

**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

CALIDAD TOTAL Y CONSOLIDACION TECNOLOGICA DEL PRODUCTO

DISEÑO PARA ENSAMBLE

ING. ROBERTO PULIDO LLANO

SEPTIEMBRE 1992

TECNOLOGÍA DEL DISEÑO

DISEÑO PARA ENSAMBLE



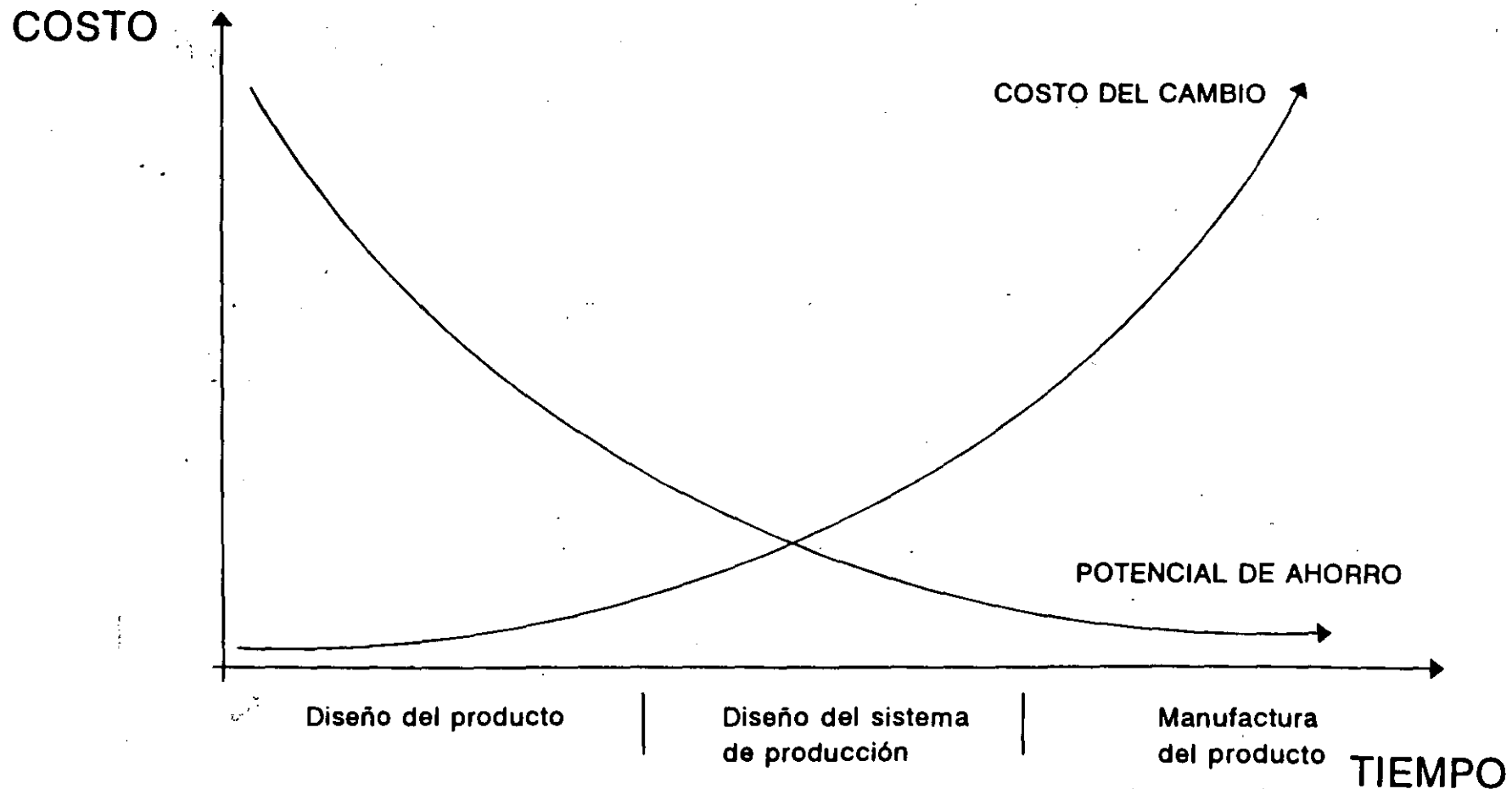
VITRO ENSERES DOMESTICOS

IMEC, CENTRO DE TECNOLOGIA AVANZADA

ING. ROBERTO PULIDO LLANO
FACULTAD DE INGENIERIA, UNAM
PALACIO DE MINERIA
SEPTIEMBRE, 1992
MEXICO, D.F.

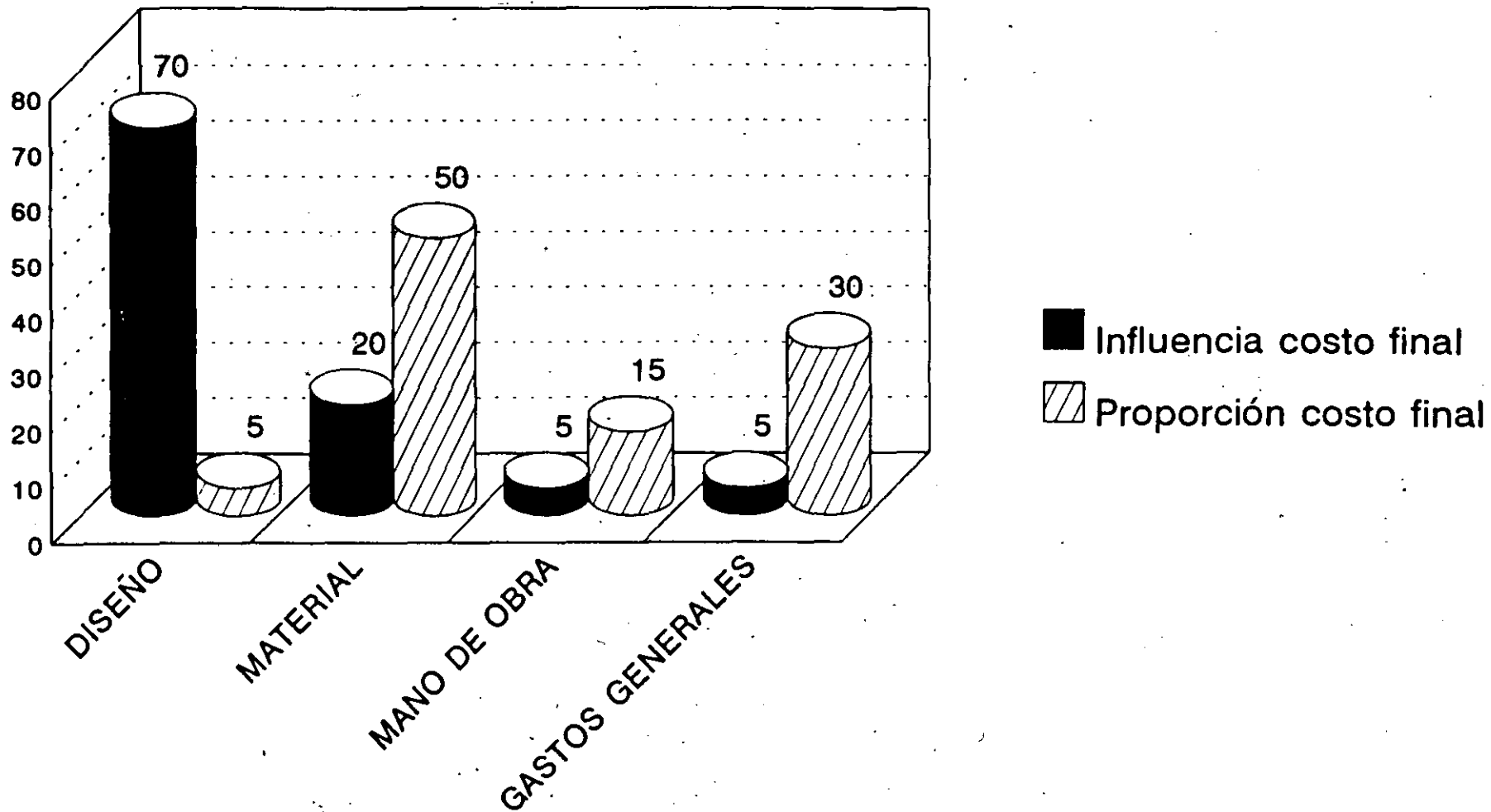
CICLO DEL PRODUCTO

COSTO DEL CAMBIO Y POTENCIAL DE AHORRO



COSTO E INFLUENCIA DEL DISEÑO

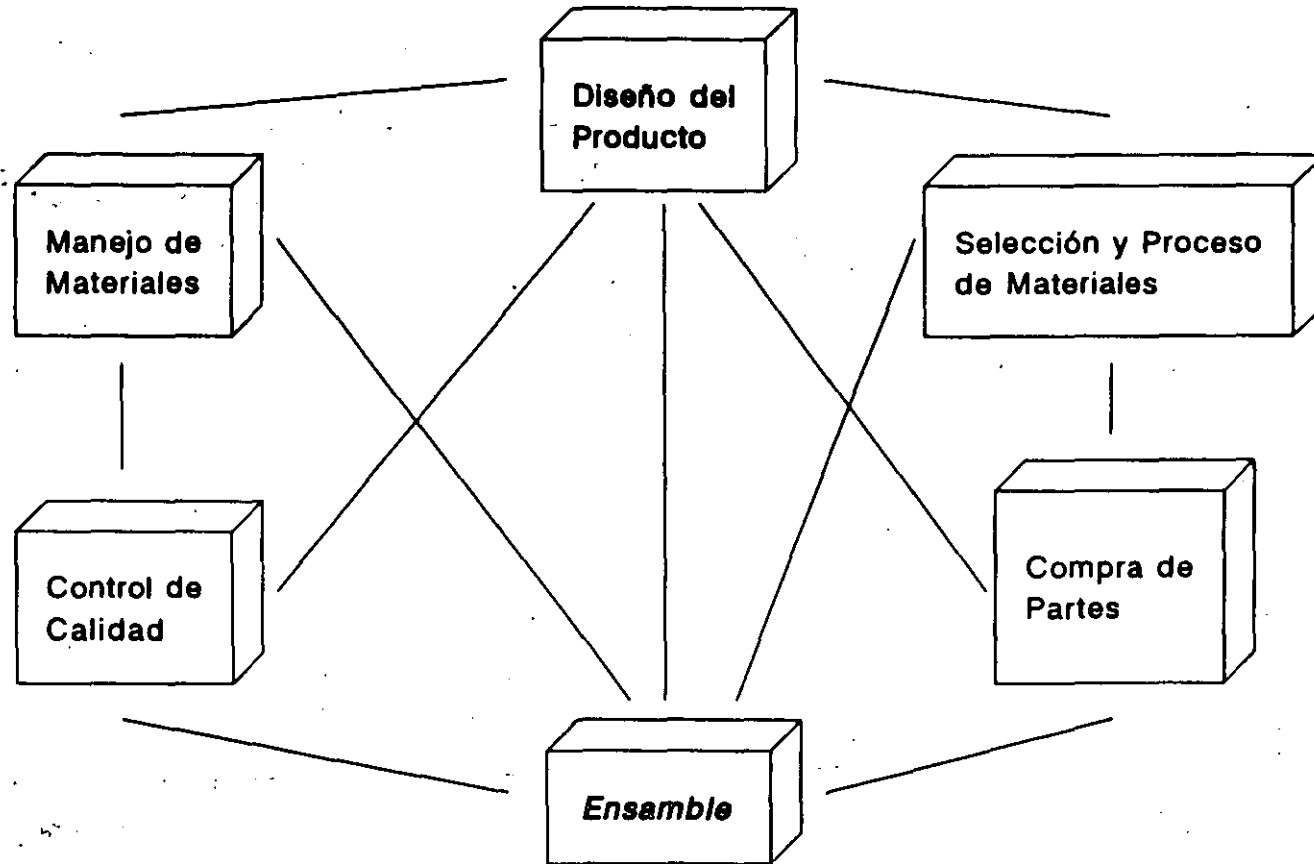
[PORCENTAJE %]



DISEÑO PARA MANUFACTURA

DISEÑO DEL PRODUCTO

INGENIERIA SIMULTANEA



Ingeniería simultánea:

Fomentar el intercambio de información entre todas las áreas involucradas con el producto o el sistema de producción desde las primeras etapas de diseño.

DISEÑO PARA MANUFACTURA AFIRMACIONES

La eficiencia del sistema de producción se incrementa si las decisiones de diseño del producto se fundamentan en los siguientes aspectos:

- Manufacturabilidad
- Función del producto
- Vida del producto
- Costo de los componentes

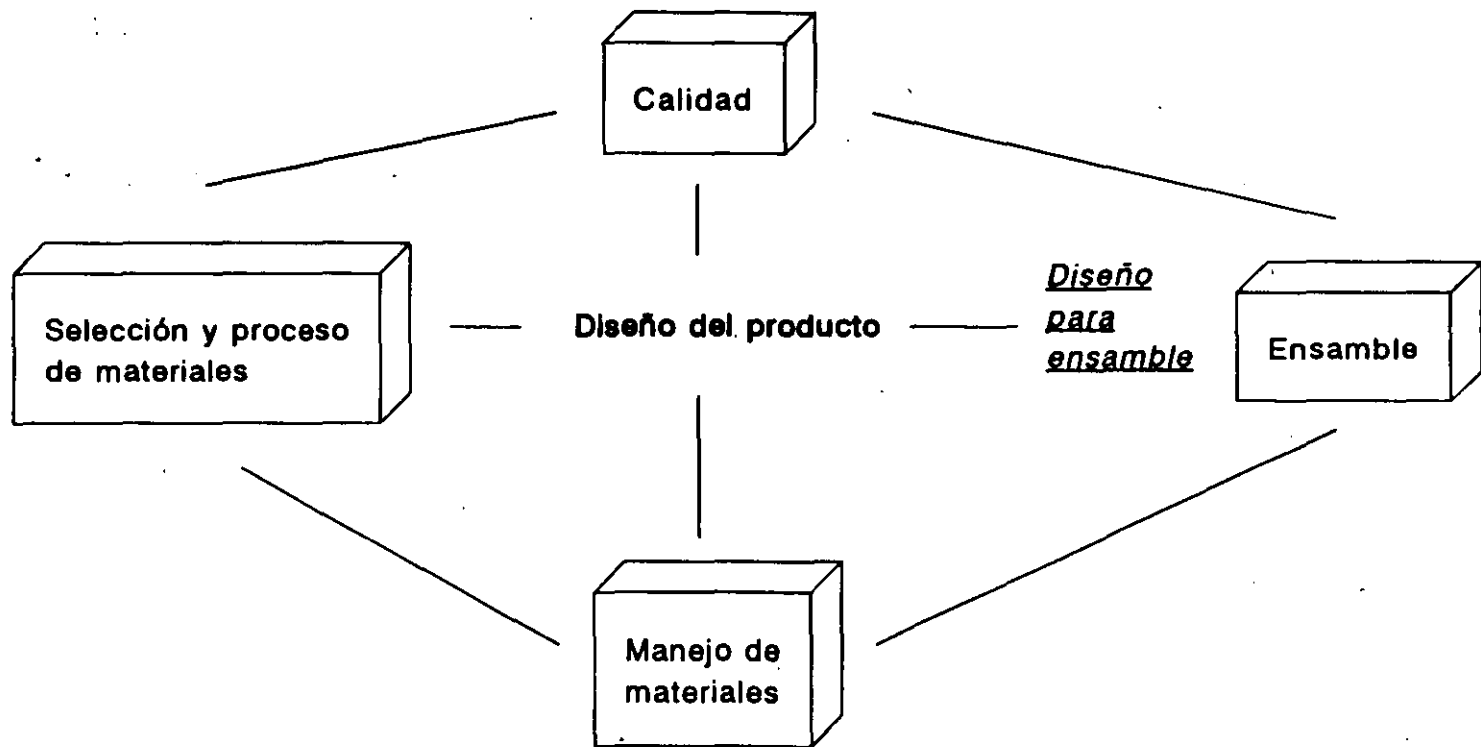
Un producto diseñado para manufactura logrará mejores resultados en:

- Funcionalidad
- Reducción del ciclo de diseño
- Menor costo de manufactura

DISEÑO PARA MANUFACTURA

DISEÑO DEL PRODUCTO

DISEÑO PARA ENSAMBLE



Objetivo del diseño para manufactura:

Maximizar Productividad

DISEÑO PARA ENSAMBLE REQUERIMIENTOS DEL DISEÑADOR

El diseñador:

- Debe conocer la naturaleza de los procesos de ensamble
- Debe tener razones fundamentadas para requerir partes separadas en vez de combinar varias partes en una sola
- Debe recordar que la combinación de dos partes en una elimina al menos una operación de ensamble
- Debe medir la eficiencia de ensamble
- Debe seleccionar el método de ensamble
- Debe comparar métodos de ensamble cuando el método de ensamble no esté claramente definido

DISEÑO PARA ENSAMBLE TECNICA DE BOOTHROYD Y DEWHURST

Objetivo del diseño para ensamble:

Reducir el costo del producto a través de la simplificación del diseño.

Modo de lograr la reducción de costo:

- 1) Reducir el número de partes
- 2) Asegurar que las partes restantes son fáciles de manufacturar y ensamblar

Tipo de técnica:

- 1) Sistemática en el enfoque
- 2) Proceso formalizado paso a paso
- 3) Basada, en su mayoría, en métodos de estudios del tiempo de ingeniería industrial
- 4) Provee una medida cuantificable de la facilidad de ensamble
- 5) Basada en la geometría de los componentes del diseño

DISEÑO PARA ENSAMBLE TECNICA DE BOOTHROYD Y DEWHURST

- Información requerida:**
- Listas de partes
 - Materiales
 - Procesos
 - Dibujos de ingeniería
 - Producto o prototipo

- Tipo de análisis:**
1. Orden de ensamble
 2. Orden de desensamble

- Suposiciones:**
- Las partes son añadidas una por una, para facilidad de análisis
 - * En caso de colocar partes simultáneamente, hay que ajustar los tiempos
 - Las partes son presentadas a granel y orientadas azarosamente
 - * En caso de presentar partes orientadas, hay que ajustar los tiempos

DISEÑO PARA ENSAMBLE TECNICA DE BOOTHROYD Y DEWHURST

Técnica sistematizada Empleada en:

- Análisis del diseño del producto
- Identificar dificultades de ensamble
- Estimar costo de ensamble
- Determinar eficiencia de ensamble

Pasos importantes para cada parte del producto:

- Determinar si la parte es candidato a eliminarse o a combinarse con otras partes
- Estimación del tiempo empleado en tomar, manipular e insertar la parte

Información final:

- Tiempo total de ensamble
- Eficiencia de ensamble
- Costo de ensamble
- Determinación del número mínimo de partes

Análisis de ensamble del producto:

- Estudio del diseño del producto en sí mismo
- Comparación del diseño del producto con otros diseños y con el diseño ideal

DISEÑO PARA ENSAMBLE

SELECCION DE METODO DE ENSAMBLE

Método de ensamble:

Debe decidirse lo antes posible durante la etapa de diseño, basada en el método que representa los menores costos.

Debe decidirse en base a las características del producto y a los parámetros de la compañía:

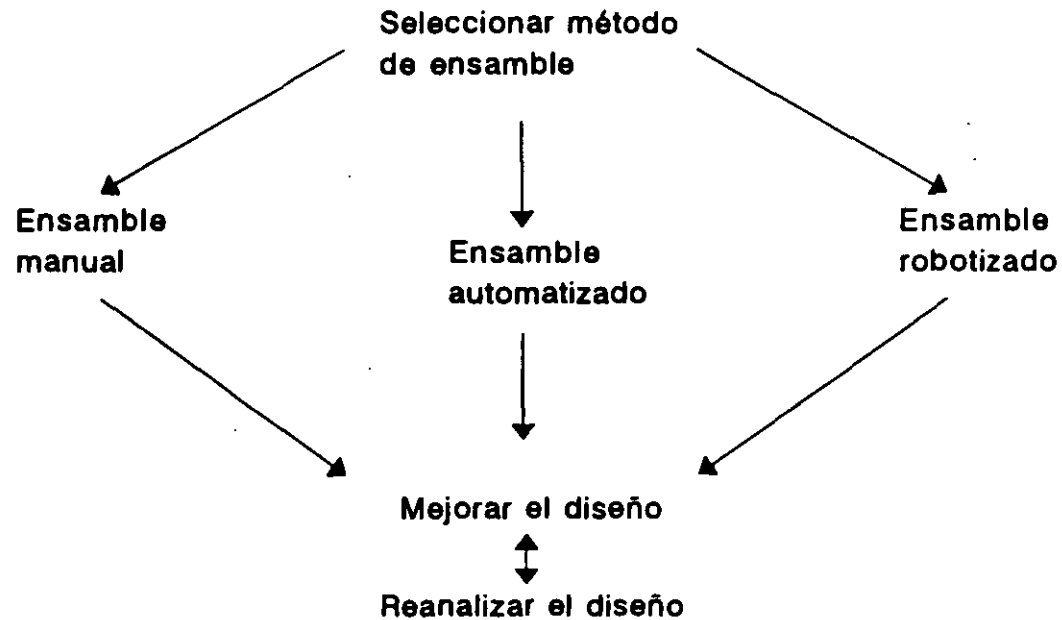
- Volumen de producción
- Número de partes en el ensamble
- Cantidad de productos diferentes
- Número de partes por producto
- Número de cambios mayores de diseño durante la vida del producto
- Política de inversión de la compañía en equipo de automatización
- Período de amortización de inversión en equipo

Pueden emplearse gráficas de B & D para ubicar el método más económico antes de realizar un estudio detallado.

* Nota: Los procesos de ensamble manual y automáticos se diferencian por la habilidad humana y el método mecánico empleado.

DISEÑO PARA ENSAMBLE

SELECCION DE METODO DE ENSAMBLE



Métodos de ensamble:

Manual.- En banco o en línea usando herramientas sencillas

Automatizado.- Usando máquinas especiales

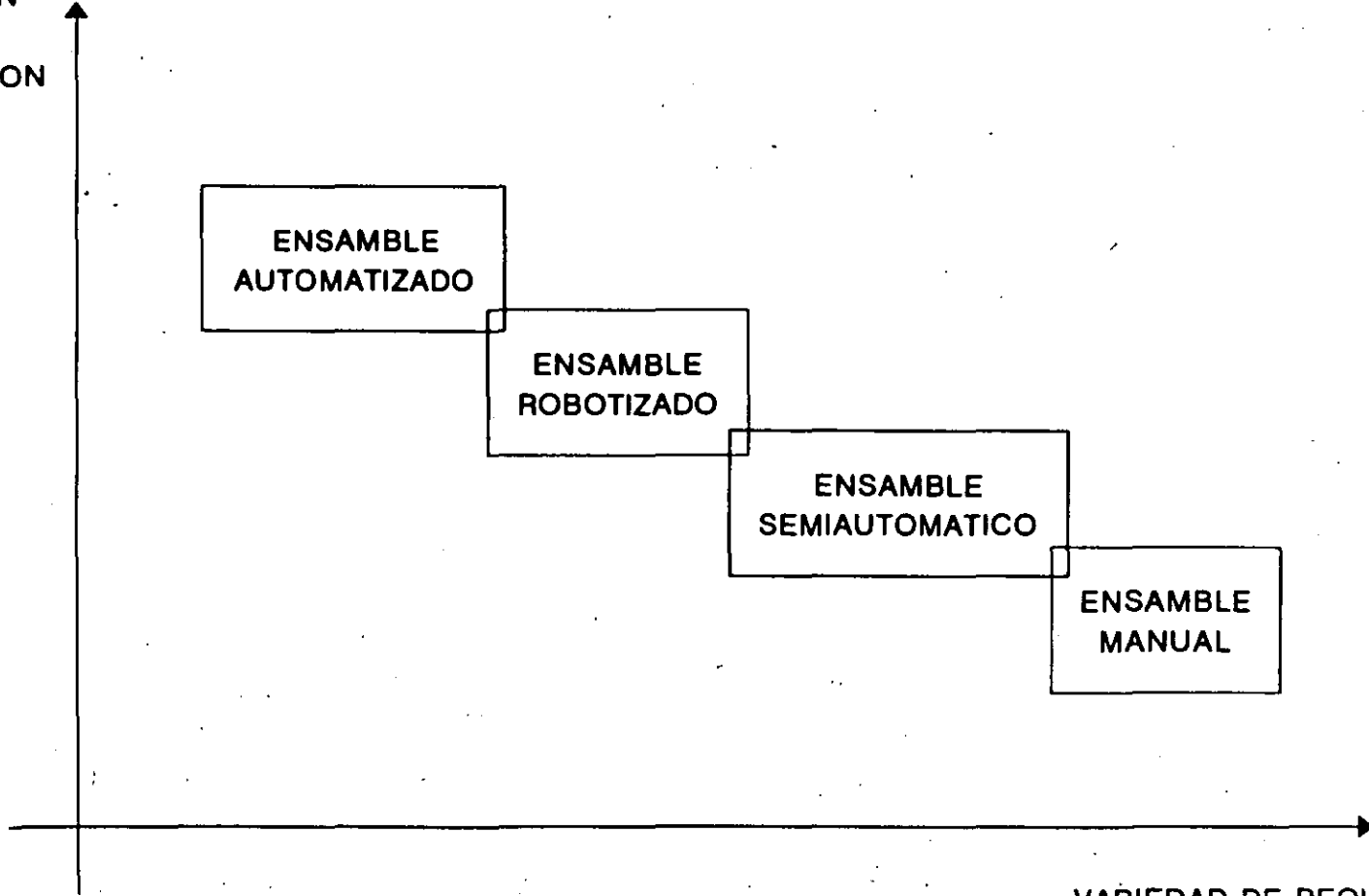
Robotizado.- Usando robots

DISEÑO PARA ENSAMBLE

METODOS DE ENSAMBLE

PRODUCCION - VARIEDAD

VOLUMEN
DE
PRODUCCION

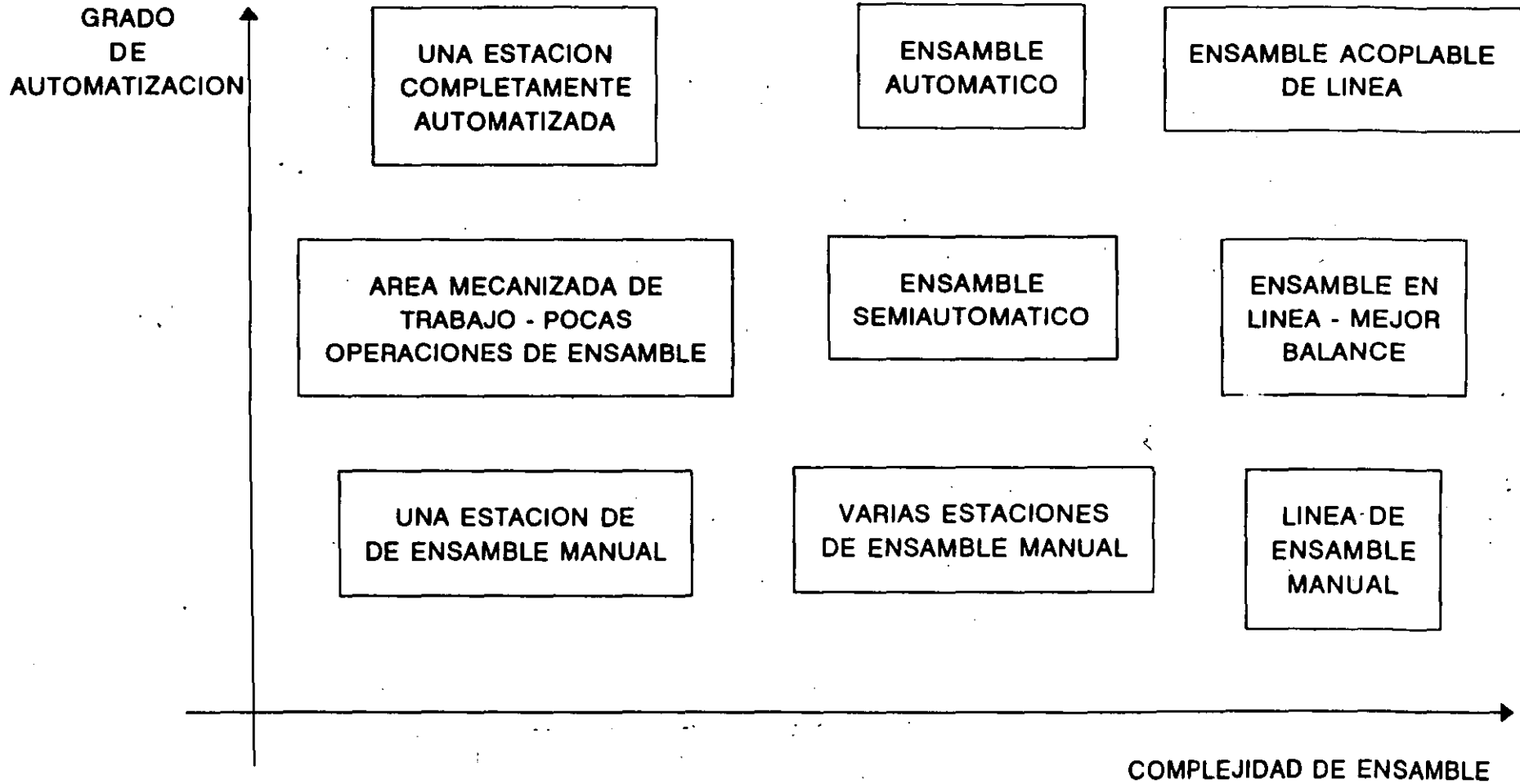


VARIEDAD DE REQUERIMIENTOS

DISEÑO PARA ENSAMBLE

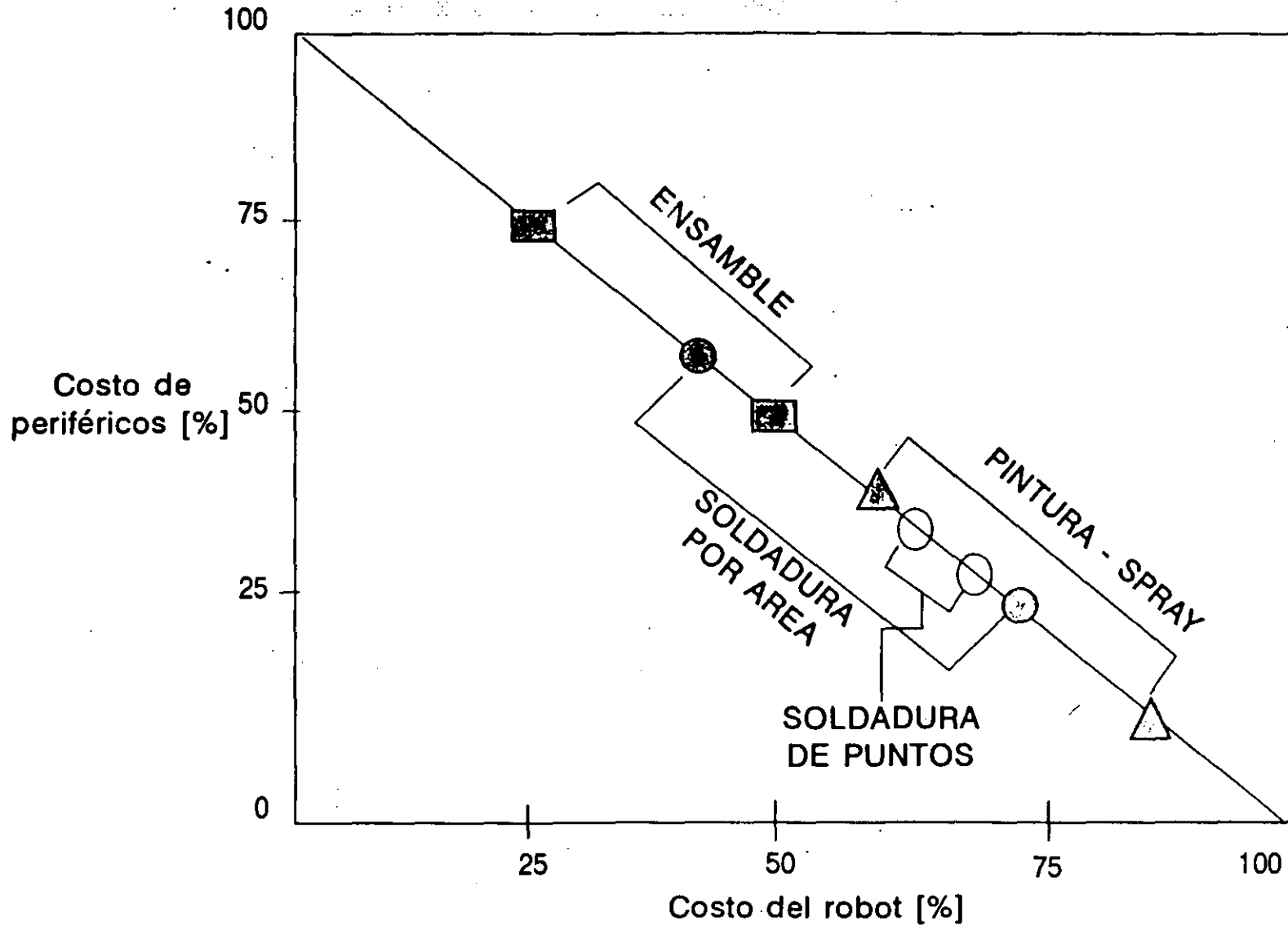
METODOS DE ENSAMBLE

AUTOMATIZACION - COMPLEJIDAD



DISEÑO PARA ENSAMBLE

ENSAMBLE ROBOTIZADO



DISEÑO PARA ENSAMBLE ENSAMBLE MANUAL

Análisis de partes y subensambles: 1.- Aseguramiento

- a.- Operaciones de aseguramiento
- b.- Orientación del ensamble principal

2.- Asimientamiento y manipulación de las piezas

- a.- Geometría
- b.- Facilidad de asimiento y manipulación
 - b.1.- Causas de problemas
 - b.2.- Asistencia
- c.- Posicionamiento para inserción
- d.- Inserción

3.- Determinación del número mínimo de partes

- a.- Partes candidatos a eliminarse

DISEÑO PARA ENSAMBLE

ENSAMBLE MANUAL

ASEGURAMIENTO

1.- Operaciones de aseguramiento

- | | |
|---|--|
| 1.- Atornillar o sujetar tuerca | -Operación mecánica de atornillado que involucre rotación de más de 360 grados (tornillo, tuerca) |
| 2.- Remachar o colocar estaca | -Operación mecánica de sujeción que involucra deformación plástica significativa (remache, estaca, machuelo) |
| 3.- Doblar, rizar o torcer | -Operación mecánica de sujeción que involucra una pequeña deformación plástica (lenguetas) |
| 4.- Ajuste de presión (press) | -Operación en línea que involucra una fuerza significativa |
| 5.- Ajuste de estallido (snap) | -Operación que requiere un movimiento simple para completar aseguramiento |
| 6.- Soldadura de resistencia o presión | -Operación de soldadura que no requiere añadir material |
| 7.- Soldadura de gas (braze) | -Operación de soldadura que requiere añadir material |
| 8.- Soldadura con aporte de material (solder) | -Operación de soldadura para partes individuales |
| 9.- Adhesivos separados | -Proceso donde se añade un químico antes de soldar |

DISEÑO PARA ENSAMBLE

ENSAMBLE MANUAL

ASIMIENTO Y MANIPULACION

2.- Asimiento y manipulación de las piezas

a.- Geometría

1.- Rotacional

Circunscrita en un cilindro

-Tornillo, arandela (diámetro, long.)

2.- No Rotacional

Circunscrita en un prisma rectangular

-Caja (long., ancho, espesor)

b.- Facilidad de Asimiento y manipulación

b.1- Causas de problemas

Anidarse o enredarse

-Resortes con punta cerrada

Anidarse o enredarse severamente

-Cables

Ser flexible

-Bandas de hule

Ser pegajoso

-Partes magnetizadas

Ser resbaladizo

-Cubos de hielo

Ser pesado (> 10 lb)

-Fundición

Ser frágil o puntiagudo

-Agujas, vidrio

b.2.- Asistencia (en caso de no ser manipulable con una mano)

Pinzas, alicantes

Herramientas sencillas

Herramientas especiales

Amplificadores ópticos

Dos manos

Dos personas o asistencia mecánica

DISEÑO PARA ENSAMBLE ENSAMBLE MANUAL *ASIMIENTO Y MANIPULACION*

c.- Posicionamiento para inserción	Simetría de dirección de inserción	-Diskette - 360° -Tornillo - 360°
	Simetría respecto del eje de inserción	-Diskette - 360° -Tornillo - 0°
d.- Inserción	Visión de lugar de posición	-Libre
	Acceso para manipulación	-No restricción
	Alineación y posicionamiento	-Facilidad
	Resistencia a la inserción	-Magnitud
	Detención para aseguramiento	-Necesidad

DISEÑO PARA ENSAMBLE ENSAMBLE MANUAL **NUMERO MINIMO DE PARTES**

3.- Determinación del número mínimo de partes:

Se analiza cada parte para determinar su razón de existir:

1.- Movimiento relativo

Significa movimiento entre la parte y otras partes durante el funcionamiento del producto

2.- Diferente material

Significa que por razones fundamentales, como aislamiento o estética, la parte debe ser de un material distinto

3.- Ensamble de partes previas

Significa que la parte debe permanecer separada de otras partes presentes, porque de otra manera algunas no podrían haber sido ensambladas

SI NO SE CUMPLE NINGUNO DE ESTOS MOTIVOS, LA PARTE ES CANDIDATA A ELIMINARSE O COMBINARSE CON OTRAS.

DISEÑO PARA ENSAMBLE

ENSAMBLE MANUAL

REGLAS

Reglas en orden de importancia

1. Reducir número y tipo de partes
2. Tender a eliminar ajustes
3. Diseñar partes tendientes a autoalinearse y autocolocarse
4. Asegurar acceso adecuado y visión no restringida
5. Asegurar la facilidad de manejo de partes en masa
6. Minimizar el número de reorientaciones durante el ensamble
7. Diseñar partes que no puedan ser ensambladas incorrectamente
8. Maximizar la simetría de las partes o destacar

DISEÑO PARA ENSAMBLE PRINCIPIOS

1.- Diseñar para el mínimo de partes

- Reducir costo en materiales
- Reducir costos de ensamble
- Reducir costos de manufactura
- Mejorar calidad
- Reducir costos indirectos: documentación, inventarios, proveedores, control de producción, inspecciones, servicio

2.- Diseñar partes multifuncionales

3.- Emplear componentes y procesos estándar

4.- Minimizar superficies de ensamble

- Ensamble principal

5.- Minimizar direcciones de ensamble

- Emplear ensamble de arriba-abajo (gravedad)

6.- Minimizar orientación de partes

- Subensambles o partes

DISEÑO PARA ENSAMBLBE

PRINCIPIOS

7.- Mejorar accesos de ensamble

- Facilitar inserción y alineamiento
- Visión adecuada
- Espacios de trabajo adecuados

8.- Maximizar conformidad y autoalineamiento

- Unión de partes

9.- Maximizar simetría o asimetría

- Manejo y orientación

10.- Optimizar manejo de materiales

- Partes rígidas (flexibilidad)
- Partes tendientes a añadirse o enredarse
- Partes puntiagudas o frágiles
- Partes pegajosas
- Partes pesadas
- Empleo de herramientas: normales o especiales
- Ayuda humana o mecánica

11.- Eliminar sujetadores

- Eliminar tornillos
- Incorporar ajustes de presión o ajustes de estallido
- Normalizar sujetadores

DISEÑO PARA ENSAMBLE PRINCIPIOS

12.- Eliminar ajustes

13.- Diseñar partes autoaseguradas - Indentaciones o proyecciones en partes a unir
para identificación y orientación

14.- Diseñar para desensamble - Servicio
- Reciclaje

15.- Desarrollar diseños modulares - Requerimientos funcionales
- Intercambio de módulos

16.- No diseñar por hábito

17.- No diseñar por emoción

18.- Trabajar en equipo - Ingeniería simultánea

DISEÑO PARA ENSAMBLE

IMPORTANCIA DEL NUMERO DE PARTES

Menos partes en un producto

significa menos:

- Ingeniería	Tiempo, dibujos, números de parte, cambios de ingeniería
- Control de producción	Registros, inventarios, subensambles
- Compra	Artículos, proveedores, vendedores, registros
- Almacenaje - Inventarios	Depósitos, localidades de almacenaje, números
- Finanzas	Detalles, cálculos
- Servicio	Partes, catálogos
- Control de calidad	Artículos a inspeccionar
- Producción	Partes, ENSAMBLE, entrenamiento

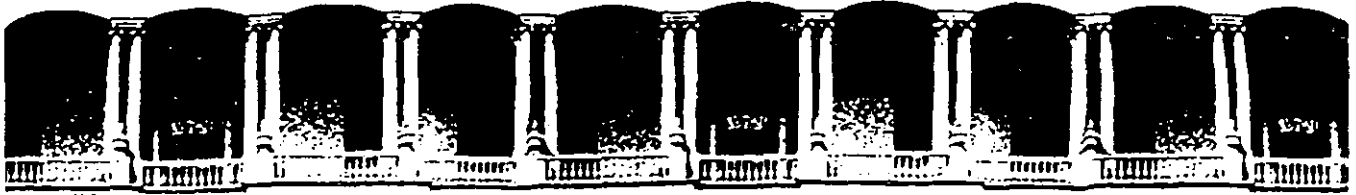
DISEÑO PARA ENSAMBLE BIBLIOGRAFIA

**Boothroyd G. y P. Dewhurst Product Design for Assembly, primera edición
(EUA: Boothroyd Dewhurst, Inc., University of Rhode Island, 1991).**

**Boothroyd Dewhurst Inc. Design for Assembly Toolkit, edicion revisada
(EUA: Boothroyd Dewhurst, Inc., 1990).**

**Boothroyd Dewhurst Inc. International Forum on Design for Manufacture
and Assembly conferencia anual (EUA: Boothroyd Dewhurst, Inc.,
1991, 1992).**

**Stoll, H.W. Product Design for Efficient Manufacture, seminario (EUA:
Industrial Technology Institute, 1986).**



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

CALIDAD TOTAL Y CONSOLIDACION TECNOLOGICA DEL PRODUCTO

SELECCION OPTIMA

DE

MATERIALES

DR. GUILLERMO AGUIRRE ESPONDA

SEPTIEMBRE 1992

Selección Óptima de Materiales

Dr. Guillermo Aguirre Esponda,

Índice

1. Materiales y el Proceso de Diseño

- 1.1 El Proceso de Diseño
- 1.2 El Panorama Completo de Materiales Disponibles
- 1.3 La Evolución de los Materiales Ingenieriles
- 1.4 Materiales para Aspiradoras Domésticas

2. Selección de Materiales Basado en Propiedades Únicamente

- 2.1 El Proceso de Selección de Materiales
- 2.2 Cartas de Selección de Materiales
- 2.3 Criterios de Maximización, o Índices de Mérito
- 2.4 Uso de las Cartas de Selección de Materiales con Índices de Mérito
- 2.5 Cartas 1 y 2: Rigidez y Resistencia con Mínimo Peso
- 2.6 Cartas 4 y 6: Resortes y Recipientes de Presión Eficientes

3. Selección de Materiales Basada en Propiedades y Forma

3.1 Perfiles, Modo de Carga y Restricciones de Diseño

3.2 Factor de Forma: La Eficiencia en el Uso de Materiales

3.3 Selección Óptima de Materiales y Perfiles

3.4 Son mejores las vigas de madera que las de acero?

4. Datos de Materiales

4.1 Niveles de Precisión y Detalle

4.2 Tipos de Datos

4.3 Bases de datos

4.4 Ejemplo: Selección de Materiales para Cojinetes.

4.5 Lista de Fuentes de Información

5. Procesos de Manufactura y Diseño

5.1 Procesos y Diseño

5.2 Reglas para Proceso

5.3 Catálogo de Procesos

5.4 Tolerancias, Acabado Superficial y Costo

5.5 Armonía entre Materiales

5.6 Tamaño del Lote de Fabricación

(a) Selección de Procesos

(b) Nivel de Automatización

5.7 Ejemplo: La evolución de la secadora de pelo

6. Estética y Diseño

6.1 Que es Buen Diseño?

6.2 Ejemplo: El Diseño del Teléfono

Apéndice 1: Propiedades de aleaciones, polímeros y materiales cerámicos

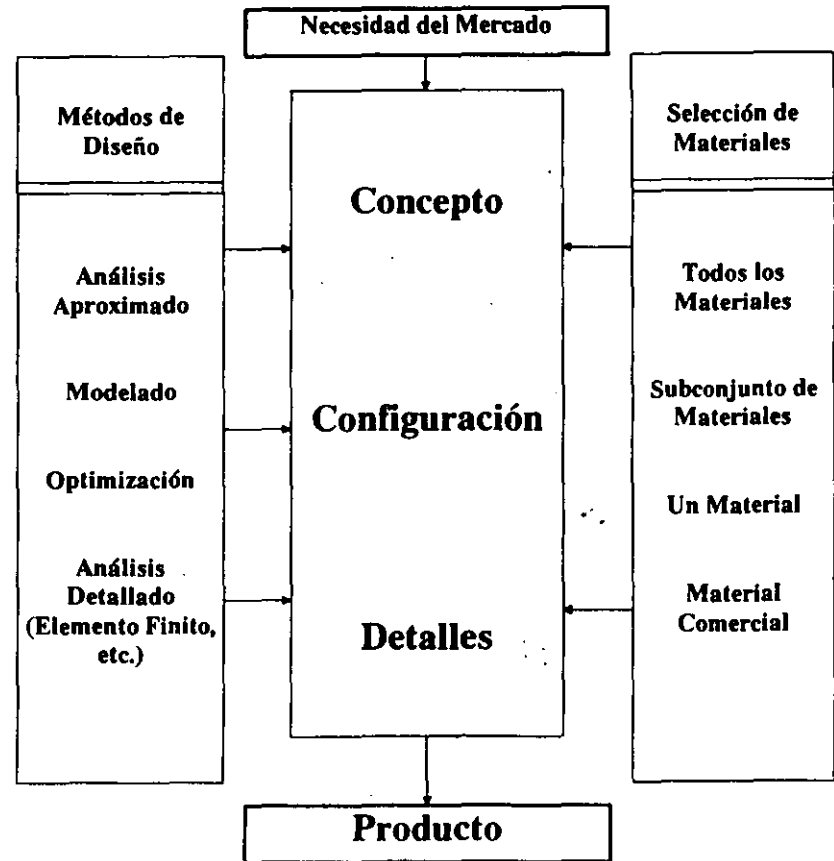
Apéndice 2: Momentos de Inercia de Secciones y Factores de Forma

1. Materiales y el Proceso de Diseño

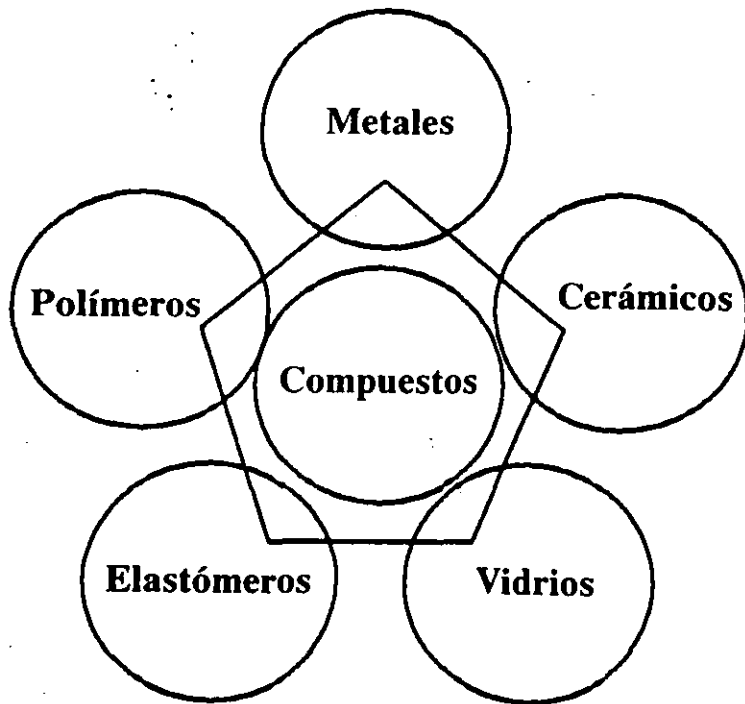
1.1 El Proceso de Diseño



El papel de los métodos de diseño y la selección de materiales



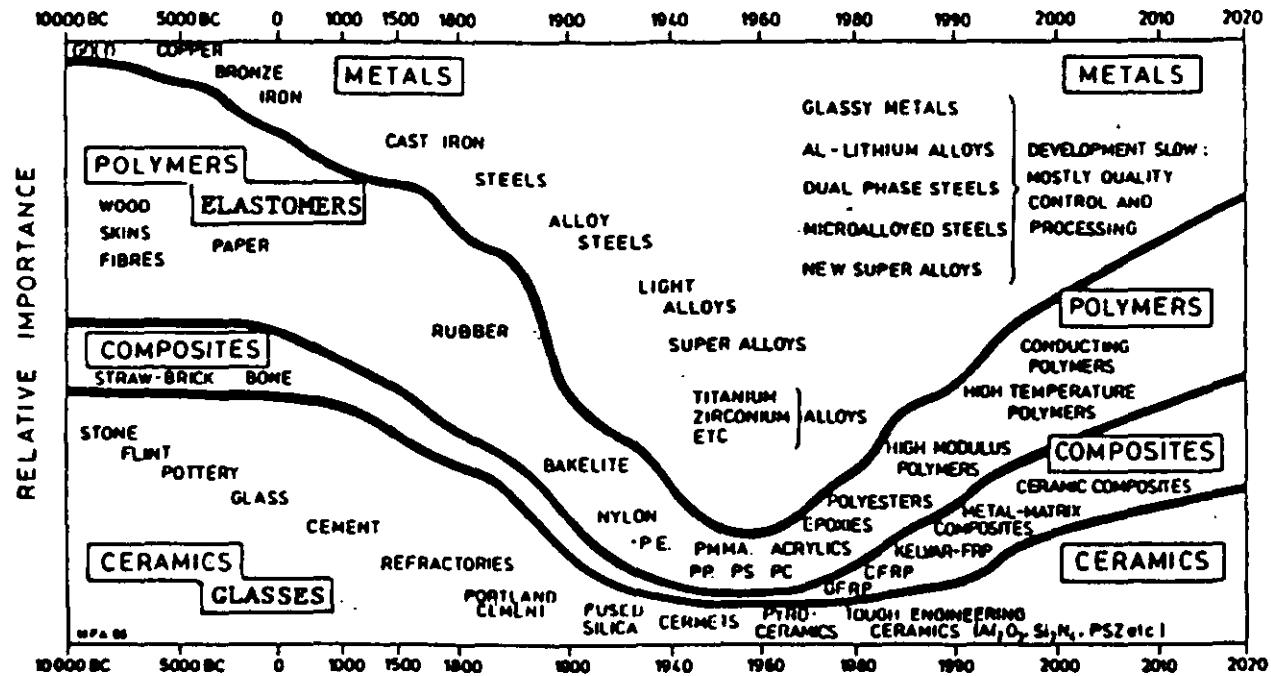
1.2 El Panorama Completo de Materiales



Características de los Materiales

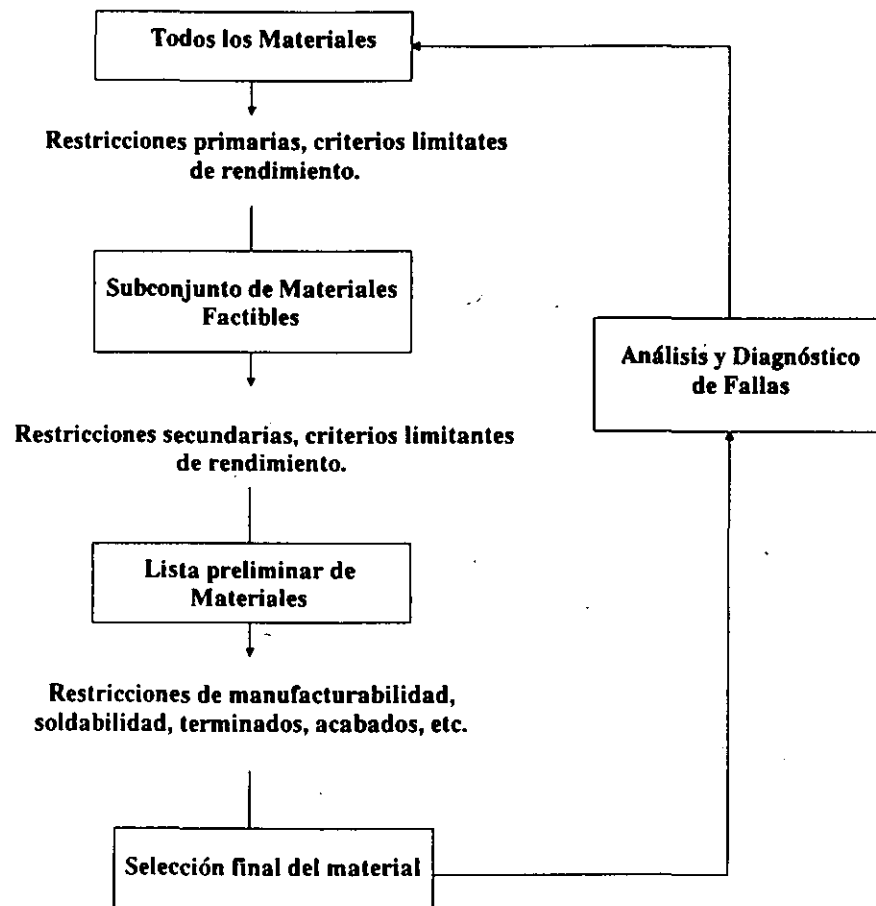
Clase	Favorables	Desfavorables
Metales	Rígidos, dúctiles y resistentes, tenaces, altos puntos de fusión, conductores, fáciles de conformar	Pesados y propensos a la corrosión
Materiales Cerámicos y Vidrios	Ligeros, muy rígidos, muy duros, resistentes a la corrosión, aislantes, muy alto punto de fusión.	Baja tenacidad, baja resistencia al impacto, difíciles de conformar y caros (Excepto el vidrio)
Polímeros y Elastómeros	Muy ligeros, alguna ductilidad, resistentes a la corrosión, aislantes	Muy baja tenacidad, poco resistentes, inaplicables a más de 360°
Materiales Compuestos	Ligeros, rígidos, resistentes,	Difíciles de unir y conformar, caros

1.3 La Evolución de los Materiales Ingenieriles



2. Selección de Materiales Basada en Propiedades Unicamente

2.1 El Proceso de Selección de Materiales

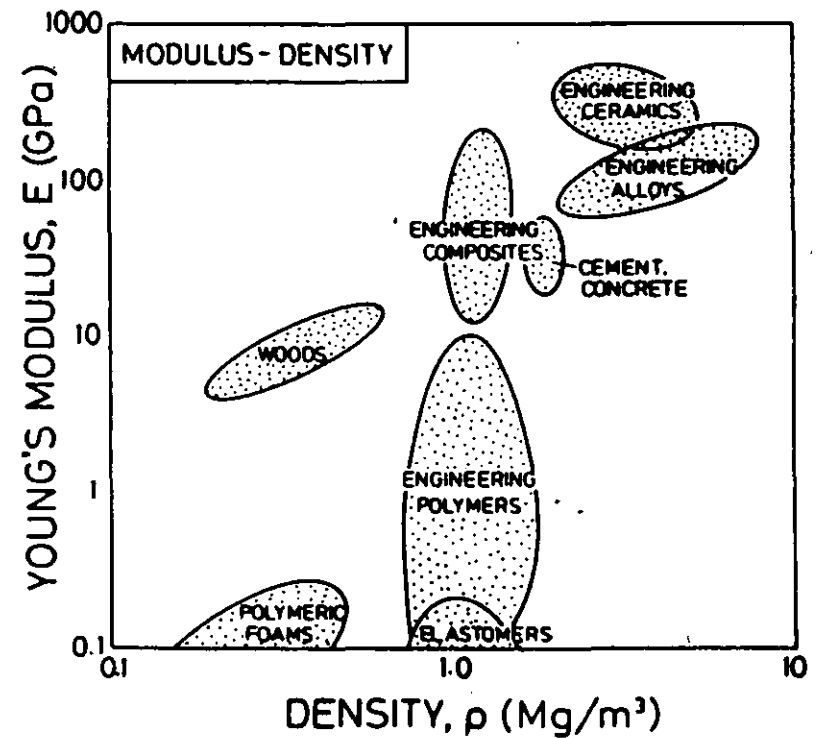


2.2 Cartas de Selección de Materiales

Propiedades fundamentales de los Materiales

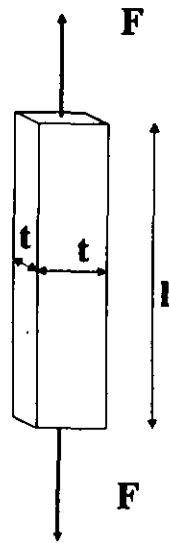
Generales	Costo Relativo Densidad
Mecánicas	Módulo de Young Resistencia Tenacidad Módulo de Fractura
Térmicas	Conductividad Térmica Difusividad Térmica Expansión Térmica Resistencia al choque Resistencia a la termofluencia
Desgaste	Coefficientes de desgaste
Corrosión	Resistencia a la Corrosión

Propiedades contenidas en una carta de selección de materiales



2.3 Criterios de Maximización - Indices de Mérito

Diseño Optimo de un Tensor de Peso Mínimo



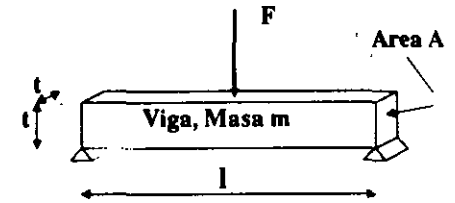
Módulo de Young = E
Densidad = p

Ejemplo 2: Material Optimo para una Viga de Peso Mínimo

$$\text{Masa } m = Alp \quad (1)$$

$$\text{Rigidez } S = 48 EI/l^3 = 4EA^2/l^3 \quad (2)$$

$$\text{Sección cuadrada } I = t^4/12 = A^2/12$$



Módulo de Young = E
Densidad = p

Substituyendo A de (2) en (1)

(Variable Libre) se obtiene:

$$m = (S l^5/4 p^2/E)^{1/2}$$

Requerimiento
Funcional F

Geometría
Prescrita G

Propiedades del
Material M

Objetivo: Maximizar E/p^2 o $E^{1/2}/p$

Desarrollo de Criterios de Maximización de Rendimiento

1. Identificar el ATRIBUTO a maximizar (Peso, costo, energía, resistencia, compliancia).
2. Expresar este atributo por medio de una ecuación: La FUNCION OBJETIVO
3. Identificar las VARIABLES LIBRES
4. Desarrollar ecuaciones para las restricciones. (No deformación plástica, no fractura, no pandeo, costo por debajo del límite, etc.)
5. Substituir las variables libres en la FUNCION OBJETIVO
6. AGRUPAR VARIABLES en grupos: Requerimientos Funcionales F, Geometría G y Propiedades de Materiales M

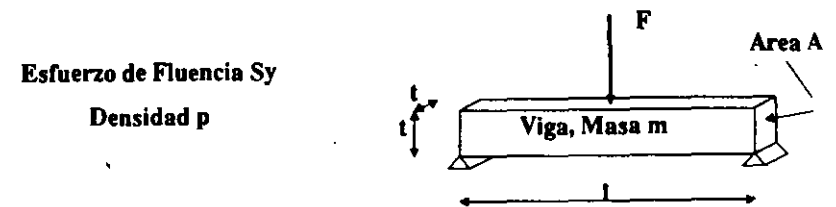
La forma genérica del resultado es:

Atributo a maximizar $\phi = f(F,G,M)$

Atributo a minimizar $\phi = f(F,G,M)$

No es necesario resolver estas ecuaciones para encontrar el material optimo!

