

300 617
34.
2e.



UNIVERSIDAD LA SALLE

**ESCUELA DE INGENIERIA
INCORPORADA A LA U.N.A.M.**

**DISEÑO DE UNA CARROCERIA PARA
UN VEHICULO DE CIUDAD.**

TESIS PROFESIONAL

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
AREA MECANICA**

**P R E S E N T A :
CARLOS PEREZ ESCOBAR**

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

MEXICO, D. F.,

1986



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

DISEÑO DE UNA CARROCERIA PARA

UN VEHICULO DE CIUDAD

INDICE :

I INTRODUCCION

- Antecedentes
- Diseño Aerodinámico
- Prospectos para el Futuro

II AERODINAMICA

- 1.- Resistencia contra el viento, Factor Cx
- 2.- Diseño de la forma según el Túnel de Viento
 - a) Construcción de un prototipo (modelo)
 - b) Teoría de Modelos
- 3.- Formas Fluidodinámicas
 - a) Líneas de Corriente
 - b) Capa Límite
 - c) Régimen Laminar y Turbulento
 - d) Resistencias de Forma

III ANALISIS ESTRUCTURAL

- 1.- Requerimientos Estructurales de la Carrocería
 - a) Rigidez para Operaciones Normales
 - b) Fatiga adecuada en la duración del vehículo
 - c) Requerimientos de Seguridad
 - d) Costo mínimo y peso
 - e) Estilo y Fabricación
- 2.- Areas que requieren Análisis Estructural
 - a) Miembros Estructurales de Carrocería
 - b) Cargas básicas de la Carrocería
 - c) Juntas Críticas
 - d) Vigas
 - e) Asientos, Accesorios, Instrumentos

IV MATERIALES

- Carrocerías de Lámina de Acero, Plástico y -
Fibra de Vidrio.
- Soldadura de la Carrocería

V TREN DE FUERZA

VI CONCLUSIONES

INTRODUCCION

ANTECEDENTES:

Debido a la importancia que tiene el transporte, el automóvil ha sido escogido como el medio de transporte - más cómodo y seguro por sus muchas ventajas.

Remontándose a principios de siglo, el poseer un auto-móvil era una novedad, y no se consideraba como un medio de transporte seguro, debido a múltiples factores y aunando a que no existían caminos adecuados, ni los automóviles estaban provistos para recorrerlos.

Sin embargo fue tomando poco a poco gran importancia hasta el momento en que se deberían diseñar las ciudades con calles para automóviles, (dado que nuestros antepasados no se imaginarían la trascendencia e impor-tancia que llegaría a tener el automóvil), ya que en la actualidad el automóvil forma parte de nuestra vida --diaria como un medio de transporte, debido a que se --consideraba sólo como un lujo.

El concepto de carrocerías ha cambiado tantas veces como se han descubierto algunos parámetros para la mejo-ría de su funcionamiento. Hasta hace relativamente - poco tiempo los automóviles eran construidos con moto-res muy potentes y muy pesados sin tomar en cuenta su consumo, pero posterior al aumento de precio de combustible se hizo necesario conocer bien el efecto de arrastre aerodinámico sobre la economía de combustible, ya que se encontró que aplicando ciertas formas a los ---vehículos se reducía notablemente el consumo de combustible.

BREVE HISTORIA DEL AUTOMOVIL

El término automovilismo indica todo lo que hace referencia a los vehículos automóviles y a su empleo práctico, reúne los problemas de la técnica de fabricación, desde el proyecto hasta las pruebas, los económicos y de organización relativos a los costos, a la producción y a los sistemas de venta. la técnica y la afición de conducción, el estudio de las condiciones, incluso psicológicas, que este medio impone a los individuos y a la sociedad, argumentos todos ellos que implican una serie de capítulos aparte.

El automóvil en el significado que aún hoy posee, es decir, medio de transporte individual, deriva de las experiencias llevadas a cabo por los pioneros del transporte por carretera con medios colectivos, como las diligencias accionadas por motores de vapor, molestas ya veces antiestéticas aunque eficientes (basta recordar los breaks de doce plazas de Amedée Bollée). El desarrollo del automovilismo no parece deberse a exigencias objetivas o a una investigación sistemática, sino que más bien es fruto del ingenio y de la iniciativa de mecánicos apasionados, entre los primeros de los cuales figuran Gottlieb Daimler y Karl Benz. Fue determinante la disponibilidad de un motor de nueva concepción (por mérito de Lenoir): el motor de explosión.

Concebido como motor industrial de puesta en marcha rápida y prestaciones más elásticas respecto de las máquinas de vapor, el motor alternativo de ciclo de Otto se prestó a ser construido según formas compactas, poco embarazosas y bastante ligeras. Sin embargo, la reducida potencia de los primeros motores, todos de bajo número de revoluciones, tan sólo permitió su empleo en vehículos ligeros: los primeros coches automotores con motor de explosión -- fueron, en efecto, triciclos de dos o máximo de tres plazas, adecuados tan sólo para recorridos poco accidentados. El triciclo de K. Benz (1886) pesaba 250 kg. y estaba accionado por un motor de 1.140 cc, que suministraba una potencia de 3 CV a 400 rpm. Cuando se adoptaron los vehículos de cuatro ruedas, más pesados, las características de los motores no variaron; el Daimler de 1896 tenía un motor de 462 cc que daba 1.1 CV a 650 rpm y el Benz de 1894 tenía motor de 1.140 cc que daba 3,5 CV a 750 rpm.

Es de observar que Daimler y Benz poseían concepciones bastante diferentes. Mientras el primero estaba más apegado al pasado y perfeccionaba el motor para aplicarlo a medios diversos y aún muy pesados (carros, pequeñas locomotoras, barcas, etc.) Benz apuntó al estudio de un motor exclusi-

vamente para vehículos de tres o cuatro ruedas, de peso -
razonable que, incluso dotados de motores de bajo régi-
men de revoluciones (500-600 rpm.), poseían prestaciones
considerables para aquellos tiempos. El Benz de 1893 al-
canzaba los 30 km/h y, provisto de un cambio de tres velo-
cidades, superaba cualquier pendiente del camino, aunque
al paso de un hombre y frecuentemente ayudado por los pa-
sajeros, que empujaban pie a tierra, listos para accionar
la palanca de emergencia si el motor se paraba o no tenía
fuerza suficiente.

El Daimler y el Benz pasaron con éxito a Gran Bretaña y a
Francia. Aquí la fábrica Panhard-Levassor adquirió la pa-
tente de Daimler, completaba por Maybach con el carburador
de flotador, y, aportando innovaciones fundamentales, in-
trodujo en el mercado un producto muy mejorado, contribu-
yendo junto con Peugeot y De Dion a la difusión del auto-
móvil .

UN PRODUCTO DE ARTESANIA

La relación entre potencia y cilindrada se mantuvo con va-
lores bajos hasta los años veinte; lo cual, unido a los -
altos costos derivados de la característica de producto -

de artesanía fue decisivo para el afianzamiento del automóvil como medio privado. Por este carácter artesanal, - por la novedad de sus soluciones técnicas y por el continuo desafío a la habilidad del conductor, los orígenes - del automovilismo estuvieron rodeados de un fenómeno de -- élite. En efecto, los primeros automóviles eran máquinas de puesta en marcha difícil y fatigosa (la primera aplicación de la puesta en marcha eléctrica data de 1912), carburación y encendido dificultoso (la adopción del carburador de cuba y del distribuidor de encendido data de los - años diez), escasa maniobrabilidad y estabilidad, así como frenado insuficiente (también la adopción de amortiguadores y la sustitución de los frenos de cinta por los de tambor son de la misma época), propensos a las averías y que recorrían caminos polvorientos y frecuentemente deficientes. Pero estos automovilistas, equipados igual que - para una travesía polar (piénsese que el primer parabrisas fue montado por la Mors en 1905, el primer limpiaparabrisas en 1910, y los primeros vidrios de seguridad en 1912, pero generalizados tan sólo en 1930), probaban el placer de cansancio, de la superación del miedo, de la solución de una avería y de la lucha contra los tutores del orden y los adversarios del automóvil.

Dado su carácter artesanal, los coches construidos hasta los primeros años del siglo XX adoptaron carrocerías derivadas o inspiradas en prestigiosos modelos de coches de caballos. Los carroceros de entonces, constructores de coches de caballos o discípulos de éstos (Labourdette, Kellner, Rotschild, Boulgne, Jeantaud y otros), impusieron modelos y nombres tradicionales; la tradición de asignar a los tipos de carrocerías nombres de modelos de coches de caballos (cabriolet, break, landau, phaeton, coupe, berlina, etc.) continuó incluso cuando los automóviles pasaron a ser conceptualmente distintos de aquéllos. Sin embargo, hay que llegar al Mercedes 35, carrozado y puesto a punto por Wilhelm Maybach en 1901, para hablar de un automóvil en sentido moderno. No obstante, durante mucho tiempo las carrocerías se inspiraron en criterios de lujo, comodidad y representatividad propios de los coches de caballos. A comienzos del siglo XX, los constructores aseguraban que se podía descender de los automóviles con carrocería cerrada sin bajar la cabeza. Este aspecto influyó en parte en el traje automovilístico de la época y, dentro de ciertos límites, también en la reacción psicológica de la mayoría, que veían en el nuevo medio un símbolo negativo del desarrollo social.

Los nuevos medios de transporte a motor, además, se presentaban como temible competencia para los servicios de transporte público y privado mediante caballos y, por tanto, también eran combatidos en este sentido. Por otra parte, un problema de costos, y por consiguiente, de dificultad de difusión, caracterizó los primeros pasos del automovilismo; durante algunos decenios, los automóviles representaron un símbolo de prestigio para sus propietarios quienes constituían un grupo seleccionado, homogéneo bajo diversos aspectos, como ambiente social, nivel cultural y gustos.

En aquellos años, la idea del automóvil venía asimilada - sobre todo a las ciudades de expansión urbana y tecnológica; además, la difusión de las competiciones deportivas - creó una masa de apasionados que se identificaban con los afortunados poseedores y pilotos del vehículo que se estaba convirtiendo en el símbolo de la nueva era de la técnica. Se tuvo conciencia de que el automovilismo podía interesar no ya a una reducida élite, sino también a algunos sectores de la clase trabajadora, a condición de aumentar la producción y reducir sus costos.

Así el nuevo producto fue juzgado por empresarios avispa-
dos como un futuro producto de masas; esto provocó al --
. principio, en los países industrializados, la aparición -
de gran número de talleres para la fabricación de piezas
y su respectivo montaje y, más tarde, para la fabricación
casi completa de automóviles.

Algunas de estas firmas tuvieron una vida más bien breve,
pero muchas de ellas obtuvieron cierto éxito.

NOMENCLATURA

Sistema métrico-o-(Sistema Inglés)

A= Area proyectada del vehículo en Dirección de Manejo:
 m^2 (Ft²)

a= Aceleración: $\frac{m}{Seg.^2}$ $\frac{(Ft)}{Seg.^2}$

Ca= Coeficiente de Resistencia del aire: $\frac{Kg \cdot seg}{m^2}$
 $\frac{(lb \cdot seg)}{Ft^2}$

ca= Coeficiente de Resistencia del aire: Sin dimensiones

g= Aceleración de la gravedad: $\frac{m}{Seg.^2}$ $\frac{(Ft)}{Seg.^2}$

P= Presión: $\frac{Kg}{m^2}$ $\frac{(lb)}{Ft^2}$

P¹= Presión barométrica: Plg. de mercurio

R= Constante de los gases: 53.3

Ra= Resistencia del aire: Kg (lb)

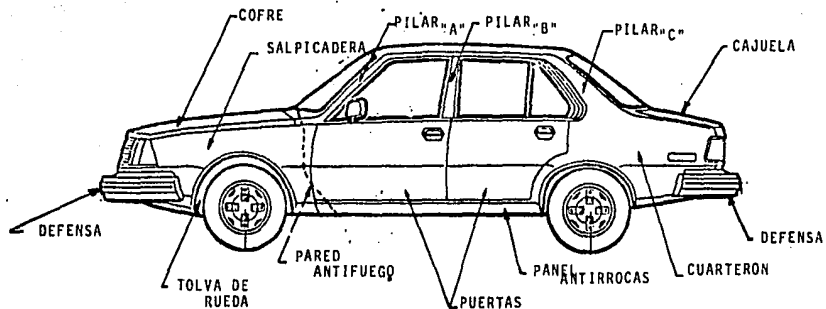
T= Temperatura absoluta (°Rankine)

t= Temperatura: (°Fahrenheit)

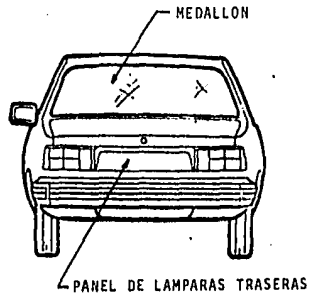
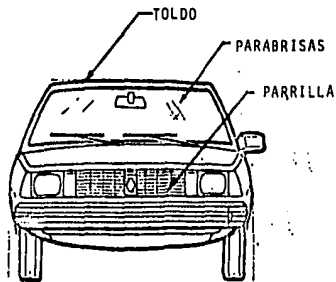
V= Velocidad: Kmph (mph)

Vr= Velocidad relativa del aire: Kmph (mph)

e = Densidad: $\frac{Kg}{m^3}$ $\frac{(lb)}{Ft^3}$



DESCRIPCION DE LA CARROCERIA



DISENO AERODINAMICO

El coeficiente de resistencia, también conocido como coeficiente de penetración, es una figura adimensional. Es una cifra que evalúa el comportamiento de una carrocería en comparación con otra forma diferente, pero no aporta por sí misma un valor absoluto de la resistencia de la carrocería en cuestión. Si se ofrece una superficie plana y rígida al viento, a una velocidad dada, será necesario una fuerza determinada para vencer la tendencia de la superficie a oponerse al viento. La placa plana fue la que los primeros investigadores consideraron la peor forma posible y le fue asignado un valor de 1. Una forma aerodinámica como la de un aeroplano tiene un valor de 0.04. Esto quiere decir que, si presentara la misma superficie frontal al viento que una placa plana, necesitaría tan sólo cuatro -- por ciento de la fuerza necesaria para mantener ésta -- forma frente a la fuerza del aire.

