

872/131  
Tesis Profesional para obtener el título de  
Licenciado en Diseño Industrial  
presenta:

Alberto Manuel de la Torre Agraz



# VEHICULO AUTOMOTOR NO CONTAMINANTE

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Escuela de Diseño Industrial  
Universidad Autónoma de Guadalajara  
Incorporada a la Universidad Nacional Autónoma de México  
Guadalajara, Jalisco, Junio de [REDACTED]

1992



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.

# I N D I C E

	PAGINA
CONTAMINACION AMBIENTAL . . . . .	1
ESTADÍSTICAS . . . . .	19
RECURSOS ENERGÉTICOS FUTUROS . . . . .	25
ANTECEDENTES . . . . .	66
PLANTEAMIENTO . . . . .	72
ANTROPOMETRIA . . . . .	76
ERGONOMIA . . . . .	114
CONCLUSION 1 . . . . .	148
AERODINAMICA . . . . .	153
CONCLUSION 2 . . . . .	178
BASTIDOR . . . . .	179
LUCES . . . . .	181
TRANSMISION . . . . .	186
SUSPENSION . . . . .	193
FRENOS . . . . .	199
DIRECCION . . . . .	207
MOTOR . . . . .	220
CONCLUSION 3 . . . . .	230
GENERADOR . . . . .	232
BATERIA . . . . .	241
CELULA DE Si . . . . .	262
CHIPS . . . . .	277
DIAGRAMA DE FUNCIONAMIENTO DEL CPU . . . . .	288
CONCLUSIONES 4 . . . . .	290
BOCETOS	
PLANOS	
CURSÓGRAMAS	
CÁLCULOS	
COSTOS	
BIBLIOGRAFIA	

## PREFACIO.

La presente Tesis tiene por objeto el diseño y desarrollo de un vehículo auto-motor no contaminante, que satisfaga las necesidades de transporte particular urbano eliminando ya los conocidos problemas de contaminación ambiental, que presentan los vehículos de combustión interna que provocan la generación de monóxido de carbono y óxido de plomo.

Según datos obtenidos en SEDUE, el 80% de la contaminación ambiental en la República Mexicana es producida por los vehículos urbanos y el 20% restante son los desperdicios que se vierten en agua y superficies habitables.

El trabajo pretende además, que todos los elementos involucrados en la propulsión de vehículos, operen siempre en condiciones óptimas, de modo que la eficiencia de todos y cada uno de ellos sea la máxima posible.

Es importante señalar que cualquier elemento que no opere así, generará problemas de contaminación emitiendo calor, gases, ruidos, etc.

Los dispositivos anticontaminantes actuales, que se adaptan a los vehículos de combustión interna, además de ser muy costosos provocan lo siguiente:

Frena el desalojo de gases y estos provocan la pérdida de potencia e incrementa el consumo de combustibles, con el uso continuo este dispositivo se va degradando y va provocando la emisión de gases tóxicos como g. sulfúrico, gases sianógenos y éstos provocan una contaminación mayor y

más peligrosa, por lo que este tipo de soluciones quedan -- eliminadas de antemano.

Debido a los problemas de la contaminación a partir de -- esta fuente se presentan de igual manera en todas las ciudades de la República Mexicana, el diseño tomará en cuenta -- las condiciones de rodamiento en función de las circunstan-- cias urbanas nacionales, de manera que el objeto resultante resuelva los problemas mencionados en todo el país.

Es importante tomar en cuenta que aunque las ciudades -- pequeñas no presentan aún este problema están condenadas a -- sufrirlo a largo plazo.

Hay que pensar que Guadalajara empieza a padecer este -- tipo de problemas aunque nadie pensó que pudiera suceder.

Como es lógico, el presente trabajo pretende lograr un -- producto que resulte de precio competitivo en el mercado -- automotriz de manera que tenga una buena oportunidad de -- existir en éste.