Ejemplo 3: Material Optimo para una Viga Resistente de Mínimo Peso



$$\text{Masa } m = \rho A l \quad (1)$$

$$\text{Resistencia } F_{\text{Max}} = 4S_y I / t y_{\text{max}} = 1/6 S_y A^{3/2} / l \quad (2)$$

(En secciones cuadradas $I = t^4/12 = A^2/12$)











Substituyendo A de (2) en (1) (Variable libre) se obtiene:

$$m = (F_{\text{max}})^{5/3} / 6 \rho^{3/2} / (S_y)^{2/3}$$

Requerimientos Funcionales F
Geometría Prescrita G
Propiedades del Material M


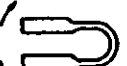

Objetivo: Maximizar $S_y / \rho^{3/2}$ ó $S_y^{2/3} / \rho$

Tabla de Indices de Mérito (Recuerdese que existen muchos otros)


MODE OF LOADING	MINIMISE WEIGHT FOR GIVEN	STIFFNESS		
		DUCTILE STRENGTH	BRITTLE STRENGTH	
TIE F, Z SPECIFIED 1 FREE		$\frac{W}{L}$	$\frac{\sigma}{L}$	$\frac{K}{L}$
TORSION BAR T, Z SPECIFIED 1 FREE		$\frac{T}{L}$	$\frac{\tau}{L}$	$\frac{K}{L}$
TORSION TUBE T, Z, r SPECIFIED 1 FREE		$\frac{T}{L}$	$\frac{\tau}{L}$	$\frac{K}{L}$
BENDING OF RODS AND TUBES F, Z SPECIFIED 1 OR 1 FREE		$\frac{F}{L}$	$\frac{\sigma}{L}$	$\frac{K}{L}$
BUCKLING OF SLENDER COLUMN OR TUBE F, Z SPECIFIED 1 OR 1 FREE		$\frac{F}{L}$	-	-
BENDING OF PLATE F, Z, w SPECIFIED 1 FREE		$\frac{F}{L}$	$\frac{\sigma}{L}$	$\frac{K}{L}$
BUCKLING OF PLATE F, Z, w SPECIFIED 1 FREE		$\frac{F}{L}$	-	-
CYLINDER WITH INTERNAL PRESSURE D, r SPECIFIED 1 FREE		$\frac{E}{D}$	$\frac{\sigma}{D}$	$\frac{\nu}{D}$
ROTATING CYLINDER w, r SPECIFIED 1 FREE		$\frac{w}{D}$	$\frac{\sigma}{D}$	$\frac{\nu}{D}$
SPHERE WITH INTERNAL PRESSURE D, r SPECIFIED 1 FREE		$\frac{E}{D}$	$\frac{\sigma}{D}$	$\frac{\nu}{D}$

CHARTS 1, 2 AND 3


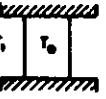
ELASTIC DESIGN

ELASTIC DESIGN		CHART	
SPRINGS 	SPRING OF MIN. VOLUME	MAX. σ_y^2/E	4
	SPRING OF MIN. WEIGHT	MAX. $\sigma_y^2/\rho E$	1, 4
ELASTIC HINGES 	HINGE WITH NO AXIAL LOAD	MAX. σ_y/E	4
	HINGE WITH AXIAL LOAD	MAX. σ_y^2/E	4
KNIFE EDGES, PIVOTS 	"POINT" OR "LINE" CONTACT WITH MIN. FRICTION LOSS	MAX. σ_y^2/E^2 AND E	4

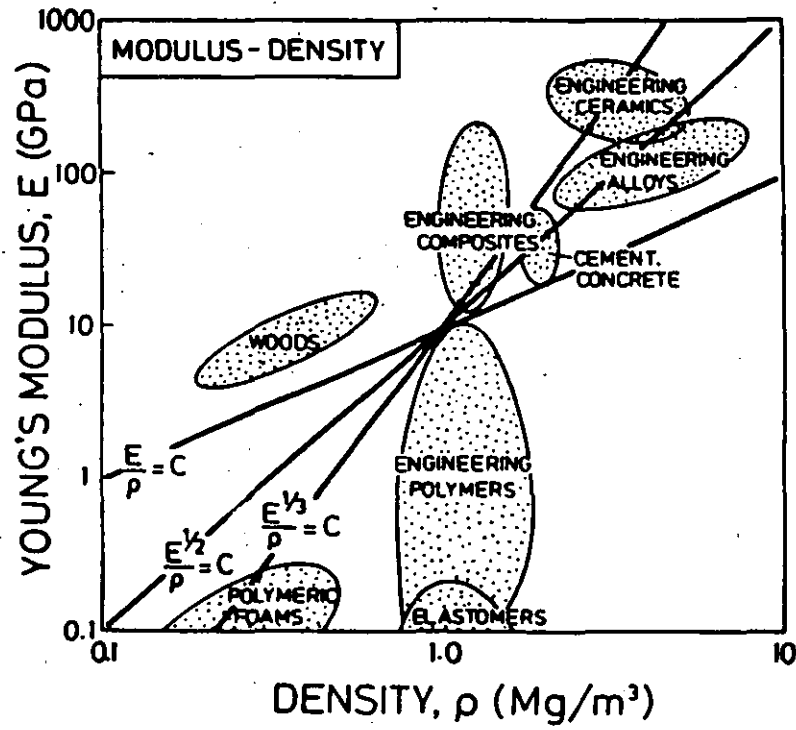
PLASTIC AND FRACTURE-SAFE DESIGN

	LOAD-CONTROLLED DESIGN	MAX K_{Ic} AND σ_y	8
	DISPLACEMENT-CONTROLLED DESIGN	MAX K_{Ic}/E AND σ_y/E	4, 5
	YIELD BEFORE BREAK	MAX K_{Ic}/σ_y	8
	LEAK BEFORE BREAK	MAX K_{Ic}^2/σ_y	8

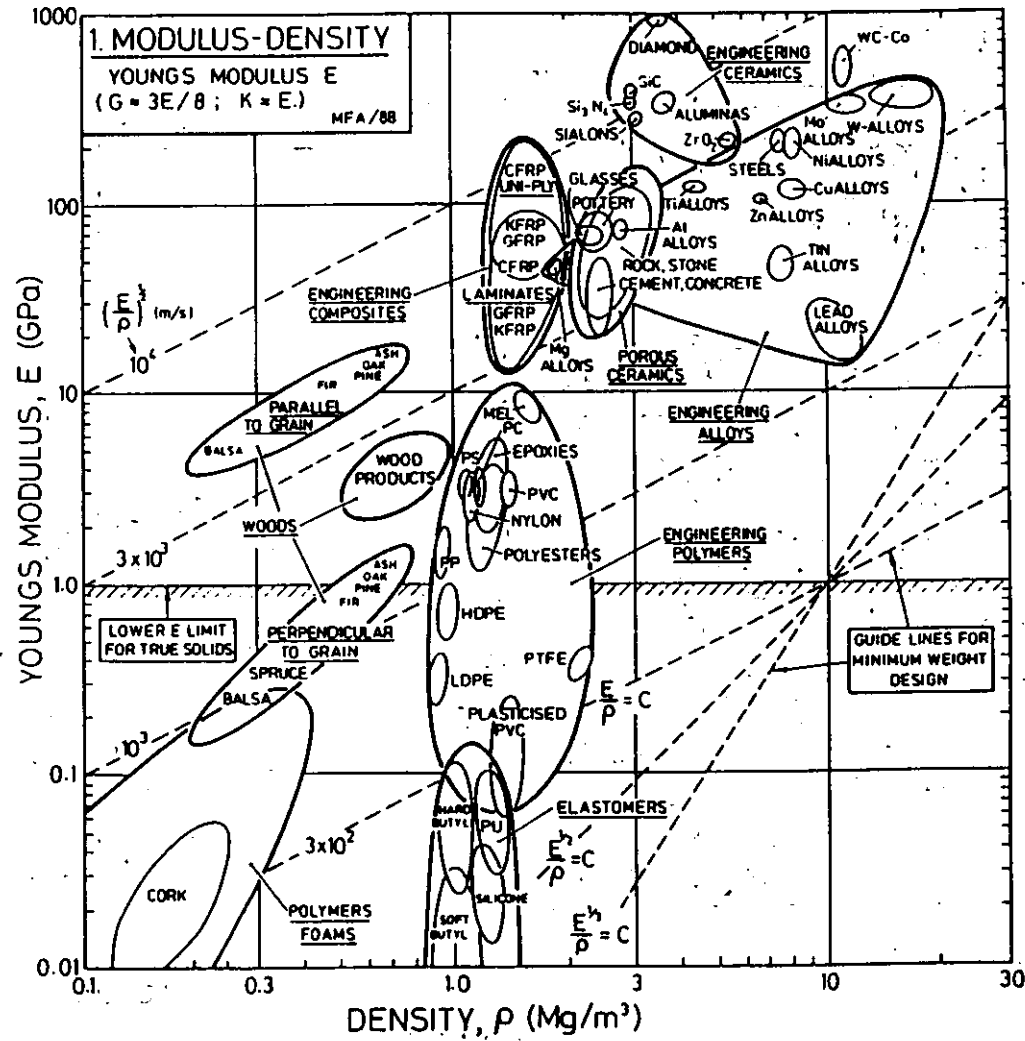
THERMAL DESIGN

THERMAL FLUX 	MIN. HEAT FLUX AT STEADY STATE	MIN λ	8
	MIN TEMP RISE AFTER TIME t	MIN $\frac{1}{c_{sp}} \dots$	8
THERMAL STRESS, SHOCK 	MIN. THERMAL STRESS	MIN $E \alpha$	8
	MAX THERMAL SHOCK	MAX $\sigma_y/E \alpha$	10

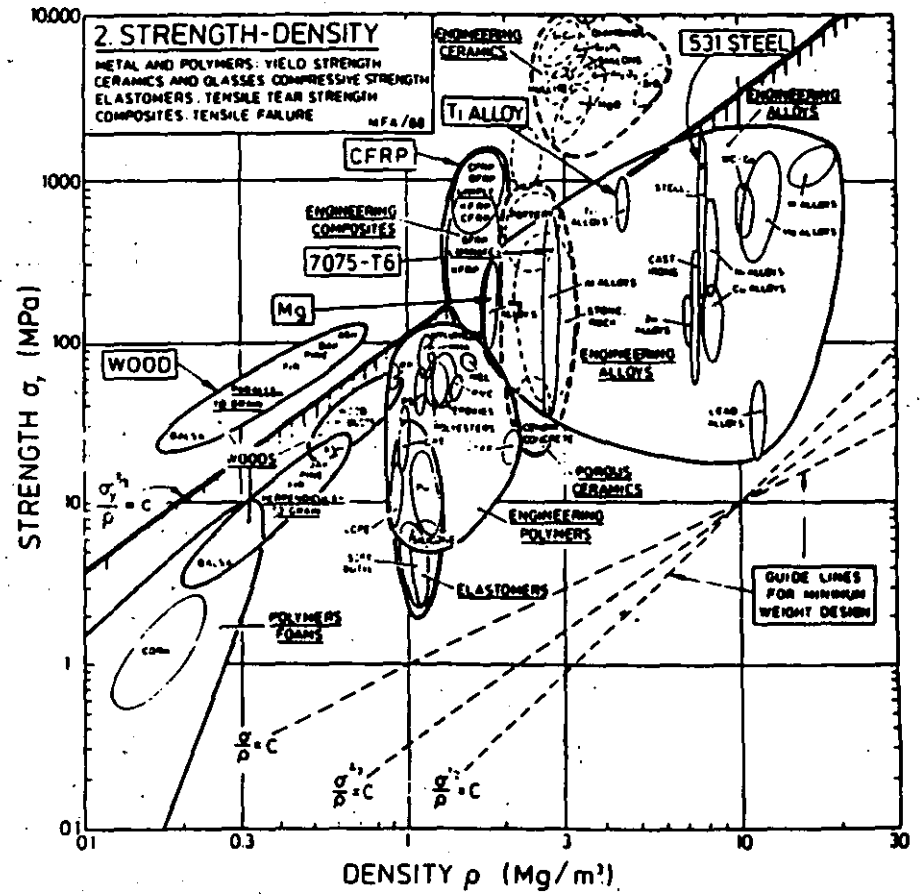
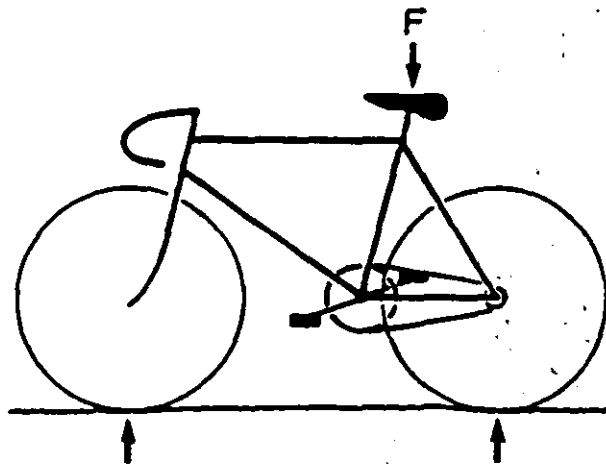
Empleando los Indices de Mérito en las Cartas de Selección de Materiales



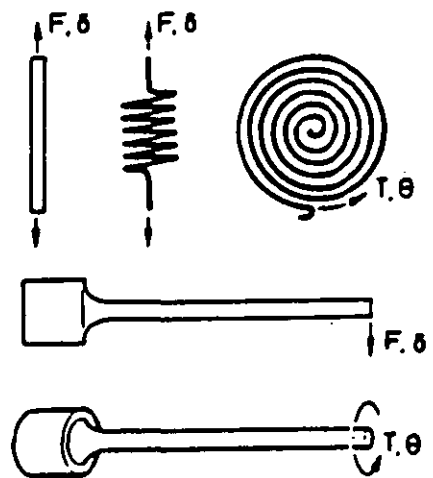
2.5 Cartas 1 y 2: Rigidez y Resistencia con Peso Mínimo



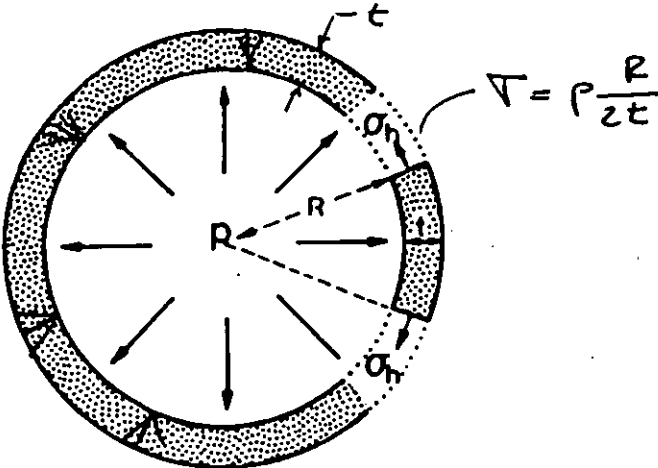
Ejemplo: Tijera para una bicicleta de carreras



Resortes eficientes



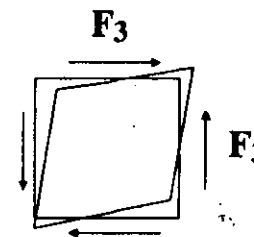
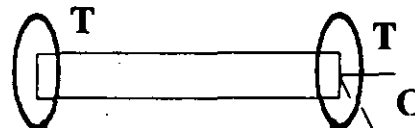
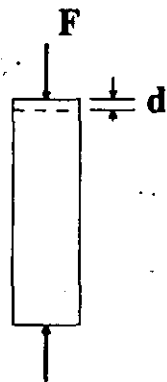
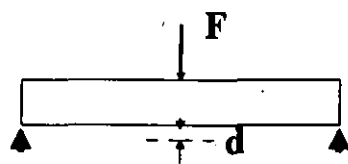
Recipientes de Presion Seguros



3. Selección de Materiales Basada en Propiedades y Forma

3.1 Perfil de la Sección, Modo de Carga y Restricciones de Diseño

Modo de Carga



Restricción: Tensor: Tensión

Viga: Flexión

Columna: Pandeo

Flecha: Torsión

(Cortante)

Rigidez: $S = F/d$

$S = F/d$

$S = F/d$

$S = T/O$

$S = F_3/y$

Resistencia: F_{Max}

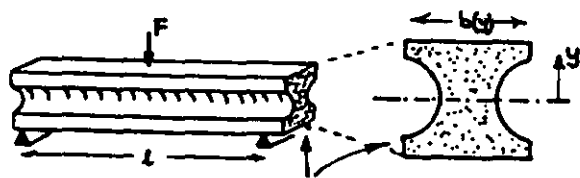
F_{Max}

F_{Max}

T_{Max}

F_{3Max}

Factores de Forma: El uso eficiente de materiales



Area A

Momento de Inercia I

$$\text{Rigidez } S = 48 EI / l^3$$

$$\text{Momento de Inercia } I = \int y^2 b(y) dy$$

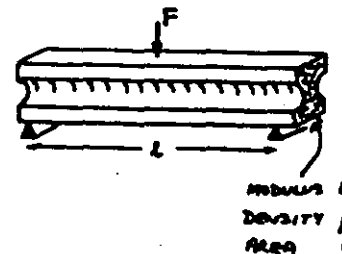
$$\text{Factor de Forma } \phi = 4 T I / A^2$$

3.3 La Selección Óptima de Material y Forma

$$\text{Masa } m = l A \rho \quad (1)$$

$$\text{Rigidez } S = C E I / l^3 \quad (2)$$

$$\text{Factor de Forma } \phi = 4 T I / A^2 \quad (3)$$



Substituyendo I de la Ecuación (3) en la (2) se obtiene:

$$S = C E / 4 T I^3 \quad (4)$$

Substituyendo A de (3) en (4) (A es la variable libre), se obtiene:

$$m = (S 4 T I^5 / C l \phi \rho^2 / E)^{1/2}$$

Requerimientos
Funcionales F

Geometría
Prescrita G

Factor de
Forma

Propiedades del
Material M

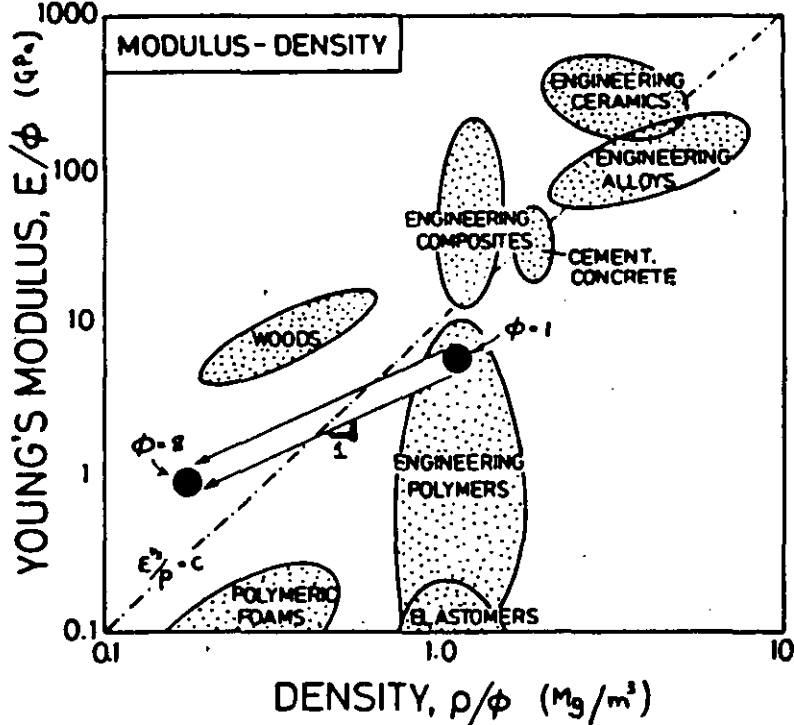
Objetivo:

$$\text{Maximizar } (\phi E / \rho^2) \text{ ó } (E / \phi)^{1/2} (\rho / \phi)$$

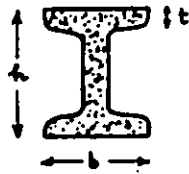
SHAPE	A	I	ϕ
	πr^2	$\frac{\pi r^4}{4}$	1
	b^2	$\frac{b^4}{12}$	$1.05 = \frac{\pi}{3}$
	$2\pi r t$	$\pi r^3 t$	$\frac{r}{t}$
	$4 b t$	$\frac{2}{3} b^3 t$	$0.39 \frac{b}{t}$

ϕ MENORES
EFFICIENCY OF
THE SHAPE
MORE IN
APPENDIX.

Selección de Material y Forma Empleando las Cartas de Materiales

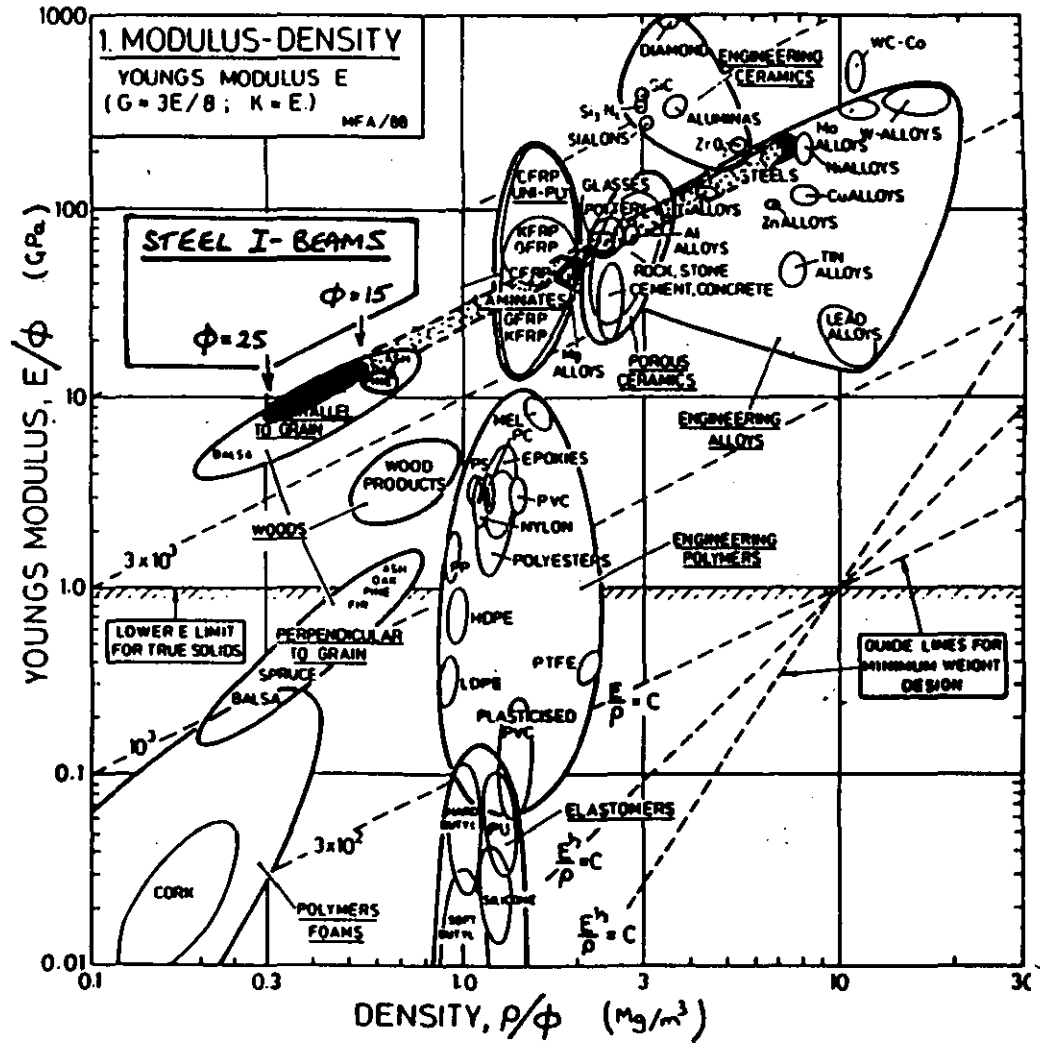


Son las vigas de madera mejores que las de acero?



$$\phi = \frac{4\pi I}{A^2}$$

$$\approx 1.5 \frac{h^2}{b^2}$$



4. Datos Sobre Propiedades de Materiales

4.1 Niveles de Precisión y Detalle

Datos del Material Requeridos

Etapa de Diseño

Nivel 1- Conceptos
Aproximados, aquellos disponibles a la mano para cubrir el rango más amplio de materiales, en esta etapa bastan cartas y tablas de materiales no detalladas

Nivel 2 - Configuración
Cartas de Selección de Materiales, seguidos de manuales de datos detallados y bases de datos computarizadas.

Nivel 3 - Detalle
Catálogos de fabricantes y distribuidores, datos obtenidos de pruebas internas del material, información detallada de procesos de manufactura y unión.

Especificaciones

DISEÑO CONCEPTUAL
Modelos matemáticos aproximados: Todas las opciones permanecen abiertas.

Concepto de Solución

DISEÑO DE CONFIGURACION
Cálculos mas detallados, conducentes a definir proporciones, distribución del material y partes.

Configuración

DISEÑO DE DETALLE
Análisis detallado de componentes, análisis de fractura, uso de modelos matemáticos avanzados.

Producción

4.2 Tipos de Datos y Características del Material

Box Text			
A. Categoría de Propiedad	Nombre del Campo		
	Identificador		
	Precio,	P	(\$/kg)
B. Propiedades Mecánicas	Densidad	p	(kg/m ³)
	Módulo de Young	E	(GPa)
	Módulo de Corte	G	(GPa)
	Razón de Poisson	v	
	Esfuerzo de Fluencia	S _y	(MPa)
	Esfuerzo de Ruptura	S _u	(MPa)
	Dureza	H _y	(MPa)
	Tenacidad	K _{IC}	(MPa ^{1/2})
	Razón de Fatiga	R _f	
	Ductilidad	e _r	
C. Propiedades Térmicas	Temperatura de Fusión	T _m	(K)
	Temperatura de Vidriado	T _g	(K)
	Temperatura Max de Servicio	T _{max}	(K)
	Conductividad Térmica	K	(Wm-1K-1)
	Calor Específico	C _p	(J kg-1 K-1)
	Espansión Termica	ap	(K-1)
D. Propiedades Eléctricas	Resistividad	R	(o/m)
	Constante Dieléctrica	c	
	Factor de Pérdidas	d	
	Potencial de Ruptura	V _c	(V/m)
Datos Cuantitativos de Tipo Numérico			

E. Interacción con el Ambiente	Agua Fresca	(A...E)
	Agua Salada	(A...E)
	Acidos	(A...E)
	Alcaloides	(A...E)
	Solventes Organicos	(A...E)
	Oxidación, etc a 500oC	(A...E)
	Resistencia al Desgaste	(A...E)
	Resistencia a la Luz UV	(A...E)
F. Caractericas de Conformado	Fundición	Termomoldeado
	Forja	Soplado
	Rolado	Fundicion a Presion
	Extruido	Pulvimetalugia
	Inyección	Moldeado Rotacional
	Formado	Moldeado en Espuma
G. Métodos de Unión	Soldadura	Pernos
	Brazing	Unión por Difusión
	Soldadura Blanda	Unión Vidriada
	Adhesivos	
H. Tratamientos Superficiales	Pinturas	Anodizado
	Rectificado	Recubrimientos Metálicos
	Pulido	Espreado
I. Presentaciones	Barra	
	Lámina	
	Tocho	
	Varilla	
	Cinta	
	Tubo	
	Placa	
	Alambre	
Fundición		
Tiras		
Datos Cualitativos que Caracterizan un Material		

Una Base de Datos Típica

4.3 Bases de Datos

UNIDADES:

Precio: \$/tonelada

Densidad: Mg/m

Módulo: GPa

Resistencia: MPa

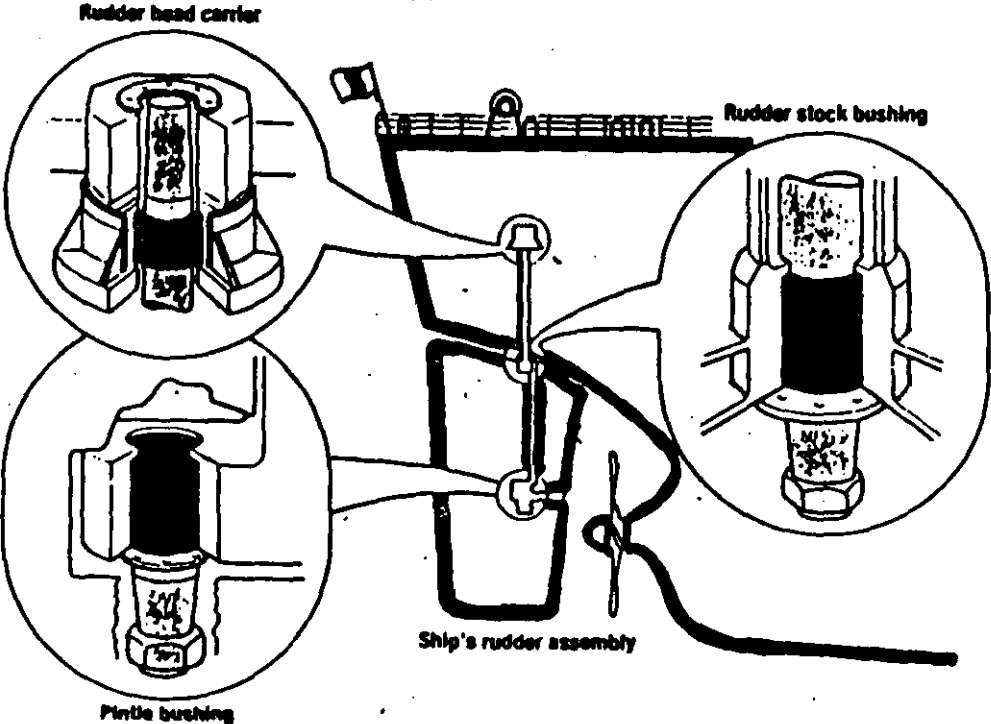
Número del Campo

Record 1

Record 2

MATPROPS		Nombre de la Base de Datos			
	MATERIAL	PRECIO	DENSIDAD	MODULO	RESISTENCIA
Record 1	Polietileno	600	0.95	0.2	10
Record 2	Acero Fundido	120	7.40	152	200
	Bronce	900	8.4	105	200
	Madera Balsa	1200	0.2	2	23
	Plastilina	1000	2.0	1	0.2
	Aluminio	910	2.7	71	30
	Vidrio	700	2.5	74	50

4.4 Ejemplo: Selección de Materiales Para Cojinetes



OUTPUT OF "PLASCAMS 220" FOR NYLON 66

Material Polyamide 6/6
Resin type TP 5.Cryst. Cost/tonne £ 2600 S.G. 1.14

PHYSICAL PROPERTIES

Max. Operating temp. °C	80	Surface hardness	RR90
Water absorption %	1.2	Linear expansion	E-5 8
Tensile strength MPa	59	Flammability	UL94 HB
Flexural modulus GPa	1.2	Oxygen index	% 22
Elongation @ break %	60	Vol. Resist. log cm	15
Notched Izod kJ/m	0.11	Dielect. strength MV/m	25
HDT @ 0.45 MPa °C	200	Dielect. const. kHz	8
HDT @ 1.80 MPa °C	100	Dissipation Fact. kHz	0.2

PROCESSING CHARACTERISTICS

Melt drying hrs @ °C	3 @ 95	Melt temp. range °C	280 - 300
Mould shrinkage %	1.5	Mould temp. range °C	40 - 80

NYLON 66: COMMENT

Generic group: PA 6/6 (Polyamide 6/6)

ADVANTAGES Good abrasion resistance (better than PA 6). Short cycle times. Strongest & stiffest aliphatic polyamide. Addition of glass fibre improves stiffness considerably (unlike acetal). Better low temperature toughness than acetal or PBT or PA 6. Good fatigue resistance.

DISADVANTAGES Relatively difficult to process due to exceptionally low melt viscosity. High water absorption (8% saturated). High mould and post-mould shrinkage.

APPLICATIONS Gears, bearings, cams, nuts, bolts, rivets, castors, wheels, power tool casings, rotationally moulded petrol tanks. Underbonnet applications including rocker box covers, radiator tops, timing chain covers and fan blades.

NOTE : The choice between PA 6/6 and PA 6 is often made for reasons of availability, price or familiarity rather than any technical superiority. The exception to this is ease of moulding, where PA 6 dominates.

Material: Polyamide 6/6

AKULON (S)
Akzo Plastics
1-5 Queens Road
HERSHAM
Surrey
KT12 5NL
Tel. 09322 47891 Tx. 21997

ULTRAMID A
BASF UK
PO Box 4
Earl Rd
Cheadle Hulme
CHHEADLE
Cheshire
SK8 6QC
Tel. 061 485 6222 Tx. 669211

TECHNYL A
Rhone-Poulenc
Hulton House
161-166 Fleet Street
LONDON
EC4A 2DP
Tel. 01 353 5033 Tx. 28184

BRETEL NYLON 66
BIP
Popes Lane
Oldbury
WARLEY
W Midlands
B69 4PD
Tel. 021 552 1551 Tx. 337261

DURETHAN A
Bayer UK
Bayer House
Strawberry Hill
NEWBURY
Berks
RG13 1JA
Tel. 0638 38000 Tx. 847208

4.5 Lista de fuentes de Información

Los libros y recopilaciones listados aquí se encuentran a disposición de usuarios externos en instituciones tales como: INFOTEC, UNAM, y en General en Centros de Investigación y enseñanza del país.

(a) Datos para Metales, polímeros, materiales cerámicos y compuestos

Ashby, M. F. and Jones R. H. (1984) "Engineering materials: An Introduction to their Properties and Applications", Parts 1 and 2, Pergamon Press, Oxford, U.K.

(b) Datos sobre metales:

ASM Metals Handbook (1973) 8th Edition, American Society for Metals, Columbus Ohio, U.S.A.

Smithells, C. J. (1984) "Metals Reference Book", 6th Edition, Butterworths, London, U.K.

(c) Datos sobre polímeros

Dupont Design Handbooks (1981), Dupont de Nemours and Co., Polymer Products Department, Wilmington, Delaware 19898, U.S.A.

ICI Technical Service Notes (1981), ICI Plastics Division, Engineering Plastics Group, Welwyn Garden City, Herts, England

Handbook of Plastics and Elastomers, C.A. Harper (Editor), McGraw-Hill (1975)

(d) Datos sobre materiales cerámicos

Morrell, R (1985) "Handbook of Properties of Technical and Engineering Ceramics" Parts 1 and 2, National Physical Laboratory, Teddington, U.K.

(e) Datos sobre Materiales Compuestos

Wilson, D. W. et al (1971); "Composite Design Guide", University of Delaware. U.S.A.

(f) Bases de Datos Computarizadas

CUED Materials Selector: Cambridge University Engineering Department, Cambridge, U.K. Lista todo tipo de materiales, corre en PCs

Plascams 220: Plastic Materials Selector, RAPRA Technology Ltd, Shawbury SY4 4NR, England (1985) Solo Polimeros, IBM PC y Compatibles

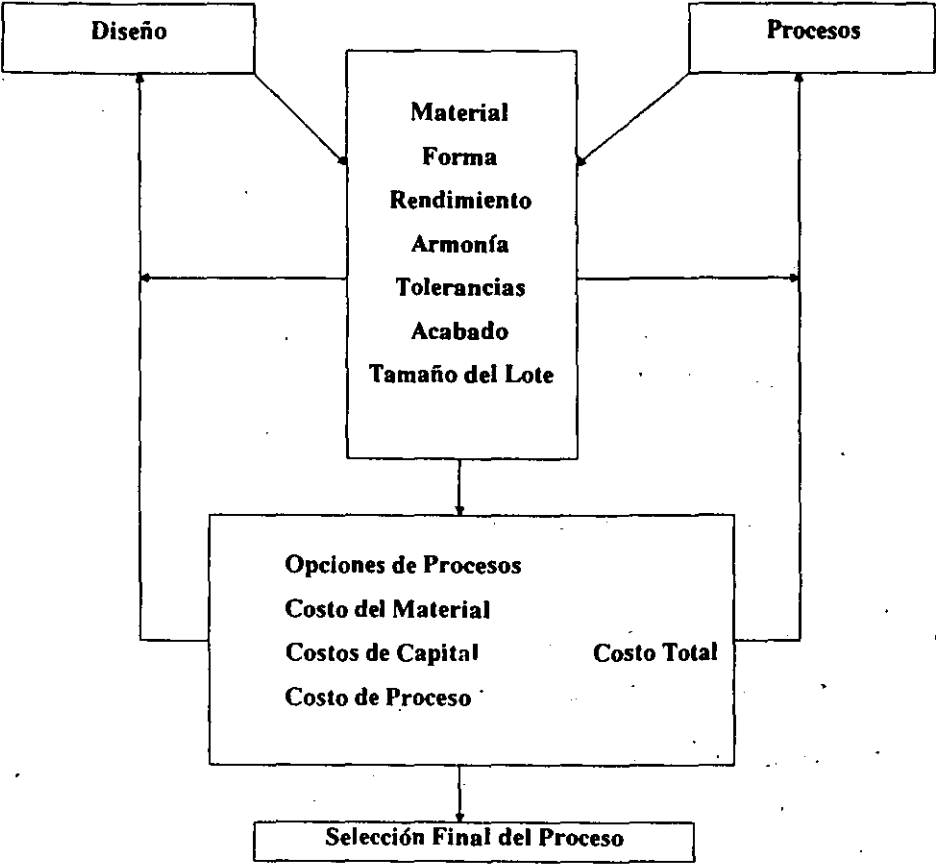
Met Sel 2, ASM International Metal, Metals Park, Ohio 44073 U.S.A., Solamente Metales, IBM PC y Compatibles.

5. Procesado de Materiales y Diseño

5.1 Procesos y Diseño

5.2 Reglas Para la Selección de Procesos

Selección del Proceso

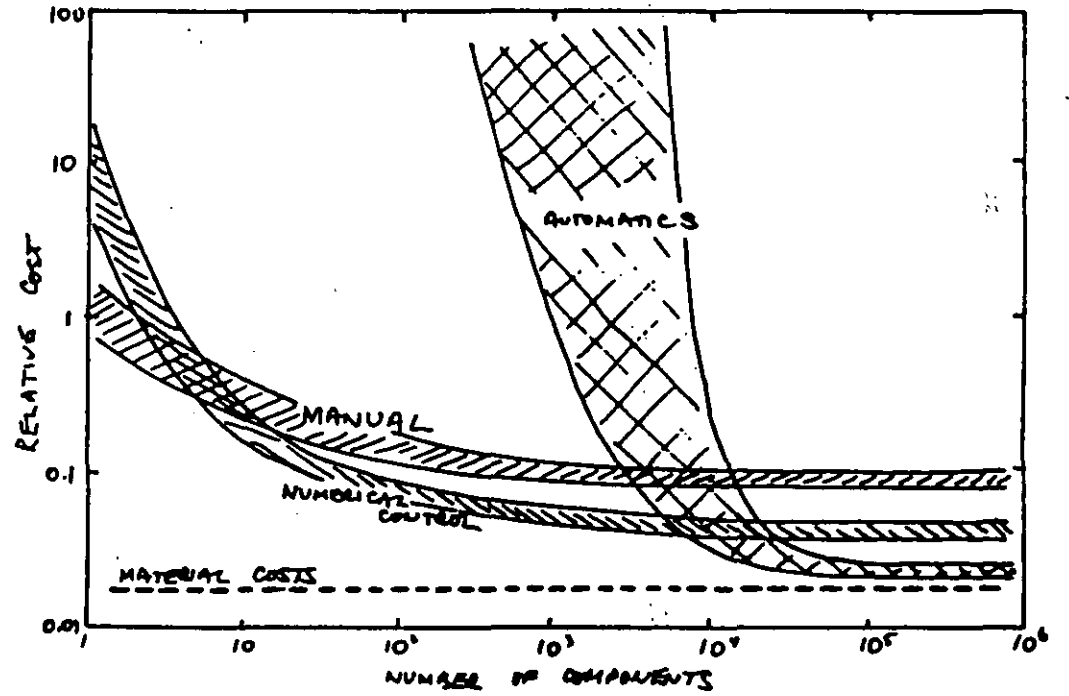
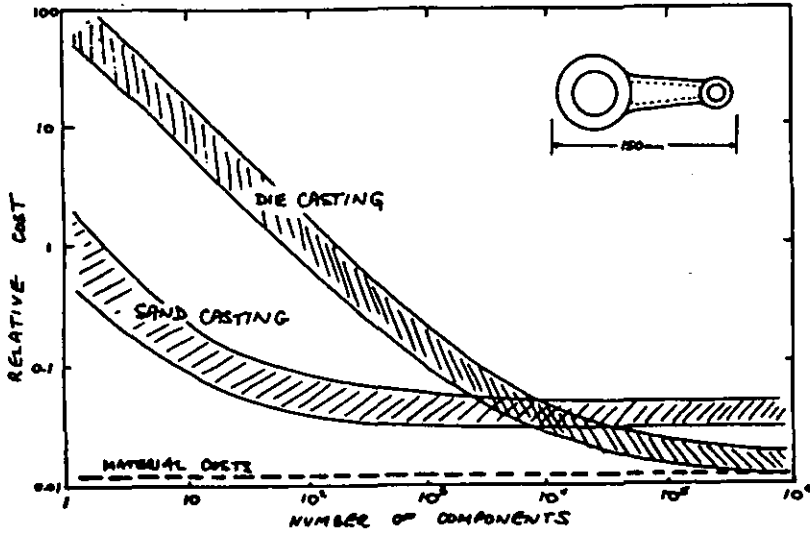


5.3 Catalogo de Procesos

Clase de Proceso		Descripcion
1. Fundición	(a) Convencional	Metal, plástico o vidrio vertido dentro de moldes de metal, arena o material cerámico
	(b) De Precisión	Metal, plástico o vidrio forzado bajo presión dentro de moldes de precisión. Inyección de plásticos.
2. Deformacion	(a) En Caliente	Extrusión, forja, rolado y prensado en caliente.
	(b) En Frio	Rolado, formado, estirado, prensado, troquelado.
	(c) Especial	Formado explosivo de metales, soplado y termoformado de plásticos y vidrio.
3. Maquinado	(a) Corte	Torneado convencional, fresado, taladrado
	(b) Rectificado	Desbastado, lapeado, pulido.
	(c) Especial	Electroerosión, corte ultrasónico de materiales.
4. Procesado de Polvos	(a) En Seco	Prensado y sinterizado, prensado en caliente
	(b) Humedo	Formado hidropástico de barro, etc.
5. Procesado en Capas		Materiales fibrosos son preformados en tapetes tejidos o aglomerados a los que se agrega resinas para su posterior curado y prensado
6. Tratamientos Térmicos	(a) Volumenes	Templado y revenido de aceros, envejecimiento de aleaciones de aluminio, relevado de esfuerzos en metales y polímeros.
	(b) Superficial	Carbonizado, nitrurado, endurecido superficial con rayo laser.
7. Tratamientos Superficiales	(a) Metálicos	Galvanoplastia, deposito de vapores metálicos, espreado con plasma.
	(b) Pinturas	Películas poliméricas aplicadas en solución, o como mezclas de resina y endurecedor.
8. Procesos de Unión	(a) Soldadura	Metales y polímeros unidos mediante la fusión de material similar.
	(b) Brazing	Metales unidos mediante la fusión de un metal o aleación de aporte
	(c) Sujetadores	Tornillos, pernos, remaches.
	(d) Adhesivos	Adhesivos en base a polimeros, uniendo metales, otros polimeros, ceramicas y vidrios

5.6 Tamaño de Lotes (a) Selección del Proceso

(b) Nivel de Automatización



Lecturas adicionales y Referencias:

Ashby, M.F. y Jones, D.R.H. "Engineering Materials", Partes 1 y 2, Pergamon Press, Londres 1980 y 1986

Dieter, G.E. "Engineering Design, A Materials and Processing Approach", McGraw-Hill, Nueva York, 1983

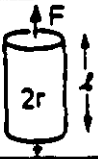
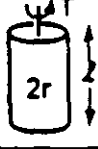
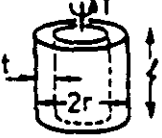

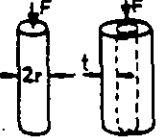
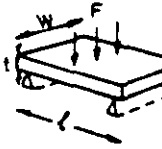
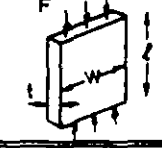
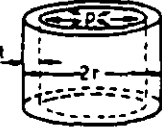
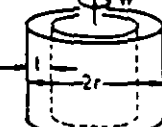
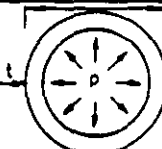
Crane, F.A.A. y Charles, J.A. "Selection and Use of Engineering Materials", Butterworths, Londres, 1984

APPENDIX 1: PROPERTIES OF ALLOYS

Metal	Cost (UK£(US\$ tonne ⁻¹))	Density (Mgm ⁻³)	Young's modulus (GPa)	Yield strength (MPa)	Tensile strength (MPa)	Ductility	Fracture toughness (MPa m ^{1/2})	Melting temperature (K)	Specific heat (J kg ⁻¹ K ⁻¹)	Thermal conductivity (W m ⁻¹ K ⁻¹)	Thermal expansion coefficient (MK ⁻¹)
Iron	100 (140)	7.9	211	50	200	0.3	80	1809	456	78	12
Mild steel	200-230 (260-300)	7.9	210	220	430	0.21	140	1765	482	60	12
High-carbon steel	150 (200)	7.8	210	350-1600	650-2000	0.1-0.2	20-50	1570	460	40	12
Low-alloy steels	180-250 (230-330)	7.8	203	290-1600	420-2000	0.1-0.2	50-170	1750	460	40	12
High-alloy steels	1100-1400 (1400-1800)	7.8	215	170-1600	460-1700	0.1-0.5	50-170	1680	500	12-30	10-18
Cast irons	120 (160)	7.4	152	50-400	10-800	0-0.18	6-20	1403			
Copper	1020 (1330)	8.9	130	75	220	0.5-0.9	>100	1356	385	397	17
Brasses	750-1060 (980-1380)	8.4	105	200	350	0.5	30-100	1190		121	20
Bronzes	1500 (2000)	8.4	120	200	350	0.5	30-100	1120		85	19
Nickel	3200 (4200)	8.9	214	60	300	0.4	>100	1728	450	89	13
Monels	3000 (3900)	8.9	185	340	680	0.5	>100	1600	420	22	14
Superalloys	5000 (6500)	7.9	214	800	1300	0.2	>100	1550	450	11	12
Aluminium	910 (1180)	2.7	71	25-125	70-135	0.1-0.5	45	933	917	240	24
1000 Series	910 (1180)	2.7	71	28-165	70-180	0.1-0.45	45	915			24
2000 Series	1100 (1430)	2.8	71	200-500	300-600	0.1-0.25	10-50	860		180	24
5000 Series	1000 (1300)	2.7	71	40-300	120-430	0.1-0.35	30-40	890		130	22
7000 Series	1100 (1430)	2.8	71	350-600	500-670	0.1-0.17	20-70	890		150	24
Casting alloys	1100 (1430)	2.7	71	65-350	130-400	0.01-0.15	5-30	860		140	20
Titanium	4630 (6020)	4.5	120	170	240	0.25		1940	530	22	9
Ti-6 Al 4 V	5780 (7510)	4.4	115	800-900	900-1000	0.1-0.2	50-80	1920	610	6	8
Zinc	330 (430)	7.1	105		120	0.4		693	390	120	31
Lead-tin solder	2000 (2600)	9.4	40					456			
Diecasting alloy	800 (1040)	6.7	105		280-330	0.07-0.15		650	420	110	27



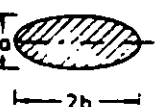



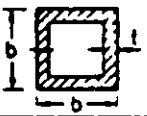
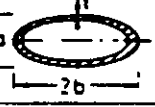
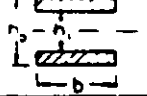

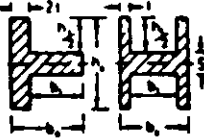

APPENDIX 1: PROPERTIES OF CERAMICS

Ceramic	Cost (UK£ (US\$ tonne ⁻¹))	Density (Mg m ⁻³)	Young's modulus (GPa)	Compressive strength (MPa)	Modulus of rupture (MPa)	Weibull exponent <i>m</i>	Fracture toughness (MPa m ^{1/2})	Melting (softening) temperature (K)	Specific heat (J kg ⁻¹ K ⁻¹)	Thermal conductivity (W m ⁻¹ K ⁻¹)	Thermal expansion coefficient (MK ⁻¹)	Thermal shock resistance (K)
<i>Glasses</i>												
Soda glass	700 (1000)	2.48	74	1000	50	} Assume 10 in design	0.7	(1000)	990	1	8.5	84
Borosilicate glass	1000 (1400)	2.23	65	1200	55		0.8	(1100)	800	1	4.0	280
<i>Pottery, etc.</i>												
Porcelain	260-1000 (360-1400)	2.3-2.5	70	350	45		1.0	(1400)	800	1	3	220
<i>High-performance engineering ceramics</i>												
Diamond	4 × 10 ⁸ (6 × 10 ⁸)	3.52	1050	5000	—	—	—	—	510	70	1.2	1000
Dense alumina	Expensive at present.	3.9	380	3000	300-400	10	3-5	2323 (1470)	795	25.6	8.5	150
Silicon carbide	Potentially	3.2	410	2000	200-500	10	—	3110 —	1422	84	4.3	300
Sil nitride		3.2	310	1200	300-850	—	4	2173 —	627	17	3.2	500
Zirconia	350-1000	5.6	200	2000	200-500	10-21	4-12	2843 —	670	1.5	8	500
Sialons	(490-1400)	3.2	300	2000	500-830	15	5	— —	710	20-25	3.2	510
<i>Cement, etc.</i>												
Cement	52 (73)	2.4-2.5	20-30	50	7	12	0.2	—	—	1.8	10-14	} <50
Concrete	26 (36)	2.4	30-50	50	7	12	0.2	—	—	2	10-14	
<i>Rocks and ice</i>												
Limestone	Cost of mining and transport	2.7	63	30-80	20	—	0.9	—	—	—	8	} =100
Granite		2.6	60-80	65-150	23	—	—	—	—	—	8	
Ice		0.92	9.1	6	1.7	—	—	0.12	273 (250)	—	—	

MODE OF LOADING		MINIMISE WEIGHT FOR GIVEN		
		STIFFNESS	DUCTILE STRENGTH	BRITTLE STRENGTH
<u>TIE</u> F, L SPECIFIED r FREE		$\frac{E}{\rho}$	$\frac{\sigma}{\rho}$	$\frac{K_{ic}}{\rho}$
<u>TORSION BAR</u> T, L SPECIFIED r FREE		$\frac{G}{\rho}$	$\frac{\sigma}{\rho}$	$\frac{K_{ic}^{2/3}}{\rho}$
<u>TORSION TUBE</u> T, L, r SPECIFIED t FREE		$\frac{G}{\rho}$	$\frac{\sigma}{\rho}$	$\frac{K_{ic}^{2/3}}{\rho}$
<u>BENDING OF RODS AND TUBES</u> F, L SPECIFIED r OR t FREE		$\frac{E}{\rho}$	$\frac{\sigma}{\rho}$	$\frac{K_{ic}^{2/3}}{\rho}$
<u>BUCKLING OF SLENDER COLUMN OR TUBE</u> F, L SPECIFIED r OR t FREE		$\frac{E}{\rho}$	-	-
<u>BENDING OF PLATE</u> F, L, w SPECIFIED t FREE		$\frac{E}{\rho}$	$\frac{\sigma}{\rho}$	$\frac{K_{ic}^{2/3}}{\rho}$
<u>BUCKLING OF PLATE</u> F, L, w SPECIFIED t FREE		$\frac{E}{\rho}$	-	-
<u>CYLINDER WITH INTERNAL PRESSURE</u> p, r SPECIFIED t FREE		$\frac{E}{\rho}$	$\frac{\sigma}{\rho}$	$\frac{K_{ic}}{\rho}$
<u>ROTATING CYLINDER</u> w, r SPECIFIED t FREE		$\frac{E}{\rho}$	$\frac{\sigma}{\rho}$	$\frac{K_{ic}}{\rho}$
<u>SPHERE WITH INTERNAL PRESSURE</u> p, r SPECIFIED t FREE		$\frac{E}{(1-\nu)\rho}$	$\frac{\sigma}{\rho}$	$\frac{K_{ic}}{\rho}$

Some performance-maximising groups of material properti

APPENDIX : MOMENTS OF COMMON SECTIONS

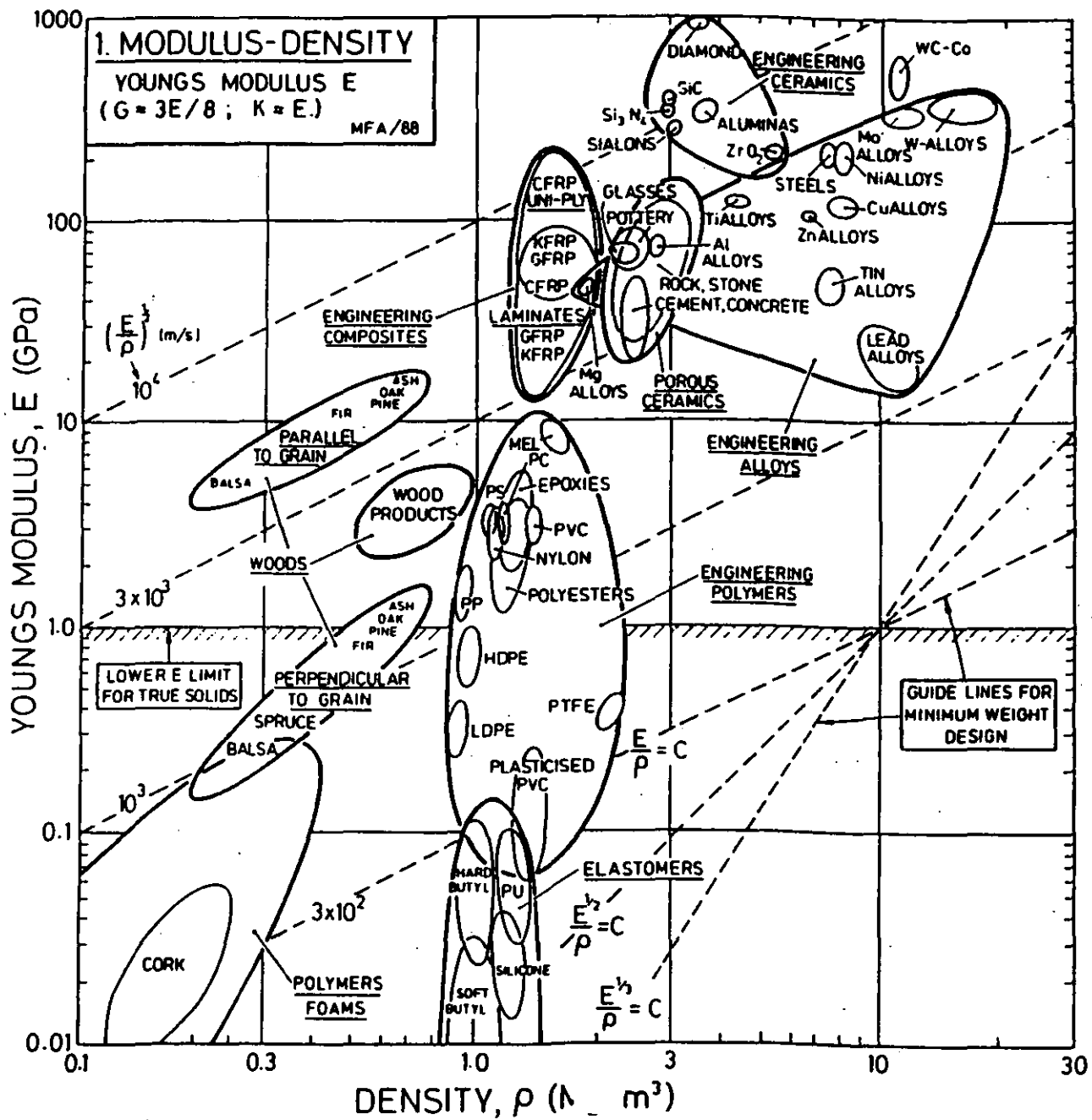
SECTION SHAPE	A(m ²)	I(m ⁴)	K(m ⁴)	I/y_m (m ³)	$L = \frac{I}{\tau}$ (m ³)
	πr^2	$\frac{\pi}{4} r^4$	$\frac{\pi}{2} r^4$	$\frac{\pi}{4} r^3$	$\frac{\pi}{2} r^3$
	b^2	$\frac{b^4}{12}$	$0.14b^4$	$\frac{b^3}{6}$	$0.21b^3$
	πab	$\frac{\pi}{4} ab^3$	$\frac{\pi a^3 b^3}{(a^2 \cdot b^2)}$	$\frac{\pi}{4} ab^2$	$\frac{\pi a^2 b}{2}$
	bh	$\frac{bh^3}{12}$	$\frac{bh^3}{3} (1 - 0.58 \frac{h}{b})$	$\frac{bh^2}{6}$	$\frac{b^2 h^2}{3b \cdot 1.8h}$
	$\frac{\sqrt{3}}{4} a^2$	$\frac{a^4}{32\sqrt{3}}$	$\frac{a^4 \sqrt{3}}{80}$	$\frac{a^3}{32}$	$\frac{a^3}{20}$
	$\pi(r_0^2 - r_i^2)$	$\frac{\pi}{4}(r_0^4 - r_i^4)$	$\frac{\pi}{2}(r_0^4 - r_i^4)$	$\frac{\pi}{4r_0}(r_0^4 - r_i^4)$	$\frac{\pi}{2r_0}(r_0^4 - r_i^4)$
	$4bt$	$\frac{2}{3} b^3 t$	$b^3 t (1 - \frac{1}{b})^4$	$\frac{4}{3} b^2 t$	$2b^2 t (1 - \frac{1}{b})^2$
	$2\pi(ab)^{1/2} t$	$\frac{\pi}{4} ab^3 t (\frac{1}{a} + \frac{3}{b})$	$\frac{4\pi a^2 b^2}{(a \cdot b)}$	$\frac{\pi ab^2 t}{4} (\frac{1}{a} + \frac{3}{b})$	$2\pi tab$
	$b(h_0 - h_i)$	$\frac{b}{12}(h_0^3 - h_i^3)$	—	$\frac{b}{6h_0}(h_0^3 - h_i^3)$	—
	$h_0 b_0 - h_i b_i$	$\frac{1}{12}(b_0 h_0^3 - b_i h_i^3)$	$\frac{2t b^2 h^2}{h \cdot b}$ I $= \frac{2}{3} b t^3$	$\frac{1}{6h_0}(b_0 h_0^3 - b_i h_i^3)$	$= tab$ I $= \frac{2}{3} b t^2$
	$ht \cdot bs$	$\frac{1}{12}(th^3 \cdot bs^3)$	$\frac{1}{3}(bs^3 \cdot ht^3)$ H $= \frac{2}{3} b t^3$	$\frac{1}{6h_0}(th^3 \cdot bs^3)$	$= \frac{1}{3}(bs^3 \cdot ht^3)$ H $= \frac{2}{3} b t^2$
	$t\lambda (1 + \frac{\pi d^2}{2\lambda})$	$= \frac{t\lambda d^2}{12}$	—	$= \frac{t\lambda d}{6}$	—

