mateado, activado y galvanizado.

Si las piezas no se lavan suficientemente, se arrastra líquido de un baño al siguiente y se obtienen resultados malos.

## CAPITULO V.

### DEFINICION DE LOS MATERIALES MAS APROPIADOS

#### 1.- En cuanto a propiedades físicas.

Siendo los receptores de radio y televisión bienes de consumo duradero, se busca que todos sus componentes cumplan de la manera más satisfactoria posible las funciones para las que fueron creados. El gabinete tiene como función principal la apariencia y presentación, el servir de protección a los delicados componentes electrónicos de que constan estos receptores y el hacer que estos aparatos sean seguros en su uso por las personas.

Con el fin de normar un criterio de selección objetiva, que permita definir los materiales más apropiados, se ha pensado en calificar cada una de las propiedades necesarias para cumplir adecuadamente las funciones antes mencionadas. Esta calificación será del 1 al 5, el 1 designará una calificación muy baja y el 5 la más alta.

PROPIEDADES	EXCELENTE (5)	MUY BUENO (4)	BUENO (3)	REGULAR (2)	MALO (1)
Resistencia a la Tensión	12000-9000	90000-7000	7000-5000	5000-3000	3000-1000
Módulo de elasticidad en tensión	30-4.9	4.9 - 3.8	3.8 - 2.7	2.7 - 1.6	1.6
Resistencia a la compresión	18000-14000	14000-10000	10000-6000	6000-2000	2000
Resistencia a la flexión	19000-16000	16000-12000	12000-9000	9000-6000	6000
Resistencia al impacto	6	3-6	15 - 3	0.5 - 1.5	9 - 0.5
Dureza Rockwell	R-100	M90 - M70	M70- M50	M50- M35	D
Temperatura de deformación bajo carga ( creep )	200	180 - 200	180 - 150	120 - 150	120
Resistencia química	Resistente	Ligeramente Resistente	Poco Resistente	No Resistente	Soluble
Apariencia	E	MB	S	R	M
Facilidad de decorado	E	MB	B	R	M

**PROPIEDADES**

**MATERIALES**

	P.P.	M.P.	U.P.	P.P.	P.S. U.G.IMP.	SAN	ABS	ACR	ACR- TATO	Hylon	PC	AC	
Resistencia a la tensión	3	4	3	3	4	3	5	5	5	3	5	4	5
Módulo de Elasticidad	3	2	5	2	5	4	5	4	3	3	3	3	4
Resistencia a la Comp.	5	5	5	3	5	3	5	4	5	4	4	4	4
Resistencia a la flexión	3	5	3	1	3	3	5	4	5	4	4	4	4
Resistencia al impacto	3	3	1	4	1	2	1	4	1	3	3	5	3
Dureza rockwell	5	5	5	5	4	3	4	5	5	5	5	5	4
Temperatura de def. bajo carga	5	5	5	5	4	3	4	4	4	3	5	5	5
Resist. Química	5	5	5	5	3	3	4	4	4	1	4	2	2
Apariencia	2	3	3	3	4	3	4	4	5	5	2	4	2
Facilidad de decorado	1	4	4	1	4	4	4	4	5	5	2	5	1
	37	44	39	32	37	34	41	42	43	35	37	41	35

Listando los materiales en orden decreciente por puntuación :

<u>Lugar</u>	<u>Material</u>	<u>Puntuación</u>
1	Melamina Formaldehido	44
2	Acrílico	43
3	ABS	42
4	Policarbonato	41
4	SAN	41
5	Urea-Formaldehido	39
6	Poliestireno U.G.	37
6	Fenol Formaldehido	37
6	Nylon	37
7	Acetal	35
7	Acetato	35
8	Poliestireno Impacto	34
9	Polipropileno	32



2.- En cuanto a criterio comercial.

Los plásticos termofijos han dejado de usarse para la fabricación de gabinetes de radio y televisión, debido a :

- a) Alto costo del Sistema de moldeo por compresión.
- b) Imposibilidad de reprocesar piezas incompletas y sobrantes del moldeo.
- c) Alta gravedad específica
- d) El único termofijo utilizado era el fenol-formaldehido por su menor costo, pero dejó de utilizarse por obtenerse solamente en colores : negro, rojo oscuro y café oscuro.

Los termoplásticos se han utilizado ultimamente en base a su apariencia agradable ( amplia gama de colores y brillo ). Desde un principio se ha buscado la mayor economía en la decisión de que material emplear. Esta economía incluye el precio del material, gravedad específica y facilidad de procesado.

TABLA DE PRECIOS.

Material	\$ / Kg.	G. esp.	\$ / Litro	Lugar
Polipropileno	7.00	0.90	6.30	1
Poliestireno u.g.	7.10	1.05	7.48	2

	\$/kg.	Gr. esp.	\$ /litro	Lugar
Poliestireno impacto	8.50	1.05	8.95	3
SAN	10.50	1.05	11.05	4
ABS	13.00	1.05	13.70	5
Acrílico	15.00	1.17	17.60	6
Acetato	16.50	1.28	21.10	7
Acetal	25.00	1.41	35.20	8
Pollicarbona-				
to	30.00	1.20	36.00	9
Nylon	35.00	1.13	39.50	10

TABLA DE CONDICIONES DE PROCESO

Material	Temperatura de inyección ° C	Presión de inyección (psi)	Higroscopia % en 24 Hr.	Degradación
Polipropileno	198-304	10,000-20,000	0.01	Ninguna
Poliestireno u.g.	162-315	10,000-30,000	0.03-0.05	"
Poliestireno imp.	190-315	10,000-30,000	0.1-0.3	"
SAN	204-315	10,000-30,000	0.2-0.3	Baja
ABS	204-287	15,000-30,000	0.3-0.4	"

Material	Temperatura de inyección ° C	Presión de inyección (psi)	Higroscopia % en 24 hr.	Degradación
Acrílico	162-287	10,000-20,000	0.3-0.4	Ninguna
Acetato	170-255	8,000-32,000	1.9-6.5	Alta
Nylon	243-382	10,000-25,000	1.4-3.5	Ninguna
Policarbonato	274-315	15,000-20,000	0.7-1.1	Ninguna
Acetal	176-249	10,000-20,000	0.12-0.25	Baja

De la tabla anterior se concluye que la facilidad de moldeo de estos materiales es la siguiente en orden decreciente :

Polipropileno

Poliestireno U.G.