El aire es indispensable para la vida sobre la tierra. - La adición de materia indeseable transportada por el aire, como el humo, cambia la composición de la atmósfera de la tierra, perjudicando posiblemente la vida y alterando los materiales. Designamos este fenómeno atmosférico como - - ((CONTAMINACION)) del aire. Solemos reservar la palabra de contaminación para la alteración de la atmósfera al aire libre por las actividades del hombre, aunque la contaminación del aire podría resultar acaso de acontecimientos en los que el hombre nada tenga que ver, como, por ejemplo, -- en la dispersión del polen, Las erupciones volcánicas o -- los incendios provocados por el rayo. Comprendemos que la contaminación del aire pueda controlarse por medios dispositivos técnicos, por que no aplicar, pues, estos métodos de control para prevenir la liberación de contaminantes en la atmósfera y gozar así, sin contra partida alguna, de -- las comodidades humanas que la tecnología nos proporciona. Si el ecosistema considerado es la comunidad entera de la vida sobre la tierra y si el trastorno afecta una parte importante del ecosistema como es la atmósfera, sabemos que la solución no será sencilla.

Empezaremos nuestro examen de la contaminación del aire con algunos conceptos fundamentales, primero, separaremos la aritmética necesaria para describir la composición del aire.

#### AIRE PURO Y AIRE CONTAMINADO

El elemento componente mas variable del aire es el vapor de agua, o humedad, cuya concentración puede variar de negligible, en un desierto, a aproximadamente 5% en una --

selva cálida. Si negligimos la humedad y consideramos solamente el aire seco, su composición en volumen es de aproximadamente de 78% de nitrógeno, 21% de oxígeno y 1% de otros gases. Un análisis mas detallado en este cuadro.

GAS	CONCENTRACION EN VOL.		
NITROGENO N2	780	900	78.09 %
OXIGENO O2	209	400	20.94 %
ARGON			
NEON			
AIRE PURO			
HELIO			
CRIPTON			
XENON	9	325	0.93 %
BIOXIDO DE CARBONO	315		0.03%
METANO	1		
HIDROGENO	0.5		
CONTAMINANTES	OXIDOS DE NITROGENO	0.52	
NATURALES	OZONO O3	0.02	

Las concentraciones naturales de partículas de materia en el aire varían mucho más que las de materia gaseosa. -- Así, si analizamos el aire en diversas partes de la tierra alejadas de las actividades del hombre, la composición de los gases quedaría muy cerca de las cifras de nuestro cuadro. En cambio la materia en partículas varía mucho de un lugar a otro. Incluirá partículas no visibles tales como granulos de tierra elevados por el aire, polvo volcánico y sales de la evaporación de la espuma del mar e insectos.

Digamos que el aire puro es una mezcla gaseosa de los 6 primeros componentes esto es: nitrógeno, hidrógeno gases -- inertes bióxido de carbono, metano y oxígeno, en las concentraciones que se indican, más cualquiera humedad complementaria que pueda estar presente, por supuesto, toda va-

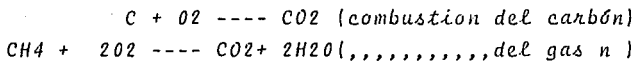
riación significativa de estas composiciones podría resultar perjudicial; un aire que contuviera 10% de CO<sub>2</sub> sería venenoso, y un aire que contuviera H<sub>2</sub> o 10% de CH<sub>4</sub> sería explosivo. Así pues el CO<sub>2</sub> en altas concentraciones es un contaminante. Y en forma análoga consideraremos todos los demás gases, independientemente de la concentración o si son de origen humano o no.

## CONTAMINANTES GASEOSOS DEL AIRE

En esta sección descubriremos las clases principales de contaminantes gaseosos y algunos importantes compuestos individuales que contaminan.

### OXIDOS DE CARBONO

El bioxido de carbono, CO<sub>2</sub>, es un componente natural del aire y parte del ciclo carbono de la biosfera; por consiguiente, no se le considerará por regla general como contaminante. Sin embargo, el quemar carbón, petróleo y gas natural como combustibles produce grandes cantidades de CO<sub>2</sub>. -- Las ecuaciones químicas son:



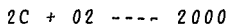
Se calcula que la velocidad actual de aumento de la concentración de CO<sub>2</sub> en el mundo es aproximadamente 0.7 por año. Hemos de considerar por consiguiente, los efectos posibles de un aumento proseguido de la concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera de la tierra.