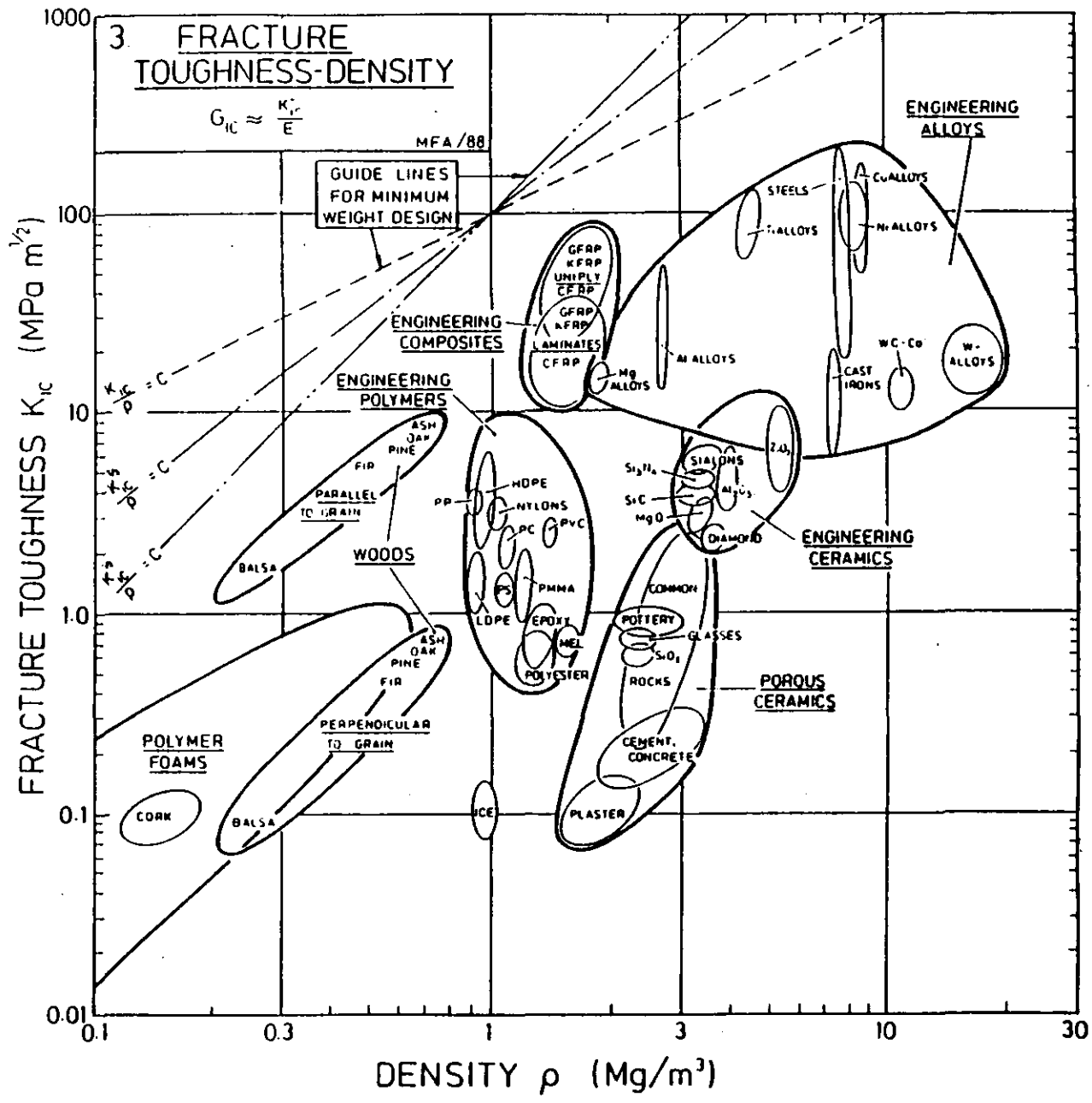
APPENDIX : SHAPE-FACTORS FOR COMMON SECTIONS

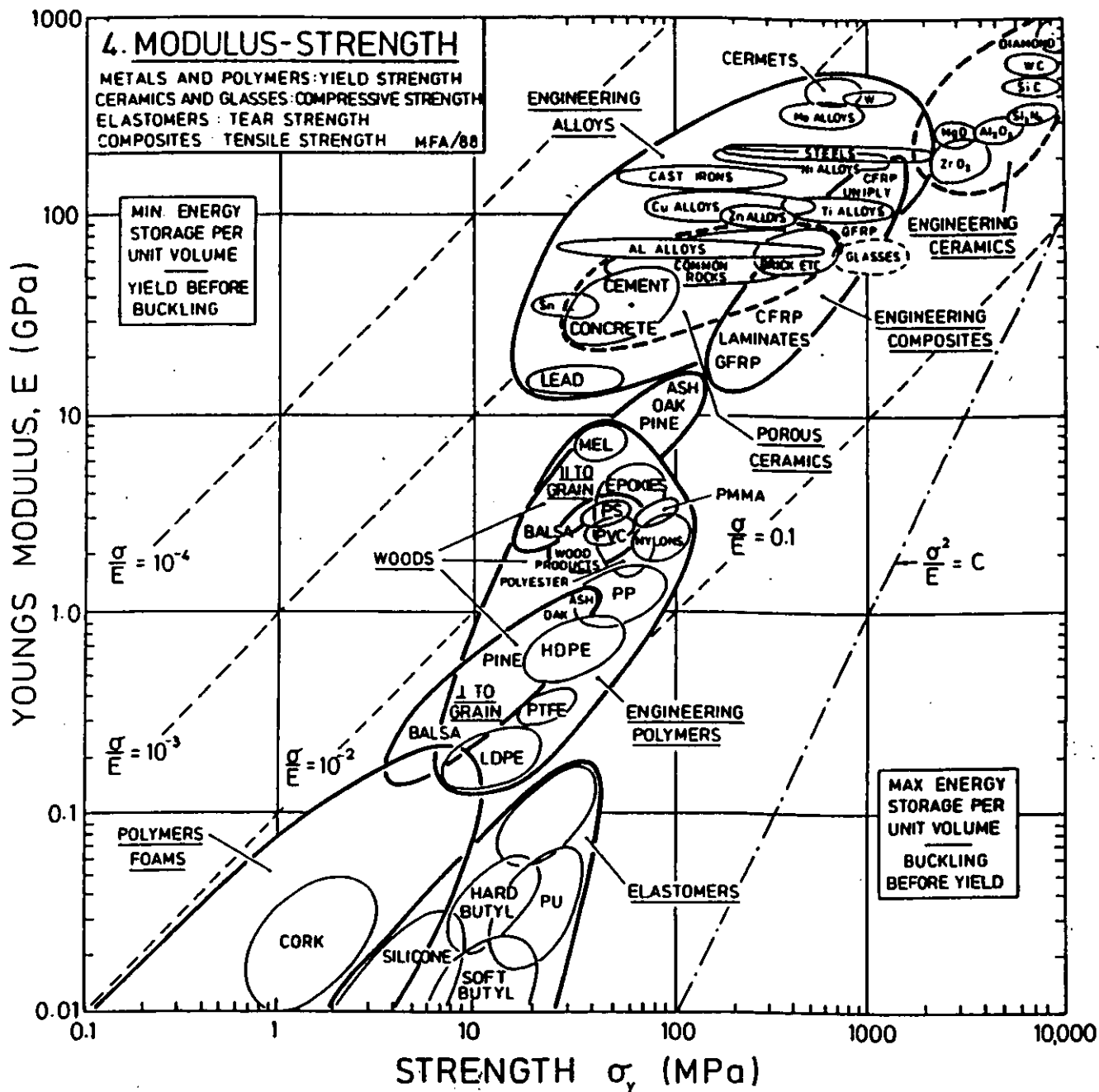
SECTION SHAPE	ELASTIC		ONSET OF PLASTIC	
	BENDING, BUCKLING $\phi_b = 4\pi I/A^2$	TORSION $\phi_t = 2\pi K/A^2$	BENDING $\phi_{pb} = 4\pi^{3/2}/\sqrt{A}^{3/2}$	TORSION $\phi_{pt} = 2\pi^{3/2} \frac{\tau}{\tau A^{3/2}}$
	1	1	1	1
	1.05	0.88	1.18	0.74
	$\frac{a}{b}$	$\frac{2ab}{(a^2 + b^2)}$	$(\frac{a}{b})^{1/2}$	$(\frac{a}{b})^{1/2}$
	$1.05 \frac{h}{b}$	$2.1 \frac{h}{b} (1 - 0.58 \frac{b}{h})$	$1.18 (\frac{h}{b})^{1/2}$	$\frac{0.59}{(1 + 0.6 \frac{b}{h})} (\frac{h}{b})^{1/2}$
	1.21	0.73	0.78	0.62
	$\frac{r}{t}$	$\frac{r}{t}$	$(\frac{2r}{t})^{1/2}$	$(\frac{2r}{t})^{1/2}$
	$0.52 \frac{b}{t}$	$0.39 \frac{b}{t} (1 - \frac{t}{b})^4$	$1.18 (\frac{b}{t})^{1/2}$	$0.89 (\frac{b}{t})^{1/2} (1 - \frac{t}{b})^2$
	$\frac{1}{4} \frac{a}{t} (\frac{a}{b} + 3)$	$\frac{2ab}{(a+b)t}$	$0.35 \frac{(ab)^{1/2}}{t^{1/2}} (\frac{a}{b} + 3)$	$(\frac{2(ab)^{1/2}}{t})^{1/2}$
	$1.57 \frac{h^2}{bt}$	—	$2.51 \frac{h}{(bt)^{1/2}}$	—
	$0.52 \frac{h^2}{bt} (\frac{h}{b} + 3)$ $(\frac{h}{b} + 1)^2$	$\frac{\pi h^2 b^2}{11(h+b)^2}$ $\square \frac{2}{3} \frac{bt}{h^2(1 + \frac{b}{h})^2}$	$0.84 \frac{h}{(bt)^{1/2}} (\frac{h}{b} + 3)$ $(\frac{h}{b} + 1)^2$	—
	$1.05 \frac{th^3 bs^3}{(th + bs)^2}$	$\frac{2.09}{(h+b)} \frac{t}{h^2(1 + \frac{b}{h})^2}$ $\frac{H}{h}$	$2.09 \frac{th^3 bs^3}{h (th + bs)^2}$	—
	$1.05 \frac{d^2}{t\lambda}$	—	$1.18 \frac{d}{(t\lambda)^{1/2}}$	—

INDEX OF MATERIAL SELECTION CHARTS

- CHART 1 YOUNGS MODULUS against DENSITY (showing specific stiffness, etc)
- CHART 2 STRENGTH against DENSITY (showing specific strength, etc)
- CHART 3 FRACTURE TOUGHNESS against DENSITY (showing specific toughness, etc)
- CHART 4 YOUNGS MODULUS AGAINST STRENGTH (showing max energy storage, etc)
- CHART 5 FRACTURE TOUGHNESS against MODULUS (showing toughness)
- CHART 6 FRACTURE TOUGHNESS against STRENGTH (showing yield-before break, etc)
- CHART 7 LOSS COEFFICIENT against YOUNGS MODULUS
- CHART 8 THERMAL CONDUCTIVITY against THERMAL DIFFUSIVITY (showing volumetric specific heat)
- CHART 9 THERMAL EXPANSION against YOUNGS MODULUS (showing thermal stress)
- CHART 10 NORMALISED STRENGTH against THERMAL EXPANSION (showing thermal shock resistance)
- CHART 11 STRENGTH against TEMPERATURE
- CHART 12 NORMALISED WEAR RATE against MAXIMUM BEARING PRESSURE
- CHART 13 YOUNGS MODULUS against RELATIVE COST
- CHART 14 STRENGTH against RELATIVE COST
- CHART 15 RELATIVE RESISTANCE TO ENVIRONMENTAL ATTACK

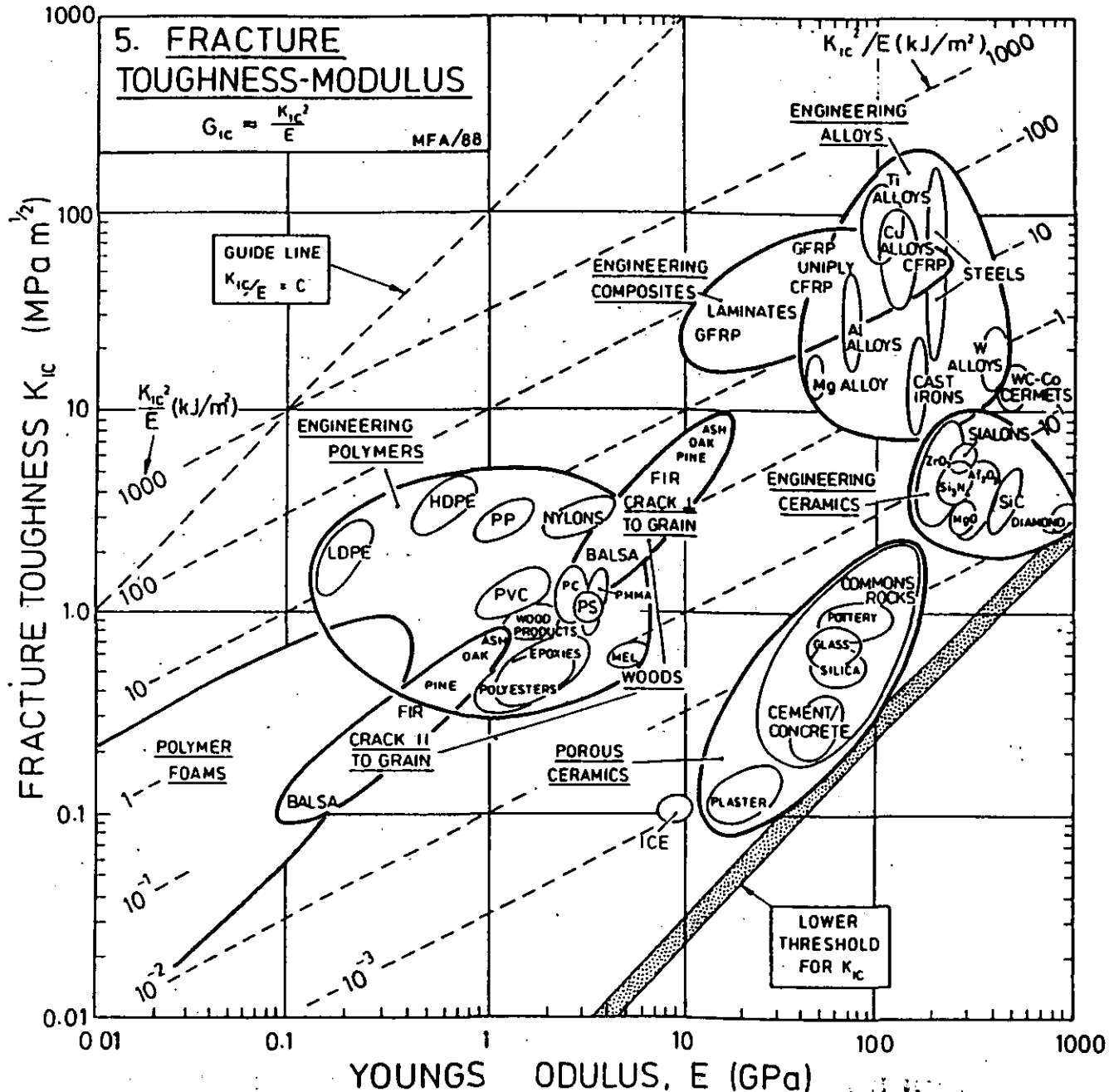


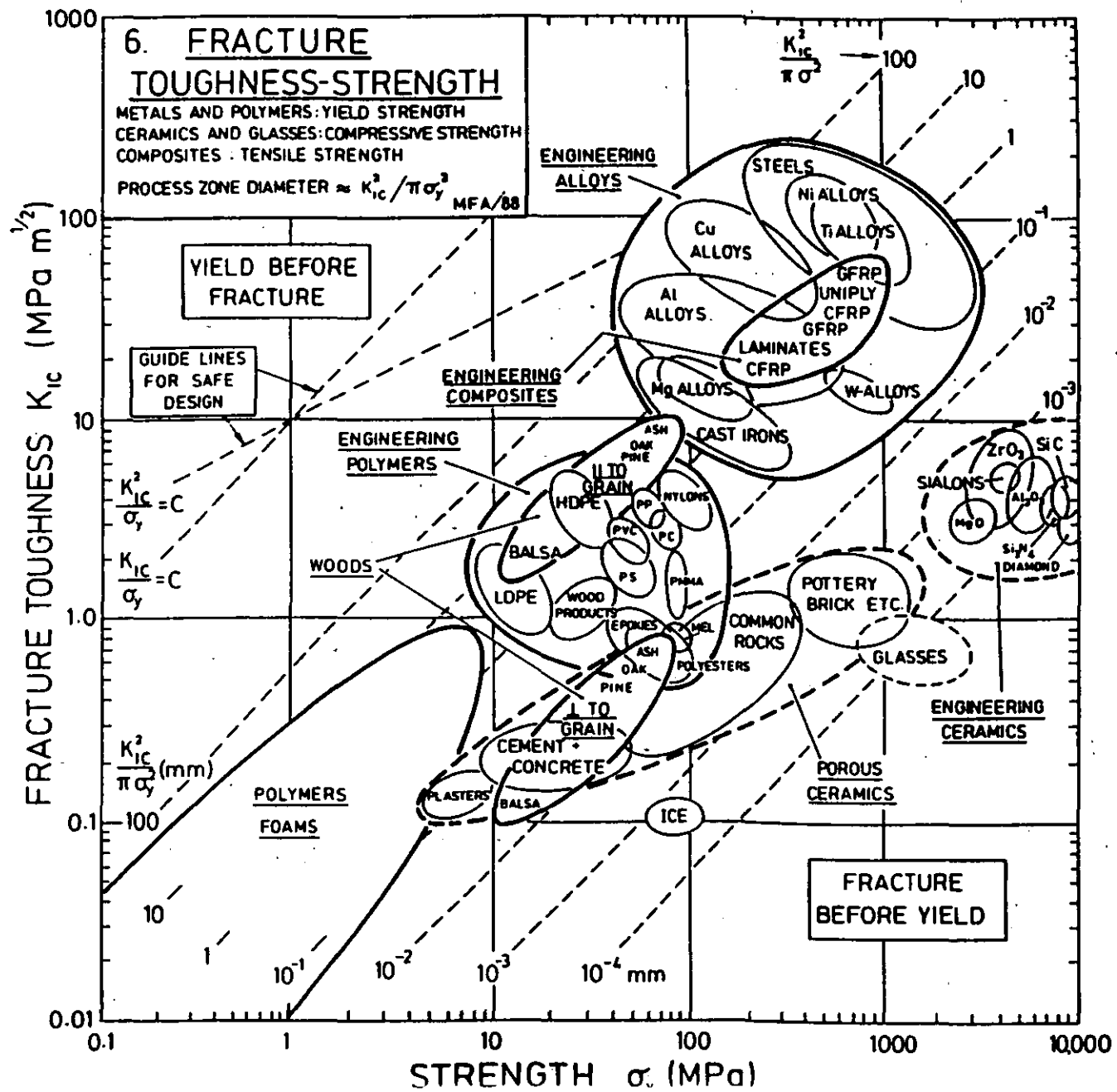


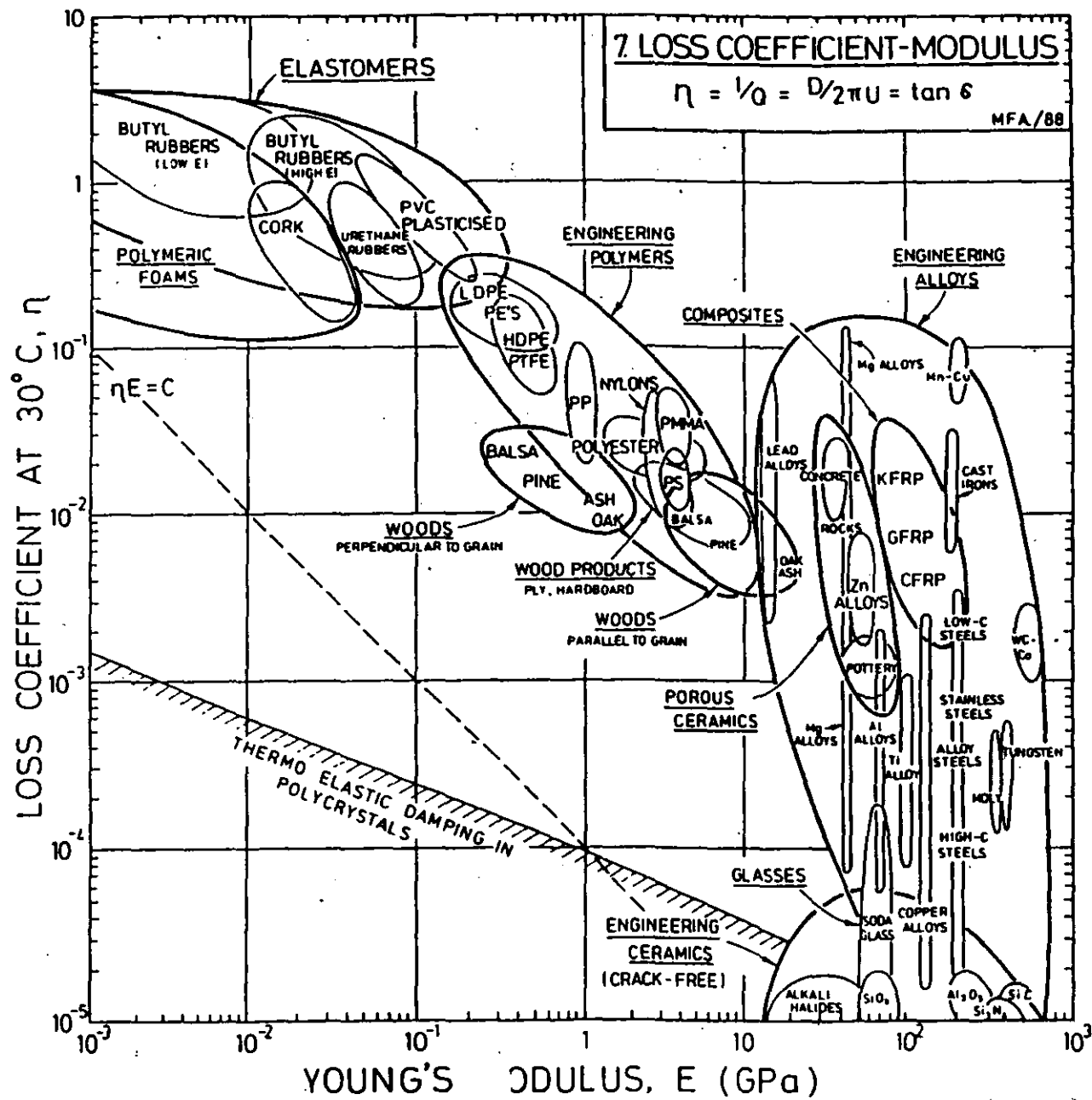


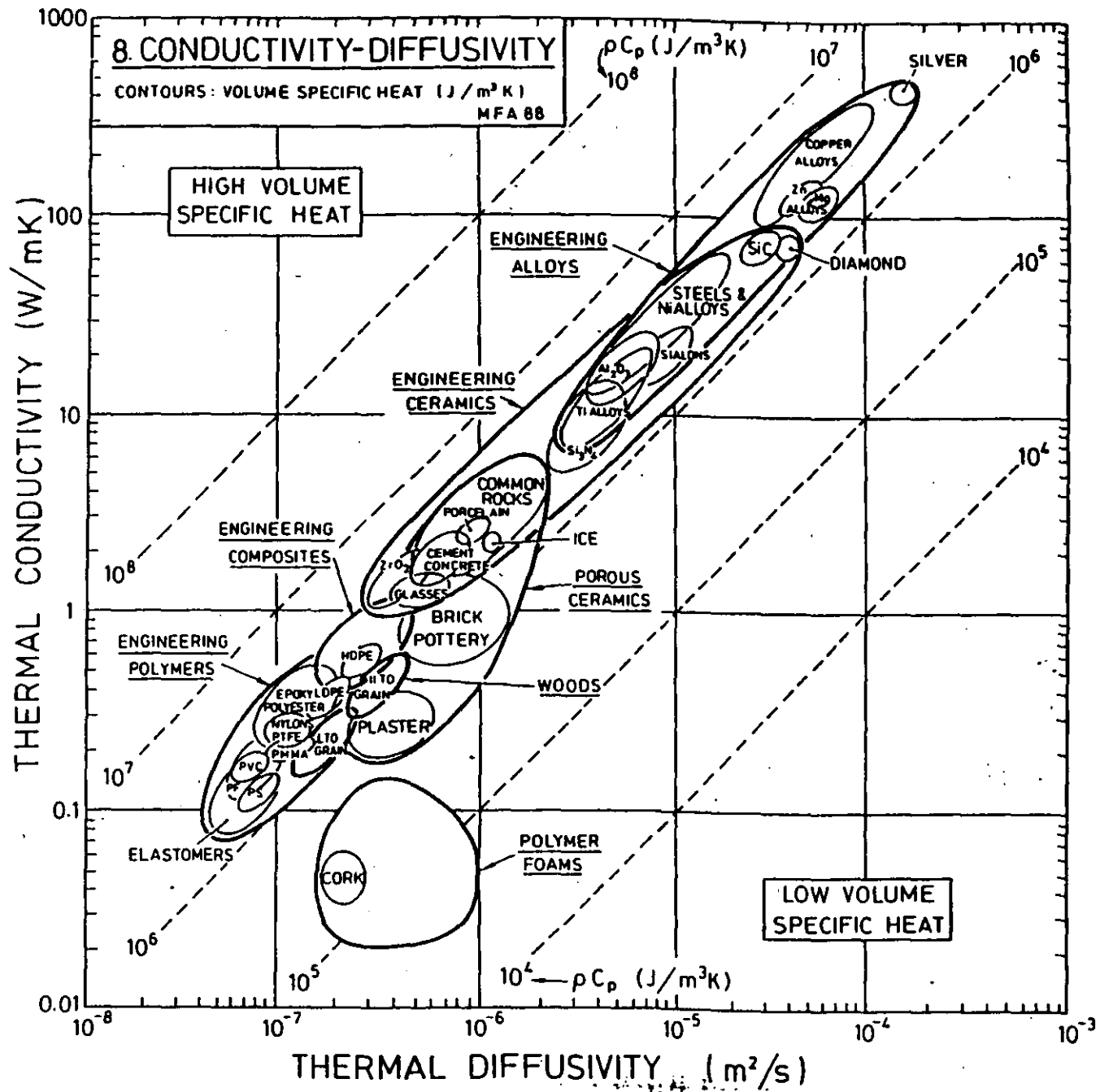
5. FRACTURE TOUGHNESS-MODULUS

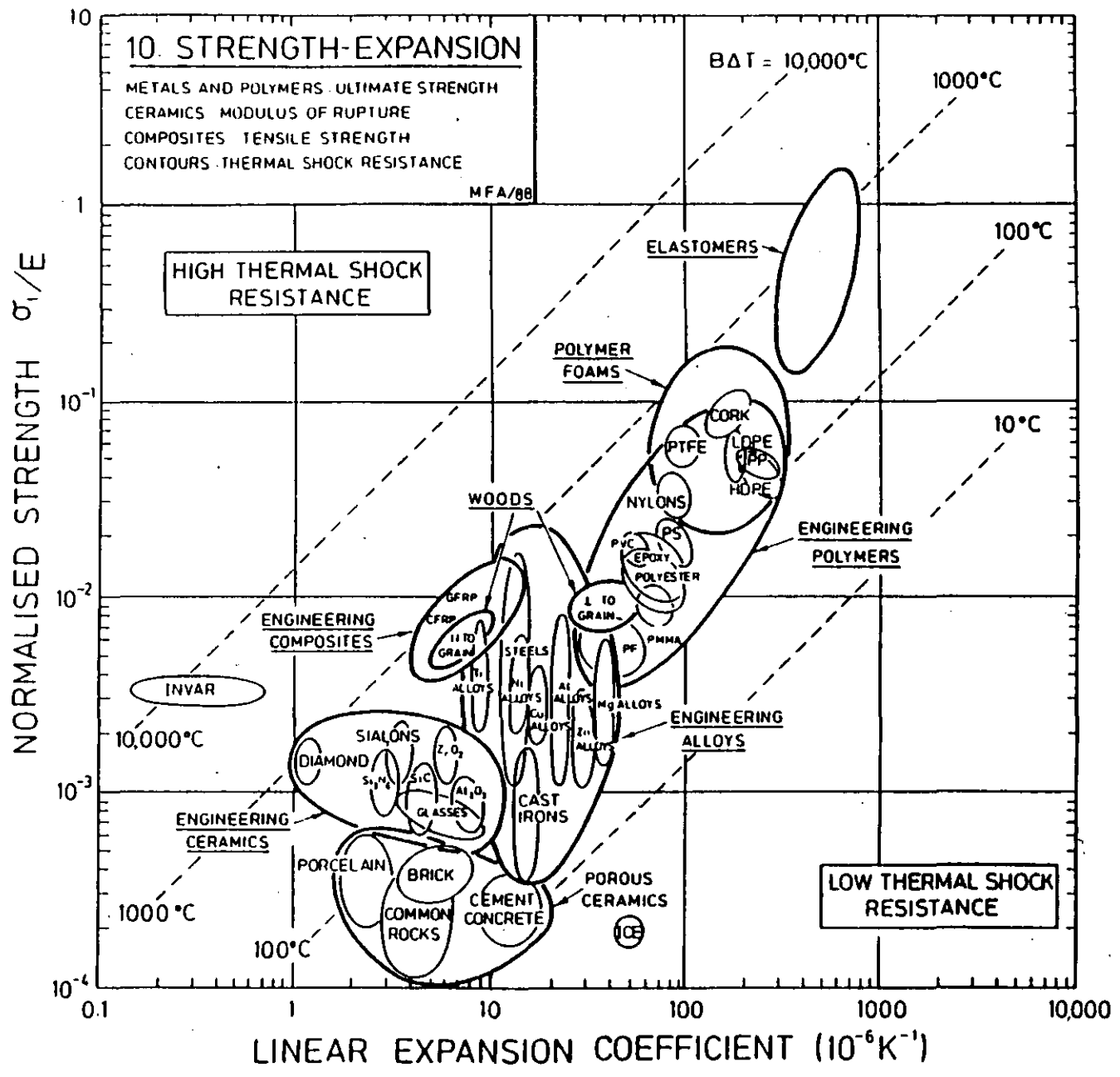
$G_{ic} \approx \frac{K_{ic}^2}{E}$ MFA/88

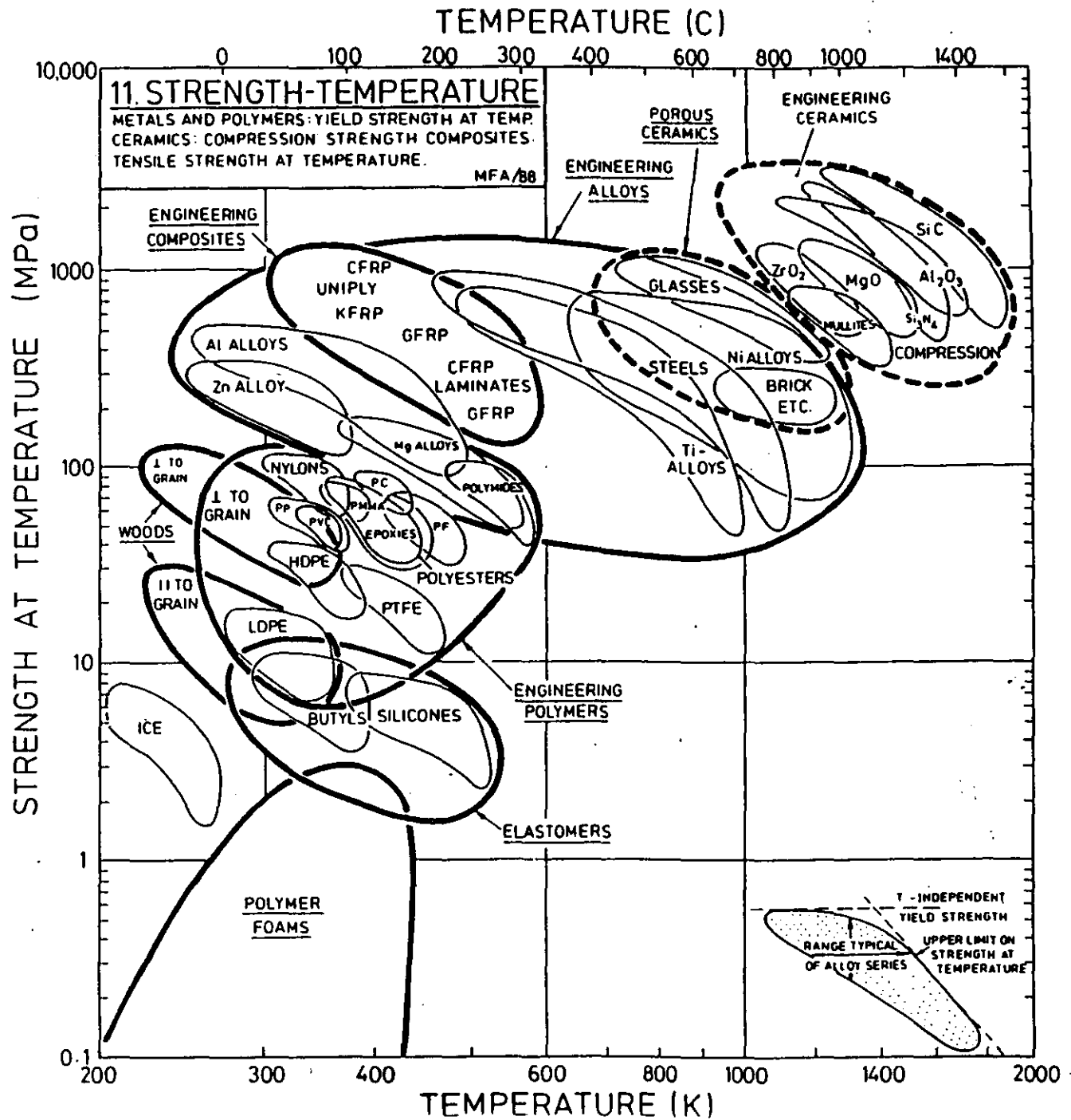


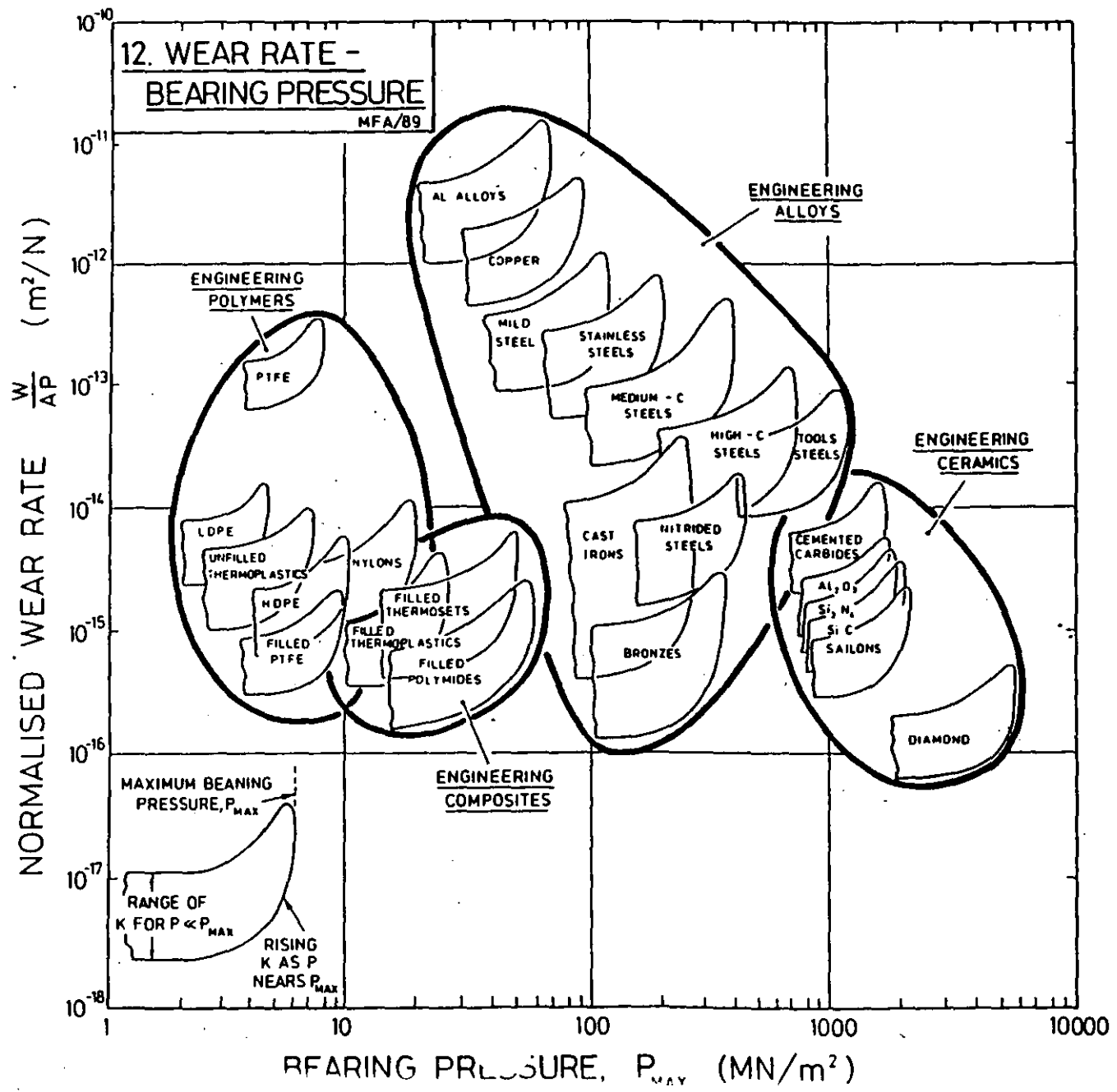


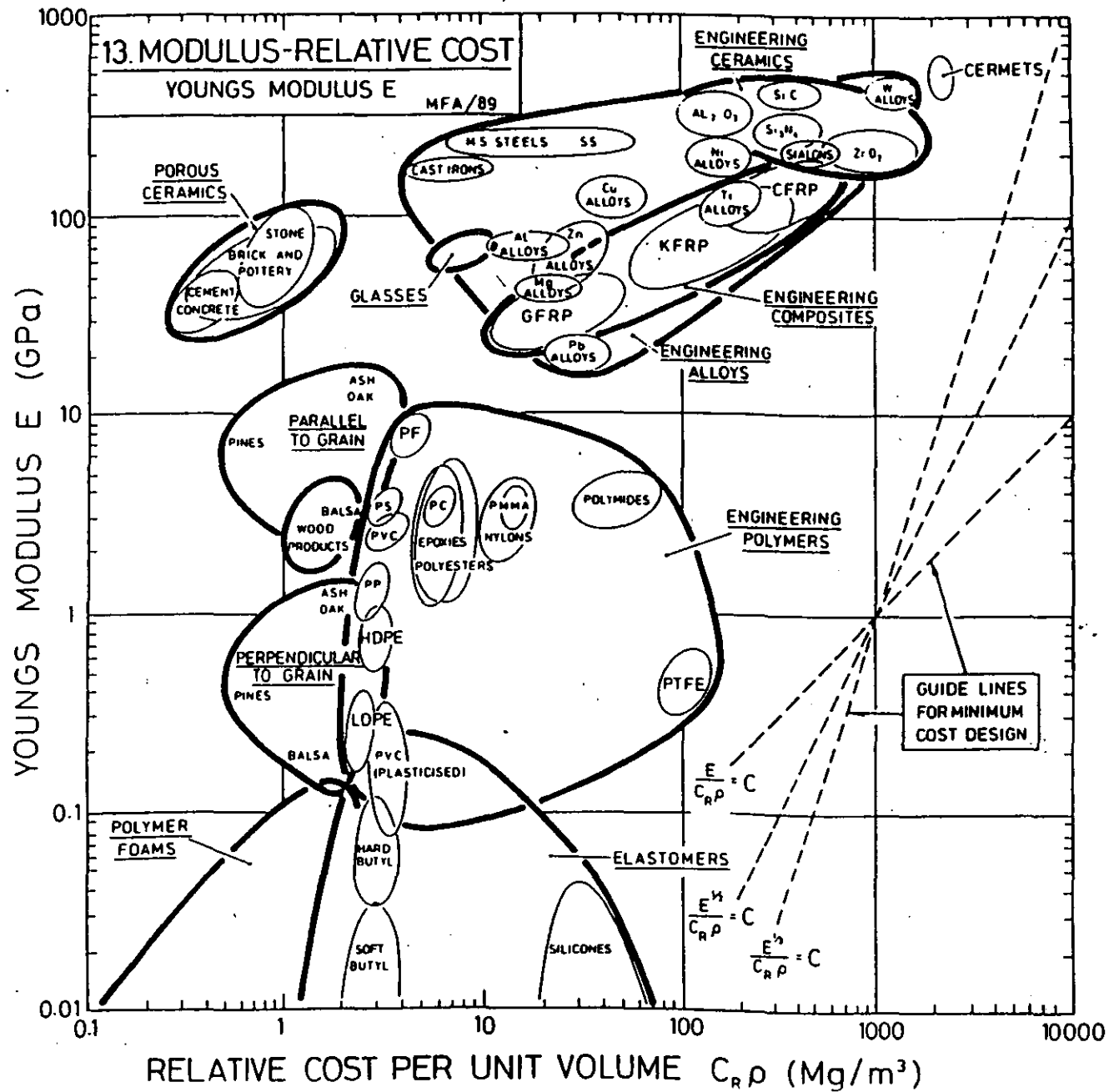












15 ENVIRONMENT
MFA/87

SALT WATER

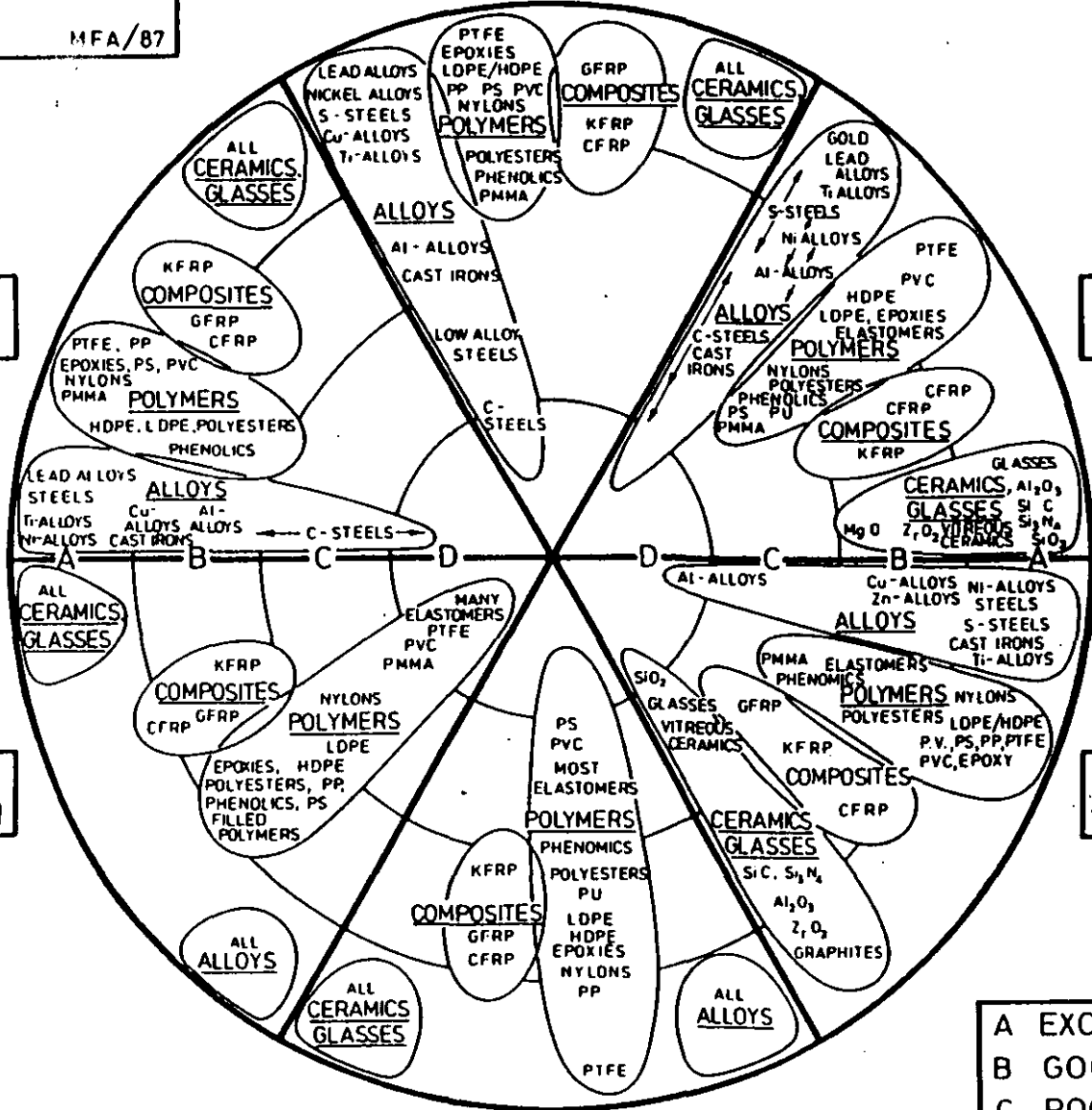
AERATED WATER

STRONG ACIDS

U-V RADIATION

STRONG ALKALIS

ORGANIC SOLVENTS



A EXCELLENT
B GOOD
C POOR
D BAD



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

CURSOS ABIERTOS

**CALIDAD TOTAL-CONSOLIDACION TECNOLOGICA
DEL PRODUCTO**

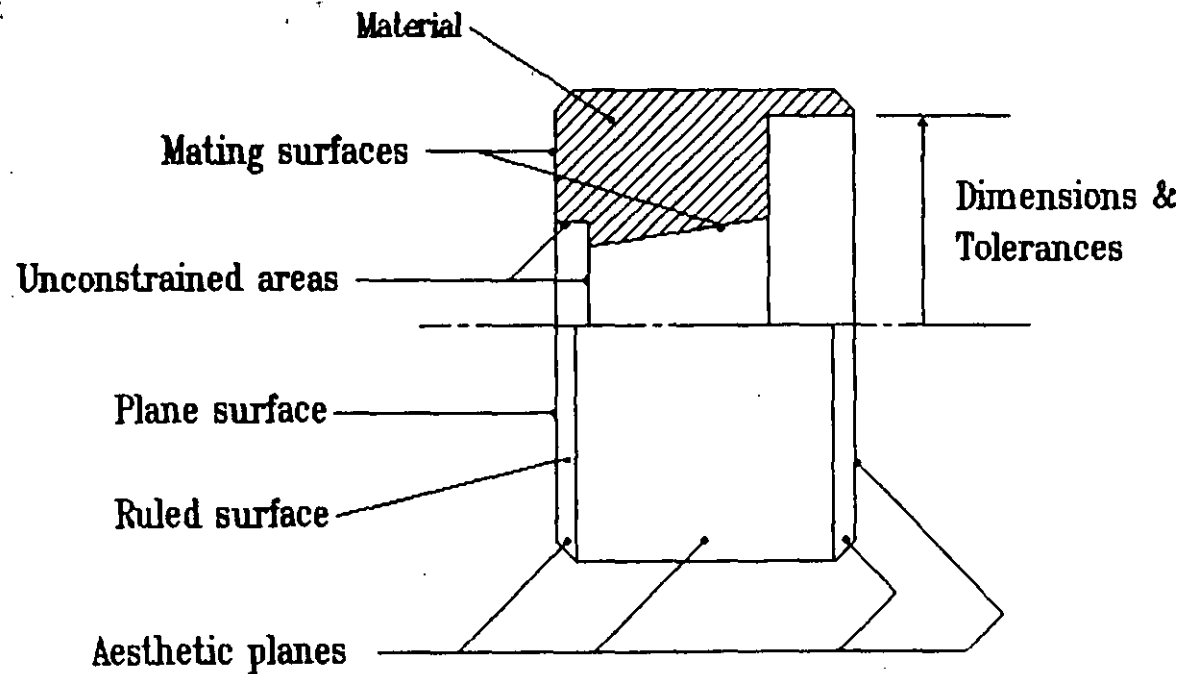
Del 3 al 5 de septiembre

OPTIMIZACION DE PARTES INDIVIDUALES

DR. GUILLERMO AGUIRRE ESPONDA

SEPTIEMBRE - 1992

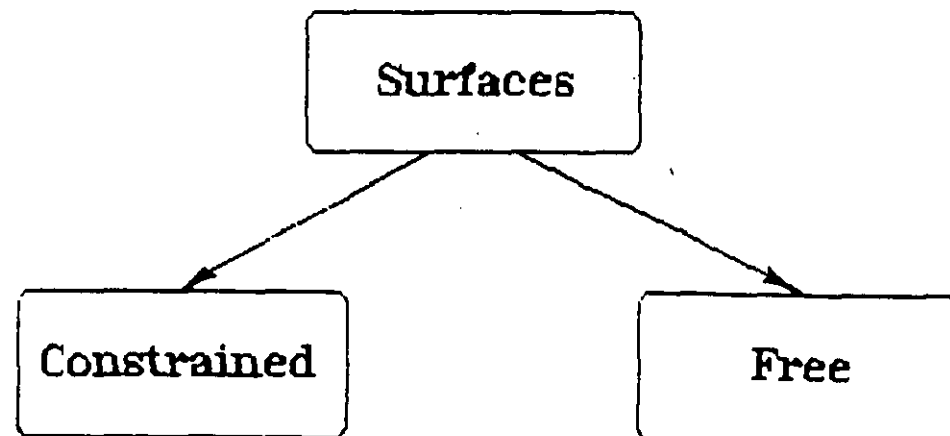
CALIDAD TOTAL Y CONSOLIDACION TECNOLOGICA DEL PRODUCTO *OPTIMIZACION DE PARTES INDIVIDUALES*



Some parameters defining the embodiment
of a mechanical part

**CALIDAD TOTAL Y
CONSOLIDACION TECNOLOGICA DEL PRODUCTO
EJEMPLOS**

Technical Efficiency



CALIDAD TOTAL Y
CONSOLIDACION TECNOLOGICA DEL PRODUCTO
EJEMPLOS

Technical Efficiency:

- Absolute. Measured in terms of the number & type of surfaces and materials required to establish the interactions.
- Relative. Defined as the ratio of constrained surfaces to the total number employed to define the design solution.

**CALIDAD TOTAL Y
CONSOLIDACION TECNOLOGICA DEL PRODUCTO
OPTIMIZACION DE PARTES - EFICIENCIA FUNCIONAL**

PARAMETROS - INTERFACES, PANELES ESTETICOS

$$\text{INDICE DE EFICIENCIA} = \frac{\text{SUPERFICIES CONSTRUIDAS}}{\text{NUMERO TOTAL DE SUPERFICIES}}$$

CRITERIOS

- SIMPLICIDAD - MAXIMIZAR EL INDICE DE EFICIENCIA**
- UNIDAD - NO ASIGNAR FUNCIONES CONTRADICTORIAS**
- CLARIDAD - MANTENER UN INDICE DE EFICIENCIA UNIFORME**

CALIDAD TOTAL Y
CONSOLIDACION TECNOLOGICA DEL PRODUCTO
OPTIMIZACION DE PARTES INDIVIDUALES

Task of the Designer

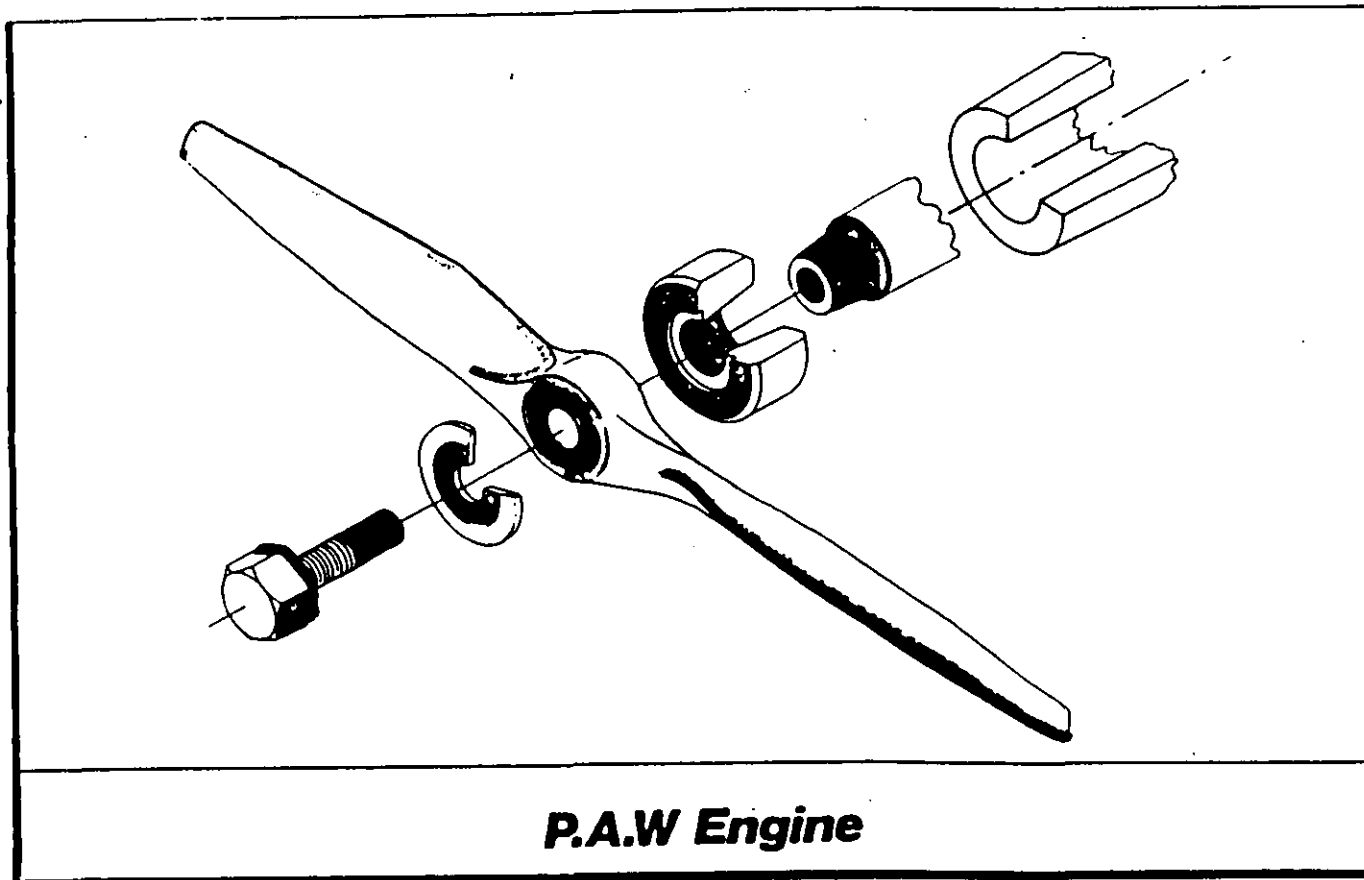
To establish the interactions and isolations required to fulfill the technical task in the most efficient manner.

CALIDAD TOTAL Y CONSOLIDACION TECNOLOGICA DEL PRODUCTO *OPTIMIZACION DE PARTES INDIVIDUALES*

	Energy Conversion	Parts in Contact	Seen by the User	None of the above
Energy interfaces		Possible	Possible	No
Mating Surfaces	No		Possible	No
Aesthetic Panels	No	No		No
Unconstrained Areas	No	No	No	

Types of functional surfaces

CALIDAD TOTAL Y
CONSOLIDACION TECNOLOGICA DEL PRODUCTO
EJEMPLOS

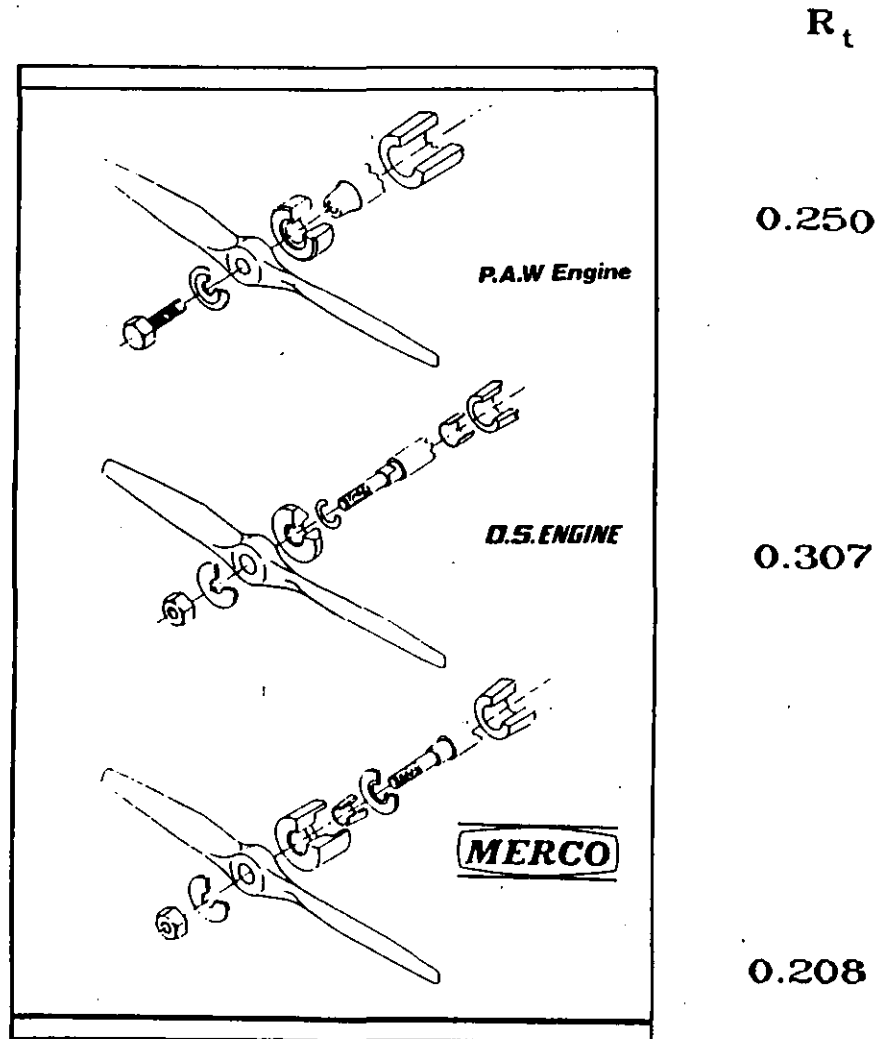


CALIDAD TOTAL Y
CONSOLIDACION TECNOLOGICA DEL PRODUCTO
EJEMPLOS

$$\text{Technical Efficiency} = \frac{\text{No. of Constrained Surfaces}}{\text{Total Number of Surfaces}} = R_t$$

$$R_t = \frac{8}{32} = 0.25$$

CALIDAD TOTAL Y CONSOLIDACION TECNOLOGICA DEL PRODUCTO EJEMPLOS



**CALIDAD TOTAL Y
CONSOLIDACION TECNOLOGICA DEL PRODUCTO
*OPTIMIZACION DE PARTES - COMPLEJIDAD***

- COMPLEJIDAD

TOPOLOGICA

GEOMETRICA

DIMENSIONAL

POR TOLERANCIAS

MATERIALES

**CALIDAD TOTAL Y
CONSOLIDACION TECNOLOGICA DEL PRODUCTO
OPTIMIZACION DE PARTES - COMPLEJIDAD TOPOLOGICA**

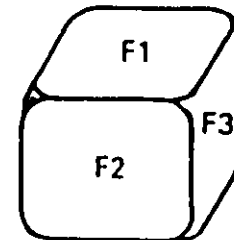
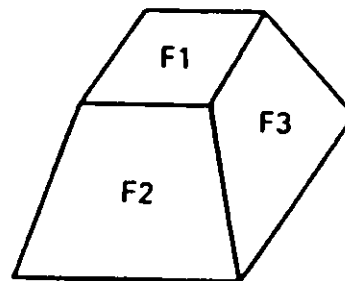
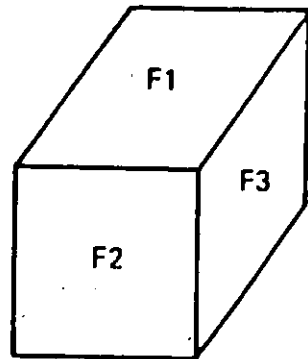
PARAMETROS

- GENERO DE LA SUPERFICIE
- NUMERO DE PANELES, ARISTAS Y VERTICES

CRITERIOS

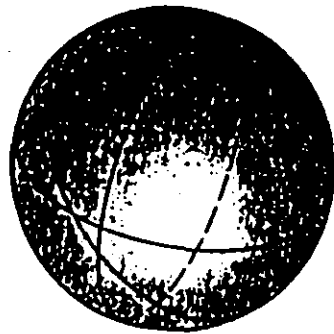
- SIMPLICIDAD - MINIMIZAR LA COMPLEJIDAD TOPOLOGICA
- CLARIDAD - EVITAR SINGULARIDADES TOPOLOGICAS
- UNIDAD - USE UNA COMPLEJIDAD TOPOLOGICA UNIFORME

CALIDAD TOTAL Y CONSOLIDACION TECNOLOGICA DEL PRODUCTO *EJEMPLOS*

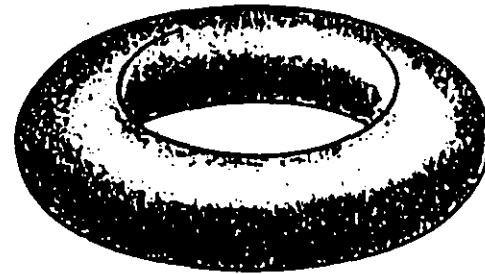


Polyhedra of identical topology

CALIDAD TOTAL Y
CONSOLIDACION TECNOLOGICA DEL PRODUCTO
EJEMPLOS



Sphere, genus = 0



Torus, sphere of genus 1

CALIDAD TOTAL Y
CONSOLIDACION TECNOLOGICA DEL PRODUCTO
EJEMPLOS



Double torus, sphere of genus 2

**CALIDAD TOTAL Y
CONSOLIDACION TECNOLOGICA DEL PRODUCTO
OPTIMIZACION DE PARTES - COMPLEJIDAD GEOMETRICA**

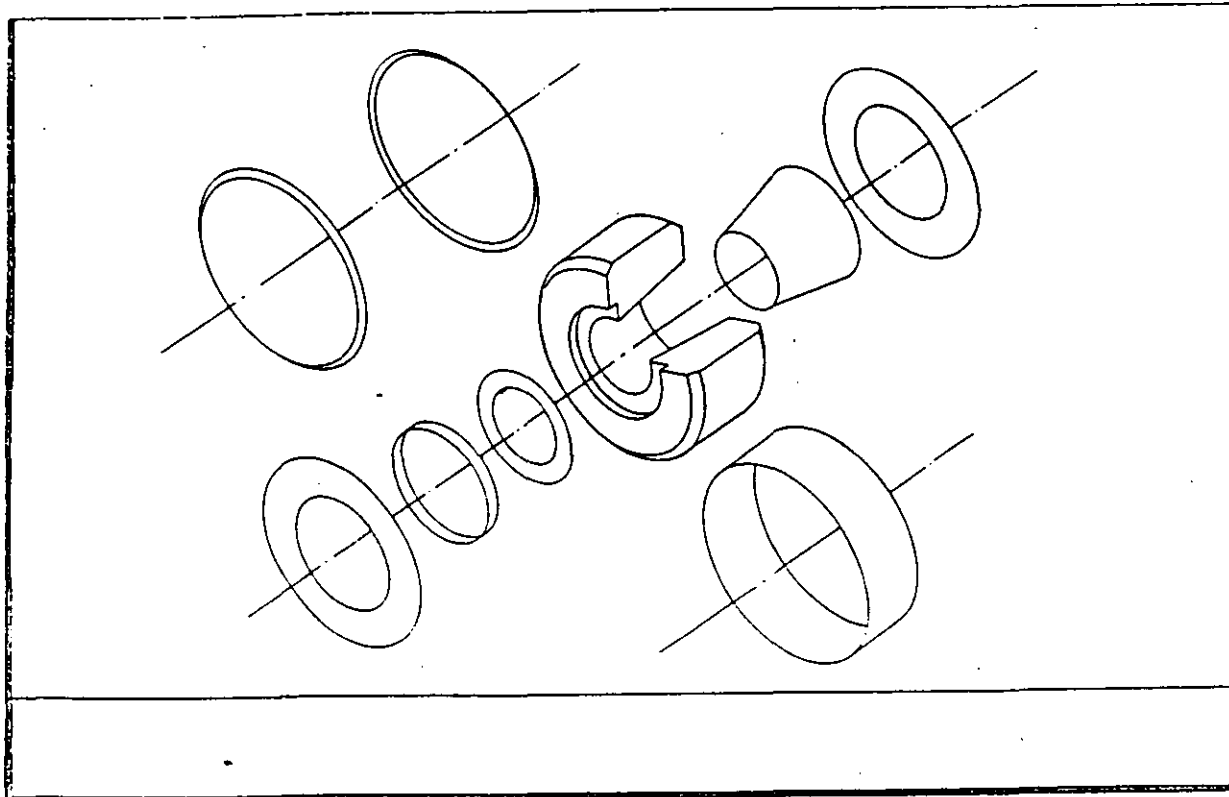
- PARAMETROS

- NUMERO DE SUPERFICIES GEOMETRICAS
- TIPO DE SUPERFICIES - PLANA, CURVA, ESCULTORICA

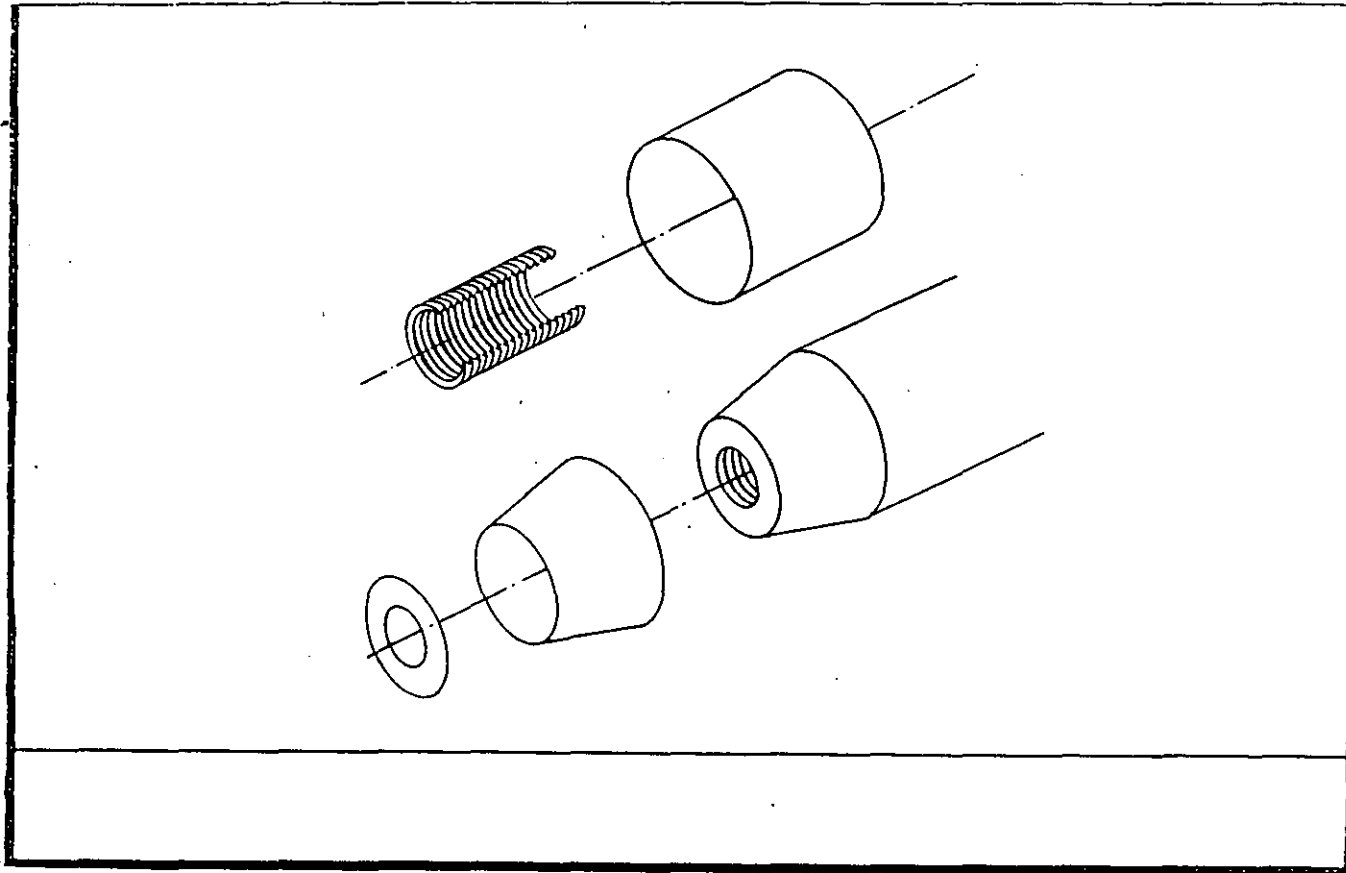
CRITERIOS

- SIMPLICIDAD - MINIMIZAR LA COMPLEJIDAD GEOMETRICA
- CLARIDAD - EVITAR UNIR SUPERFICIES DE DISTINTA COMPLEJIDAD
- UNIDAD - USAR UNA COMPLEJIDAD GEOMETRICA UNIFORME
- EVITAR CAMBIOS SUBITOS EN LAS SUPERFICIES