El otro elemento que hay que tener en cuenta además -- del coeficiente de penetración es el área ó superficie frontal.

Multiplicando el área A por el coeficiente de penetración obtenemos la cifra C_dA ; por lo tanto, un automóvil con un coeficiente de penetración de 0.4 y una superficie frontal de 3.5 m^2 tendría la misma C_dA que un automóvil con un coeficiente de penetración de 0.32 y un área frontal de 4.5 m^2 . Esto significa que los dos necesitarían la misma potencia para ir a una velocidad dada con el aire en reposo.

Así pues, podemos ver que un automóvil con un coeficiente de penetración tan bajo como un 0.23 nos ofrece un ahorro sustancial de potencia necesaria y por lo tanto de combustible.

Hasta hoy, los diseñadores de automóviles han intentado crear motores más eficientes y económicos de consumo de combustible.

Efectivamente, éstos motores pueden ser fabricados, - pero resultaría notablemente más rentable reducir las exigencias que las carrocerías actuales imponen a sus motores, y más rápido. El desarrollo de un motor es - bastante costoso y resulta aún mayor su producción, - pero es relativamente barato alterar la carrocería y de hecho esto se viene haciendo año con año, sin embargo, no siempre se ha hecho esto por las mejores razones ya que se encuentra restringido por el deseo de impulsar las ventas más que la eficiencia del diseño.

Si esto se hiciera con arreglo a los dictados de los ingenieros, podría suponer un ahorro de gasolina y de dinero, en lugar de originar un mayor consumo de ambos en beneficio de una forma bonita y popular.

La ciencia de la aerodinámica; que es el estudio del movimiento de cuerpos a través del aire, se ha empleado solamente de modo intermedio en la historia del automóvil.

Durante largo tiempo existió la creencia de que la reducción de la resistencia por medio de la estilización de las carrocerías era lo único importante; cuando se seguía éste camino se obtenían resultados espantosos - tales como la inestabilidad direccional, que parecía - acompañar a la eficiencia de la estilización por ejemplo: El redondeado de un borde transversal, tal como el remanente de un parabrisas, podía colaborar en hacer inestable un automóvil, mientras que el redondeado de los bordes entre las salpicaderas podía tener el efecto opuesto.

El automóvil debería hacer frente a las principales -i restricciones impuestas por los requerimientos de producción, buscar una forma de carrocería diferente, capaz de producir reducciones notables en el consumo de combustible y de potencia.

Un requisito del diseño era que los pasajeros debía -- viajar sin incomodidad alguna, todo lo que la teoría - exigiera en cuanto a comodidad y seguridad debería tenerse igualmente presente, por la necesidad de disponer en el interior del automóvil conjuntos mecánicos razo-- nablemente convencionales, y finalmente el automóvil de bía ser compatible con las necesidades prácticas de la vida, tales como la carga y la descarga de equipaje.

La búsqueda de la reducción de la resistencia al movimiento hizo necesario dividir las resistencias en aerodinámica y al rodaje.

La resistencia al rodaje es el total de las pérdidas - por fricción en las ruedas y los componentes mecánicos que hoy en día dan una resultante superior a la resistencia del aire de un automóvil medio a velocidades de hasta 65 km/h, mientras que la resistencia del aire puede dividirse en cuatro tipos:

- 1.- LA FRICCIÓN DE SUPERFICIE.- Depende de la textura y la superficie de la carrocería que se pone en -- contacto con la corriente del aire y es responsable de al rededor del 15% de la resistencia aerodinámica total. Este porcentaje resultó lo suficientemente importante como para que los fabricantes - desistieran de incorporar largas colas a sus automóviles.

Una superficie aspera y discontinua resultaba tan mala como una excesivamente grande; las grietas de las juntas de los paneles de carrocería, los soportes de las puertas y demás, constituían fuentes de fricción obvias, pero no siempre se reconocía que, incluso en los acabados más lisos y suaves de la - pintura, el aire no corre libremente; frota contra la superficie.

- 2.- LA RESISTENCIA INTERIOR.- Es una resistencia parásita al flujo del aire necesario para la refrigeración del motor o ventilación del habitáculo.
- 3.- LA RESISTENCIA AL PERFIL.- Constituye la mayor de todas las componentes. Viene determinado por -

el modo en que el perfil ó forma del vehículo altera la corriente del aire. Las teorías aerodinámicas establecidas en la aviación resultaron no coincidir con el comportamiento del aire en torno al automóvil, ya que al contrario de los aeroplanos el automóvil tenía que permanecer en contacto con el suelo y desplazarse con su carrocería prácticamente en contacto con éste. La interferencia creada por éste efecto suelo, hizo necesarios algunos cambios en las teorías tradicionales.

- 4.- LA RESISTENCIA INDUCIDA.- Esta es función de la fuerza de ascención aerodinámica y es imposible crear ésta fuerza sin producir algo de resistencia además de crear una fuerza sustancial puede también desestabilizar seriamente un automóvil a velocidades elevadas. La relación teórica entre la fuerza vertical y la resistencia inducida indica que si se elimina la primera, se puede eliminar la segunda.

Los Alemanes fueron los primeros en la estilización de sus aeronaves zeppelin. Fue para ellos para quien el pionero del tunel de viento Klemperer, determinó que el cuerpo aerodinámicamente ideal debería tener una sección transversal circular, con una proa elíptica y una popa que terminará en punto.

En 1939 el profesor Kamm diseñó una carrocería de 4 plazas totalmente práctica sobre un chasis de un BMW 335 de 3.5 litros, obteniendo un coeficiente de penetración de 0.23; la influencia de éste automóvil en --

Posteriores diseños fue enorme.

Desde entonces, Kamm ha sido recordado a causa de la forma trasera que diseñó, pero relativamente poca gente comprendió y recordó los principios sobre los que habían diseñado. Su idea consistía en alejar el área de separación para reducir la turbulencia creada sobre la parte trasera del automóvil donde el aire no puede ya seguir fielmente su contorno.

El promedio del coeficiente de arrastre entre automóviles Europeos (Promedio aritmético, sin tomar en consideración cada marca de fabricantes) Es $C_d = 0.42$.

Examinando los automóviles exhibidos en la Feria Internacional del Automóvil en FRANKFURT en 1981, la conclusión puede sortear un coeficiente de $C_d = 0.30$, comparando con el promedio de los automóviles del presente, se ha presentado una reducción del coeficiente aerodinámico del orden del 20 al 50%, que es lo esperado y resultando una reducción en el consumo de combustible del orden de 8 a 20% respectivamente. De ninguna de las medidas especialmente una reducción en peso o mejoría en la eficiencia del tren de fuerza, ofrece una perspectiva comparable.

FLUJO DE LINEA

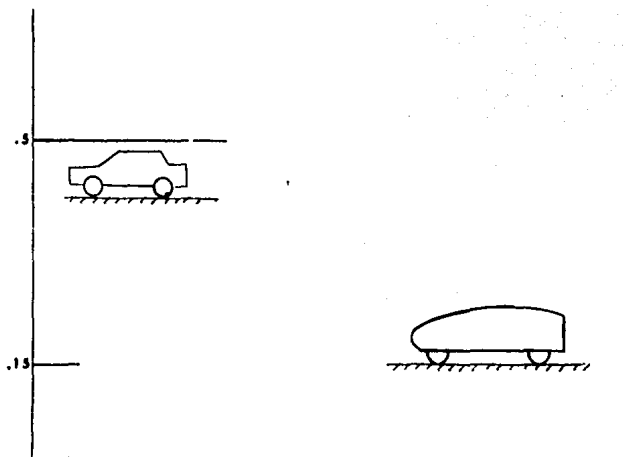
El flujo de línea ó líneas de corriente en Diseño Aerodinámico en contraste con el flujo de línea de la aerodinámica de los 30's es aplicada prudentemente hoy. (Más adelante se estudia éste punto).

El aproximarse al diseño de coches con bajo coeficiente aerodinámico puede tomarse de dos formas (fig. 1)

La 1ra. comienza partiendo del diseño de un automóvil.

La 2da. con una figura con un perfil aerodinámico bajo.

El $C_d = 10$ puede ser alcanzado con cualquier diseño --



ALTERNATIVAS PARA EL DISEÑO

fig. 1

cercano, sin cambio en su estilo. Esto es llamado detalle de optimización, es caracterizado en la (fig. 2). - Todos los parámetros geométricos relevantes al flujo de carrocería se han cambiado e incrementado, deduciendo 3 tipos diferentes de funciones características.

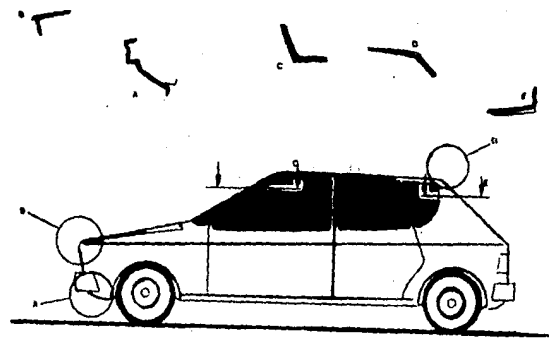
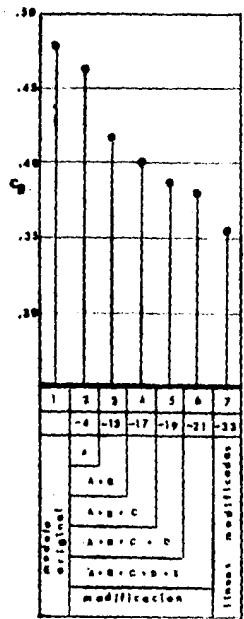
$$\text{COEFICIENTE DE FRICCIÓN} = \frac{\text{FUERZA DE RESISTENCIA}}{\text{PRESION DINAMICA X AREA FRONTAL}}$$

Para el cual la óptima puede tomarse como se muestra en la (fig. 2). Lo óptimo en el sentido del procedimiento del detalle de optimización: son aquellos cambios que - conducen a un completo efecto aerodinámico con la mínima desviación de la forma original, generalmente pequeñas modificaciones son necesarias para llegar a $CD = .40$

Si la restricción del estilo es abandonada, el coeficiente de arrastre puede ser reducido mucho más. El coeficiente final resultante depende grandemente de los grados de libertad, los cuales son obtenidos durante el -- proceso de detalle de optimización (fig. 3), (3.1).

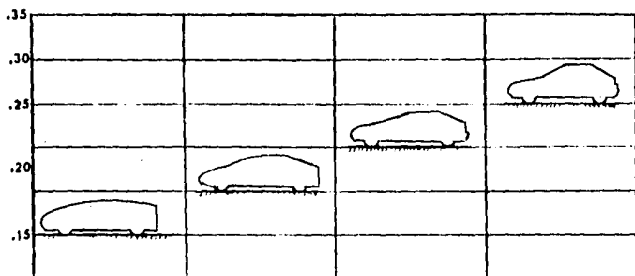
Un ejemplo es tomando la (fig. 3), ésta conversión paso a paso de ésta carrocería dentro del automóvil llega a un coeficiente aerodinámico de $Cd = .25$, la influencia de un extenso esfuerzo en la Ingeniería Automotriz a reducir el coeficiente aerodinámico, es recopilado en la (fig. 4).

Es sorprendente como el promedio del coeficiente aerodinámico ha disminuido tan lentamente con el tiempo.



DETALLE DE OPTIMIZACION

fig.2



**DESENVOLVIMIENTO
PARTIENDO DE UNA
CARROCERIA IDEAL**

fig. 3

Esto no está de acuerdo con el tremendo desembolso de la Industria Automotriz Europea, la cual es evidente -- por los muchos túneles de viento que han construido, -- sin embargo, ésto fue llevado en mente a lo largo de -- los modelos europeos.

Para la clasificación del coeficiente de arrastre (fig. 5) puede observarse que más y más automóviles han sido desarrollados con optimización, ó detalles interactivos de optimización, pero ésto no sucede en automóviles de producción normal, ya que se inicia el diseño con una carrocería ideal. Sorprendentemente los automóviles de producción tienen un coeficiente aerodinámico $C_d = .45$ ó más alto, considerando el estado del arte. ningún automóvil debe lanzarse teniendo un coeficiente aerodinámico mayor que $C_d = 0.40$, ésto deberá ser no obstante -- una figura conservada en el tiempo y reducirse hasta -- coeficiente aerodinámico menor que $C_d = .30$.