Las moléculas de bioxido de carbono, a diferencia de los demás componentes del aire puro, poseen la capacidad de - -



absorber la radiación infrarroja por el sol. Por consi---  
guiente, cuanto más CO<sub>2</sub> haya en la atmósfera, tanto más co  
lor puede esta absorber. No sabemos cuan grave pueda ser el  
efecto de esto sobre la tierra. Una de las consecuencias po  
sibles más graves sería el derretirse los casquetes de hie  
lo polares, con la inundación consiguiente de vastas áreas  
costeras de todo el globo.

El monóxido de carbono, CO, no es un componente del aire  
seco normal, sino un producto de la combustión incompleta  
de carbón.



Este gas, aunque sea incoloro, inodoro y no irritante,--  
es muy tóxico la fuente principal de CO a la que la gente -  
se haya expuesta en la atmósfera al aire libre es el escape  
de los automóviles. El nivel de concentración al interior -  
de un automóvil que se desplace en una fuerte corriente de  
tráfico por una carretera de varias pistas se situará a una  
proximidad de 25 a 50 ppm. La concentración máxima permisi  
ble en la industria, para trabajadores sanos, en una jornada  
de 8 hrs., es de 50 ppm. Una concentración de 1000 ppm -  
puede producir pérdidas del conocimiento en una hora, y en  
4 hrs. la muerte.

COMPUESTOS QUE CONTIENEN CARBONO E HIDROGENO, O CARBONO, --  
HIDROGENO Y OXIGENO.

La primera categoría (carbono e hidrogeno solamente) es  
la clase de los hidrocarburos. El otro grupo (carbono hidro  
geno oxígeno), designados en ocasiones como hidrocarburos  
oxigenados, o solamente oxigenados, incluye varias clases,  
tales como los alcoholes y los ácidos orgánicos. Estas subs  
tancias son introducidas a la atmósfera por la combustión -

incompleta de combustibles que contienen carbono, juntamente con el monóxido de carbono anteriormente mencionado. La evaporación de líquidos, como la que resulta de la manipulación de gasolina o del rociado de pintura, contribuye a esta contaminación. La diversidad de los efectos de tales - - sustancias es muy grande. Algunos son irritantes y malolientes, algunos experimentan cambios químicos en la atmósfera para producir otros contaminantes, algunos inofensivos.

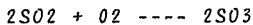
#### COMPUESTOS QUE CONTIENEN AZUFRE

Los óxidos importantes del azufre son el dióxido de azufre,  $SO_2$ , y el trióxido de azufre,  $SO_3$ , desde el punto de vista - de los efectos dañinos sobre el hombre y de las dificultades que presenta la prevención de su descarga en la atmósfera, el  $SO_2$  el contaminante del aire individual más significativo. Altas concentraciones de  $SO_2$  se han relacionado con los principales desastres de la contaminación del aire, del tipo de los que han tenido lugar en las grandes ciudades, - tales como Londres, y que causaron numerosas muertes.  $SO_2$  se produce cuando se quema azufre o combustibles que lo contienen:



Puesto que el azufre se halla presente en el carbono o el petróleo, la combustión de estos materiales para obtener calor y energía produce el  $SO_2$ .

El otro óxido importante del azufre,  $SO_3$  se produce en la atmósfera por la oxidación del  $SO_2$  bajo la influencia de la luz solar :



Además, algo de SO<sub>3</sub> es introducido directamente a partir del proceso de combustión juntamente con el SO<sub>2</sub>. La humedad del aire reacciona rápidamente con el SO<sub>3</sub> para formar la niebla de ácido sulfúrico.



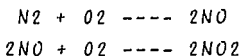
Cuando tiene lugar conversiones de esta clase, el material inicialmente introducido en la atmósfera se designa como contaminante primario del aire. Los nuevos materiales producidos por la reacción química en el aire se designan como contaminantes secundarios del aire.