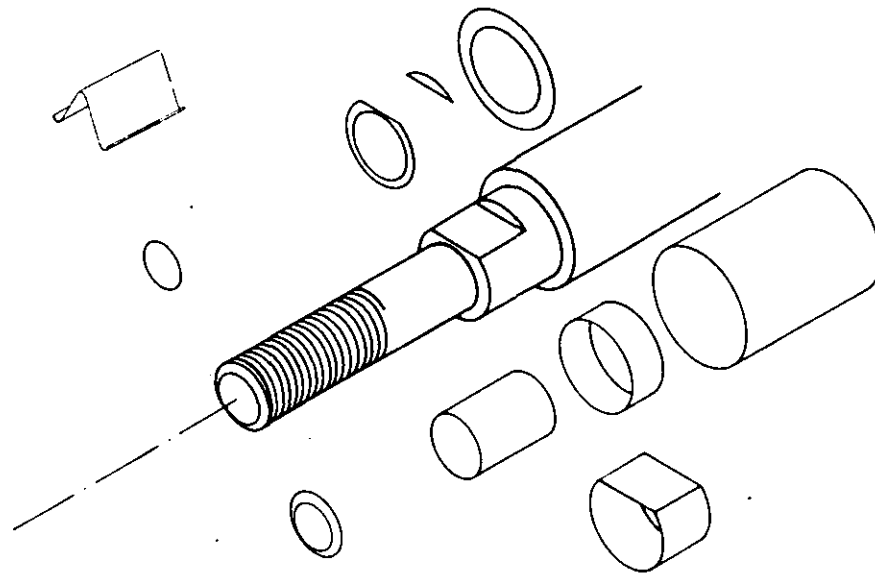
CALIDAD TOTAL Y
CONSOLIDACION TECNOLOGICA DEL PRODUCTO
EJEMPLOS



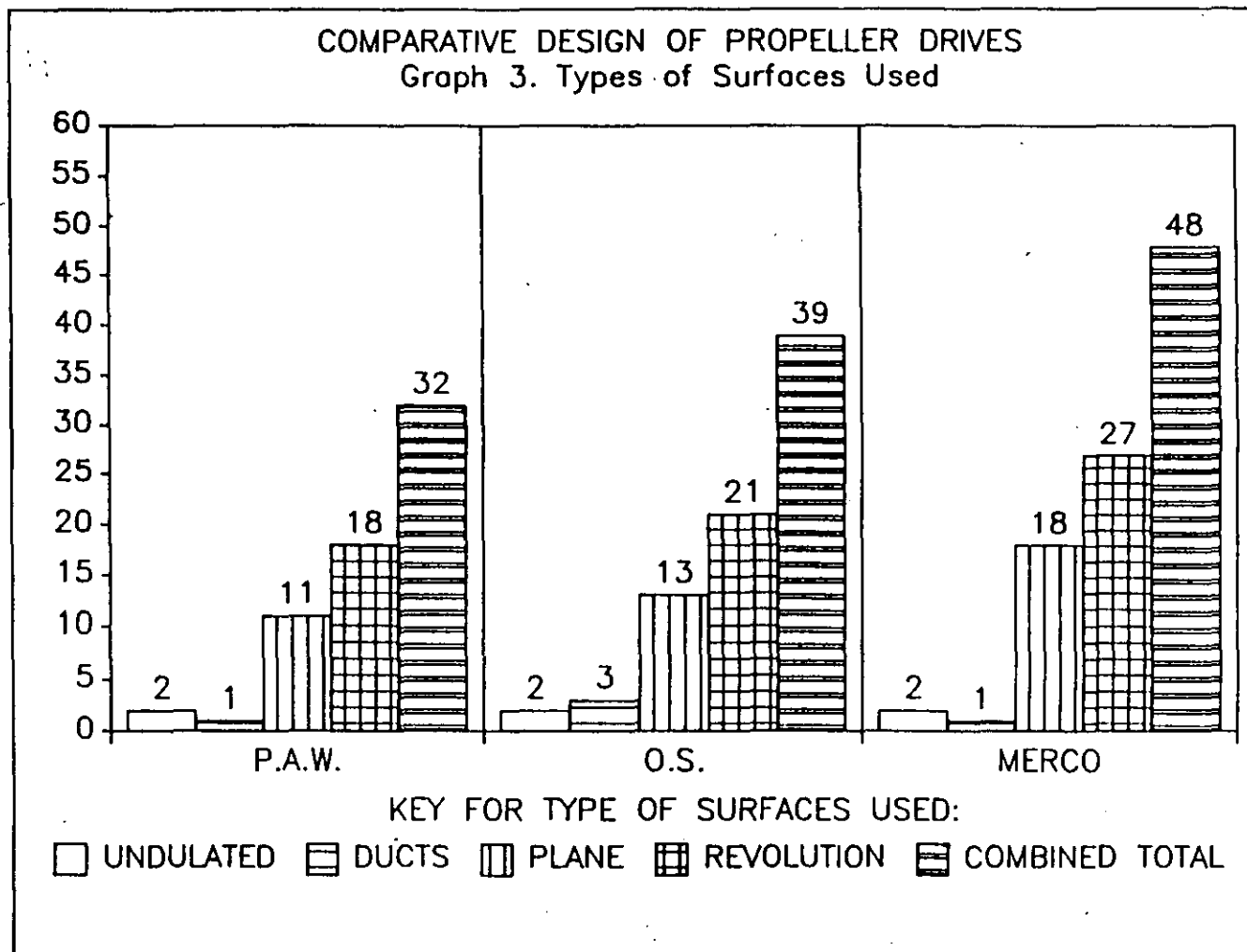
CALIDAD TOTAL Y
CONSOLIDACION TECNOLOGICA DEL PRODUCTO
EJEMPLOS



CALIDAD TOTAL Y
CONSOLIDACION TECNOLOGICA DEL PRODUCTO
EJEMPLOS



CALIDAD TOTAL Y CONSOLIDACION TECNOLOGICA DEL PRODUCTO *EJEMPLOS*



**CALIDAD TOTAL Y
CONSOLIDACION TECNOLOGICA DEL PRODUCTO
OPTIMIZACION DE PARTES - COMPLEJIDAD DIMENSIONAL**

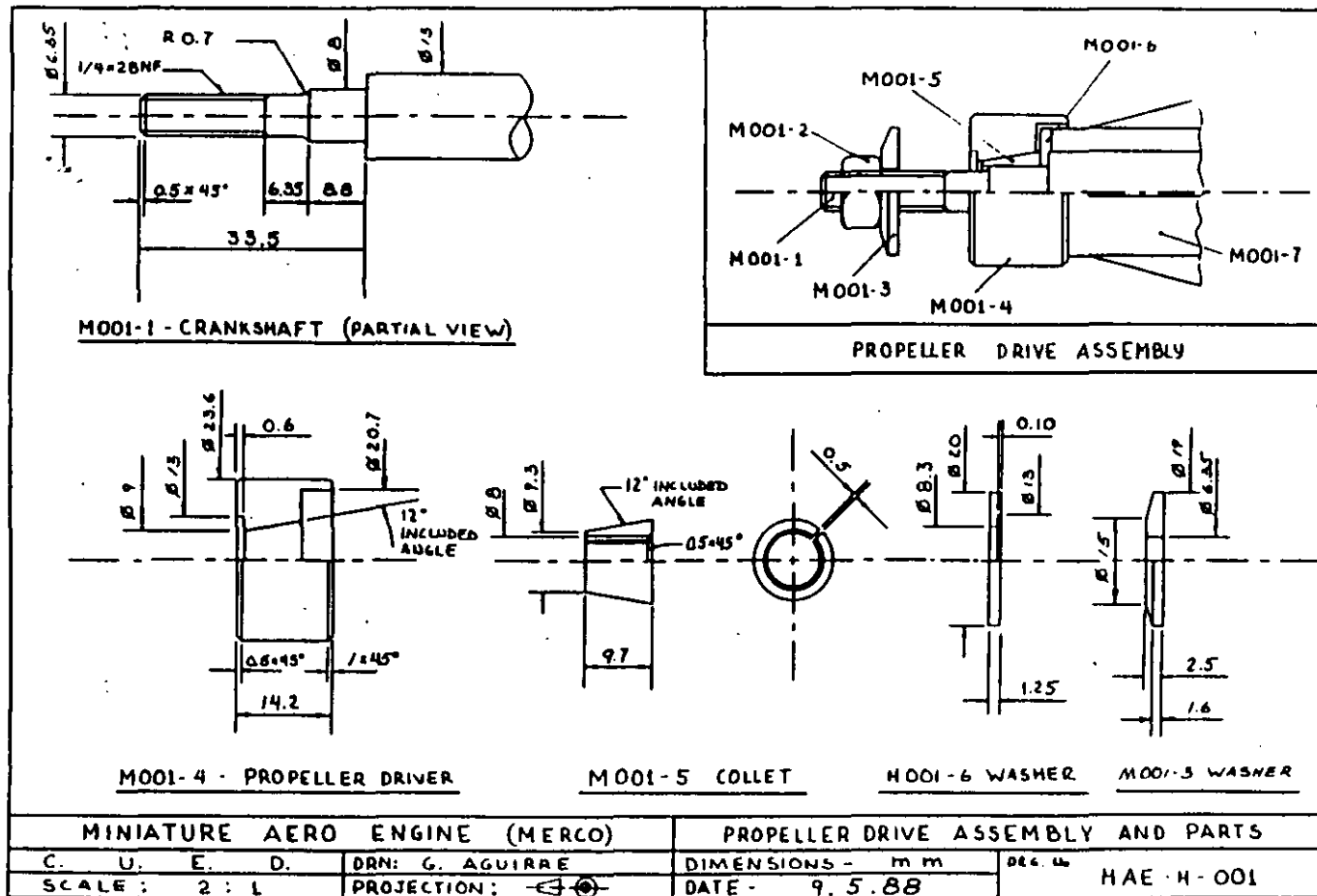
PARAMETROS

- NUMERO DE INDICACIONES DIMENSIONALES
- TAMAÑO PROMEDIO DE LAS DIMENSIONES
- PROPORCION ENTRE LAS DIMENSIONES

CRITERIOS

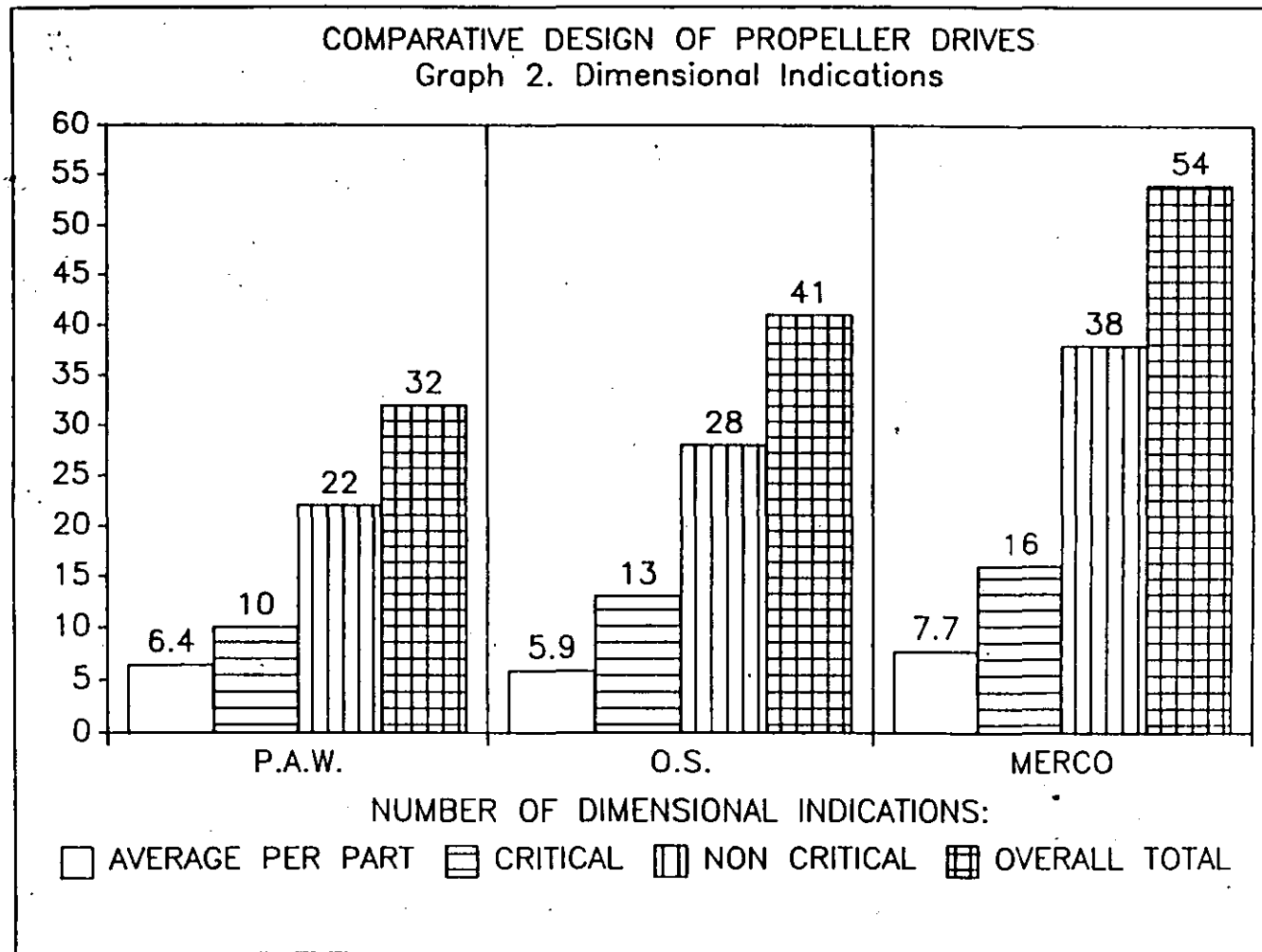
- SIMPLICIDAD - MINIMIZAR EL NUMERO DE DIMENSIONES
- CLARIDAD - USAR REFERENCIAS DIMENSIONALES UNICAS PARA PRODUCCION, OPERACION E INSPECCION
- MANTENER LAS DIMENSIONES FUNCIONALES INDEPENDIENTES DE LAS NO-FUNCIONALES
- UNIDAD - USAR DIMENSIONES ESTANDARD
- USAR PROPORCIONES RAZONADAS ENTRE LAS DIMENSIONES

CALIDAD TOTAL Y CONSOLIDACION TECNOLOGICA DEL PRODUCTO EJEMPLOS



Problem: Given a set of drawings and manufacturing instructions, how can we say is it possible to make good use of the manufacturing resources?

CALIDAD TOTAL Y CONSOLIDACION TECNOLOGICA DEL PRODUCTO *EJEMPLOS*



**CALIDAD TOTAL Y
CONSOLIDACION TECNOLOGICA DEL PRODUCTO
OPTIMIZACION DE PARTES - TOLERANCIAS**

PARAMETROS

- TAMAÑO DE LAS TOLERANCIAS
- RELACION DE LA TOLERANCIA Y LA DIMENSION ASOCIADA

MEDIDA

- CONTENIDO DE INFORMACION = $K \log \frac{\text{DIMENSION}}{\text{TOLERANCIA}}$

CRITERIOS

- SIMPLICIDAD - MINIMIZAR EL CONTENIDO DE INFORMACION
- CLARIDAD - GARANTIZAR LA NO-REDUNDANCIA DE TOLERANCIAS
- UNIDAD - USAR UN CONTENIDO DE INFORMACION UNIFORME

**CALIDAD TOTAL Y
CONSOLIDACION TECNOLOGICA DEL PRODUCTO
OPTIMIZACION DE PARTES - MATERIALES**

PARAMETROS - COMPLEJIDAD DEL MATERIAL

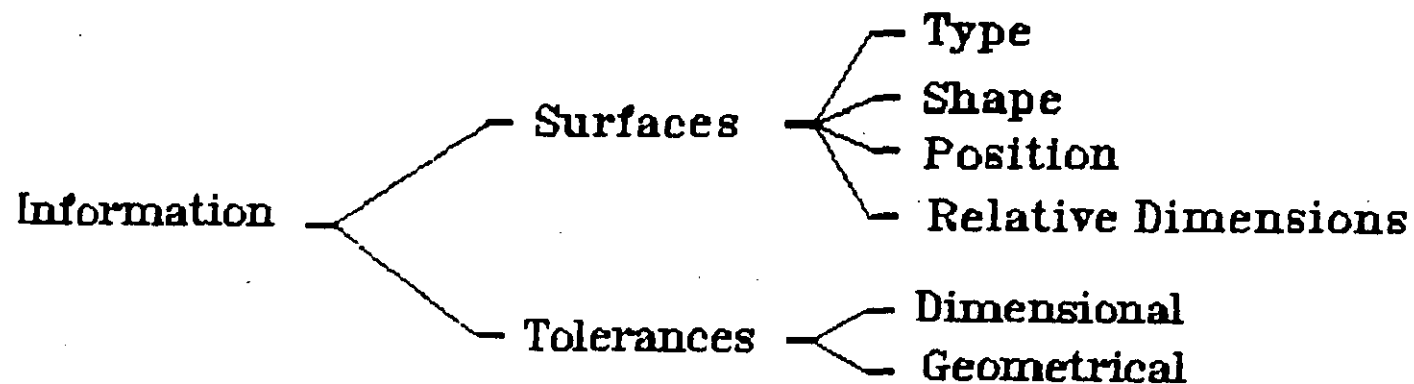
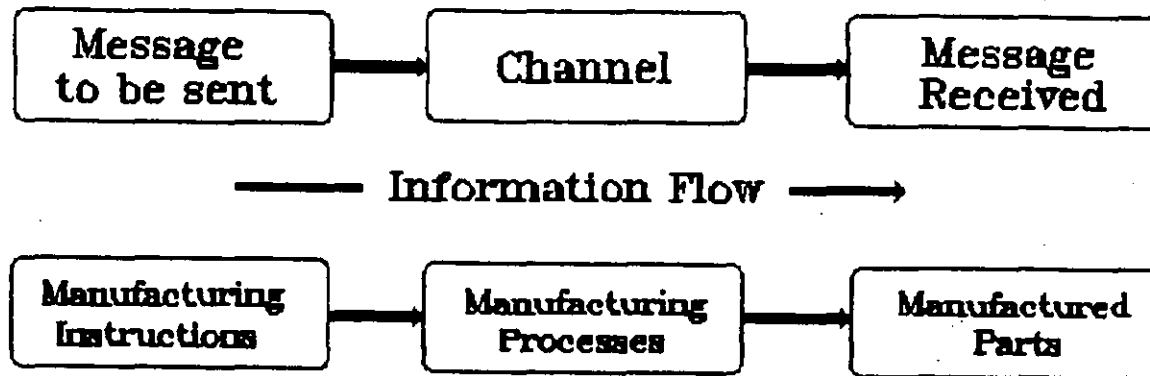
MEDIDA - COMPLEJIDAD = $K \log \frac{\text{RANGO}}{\text{TOLERANCIA}}$

CRITERIOS

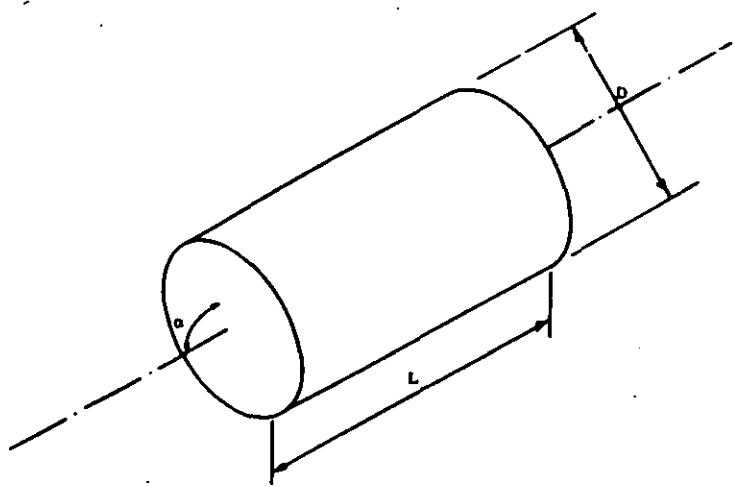
- SIMPLICIDAD - REDUCIR EL NUMERO DE MATERIALES
- MINIMIZAR LA COMPLEJIDAD DEL MATERIAL
- CLARIDAD - ESPECIFICAR CON PRECISION LAS TOLERANCIAS DEL MATERIAL
- UNIDAD - USAR UNA COMPLEJIDAD DE MATERIAL UNIFORME

CALIDAD TOTAL Y CONSOLIDACION TECNOLOGICA DEL PRODUCTO EJEMPLOS

Communication - Manufacturing Analogy



CALIDAD TOTAL Y CONSOLIDACION TECNOLOGICA DEL PRODUCTO *EJEMPLOS*

	<p>TYPE</p> <p>SHAPE</p> <p>POSITION:</p> <p>DIMENSIONS</p> <p>TOLERANCES</p> <p>Dimensions</p> <p>Geometric</p>	<p>Surface of revolution</p> <p>Cylinder with squared ends.</p> <p>External:</p> <p>Diameter D</p> <p>Length L</p> <p>Ends Angle α</p> <p>On diameter - ΔD</p> <p>On Length - ΔL</p> <p>On angle - $\Delta \alpha$</p> <p>Cylindricity</p> <p>Squareness</p>
<p>Elementary properties of a cylindrical surface.</p>		

**CALIDAD TOTAL Y
CONSOLIDACION TECNOLOGICA DEL PRODUCTO
EJEMPLOS**

MANUFACTURING INSTRUCTIONS



INFORMATION CONTENT

MANUFACTURING PROCESS



INFORMATION CAPACITY

$$\text{ECONOMIC RATING} = \frac{\text{INFO CAPACITY}}{\text{INFO CONTENT}}$$

By taking into account the other dimensions we reach the result for the cylindrical part:

$$\text{Economic Rating} = \frac{12.61}{32.70} = 0.326$$

CALIDAD TOTAL Y CONSOLIDACION TECNOLOGICA DEL PRODUCTO *EJEMPLOS*

If this part had the following dimensions:

$$\begin{array}{lll} D = 12.70 & L = 35.00 & \alpha = 90^{\circ} \\ \Delta D = 0.018 & l = 0.028 & \Delta\alpha = 0.1^{\circ} \end{array}$$

The information due to the diameter & its associated tolerance is:

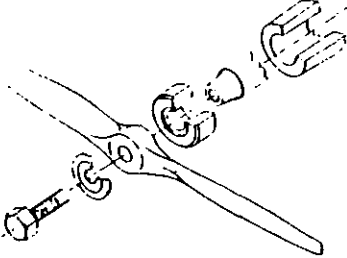
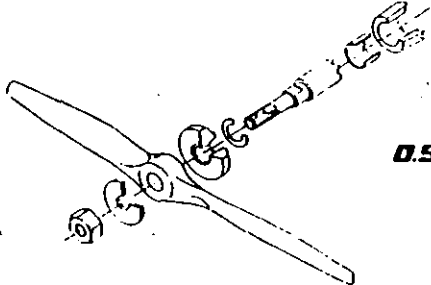
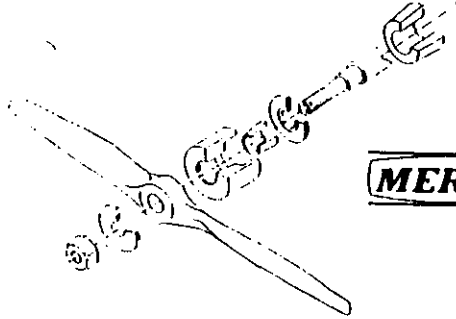
$$I = K \log D/\Delta D$$

$$I = 1 \log 12.70/0.018 = 6.56$$

If this part was manufactured in a lathe with a precision of 0.0005 over 300 mm of overall travel, then the capacity for information will be:

$$I = K \log X/\Delta X \quad I = 1 \log 300/0.005 = 12.65$$

CALIDAD TOTAL Y CONSOLIDACION TECNOLOGICA DEL PRODUCTO EJEMPLOS

	Economic Rating
 <p>P.A.W Engine</p>	0.300
 <p>D.S. ENGINE</p>	0.180
 <p>MERCOS</p>	0.150

CALIDAD TOTAL Y CONSOLIDACION TECNOLOGICA DEL PRODUCTO *EJEMPLOS*

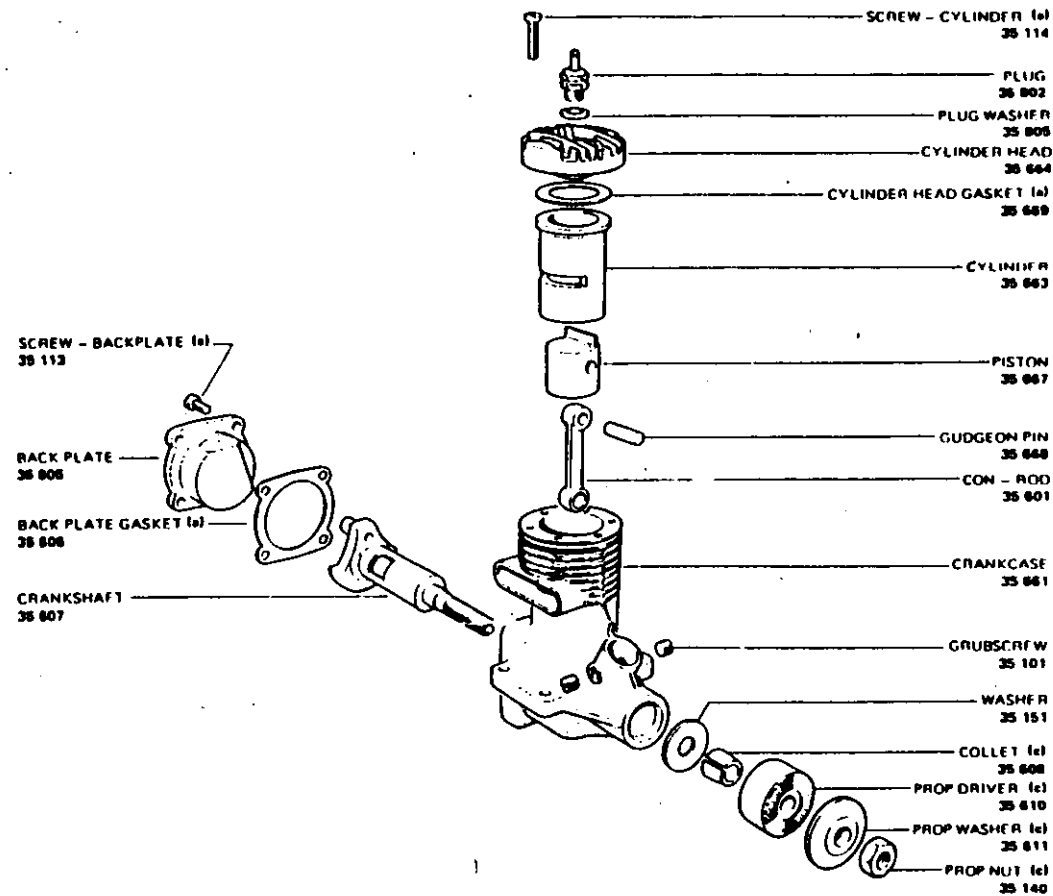


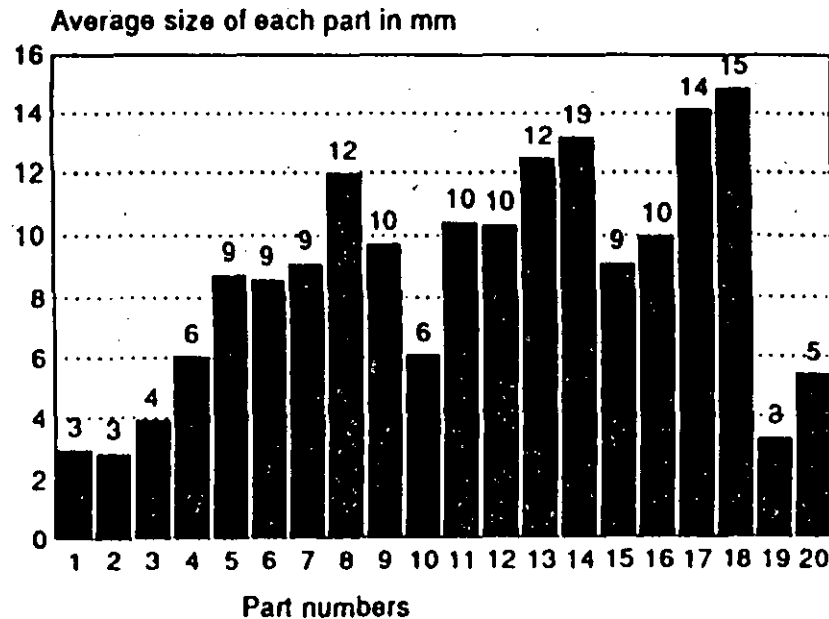
Figure 5.11 Engine "C"

CALIDAD TOTAL Y CONSOLIDACION TECNOLOGICA DEL PRODUCTO EJEMPLOS

Part DET number	Part description	Num Qty	Materials	Dimen Indic	Mean Size	Std Dev	Crit Tols	Inf Content	Ext Tol	Ext Tol	Int Diam	Int Length	Angle	Other Feat.
1 35 101	GRUBSCREW	2	Mild steel EN 1A	5	2.9527	1.9497	2	22.4241	4	2	0	3	1	0
2 35 113	SCREW- BACKPLATE	4	Mild steel EN 1A	7	2.8363	2.0695	2	30.6755	5	3	0	3	1	0
3 35 114	SCREW-CYLINDER	6	Mild steel EN 1A	7	3.8946	4.1618	2	31.3686	5	3	0	3	1	0
4 35 140	PROPELLER NUT	1	Mild steel EN 1A	8	6.0452	5.2674	2	34.0527	6	0	3	0	3	0
5 35 151	WASHER	1	Mild steel EN 1A	5	8.7037	5.7381	1	10.3019	1	1	1	0	0	0
6 35 601	CONNECTING ROD	1	Aluminium Alloy 601C	9	8.5684	8.3816	4	34.6348	2	4	2	1	1	0
7 35 605	BACK PLATE	1	Aluminium Alloy LM 2 Casting	31	9.0911	9.3125	2	105.731	10	10	6	5	2	0
8 35 606	BACK PLATE GASKET	1	Everold Paper	15	11.966	12.813	1	38.4335	5	2	6	0	2	0
9 35 607	CRANKSHAFT	1	Mild steel EN 1A	40	9.7030	9.2797	4	181.743	13	17	6	5	6	1
10 35 608	COLLET	1	Mild steel EN 1A	5	6.0713	4.3266	2	19.6448	1	1	1	1	1	0
11 35 610	PROPELLER DRIVER	1	Aluminium Alloy HE-30	11	10.413	7.9351	2	38.7458	1	2	3	2	3	1
12 35 611	PROPELLER WASHER	1	Mild steel EN 1A	5	10.316	8.5112	2	16.8453	2	2	1	0	0	0
13 35 661	CRANKCASE	1	Aluminium Alloy LM2 Casting	26	12.449	13.916	8	180.974	2	7	22	21	0	0
14 35 663	CYLINDER	1	Mild steel EN 1A	15	13.182	11.002	5	72.1645	4	8	1	3	2	0
15 35 664	CYLINDER HEAD	1	Aluminium Alloy LM 2 Casting	51	9.0744	19.047	4	175.556	9	9	16	18	12	0
16 35 667	PISTON	1	Meehanite Nodular Cast Iron	16	9.9500	7.6138	3	76.6475	4	6	3	4	1	0
17 35 668	GUDGEON PIN	1	Silver Steel	4	14.141	5.6772	1	17.8729	3	1	0	0	0	0
18 35 669	CYLINDER HEAD GASKE	1	Everold	0	14.859	10.371	1	10.0219	1	1	1	0	0	0
19 35 802	PLUG	1	Mild steel Porcelain	17	3.2795	2.4410	3	53.7892	5	8	2	2	0	0
20 35 805	PLUG WASHER	1	Cooper	3	5.3763	3.3381	1	9.41328	1	1	1	0	0	0

CALIDAD TOTAL Y CONSOLIDACION TECNOLOGICA DEL PRODUCTO *EJEMPLOS*

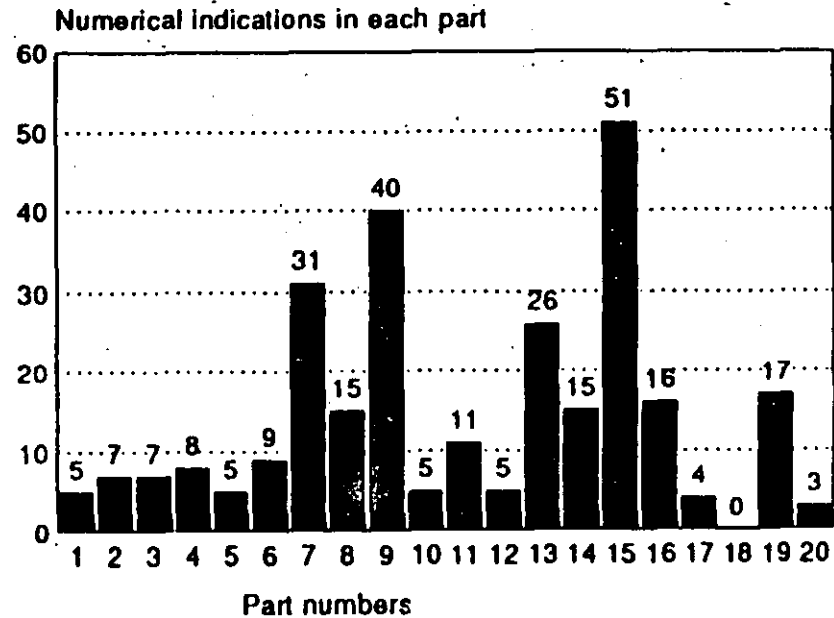
Analysis of the parts of Engine "C" - Average of each part



Results from the analysis of engine "C"

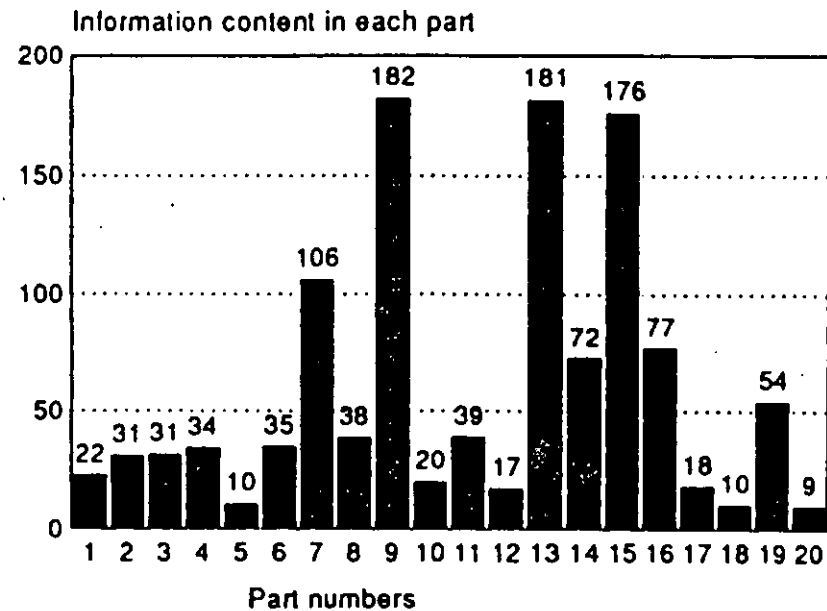
CALIDAD TOTAL Y CONSOLIDACION TECNOLOGICA DEL PRODUCTO *EJEMPLOS*

Analysis of the parts of engine "C" - Dimensional Indications

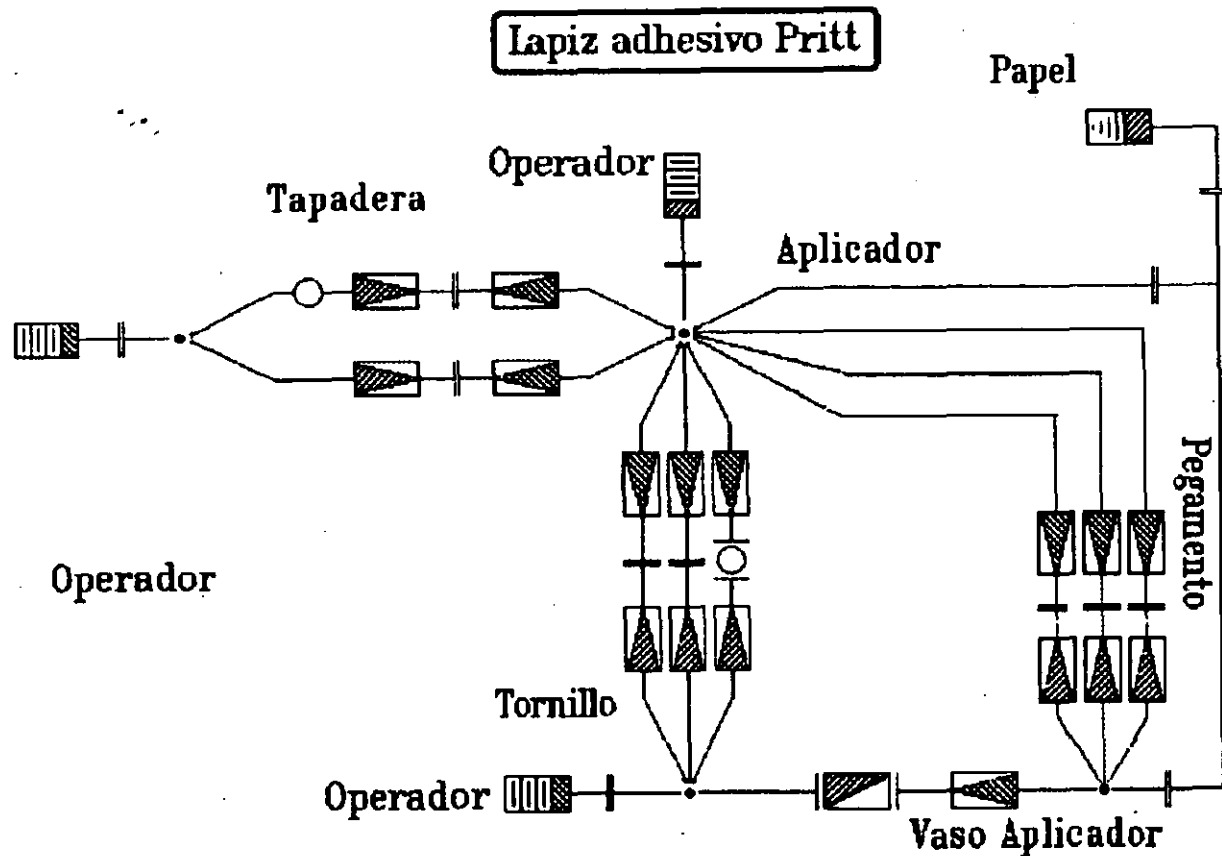


CALIDAD TOTAL Y CONSOLIDACION TECNOLOGICA DEL PRODUCTO *EJEMPLOS*

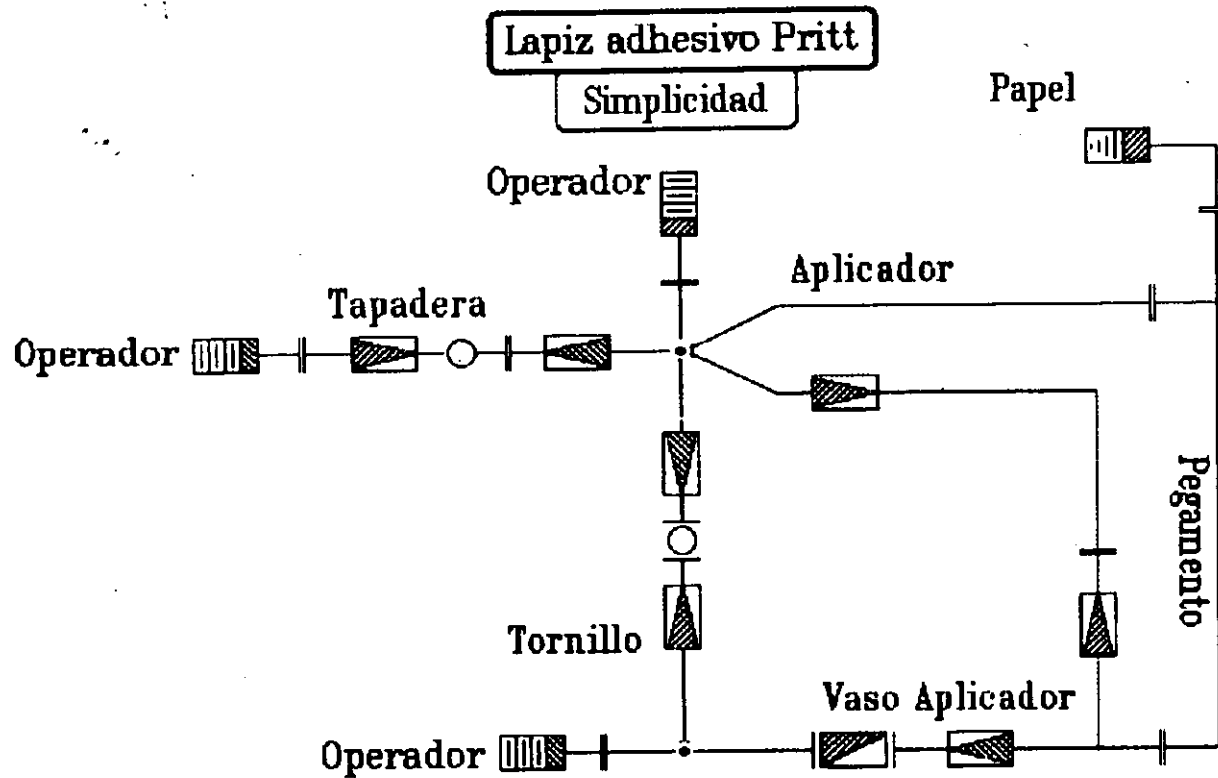
Analysis of the parts of engine "C" - Information Content



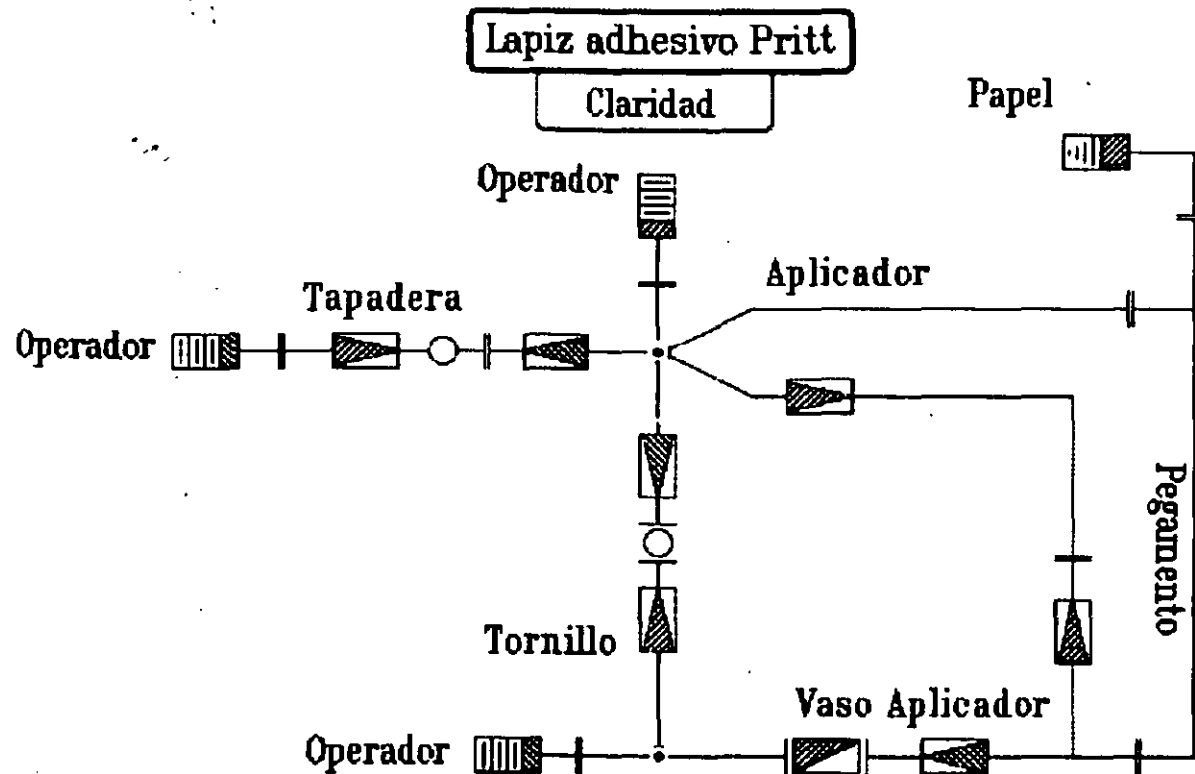
CALIDAD TOTAL Y CONSOLIDACION TECNOLOGICA DEL PRODUCTO *EJEMPLOS*



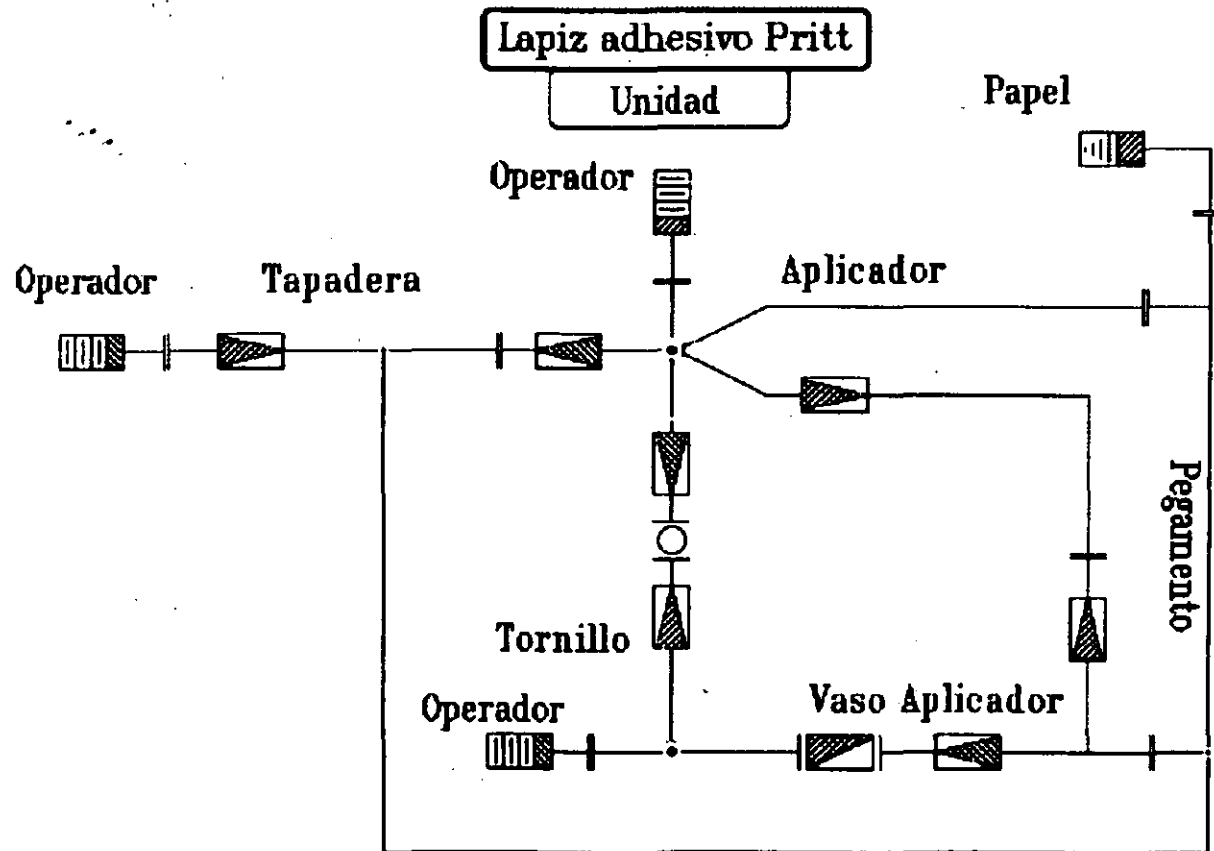
CALIDAD TOTAL Y CONSOLIDACION TECNOLOGICA DEL PRODUCTO *EJEMPLOS*

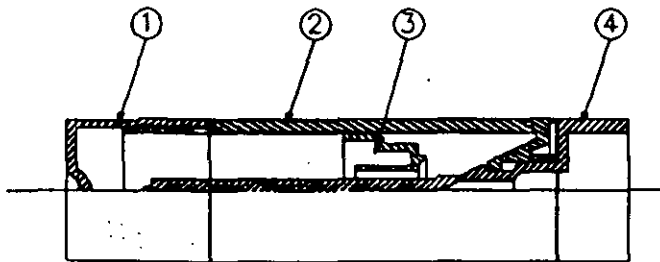


CALIDAD TOTAL Y CONSOLIDACION TECNOLOGICA DEL PRODUCTO *EJEMPLOS*



CALIDAD TOTAL Y CONSOLIDACION TECNOLOGICA DEL PRODUCTO *EJEMPLOS*

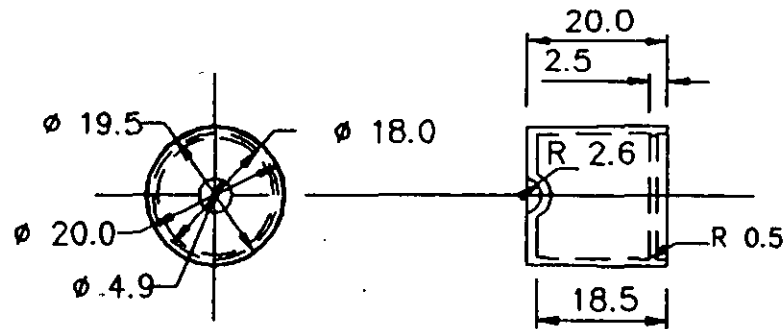




No. PARTE	DESCRIPCION	MATERIAL	COLOR
1	TAPADERA	PLASTICO	BLANCO
2	APLICADOR	PLASTICO	B.N.R.
3	VASO APL.	PLASTICO	TRANSP.
4	TORNILLO	PLASTICO	NEGRO

NOTAS: 1) MARCA IMPRESA EN APLICADOR
EN COLOR NARANJA, ROJO,
NEGRO Y BLANCO.

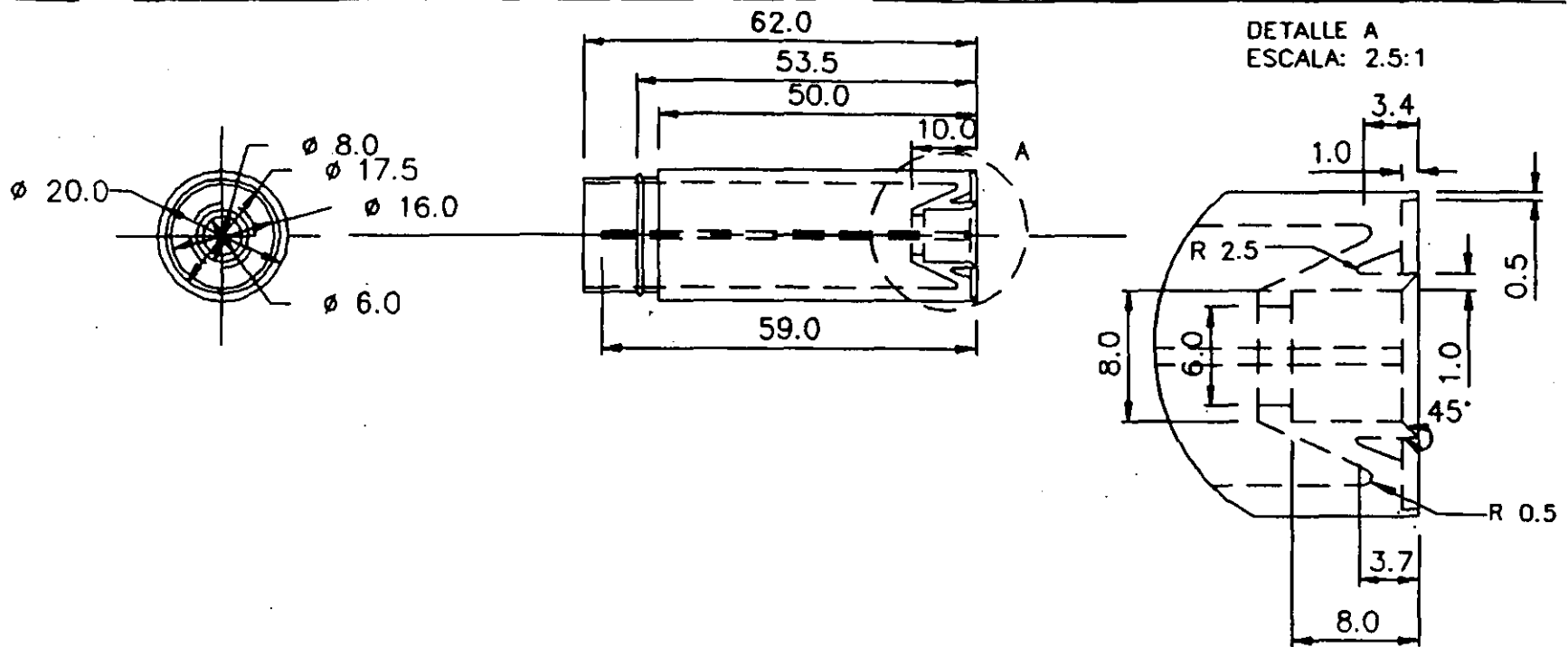
				OCT. 1991		
REV	CHANGE	LDC	BY	DATE	E.C.N.	CKD
METRIC (TOLERANCE UNLESS SPECIFIED)				SCALE 1:1		
BY C.T.M.		DATE OCTUBRE 1991		APRVD G.A.S.		
GRAPHICS LAY/CODE /	ACOT.: mm.	USAGE				
	SCALE 1:1	FINISH SPEC.				
MATERIAL PLASTICO INYECTADO		SPEC.				
PART ENSAMBLE TOTAL						
EXP. NO.	SHEET 1 OF 5	PRITT LAPIZ ADHESIVO.				
DRAWING NO 1		MARCA HENKEL MEXICANA S.A. HECHO EN MEXICO. PAT. 111969				
THE INFORMATION BELOW IS FOR THE PURPOSE OF DISTRIBUTION AND IS SUBJECT TO REVISION WITHOUT NOTIFICATION						
DISTRIBUTION CODE			REVISION		DATE:	
			G.A.S.		OCTUBRE 1991	
SPECIAL DISTRIBUTION			REVIEWED:	DATE:	APRVD.:	DATE:
			REVIEWED	DATE	APRVD	DATE
TOTAL PARTS 5			ORIGINAL MODEL PRITT LAPIZ ADHESIVO.			
PART No. ENSAMBLE				APRVD		
= CONTROL CHARACTERIS :						



REV	CHANGE	LDC	BY	DATE	OCT.1991	E.C.N.	CKD
METRIC (TOLERANCE UNLESS SPECIFIED)				SCALE 1:1			
BY C.T.M.		DATE OCT.1991		APRVD G.A.S.			
GRAPHICS LAY/CODE /	ACOT.: mm.	USAGE					
	SCALE 1:1	FINISH SPEC. F_SPEC					
MATERIAL PLASTICO INYECTADO.				SPEC. SPEC			
PART TAPADERA							
EXP. NO.	SHEET 2 OF 5	PRITT LAPIZ ADHESIVO.					
DRAWING NO 2		MARCA: HENKEL MEXICANA S.A. HECHO EN MEXICO. PAT. 111969					

THE INFORMATION BELOW IS FOR THE PURPOSE OF DISTRIBUTION AND IS SUBJECT TO REVISION WITHOUT NOTIFICATION

DISTRIBUTION CODE		REVISION		DATE:	
		G.A.S.		OCT. 1991	
SPECIAL DISTRIBUTION		REVIEWED:	DATE:	APRVD.:	DATE:
		REVIEWED	DATE	APRVD	DATE
ORIGINAL MODEL					
PRITT LAPIZ ADHESIVO.					
TOTAL PRINTS 5		APPROVED			
PART No. 1					
= CONTROL CHARACTERISTIC					

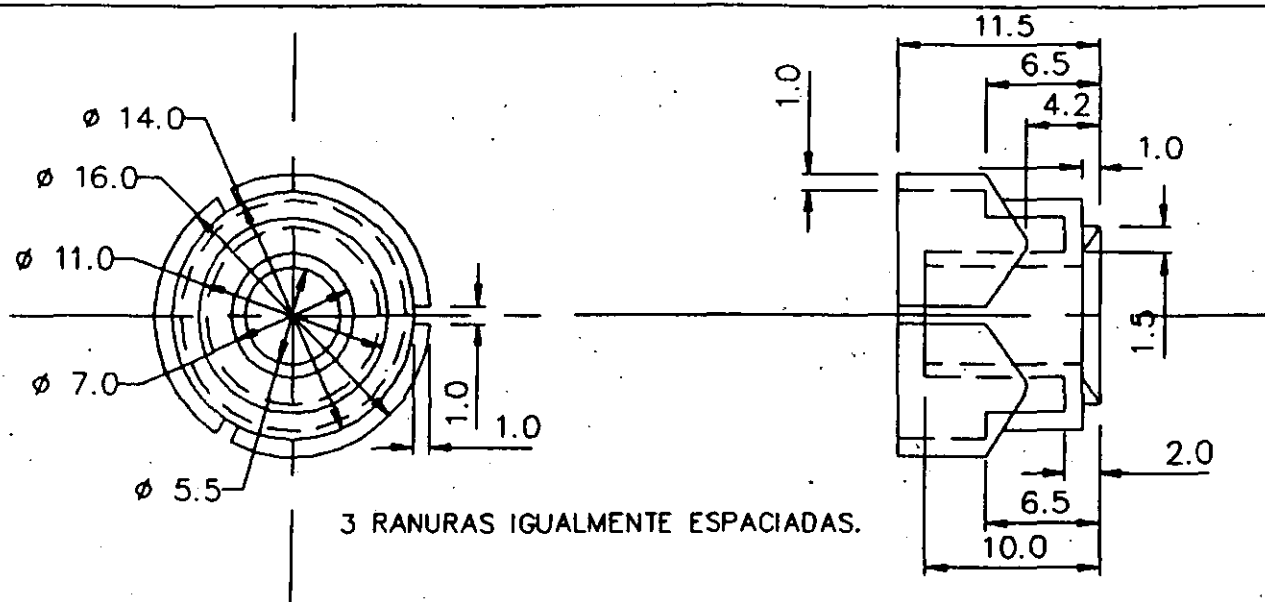


REV	CHANGE	LOC BY	DATE	E.C.N.	CKD
METRIC (TOLERANCE UNLESS SPECIFIED)			SCALE 1:1		
BY C.T.M.	DATE OCT. 1991	APRVD G.A.S.			
GRAPHICS LAT/CODE /	ACOT.: mm.	USAGE			
	SCALE 1:1	FINISH SPEC.			
MATERIAL PLASTICO INYECTADO		SPEC.			
PART APLICADOR					
EXP. NO.	SHEET	PRITT LAPIZ ADHESIVO.			
3	3 OF 5				
DRAWING NO		MARCA: HENKEL MEXICANA S.A. HECHO EN MEXICO. PAT. 111969			
3					

THE INFORMATION BELOW IS FOR THE PURPOSE OF DISTRIBUTION AND IS SUBJECT TO REVISION WITHOUT NOTIFICATION

DISTRIBUTION CODE		REVISION		DATE:	
		G.A.S.		OCT. 1991	
SPECIAL DISTRIBUTION		REVIEWED:	DATE:	APRVD.:	DATE:
		REVIEWED	DATE	APRVD	DATE
TOTAL PRINTS 5		ORIGINAL MODEL			
PART No. 2		PRITT LAPIZ ADHESIVO.			
APPROVED					

= CONTROL CHARACTERISTIC

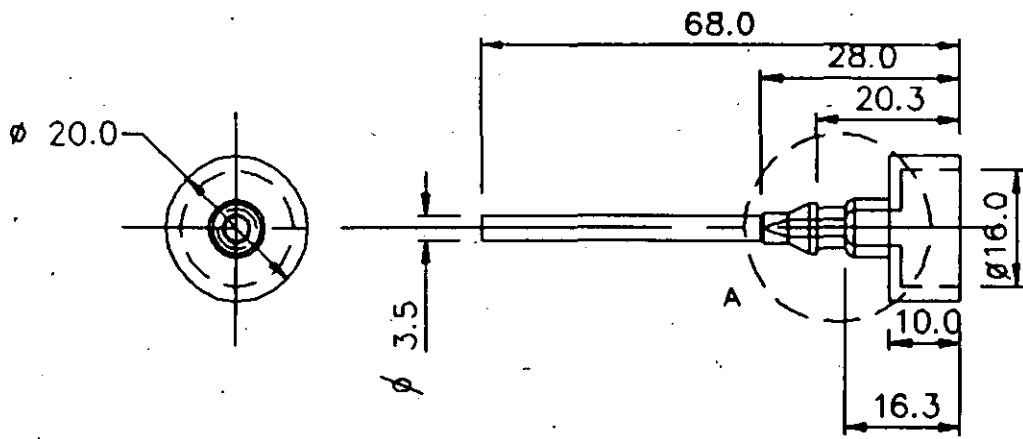


3 RANURAS IGUALMENTE ESPACIADAS.

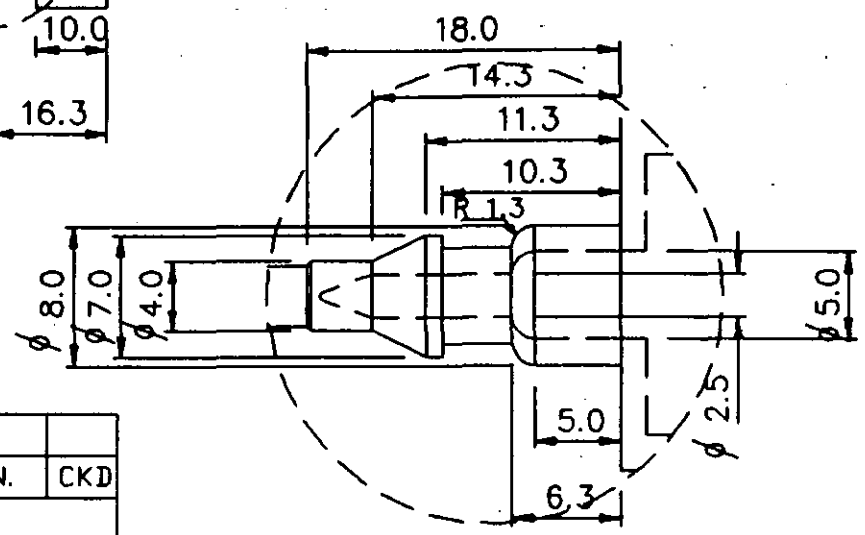
				OCT. 1991		
REV	CHANGE	LDC	BY	DATE	E.C.N.	CKD
METRIC (TOLERANCE UNLESS SPECIFIED)				SCALE 2.5:1		
BY C.T.M.		DATE OCT. 1991		APRVD G.A.S.		
GRAPHICS LAY/CODE /	ACOT.: mm.	USAGE				
	SCALE 2.5:1	FINISH SPEC.				
MATERIAL PLASTICO INYECTADO.			SPEC.			
PART VASO CONTENEDOR.						
EXP. NO.		SHEET 4 DF 5	PRITT LAPIZ ADHESIVO.			
DRAWING NO 4		MARCA: HENKEL MEXICANA S.A. HECHO EN MEXICO PAT.111969				

THE INFORMATION BELOW IS FOR THE PURPOSE OF DISTRIBUTION AND IS SUBJECT TO REVISION WITHOUT NOTIFICATION.