Poliestireno impacto

SAN

ABS

Acetato

Acrílico

Acetal

Policarbonato

Nylon

Los costos de moldeo por inyección que normalmente se cargan por gramo moldeado son los siguientes :

TABLA DE COSTOS DE MOLDEO.

Material	Costo \$ / g.	Lugar
Polipropileno	0.008	1
Poliestireno	0.010	2
SAN y ABS	0.015	3
Acrílico	0.020	4
Acetato	0.020	4
Acetal	0.025	5
Nylon	0.040	6
Polycarbonato	0.040	6

Relacionando los lugares obtenidos por los materiales en las tablas de :

- a) Calificación de propiedades físicas
- b) Precios de materiales
- c) Costo de moldeo

Se pueden definir en forma aproximada los materiales más convenientes para la fabricación de gabinetes de radio y T. V. :

Material	Prop. Física	Costo de Material	Costo de Moldeo	Suma
Polipropileno	5	1	1	11
Poliestireno U.G.	6	2	2	10
Poliestireno imp.	8	3	2	13
SAN	4	4	3	11
ABS	3	5	3	11
Acrílico	2	6	4	12
Acetato	7	7	4	18
Policarbonato	4	9	6	19
Acetal	7	8	5	20
Nylon	6	10	6	22

De los resultados anteriores podemos ver que los materiales a utilizar serían :

- Poliestireno U.G.
- SAN
- ABS
- Polipropileno
- Acrílico
- Poliestireno impacto

De los materiales anteriores, el polipropileno no se usa debido a su dificultad de decorado y baja resistencia a la flexión.

De los demás materiales, el criterio de decisión por parte de los fabricantes de radios y televisores consiste en darle primordial importancia al factor costo, siempre y cuando las propiedades físicas sean aceptables.

En los radios de mesa se usa generalmente poliestireno de uso general con magníficos resultados, ya que estos aparatos no están sujetos a sufrir golpes, situación que se presenta en los radios portátiles, por lo que en ese caso se usa poliestireno de impacto.

En los gabinetes de T.V., por su gran tamaño y peso, ha sido necesario utilizar poliestireno de un mayor grado de resistencia al impacto.

## CAPITULO VI.

### CONCLUSIONES.

- 1.- El material que más se emplea en la fabricación de gabinetes de radio y T.V. es el poliestireno en sus diferentes calidades. Se emplean otros materiales ocasionalmente en aparatos de alto costo., usándose ABS en los casos en que se requiere metalizado de su superficie.
- 2.- Como se ha visto en el transcurso de capítulos anteriores, la industria manufacturera de receptores de radios y T.V. ha tenido un gran auge en lo que va de la presente década, y se puede decir que el uso de los plásticos en la manufactura de gabinetes ha jugado un papel importante en su crecimiento.
- 3.- La historia de los dos últimos años nos enseña que la aceptación del público en general por los radios portátiles con gabinetes de plástico ha decrecido, aceptando más, el gabinete de madera forrado con materiales que le dan apariencia de piel. Esto es debido al uso indiscriminado de un solo tipo de material muy económico, que si bien, reunía propiedades adecuadas para ser usado en modelos de mesa, es frágil para resistir el trato a que se sujetan

los receptores portátiles.

- 4.- Para mantener la aceptación de gabinetes de plástico por parte del público, y así sostener el crecimiento de esta industria, es necesario que se instituyan en México, pruebas adecuadas que nos permitan saber si un plástico puede ser utilizado ó no en la fabricación de gabinetes de radio y T.V.



**BIBLIOGRAFIA.**

**J.A. BRUDSON**

**Plastics Materials**

**D. Van Nostrand Co. New York, 1964**

**SIMANDS HEBERT & CHURCH JAMES**

**A concise guide of plastics**

**Reinhold Publishing Co. New York, 1963**

**JOEL PRADOS**

**Modern Plastics Encyclopedia**

**Charles A. Breskin, New York, 1965**

**STANLEY MELVIN**

**Basic Injection Molding Theory**

**Monsanto Chemical Co. 1963**

**LAWRENCE E. NIELSEN**

**Mechanical Properties of Polymers**

**Reinhold Publishing Co. New York, 1962**

**ASTM STANDARDS ON PLASTICS**

American Society of the Plastics Industry, Inc.

Reinhold Publishing Co., New York, 1960

**A.E. LEVER & J. RHYS**

The Properties and Testing of Plastic Materials

Chemical Publishing Co., Inc., New York, 1962

**COMPENDIO MUNDIAL 1967**

Selecciones del Reader's Digest, New York, 1966

**LA ECONOMIA MEXICANA 1966**

Mercados Regionales

Publicaciones Ejecutivas de México, S.A. 1967

**PLASTICOS MODERNOS, Mayo 1967**

Ediciones Técnicas y Culturales, S.A.

México, D.F.