PROSPECTOS PARA EL FUTURO

El potencial de aerodinámica del vehículo puede percibirse en la (fig. 6), sin embargo, un promedio de coeficiente aerodinámico es C_d promedio = .42, el coeficiente aerodinámico de los automóviles actuales es todavía lejano y es tres veces más alto que la carrocería --- "IDEAL", teniendo las mismas dimensiones generales, aunque la forma de la carrocería procede recientemente de la carrocería "IDEAL", ésta situación ha cambiado notablemente (fig. 7), la versión trasera truncada resulta

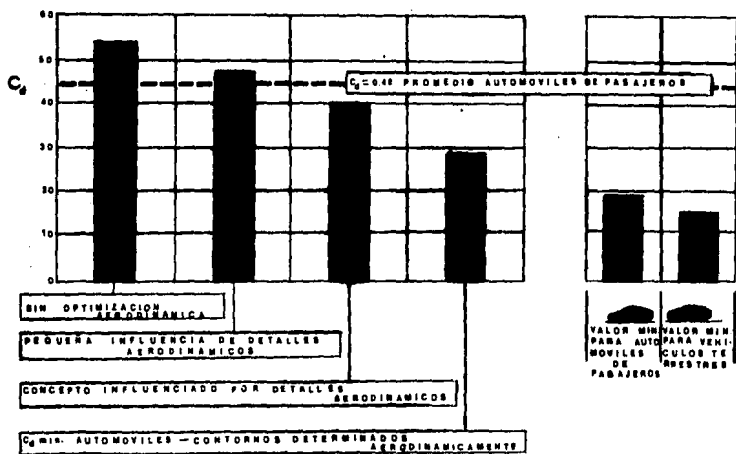
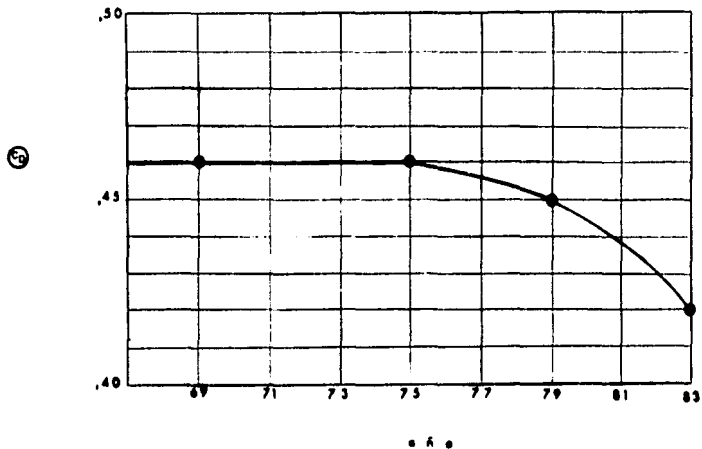


fig. 3.1



**DISMINUCION DE LA RESISTENCIA
CONTRA EL VIENTO**

fig. 4

AUTOMOVILES / COEF. ARRASTRE

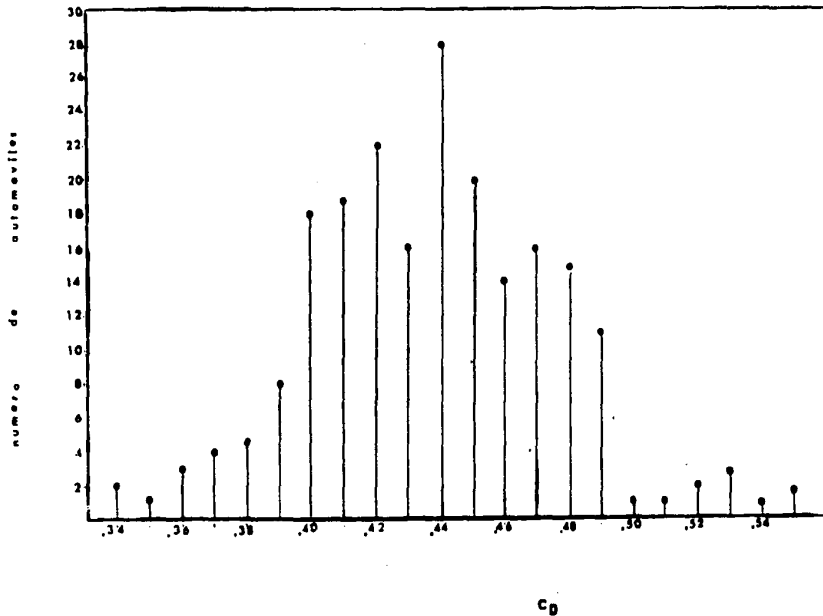






fig. 5

con menos resistencia (fig. 3), el frente inclinado tiene un $C_d = .30$ ó algo menos, el estilizado puede ser -- llamado forma de CUÑA, proveniente de una variedad de -- diferentes automóviles.

La comparación de formas de carrocerías puede derivarse para formar carrocerías con bajo coeficiente aerodinámico (Línea sup. fig. 7, muestra el aprovechamiento de -- tomar la carrocería "IDEAL", apropiada como punto de -- partida). Esto puede ser usado para los actuales automóviles con coeficientes aerodinámicos entre $.25 C_d$ -- y $.30$, por otra parte los proyectos llamados conceptos de automóviles tienen coeficientes resultantes de C_d -- = $.18$ y $C_d = .15$, respectivamente.

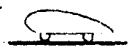




Estos automóviles están diseñados con mucho menos obli-gaciones y principalmente con consideraciones de fineza de proporción. Los informes de arrastre aerodinámico -- indican un $C_d = .20$, que han sido reconocidos como los más bajos límites de aerodinámica para automóviles en -- un razonable periodo de tiempo.

Cada figura en el rango de $0.20 \geq C_d < 0.30$, es tomado co mo un blanco que se busca en cada proyecto específico, por supuesto no sólo importa la aerodinámica, ésto de-- pende también en la destreza del diseño de la forma co mo resultado para el tunel del viento que se transforme en un aceptable diseño, además depende de la habilidad del Ingeniero Diseñador, el encontrar las soluciones pa ra fabricarlo a un costo menor.

	$cd = ,04$	cuerpo con poca resistencia
	$cd = ,05$	volumen de revolucion
	$cd = ,16$	parte trasera truncada
	$cd = ,42$	automovil actual

COEFICIENTE DE ARRASTRE

fig. 6

carroceria basica	C_d	l/h	
	.15	4	con ruedas
	.16	3	con ruedas
	.07	2,1	sin ruedas
	.18	con ruedas	
	.05	3,1	sin ruedas



l: longitud
h: altura

FORMAS BASICAS DE CARROCERIAS

fig.7

En el transcurso del desenvolvimiento del modelo, los estudios paramétricos se han sacado y soportado por cálculos numéricos, los cuales son dados para una mejoría notable.

(La fig. 6) compara el modelo ideal no sólo con los actuales automóviles, sino también con volúmenes de revolución separados del suelo, (parte baja de la fig. 7).

(Morelli en 1979) trabajó bajo éste concepto. Con esto se puede ver también lo mucho que afecta que un modelo se encuentre más cerca del suelo, finalizando con una razón de estética observada, también los últimos resultados son observados en éste trabajo.

Ambas rutas, los procedimientos del diseño de construcción, los dos experimentos teóricos y las investigaciones básicas sobre cuerpos ideales, están sostenidos por el flujo de investigaciones, los descubrimientos de mecanismo de arrastre.

En la lucha por disminuir el coeficiente aerodinámico, la importancia de la sensibilidad de cruzar el viento no puede ser despreciada, algunas investigaciones publicadas recientemente por SORGATZ Y BUCHHEIM (1982), recalcan el hecho de conocer las configuraciones del bajo coeficiente aerodinámico y las inherentes sensaciones de cruzar el --

viento (SCHLICHTING 1954).

Los automóviles con la parte trasera truncada, obtienen un menor índice de arrastre, son los más sensibles por -- que usan el patrón del flujo de la aerodinámica, (fig. 2).

RESISTENCIA DE AIRE

De acuerdo a las leyes de aerodinámica un cuerpo que es movido a través del aire, es resistido por una fuerza Ra:

$$Ra = \frac{Ca \rho Av^2 r}{2g}$$

Ra= Resistencia del aire (Lb)

Ca= Coeficiente Adimensional de resistencia del aire para cada cuerpo.

Ca= Coeficiente de resistencia del aire $\frac{(\text{lb seg}^2)}{\text{ft}^4}$

ρ = Densidad del aire (lb/pie³)

vr= Velocidad relativa del cuerpo con respecto al aire (pie/seg).

Vr= Velocidad relativa del cuerpo con respecto al aire (MPH)

g= Aceleración de la gravedad (pies/pulg²)

La siguiente es una relación de densidad, presión y temperatura.

$$\rho = \frac{144 p}{Rt} = \frac{1.32 p'}{460 + t}$$

R= Constante de los gases 53.3

T= Temperatura absoluta (grados RANKINE)

t= Temperatura grados FARENHEIT

ρ = Densidad del aire lb (pies³)

p= Presión (lb/pie²)

p'= Presión barométrica (plg. de mercurio)

La influencia de los cambios en la densidad del aire, debe tomarse en cuenta en los cálculos de perfeccionamiento; por ejemplo: en una altitud de 4000 pies la densidad del aire vale solamente 83% de su valor a nivel del mar.

Para cualquier cálculo de perfeccionamiento, se debe tomar la densidad "NORMAL", a condiciones atmosféricas -- "ESTANDAR" (60°F y 29.9 plg. mercurio), en tales casos: = 0.0763 lb/ft³, que es usado como un valor constante. Por sustitución de la densidad ESTANDAR, la ecuación para la resistencia del aire puede simplificarse:

$$R_{aR} = 0.12 \quad C_d \quad \frac{A \cdot (V_r)^2}{10}$$

$$= 0.26 \quad C_d \quad \frac{A \cdot (V_r)^2}{10}$$

Donde V_r es la velocidad del vehículo en Mph y V_r en pies por segundo, los dos relativos al aire. El origen físico de la resistencia de vehículos al aire es derivado de los siguientes enunciados:

1.- RESISTENCIA DE ARRASTRE:

Es una función de la forma aerodinámica de la carrocería con respecto a todas las superficies exteriores. - Protuberancias como lo son espejos, mofle, etc., pueden incrementar el factor de resistencia de arrastre, considerablemente a altas velocidades. En importancia especial, es la forma de la parte trasera de la carrocería, la cual determina el resultado de turbulencias -- que salen de la parte trasera.

2.- FRICCIÓN DE SUPERFICIE

En el exterior de las superficies de la carrocería, para el mejor o menor acabado de calidad en la superficie del vehículo en automóviles de pasajeros, ésta porción determina un 15% del total de la resistencia del aire.

3.- RESISTENCIA INTERIOR

A través de las entradas del aire de enfriamiento o -- ventilación, ésta influencia puede ser una resistencia incrementada ó en decremento, dependiendo de la función, localización aerodinámica y perfección de los canales ó entradas.

Estos tres factores son expresados en el coeficiente - de resistencia del aire C_a , el cual es calculado para cada vehículo en particular, ésto se puede encontrar - en un modelo a escala experimental en el túnel de viento, el cual es comprobado después con vehículos de --

tamaño normal.

Algunas veces se encuentra el coeficiente de resistencia del aire así:

$$C_a = \frac{C_a \rho}{2g} = 0.26 \quad C_a \frac{(\text{lb seg}^2)}{\text{ft}^4}$$

Donde el factor C_a incluye el efecto del estado del aire y no un número adimensional, la ecuación R_a ; puede entonces sustituirse incorporando C_a .

$$R_a = C_a A \frac{(V_r)^2}{10}$$

Un promedio de valores de C_a y C_a del SAE a condiciones de aire standar es representado en la tabla sig.:

TABLA DE COEFICIENTES DE RESISTENCIA
DEL AIRE #1

El coeficiente de resistencia del aire C_a es función de la perfección aerodinámica de la carrocería.

TABLA #1

COEFICIENTES DE RESISTENCIA DEL AIRE

TIPO DE VEHICULO	C_a (SIN DIMENSIONES)	* C_a $\frac{(lb\text{-seg}^2)}{FT^4}$
AUTOMOVIL DE PASAJEROS	0.4 - 0.5	0.104 - 0.13
CONVERTIBLE	0.6 - 0.65	0.155 - 0.17
AUTOMOVIL DE CARRERAS	0.25- 0.3	0.078 - 0.065
CAMION DE PASAJEROS	0.6 - 0.7	0.155 - 0.182
CAMION DE CARGA	0.8 - 1.0	0.208 - 0.260
TRACTOR DE TRAILER	1.3	0.338
MOTOCICLETA Y CONDUCTOR	1.8	0.470
<u>CUERPOS GEOMETRICOS:</u>		
ESFERA	0.47	0.122
PLACA CUADRADA	1.2	0.31
GOTA DE AGUA	0.1	0.026

* $C_a = 0.26 C_a$

II AERODINAMICA:

Aerodinámica es la ciencia que estudia el comportamiento del aire en torno a los cuerpos en movimiento. El estudio aerodinámico del vehículo constituye una fase muy importante del proyecto. En efecto del mismo dependen :

- La disminución de la resistencia al avance
- La variación de las cargas que gravitan sobre las ruedas.
- Las reacciones del vehículo al viento lateral.

La disminución de la resistencia al avance, fue el 1er. objetivo que afrontaron los constructores de automóviles puesto que se haya en relación directa con la velocidad máxima y la potencia del motor, las ventajas que en cuanto a la potencia necesaria para el movimiento se puedan obtener con la disminución de la resistencia aerodinámica, son considerables sobre todo si se toman en cuenta los fenómenos de marcha rápida, como sucede en el caso de los recorridos por autopistas.

Sin embargo, se puede afirmar que aún en la actualidad muchos de los vehículos que circulan posean formas poco aerodinámicas, que implican un gasto de potencia inútil que va del 30 al 40%. Aún menores han sido los esfuerzos por lo que se refiere a la influencia del aire, en las cargas que se gravitan sobre las ruedas y para la estabilidad frente al viento lateral, los motivos son de --

naturaleza diversa: en 1er. lugar la mejor forma aerodinámica no resulta determinable a priori, sino que requiere una larga serie de experiencias en un gran número de modelos, hasta llegara un modelo satisfactorio.

En 2do. lugar, las mejores formas desde el punto de -- vista aerodinámico, se adoptan más bien poco a poco -- para una construcción automovilística de fabricación - en grandes series, con un buen compromiso entre volumen externo y habitabilidad interna; finalmente los caminos estilísticos siguen una evolución más comercial que -- técnica, y a menudo se separan de las reglas, dando ca rrocerías muy perfiladas, pero aerodinámicamente poco convenientes.