DISTRIBUTION CODE		REVISION G.A.S.		DATE: OCTUBRE 1991	
SPECIAL DISTRIBUTION		REVIEWED:	DATE:	APRVD.:	DATE:
		REVIEWED	DATE	APRVD	DATE
TOTAL PRINTS 5		ORIGINAL MODEL PRITT LAPIZ ADHESIVO.			
PART No. 3		APPROVED			
= CONTROL CHARACTERISTIC					



DETALLE A
ESCALA: 2.5:1



				OCT. 1991		
REV	CHANGE	LDC	BY	DATE	E.C.N.	CKD
METRIC (TOLERANCE UNLESS SPECIFIED)				SCALE 1:1		
BY C.T.M.		DATE OCTUBRE 1991		APRVD G.A.S.		
GRAPHICS LAY/CODE /	ACOT.: mm.	USAGE				
	SCALE 1:1	FINISH SPEC.				
MATERIAL PLASTICO INYECTADO		SPEC.				
PART TORNILLO						
EXP. NO.	SHEET 5 DF 5	PRITT LAPIZ ADHESIVO.				
DRAWING NO 5		MARCA: HENKEL MEXICANA S.A. HECHO EN MEXICO PAT.111969				

THE INFORMATION BELOW IS FOR THE PURPOSE OF DISTRIBUTION AND IS SUBJECT TO REVISION WITHOUT NOTIFICATION

DISTRIBUTION CODE		REVISION		DATE:	
		G.A.S.		OCTUBRE 1991	
SPECIAL DISTRIBUTION		REVIEWED:	DATE:	APRVD.:	DATE:
		REVIEWED	DATE	APRVD	DATE
TOTAL PRINTS 5		ORIGINAL MODEL			
PART No. 4		PRITT LAPIZ ADHESIVO.			
APPROVED					

= CONTROL CHARACTERISTIC

**CARACTERISTICAS DEL PRODUCTO:
PRITT LAPIZ ADHESIVO.**

1) PARTES INDIVIDUALES.

PARTES:	CARACT. A FAVOR.	CARACT. EN CONTRA.
1.- TAPA:	<ul style="list-style-type: none"> • UN SOLO SELLO EN LA TAPA. • LA FABRICACION NO REQUIERE DE UNA GRAN PRECISION YA QUE NO TIENE LOGO TIPO IMPRESOS. 	<ul style="list-style-type: none"> • NO POSEE ESTRIADO LO QUE ORIGINA QUE SE RESDALE CUANDO LA TAPA SE APRIETA. • MATERIAL MUY FLEXIBLE, LO QUE PRODUCE ABOMBAMIENTO AL DESTAPAR ENVASE. • MATERIAL COLOREADO.
2.- APLICADOR.	<ul style="list-style-type: none"> • PLASTICO BASTANTE RIGIDO. • CONTIENE SELLOS EN LA ENTRADA DEL TRONILLO. 	<ul style="list-style-type: none"> • CONTIENE MUCHOS DETALLES QUE REQUIEREN DE PRECISION EN SU INYECCION PARA EVITAR REBABAS E INTERFERENCIA CON OTRAS PIEZAS. • POSIBLE RETRAJAO AL SACAR PIEZA DEL MOLDE DE INYECCION. • REQUIERE 3 GUIAS PARA VASO CONTENEDOR.
3.- VASO CONTENEDOR.	<ul style="list-style-type: none"> • ROSCA INTERIOR MUY SENCILLA. 	<ul style="list-style-type: none"> • DISEÑO COMPLICADO PARA LA FABRICACION DEL MOLDE DE INYECCION. • MATERIAL COLOREADO. • UTILIZA 3 GUIAS PARA MOVIMIENTO DENTRO DE APLICADOR.

4.- TORNILLO	<ul style="list-style-type: none"> • ESTRIADO PARA EVITAR SE RESBALLE AL IMPULSAR EL PRODUCTO. • CUERDA CUADRADA MUY SENCILLA. • TOPE PARA DETENER VASO CONTENEDOR. • TOPE PARA EVITAR DESENSAMBLE CON APLICADOR. 	<ul style="list-style-type: none"> • POSEE SELLOS QUE REQUIEREN GRAN PRECISION EN EL MOMENTO DE SU INYECCION.
5.- PRODUCTO.	<ul style="list-style-type: none"> • PESO DE 8 GRAMOS. • COLOR BLANCO. • NO POSEE OLOR DESAGRADABLE. • DESPUES DE APLICARSE QUEDA UNA APARIENCIA BRILIANTE. 	<ul style="list-style-type: none"> • PRODUCTO MUY PEGAJOSO.

2) CONJUNTOS.

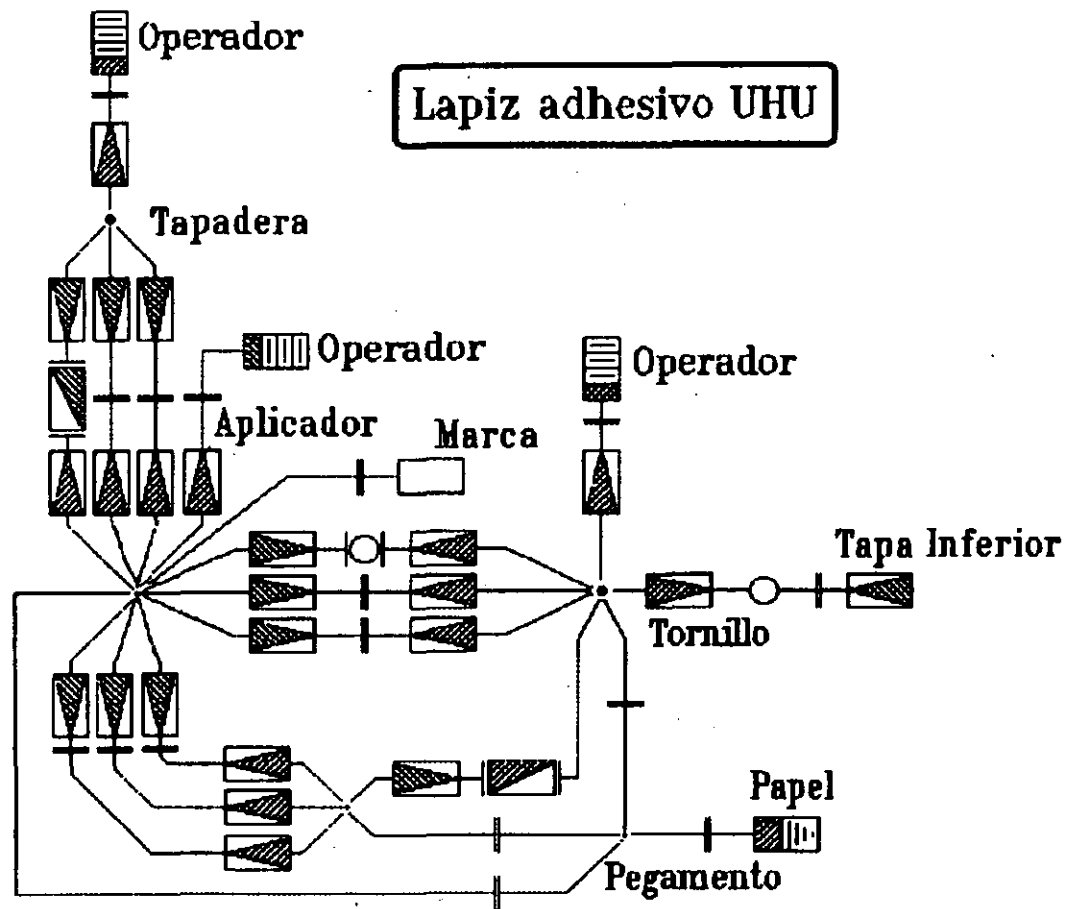
CONJUNTOS.	CARACT. A FAVOR.	CARACT. EN CONTRA.
1.- APLICADOR-TAPA	<ul style="list-style-type: none"> • PRODUCE SONIDO AL TAPAR LO QUE INDICA QUE QUEDO BIEN SELLADO. • POR SU COLOR CONTRASTA CON EL APLICADOR DANDOLE UNA APARIENCIA AGRADABLE. 	<ul style="list-style-type: none"> • SE REQUIERE DE LAS DOS MANOS PARA DESTAPARLO. • SOBRANTE DE PRODUCTO EN EL APLICADOR APRIETA LA TAPA PARA DIFICULTAR SU APERTURA EN LA SIGUIENTE APLICACION. • TAPA MUY RESBALOSA AL NO ESTAR ESTRIADA.
2.- APLICADOR -MARCA.	<ul style="list-style-type: none"> • LOS COLORES CONTRASTAN HACIENDO EL ENVASE LLAMATIVO. • MARCA EN IDIOMA ESPAÑOL. • MARCA SOBRE APLICADOR. 	<ul style="list-style-type: none"> • MARCA EN VARIOS COLORES, LO QUE ENCARECE LA IMPRESION. • LA CALIDAD DE IMPRESION NO ES MUY BUENA.

<p>3.- APLIC.-TORNILLO.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • SE GENERA UN BUEN SELLO EN AMBAS PARTES. • SE ASEGURA QUE EL TORNILLO NO VAYA A SALIRSE DE SU LUGAR POR SU TOPE QUE DIFICULTA SU CAMBIO DE POSICION. • EL COLOR NEGRO DEL TORNILLO CONTRASTA CON LOS COLORES DE LA MARCA EN EL APLICADOR. 	<ul style="list-style-type: none"> • ENSAMBLE RELATIVAMENTE COMPLICADO.
<p>4.- APLIC.- TORNILLO VASO CONTENEDOR.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • RELATIVA SUAVIDAD PARA GIRAR TORNILLO POR LA NO INTERFERENCIA DE LAS PARTES. 	<ul style="list-style-type: none"> • SELLOS EN EL TORNILLO FACILMENTE DESGASTABLES. • REQUIERE 3 GUIAS PARA EL MOVIMIENTO DEL VASO APLICADOR. • MATERIALES EN 2 COLORES.

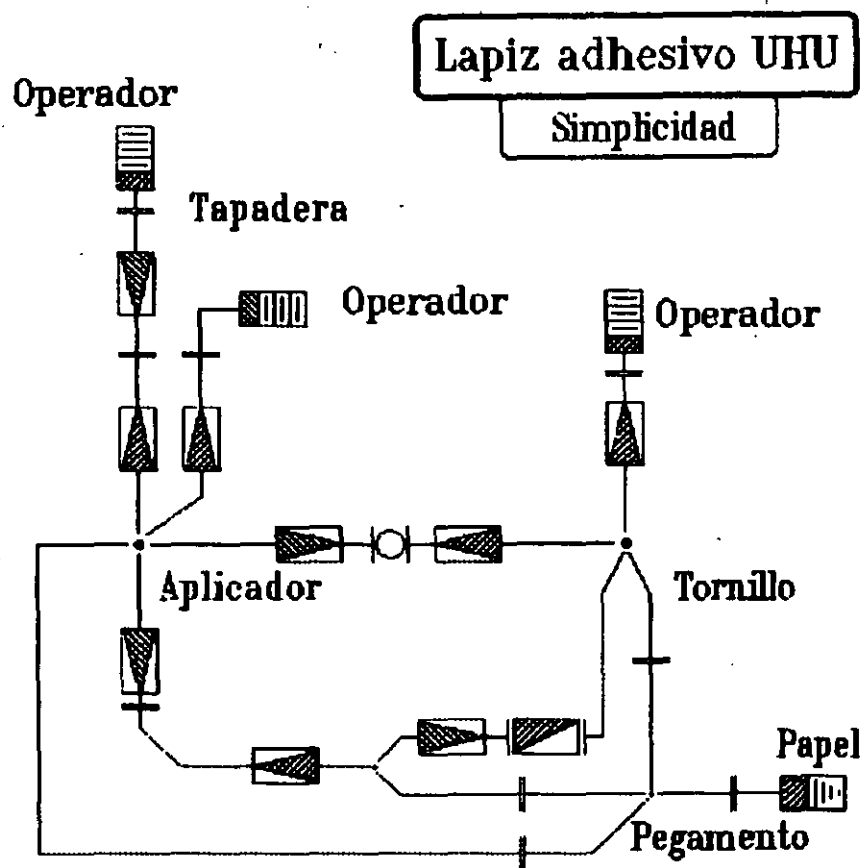
3) PRODUCTOS COMPLETOS.

PRODUCTO COMPLETO.	CARACT. A FAVOR.	CARACT. EN CONTRA.
	<ul style="list-style-type: none"> • APARIENCIA AGRADABLE • REQUIERE 4 MOVIMIENTOS: <ol style="list-style-type: none"> 1) DESTAPAR. 2) GIRAR TORNILLO. 3) APLICAR. 4) TAPAR. • TAMAÑO DEL PRODUCTO ADECUADO PARA LLEVARLO EN CUALQUIER PARTE YA SEA EN ESTUCHE O EN LA BOLSA. • EL ENSAMBLE EXTERNO DE SUS PARTES DA UNA SENSACION DE UNIFORMIDAD. 	<ul style="list-style-type: none"> • SE UTILIZAN 4 MOVIMIENTOS PUDIENDO DISEÑARSE EN 3. • REQUIERE DE UNA GRAN CANTIDAD DE SELLOS. • EL PRODUCTO REQUIERE UNA GRAN PRECISION PARA EVITAR RETRABAJOS. • 3 MATERIALES DIFERENTES PARA SU FABRICACION. • EL SOBRANTE DE PRODUCTO QUE SE DERRAMA AL APLICADOR EN EL MOMENTO DE TAPAR EL ENVASE ORIGINA UNA MALA PRESENTACION Y APRIETA LA TAPA DIFICULTANDO LA SIGUIENTE APLICACION. • HAY QUE BUSCAR EL REFLEJO DEL PRODUCTO PARA CONOCER SU POSICION.

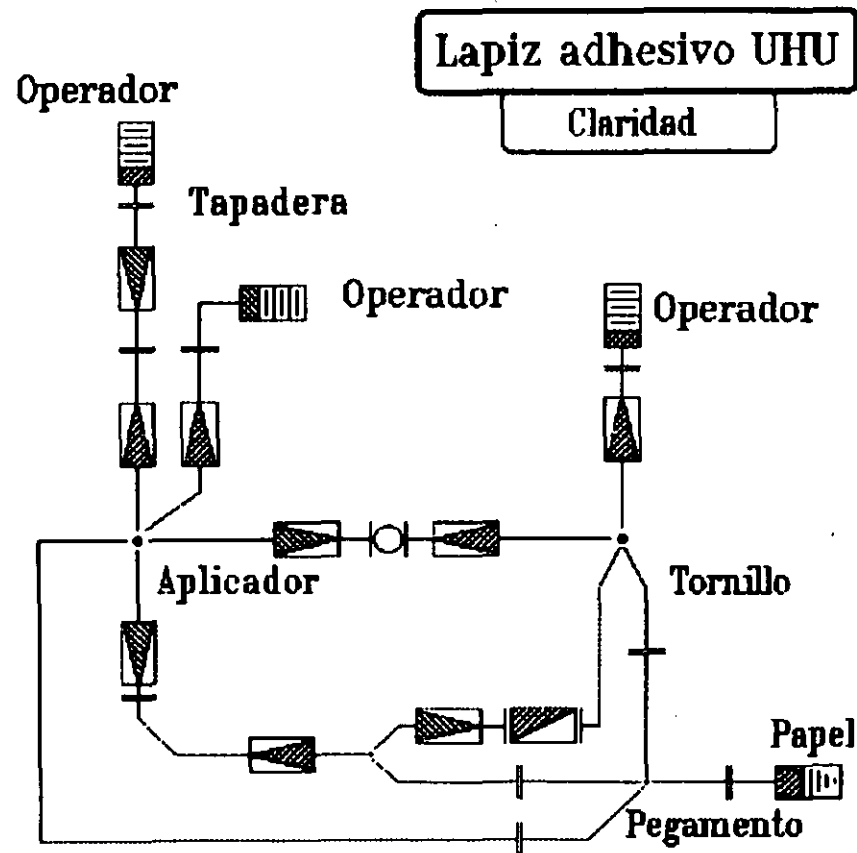
CALIDAD TOTAL Y CONSOLIDACION TECNOLOGICA DEL PRODUCTO EJEMPLOS



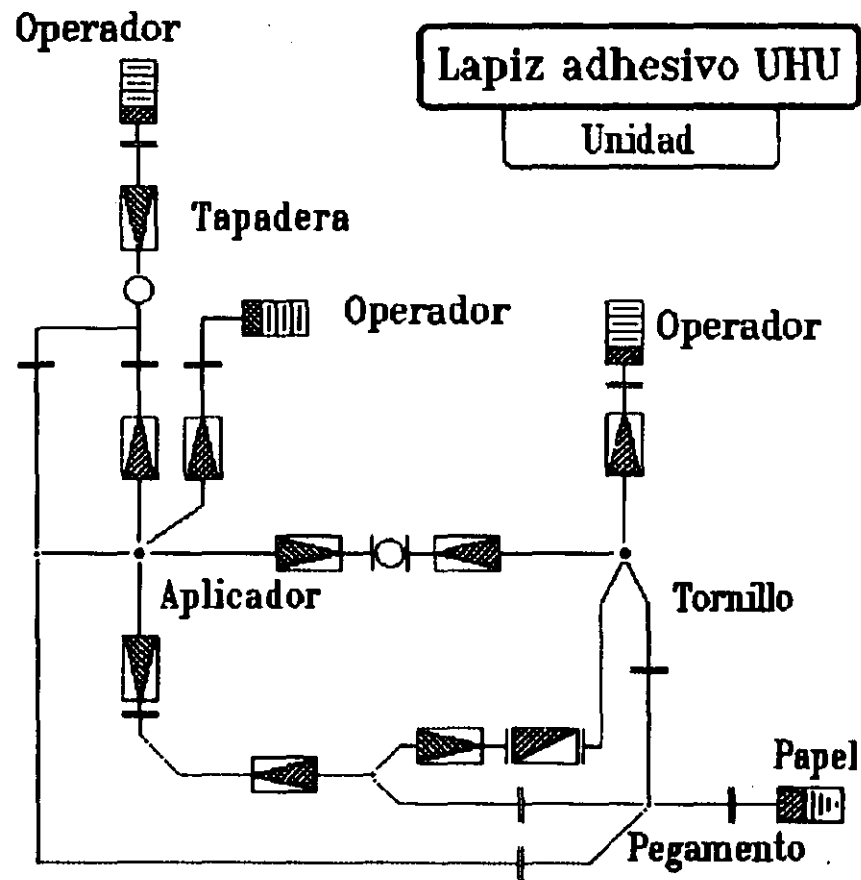
CALIDAD TOTAL Y CONSOLIDACION TECNOLOGICA DEL PRODUCTO *EJEMPLOS*

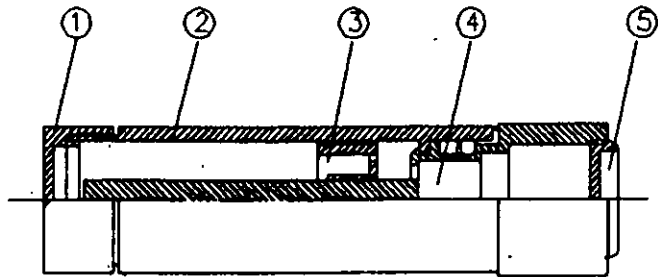


CALIDAD TOTAL Y CONSOLIDACION TECNOLOGICA DEL PRODUCTO *EJEMPLOS*



CALIDAD TOTAL Y CONSOLIDACION TECNOLOGICA DEL PRODUCTO EJEMPLOS

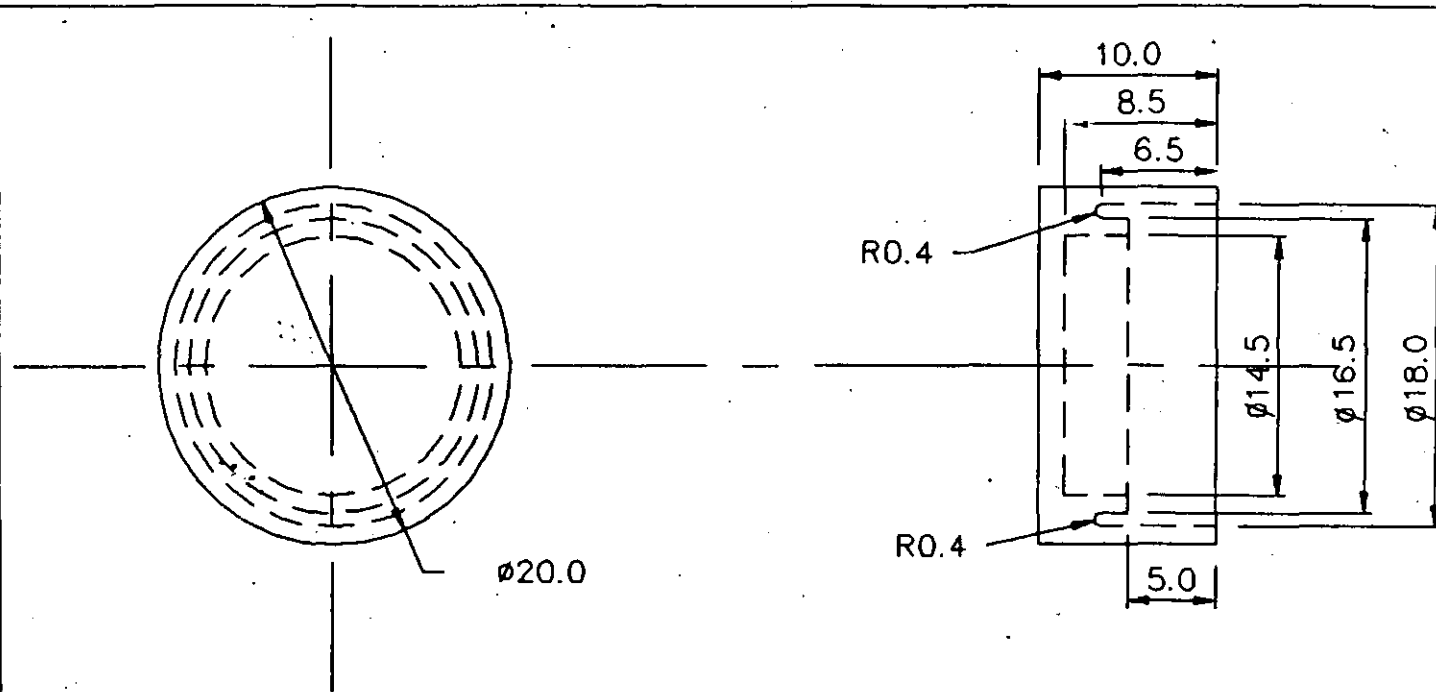




No. PARTE	DESCRIPCION	MATERIAL	COLOR
1	TAPADERA	PLASTICO	BLANCO
2	APLICADOR	PLASTICO	AMARILLO
3	VASO APL.	PLASTICO	TRANSP.
4	TORNILLO	PLASTICO	BLANCO.
5	TAPA INF.	PLASTICO	BLANCO
6	MARCA	PAP. ENG.	TRANS.N.

PAP. ENG.: PAPEL ENGOMADO
 TRANS.N.: TRANSPARENTE
 CON LETRAS
 NEGRAS.

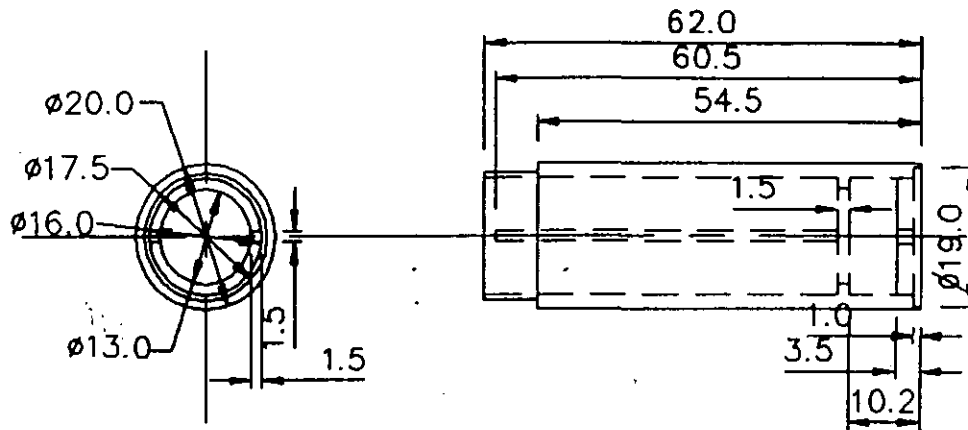
				OCT.1991						
REV	CHANGE			LDC BY	DATE	E.C.N.	CKD			
METRIC (TOLERANCE UNLESS SPECIFIED)					SCALE 1:1					
BY C.T.M.		DATE OCTUBRE 1991		APRVD G.A.S.						
GRAPHICS LAY/CODE /	ACOT.: mm.		USAGE							
	SCALE		FINISH SPEC.							
MATERIAL		PLASTICO INYECTADO.			SPEC.					
PART ENSAMBLE TOTAL.										
EXP. NO.		SHEET 1 OF 6		UHU STIC PEGAMENTO EN BARRA.						
DRAWING NO 1				MARCA: STAEDTLER S.A. HECHO EN ALEMANIA OCCIDENTAL.						
					THE INFORMATION BELOW IS FOR THE PURPOSE OF DISTRIBUTION AND IS SUBJECT TO REVISION WITHOUT NOTIFICATION					
					DISTRIBUTION CODE		REVISION G.A.S.		DATE: OCTUBRE 1991	
					SPECIAL DISTRIBUTION		REVIEWED:	DATE:	APRVD.:	DATE:
							REVIEWED	DATE	APRVD	DATE
					TOTAL PRINTS 6		ORIGINAL MODEL UHU STIC PEGAMENTO EN BARRA.			
					PART No.		DRAWING NO			
					ENSAMBLE					
					▷ = CONTROL CHARACTERISTIC					



REV	CHANGE	LDC	BY	DATE	E.C.N.	CKD
METRIC (TOLERANCE UNLESS SPECIFIED)				SCALE 2.5:1		
BY	C.T.M.	DATE	OCT. 1991	APRVD	G.A.S.	
GRAPHICS LAY/CODE /	ACOT.: mm.	USAGE				
	SCALE 2.5:1	FINISH SPEC.				
MATERIAL		PLASTICO INYECTADO.		SPEC:		
PART TAPADERA.						
EXP. NO.	SHEET	UHU STIC PEGAMENTO EN BARRA.				
	2 OF 6					
DRAWING NO		MARCA: STAEDTLER S.A. HECHO EN ALEMANIA OCCIDENTAL.				
2						

THE INFORMATION BELOW IS FOR THE PURPOSE OF DISTRIBUTION AND IS SUBJECT TO REVISION WITHOUT NOTIFICATION

DISTRIBUTION CODE		REVISION		DATE:	
		G.A.S.		OCTUBRE 1991	
SPECIAL DISTRIBUTION		REVIEWED:	DATE:	APRVD.:	DATE:
		REVIEWED	DATE	APRVD	DATE
ORIGINAL MODEL					
TOTAL PRINTS		UHU STIC PEGAMENTO EN BARRA.			
6					
PART No.		APPROVED			
1					
= CONTROL CHARACTERIS					

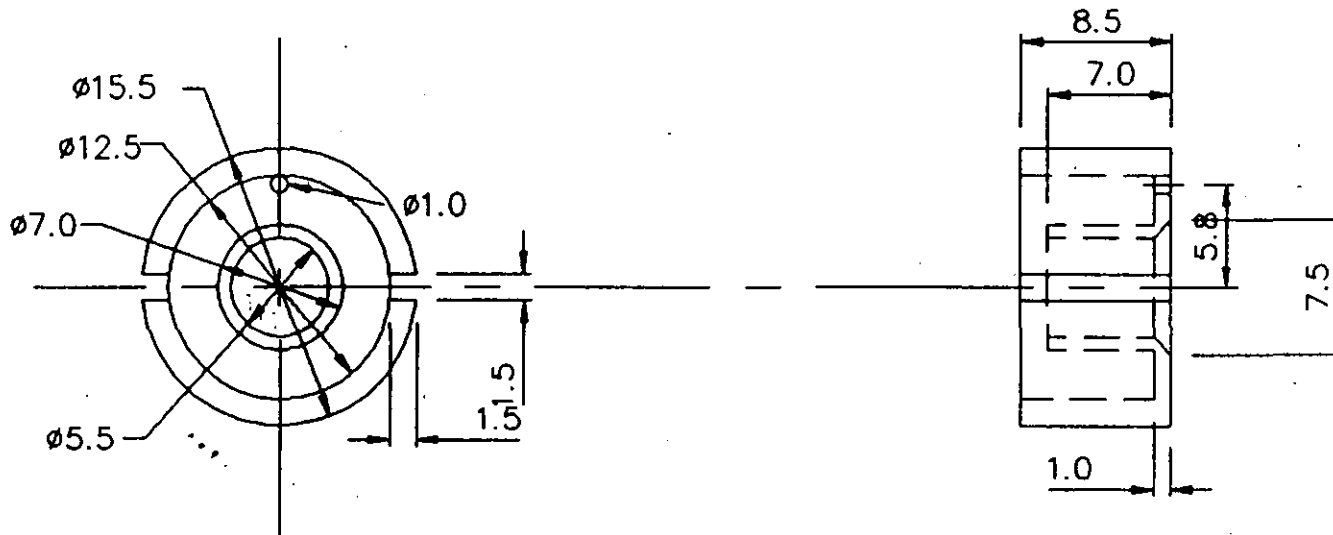


				OCT.1991		
REV	CHANGE	LOC	BY	DATE	E.C.N.	CKD
METRIC (TOLERANCE UNLESS SPECIFIED)				SCALE 1:1		
0 TOL_1	1 TOL_2	2 TOL_3	ANGLES TOL_ANG			
BY C.T.M.		DATE OCT. 1991		APRVD G.A.S.		
GRAPHICS LAY/CODE /	ACOT.: mm.	USAGE				
	SCALE 1:1	FINISH SPEC.				
MATERIAL PLASTICO INYECTADO.			SPEC.			
PART APLICADOR.						
EXP. NO.	SHEET 3 OF 5	UHU STIC PEGAMENTO EN BARRA.				
DRAWING NO 3		MARCA: STAEDTLER S.A. HECHO EN ALEMANIA OCCIDENTAL.				

THE INFORMATION BELOW IS FOR THE PURPOSE OF DISTRIBUTION AND IS SUBJECT TO REVISION WITHOUT NOTIFICATION

DISTRIBUTION CODE		REVISION G.A.S.		DATE: OCTUBRE 1991	
SPECIAL DISTRIBUTION		REVIEWED:	DATE:	APRVD.:	DATE:
		REVIEWED	DATE	APRVD	DATE
TOTAL PRINTS 6		ORIGINAL MODEL			
PART No. 2		UHU STIC PEGAMENTO EN BARRA.			
		APPROVED			

= CONTROL CHARACTERISTIC

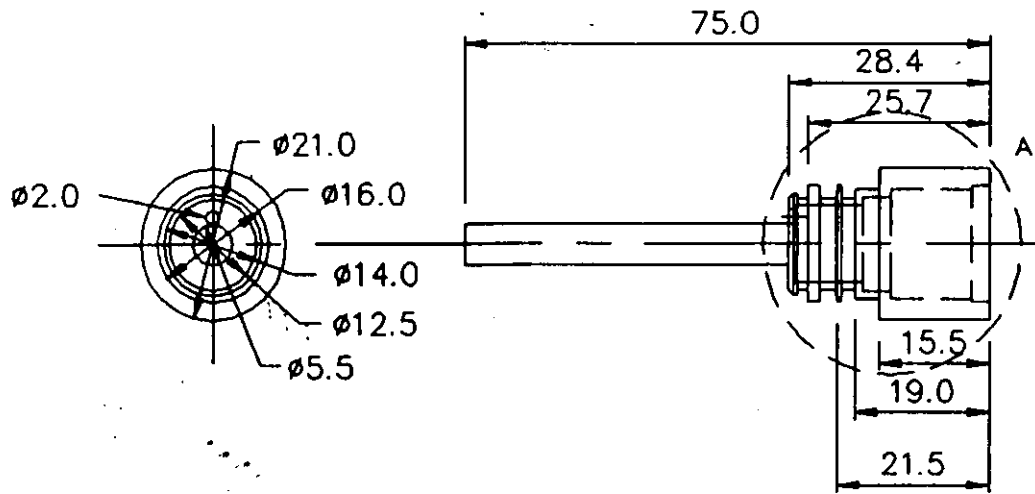


				OCT.1991		
REV	CHANGE	LOC	BY	DATE	E.C.N.	CKD
METRIC (TOLERANCE UNLESS SPECIFIED)				SCALE 2.5:1		
0 TOL_1	1 TOL_2	2 TOL_3	ANGLES TOL_ANG			
BY	C.T.M.	DATE	OCT. 1991	APRVD	G.A.S.	
GRAPHICS LAY/CODE /	ACOT.: mm.	USAGE				
	SCALE 2.5:1	FINISH SPEC.				
MATERIAL PLASTICO INYECTADO.			SPEC.			
PART VASO CONTENEDOR.						
EXP. NO.	SHEET 4 OF 6	UHU STIC PEGAMENTO EN BARRA.				
DRAWING NO 4		MARCA: STAEDTLER S.A. HECHO EN ALEMANIA OCCIDENTAL.				

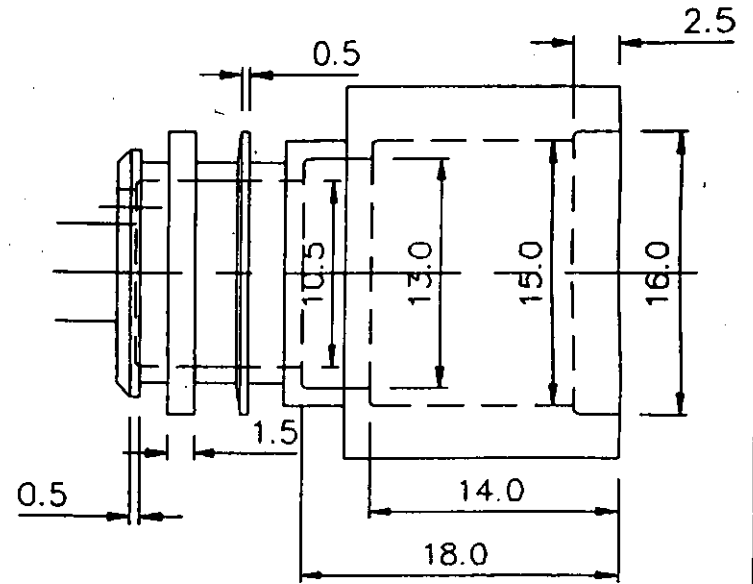
THE INFORMATION BELOW IS FOR THE PURPOSE OF DISTRIBUTION AND IS SUBJECT TO REVISION WITHOUT NOTIFICATION

DISTRIBUTION CODE		REVISION G.A.S.	DATE: OCTUBRE 1991			
SPECIAL DISTRIBUTION		REVIEWED: REVIEWED	DATE: DATE	APRVD.: APRVD	DATE: DATE	
TOTAL PRINTS 6		ORIGINAL MODEL UHU STIC PEGAMENTO EN BARRA.				
PART No. 3		APPROVED				

= CONTROL CHARACTERIST



DETALLE A.
ESCALA: 2.5:1

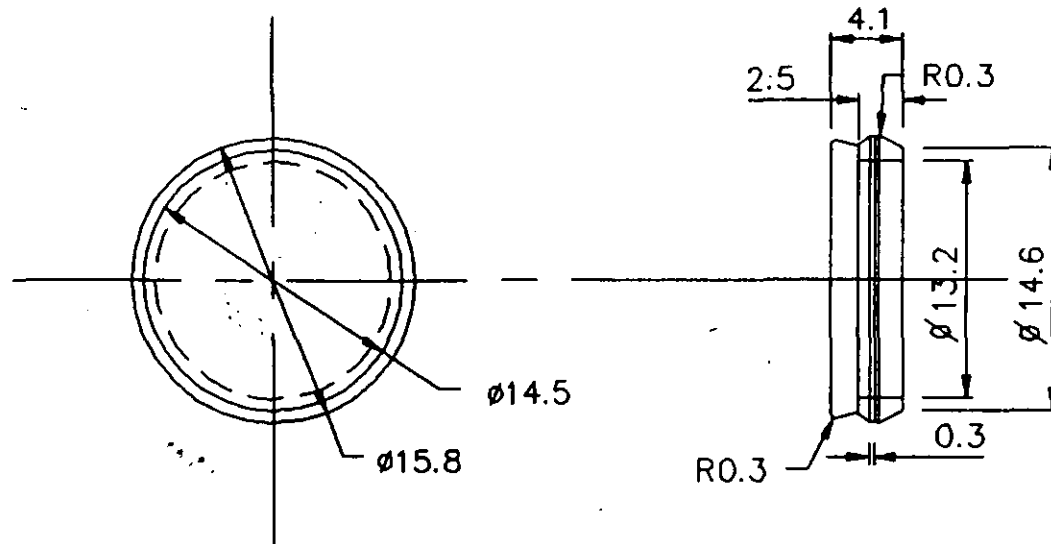


REV	CHANGE	LDC	BY	OCT.1991	DATE	E.C.N.	CKD
METRIC (TOLERANCE UNLESS SPECIFIED)				SCALE 1:1			
BY C.T.M.		DATE OCT. 1991		APRVD G.A.S.			
GRAPHICS LAY/CODE /	ACOT.: mm.	USAGE					
	SCALE 1:1	FINISH SPEC.					
MATERIAL PLASTICO INYECTADO.				SPEC.			
PART TORNILLO.							
EXP. NO.	SHEET 4 OF 6	UHU STIC PEGAMENTO EN BARRA.					
DRAWING NO 4		MARCA: STAEDTLER S.A. HECHO EN ALEMANIA FEDERAL.					

THE INFORMATION BELOW IS FOR THE PURPOSE OF DISTRIBUTION AND IS SUBJECT TO REVISION WITHOUT NOTIFICATION

DISTRIBUTION CODE		REVISION G.A.S.		DATE: OCT. 1991	
SPECIAL DISTRIBUTION		REVIEWED:	DATE:	APRVD.:	DATE:
		REVIEWED	DATE	APRVD	DATE
TOTAL PRINTS 6		ORIGINAL MODEL UHU STIC PEGAMENTO EN BARRA.			
PART No. 4		APRVD			

= CONTROL CHARACTERISTIC



				OCT.1991		
REV	CHANGE	LOC BY	DATE	E.C.N.	CKD	
METRIC (TOLERANCE UNLESS SPECIFIED)				SCALE 2.5:1		
BY C.T.M.		DATE OCTUBRE 1991		APRVD G.A.S.		
GRAPHICS LAY/CODE /	ACOT.: mm.	USAGE				
	SCALE 2.5:1	FINISH SPEC.				
MATERIAL PLASTICO INYECTADO.			SPEC.			
PART TAPA INFERIOR.						
EXP. NO.	SHEET 6 OF 6	UHU STIC PEGAMENTO EN BARRA.				
DRAWING NO 6		MARCA: STAEDTLER S.A. HECHO EN ALEMANIA OCCIDENTAL.				

THE INFORMATION BELOW IS FOR THE PURPOSE OF DISTRIBUTION AND IS SUBJECT TO REVISION WITHOUT NOTIFICATION

DISTRIBUTION CODE		REVISION G.A.S.	DATE: OCTUBRE 1991		
SPECIAL DISTRIBUTION		REVIEWED: REVIEWED	DATE: DATE	APRVD.: APRVD	DATE: DATE
TOTAL PRINTS 6		ORIGINAL MODEL UHU STIC PEGAMENTO EN BARRA.			
PART No. 5		APPROVED			
= CONTROL CHARACTERIS*					

**CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO:
UHU STIC PEGAMENTO EN BARRA**

1) PARTES INDIVIDUALES.

PARTES:	CARACT. A FAVOR.	CARACT. EN CONTRA.
1.- TAPA:	<ul style="list-style-type: none"> • UN SOLO SELLO EN LA TAPA. • TAPA ESTRIADA PARA EVITAR SE RESBALE. • POSEE UNA BUENA PRESENTACION. • LE DA AL PRODUCTO UNA PRESENTACION TIPO NUEVO. 	<ul style="list-style-type: none"> • MATERIAL COLOREADO. • REQUIERE ROSCA.
2.- APLICADOR.	<ul style="list-style-type: none"> • PLASTICO BASTANTE RIGIDO. • CONTIENE SELLOS EN LA ENTRADA DEL TRONILLO. • DISEÑO MUY SIMPLE. 	<ul style="list-style-type: none"> • POSIBLE RETRABAJO AL SACAR PIEZA DEL MOLDE DE INYECCION. • CONTIENE 3 GUIAS PARA EL MOVIMIENTO DEL VASO APLICADOR. • MATERIAL COLOREADO.
3.- VASO CONTENEDOR.	<ul style="list-style-type: none"> • ROSCA INTERNA SENCILLA. • MATERIAL TRANSPARENTE. • DISEÑO MUY SENCILLO QUE FACILITA LA FABRICACION DEL MOLDE DE INYECCION. 	<ul style="list-style-type: none"> • REQUIERE DE 3 GUIAS PARA MOV. DENTRO DE APLICADOR.
4.- TORNILLO	<ul style="list-style-type: none"> • ESTRIADO PARA EVITAR SE RESBALE AL IMPULSAR EL PRODUCTO. • CUERDA CUADRADA MUY SENCILLA. • TOPE PARA DETENER VASO CONTENEDOR. • TOPE PARA EVITAR DESENSAMBLE CON APLICADOR. 	<ul style="list-style-type: none"> • POSEE SELLOS QUE REQUIEREN GRAN PRECISION EN EL MOMENTO DE SU INYECCION. • POSEE UN AGUJERO QUE DEBE SER TAPADO PARA EVITAR QUE EL PRODUCTO SE SEQUE.

5.- PRODUCTO.	<ul style="list-style-type: none"> • PESO DE 8 GRAMOS. • NO POSEE OLOR DESAGRADABLE. • COLOR BLANCO. 	
6. TAPA INFERIOR.	<ul style="list-style-type: none"> • FABRICACION SENCILLA. 	<ul style="list-style-type: none"> • NO DEBERIA SER FABRICADA. • MATERIAL COLOREADO. • SE PIERDE AL ENSAMBLARSE CON EL TORNILLO PARECIENDO UNA SOLA PIEZA.

2) CONJUNTOS.

CONJUNTOS.	CARACT. A FAVOR.	CARACT. EN CONTRA.
1.- APLICADOR-TAPA	<ul style="list-style-type: none"> • EL COLOR DE LA TAPA CONTRASTA CON EL COLOR DE LA MARCA Y EL APLICADOR. • TAPA ATORNILLABLE. 	<ul style="list-style-type: none"> • SE REQUIERE DE LAS DOS MANOS PARA DESTAPARLO. • SOBRANTE DE PRODUCTO EN EL APLICADOR APRIETA LA TAPA PARA DIFICULTAR SU APERTURA EN LA SIGUIENTE APLICACION.
2.- APLICADOR-CALCOMANIA	<ul style="list-style-type: none"> • MARCA EN IDIOMA ESPAÑOL. • CALCOMANIA DE MATERIAL TRANSPARENTE. • BUENA CALIDAD DE IMPRESION. • CALCOMANIA EN 2 SOLO COLORES. 	<ul style="list-style-type: none"> • SE PUEDE GENERAR UNA GRAN CANTIDAD DE RECHAZOS SI LA CALCOMANIA NO SE COLOCA ADECUADAMENTE.

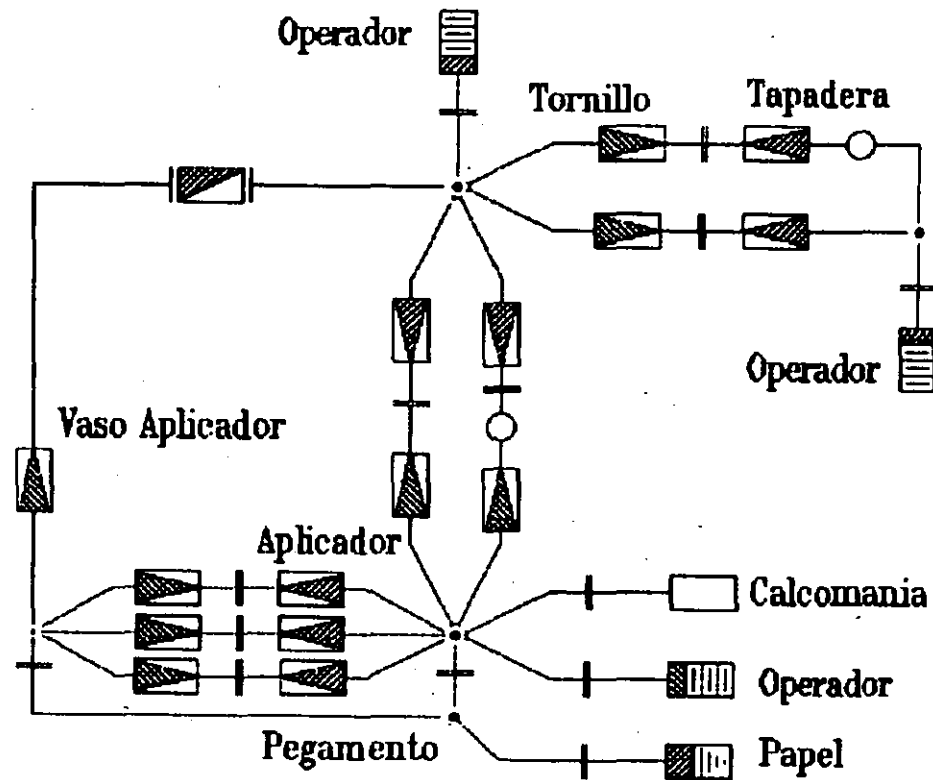
<p>3.- APLIC.-TORNILLO.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • SE GENERA UN BUEN SELLO EN AMBAS PARTES. • SE ASEGURA QUE EL TORNILLO NO VAYA A SALIRSE DE SU LUGAR POR SU TOPE QUE DIFICULTA SU CAMBIO DE POSICION. • ENSAMBLE MUY SENCILLO. • EL COLOR DEL TORNILLO CONTRASTA CON EL APLICADOR. 	
<p>4.- APLIC.- TORNILLO -VASO CONTENEDOR.- TAPA INFERIOR.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • RELATIVA SUAVIDAD PARA GIRAR TORNILLO POR LA NO INTERFERENCIA DE LAS PARTES. 	<ul style="list-style-type: none"> • SELLOS EN EL TORNILLO FACILMENTE DESGASTABLES. • REQUIERE 3 GUIAS PARA EL MOVIMIENTO DEL VASO APLICADOR • 2 MATERIALES DIFERENTES. • LA TAPA INFERIOR SOLAMENTE CIERRA UNA ENTRADA DE AIRE QUE PUDIERA SECAR PRODUCTO.

3) PRODUCTOS COMPLETOS.

PRODUCTO COMPLETO.	CARACT. A FAVOR.	CARACT. EN CONTRA.
	<ul style="list-style-type: none"> • REQUIERE 4 MOVIMIENTOS: <li style="padding-left: 20px;">1) DESTAPAR. <li style="padding-left: 20px;">2) GIRAR TORNILLO. <li style="padding-left: 20px;">3) APLICAR. <li style="padding-left: 20px;">4) TAPAR. • TAMAÑO DEL PRODUCTO ADECUADO PARA LLEVARLO EN CUALQUIER PARTE YA SEA EN ESTUCHE O EN LA BOLSA. • EL ENSAMBLE EXTERNO DE SUS PARTES DA UNA SENSACION DE UNIFORMIDAD. • EL ENVASE ES AGRADABLE A LA VISTA Y A LA VEZ LLAMATIVO. • ES SENCILLO DE FABRICAR. 	<ul style="list-style-type: none"> • SE UTILIZAN 4 MOVIMIENTOS PUDIENDO DISEÑARSE EN 3. • REQUIERE DE UNA GRAN CANTIDAD DE SELLOS. • EL PRODUCTO REQUIERE UNA GRAN PRECISION PARA EVITAR RETRABAJOS. • EL SOBRENTE DE PRODUCTO QUE SE DERRAMA AL APLICADOR EN EL MOMENTO DE TAPAR EL ENVASE ORIGINA UNA MALA PRESENTACION Y APRIETA LA TAPA DIFICULTANDO LA SIGUIENTE APLICACION. • PRODUCTO CARO DENTRO DEL MERACDO NACIONAL. • ES EL ENVASE CON LA MAYOS CANTIDAD DE PIEZAS.

CALIDAD TOTAL Y CONSOLIDACION TECNOLOGICA DEL PRODUCTO *EJEMPLOS*

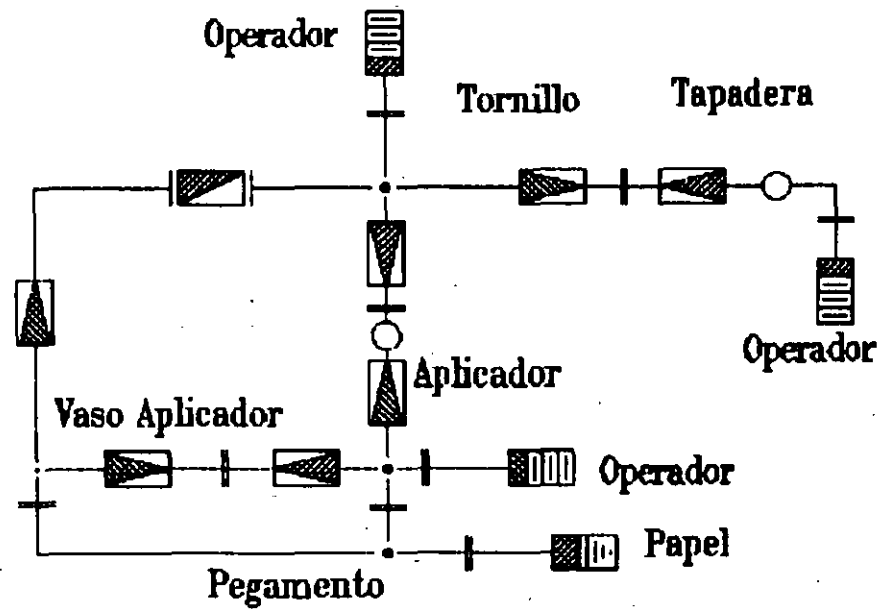
Lapiz adhesivo Resistol



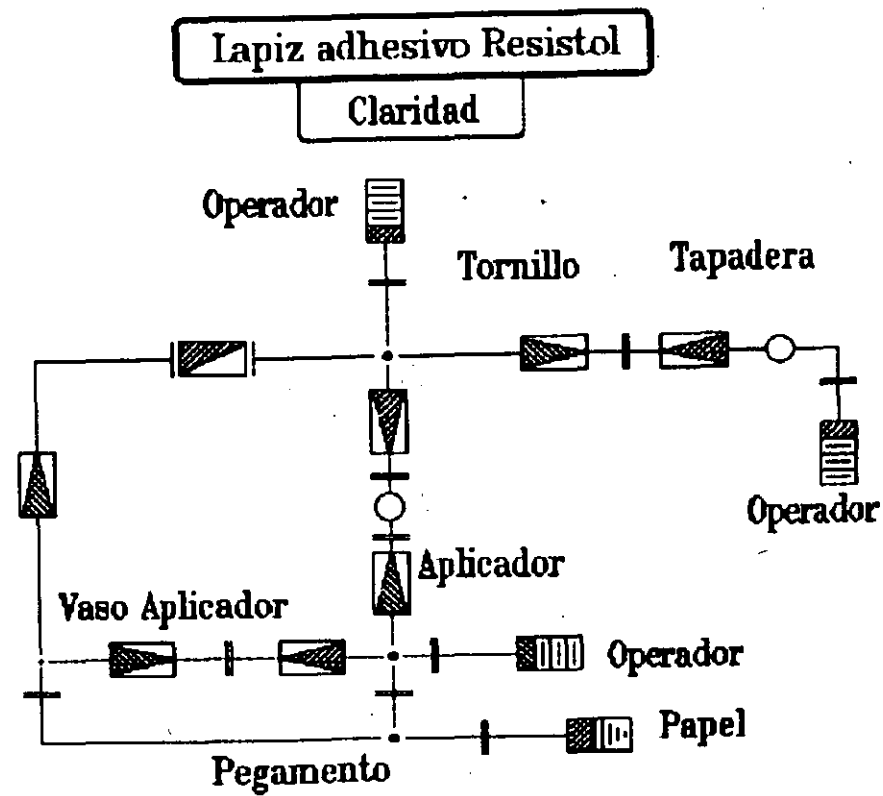
CALIDAD TOTAL Y CONSOLIDACION TECNOLOGICA DEL PRODUCTO *EJEMPLOS*

Lapiz adhesivo Resistol

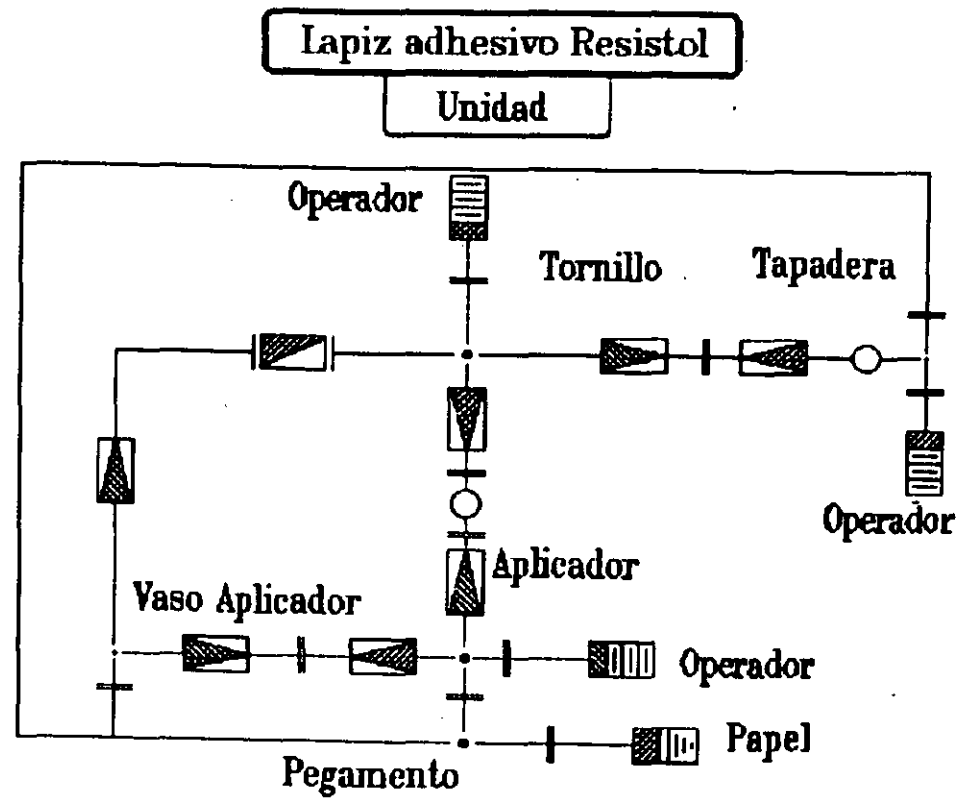
Simplicidad



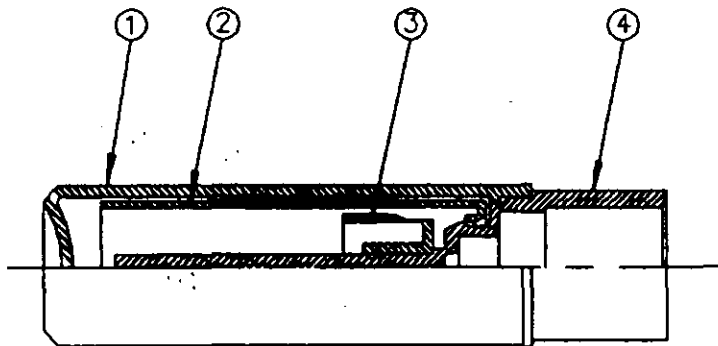
CALIDAD TOTAL Y CONSOLIDACION TECNOLOGICA DEL PRODUCTO *EJEMPLOS*



CALIDAD TOTAL Y CONSOLIDACION TECNOLOGICA DEL PRODUCTO *EJEMPLOS*



30.