El ácido sulfúrico es un ácido muy fuerte, corrosivo, que destruye el tejido viviente, el nylon, los monumentos de mármol. La niebla de ácido sulfúrico en el aire consta de gotitas que miden, por regla general, de 1 a 4 micrómetros de diámetro; este margen particular de tamaño favorece la penetración profunda del ácido en los pulmones, con los efectos perjudiciales consiguientes. Otro compuesto importante que contiene el azufre es el sulfuro de hidrógeno, H<sub>2</sub>S. que tiene olor a huevos podridos, ennegrece los colores a base de plomo y es inclusive más venenoso que el monóxido de carbono. El H<sub>2</sub>S no es un contaminante abundante, como el SO<sub>2</sub> o los hidrocarburos; su presencia suele relacionarse con agua fuerte específica, tal como materia orgánica en descomposición, aguas negras o alguna operación industrial. Algunos otros compuestos del azufre son todavía más mal olientes que el H<sub>2</sub>S.

#### COMPUESTO QUE CONTIENEN NITROGENO

Los óxidos importantes del nitrógeno que se encuentran en el aire como contaminantes son el óxido de nitrógeno, NO,

y el bióxido de nitrógeno, NO<sub>2</sub>. Los 2 son producidos por cualquier proceso de combustión que tenga lugar en el aire, porque es el caso de alguna oxidación de nitrógeno atmosférico tiene lugar a las siguientes temperaturas de la llama:



Así pues, el gas del escape de los autos constituye una fuente significativa de óxido de nitrógeno.

Al considerarlo a toxicidad de estas sustancias, basta, por regla general, concentrar la atención en el NO<sub>2</sub>, porque todos los demás óxidos de nitrógeno se convierten en NO<sub>2</sub>, en el aire. Los efectos del NO<sub>2</sub>, sobre el hombre van desde el olor desagradable y una irritación moderada a una congestión pulmonar grave y a la muerte, según la concentración de NO<sub>2</sub> y la duración de la exposición. Las concentraciones del NO<sub>2</sub> en el aire exterior contaminado no suelen ser suficientemente altas para producir efectos tóxicos pero pueden producir -- efectos crónicos, por lo regular en forma de enfermedades de las vías respiratorias.

El NO<sub>2</sub> es también significativo como contaminante del -- aire, porque es una de las sustancias clave que entran en -- la cadena de las reacciones químicas que produce el {{smog}} que más adelante examinaremos.

## OZONO Y OXIDANTES

El ozono. O<sub>3</sub>, se encuentra en cierto grado en el aire --

normal, pero, en concentraciones mayores es muy tóxico. La máxima permisible para los trabajadores industriales en una jornada de 8 hrs. es de 0.1 ppm.

Es curioso que el ozono haya llegado a relacionarse, en la presentación popular, como aire puro, y que los aparatos que producen ozono se hayan considerado como (purificadores de aire). De hecho, el ozono es producido de modo natural al aire libre por el rayo, y es probable que su olor peculiarmente característico, en tales condiciones se haya considerado como aire puro y con la acción purificadora de las tormentas. Estas circunstancias han conducido a los poseedores de bienes inmuebles a llamar a sus propiedades con nombres cursis, pero químicamente inapropiados, como (parque ozono), y a los publicistas a escribir frases como ...un océano tibio, azul, siempre cambiante, centelleante, en la cálida luz del verano, que llena el aire de ozono. ¡Si esto fuera cierto todos los turistas estarían muertos!. Pero son más serios y menos risibles los aparatos domésticos y hospitalarios que pueden purificar el aire produciendo ozono. -- También aquí, la confusión tiene sus raíces en algunos fenómenos químicos bien conocidos, pero sin importancia. El Ozono es una sustancia químicamente reactiva que en ocasiones se utiliza para combatir el olor de los gases del escape -- (como en el tratamiento de aguas negras), oxidándolos en productos de olor menos objetables antes de ser liberados en la atmósfera. Las concentraciones de ozono necesitadas para este tratamiento varían entre 10 y 20 ppm. Tales concentraciones serían rápidamente fatales para el ser humano. Por otra parte, el ozono producido por los aparatos de uso doméstico es demasiado leve aproximadamente de 0.1 ppm. para afectar en algún grado perceptible los olores corrientes del hogar. El ozono también se ha utilizado como germicida, se utilizan por consiguiente generadores de ozono, en oca-