COEFICIENTE Cx

En términos Elementales, las ventajas de una forma estudiada aerodinámicamente son evidentes. En el diagrama 8 por ejemplo se representa la potencia necesaria para alcanzar la velocidad de 110 km/h en función de diversas formas de la carrocería. Puede observarse que para la misma sección frontal ($2m^2$) con una forma mal situada como es el caso de una furgoneta, son necesarios casi 50 CV, mientras que con una forma muy aerodinámica bastan menos de 10 CV.

En términos Técnicos, ésta ventaja se expresa con una disminución del coeficiente de resistencia aerodinámica C_x , que es proporcional a la resistencia, pero en -

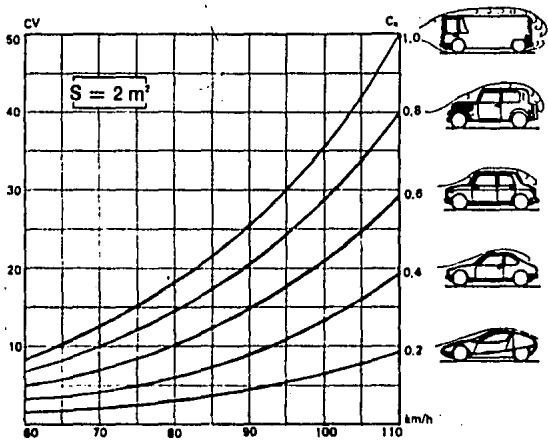


DIAGRAMA #8

el que se prescinde de las dimensiones y de la velocidad del vehículo, con lo que permite una fácil comparación entre vehículos diversos. En términos Aproximados se puede decir que C_x representa la fracción de la sección frontal del vehículo que ofrece resistencia como una placa plana. Así, un coeficiente de 0.5, significa que un vehículo de 2 m^2 de superficie frontal se comporta como una placa plana y perpendicular a la dirección de marcha que tuviese la superficie de sólo 1 m^2 .

El coeficiente C_x se obtiene experimentalmente por medio de una serie de pruebas en un túnel aerodinámico, ya sea con vehículos de tamaño natural, ya con modelos a escala reducida. En el túnel el vehículo es colocado con las cuatro ruedas sobre una báscula que mide el empuje horizontal (hacia atrás) ejercido por el aire cuando embiste al vehículo, las instalaciones más modernas disponen también de básculas verticales que permiten medir el aligeramiento experimentado por el tren delantero y el tren trasero, por efecto de la sustentación ejercida por la carrocería.

Conocidas la sección frontal del vehículo y la velocidad del aire en el túnel bastará medir el empuje de la carrocería para obtener fácilmente el coeficiente C_x .

La resistencia aerodinámica no es el único obstáculo que el vehículo debe superar, para alcanzar cierta velocidad, tiene también importancia la resistencia de -

rodadura (debido al rozamiento de los neumáticos, la potencia gastada en la transmisión debida a los rozamientos de los engranajes y de los cojinetes), y la potencia consumida para acelerar; (necesaria por la inercia de las masas en rotación y en translación).

La fig.9.1 muestra como se distribuye la potencia disponible en el motor, en el caso de un automóvil moderno circulando a 130 km/h.

La fig.9.2 representa la distribución medida de la potencia del motor en el caso del mismo automóvil, pero durante un recorrido por una ciudad, donde no puede rebasar los 50 km/h. y está sometido a continuas enfrenadas y arrancadas. Se puede apreciar que la potencia es absorbida principalmente en las arrancadas (aceleraciones) en un 65%, mientras que la potencia aerodinámica media es practicamente despreciable (5%) en la utilización normal del automóvil, la situación constituye un promedio de los valores reflejados por los 2 primeros diagramas (fig.9.3).

Se deduce de ello que la potencia aerodinámica es importante en cuanto a potencias para aceleración, para obtener mejores rendimientos con determinadas potencias es necesario limitar el peso del vehículo y utilizar una carrocería con bajo coeficiente C_x .

El 2do. objetivo (distribución de las cargas que gravitan sobre las ruedas). Es importante en cuanto que influye en la adherencia de cada neumático y por ella, -

POTENCIA GASTADA EN EL AVANCE DE UN AUTOMOVIL

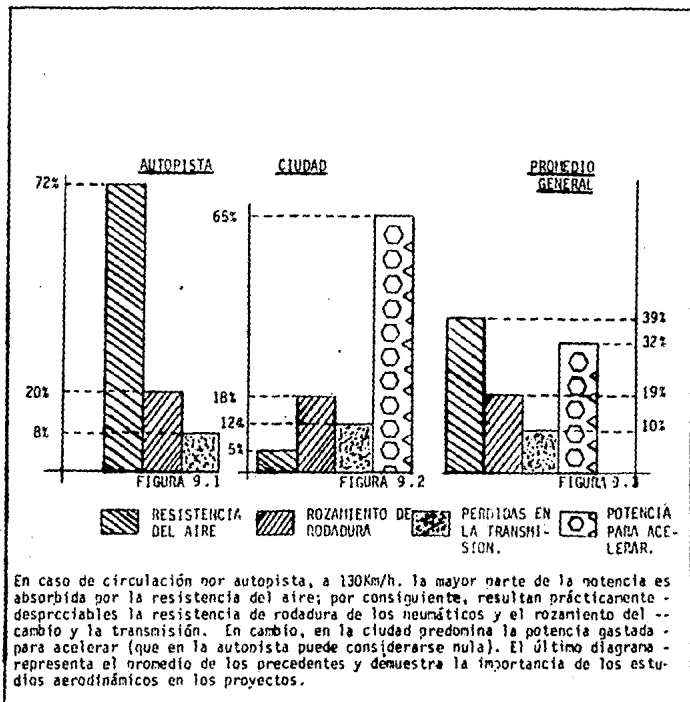


FIGURA 9.1
FIGURA 9.2
FIGURA 9.3

en el compartimiento direccional del vehículo y en la potencia transmisible a las ruedas.

En efecto, ya asistimos desde 1960 a la adopción de los alerones; éstos sirven para aumentar la tracción, evitando el patinazo de las ruedas.

El 3er. objetivo.- Efecto del viento lateral fig. 10: - siempre ha tenido notable importancia, pero los constructores sólo se ocuparon de él a partir de 1930, y en general con un impulso más bien moderado.

Es un punto especialmente delicado en los vehículos muy rápidos, sobre todo en los destinados a la obtención -- de Records. Pero tiene también su importancia, en los vehículos de pasajeros, sobre todo en recorridos por -- autopista.

La siguiente gráfica 2 nos presenta una relación entre la Resistencia de Arrastre y la Potencia total requerida.

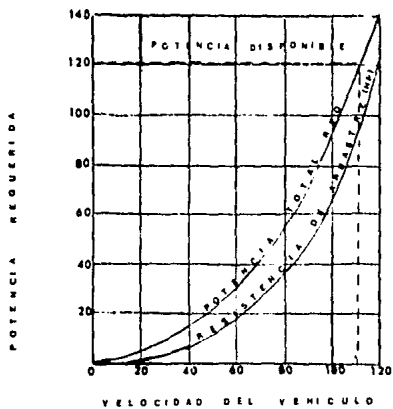
DISEÑO DE LA FORMA SEGUN EL TUNEL DE VIENTO

A) SEMEJANZA DE MODELOS:

(CONSTRUCCION DE UN PROTOTIPO QUE NO SEA ESCALA 1/1, SINO UN MODELO REDUCIDO A ESCALA, POR EJEMPLO: DE 1/10 ó 1/100.

El ensayo con modelos reducidos no es exclusivo de la mecánica de fluidos, pero en ella se ha empleado más que en ninguna otra rama de la Ingeniería.

En particular se experimenta y construyen modelos de aerodinámica, el progreso espectacular de la aviación, es impulsado por las dos últimas guerras mundiales, que ha multiplicado por 40, la velocidad máxima de vuelo ha sido posible, gracias a los ensayos con modelos reducidos en los túneles de viento. En la sección de ensayo de un túnel de viento, se somete un modelo a escala del perfil de ala o del avión completo, que se quiere estudiar a una corriente de aire producida por un ventilador o un compresor. El avión suele estar fijo y el aire en movimiento, pero el movimiento relativo es el mismo en la realidad (aire fijo y avión en movimiento). Las fuerzas de empuje ascensional y arrastre o más exactamente las tres fuerzas y los tres movimientos, --



grafica 2

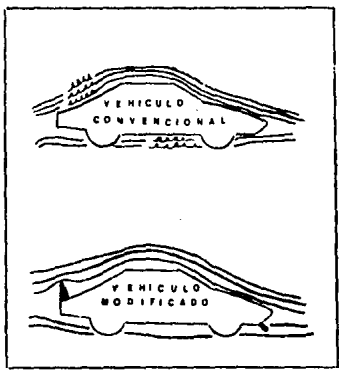


fig.10

- .. VEHICULO CONVENCIONAL [turbulencias]
- .. VEHICULO MODIFICADO

según los tres ejes que actúan sobre el modelo, se miden con balanzas especiales, se estudia también la interacción entre las fuerzas aerodinámicas y las formaciones elásticas de la estructura; las vibraciones de las alas, etc.

- . En los túneles supersónicos e Hipersonicos, se ensayan con modelos con velocidad de aire hasta 30 veces la velocidad del sonido.

B) TEORIA DE MODELOS:

¿Cómo predecir el comportamiento del prototipo a partir de los resultados obtenidos experimentalmente - en un modelo a escala?

1.- El modelo ha de ser geoméricamente semejante al prototipo.

Es evidente que si no se cumple ésta condición, la comparación de resultados entre el modelo y el prototipo es imposible.

2.- El modelo ha de ser dinámicamente semejante al prototipo, para que los fenómenos en el modelo y en prototipo sean comparables, no basta que los modelos de estructuras ó máquinas hidráulicas sean geoméricamente semejantes a los prototipos, sino que también los flujos, o sea las líneas de corriente han de ser semejantes, para ello es necesario que las velocidades, aceleraciones, fuerzas, etc. se hayen en relaciones bien determinadas.

Cuando un cuerpo sólido se mueve en un fluido, por ejemplo: un avión en el aire, se originan unas fuerzas que no tienen lugar cuando una nave espacial se mueve en el vacío.

La resultante de esas fuerzas en la dirección del movimiento es el arrastre o resistencia.

El origen de ésta fuerza es la viscosidad; aunque también la resultante de las fuerzas debidas a las presiones normales puede a veces dar origen a una resistencia que se llama resistencia de presión.

Por el principio de acción y reacción el cuerpo ejerce sobre el fluido una fuerza igual y de sentido contrario a la que el fluido ejerce sobre el sólido, es decir el fenómeno de la resistencia que un sólido experimenta al moverse en un fluido análogo al de la resistencia, que un fluido experimenta al moverse en el interior de un sólido.

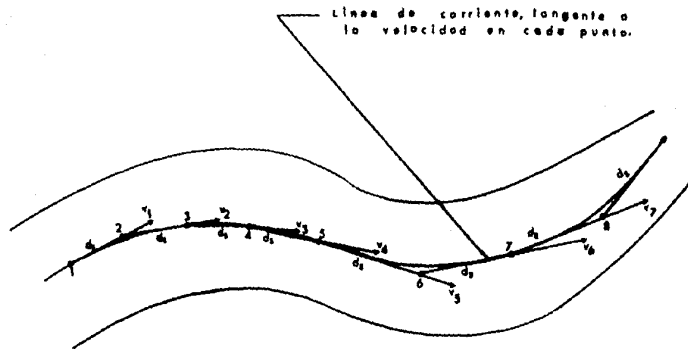
El arrastre de un avión que exige un consumo de energía para mantenerlo a velocidad constante presenta:

Corriente alrededor de un contorno avión, en vez de corriente en el interior de un contorno-tubería; canal, aunque en la práctica el avión se mueve y el aire está en reposo, sumando al sistema aire + avión una velocidad igual y de sentido contrario a la velocidad del avión, éste queda en reposo y el aire se mueve sobre el.

FORMAS FLUIDODINAMICAS

LINEAS DE CORRIENTE:

El camino que recorre una partícula de fluido en su movimiento se llama: TRAYECTORIA DE LA PARTICULA. En régimen permanente la trayectoria coincide con la lla-



TUBO DE CORRIENTE

fig.11

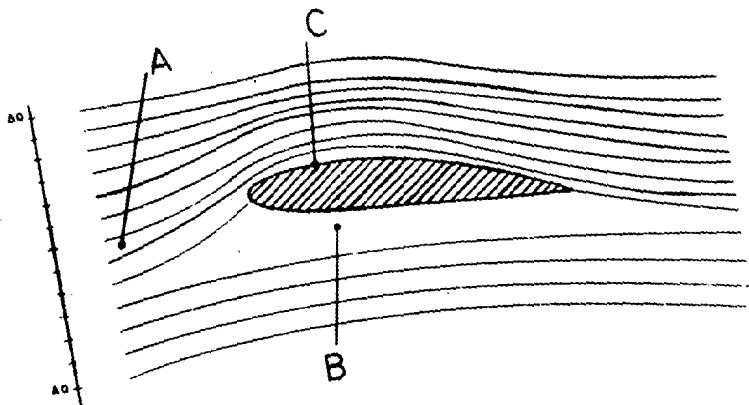
mada línea de corriente, que es la curva tangente a los vectores de velocidad en cada punto.

En régimen permanente las velocidades en los puntos 1, 2, 3, etc. serán siempre V_1 , V_2 , V_3 , etc. y la partícula que pasa por 1 seguirá la trayectoria 1-2-3-4, que coincidirá con la línea de corriente. Fig. 11

Las líneas de corriente sirven para la representación gráfica de los flujos llamados bidimensionales, que -- pueden representarse fácilmente en un plano porque la velocidad no tiene componente normal al plano del dibujo y la corriente en todos los planos paralelos al dibujo es idéntica, por cada punto de la corriente pasa una línea de corriente. Por tanto, si se trazaran todas las líneas de corriente, no se distinguiría ninguna, y si se trazaran demasiadas, el dibujo sería confuso. Por eso se trazan sólo unas cuantas; pero de manera que entre cada dos líneas consecutivas circule el mismo canal, AQ.