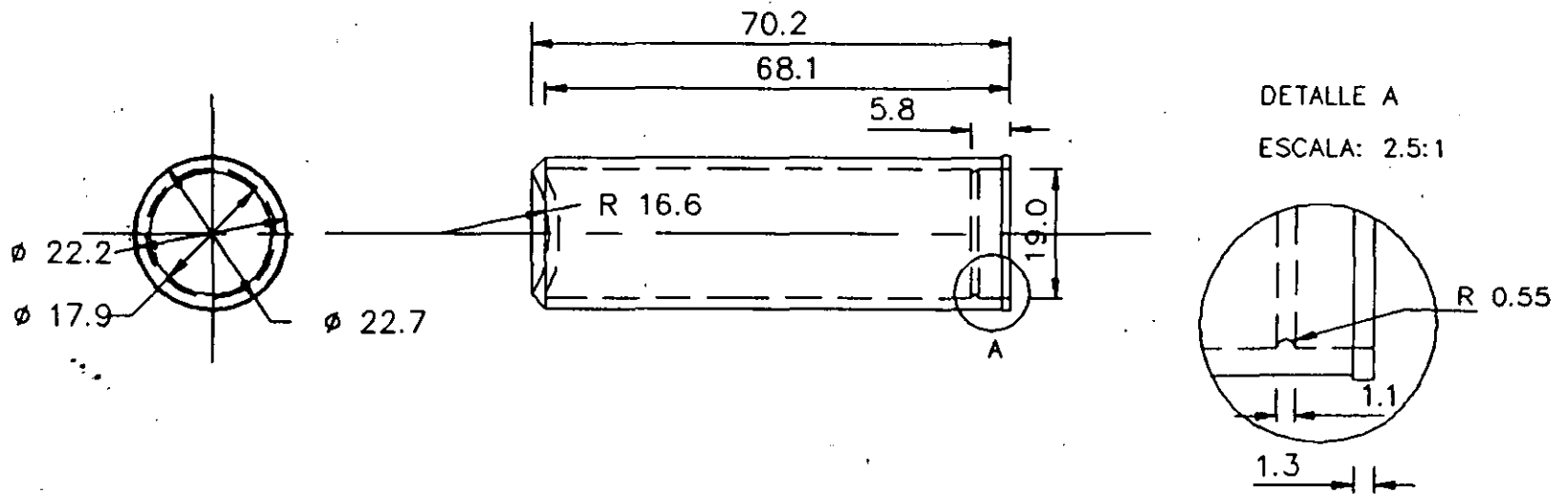


No. PARTE	DESCRIPCION	MATERIAL	COLOR
1	TAPADERA	PLASTICO	BLANCO
2	APLICADOR	PLASTICO	AZUL
3	VASO CONT.	PLASTICO	BLANCO
4	TORNILLO	PLASTICO	AZUL
5	CALCOMANIA	PAPEL	B.A.R.

				OCT.1991		
REV	CHANGE	LOC	BY	DATE	E.C.N.	CKD
METRIC (TOLERANCE UNLESS SPECIFIED)				SCALE 1:1		
BY C.T.M.		DATE OCT.1991		APRVD G.A.S.		
GRAPHICS LAY/CODE /	ACOT.: mm.	USAGE				
	SCALE 1:1	FINISH SPEC.				
MATERIAL PLASTICO INYECTADO			SPEC.			
PART ENSAMBLE TOTAL						
EXP. NO.	SHEET 1 OF 5	LAPIZ ADHESIVO RESISTOL.				
DRAWING NO 1		INDUSTRIAS RESISTOL S.A. HECHO EN MEXICO PAT: 111969				

THE INFORMATION BELOW IS FOR THE PURPOSE OF DISTRIBUTION AND IS SUBJECT TO REVISION WITHOUT NOTIFICATION

DISTRIBUTION CODE		REVISION	DATE:		
		G.A.S.	OCT.1991		
SPECIAL DISTRIBUTION		REVIEWED:	DATE:	APRVD.:	DATE:
		REVIEWED	DATE	APRVD	DATE
		ORIGINAL MODEL			
TOTAL PRINTS 5		LAPIZ ADHESIVO RESISTOL			
PART No.		D E S I G N O			
ENSAMBLE					
= CONTROL CHARACTERISTIC					



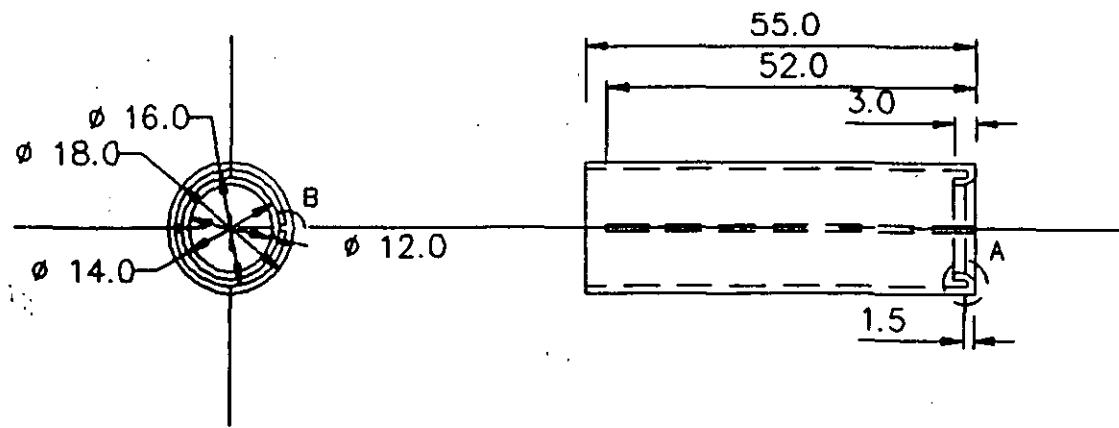
				OCT.1991		
REV	CHANGE	LOC BY	DATE	E.C.N.	CKD	
METRIC (TOLERANCE UNLESS SPECIFIED)				SCALE 1:1		
BY CTM	DATE OCT. 1991	APRVD G.A.S.				
GRAPHICS LAT/CODE /	ACOT.: mm.	USAGE				
	SCALE 1:1	FINISH SPEC.				
MATERIAL PLASTICO INYECTADO.		SPEC.				
PART TAPADERA						
EXP. NO.	SHEET 2 OF 5	RESISTOL LAPIZ ADHESIVO.				
DRAWING NO 2		INDUSTRIAS RESISTOL HECHO EN MEXICO. PAT. 111969				

THE INFORMATION BELOW IS FOR THE PURPOSE OF DISTRIBUTION AND IS SUBJECT TO REVISION WITHOUT NOTIFICATION

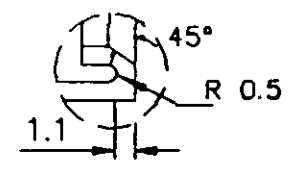
DISTRIBUTION CODE		REVISION		DATE:	
		G. A. S.		OCTUBRE 1991	
SPECIAL DISTRIBUTION		REVIEWED:	DATE:	APRVD.:	DATE:
		REVIEWED	DATE	APRVD	DATE
TOTAL PRINTS 5		ORIGINAL MODEL			
PART No. 1		LAPIZ ADHESIVO RESISTOL.			
APPROVED					

= CONTROL CHARACTERIST

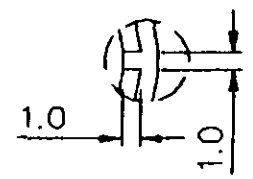
32.



DETALLE A
ESCALA: 2.5:1



DETALLE B
ESCALA: 2.5:1

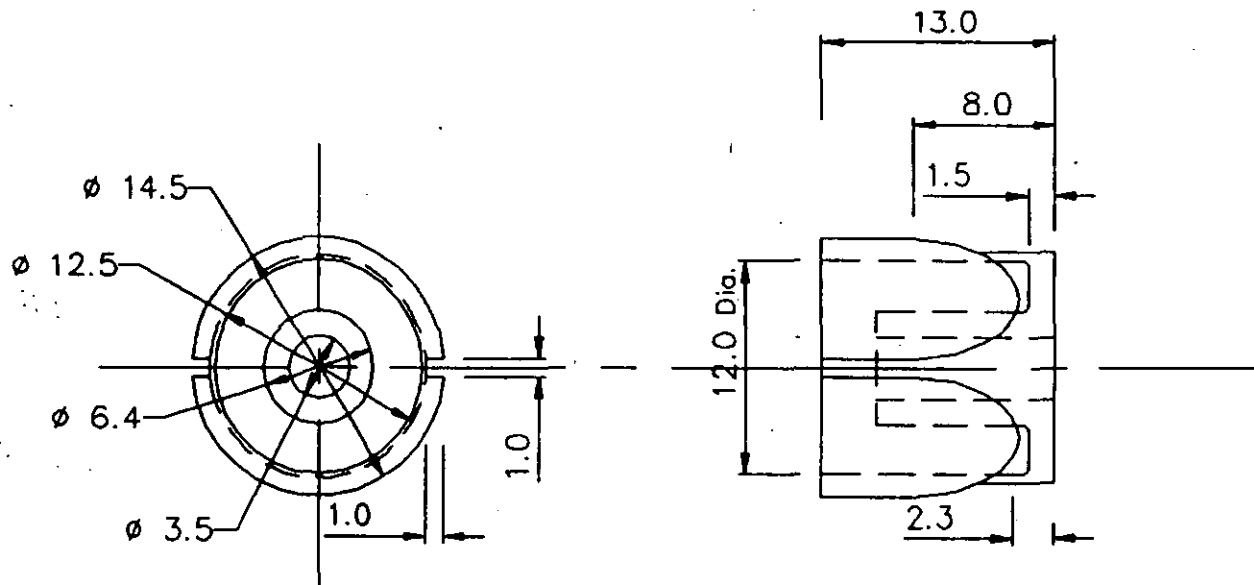


				OCT.1991		
REV	CHANGE	LDC	BY	DATE	E.C.N.	CKD
METRIC (TOLERANCE UNLESS SPECIFIED)				SCALE 1:1		
BY	C.T.M.	DATE	OCT. 1991	APRVD	G.A.S.	
GRAPHICS LAY/CODE	ACOT.: mm.	USAGE				
	SCALE 1:1	FINISH SPEC.				
MATERIAL		PLASTICO INYECTADO	SPEC.			
PART APLICADOR						
EXP. NO.	SHEET	LAPIZ ADHESIVO RESISTOL				
	3 OF 5					
DRAWING NO		INDUSTRIAS RESISTOL S.A. HECHO EN MEXICO. PAT. 111969				
No.3						

THE INFORMATION BELOW IS FOR THE PURPOSE OF DISTRIBUTION AND IS SUBJECT TO REVISION WITHOUT NOTIFICATION

DISTRIBUTION CODE		REVISION		DATE:	
		G.A.S.		OCT. 1991	
SPECIAL DISTRIBUTION		REVIEWED:	DATE:	APRVD.:	DATE:
		REVIEWED	DATE	APRVD	DATE
TOTAL PRINTS		ORIGINAL MODEL			
5		LAPIZ ADHESIVO RESISTOL			
PART No.		APRVD			
2					

= CONTROL CHARACTERISTIC

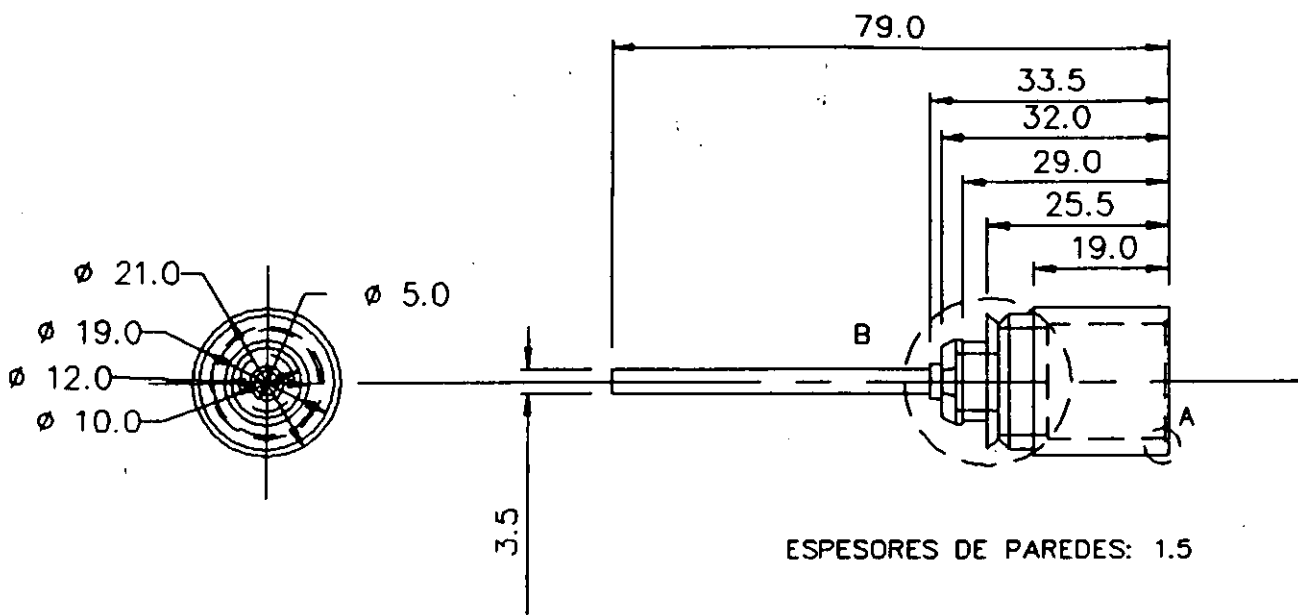


				OCT.1991		
REV	CHANGE	LOC	BY	DATE	E.C.N.	CKD
METRIC (TOLERANCE UNLESS SPECIFIED)				SCALE 2.5:1		
BY	C.T.M.	DATE	OCT.1991	APRVD	G.A.S.	
GRAPHICS LAY/CODE /	ACOT.: mm.	USAGE				
	SCALE 2.5:1	FINISH SPEC.				
MATERIAL		PLASTICO INYECTADO	SPEC.			
PART VASO CONTENEDOR						
EXP. NO.	SHEET	LAPIZ ADHESIVO RESISTOL				
	4 OF 5					
DRAWING NO		INDUSTRIAS RESISTOL S.A. HECHO EN MEXICO PAT: 111969				
4						

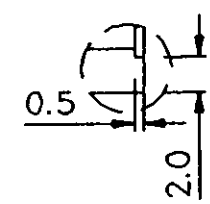
THE INFORMATION BELOW IS FOR THE PURPOSE OF DISTRIBUTION AND IS SUBJECT TO REVISION WITHOUT NOTIFICATION

DISTRIBUTION CODE		REVISION		DATE:	
		G.A.S.		OCT. 1991	
SPECIAL DISTRIBUTION		REVIEWED:	DATE:	APRVD.:	DATE:
		REVIEWED	DATE	APRVD	DATE
TOTAL PRINTS		ORIGINAL MODEL			
5		LAPIZ ADHESIVO RESISTOL			
PART No.		APRVD			
3					

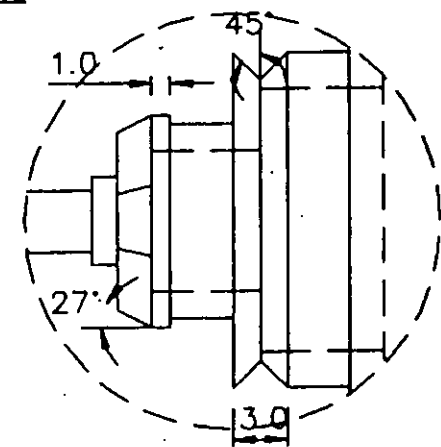
= CONTROL CHARACTERIS



DETALLE A
ESCALA: 2.5:1



DETALLE B
ESCALA: 2.5:1



ESPEORES DE PAREDES: 1.5

REV	CHANGE	LOC BY	DATE	E.C.N.	CKD
METRIC (TOLERANCE UNLESS SPECIFIED)			SCALE 1:1		
BY C.T.M.	DATE OCT.1991	APRVD G.A.S.			
GRAPHICS LAY/CODE /	ACOT.: mm.	USAGE			
	SCALE 1:1	FINISH SPEC.			
MATERIAL PLASTICO INYECTADO			SPEC.		
PART TORNILLO					
EXP. NO.	SHEET 5 OF 5	LAPIZ ADHESIVO RESISTOL			
DRAWING NO 5		INDUSTRIAS RESISTOL S.A HECHO EN MEXICO PAT:111969			

THE INFORMATION BELOW IS FOR THE PURPOSE OF DISTRIBUTION AND IS SUBJECT TO REVISION WITHOUT NOTIFICATION

DISTRIBUTION CODE		REVISION		DATE:	
		G.A.S.		OCT. 1991	
SPECIAL DISTRIBUTION		REVIEWED:	DATE:	APRVD.:	DATE:
		REVIEWED	DATE	APRVD	DATE
TOTAL PRINTS 5		ORIGINAL MODEL			
PART No. 4		LAPIZ ADHESIVO RESISTOL			
APPROVED					

= CONTROL CHARACTERISTIC

**CARACTERISTICAS DEL PRODUCTO:
RESISTOL LAPIZ ADHESIVO.**

1) PARTES INDIVIDUALES.

PARTES:	CARACT. A FAVOR.	CARACT. EN CONTRA.
1.- TAPA:	<ul style="list-style-type: none"> • UN SOLO SELLO EL CUAL ES EL UNICO PARA TODO EL ENVASE. • TAPA CON MAYOR CAPACIDAD DE AGARRE. • MATERIAL RIGIDO. • PRODUCTO DE FACIL FABRICACION. • NO COMPLICADO EN SU DISEÑO. 	<ul style="list-style-type: none"> • MATERIAL MAL COLORADO.
2.- APLICADOR.	<ul style="list-style-type: none"> • DISEÑO MUY SENCILLO. • FACIL DE FABRICAR. • UN SOLO SELLO PARA EL TORNILLO. 	<ul style="list-style-type: none"> • 3 GUIAS PARA VASO CONTENEDOR.
3.- VASO CONTENEDOR.	<ul style="list-style-type: none"> • GRAN SUPERFICIE PARA SOSTENIMIENTO DE PRODUCTO. 	<ul style="list-style-type: none"> • DISEÑO COMPLICADO LO QUE ORIGINA UN MOLDE DIFICIL DE FABRICAR. • COLOR BLANCO, EL MATERIAL HAY QUE COLORARLO. • 3 GUIAS PARA SU MOVIMIENTO DENTRO DEL APLICADOR.

<p>4.- TORNILLO</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ESTRIADO PARA EVITAR QUE SE RESIDALE AL IMPULSAR EL PRODUCTO. • CUERDA CUADRADA MUY SENCILLA. • TOPE PARA DETENER VASO CONTENEDOR. • TOPE PARA EVITAR DESENSAMBLE CON APLICADOR. 	<ul style="list-style-type: none"> • REQUIERE PRECISION EN LA INYECCION PARA EVITAR REBABAS EN LOS FILOS.
<p>5.- PRODUCTO.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • PRODUCTO COLOR BLANCO. • PESO 8 GRAMOS. 	<ul style="list-style-type: none"> • POSEE OLOR DESAGRADABLE. • AL APLICAR EL PRODUCTO HAY QUE BUSCAR EL REFLEJO PARA SABER SU POSICION.
<p>6.- CALCOMANIA.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • HECHA DE PAPEL VULCANIZADO LO QUE HACE QUE SEA RESISTENTE A LA HUMEDAD. • EN COLORES BLANCO AZUL Y ROJO QUE CONTRASTAN CON EL TORNILLO HACIENDOLO AGRADABLE A LA VISTA. • FACILITA LA IMPRESION DE MARCA YA QUE ES MAS FACIL PEGARLA QUE IMPRIMIRLA. 	<ul style="list-style-type: none"> • MAL PEGADA, SE ENCUENTRA DESALINEADA. • PUEDE ORIGINAR UNA GRAN CANTIDAD DE RECHAZO SI LAS MARCAS COMIENZAN A SALIR DESALINEADAS.

2) CONJUNTOS.

CONJUNTOS.	CARACT. A FAVOR.	CARACT. EN CONTRA.
1.- APLICADOR-TAPA	<ul style="list-style-type: none"> * AL TENER DOBLE SELLO EVITA QUE EL PRODUCTO SE SEQUE. * PRODUCE SONIDO AL TAPAR LO QUE INDICA QUE QUEDO BIEN SELLADO. * SOBRANTE DE PRODUCTO EN LA TAPA NO DIFICULTA LA APERTURA EN LA SIGUIENTE APLICACION. 	<ul style="list-style-type: none"> * SE REQUIERE DE LAS DOS MANOS PARA DESTAPARLO.
2.- TAPA - CALCOMANIA.	<ul style="list-style-type: none"> * FACILITA LA OPERACION DE IMPRESION DE MARCA, YA QUE ES MAS FACIL PEGAR LA MARCA QUE IMPRIMIRLA. * LA OPERACION DE IMPRESION DE MARCA EN PAPEL PUEDE SER TRANSFERIDA A TERCEROS. 	<ul style="list-style-type: none"> * PUEDE ORIGINAR UNA GRAN CANTIDAD DE RECHAZO DEBIDO A UNA MALA COLOCACION.
3.- APLIC.-TORNILLO.	<ul style="list-style-type: none"> * SE GENERA UN BUEN SELLO EN AMBAS PARTES. * SE ASEGURA QUE EL TORNILLO NO VAYA A SALIRSE DE SU LUGAR POR SU TOPE QUE DIFICULTA SU CAMBIO DE POSICION. 	
4.- APLIC.- TORNILLO -VASO CONTENEDOR.	<ul style="list-style-type: none"> * RELATIVA SUAVIDAD PARA GIRAR TORNILLO POR LA NO INTERFERENCIA DE LAS PARTES. * ENSAMBLE SENCILLO. 	<ul style="list-style-type: none"> * REQUIERE 3 GUIAS PARA EL MOVIMIENTO DEL VASO CONTENEDOR.

3) PRODUCTOS COMPLETOS.

PRODUCTO COMPLETO.	CARACT. A FAVOR.	CARACT. EN CONTRA.
	<ul style="list-style-type: none"> • APARIENCIA AGRADABLE. • REQUIERE 4 MOVIMIENTOS: <ol style="list-style-type: none"> 1) DESTAPAR. 2) GIRAR TORNILLO. 3) APLICAR. 4) TAPAR. • TAMAÑO DEL PRODUCTO ADECUADO PARA LLEVARLO EN CUALQUIER PARTE YA SEA EN ESTUCHE O EN LA BOLSA. • EL ENSAMBLE EXTERNO DE SUS PARTES DA UNA SENSACION DE UNIFORMIDAD. • PRODUCTO DE COSTO BAJO DENTRO DEL MERCADO NACIONAL. • UTILIZA UNICAMENTE 2 COLORES EN SUS PARTES POR LO QUE EN LA FABRICACION DEL MATERIAL SOLAMENTE SE REQUIEREN 2 PROCESOS. 	<ul style="list-style-type: none"> • SE UTILIZAN 4 MOVIMIENTOS PUDIENDO DISEÑARSE EN 3. • EL ENVASE REQUIERE UNA GRAN PRECISION EN SU FABRICACION PARA EVITAR RETRABAJOS Y UNA APARIENCIA MALA EN EL PRODUCTO FINAL. • MAYOR COSTO DEL ENVASE QUE DEL PRODUCTO. • LAS PARTES BLANCAS NO SON MUY FACTIBLES PARA EL RECICLAMIENTO.



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

CURSOS ABIERTOS

**CALIDAD TOTAL-CONSOLIDACION TECNOLOGICA
DEL PRODUCTO**

Del 3 al 5 de septiembre

DISEÑO PARA ENSAMBLE

ING. ROBERTO PULIDO LLANO

SEPTIEMBRE - 1992

TECNOLOGIA DEL DISEÑO

DISEÑO PARA ENSAMBLE



VITRO ENSERES DOMESTICOS

IMEC, CENTRO DE TECNOLOGIA AVANZADA

ING. ROBERTO PULIDO LLANO
FACULTAD DE INGENIERIA, UNAM
PALACIO DE MINERIA
SEPTIEMBRE, 1992
MEXICO, D.F.

DISEÑO PARA ENSAMBLE

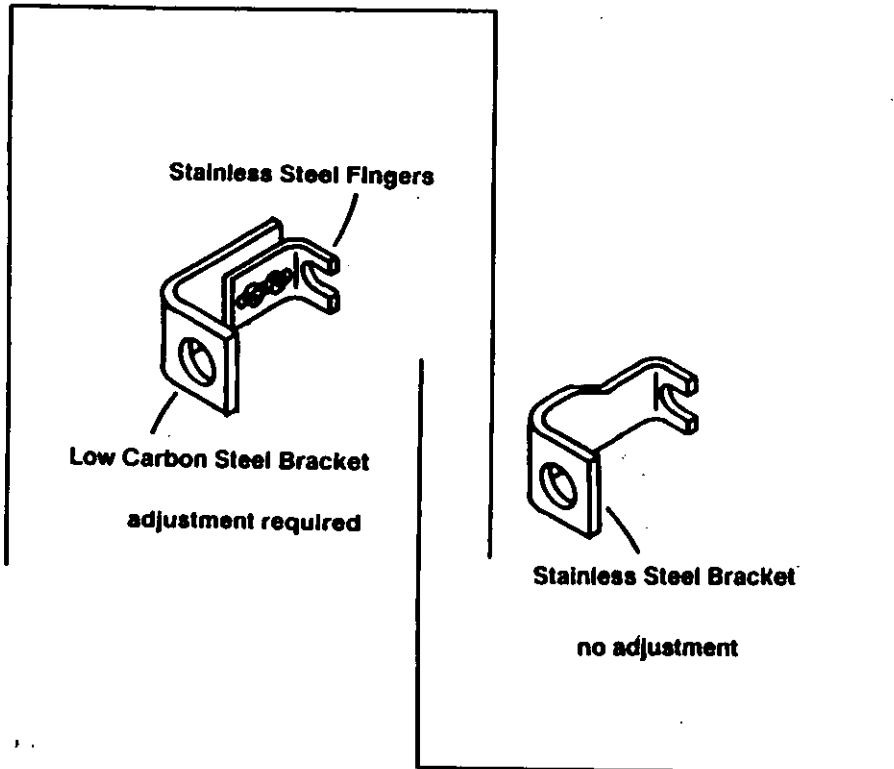
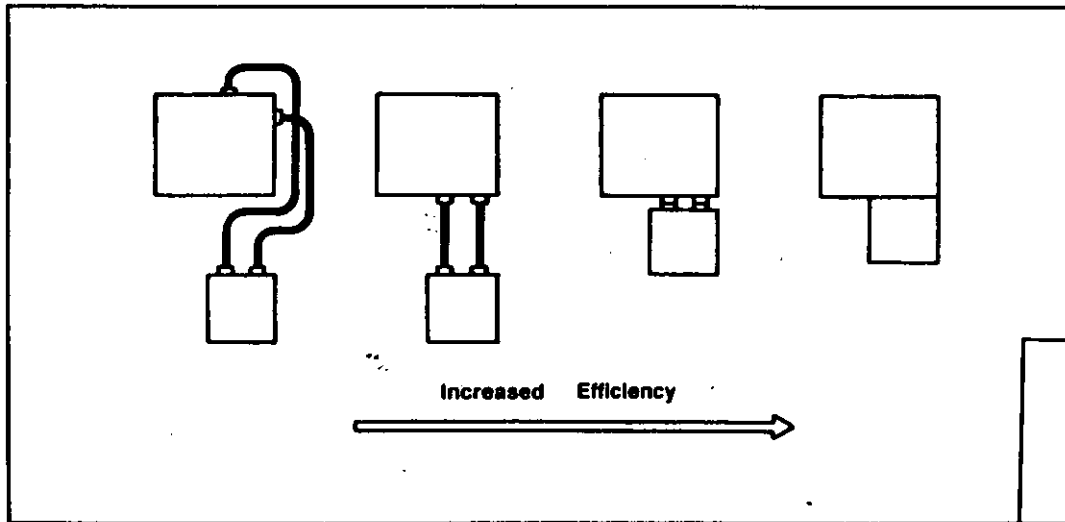


Figure 2.9 Elimination of Adjustment

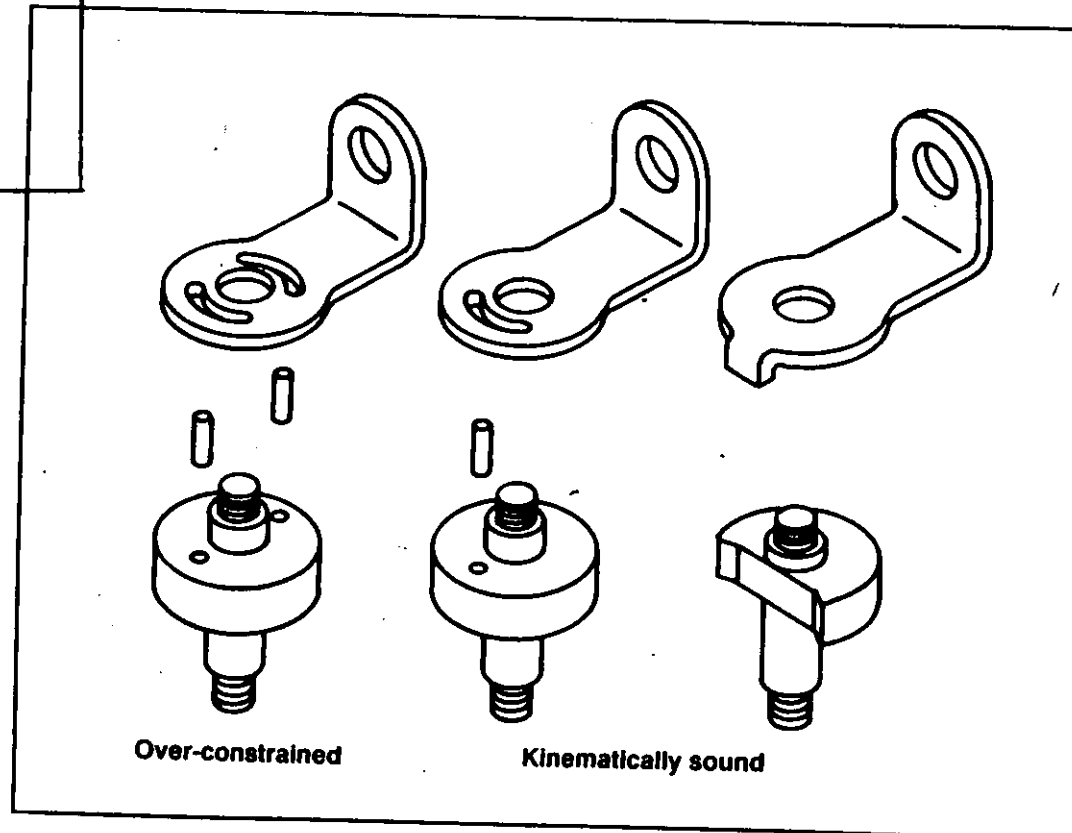
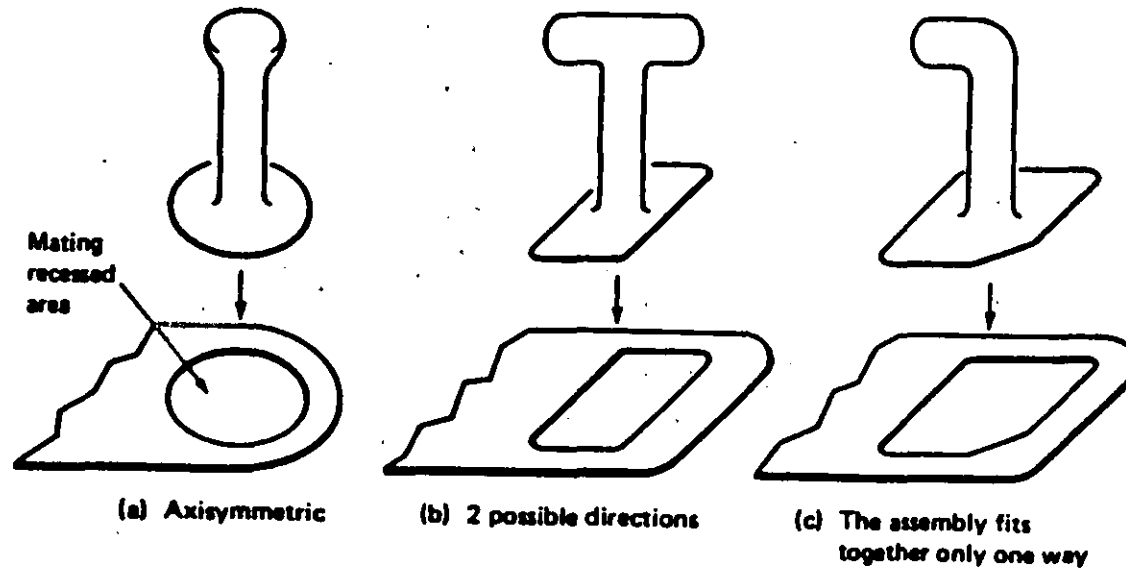


Figure 2.11 Follow Kinematic Design Principles as an aid to Product Simplification

DISEÑO PARA ENSAMBLE

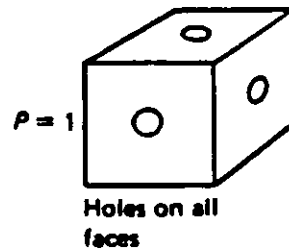
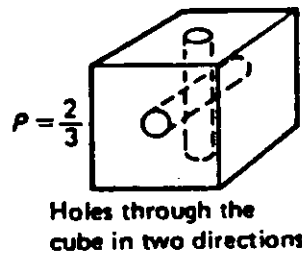
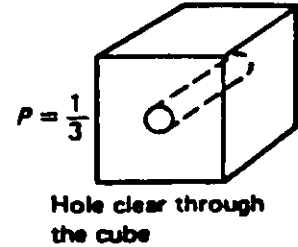
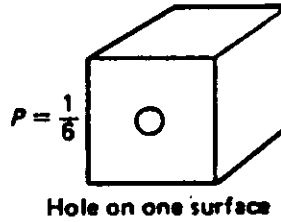
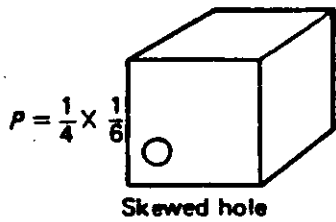
Three Typical Types of Orientation



- (a) is best
- (b) is next
- (c) requires the most attention

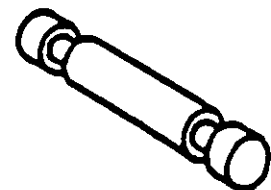
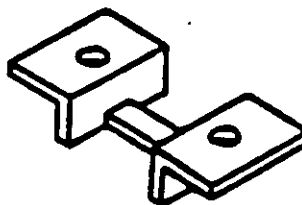
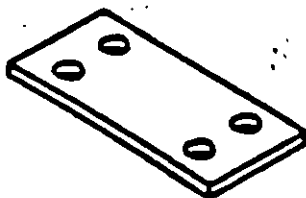
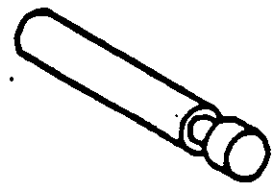
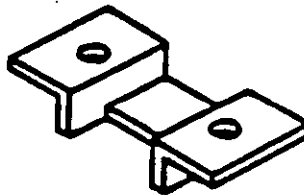
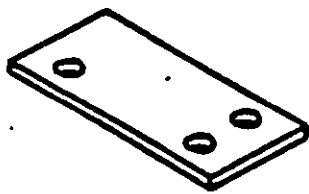
DISEÑO PARA ENSAMBLE

Probability of Proper Orientation From a Random Feeder



Try to Make Parts As Symmetrical As Possible

Re-Designs for Symmetry

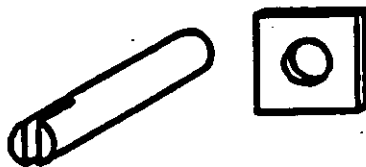


DISEÑO PARA ENSAMBLE

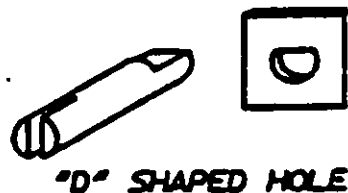
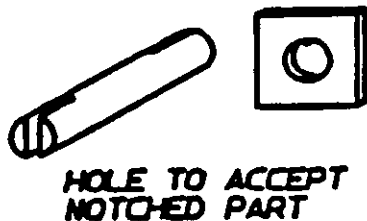
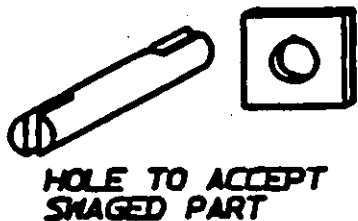
If Polarity Is Important, Then

- Accentuate an asymmetry, or
- Design-in a very obvious asymmetry, or
- Provide a very clear identifying mark

THIS PART COULD BE ORIENTED IN ANY DIRECTION



THESE PARTS CAN BE ORIENTED ONLY ONE WAY



Design-In Symmetry

Before

2 natural orientations



After

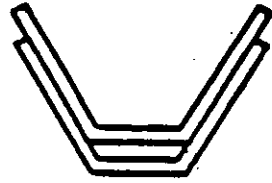
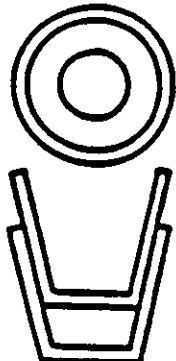
1 orientation required



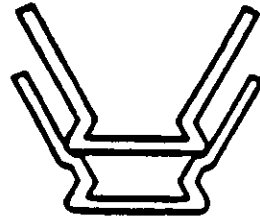
Avoid Nesting

DISEÑO PARA ENSAMBLE

Avoid Tangling

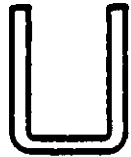


increase angle



odd flames or ribs

"locking" angle



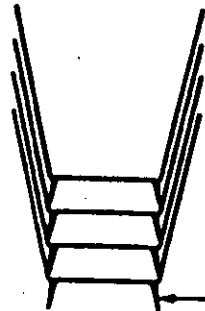
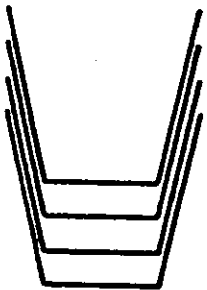
decrease angle

Straight Gap Tangles Easily But Curved Gap Is Unlikely To Tangle

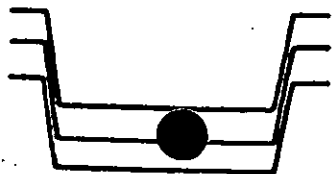


Regular Lockwashers Hook Together Easily, But Those With Narrow Gaps Do Not

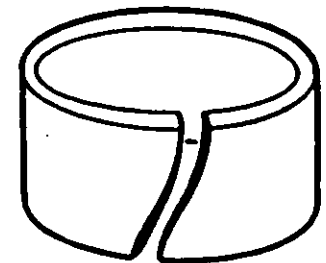
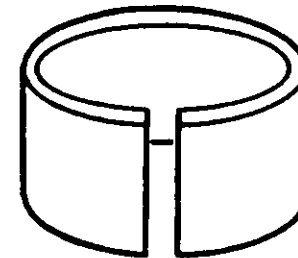
Provide Features To Prevent Jamming of Nested Parts



Circular ring on bottom separates the pieces



Web on rim separates pieces



DISEÑO PARA ENSAMBLE

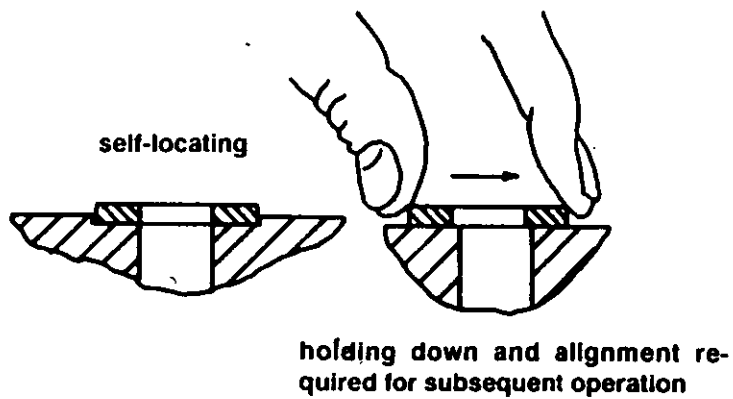


Figure 2.12 Design with Self-Locating Features

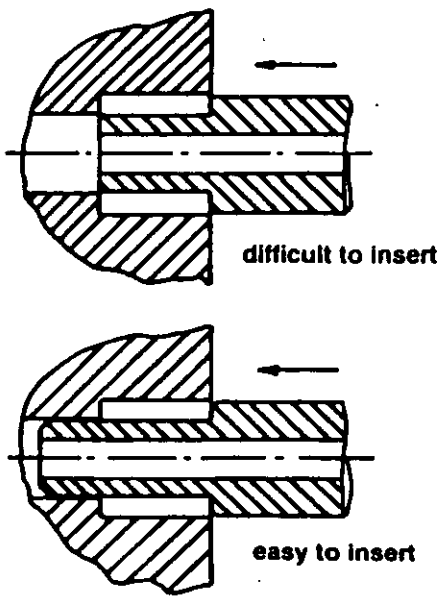


Figure 2.14 Include Chamfers and Avoid Simultaneous Mating Difficulties

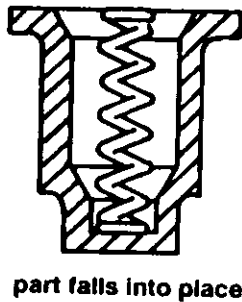
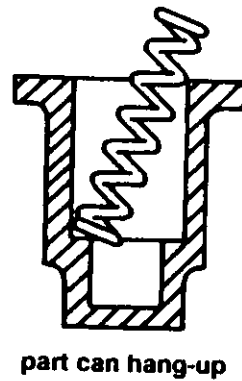


Figure 2.13 Provide Alignment Features

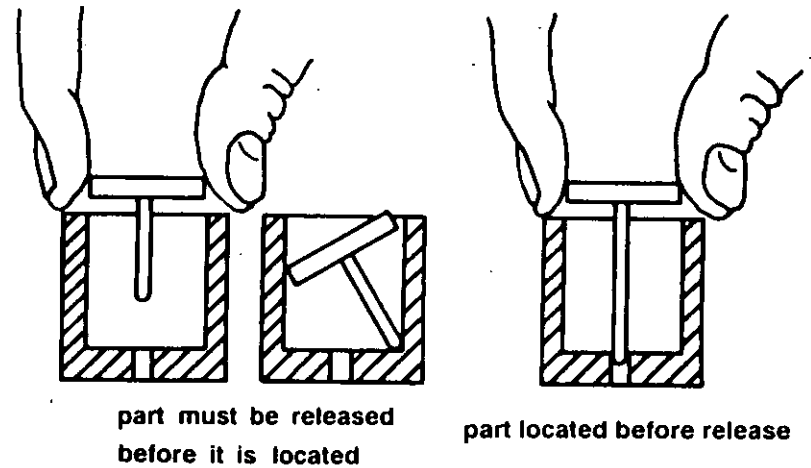


Figure 2.15 Ensure that parts can reach Mating Locations

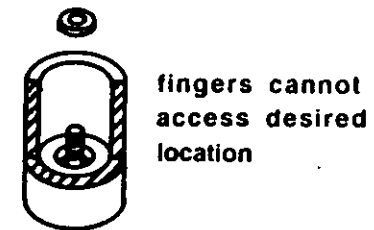
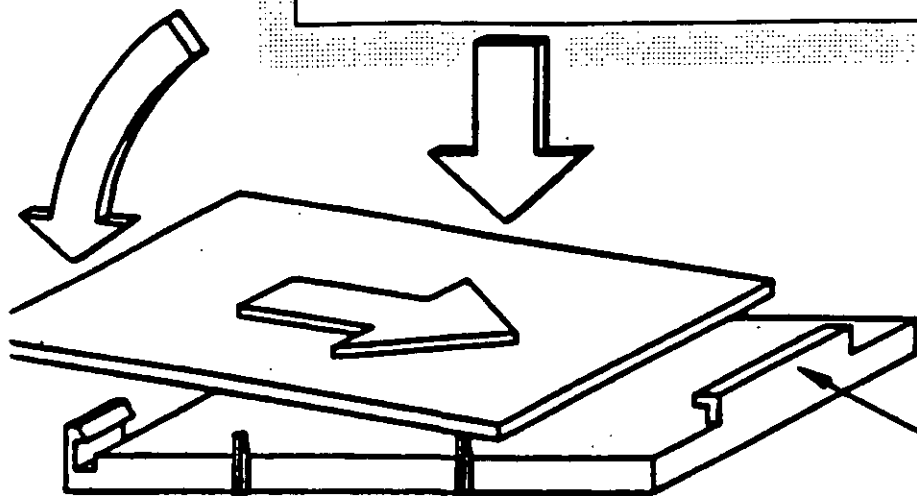
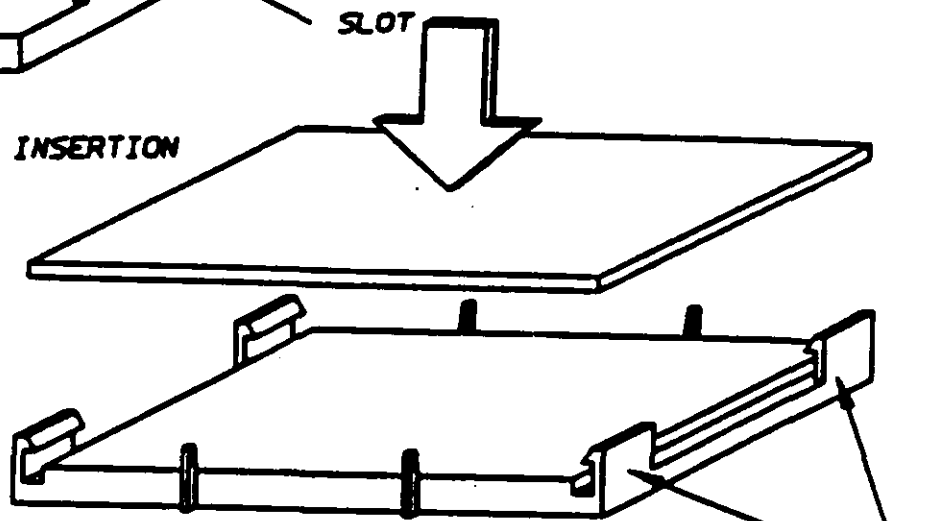


Figure 2.16 Ensure Adequate Access for Part Insertion

DISEÑO PARA ENSAMBLE

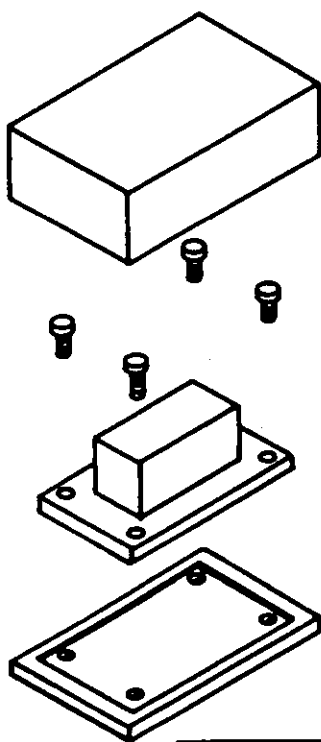
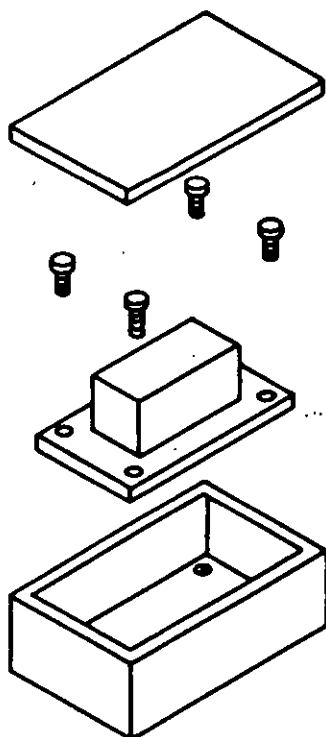


AVOID: THREE MOTIONS REQUIRED FOR INSERTION



PREFERRED: ONLY ONE MOTION REQUIRED

restricted access for assembly of screws

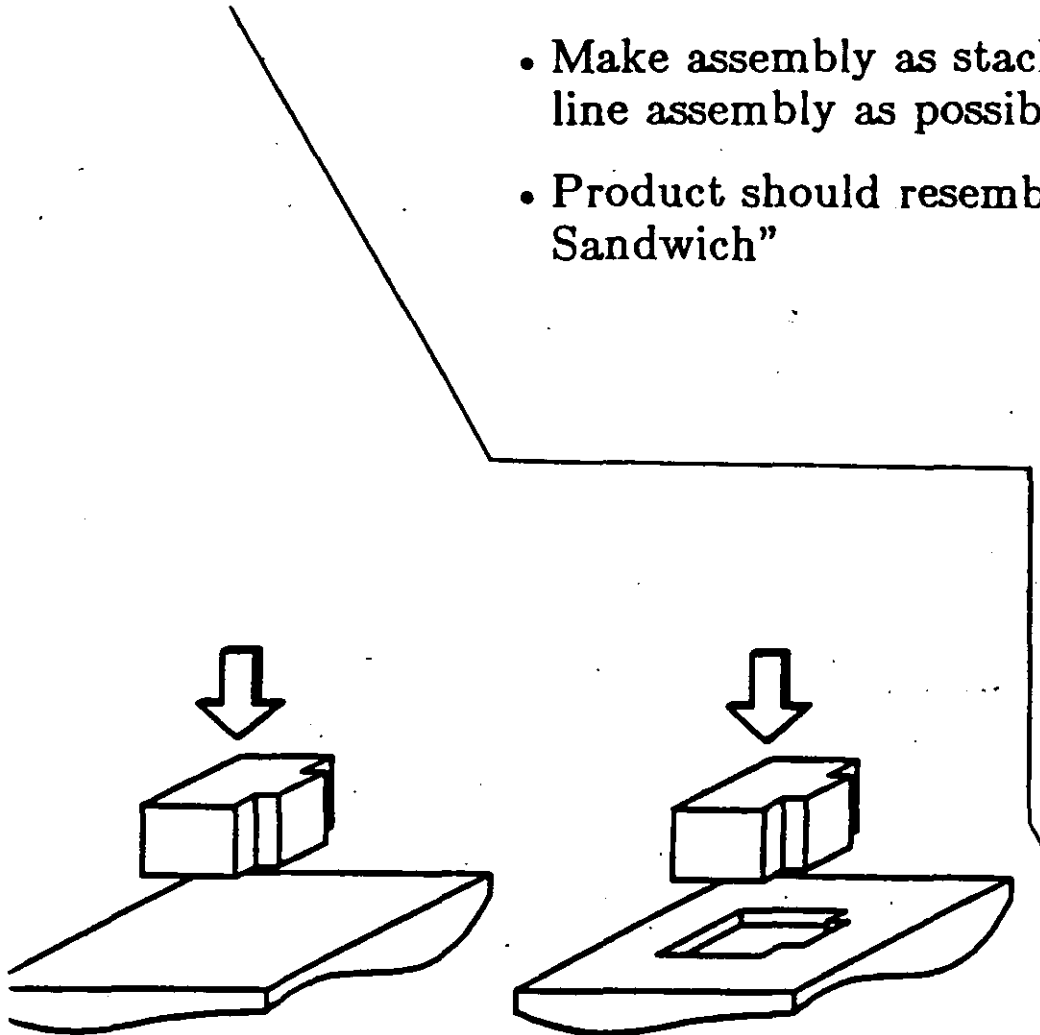


IMEC, CENTRO DE TECNOLOGIA AVANZADA

DISEÑO PARA ENSAMBLE

Design Assemblies As Layered Stacks

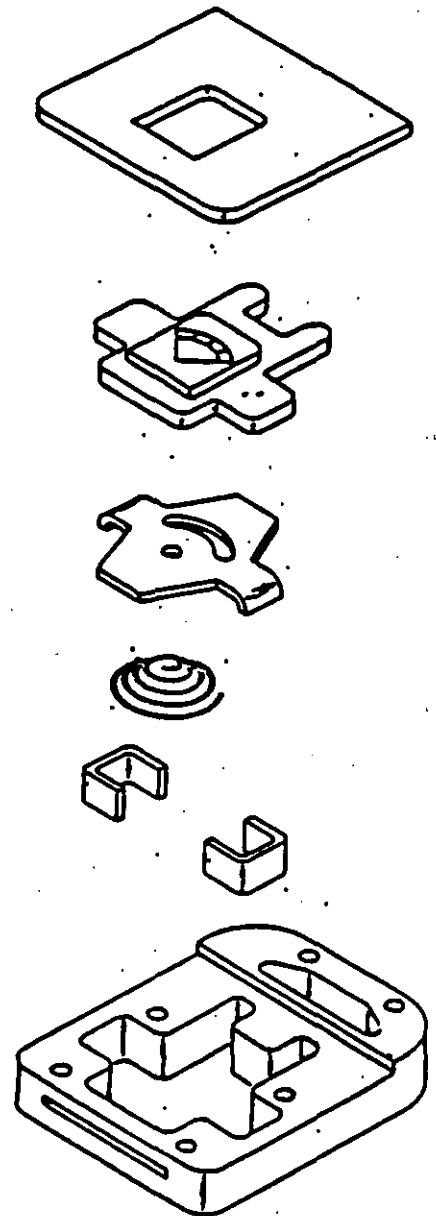
- Make assembly as stackable and simple straight line assembly as possible
- Product should resemble a Z-Axis "Club Sandwich"



THIS PART COULD BE PLACED IN ANY ORIENTATION AND WOULD NOT BE SECURED

THIS PART HAS A "NEST" TO ORIENT AND HELP SECURE IT

THE SELF ALIGNMENT AND NESTING OF PARTS



DISEÑO PARA ENSAMBLE

Snap-Fit Versus Press-Fit

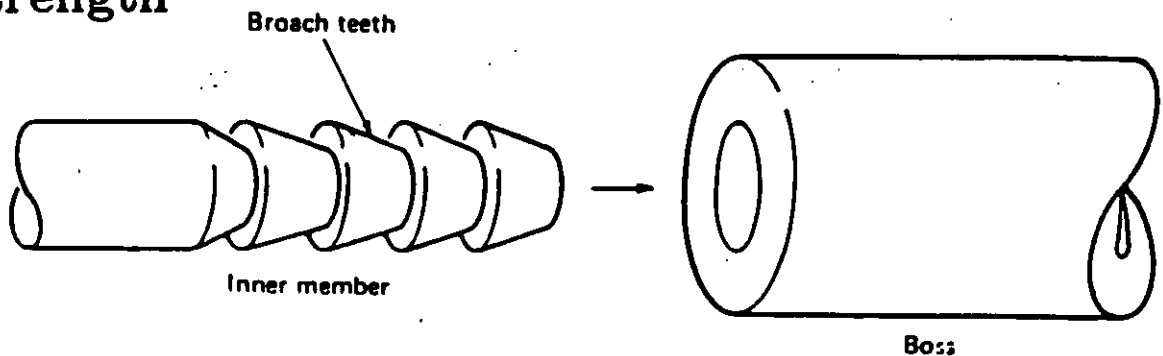
Snap-Fit

- Less force to assemble - Easier to automate
- Higher Strength
- Can be assembled and disassembled through many more cycles
- Does not loose strength with time
- Less demanding on tolerances

Press-Fit

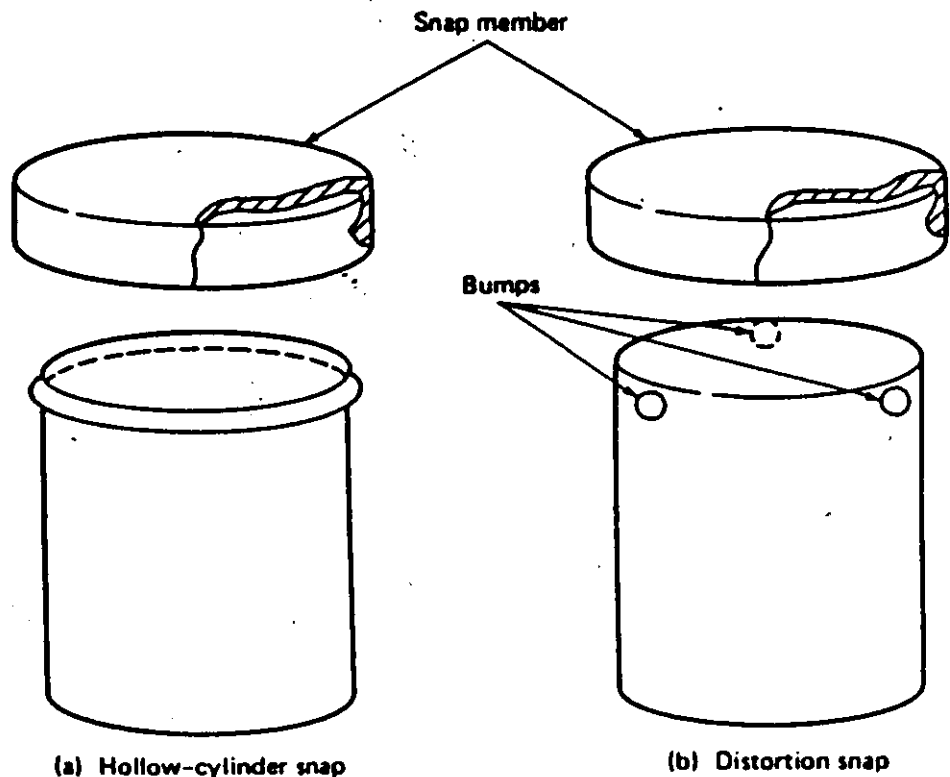
- simpler geometry - no undercuts
- Cylindrical press-fit can also support torsion