Ejemplo: Perfil aerodinámico (Joukowski).

El ala de avión de la fig. (12) tiene una luz (dimensión normal al plano del dibujo) suficientemente grande, para que la corriente pueda considerarse bidimensional, - es decir, la configuración de la corriente en todo plano paralelo al dibujo es idéntica, el ala está fija, y sobre ella se hace circular una corriente de aire, mediante un túnel de viento.



PERFIL JOUKOWSKI

fig. 12

El flujo- en éste caso puede estudiarse por el procedimiento gráfico de las líneas de corriente.

Como el caudal es igual a la sección AQ , multiplicada por la velocidad, y la sección es proporcional a la -- distancia transversal entre las líneas de corriente, - las cuales se han trazado de manera que entre dos consecutivas circule el mismo: $AQ = A/l$, en nuestro caso porque hay 12 líneas de corriente, el dibujo contiene gran información gráfica: por ejemplo, en el punto B, donde las líneas de corriente se separan, la velocidad es mucho menor, que en el punto A, y por el contrario en el punto C mucho mayor.

Aplicando la ecuación de BERNOUILLI, energía potencial + energía de velocidad + energía de presión, la configuración de las líneas de corriente demuestra también - que el ala está sometida en B a una sobre-presión y en C a una succión. Hay multitud de procedimientos analíficos, gráficos y experimentales para el trazado de línneas de corriente que se utilizan con mucha frecuencia en le diseño de estructuras y máquinas hidráulicas

CAPA LIMITE:

La Fig 12 representa un cuerpo sólido sumergido en una - corriente de fluido, por ejemplo: un perfil de ala -- aerodinámico en una corriente de aire, aproximando un tubo de Prandtl muy cerca del punto A, se mide una velocidad, V , es la velocidad del fluido en el punto A, - sin embargo, sabemos que a causa de la viscosidad, la

velocidad del fluido en el punto A es 0. Una observación microscópica, representada en la fig. 13 nos revela los casos, una de de las distribuciones de velocidades siguientes, en una película muy fina (la capa límite).

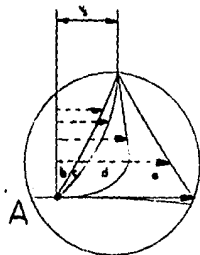
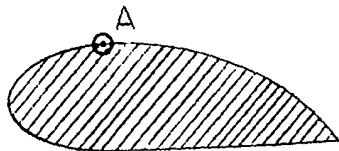
- Si el fluido fuera ideal ($M = 0$) la distribución de velocidades nos da una curva (a).

- Si los efectos de la viscosidad son muy apreciables la distribución de velocidades es parabólica y se representa en la curva (b).

- Si los efectos de la viscosidad son muy poco apreciables, la distribución de velocidades es logarítmica y se representa por la curva d, la curva c, representa un caso intermedio.

- La curva d, sólo diverge la curva ideal (a) en una película muy fina. Esta película se denomina capa límite, el aire realiza con frecuencia curvas tipo (b).

Fuerza de la capa límite, se pueden aplicar todos los métodos matemáticos y experimentales (líneas de corriente, y redes de corriente), que permiten trazar las líneas de corriente al rededor de un contorno y obtener la distribución de presiones de las cercanías de las paredes sólidas del cuerpo.



C A P A

L I M I T E

fig. 13

REGIMEN LAMINAR Y TURBULENTO:

El movimiento en régimen laminar es ordenado, estratificado, el fluido se mueve como clasificado en capas - que no se mezclan entre si.

El movimiento en régimen turbulento es caótico, las -- partículas se mueven desordenadamente y las trayecto-- rias de las partículas se entrecruzan formando peque-- ños remolinos aperiódicos. Es evidente que la disipación de energía es mucho más intensa en el movimiento turbu-- lento que en el laminar.

RESISTENCIA DE FORMA:

Contornos romos y contornos bien fuselados.

- 1.- El contorno bien fuselado de la figura 14.2 en que - se han dibujado también las líneas de corriente -- correspondientes al fluido ideal, evita en el fluj-- do real (figura 14.3) el fenómeno de desprendimiento y por tanto la resistencia de forma, reduciéndose la resistencia a la resistencia de superficie en - capa límite.
- 2.- Un contorno romo, como el cilindro de la fig. 15.1, es causa de que el fluido real se desprenda del - mismo fig. 15.2 y de que a la resistencia de super-- ficie se añada la resistencia de forma.

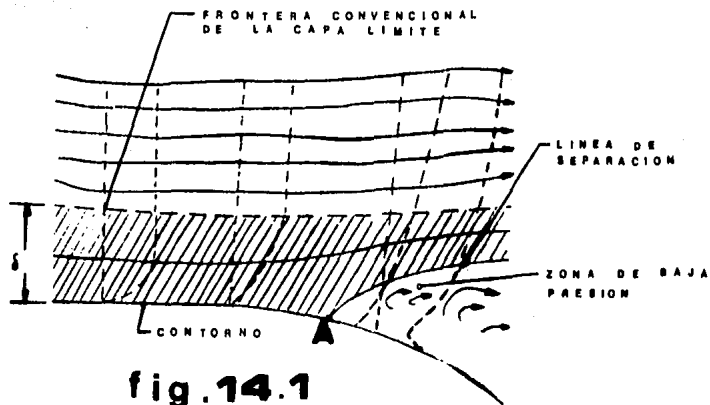


fig.14.1

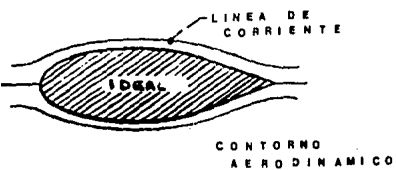


fig.14.2



fig.14.3

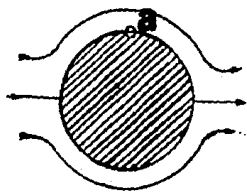


Fig. 15.1

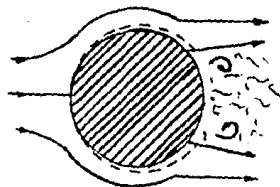
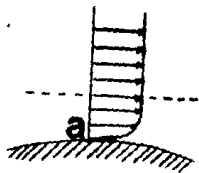


Fig. 15.2

RESISTENCIA DE FORMA

3.- La fig. 17 representa un fluido en movimiento sobre un contorno angular (forma roma). La fig. 17.1 corresponde al fluido ideal y la fig. 17.2 al fluido real. En el punto a, la velocidad se haría teóricamente infinita; como esto es físicamente imposible, en el fluido real (fig. 17.2) la corriente se desprende. Ni la capa límite ni el desprendimiento por tanto existen en el fluido ideal (fig. 17.1). En el punto a de la fig. 14.1 se iniciaba el desprendimiento; porque físicamente es imposible que la velocidad en valor absoluto, sea menor que cero, aquí se inicia el desprendimiento; porque la velocidad físicamente tampoco puede ser infinita.

En un contorno angular, el fluido ideal sigue perfectamente la forma del contorno (17.1) mientras que el fluido real se desprende del mismo (17.2).

En la fig. 15.1, el fluido es ideal no hay desprendimiento de la corriente: resistencia de forma nula, no hay tampoco resistencia de superficie (viscosidad nula).

En la fig. 15.2, tiene lugar el desprendimiento de la corriente del fluido real: resistencia de forma grande. Un cilindro es una forma muy poco aerodinámica o -

sea una forma roma.

Todos los cuerpos de la figura 16, tienen igual resistencia, supuesto que el flujo vaya de izquierda a derecha.

En particular el diminuto disco circular rayado, que se supone colocado normalmente en la corriente tiene igual resistencia que el cuerpo aerodinámico dibujado en la parte superior de la figura, porque en éste último se ha evitado con su forma fuselada la enorme resistencia de forma que ofrece el disco circular con su forma roma.

La pérdida de energía aumenta y baja el rendimiento - cuando la forma no es bien fuselada.

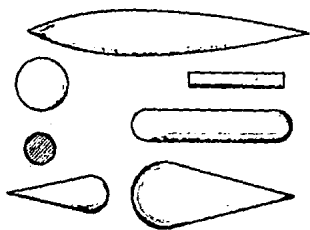
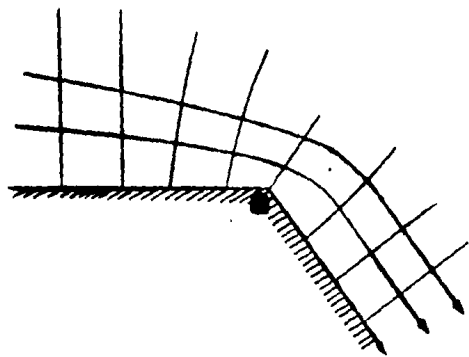


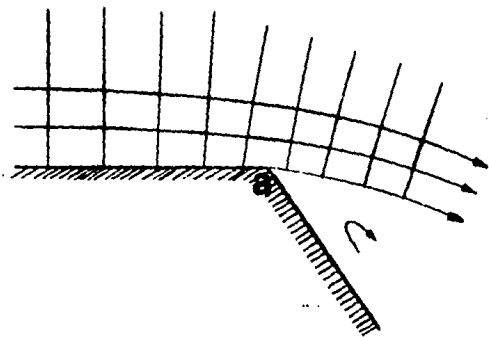
FIGURA #16

Si el flujo va de izquierda a derecha o los cuerpos se mueven de derecha a izquierda, todos los cuerpos representados en esta figura a escala experimentan la misma resistencia, a pesar de su distinto tamaño.



FLUIDO
IDEAL

Fig. 17.1



FLUIDO
REAL

Fig. 17.2

III ANÁLISIS ESTRUCTURAL

El diseño estructural ha avanzado en éste periodo a un grado donde los nuevos diseños son basados en la experiencia y con ayuda de computadoras muy detalladas se analiza y se obtiene nuevos diseños.

El análisis estructural de carrocerías lleva a cabo - el estudio de panel de Instrumentos, Apariencia Interior y Mecanismos de Lámina, incluyendo cualquier problema de producción.

Este análisis es hecho únicamente en computadora debido a su complejidad, dado que se analiza la estructura como un conjunto, además que se incluyen datos a la -- computadora, como son la Resistencia al Impacto, Simulación Analítica, Mecanismo y Manejo de Información, - referente al desenvolvimiento de Sistemas.

El estudio especifica todas las soldaduras, tamaños de secciones y espesores de lámina, juntas, refuerzos, -- peso estimado, estudio competitivo y programas de reducción, tanto en el peso como en el costo.

En el estudio de análisis de esfuerzo y peso actúan -- continuamente con el diseño, estilo fabricación y planeación del producto, muchas decisiones del estilo -- (forma) son basadas en éste análisis.

El diseño de carrocería nunca puede proceder independientemente del análisis del diseño de Chasis, debiendo

existir una comunicación entre éstas dos áreas de diseño.

La comunicación entre áreas (Chasis y Carrocería) es de suma importancia y muy dependiente cada parte del vehículo.

Para el inicio en el estudio de estilo; el análisis -- del estilo debe ser basado en el análisis estructural del modelo.

El análisis es basado por métodos de matrices y modelos analíticos de computadoras ó puede ser también comparando la nueva propuesta de diseño con algún diseño anterior.

Estos estudios iniciales ayudan a determinar el costo de varios diseños, así ayudando a seleccionar las posibles tentativas en los diseños

Como el diseño se mueve dentro de la fase de proyectos de Ingeniería, el estudio estructural de esfuerzos y el análisis de peso comienza estableciendo una firme decisión de tamaños de secciones, espesor de lámina, soldadura y juntas estructurales, los contrapesos de bisagras, etc.

La Ingeniería de proyectos, diseña sobre prototipos ó montaje de partes por separado. Estos prototipos estan sujetos a pruebas constantes de laboratorio, para mejoría del producto, por lo tanto varias piezas se definen, no de acuerdo al estudio Teórico, sino al estudio de laboratorio y funcional, de acuerdo a varias piezas.

El diseño de refuerzos adicionales de carrocería, debe ser sin degradar la estructura misma de la carrocería, debido a los esfuerzos que originan éstos. El resultado de prototipos y programas (prototipo es un automóvil, hecho a mano con partes fuera de línea de ensamble), son integrados dentro de una fase experimental, despues se resuelven problemas de los vehículos piloto en producción.

Esto es el período usual para investigar las numerosas propuestas de disminución de costo y peso. A través de éstas actividades experimentales, el diseño es ayudado por computadoras y programas Analíticos diseñados para necesidades específicas.

1.- REQUERIMIENTOS ESTRUCTURALES DE LA CARROCERIA

- a) Rigidez para operaciones normales
- b) Fatiga adecuada en la duración del vehículo
- c) Requerimientos de seguridad
- d) Costo mínimo y peso
- e) Estilo y fabricación

REQUERIMIENTOS ESTRUCTURALES DE LA CARROCERIA

a) Rigidez para operaciones normales.

La estructura del vehículo debe ser tan rígida para - mantener siempre constantes las aberturas de la carrocería.

(Las aberturas de puertas, cofre y cajuela, deben ser siempre constantes). (Un severo portazo puede no ser - percibido al flexionar el pilar central, panel de cuarteron o el toldo)).

Los factores que afectan la rigidez de las partes débiles, son el tipo de juntas, entre miembros estructurales, curvatura básica de elementos estructurales, y los espacios entre soldaduras.

En el diseño de la estructura hay que tener en cuenta que no se deben permitir efectos de deterioro en las - partes de estructura rígida.