Example: Press-Fit With High Pull-Out Strength



DISEÑO PARA ENSAMBLE

Hollow Cylinder and Distortion Snaps

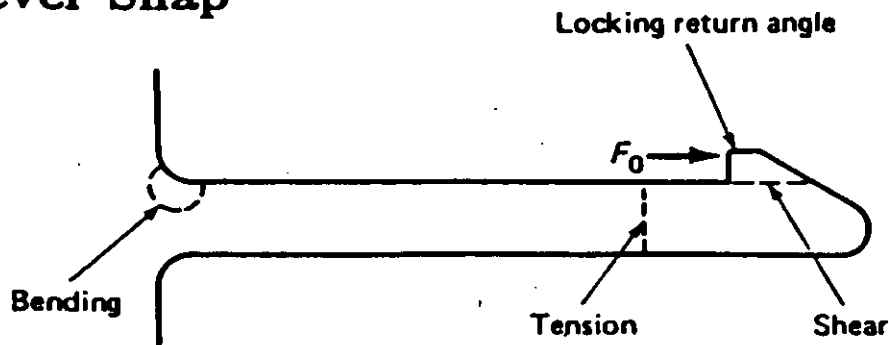


(a) Hollow-cylinder snap

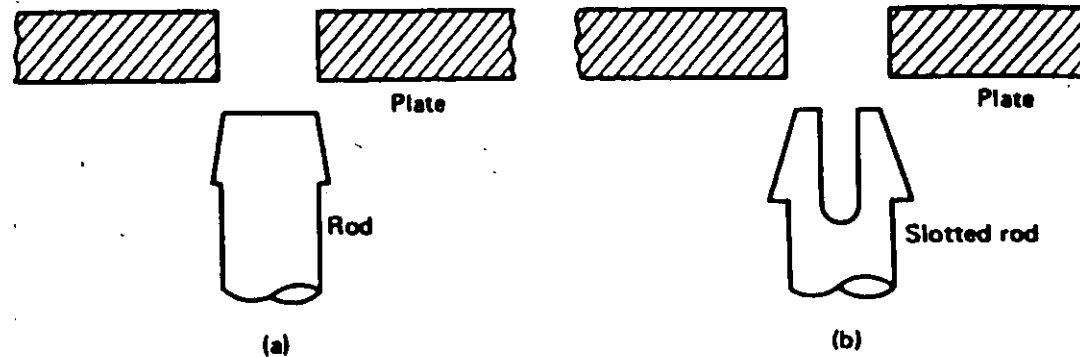
(b) Distortion snap

Common Snaps

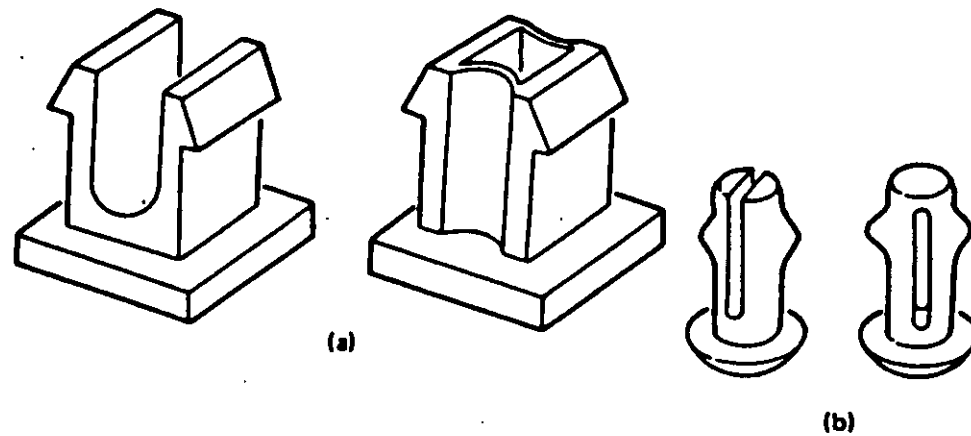
Cantilever Snap



Use Compliance To Reduce Tolerance Requirements

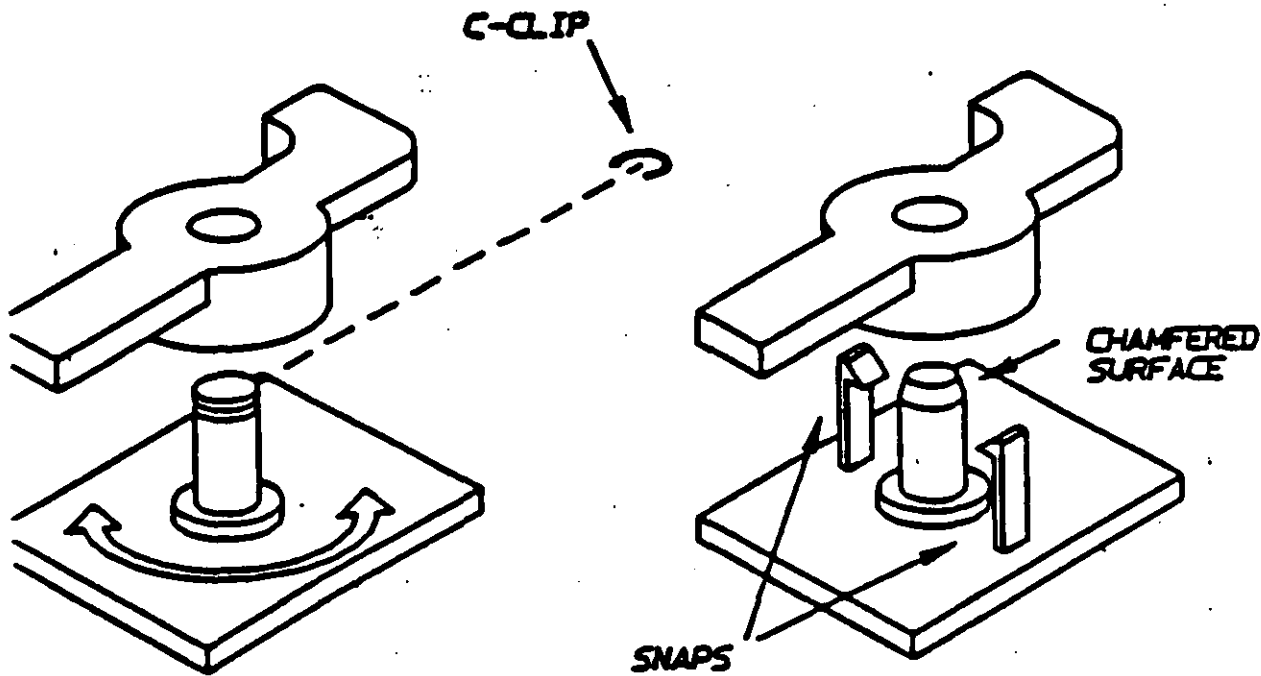


Modified Design for Higher Strength

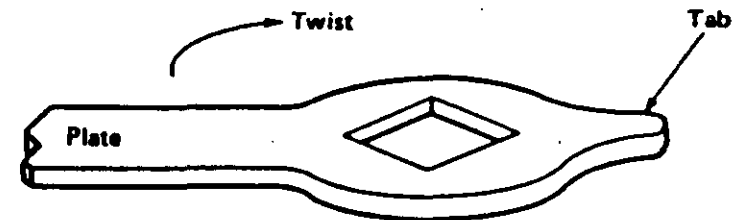


DISEÑO PARA ENSAMBLE

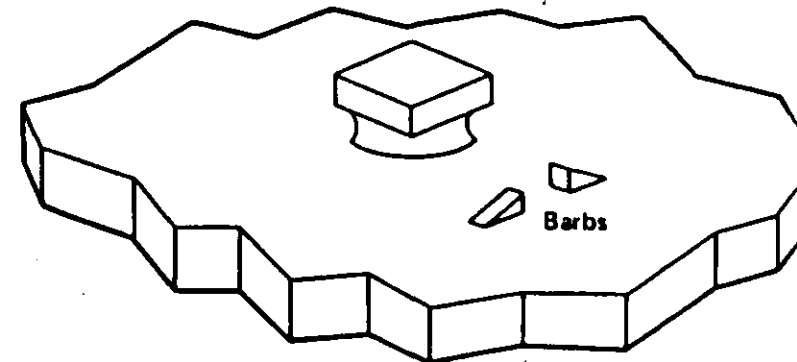
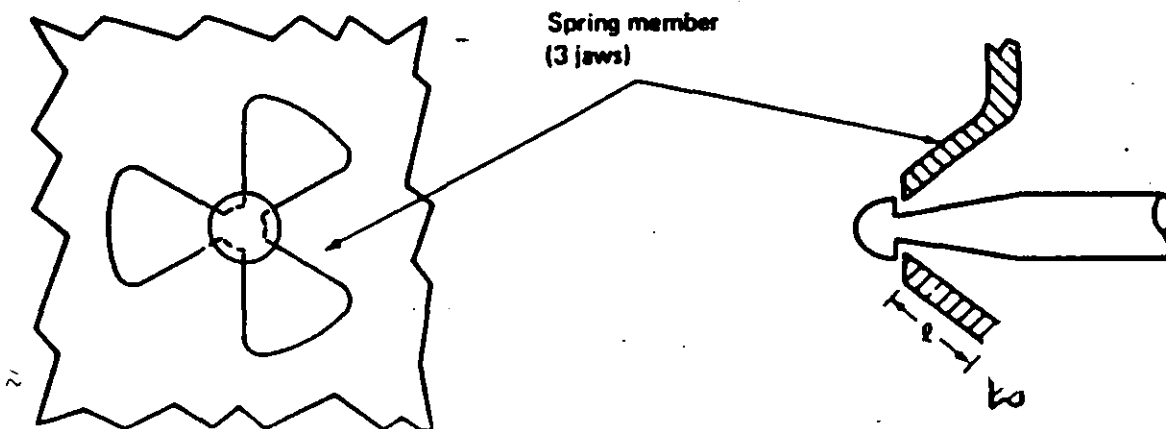
A Moving Parts Snap



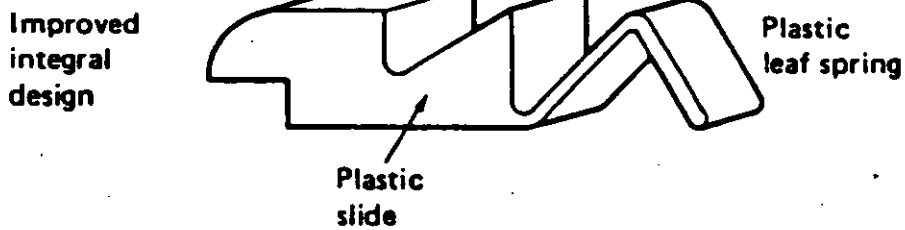
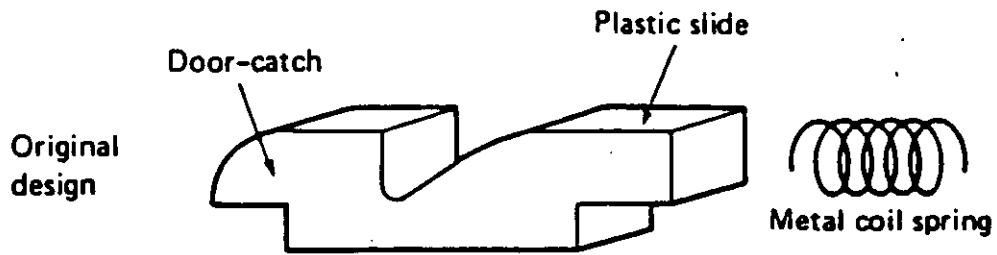
A Twist Snap



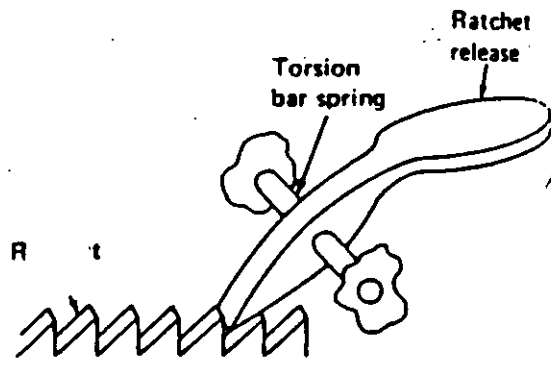
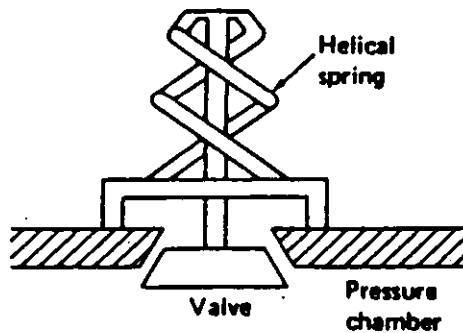
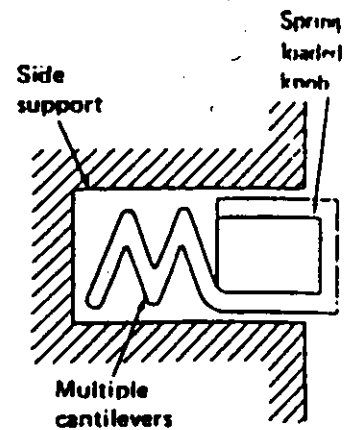
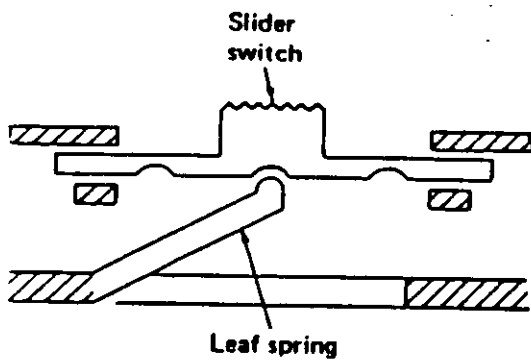
A Permanent Snap Design



Improved Door-Catch

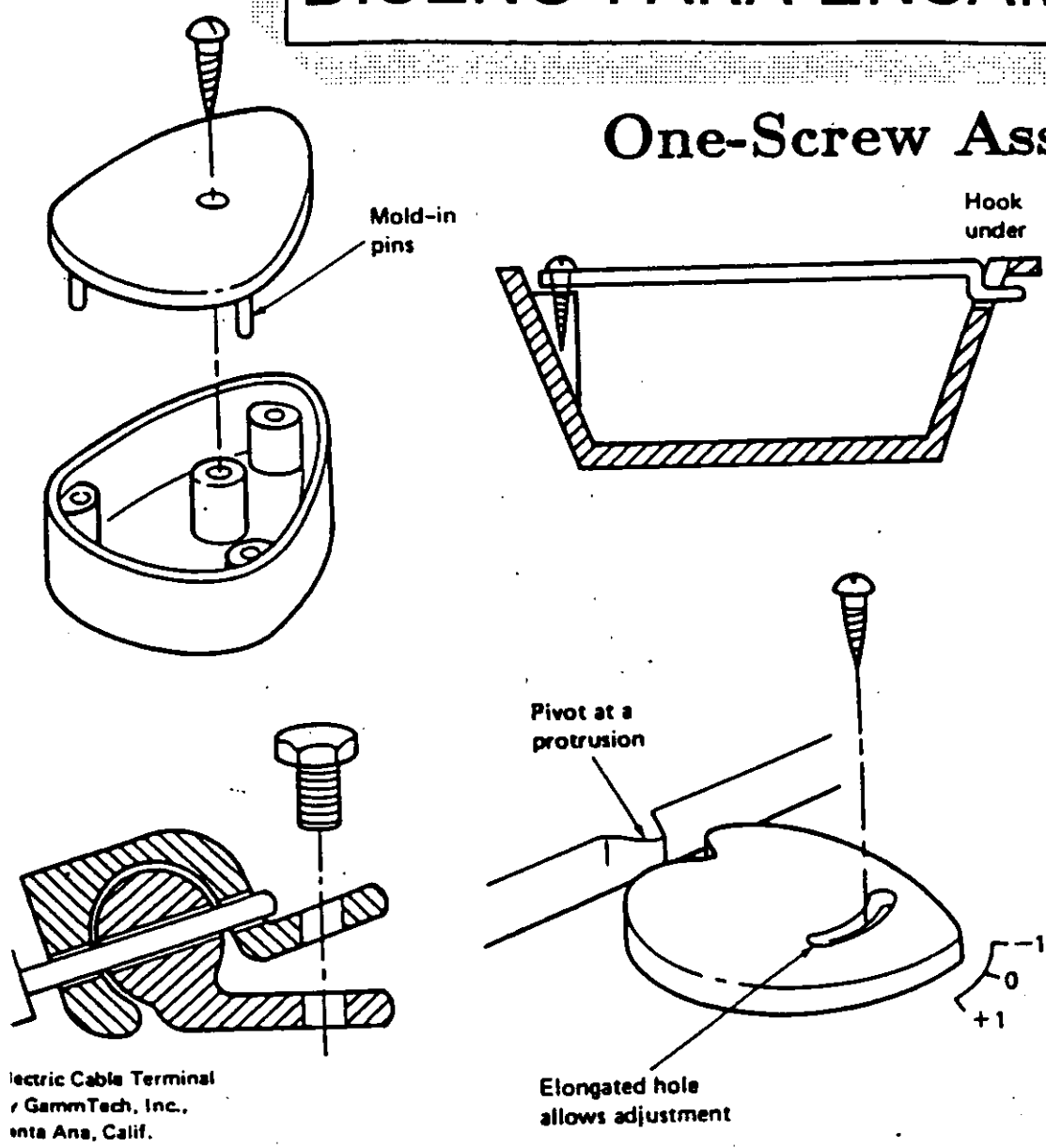


Plastic Springs



DISEÑO PARA ENSAMBLE

One-Screw Assembly



Electric Cable Terminal
GammTech, Inc.,
Santa Ana, Calif.

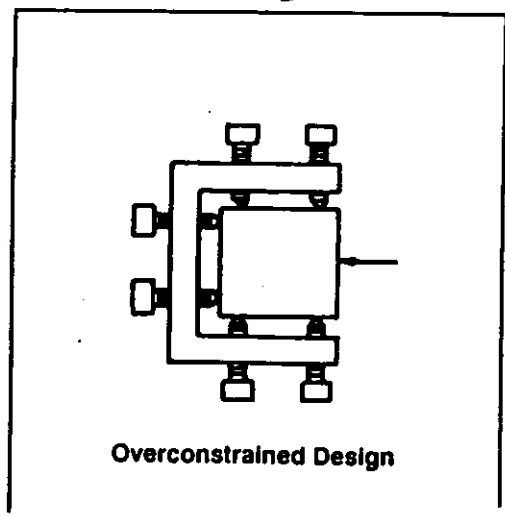
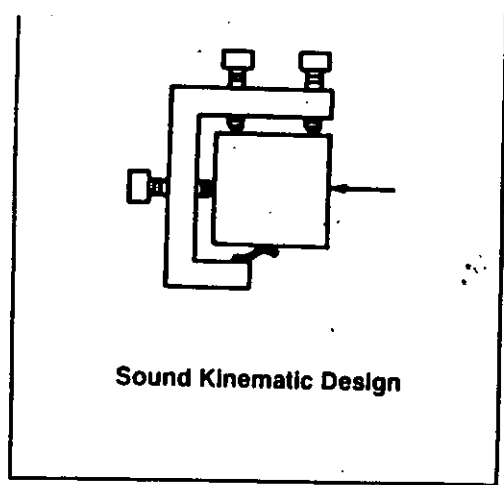


Figure 2.10 Reference to Kinematic Design Principles

DISEÑO PARA ENSAMBLE

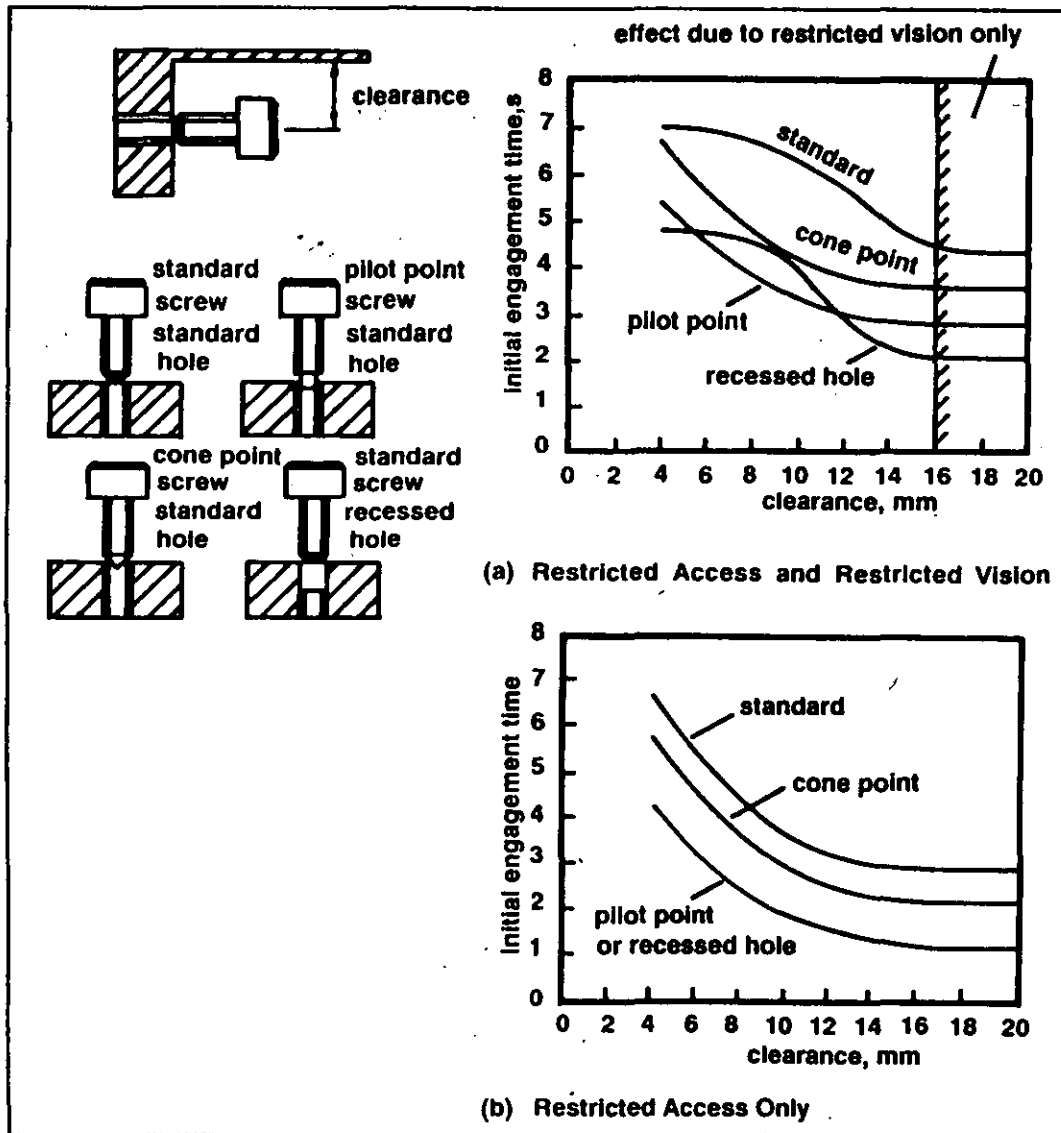


Figure 2.17 Effect of Obstructions and Point Type on Thread Engagement Times

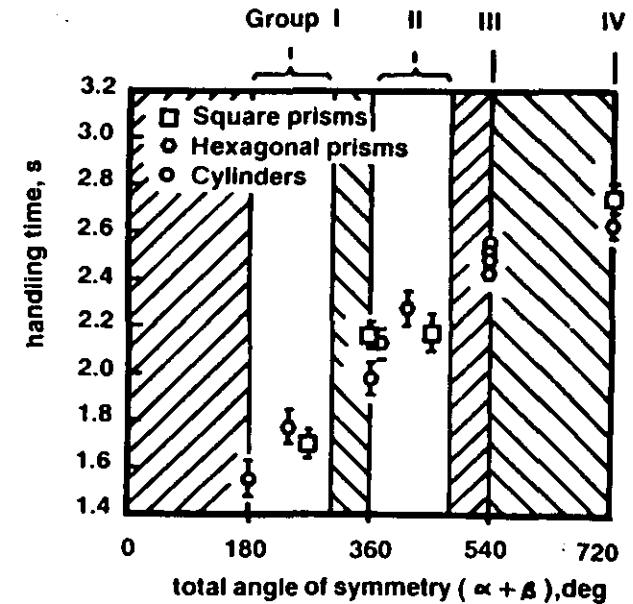
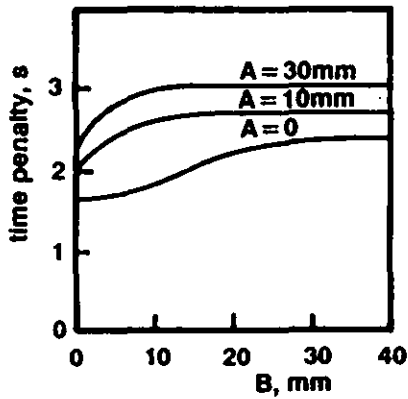
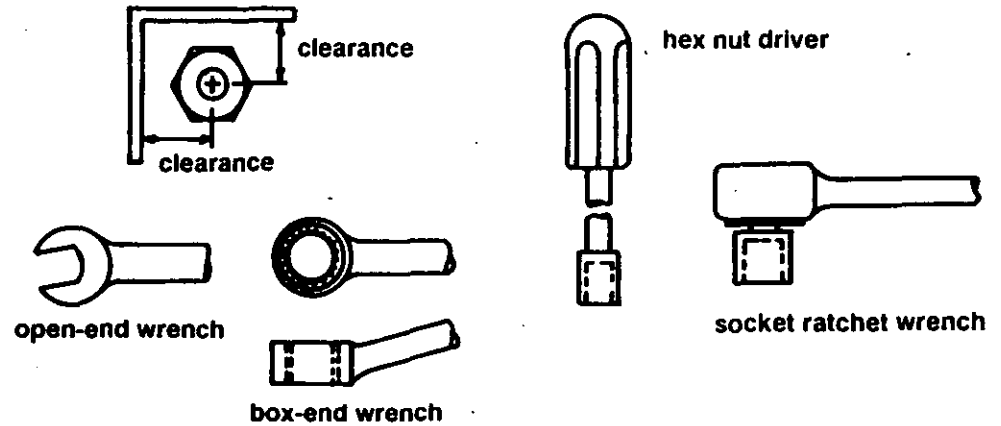
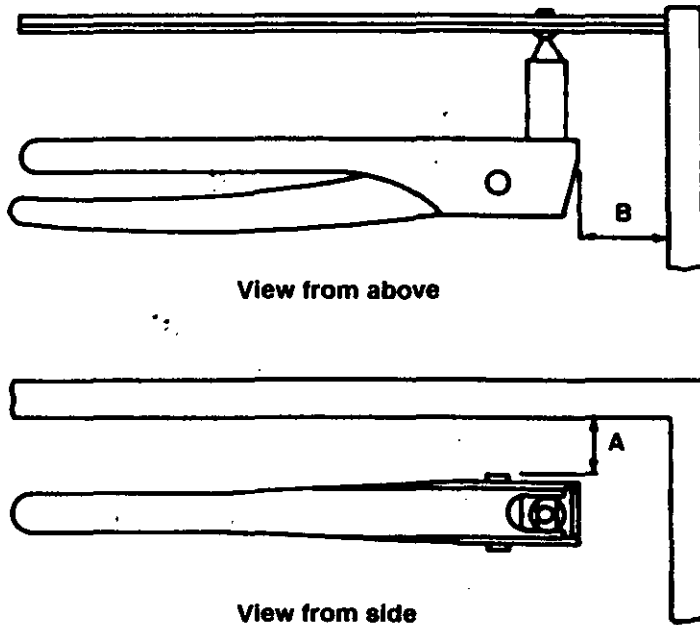
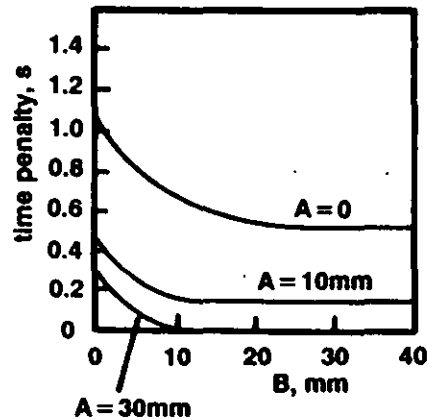


Figure 2.21 Effect of Part Symmetry on Handling Times

DISEÑO PARA ENSAMBLE



(a) vision restricted



(b) vision unrestricted

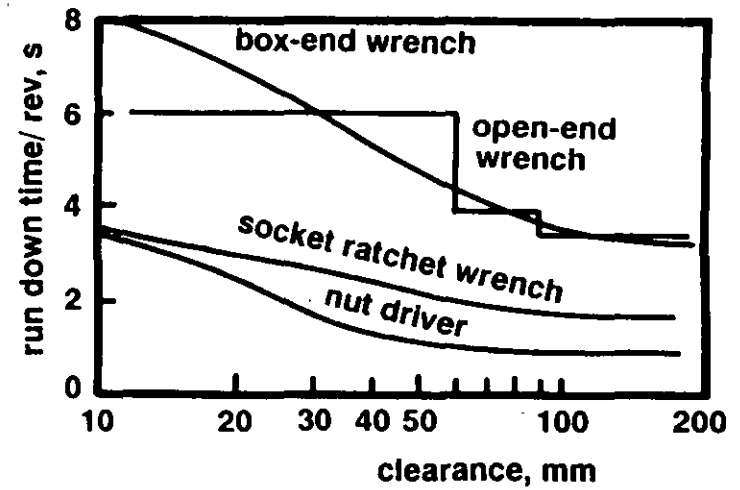
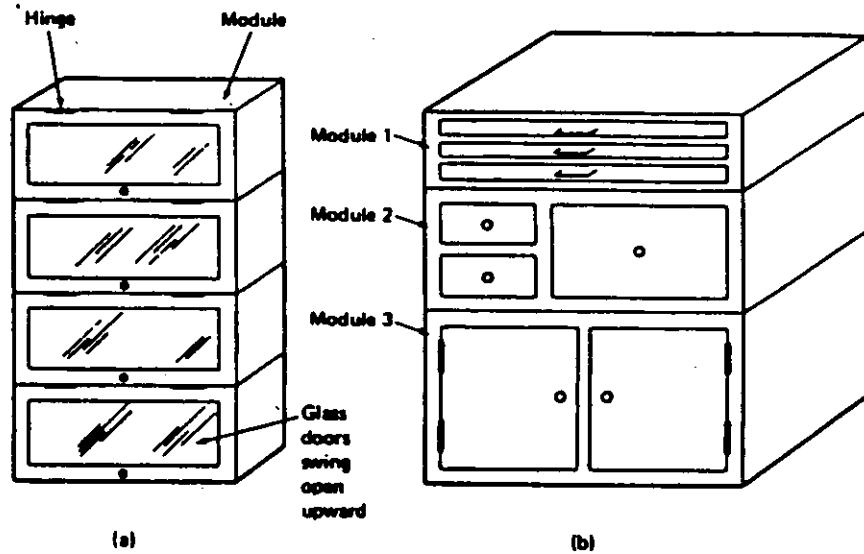


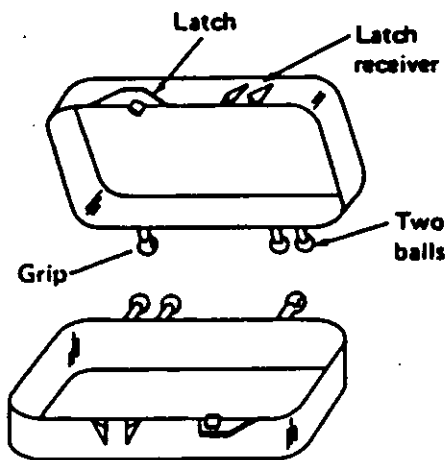
Figure 2.19 Effect of Obstructions on Manual Rivetting

DISEÑO PARA ENSAMBLE

Decouple and Minimize Information Content Through Modular Design



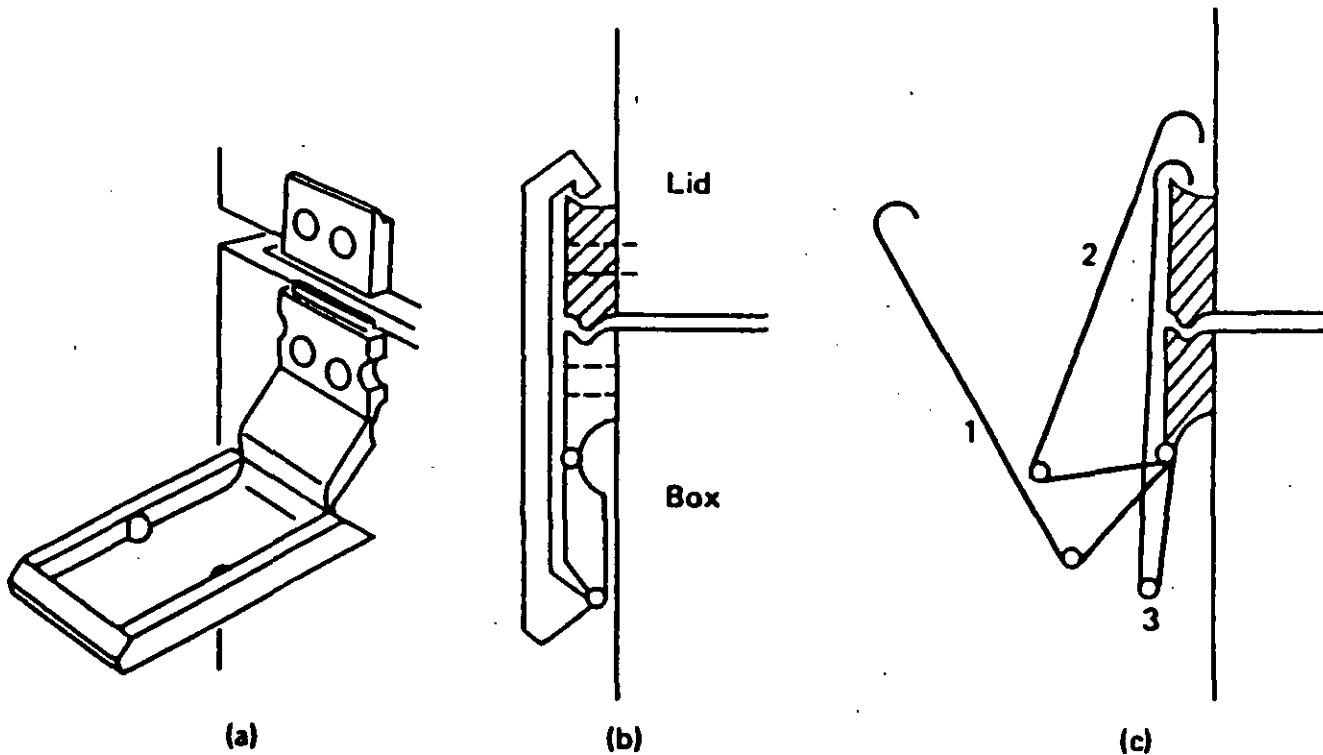
Modular Cabinets



Modular Design Utilizing Symmetry

DISEÑO PARA ENSAMBLE

A Propylene Draw Catch



DISEÑO PARA ENSAMBLE

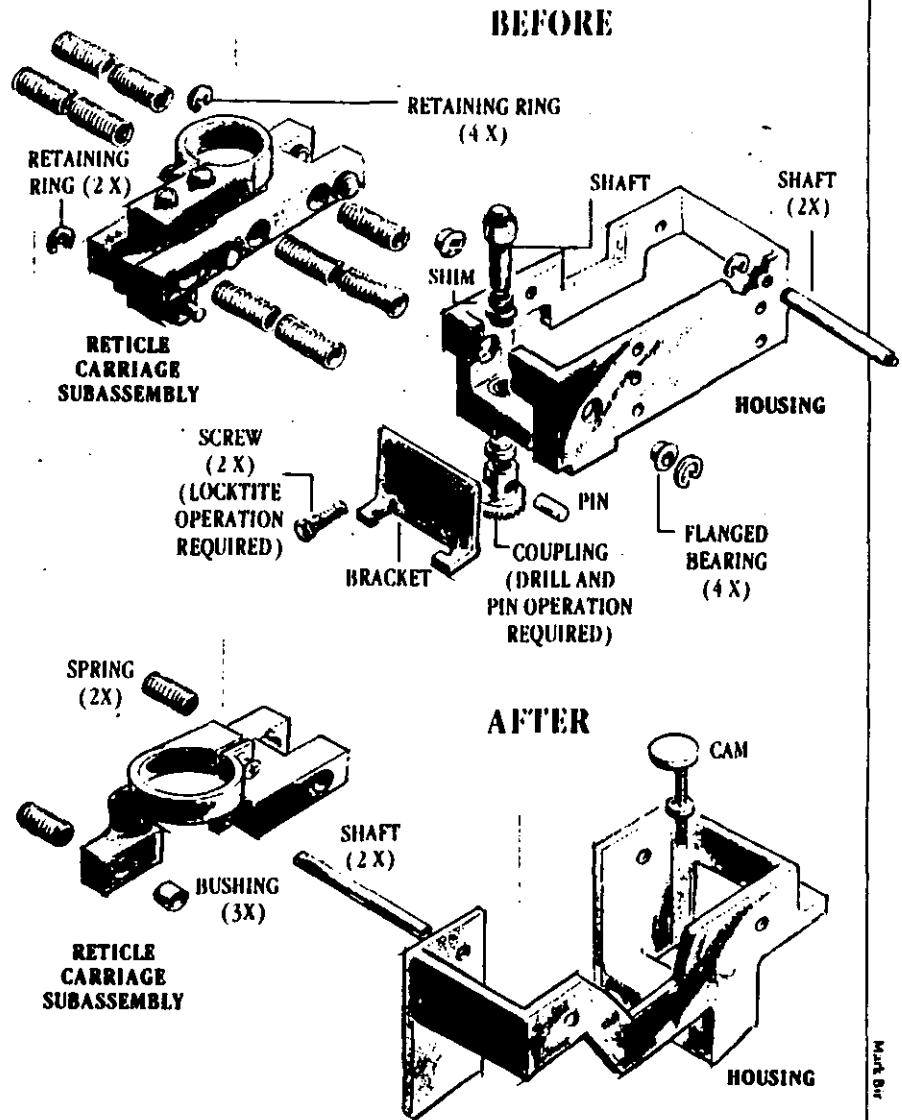
SIMPLICITY REVEALED

These before and after illustrations show how DFMA simplifies a product's structure. This product of Texas Instruments' Defense Systems & Electronics Group, Dallas, is called a reticle assembly. It's part of a ground-based armored vehicle.

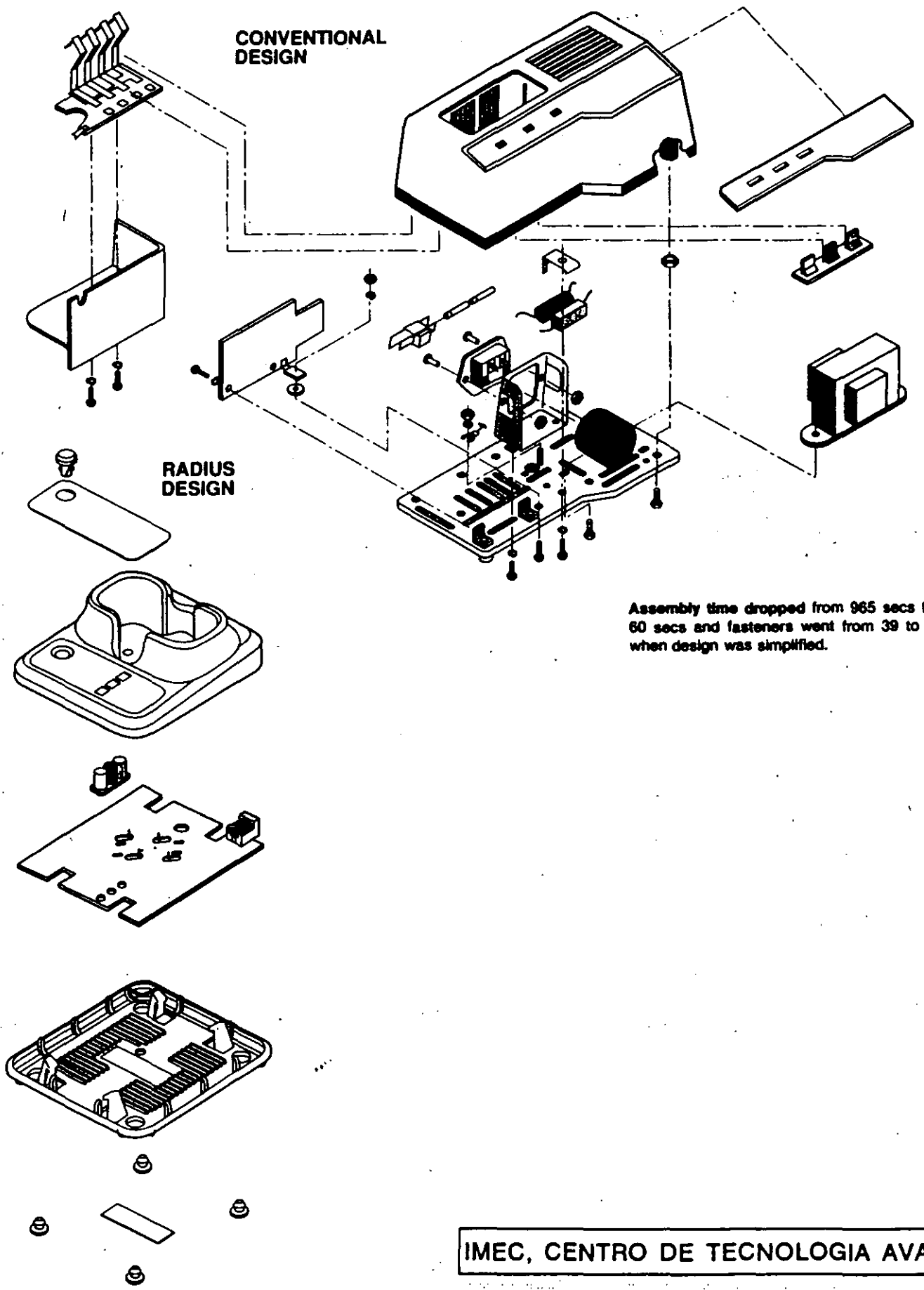
Doug Campbell of the producibility engineering group performed a DFMA analysis on the assembly. He found that there were too many fasteners in the product and that having to turn parts around during assembly was time-consuming and costly. Within hours the redesign was produced.

A cam was used instead of a gear-box, which created smoother motion and eliminated some assembly operations. Almost all of the fasteners were eliminated by using self-securing parts, and the connector bracket was incorporated into the housing. Cast aluminum was chosen for the two main metal parts instead of machining, which reduced fabrication time. The chart shows the differences in production terms.

	Original design	Redesign
Assembly time (hrs)	2.15	0.33
Number different parts	24	8
Total number parts	47	12
Number operations	58	13
Fabrication time (hrs)	12.83	3.85
Weight (lbs)	0.48	0.28



DISEÑO PARA ENSAMBLE



CONVENTIONAL DESIGN

RADIUS DESIGN

Assembly time dropped from 965 secs to 60 secs and fasteners went from 39 to 0 when design was simplified.

DISEÑO PARA ENSAMBLE

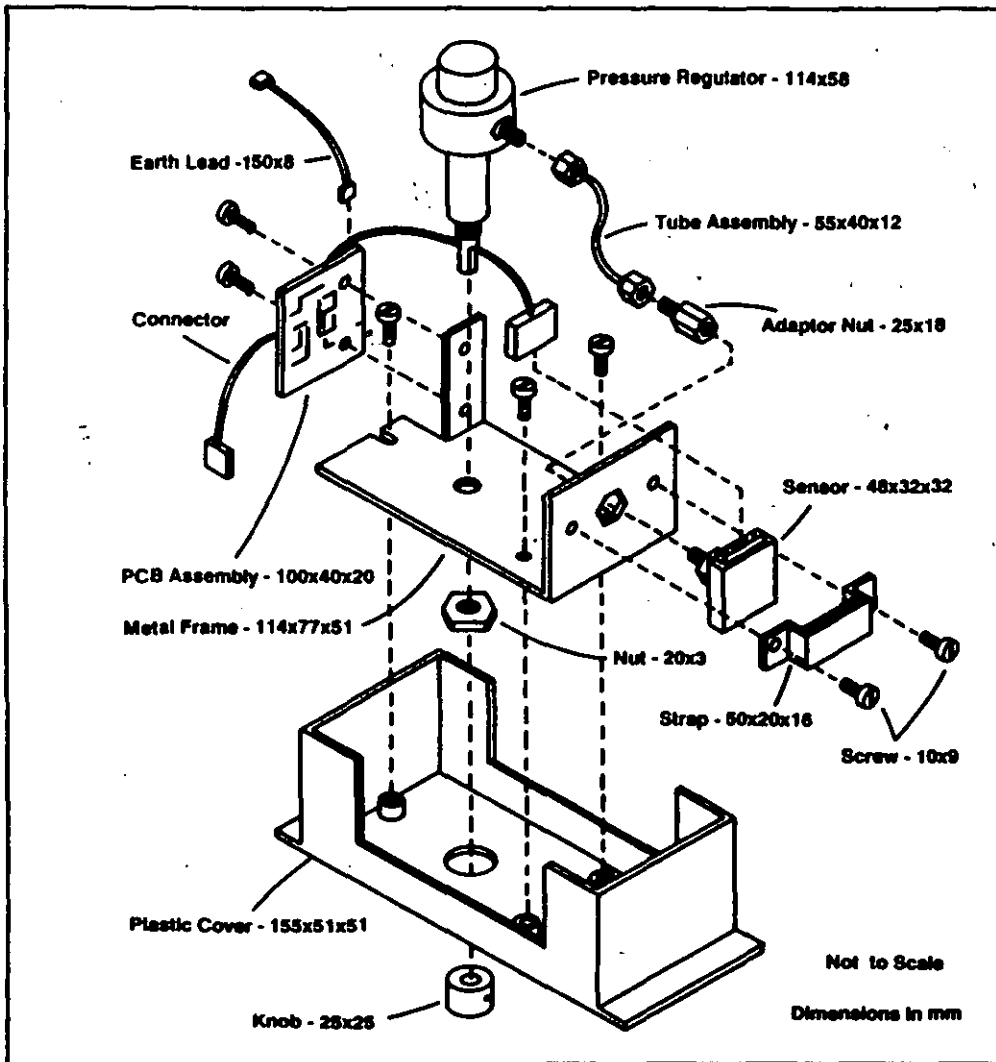


Figure 2.5 Pressure Recorder

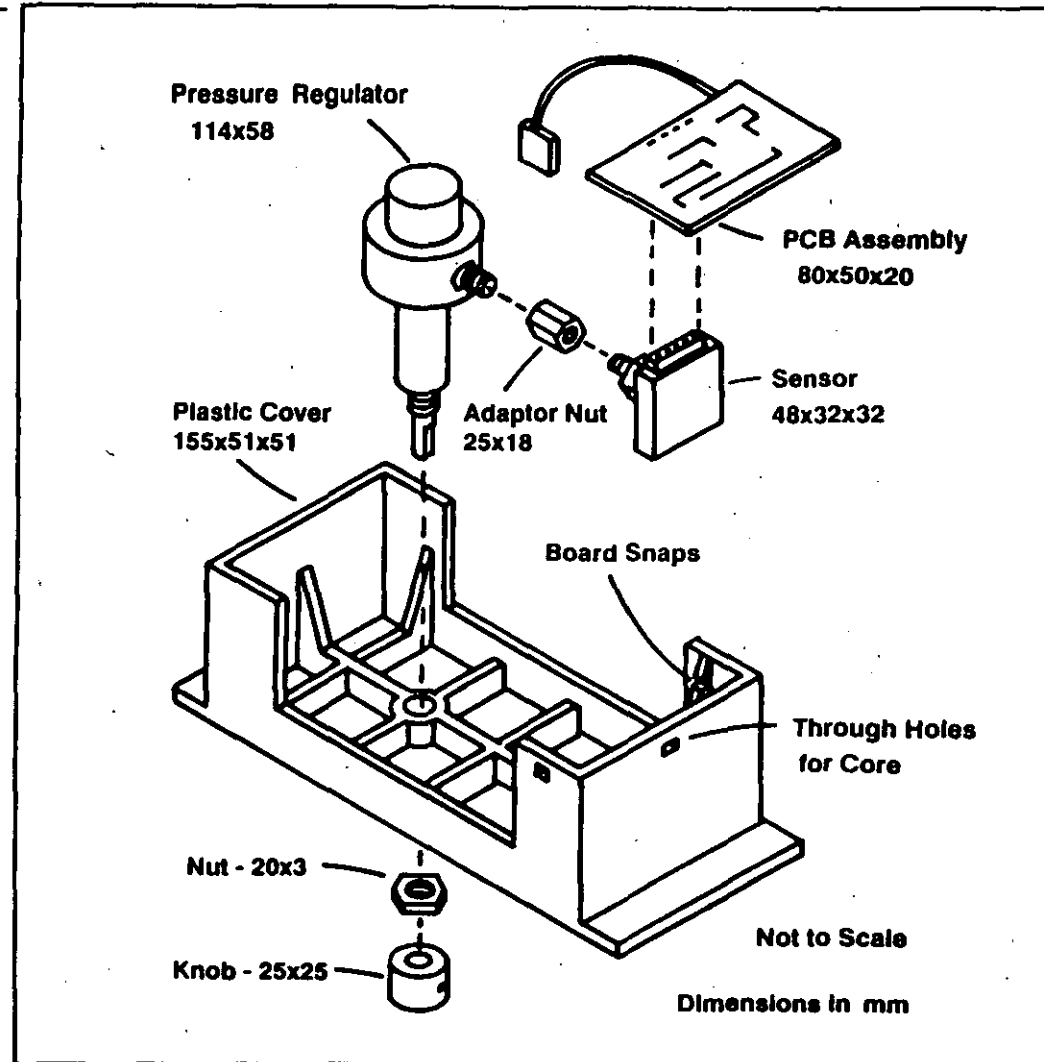


Figure 2.7 Pressure Recorder—proposed redesign

MANUAL HANDLING — ESTIMATED TIMES (seconds)

Key:

ONE HAND

parts can be grasped and manipulated by one hand without the aid of grasping tools

$(\alpha + \beta) < 360^\circ$

$360^\circ \leq (\alpha + \beta) < 540^\circ$

$540^\circ \leq (\alpha + \beta) < 720^\circ$

$(\alpha + \beta) = 720^\circ$

parts are easy to grasp and manipulate					parts present handling difficulties (1)					
thickness > 2 mm			thickness ≤ 2 mm		thickness > 2 mm			thickness ≤ 2 mm		
size > 15 mm	6 mm ≤ size ≤ 15 mm	size < 6 mm	size > 6 mm	size ≤ 6 mm	size > 15 mm	6 mm ≤ size ≤ 15 mm	size < 6 mm	size > 6 mm	size ≤ 6 mm	
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
0	1.13	1.43	1.88	1.69	2.18	1.84	2.17	2.65	2.45	2.98
1	1.5	1.8	2.25	2.06	2.55	2.25	2.57	3.06	3	3.38
2	1.8	2.1	2.55	2.36	2.85	2.57	2.9	3.38	3.18	3.7
3	1.95	2.25	2.7	2.51	3	2.73	3.06	3.55	3.34	4

ONE HAND with GRASPING AIDS

parts can be grasped and manipulated by one hand but only with the use of grasping tools

$\alpha \leq 180^\circ$

$0 \leq \beta \leq 180^\circ$

$\beta = 360^\circ$

$\alpha = 360^\circ$

$0 \leq \beta \leq 180^\circ$

$\beta = 360^\circ$

parts need tweezers for grasping and manipulation								parts need standard tools other than tweezers	parts need special tools for grasping and manipulation	
parts can be manipulated without optical magnification				parts require optical magnification for manipulation						
parts are easy to grasp and manipulate		parts present handling difficulties (1)		parts are easy to grasp and manipulate		parts present handling difficulties (1)				
thickness > 0.25 mm	thickness ≤ 0.25 mm	thickness > 0.25 mm	thickness ≤ 0.25 mm	thickness > 0.25 mm	thickness ≤ 0.25 mm	thickness > 0.25 mm	thickness ≤ 0.25 mm			
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
4	3.6	6.85	4.35	7.6	5.6	8.35	6.35	8.6	7	7
5	4	7.25	4.75	8	6	8.75	6.75	9	8	8
6	4.8	8.05	5.55	8.8	6.8	9.55	7.55	9.8	8	9
7	5.1	8.35	5.85	9.1	7.1	9.55	7.85	10.1	9	10

TWO HANDS for MANIPULATION

parts severely nest or tangle or are flexible but can be grasped and lifted by one hand (with the use of grasping tools if necessary) (2)

parts present no additional handling difficulties					parts present additional handling difficulties (e.g. sticky, delicate, slippery, etc.) (1)					
$\alpha \leq 180^\circ$			$\alpha = 360^\circ$		$\alpha \leq 180^\circ$			$\alpha = 360^\circ$		
size > 15 mm	6 mm ≤ size ≤ 15 mm	size < 6 mm	size > 6 mm	size ≤ 6 mm	size > 15 mm	6 mm ≤ size ≤ 15 mm	size < 6 mm	size > 6 mm	size ≤ 6 mm	
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
8	4.1	4.5	5.1	5.6	6.75	5	5.25	5.85	6.35	7

TWO HANDS required for LARGE SIZE

two hands required for grasping and transporting parts

parts can be handled by one person without mechanical assistance										
parts do not severely nest or tangle and are not flexible								parts severely nest or tangle or are flexible (2)	parts need special tools for grasping and manipulation	
part weight < 10 lb				parts are heavy (> 10 lb)						
parts are easy to grasp and manipulate		parts present other handling difficulties (1)		parts are easy to grasp and manipulate		parts present other handling difficulties (1)				
$\alpha \leq 180^\circ$	$\alpha = 360^\circ$	$\alpha \leq 180^\circ$	$\alpha = 360^\circ$	$\alpha \leq 180^\circ$	$\alpha = 360^\circ$	$\alpha \leq 180^\circ$	$\alpha = 360^\circ$			
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
9	2	3	2	3	3	4	4	5	7	9

MANUAL INSERTION — ESTIMATED TIMES (seconds)

Key:

PART ADDED but NOT SECURED

	after assembly no holding down required to maintain orientation and location (3)				holding down required during subsequent processes to maintain orientation or location (3)				
	easy to align and position during assembly (4)		not easy to align or position during assembly		easy to align and position during assembly (4)		not easy to align or position during assembly		
	no resistance to insertion	resistance to insertion (5)	no resistance to insertion	resistance to insertion (5)	no resistance to insertion	resistance to insertion (5)	no resistance to insertion	resistance to insertion (5)	
	0	1	2	3	6	7	8	9	
addition of any part (1) where neither the part itself nor any other part is finally secured immediately	0	1.5	2.5	2.5	3.5	5.5	6.5	6.5	7.5
part and associated tool (including hands) can easily reach the desired location	1	4	5	5	6	8	9	9	10
part and associated tool (including hands) cannot easily reach the desired location	2	5.5	6.5	6.5	7.5	9.5	10.5	10.5	11.5

addition of any part (1) where neither the part itself nor any other part is finally secured immediately
 part and associated tool (including hands) cannot easily reach the desired location
 due to obstructed access or restricted vision (2)
 due to obstructed access and restricted vision (2)

PART SECURED IMMEDIATELY

	no screwing operation or plastic deformation immediately after insertion (snap/press fits, circlips, spire nuts, etc.)		plastic deformation immediately after insertion				screw tightening immediately after insertion (6)				
	easy to align and position with no resistance to insertion (4)	not easy to align or position during assembly and/or resistance to insertion (5)	plastic bending or torsion		rivetting or similar operation		easy to align and position with no torsional resistance (4)	not easy to align or position and/or torsional resistance (5)			
			easy to align and position during assembly (4)	no resistance to insertion	resistance to insertion (5)	easy to align and position during assembly (4)			no resistance to insertion	resistance to insertion (5)	
											no resistance to insertion
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
addition of any part (1) where the part itself and/or other parts are being finally secured immediately	3	2	5	4	5	6	7	8	9	6	8
part and associated tool (including hands) can easily reach the desired location and the tool can be operated easily	4	4.5	7.5	6.5	7.5	8.5	9.5	10.5	11.5	8.5	10.5
part and associated tool (including hands) cannot easily reach desired location or tool cannot be operated easily	5	6	9	8	9	10	11	12	13	10	12

addition of any part (1) where the part itself and/or other parts are being finally secured immediately
 part and associated tool (including hands) can easily reach the desired location and the tool can be operated easily
 due to obstructed access or restricted vision (2)
 due to obstructed access and restricted vision (2)

SEPARATE OPERATION

	mechanical fastening processes (part(s) already in place but not secured immediately after insertion)				non-mechanical fastening processes (part(s) already in place but not secured immediately after insertion)			non-fastening processes			
	none or localized plastic deformation		screw tightening (6) or other processes	snap fit, snap clip, press fit, etc.	metallurgical processes		chemical processes (e.g. adhesive bonding, etc.)	manipulation of parts or sub-assembly (e.g. orienting, fitting or adjustment of parts, etc.)	other processes (e.g. liquid insertion, etc.)		
	bending or similar processes	rivetting or similar processes			no additional material required (e.g. resistance, friction welding, etc.)	additional material required					
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
assembly processes where all solid parts are in place	9	4	7	5	3.5	7	8	12	12	9	12



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

CALIDAD TOTAL Y CONSOLIDACION TECNOLOGICA DEL PRODUCTO

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

DR. GUILLERMO AGUIRRE ESPONDA
ING. ROBERTO PULIDO LLANO

PALACIO DE MINERIA

SEPTIEMBRE 1992

**CALIDAD TOTAL Y
CONSOLIDACION TECNOLOGICA DEL PRODUCTO**

DR. GUILLERMO AGUIRRE ESPONDA

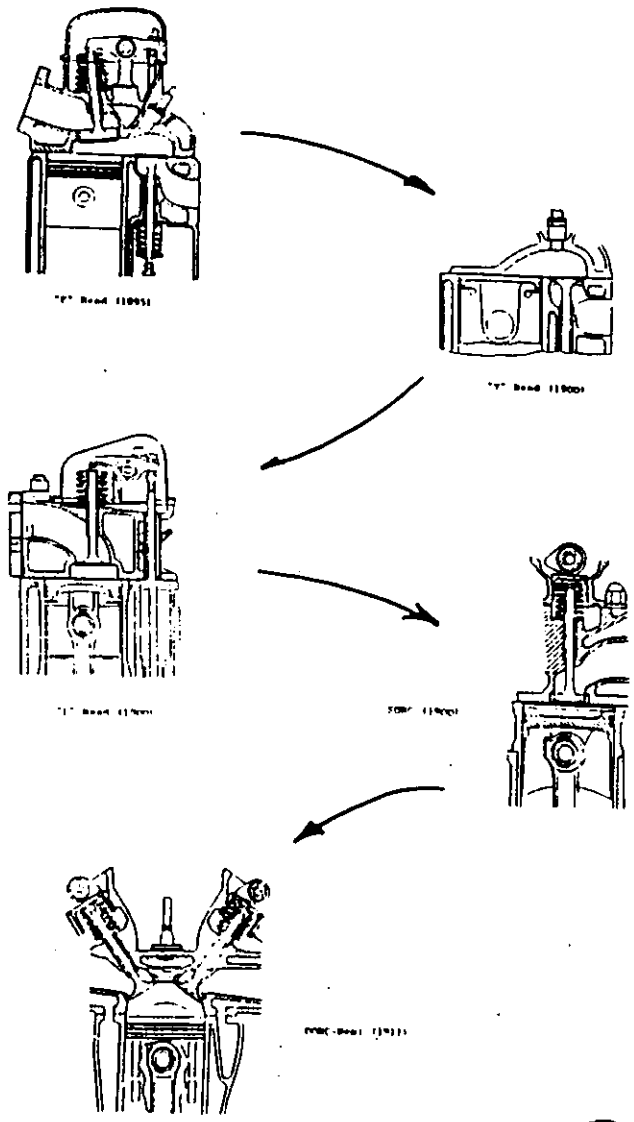
ING. ROBERTO PULIDO LLANO

PALACIO DE MINERIA

SEPTIEMBRE 1992

CALIDAD TOTAL Y CONSOLIDACION TECNOLOGICA DEL PRODUCTO

INTRODUCCION



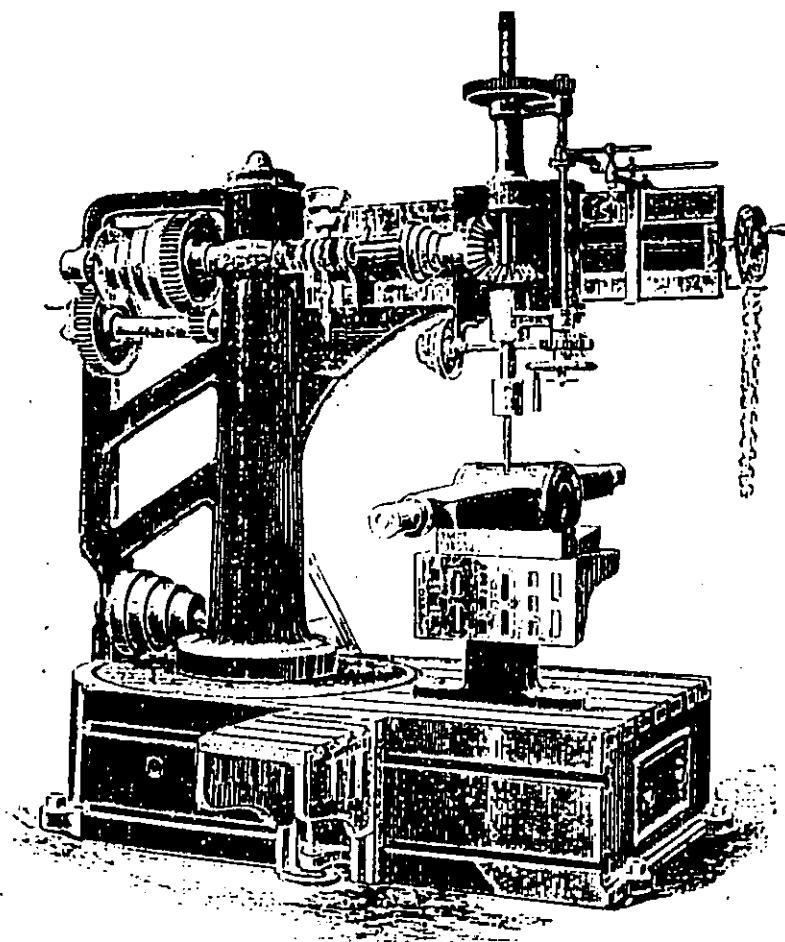
CALIDAD TOTAL Y
CONSOLIDACION TECNOLOGICA DEL PRODUCTO
INTRODUCCION

THE ENGINEER.

FEB. 18, 1876.

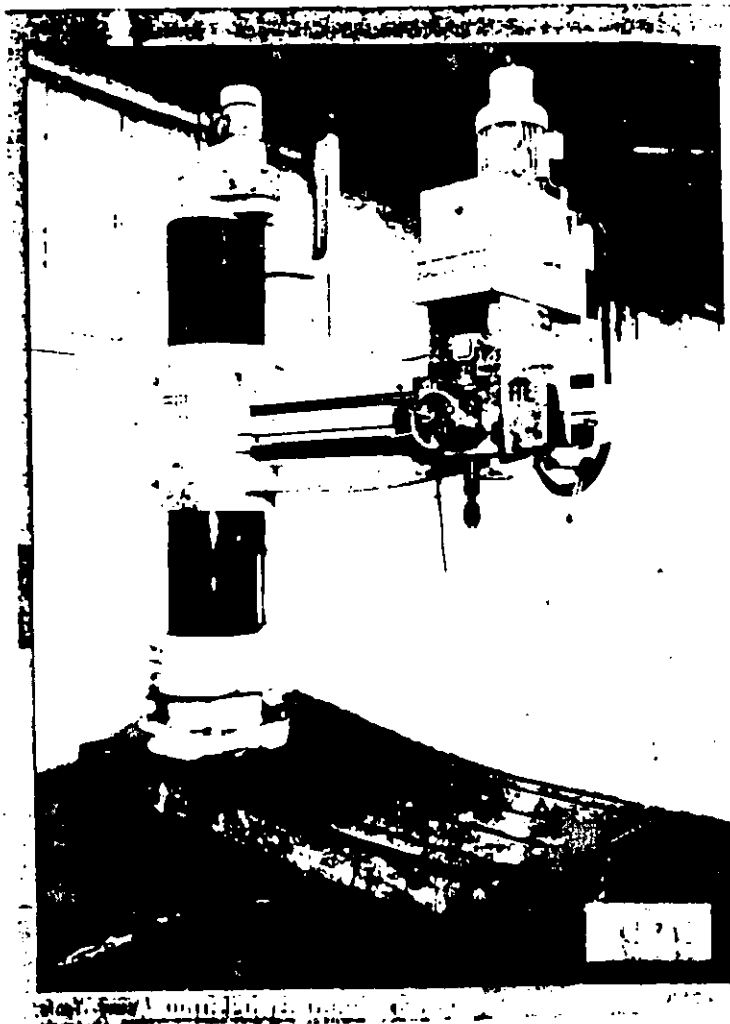
IMPROVED DRILLING AND SLOTTING MACHINE.