La carrocería debe ser también lo suficientemente rígida para que los ocupantes del vehículo no se percaten de las deformaciones plásticas que sufre la carrocería inducida por los efectos de la suspensión, sin embargo haciendo una estructura completamente rígida, resultan trayectos duros. Un compromiso entre lo agitado y la dureza es requerida para un diseño satisfactorio.

b) Fatiga adecuada en la duración del vehículo

Aunque las garantías recientemente se han reducido a 12 meses, los compradores que no hacen reparaciones a las carrocerías por efecto de corrosión, antes de 50,000 millas se sienten satisfechos.

Una responsabilidad mayor en el diseño es hacer las juntas entre miembros estructurales, suficientemente fuertes para soportar la fatiga de los materiales. Las características de elongación de la soldadura, así como su flexibilidad, apariencia y corrosión, nunca son aceptados.

c) Requerimientos de seguridad

Desde 1967, una nueva restricción fue agregada al diseño de vehículos (Federal Motor Vehicle Safety Standards), -- normas de seguridad Federal para vehículos de Motor. Estas normas de seguridad proveen una garantía mayor a los requerimientos estructurales de carrocería.

A continuación: Una lista de las más significativas -- Normas de Seguridad que afectan la estructura.

FMVSS No.

201	Panel de Instrumentos, asientos,
202	Cinturones de seguridad, montados en la carrocería.
203	Soportes de dirección
204	Soportes de dirección y estructura.
206	Bisagras y manijas de puerta.
207	Fijación de asientos.
212	Estructura de parabrisas.
301	Sistema de sujeción, tanque de combustible.

Algunas normas de seguridad para vehículos

Como ejemplo:

SAEJ: 224

FMVSS 224 Deformación de la carrocería por colisión

El propósito de ésta norma SAE, es para dar bases en la clasificación para calificar las deformaciones causadas por accidente de vehículos. Esto es necesario para clasificar las deformaciones por accidentes que pueden ser segregadas, reduciendo sus límites. Los estudios de deformaciones por colisión pueden ser usados en muchos bancos de datos para el diseño.

Existe un código de 7 caracteres que sirven para describir apropiadamente la colisión

El sistema de clasificación consiste en 7 caracteres; 3 numéricos y 4 alfanuméricos acomodados en un orden específico, para describir lo concerniente a la dirección, localización, tamaño del area, extensión y la combinación de todas para así tener una composición descriptiva del daño.

SAEJ: 203

FMVSS 203 Soporte de Dirección

Se prueban recibiendo impactos a 15 Mph. induciendo una reacción menor que 2500 lb. al sistema de control de dirección.

SAEJ: 204

FMVSS 204 Soportes de Dirección y Estructura.

Se prueban recibiendo impactos a 30 Mph. y no debe producir un desplazamiento hacia atrás mayor de 5 pulgs.

d) Costo mínimo y peso.

Diseñar una estructura eficiente es sinónimo de diseñar con mínimo costo y peso. Esos dos factores usualmente no son independientes.

El gran ahorro en el peso vehicular puede realizarse reduciendo espesores en los paneles largos como son toldos, salpicaderas, paneles de pisos, cofre etc.

Esos espesores pueden ser elevados en el prototipo, ó en las producciones piloto, con herramienta de produc-

ción normal, las partes no necesariamente deben tener espesores gruesos.

Otros factores que causan que el espesor del material sea grueso en las primeras producciones son:

- 1) Fracaso anteriores con piezas similares
- 2) Falta de tiempo en el desarrollo
- 3) Historia sobre el diseño
- 4) Normas de Seguridad Federal

Minimizar el costo de refuerzos y estructura, es una de las mayores responsabilidades del Ingeniero Diseñador de Estructuras.

e) Estilo y fabricación.

Debe considerarse la apariencia exacta que se busca, - el Diseñador de Estructuras debe explorar constantemente nuevos conceptos, nuevas configuraciones estructurales y materiales nuevos para proporcionar la rigidez - adecuada, tomando en cuenta la forma de la carrocería, fatiga, normas de seguridad, costo y peso establecido.

Las tendencias recientes en el estilo son los grandes cristales, pilares delgados, toldos planos y reducción de altura. El resultado final de éstas tendencias son principalmente la reducción en las estructuras, siendo éste el mayor problema para el Diseñador de Estructuras.

Muchos conceptos de estilo son estructuralmente posibles, pero de costo muy elevado, por lo tanto el factor

costo en el que muchas veces decide el tipo de estructura y estilo a usar.

Un diseño estructural no es aceptable, si para la planta de ensamble es difícil o imposible ensamblar o fabricar las partes. Existen muchos compromisos en el acceso de soldadoras o punteadoras, fabricación de troqueles, localización de lugares de fijación en los Bancos de ensamble, limitaciones de material en los troqueles, secuencia de ensambles y velocidad en la línea de ensamble. Estos detalles afectan rigidez, vida o rendimiento de seguridad con soluciones, que afecten costos y peso; por lo tanto si hablamos de un diseño ideal, estamos involucrando que es con un mínimo de peso y costo.

La necesidad para automatizar la fabricación y ensamble por reducir el costo del producto ha tomado gran importancia en el diseño estructural.

2: AREAS QUE REQUIEREN ANALISIS ESTRUCTURAL

a) MIEMBROS ESTRUCTURALES DE CARROCERIA

En la actualidad se puede analizar la carrocería y el chasis como una unidad soldada.

Las partes más rígidas de la estructura son el piso, pared de fuego, pilares y refuerzos de toldo.

Los miembros estructurales del ensamble lateral son los pilares de parabrisas, largueros, pilar trasero, central y rieles de toldo, Por ejemplo: en un SEDAN de cuatro puertas, la porción mayor de cargas se encuentra en el ensamble lateral. Si fuera posible insertar tirantes diagonales en las aberturas de puertas, el ensamble sería una excelente armadura estructural.

Un aspecto muy importante en el diseño son las esquinas rígidas.

Cualquier panel de armadura depende siempre de soportes o uniones diagonales para complementar zonas entre los paneles principales como el de piso o cuarterones. Después de varias pruebas se encontró que las armaduras simples son las mejores si éstas se fijan con propiedad, además contribuyen en mucho a la rigidez torsional de la carrocería y aminoran el peso y ahorro substancial en el costo del vehículo.

La parte inferior y estructura de piso es hecha por rieles de caja que van del frente del vehículo a la parte trasera, además de esos miembros longitudinales, la parte delantera y media del vehículo se refuerzan con travesaños, que son necesarios para proporcionar rigidez lateral.

La estructura delantera de la pared de fuego se hace de las salpicaderas delanteras y el ensamble de soporte de radiador complementado por fragmentos soldados al chasis y tolvas.

La estructura trasera es hecha del panel de cuarteron, rieles de drenado, travesaños traseros y usualmente -- los travesaños de la suspensión trasera.

Todas éstas estructuras deben estar en función del tamaño y peso del vehículo, de acuerdo a las normas de seguridad.

b) CARGAS BASICAS DE LA CARROCERIA

Las fuerzas básicas a través del ensamble lateral se muestran en la fig. 18 bajo carga de las ruedas, y pernos de conexión, la estructura vendría siendo un paralelogramo y colapsarse si no existieran uniones. El esfuerzo completo de la estructura depende de las esquinas (o nodos), los cuales se someten a grandes esfuerzos, por lo tanto, deben ser las partes más rígidas.

En los vehículos de 4 (cuatro) puertas la tensión entre el riel de toldo y largueros se pierde debido a que no existe una sección completa, ésto hace que se aumente la curva de esfuerzos en otras esquinas, como en el pilar central que sostiene normal a la estructura superior.

Las esquinas más críticas en el ensamble lateral son usualmente más difíciles de soldar, particularmente el pilar de parabrisas, rieles de toldo y cabeceras de toldo.

CARGAS EN LA CARROCERIA

REFUERZOS Y RIELES DE TOLDO

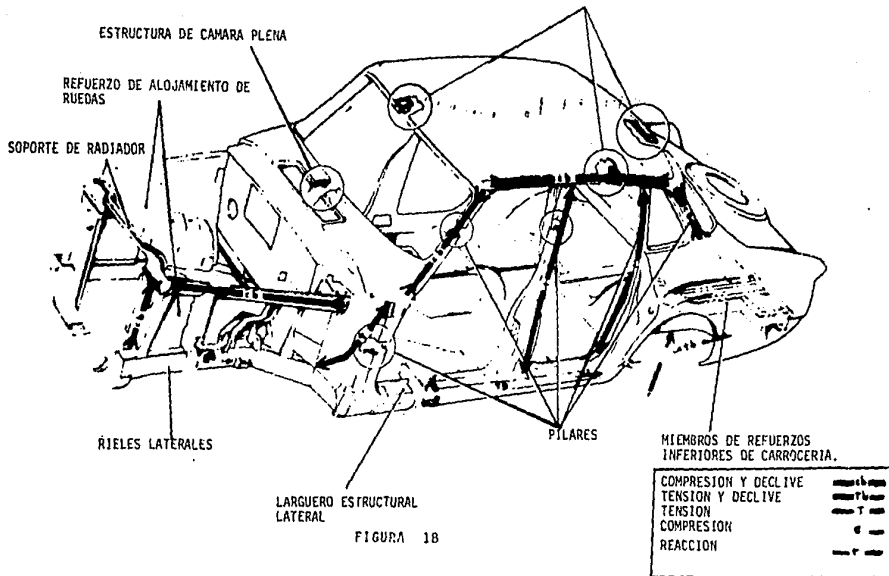


FIGURA 18

Existen fuerzas en la estructura primaria cuando sucede una torcedura, por ejemplo; cuando se golpea una llanta con un bache o en las condiciones adversas del camino, los esfuerzos en el ensamble lateral pueden -- analizarse como vigas de carga, sobre un lado del --- vehículo, mientras el otro está sujeto a fuerzas opuestas.

En condiciones de torcedura, la pared de fuego, cabecera de parabrisas y brazos diagonales son las partes -- con mayores esfuerzos.

c) JUNTAS CRITICAS

Las juntas más críticas estan en el pilar de parabrisas, rieles de toldo, y parabrisas. Si estas juntas son -- flexibles, el vehículo tendrá movimientos en la carrocería. Si se busca rigidez como condición, se debe incrementar el perfil de la cabecera de parabrisas.

En pruebas de camino el impacto mayor se hace a 45Mph, y se mide en la esquina del pilar de parabrisas, si la junta es débil, fallará prematuramente el pilar.

El travesaño de parabrisas,(ya que es la parte con mayores esfuerzos), debe diseñarse con puntas suficientemente rígidas y es diseñado sobre bases comparativas, de acuerdo a pruebas destructivas.

Posteriormente se hacen correcciones para disminuir --

peso y tamaño de los travesaños determinando el momento de Inercia, requerido en el vehículo nuevo.

Las esquinas en punto sobre las aberturas de parabrisas y medallón deben eliminarse, y si una esquina en punto no puede eliminarse, se agregan refuerzos para discipar esfuerzos, los cambios abruptos en las secciones no son buenos, ya que provocan muchas fallas estructurales.

El pilar inferior de parabrisas es otra área crítica, ésta debe ser lo suficientemente fuerte para soportar los esfuerzos del pilar delantero, boveda, y pilar inferior de parabrisas, ésta junta es difícil que tenga la suficiente rigidez torcional del conjunto de carrocería.

Los rieles de toldo pueden ser una buena fijación para las tolvas de rueda, estructuralmente la tolva de rueda es un miembro bastante rígido debido a su curvatura, los esfuerzos del riel de toldo son gradualmente disgregados en el panel de cuarteron y en el piso.

El pilar trasero y el delantero de bisagra se fijan al travesaño de toldo sirviendo como base de una buena armadura.

d) VIGAS

Se usan en el panel de piso, para llevar los esfuerzos a los miembros estructurales colindantes como son los

rieles laterales, túnel y contra-escalón de asientos. Una serie de vigas diagonales paralelas cubren el total del piso, ya que éstas agregan rigidez.

Algunos soportes son reforzados con vigas, eso aumenta el momento de Inercia en las partes críticas. Las vigas usadas con propiedad en el diseño puede quitar peso y eliminar calibres gruesos de lámina.

Un análisis cuidadoso debe efectuarse cuando se agregan vigas a los diseños de los paneles, ya que en un primer análisis la función es que resistan la tensión diagonal y fuerzas de compresión, sin embargo, resultan no efectivas, si están localizadas erróneamente.

e) ASIENTOS, ACCESORIOS, INSTRUMENTOS

El diseño de manijas, bisagras, asientos, descansabrazos, etc. se analizan los esfuerzos, según las normas federales que ya están establecidas en cada caso.

IV MATERIALES

La moderna construcción de automóviles sin chasis se lleva a cabo mediante el conocimiento estructural y de esfuerzos en adición a los principios de Ingeniería y métodos de producción.

Los modelos de automóviles son ampliamente divididos en distintos grupos, tomando en cuenta el precio de venta.

- 1) Las pequeñas producciones de automóviles en serie.
- 2) Las medianas producciones de automóviles en serie.
- 3) Las grandes producciones de automóviles en serie.
- 4) El diseño de carrocerías adecuado a un chasis.
- 5) La construcción de vehículos usando el mayor número de componentes de una línea de carrocerías usada anteriormente.
- 6) Las modificaciones a una carrocería sobre una producción en serie.
- 7) Carrocerías especiales o deportivas.
- 8) Carrocerías especiales para el Gobierno.

En cada grupo puede apreciarse que el trabajo del Ingeⁿiero Diseñador debe tener en cuenta los costos concisos y la habilidad de investigar nuevos materiales, -- procesos para facilitar la producción y mejorar la carrocería. Así cuando se diseña, se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- a) Magnitud del herramental disponible.
- b) La exactitud es esencial, ésta debe ser una condición para definir las tolerancias y reducir los costos en ensambles posteriores.
- c) Tolerancias definidas sobre partes móviles.
- d) Ajustes necesarios en partes críticas.
- e) Seguridad en el uso de materiales correctos.

CARROCERIAS DE LAMINA DE ACERO

Las carrocerías construidas totalmente de lámina de acero deben ser fabricadas con un máximo de partes, de una sola pieza (toldo, laterales, salpicaderas, etc.) y ser diseñados para una unidad ensamblada.

El uso de juntas es necesario para evitar oxidación y entradas de agua.

Las carrocerías de lámina poseen mayor rigidez que las de otros materiales, los ensambles mayores son claves en lo referente a punto de seguridad, como lo debe ser los lugares fijar los cinturones de seguridad. (lo usual, por ejemplo: en éste caso es usar el túnel central del piso y los pilares, que son los más rígidos - del vehículo).

Las carrocerías de lámina de acero se rigidizan aún -- más con el uso de dobleces y pestañas, para así evitar refuerzos y soportes, que aumentan considerablemente - el peso del vehículo.

Las fijaciones o anclajes para bisagras y chapas de -- puertas, se encuentran normalizadas por las Normas S.F. (SAFETY FEDERAL) las cuales deben cumplir sin alterarse, (Las bisagras de cajuela por ejemplo, se refuerzan por medio de los rieles laterales de toldo y hasta los pilares de marco de parabrisas que son los que rigidizan los toldos de parabrisas).

El ensamble general del casco es un ensamble de mucha importancia, ya que es en ésta zona donde se pueden -- presentar agritamientos por causa de un mal cálculo es tructural.

El otro ensamble que también es muy importante es en - el comportamiento de motor, ya que si es una carroce-- ría sin chasis, la suspensión delantera se monta sobre rieles y travesaños.

El diseño de carrocerías con paneles largos y anchos - implica que el herramental para hacerlos deba ser demasiado grande y costoso, ya que éste es un inconveniente muy grande en la fabricación de automóviles de lámina de acero, debe buscarse carrocerías que combinen otros materiales.

El trabajo del diseño es conexión con las modificaciones a los automóviles producidos en serie, que ha sido auxiliar por el uso de refuerzos y partes plásticas.

El uso de materiales blandos como el aluminio, está -- muy restringido, debido a que es muy caro y de poca -- resistencia, sin embargo su uso es más bien en partes de ornamentación, ya que puede darse acabados con muy alta calidad.

Para partes de ornamentación y accesorios también es -- usado el antimonio, fundición de samac, plástico.

CONSTRUCCION DE CARROCERIA

SOLDADURA

Muchos tipos de soldadura son usados en la fabricación de carrocerías. La más común es la individual de puntos de soldadura. Los puntos de soldadura son hechos por una punteadora, la cual aplica fuerzas en sus mordazas y corriente eléctrica.

Este método presenta ventajas y mantiene las partes --

soldadas por mucho tiempo normalmente los puntos de -- soldadura mantienen un mínimo de 2 a 2 1/2 pulgadas, - una carrocería normal tiene de 5000 a 8000 puntos de - soldadura.

Otra forma son los cordones de soldadura, éste tipo de soldadura es una prueba de agua y sirve para unir armaduras de esfuerzos altos. (esto se aplica generalmente a las tolvas de rueda, fijación de rieles de toldo a panel de toldo, y su uso es comun en el ensamble de tanques de combustible).

Los puntos de soldadura son aplicados por 2 métodos:

La pistola soldadora de mano que es muy versatil y es usada en los lugares más inaccesibles.

(Esta es usada en las fijaciones donde es importante - se lleve a cabo una buena unión).

En contraste, los sub-ensambles son fabricados por una máquina de puntos de soldadura, éste método emplea una prensa larga que une las dos piezas. Esta máquina produce una multitud de puntos de soldadura en muy poco - tiempo. Este es el método de menor costo, para altas producciones, pero debe ser justificado por una producción alta, ya que el precio del equipo y herramienta - es muy costoso.

La soldadura eléctrica es usada en áreas donde la máquina punteadora ó la pistola de mano no puede usarse.

Este método es el más tardado, sin embargo es el adecuado en algunos lugares. Es un método de arco de soldadura en el uso común donde el carrete de soldadura es protegido por un gas inerte.

La soldadura con acetileno es usada en áreas donde debe quedar la soldadura aparente, con un buen acabado o a prueba de agua. Este método es el más tardado y nunca usado donde los otros métodos son adecuados.

El modelo patrón de soldadura de varios ensambles en la carrocería completa es determinada y especificada por el Ingeniero Diseñador. El número de puntos es basado en la estructura y ensambles requeridos con dos consideraciones: Tamaño de pistola y limitaciones de accesibilidad, el cuidado en el diseño es esencial para mantener el tamaño propio de las partes y así tener calidad en la soldadura. En ésta área debe haber constante coordinación entre el Ingeniero de Diseño y los diseñadores de herramental.

Las especificaciones de calidad de soldadura son creadas por laboratorios, (La participación del Laboratorio de Pruebas y Desarrollo es muy importante).

La soldadura es clasificada como super crítica, --- Crítica y Ordinaria para un punto estructural.

El acabado de la soldadura es especificado de acuerdo a la apariencia requerida por las partes fabricadas.

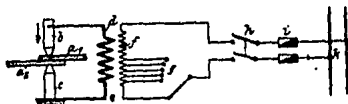
SOLDADURA POR PUNTOS

La soldadura por puntos es principalmente adecuada para la unión de chapas decapadas (es decir, sin bataduras). - No obstante la chapa negra (palastro) puede soldarse bien, especialmente si su superficie no está llena de bataduras, sucia u oxidada. Las chapas deben limpiarse antes de ser soldadas, ya sea con el aparato de chorro de arena o bien raspándolas, esmerilándolas o decapándolas. También las chapas galvanizadas, estañadas (hojalata), emplomadas y, en general, toda chapa de acero revestida, puede ser soldada por puntos. Bajo determinadas condiciones pueden - puntearse ciertas clases de acero de gran calidad, entre otros también el acero al cromo-níquel (inoxidable) y la mayor parte de latones, cobre, laminado, zinc, aluminio y sus aleaciones, plata y otros.

MAQUINAS PARA SOLDAR PUNTOS

Disposición eléctrica de las máquinas.- La soldadura -- eléctrica por puntos se deriva de la soldadura a tope. - Es una unión por puntos de partes planas de metal y se emplea, ante todo, en substitución del roblonado aunque no tanto del plegado y de la falsa soldadura,

Conexión y conducción de la corriente.



Como se ve en la figura, la conexión es igual a la empleada en las máquinas de soldar a tope. El lado de alta tensión f del transformador puede ser regulado por medio de un interruptor escalonado g . El interruptor de alta tensión h , es construido generalmente en forma de relevador de mando (contador), o si se trata de máquinas de gran potencia y gran frecuencia de conexiones, como interruptor de tubos con distribución por rejilla; i son los cortacircuitos o fusibles y k la red de corriente alterna, a la cual está conectada la máquina o el transformador.

Los dos electrodos b y c afectan la forma de varilla y están conectados a los extremos de los conductores del circuito de baja tensión d . Entre ellos se introducen las piezas a soldar. Al oprimir las puntas de los electrodos contra las planchas a_1 y a_2 , y conectar la corriente, ésta pasa a través de las planchas y producen un punto de -

soldadura, cuyo diámetro depende de la forma de los electrodos, de la fuerza de los mismos, de la absorción de -- energía y del espesor de las planchas.

Las máquinas están dispuestas de tal suerte, que al accionar una palanca de pedal o de mano se consigue que el brazo superior, móvil, de la palanca que lleva el electrodo b apriete primeramente el electrodo y sujete las dos planchas a₁ y a₂. Continuando el movimiento de la palanca se cierra el interruptor de corriente. En sentido inverso, una vez terminada la soldadura se interrumpe primero la - corriente y después se deja libre la chapa. El orden en que se efectúa el trabajo debe conservarse al desplazar o graduar el voladizo y la altura de elevación de los brazos portaelectrodos, ya que, de lo contrario, al cerrar - y principalmente al abrir el circuito de la corriente, se tuestan el punto de fusión y las superficies de los electrodos. En máquinas tan sencillas pueden conseguirse impecables puntos de soldadura en planchas de acero de 2X0, 3 hasta 2X5 mm, si bien con largos tiempos de soldadura. Pasando de aquí y para puntear delgadas planchas de acero y metales no férreos, ya no son suficientes estas simples máquinas eléctricas, sino que hay necesidad de máquinas -

mecanizadas especiales, en las cuales los procesos son regulados por mandos eléctricos y la dirección de todo el -- proceso de soldar, incluso los límites de soldadura, se efectúa por medio de relevadores, válvulas (lámparas) rectificadoras de cátodo incandescente o de vapor de mercurio.

MAQUINAS MOVILES PARA SOLDAR POR PUNTOS

Como muchas veces se tropieza con dificultades para transportar piezas grandes, voluminosas, hasta la máquina fija, como, por ejemplo, carrocerías de automóvil, vagones, etc., se provee el taller de máquinas de soldar por puntos, portátiles, que no son otra cosa que una reunión de útiles de soldar y un transformador de soldar con sus respectivos accesorios unido por medio de un cable flexible. El transformador está montado junto con el regulador, relevador de conexión, limitador de soldadura y dispositivos de inspección del agua en un mismo bastidor o chasis, que se suministra fijo, transportable o como carro de grúa. Los cables y mangas de goma para el agua de refrigeración conducen a los útiles de soldar, que, según el uso a que se destinan, afectan la forma de tenazas de soldar, tenazas pequeñas para soldar por puntos, electrodos de choque y de -

palanca, etc. Su accionamiento se efectúa generalmente a mano o por medio de aire comprimido. Generalmente los -- electrodos aprisionan entre sus brazos la pieza de trabajo y, cuando esto no es factible, se disponen de manera que - el electrodo inferior y el exterior quedan completamente - separados. Debido a los largos cables de conducción que - se necesitan, la potencia de soldadura que limitada a chapas delgadas; por otra parte es necesario un buen enfria-- miento por agua de los cables altamente solicitados en mangas de goma.

El electrodo está provisto de un resorte tensor graduable para la exacta regulación de la deseada presión y es opri-- mido a mano. La conexión de la corriente está acoplada -- indirectamente al movimiento de recorrido. El otro cable conduce a la pieza de trabajo y, si es preciso, a una pie-- za de apoyo.

TREN MOTRIZ

EL AUTOMOVIL DE PASAJEROS:

La locomoción mecánica se retrasó cerca de medio siglo, debido a la oposición de los propietarios de grandes carruajes tirados por caballos.

Fue hasta 1883 que la industria del motor automotriz tomó un sentido comercial, con la introducción del carro impulsado por vapor, construido por el Marques Albert de Dion, el cual tubo un éxito considerable.

También por la década de 1890, surgió el coche impulsado por motor eléctrico y baterías plomo ácido. Por esta época también surgieron los coches híbridos.

Simultáneamente y de manera independiente, los señores -- Guttlieb Daimler y Carl Benz, desarrollaron la máquina de combustión interna, para su aplicación al automóvil y ya para 1900, la gran mayoría de los carros estaban provistos de máquinas de combustión interna por sus mayores ventajas, en este tiempo y a partir de entonces se desarrolla la industria automotriz mundial, creando una infraestructura gigantesca difícil de superar.

El automóvil de pasajeros tiene una larga y exitosa historia, por lo que la industria automotriz enfrenta el reto vital de que sobreviva y no llegue a extinguirse. Debido a esto, el automóvil se adaptará a los cambios necesarios para el control de la contaminación y ahorro de energéticos.

TENDENCIAS DEL AUTOMOVIL DE PASAJEROS

De una manera general se tratarán las tendencias a que responderá el propio automóvil, básicamente eficientar a través de:

Menor Peso

Eliminando partes, aplicación de materiales ligeros y resistentes.

Mejor Utilización de la Energía

Reducción de pérdidas, formas aerodinámicas, reutilización de la energía, aplicación de políticas y regulaciones gubernamentales.

Combustibles

Mejorar economía de combustible. Mejor aprovechamiento de la combustión, mezcla de combustible comburente, mejoramiento de combustibles, aplicación de nuevos combustibles, aplicación de políticas y regulaciones gubernamentales.

Control de la Contaminación

Reducción de emisiones nocivas del escape, gases, partículas, aromatizantes, utilización de convertidores catalíticos, reducción de nivel de ruido y modificación de la máquina (sistemas de combustión).

Aplicación de políticas y regulaciones gubernamentales más severas, incluso a futuro de observancia mundial.

Utilización de la Electrónica

Mayor aplicación de la electrónica en:

Sistemas de combustión, sistemas de control de contaminación.

Sistemas de suspensión, tableros de instrumentos.

EL MOTOR AUTOMOTRIZ

Ahora bien, centrándonos en las tendencias del motor automotriz, de una manera general, se puede decir que a corto y mediano plazo se continuará utilizando la máquina de -- combustión interna, recíproca de encendido a chispa, -- eficientándola por medio de reducción de peso, mejor aprovechamiento de la combustión recirculación de gases de escape, control de la contaminación, mejor utilización de la energía y mayor aplicación de la electrónica, aplicación de materiales ligeros y resistentes.

Para analizar las tendencias específicas, relativas a:

La Máquina

El Combustible

La Contaminación

TENDENCIAS DE LA MAQUINA AUTOMOTRIZ

Corto y Mediano Plazo (1985-1995)

Corto y mediano plazo de 1985 a 1995. Seguirá utilizándose la máquina reciprocante de combustión interna, tales como: la Otto convencional, Diesel convencional, inyección directa y carga estratificada, para todas ellas con aplicación de turbo cargadores.

Reducción de Peso

Monoblock y cabezas de aluminio, camisas de fierro fundido o cerámica en los cilindros.