MESSES. LOWEY AND CO., SALFORD, ENGINEERS.



© DR. GUILLERMO AGUIRRE E.
SEPTIEMBRE 1992

CALIDAD TOTAL Y
CONSOLIDACION TECNOLOGICA DEL PRODUCTO
INTRODUCCION



CALIDAD TOTAL Y CONSOLIDACION TECNOLOGICA DEL PRODUCTO INTRODUCCION

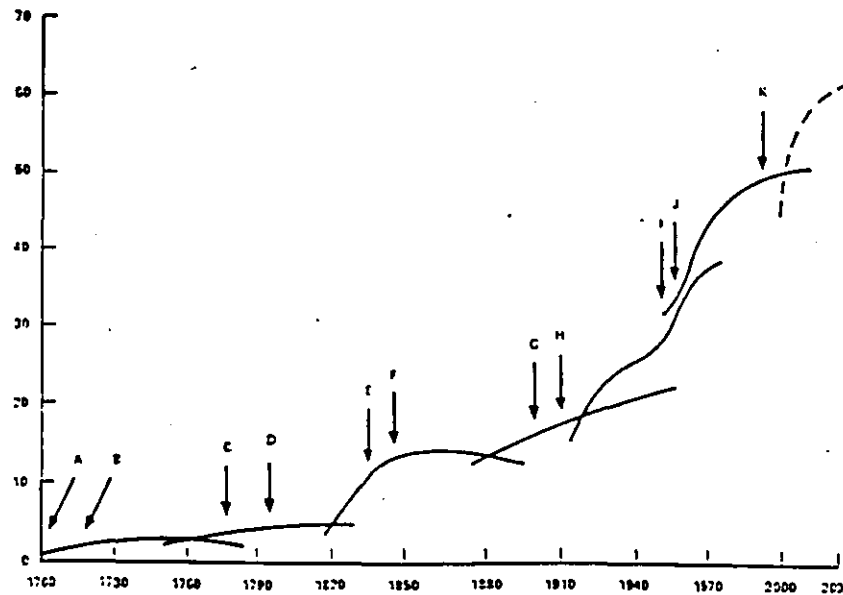
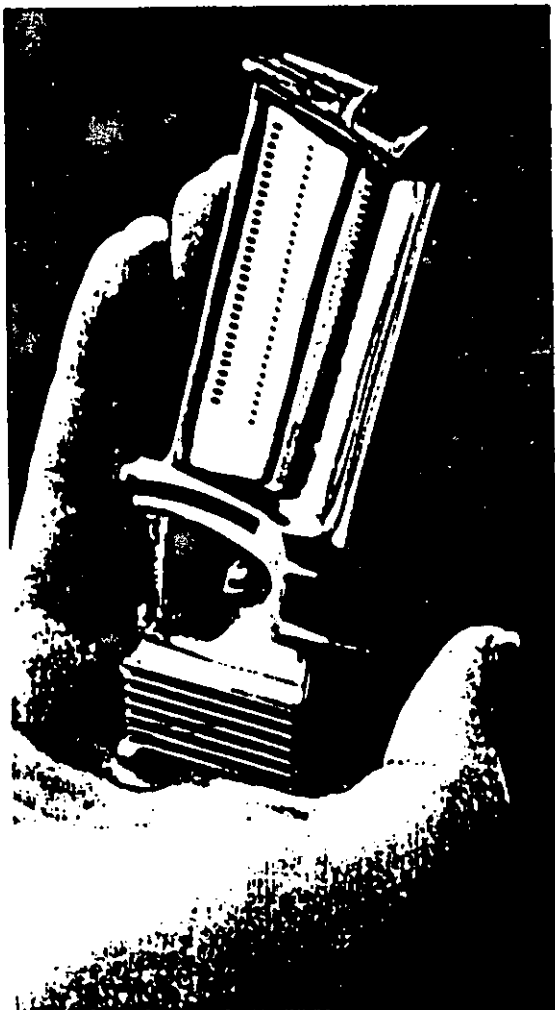


Figure 2.11 Percentage efficiency of external combustion energy conversion systems (after Leitz (1962))

- | | |
|------------------|-------------------------------------|
| A Savery, 1698 | G Triple expansion, 1897 |
| B Newcomen, 1712 | H Parsons' turbine, 1910 |
| C Watt, 1777 | I High-pressure steam turbine, 1930 |
| D Watt, 1796 | J High-pressure steam turbine, 1935 |
| E Cornish, 1837 | K Gas turbine, or fuel cell? |
| F Cornish, 1846 | |

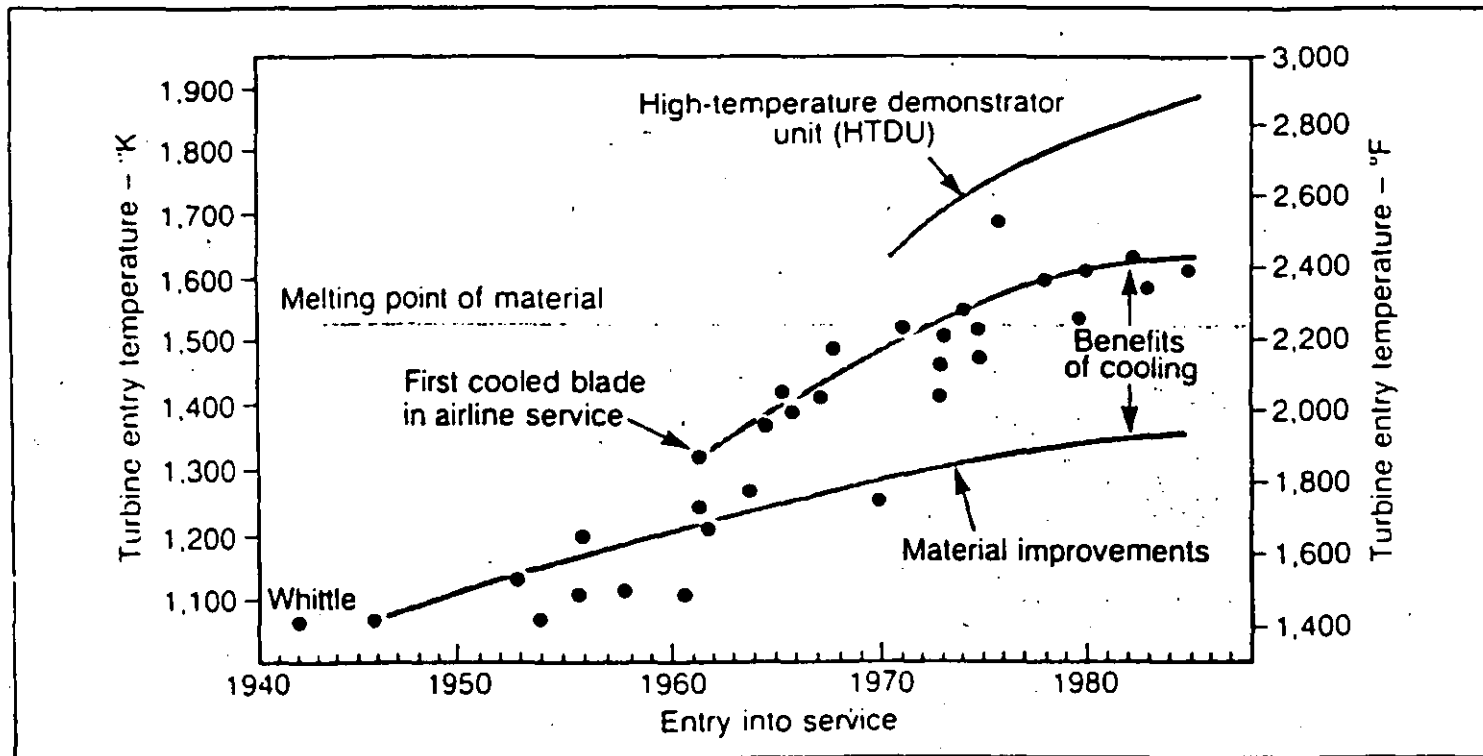
CALIDAD TOTAL Y
CONSOLIDACION TECNOLOGICA DEL PRODUCTO
INTRODUCCION



This RB211 turbine blade
extracts 500 hp from a
combustion gas stream hotter
than its melting point and lasts
for some five million miles.

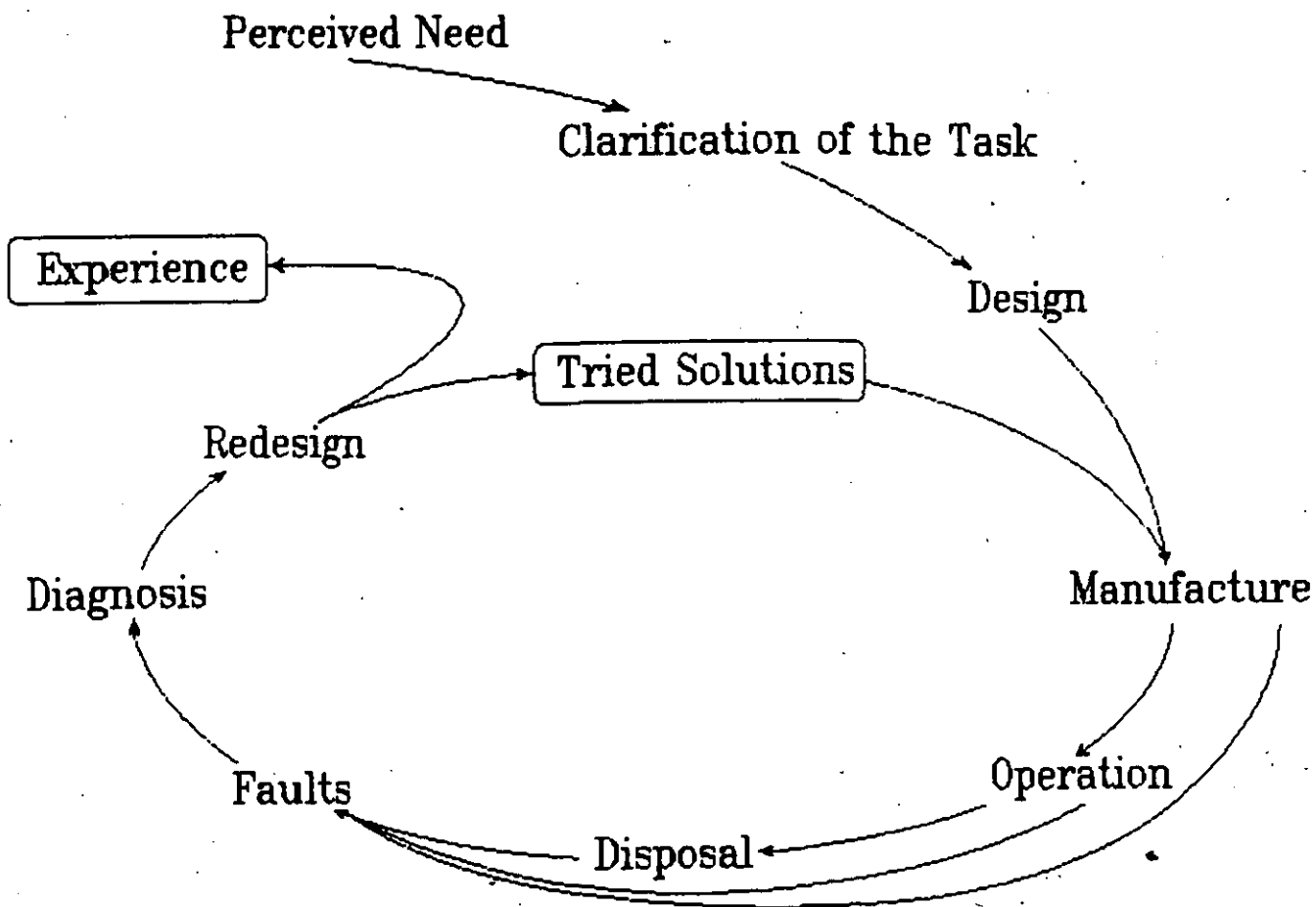
CALIDAD TOTAL Y CONSOLIDACION TECNOLOGICA DEL PRODUCTO INTRODUCCION

*Increase in operating temperature
of Rolls-Royce turbines: showing the benefits
of blade cooling*

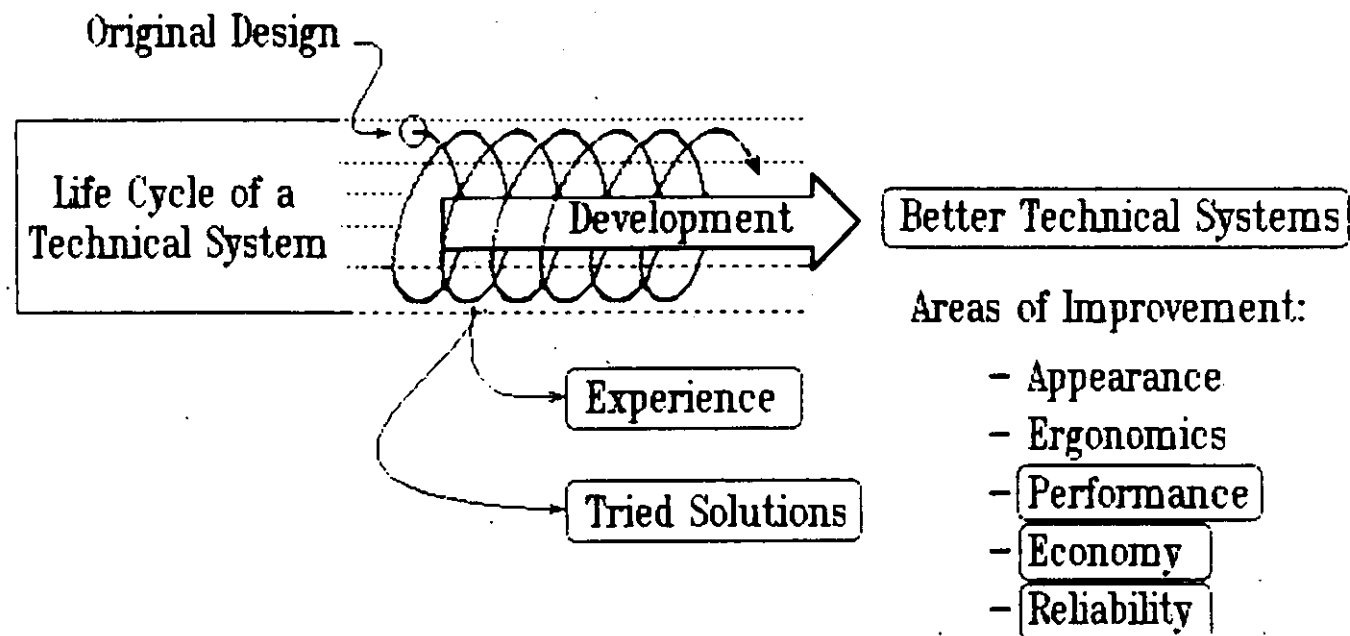


CALIDAD TOTAL Y CONSOLIDACION TECNOLOGICA DEL PRODUCTO INTRODUCCION

El Ciclo de Vida de un Producto



CALIDAD TOTAL Y CONSOLIDACION TECNOLOGICA DEL PRODUCTO INTRODUCCION



CALIDAD TOTAL Y CONSOLIDACION TECNOLOGICA DEL PRODUCTO INTRODUCCION

- ESPECIFICACIONES DE DISEÑO: RUBROS PRINCIPALES

- GEOMETRIA
- CINEMATICA
- FUERZAS
- ENERGIA
- MATERIAL
- SEÑALES
- SEGURIDAD
- ERGONOMIA
- PRODUCCION
- CALIDAD, ENSAMBLE, TRANSPORTE, OPERACION MANTENIMIENTO, COSTOS, PROGRAMAS Y CALENDARIO.
- TAMAÑO, DIMENSIONES, REQUERIMIENTOS DE ESPACIO.
- MOVIMIENTOS PRINCIPALES Y RELATIVOS, VELOCIDADES, ETC.
- DIRECCION, MAGNITUD, FRECUENCIA, PESO.
- EFICIENCIA PERDIDAS, VENTILACION, ESTADO, PRESION, TEMPERATURA, CALENTAMIENTO, ENFRIAMIENTO, SUMINISTRO, CAPACIDAD, CONVERSION.
- TRANSPORTE, PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS, PROCESADO.
- ENTRADAS, SALIDAS, DESPLEGAR, CONTROL.
- TOXICOS, PROTECCION, SEÑALAMIENTOS
- RELACIONES E INTERFACES HOMBRE-MAQUINA
- LIMITACIONES, DIMENSIONES MAXIMAS, PROCESOS PROCESOS PREFERIBLES.

COMPAÑIA		ESPECIFICACION	PAGINA
-----------------	--	-----------------------	---------------

CAMBIOS	R L	REQUERIMIENTOS	RESPONSABLE
----------------	----------------	-----------------------	--------------------

--	--	--	--

	REEMPLAZA	EMISION	
--	------------------	----------------	--

**CALIDAD TOTAL Y
CONSOLIDACION TECNOLOGICA DEL PRODUCTO
INTRODUCCION**

CONTROLANDO LA ECONOMIA, RENDIMIENTO Y CONFIABILIDAD

- POR PRUEBA Y ERROR
- POR EXPERIENCIA
- POR CONOCIMIENTOS

**CALIDAD TOTAL Y
CONSOLIDACION TECNOLOGICA DEL PRODUCTO
*INTRODUCCION***

COMO SE GENERA EL CONOCIMIENTO

- PRUEBA Y ERROR

+ EXPERIENCIA

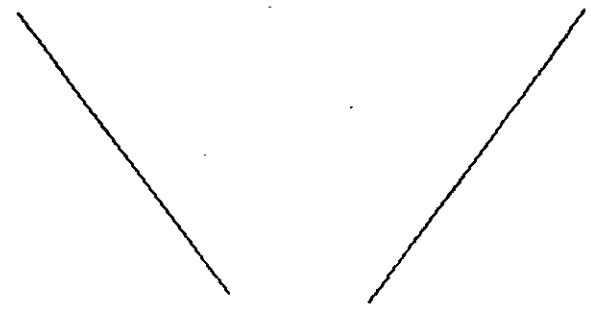
+ PENSAMIENTO ANALITICO

CONCEPTO UNIFICADOR

**CALIDAD TOTAL Y
CONSOLIDACION TECNOLOGICA DEL PRODUCTO
INTRODUCCION**

QUE SE TIENE EN DISEÑO?

- EXPERIENCIA + RESULTADOS



CONCEPTO UNIFICADOR

- PRINCIPIOS DE DISEÑO

**CALIDAD TOTAL Y
CONSOLIDACION TECNOLOGICA DEL PRODUCTO
INTRODUCCION**

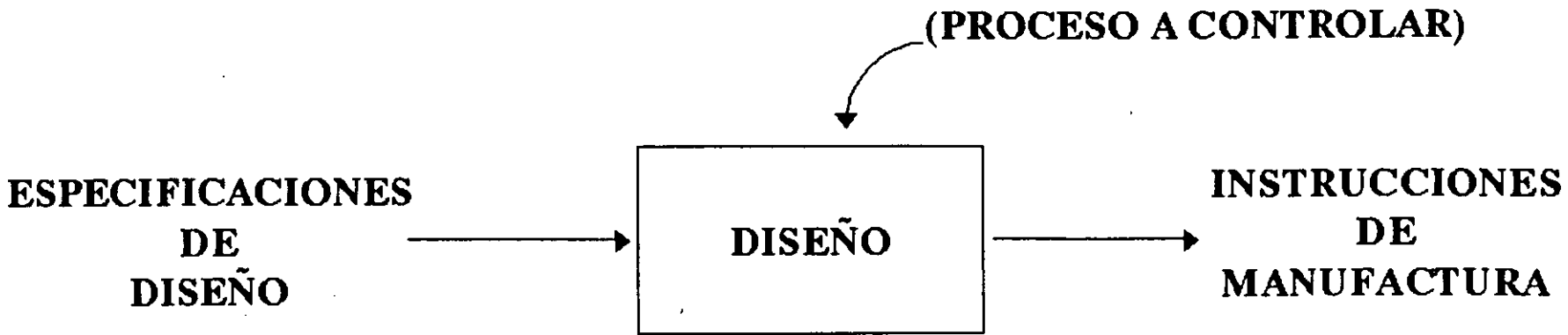
Las Fuentes de Experiencia

Base de Datos 1- Bibliografía sobre el tema 1886-1990

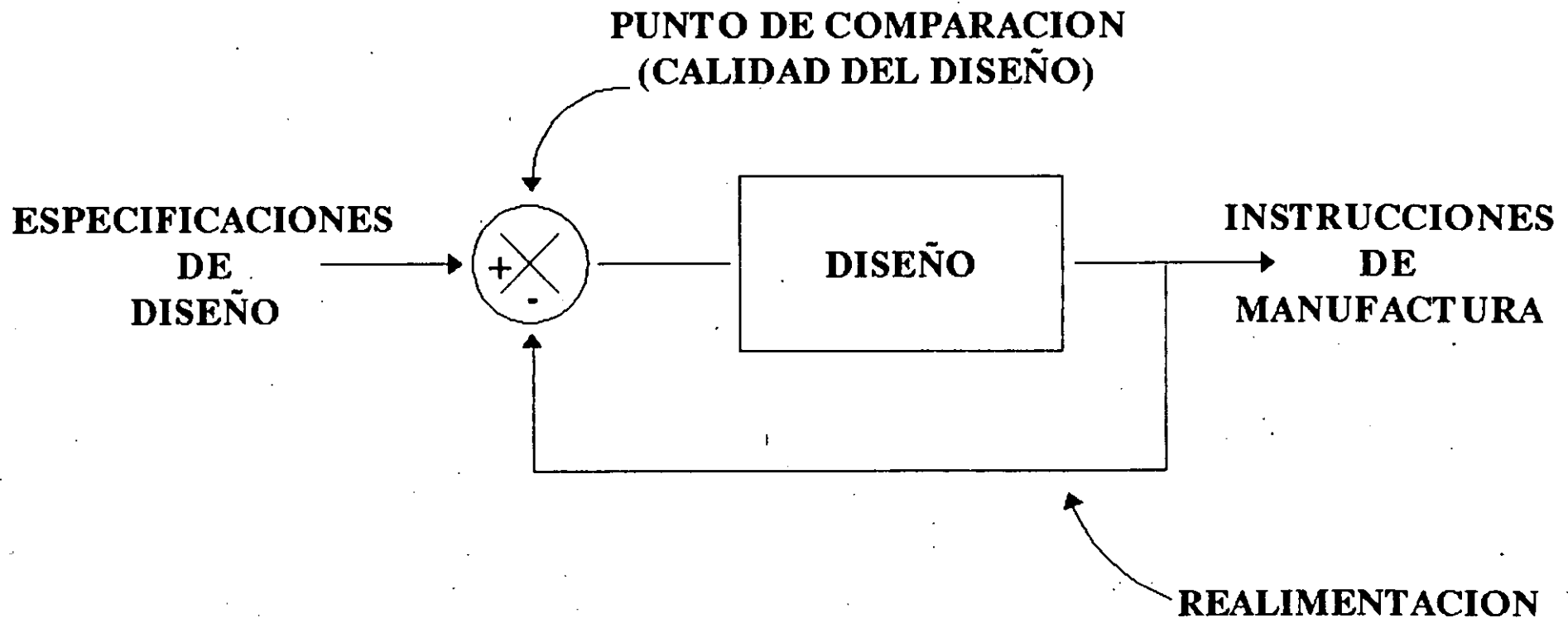
Base de Datos 2 - Influencia relativa de autores en el campo

Base de Datos 3 - Guias de Diseño

**CALIDAD TOTAL Y
CONSOLIDACION TECNOLOGICA DEL PRODUCTO**
DEFINICIONES - DISEÑO



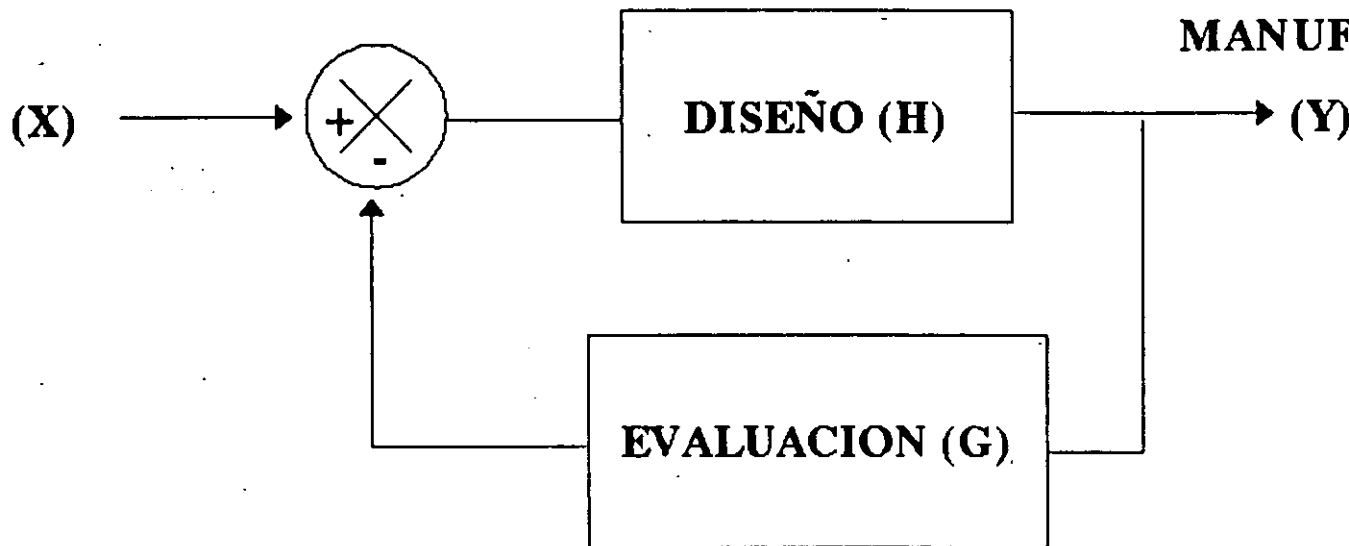
**CALIDAD TOTAL Y
CONSOLIDACION TECNOLOGICA DEL PRODUCTO
DEFINICIONES - CALIDAD DEL DISEÑO**



**CALIDAD TOTAL Y
CONSOLIDACION TECNOLOGICA DEL PRODUCTO
DEFINICIONES - CALIDAD INHERENTE Y CONVERGENCIA**

**ESPECIFICACIONES
DE
DISEÑO**

**INSTRUCCIONES
DE
MANUFACTURA**



$$\frac{Y}{X} = \frac{H}{I+GH} \approx \frac{H}{GH} = \frac{I}{G}$$

PARA GH >> 1

**DETERMINACION DE LA
CALIDAD INHERENTE DEL
PRODUCTO**

51

**CALIDAD TOTAL Y
CONSOLIDACION TECNOLOGICA DEL PRODUCTO
*DEFINICIONES - PRINCIPIOS DE DISEÑO***

LOS PRINCIPIOS DE DISEÑO SON UN CONJUNTO DE ENUNCIADOS QUE DESCRIBEN LAS CUALIDADES INHERENTES DE UN SISTEMA TECNOLOGICO, Y CUYA APLICACION CONDUCE A PRODUCTOS DE ALTA ECONOMIA, RENDIMIENTO Y CONFIABILIDAD

LOS PRINCIPIOS DE DISEÑO SON:

SIMPLICIDAD, CLARIDAD Y UNIDAD

**CALIDAD TOTAL Y
CONSOLIDACION TECNOLOGICA DEL PRODUCTO
*DEFINICIONES***

**Los Principios Fundamentales de la
Ingeniería de Diseño**

Simplicidad - Reducción a lo esencial

Claridad - Precisión en la aplicación

Unidad - Participación balanceada y homogénea

**CALIDAD TOTAL Y
CONSOLIDACION TECNOLOGICA DEL PRODUCTO
*DEFINICIONES - SIMPLICIDAD***

PRINCIPIO DE SIMPLICIDAD

- EL NUMERO DE COMPONENTES EN UN SISTEMA TECNOLOGICO DEBE SER EL MINIMO QUE GARANTICE SU CALIDAD DE DISEÑO

COROLARIO

- TODO COMPONENTE SUPERFLUO DEBE SER ELIMINADO

CALIDAD TOTAL Y
CONSOLIDACION TECNOLOGICA DEL PRODUCTO
DEFINICIONES - CLARIDAD

PRINCIPIO DE CLARIDAD

- EL GRADO DE INTERDEPENDENCIA FISICA Y FUNCIONAL ENTRE LOS COMPONENTES DE UN SISTEMA TECNOLOGICO DEBE SER EL REQUERIDO PARA GARANTIZAR SU CALIDAD DE DISEÑO

COROLARIO

- LA INTERDEPENDENCIA FISICA Y FUNCIONAL PUEDE SER CONTROLADA DIVIDIENDO O UNIENDO COMPONENTES

**CALIDAD TOTAL Y
CONSOLIDACION TECNOLOGICA DEL PRODUCTO
*DEFINICIONES - UNIDAD***

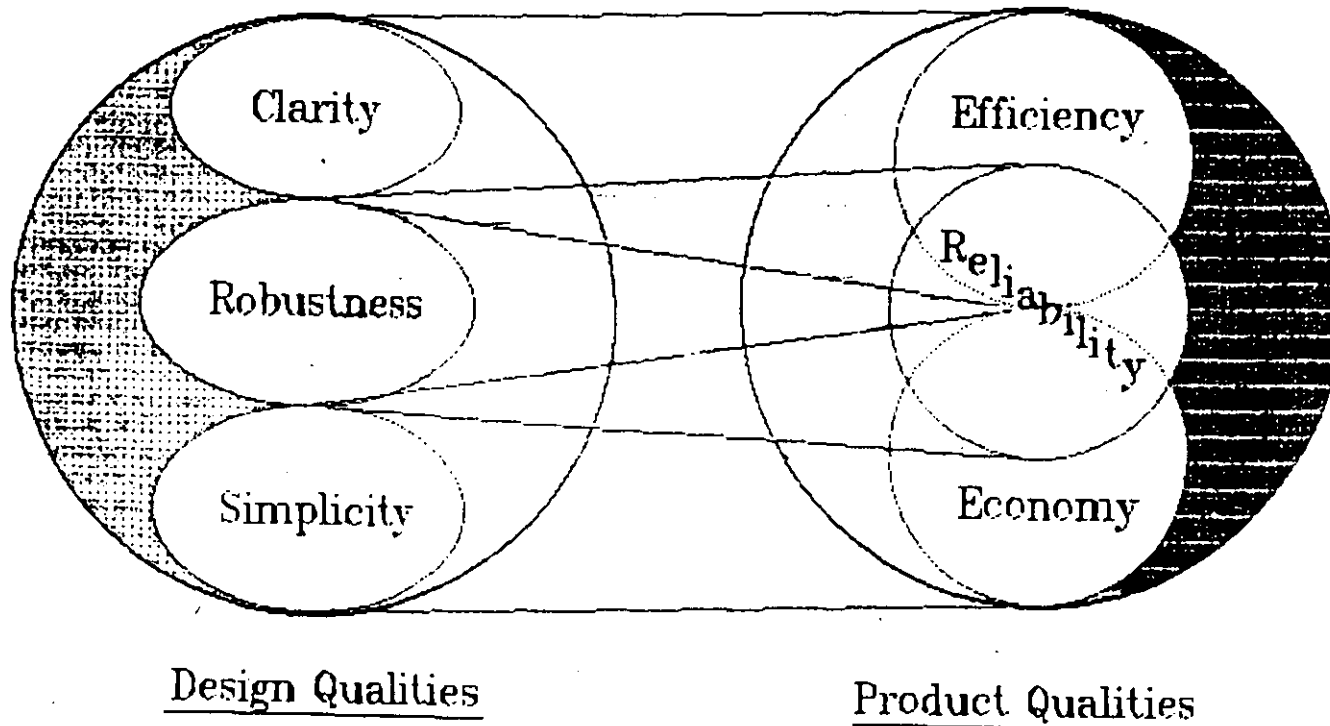
PRINCIPIO DE UNIDAD

- LA CONTRIBUCION RELATIVA QUE CADA COMPONENTE HACE A LA CALIDAD DEL DISEÑO DE UN SISTEMA TECNOLOGICO DEBE SER LA MISMA.

COROLARIO

- TODA DISPARIDAD ENTRE LA CONTRIBUCION RELATIVA HECHA POR LOS COMPONENTES DE UN SISTEMA TECNOLOGICO DEBE SER ELIMINADA A MENOS QUE SE EMPLEE COMO FUSIBLE.

CALIDAD TOTAL Y CONSOLIDACION TECNOLOGICA DEL PRODUCTO *DEFINICIONES*



CALIDAD TOTAL Y
CONSOLIDACION TECNOLOGICA DEL PRODUCTO
DEFINICIONES

SISTEMA TECNOLOGICO:

TODO PRODUCTO CUYA OPERACION
INVOLUCRE EL CONSUMO O MANIPULACION
DE CANTIDADES SIGNIFICATIVAS DE
ENERGIA

25

**CALIDAD TOTAL Y
CONSOLIDACION TECNOLOGICA DEL PRODUCTO
*DEFINICIONES - INTERACCIONES***

INTERACCIONES

SE DICE QUE DOS SISTEMAS O COMPONENTES INTERACTUAN SI ENTRE ELLOS SE TRANSFIERE ENERGIA O CAPACIDAD DE REACCION QUIMICA.

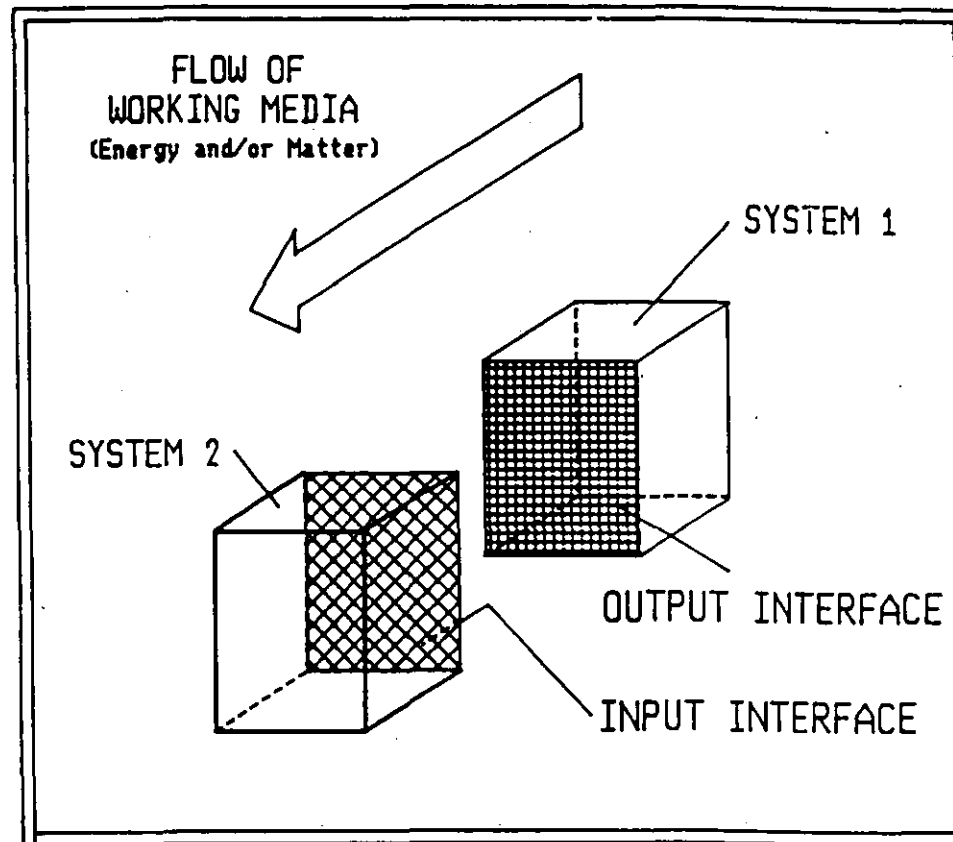
- LAS INTERACCIONES ENTRE SISTEMAS SON LA BASE DEL MODELO A USAR.

CALIDAD TOTAL Y
CONSOLIDACION TECNOLOGICA DEL PRODUCTO
OPTIMIZACION DE SUB-ENSAMBLES - CRITERIOS

CRITERIOS DE UNIDAD

- TODO COMPONENTE DEBE TENER LA MISMA RESISTENCIA
- LAS PARTES DEBEN SER INTERCAMBIABLES A LO LARGO DE TODA LINEA DE PRODUCTOS
- TODO COMPONENTE DEBE TENER EL MISMO ESTATUS, Y TODO SUBENSAMBLE TAMBIEN
- TODOS LOS COMPONENTES DEBEN TENER EL MINIMO NUMERO DE INTERFACES

CALIDAD TOTAL Y CONSOLIDACION TECNOLOGICA DEL PRODUCTO *MODELADO DEL PRODUCTO*






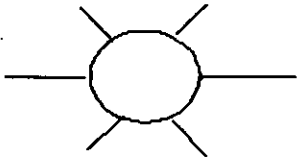
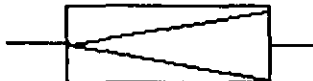
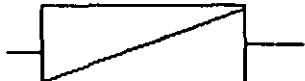
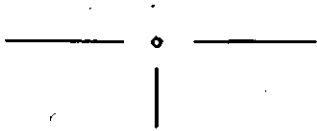
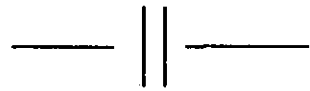


**CALIDAD TOTAL Y
CONSOLIDACION TECNOLOGICA DEL PRODUCTO
*DEFINICIONES - INTERACCION ESPONTANEA***

DOS SISTEMAS INTERACTUARAN ESPONTANEAMENTE SI:

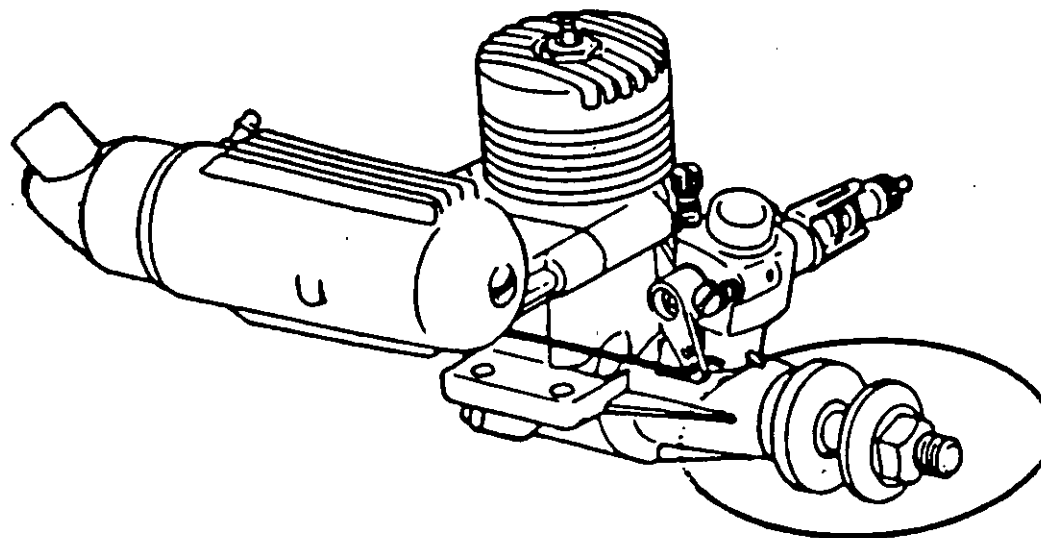
- 1.- EXISTE POTENCIAL ENERGETICO ENTRE ELLOS
- 2.- SON COINCIDENTES EN ESPACIO
- 3.- SON COINCIDENTES EN TIEMPO
- 4.- MANEJAN LA MISMA RELACION FUERZA-DISTANCIA
- 5.- OPERAN CON EL MISMO MEDIO DE TRABAJO

**CALIDAD TOTAL Y
CONSOLIDACION TECNOLOGICA DEL PRODUCTO
MODELADO - ELEMENTOS**

FUENTE		SUMIDERO	
CANAL		 AISLAMIENTO	
DEPOSITO		DISIPADOR	
TRANSFORMADOR		CONVERTIDOR	
NODO		INTERFACE	

**CALIDAD TOTAL Y
CONSOLIDACION TECNOLOGICA DEL PRODUCTO
*EJEMPLOS***

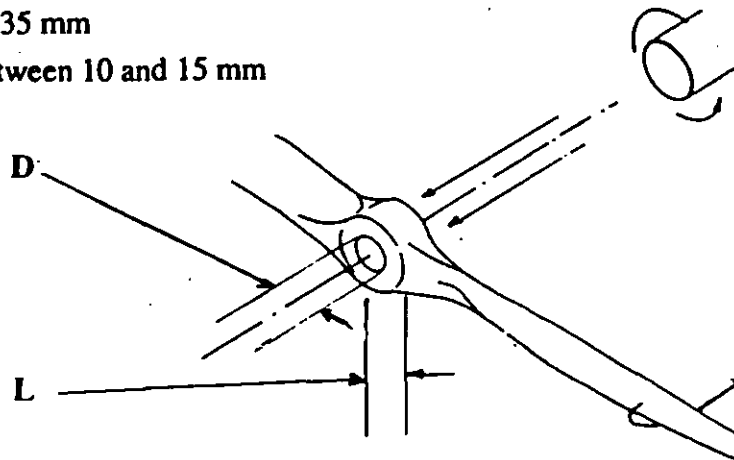
El Producto a Analizar



CALIDAD TOTAL Y CONSOLIDACION TECNOLOGICA DEL PRODUCTO *EJEMPLOS*

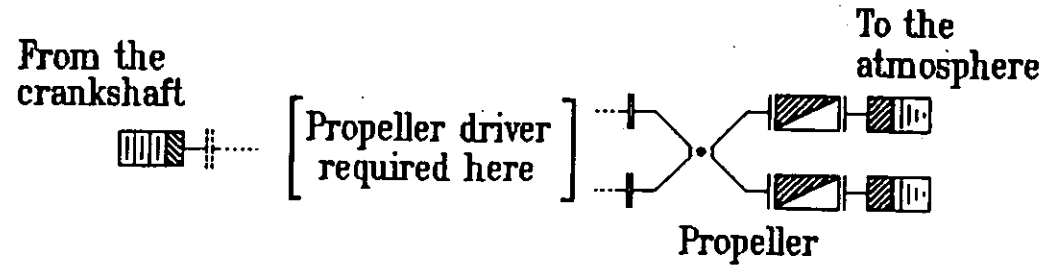
A standard propeller has to be used, therefore:

- Propeller should be held from both sides
- Diameter D should be 6.35 mm
- Distance L should be between 10 and 15 mm



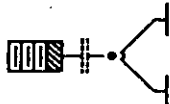

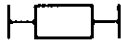

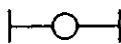
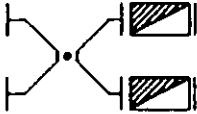

Configuration-determining requirements
and constraints for a propeller drive

CALIDAD TOTAL Y CONSOLIDACION TECNOLOGICA DEL PRODUCTO *EJEMPLOS*



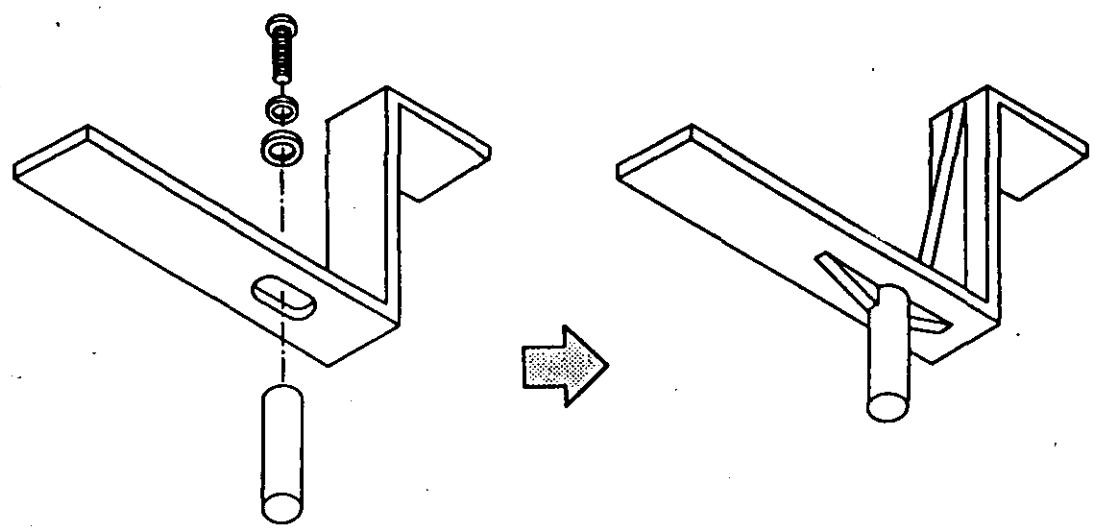
Model of configuration-determining limits

CALIDAD TOTAL Y CONSOLIDACION TECNOLOGICA DEL PRODUCTO MODELADO DEL PRODUCTO

Part	Representation	Interfaces	Characteristics
Crankshaft		1 virtual 2 real	Infinite energy source delivered by 2 surfaces.
Propeller driver		2 real	Transformation of lever ratio.
Stud		2 real	Conduction of torque between two points.
Nut		2 real	Transformation of pressure distribution.
Elastic part		2 real	Storage of tightening force in elastic medium.
Propeller		2 real 2 active	Conversion of rotating energy into thrust.
The atmosphere		2 active	Infinite energy sink receiving engine thrust.

Interpretation of drive "A" modified model

CALIDAD TOTAL Y CONSOLIDACION TECNOLOGICA DEL PRODUCTO OPTIMIZACION DE SUB-ENSAMBLES



Five Parts

One Part

**CALIDAD TOTAL Y
CONSOLIDACION TECNOLOGICA DEL PRODUCTO
OPTIMIZACION DE SUB-ENSAMBLES - CRITERIOS**

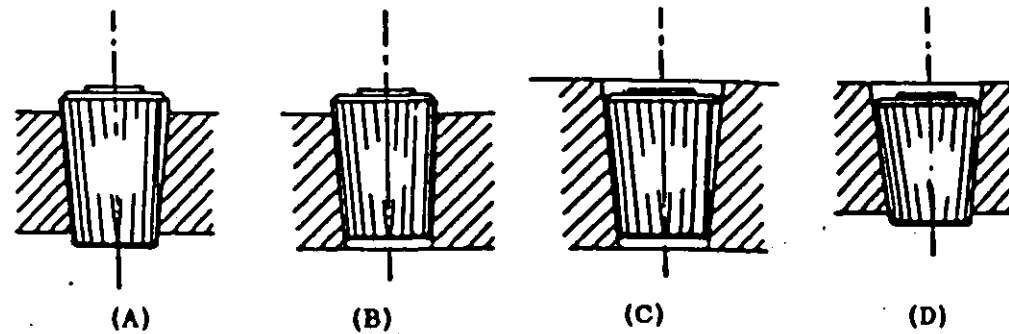
CRITERIOS DE SIMPLICIDAD

- REDUCIR EL NUMERO DE PARTES, INTERFACES Y ELEMENTOS
- ELIMINAR ELEMENTOS REDUNTANTES DEL PRODUCTO

CRITERIOS DE CLARIDAD

- ASIGNE LA DISIPACION DE ENERGIA A UN COMPONENTE INDEPENDIENTE
- SI UNA DEBILIDAD NO PUEDE ELIMINARSE, SEPARESE LA SOLUCION
- COLOQUE LAS PIEZAS SUJETAS A DESGASTE AL FINAL DE LA CADENA DE ENSAMBLE
- NO TRANSPORTAR CARGAS A TRAVES DE PARTES CON MOVIMIENTO RELATIVO
- ASEGURESE DE QUE HALLA SOLO UNA INTERFACE CADA INTERFACE

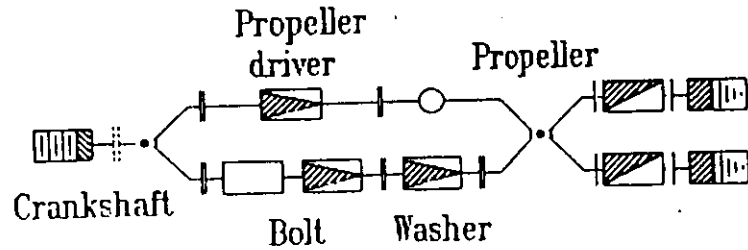
CALIDAD TOTAL Y
CONSOLIDACION TECNOLOGICA DEL PRODUCTO
OPTIMIZACION DE PARTES INDIVIDUALES



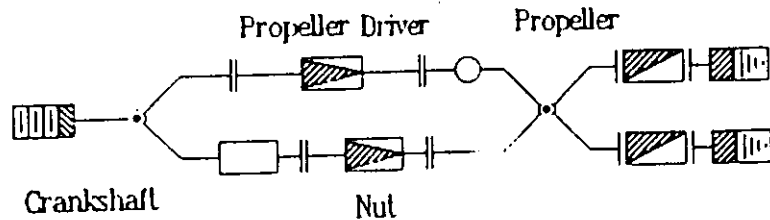
Disposicion de juntas conicas

CALIDAD TOTAL Y CONSOLIDACION TECNOLOGICA DEL PRODUCTO EJEMPLOS

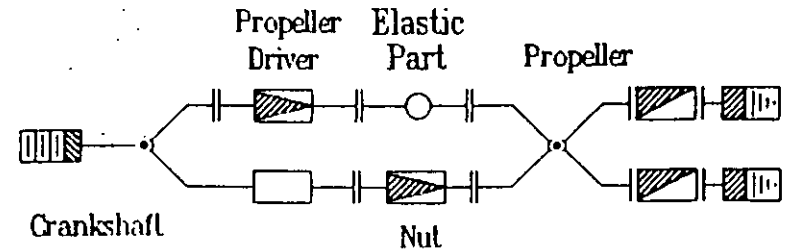
Propeller Drive "A"



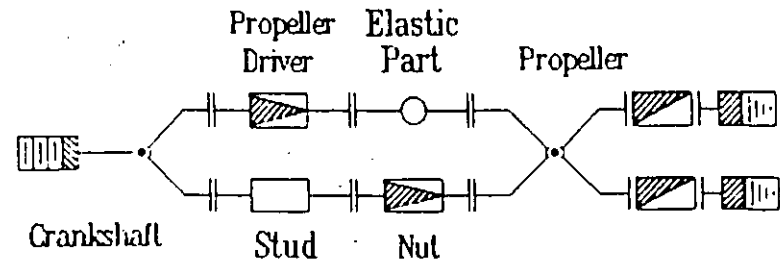
Simplicity



Clarity



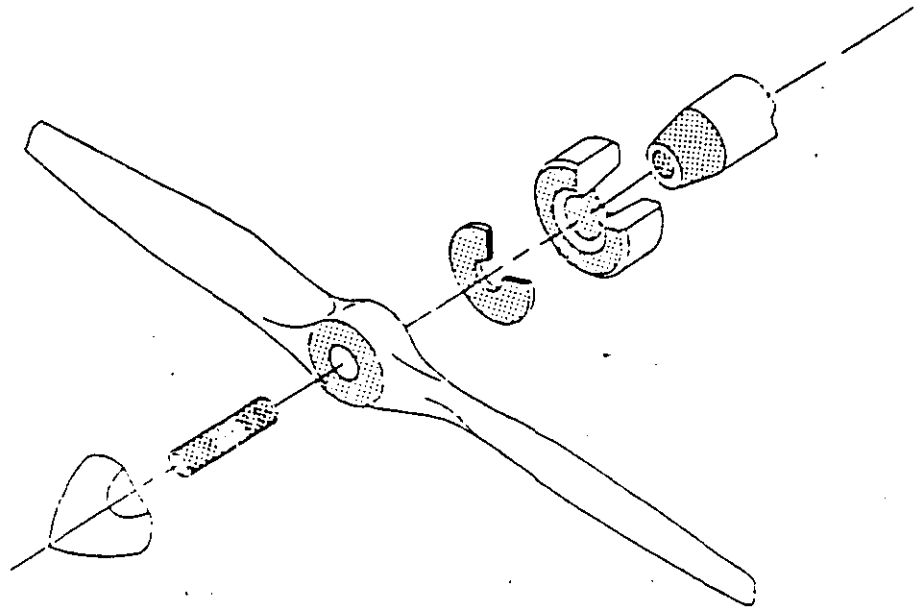
Unity



Changes undergone by drive "A"

CALIDAD TOTAL Y CONSOLIDACION TECNOLOGICA DEL PRODUCTO

EJEMPLOS



Propeller drive modified after its evaluation using the embodiment principles

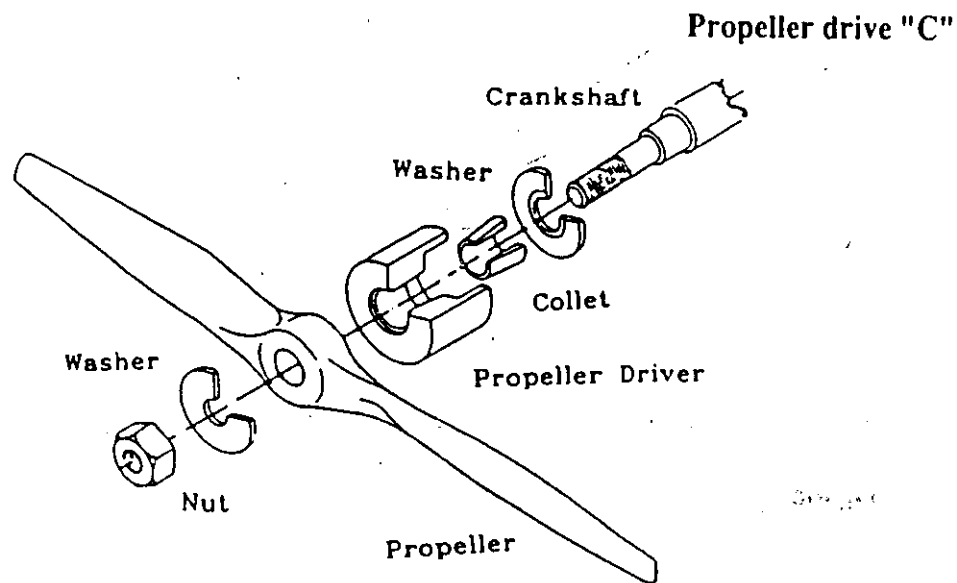
**CALIDAD TOTAL Y
CONSOLIDACION TECNOLOGICA DEL PRODUCTO
*EJEMPLOS***

- Motor de Aeromodelismo

- Eje de Ferrocarril

- Válvula Hidráulica

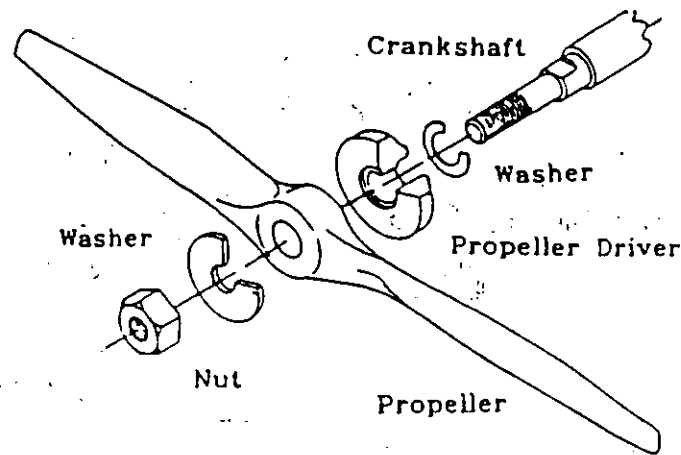
CALIDAD TOTAL Y CONSOLIDACION TECNOLOGICA DEL PRODUCTO EJEMPLOS



Two additional propeller drives

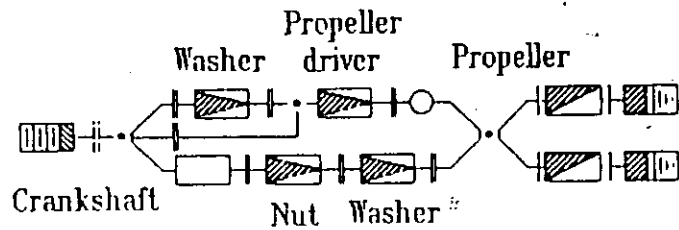
CALIDAD TOTAL Y CONSOLIDACION TECNOLOGICA DEL PRODUCTO *EJEMPLOS*

Propeller drive "B"

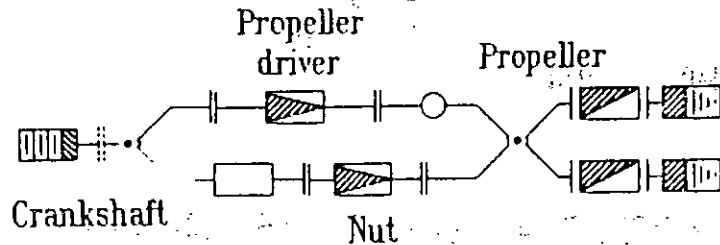


CALIDAD TOTAL Y CONSOLIDACION TECNOLOGICA DEL PRODUCTO EJEMPLOS

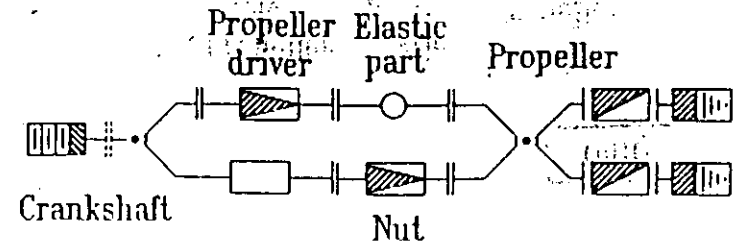
Propeller drive "B"



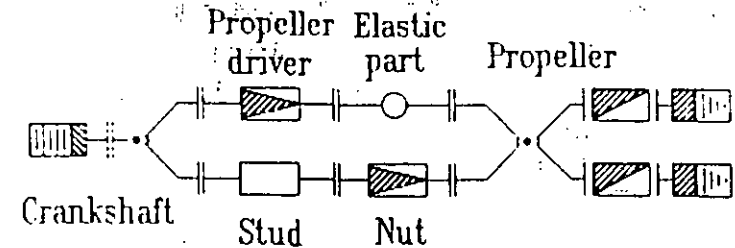
Simplicity



Clarity



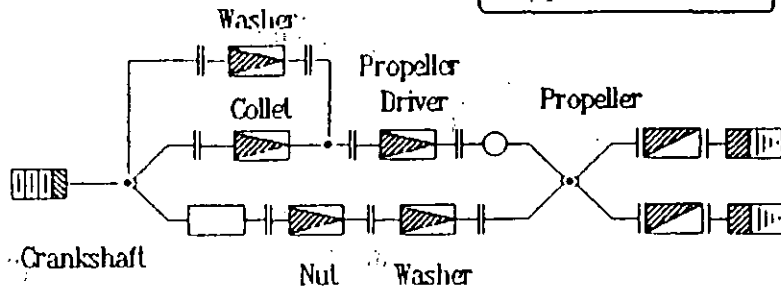
Unity



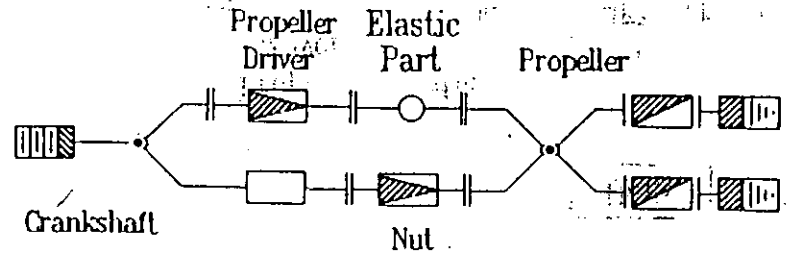
Changes undergone by drive "B"

CALIDAD TOTAL Y CONSOLIDACION TECNOLOGICA DEL PRODUCTO EJEMPLOS

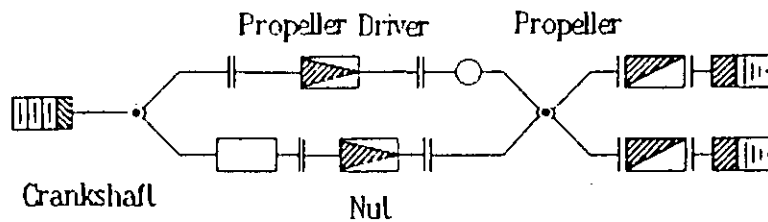
Propeller drive "C"



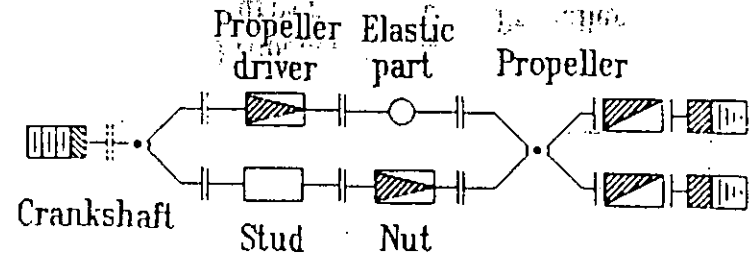
Clarity



Simplicity



Unity



Changes undergone by drive "C"