Aplicación de insertos de cerámica en: Válvulas de escape, cabeza de pistones.

Válvulas con tratamiento de Tufftride.

Válvulas de cerámica.

Pernos de acero aligerado, pernos con núcleo de material sintético.

Arbol de levas a la cabeza, introduciendo punterfas hidráulicas de tipo invertido, tipo ajustadores e insertada en el balancín.

Cabeza con multiválvulas, dos o tres por cada cilindro.

Punterfas con pastilla de desgaste de cerámica.

Aplicación de termoplásticos inyectados moldeables, para fabricar: bieles, retenes para resorte de válvula, engranes de la cadena de tiempo, falda para pistón y pernos.

Aplicación de fundición de espuma perdida, para fabricar -
cigüeñales y árboles de leva huecos.

El monoblock, cabezas y carter de materiales plásticos com-
puestos.

Básicamente al reducir peso, se incrementa el ahorro de --
combustible.

Mejor Utilización de la Energía

Reutilización de los gases de escape, para completar la --
combustión o para el turbocargador.

Reducción de pérdidas por fricción, aplicando lubricantes
mejorados, utilización de puntería tipo rodillo.

Máquinas de menor desplazamiento.

Mejoramiento de la eficiencia térmica al operar la máquina
a mayores temperaturas, utilizando materiales cerámicos.

Alta relación de compresión.

Mejor control de apertura y cerrado de válvulas y encendi-
do.

Utilización de inyección directa y carga estratificada.

Operación con mezclas pobres.

Aplicación de la electrónica para el control de la combustión (manejo aire-combustible), sensores, microprocesadores y servomecanismos.

Combustible

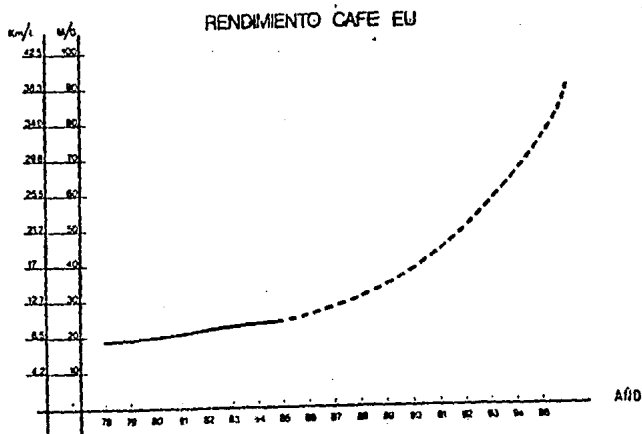
Seguirán utilizando la gasolina y el diesel.

Asimismo, se utilizarán mezclas de gasolina con alcohol o gasolina con metanol, del orden del 5%.

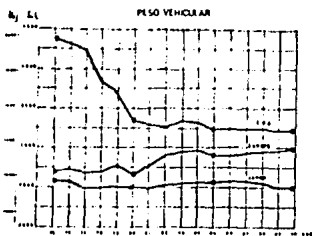
En la década de los 90's, se incrementará el uso de combustibles no derivados del petróleo, como el metanol y etanol.

También como combustibles alternos se aplicará el gas licuable del petróleo (LP), el gas licuable natural (LNG), - el gas natural comprimido (CNG).

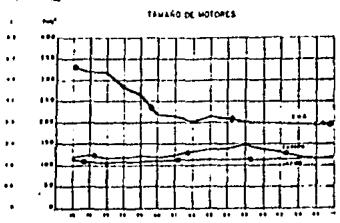
A continuación se muestra una gráfica de las tendencias -- exigidas en los Estados Unidos, por la Corporación para la Economía de Combustible (CAFE) y la Agencia de Protección del Ambiente (EPA).



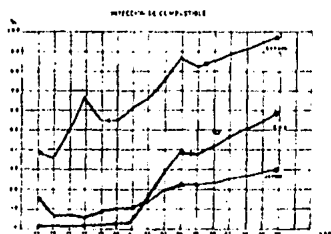
A continuación se presentan gráficamente, algunas tendencias comparativas entre los vehículos japoneses, europeos y americanos.



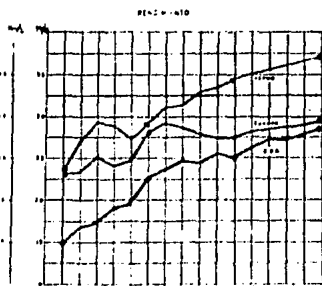
Peso Vehicular



Tamaño del Motor



Utilización de Inyección de Combustible



Economía de Combustible

Control de la Contaminación

Para las máquinas convencionales tipo Otto, se utilizarán convertidores catalíticos de tres vías.

Reutilización de gases de escape.

Utilización de inyección directa y carga estratificada.

Operación con mezclas pobres.

Aplicación de la electrónica para control de la contaminación, sensores, microprocesadores, servomecanismos.

Aplicación de legislación más severa para el diesel (ruido, material particulado, aromatizantes).

Eliminar el contenido de plomo en la gasolina.

Eliminar desde las refinerías algunos contaminates como el azufre (S).

Largo Plazo (1995 en adelante)

De 1995 en adelante, en cuanto a máquinas reciprocantes de combustión interna, se utilizará la máquina diesel, una vez superados los problemas de control de contaminación y costo. Asimismo, tendremos la máquina con inyección directa y carga estratificada, turbocargadas quemando algunos de los combustibles alternos (metanol).

Para la máquina reciprocante de combustión externa, Stirling, se incrementará su uso, quemando cualesquiera de los combustibles. Con esta máquina se reducirán las emisiones nocivas.

A partir de 1995 aumentará la utilización de la máquina rotatoria de Combustión interna, básicamente la Wankel -- con carga estratificada.

La rotatoria de combustión externa, turbina de gas, se -- piensa que se aplicará después del año 2000, una vez superados los problemas de materiales (cerámica y control de la contaminación).

La máquina eléctrica también se cree resurgirá después del año 2000, una vez superados los problemas de la batería. Sin embargo, también por esta época se podría aplicar la máquina híbrida, motor eléctrico y motor de combustión -- con tres embragues para recargar la batería con el motor de combustión y generador eléctrico.

La mejor utilización de la máquina eléctrica, será cuando se disponga de fuentes prácticas de aplicación de energía solar directa.

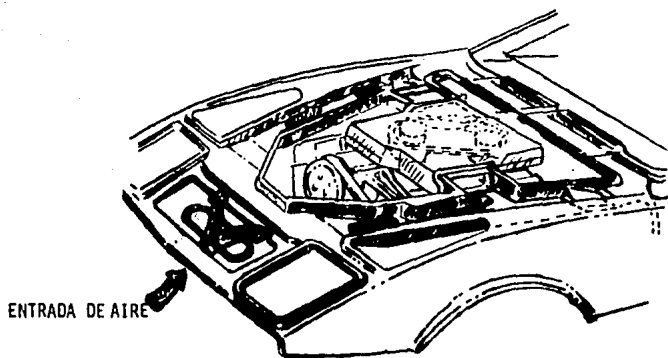
La ventilación interior del vehículo puede obtenerse con -- entradas de aire y deflectores que eviten abrir las ventanas, ya que una ventana abierta presenta muchas turbulencias y como resultado aumenta la resistencia aerodinámica. Los sistemas de ventilación interior deben complementarse

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

de conductos para desalojo de aire y así mantener el habitáculo siempre fresco y evitar al máximo y abrir las ventanas.

Es necesario que existan toberas y ventilaciones para introducir aire al compartimiento de motor de modo que no se originen contra presiones y viaje libremente el aire.

El radiador de agua y aceite pueden situarse al frente, - ó a los lados del vehículo, según la forma del vehículo. Los cálculos para la definición de un sistema de enfriamiento para cada vehículo son simplemente representativos, ya que para seleccionar un buen sistema de enfriamiento - es necesario efectuar muchas pruebas de camino.



VENTILACION AL COMPARTIMIENTO DE MOTOR POR MEDIO DE CONDUCTOS INTERIORES DE LA CARRO-CERIA.

FIGURA # 19

VI CONCLUSIONES

- Gran parte del diseño de carrocería se basa en los enunciados y dibujos expuestos en éste trabajo, ya que básicamente en lo referente a formas fluidodinámicas no pueden cambiar, salvo que se encuentre el vehículo ó cuerpo en el vacío ó en un medio que no presente resistencia contra el viento.
- El diseño automotriz en México está básicamente cerrado a los ingenieros diseñadores, sin embargo; por medio de ciertas modificaciones en las carrocerías, puede mejorarse notablemente su coeficiente aerodinámico y así generar un ahorro de combustibles.
- El diseñar carrocerías aerodinámicas no es solamente el diseño teórico, sino es necesario crear prototipos ó modelos y probarlos en túneles de viento, pero por el alto costo de los túneles de viento se puede trabajar de igual manera con modelos a escala para no elevar el costo del diseño.
- Como conclusión se puede ver la siguiente tabla para comprender a grandes rasgos lo que se puede lograr - con algunos perfiles de carrocería, siendo los perfiles de la columna número 1 los más recomendables para lograr una carrocería aerodinámica, y los de la columna número 6 los menos recomendables.

-Las innovaciones del diseño automotriz en la actualidad son generadas principalmente por tendencia europeas, - ya que por el costo de los combustibles en el continente europeo hubo que perfeccionar todos los sistemas y conjuntos automotrices y asi acercarse al perfil de la carrocería ideal, además de usar motores menos potentes y más rendidores. Sin embargo, el diseño del auto móvil en América comenzó a tomar en consideración hasta hace poco tiempo los conceptos de aerodinámica, poco - peso de las carrocerías y motores menos potentes.

Los beneficios aportados al diseño de carrocerías al - aplicar conceptos aerodinámicos es grandemente redituable en la economía de combustible. Como consecuencia de una carrocería aerodinámica podemos encontrar que - la carrocería más aerodinámica no siempre es más económica, cómoda, atractiva y segura, ya que logrando un vehículo bien perfilado podemos encontrar que el interior del vehículo nos resulta incómodo por el tipo de largueros, soportes, travesaños interiores, etc., además que podemos excedernos en el peso del vehículo, por -- ello las carrocerías actuales estan muy lejos de ser - las carrocerías ideales.

La velocidad a la que se va a someter la carrocería en diseño es un factor muy importante, ya que si se viaja a poca velocidad, existen otros factores de resistencia que son más importantes que el factor aerodinámico.

-El costo del herramental (troqueles, prensa) para la -
modificación de una carrocería es bastante elevado, --
pero es inferior al que se llevaría el modificar herra-
mentales para cambios en el motor

-El impulso del diseño de vehículos para el futuro nos
muestra una íntima relación entre lo que se refiere a
la parte estética con la parte técnica.

BIBLIOGRAFIA

- MECANICA DE FLUIDOS Y MAQUINAS HIDRAULICAS
CLAUDIO MATAIX
ED. HALA
- MECANICA DE FLUIDOS
SHAUMS
ED. SERIE SHAUMS
- TRATADO GENERAL DE SOLDADURA
II SOLDADURA ELECTRICA
PAUL SHINPKE Y HANS HORN
ED. GUSTAVO GILI
- INTERNATIONAL JOURNAL OF VEHICLE DESIGN
VOL. 3 NO. 3 1982
W.H. HUCHO
THE JOURNAL OF THE INTERNATIONAL ASSOCIATION FOR VEHICLE
DESIGN
- INTERNATIONAL JOURNAL OF VEHICLE DESIGN
VOL. 1 NO. 2 1980
G.H. TID BURY
THE JOURNAL OF THE INTERNATIONAL ASSOCIATION FOR VEHICLE
DESIGN
- INTERNATIONAL JOURNAL OF VEHICLE DESIGN
VOL. 3 No. 2 1980, I. WINKLER
- MECHANICS OF VEHICLES
JAROSLAV J. TABOREX
PENTON EDUCATION DIVISION

- TENDENCIAS DEL MOTOR AUTOMOTRIZ Y SUS EFECTOS EN LA MANUFACTURA DE PISTONES, PERNOS, Y PUNTERIAS
ING. CESAR ROJAS HERNANDEZ
REPORTE TECNICO DE MORESA
- BODY CONSTRUCTION AE-1
CHRYSLER INSTITUTER OF ENGINEERING
(MANUAL DE DISEÑO CHRYSLER).
- BODY ENGINEERING
S.F. PAGE
CHAPMAN & HALL L.T.D.
- S.A.E. HAND BOOK, PART 2 1982
SOCIETY OF AUTOMOTIVE ENGINEERING, INC.
- STRUCTURAL DESIGN OF SUBURBAN INTERIOR, SEAT AND FLOOR PANELS
DE CALUWE, H.B.
C.I.F., TECH, REPORT
- AERODINAMICA
EL SELLO DE FORD EN LOS OCHENTAS
JACK J. TELNACK
REVISTA FORD. 1985
- AIR FOILED, AUTO AERODINAMICS AND THE ART OF FLYING ON THE GROUND
ROBERT TAROZZY
REVISTA HOT ROD ABRIL 1976
- AERO FEATURE
ROBERT SIMANAITIS, ALEX TREMULIS, DEL COATES
REVISTA ROAD & TRACK AGOSTO 1982

- PROBING THE LIMITS OF AIR FLOW
JOHN MC. ELROY
AUTOMOTIVE INDUSTRIES MARCH 1983
- GENERAL MOTORS DRAFTING STANDARDS
BODY AND SHEET METAL DESIGN
ENGINEERING STANDARDS 1983
- DISEÑO DE AUTOMOVILES Y CONSTRUCCION
CASUCCI PIERO
ESPASA CALPE MANUALES ESPASA
- AUTOMOTIVE CHASIS & BODY CONSTRUCTION
CROUSE WILLIAM H.
MC. GRAW HILL