siones, con la esperanza de que impidan la propagación de organismos infecciosos. El valor práctico de esta idea fue puesto en tela de juicio en 1913, cuando se demostró que -- las concentraciones de ozono capaces de matar patógenos bacterianos mataban también, más rápidamente al conejillo de indias. Un estudio más reciente, del gobierno de los EE.UU. han llegado a la solución de que no puede esperarse que el ozono en concentraciones bajas que, por lo demás no provocan irritación de las vías respiratorias humanas proporcione protección eficaz alguna contra la infección bacteriana-transmitida a través del aire, mediante la irritación directa de las partículas portadoras de aquella\*. Así, pues, los aparatos domésticos que producen ozono no purifican el aire, si no lo contaminan. Existen otros varios gases contaminantes relacionados químicamente con el ozono, que se designan colectivamente como oxidantes. Las propiedades que tienen en común incluyen determinados efectos tóxicos e irritantes sobre la gente; diversas clases de daños a la vegetación, y a la de producir grietas en el caucho natural. Estos son -- producidos, por regla general, por las reacciones de hidrocarburos y otros vapores orgánicos como el óxido de nitrógeno, a la luz solar y son, por consiguiente contaminantes típicos de la atmósfera de las zonas urbanas soleadas, de tráfico automovilístico considerable como en México, etc. -- El componente visible de esta contaminación se designa corrientemente !SMOG!

FLUORURO DE HIDROGENO, HF. Este gas es un contaminante importante por que se ha demostrado que causa prejuicios graves y extensos a la vegetación. Sin embargo, no es un componente general de las atmósferas contaminadas, sino que resulta más bien de diversas actividades industriales específicas, tales como la producción de aluminio.

## CONTAMINANTES DEL AIRE POR PARTICULAS

Los nombres utilizados para describir la materia transportadora por el aire en partículas son poco confusos e inapropiados, y se refieren en ocasiones al tamaño y en ocasiones al origen, así como también a los estados líquidos o sólidos. La clasificación siguiente constituye una solución-burda, pero inútil en esta cuestión.

La palabra aerosol se usa muy corrientemente y deberla recordarse, ya que se refiere, por regla general, a cualquier partícula pequeña en el aire. La distinción, con fundamento en el diámetro de un micrometro, entre el aerosol y el polvo o la niebla no es en modo alguno precisa; en efecto, muchos autores en materia de contaminación aerea se refieren por ejemplo, a partículas de aerosol de 10 micrometros.

El tamaño se relaciona positivamente con la velocidad del dispositivo. De ahí que las partículas de polvo sean molestas solamente a distancia relativamente cortas de su origen. Las partículas muy pequeñas se depositan tan lentamente que permanecen en el aire durante largos periodos y pueden ser transportadas a grandes distancias, a menudo a muchos kilómetros. Los contaminantes en forma de partículas pueden obstaculizar la transmisión de calor del sol a la tierra, reflejando una porción de los rayos solares lejos de esta. No sabemos que intensidad esta pérdida de calor podría adquirir si la contaminación de la atmosfera por partículas aumenta. Una pérdida importante de la energía del sol reducirla, en última instancia, el promedio de la temperatura de la tierra lo que sería capaz de producir otra época glacial, este efecto opuesto a la absorción del calor por el CO<sub>2</sub> atmosférico. Se ha sugerido, en broma, que la pérdida

da de radiación solar por reflejo causado por la contaminación podría compensar exactamente la ganancia de calor proveniente de la concentración aumentada de el CO<sub>2</sub>. Esto constituye, por supuesto, una broma, ya que no existe perspectiva alguna de que el hombre pueda controlar tan delicados -- procesos cósmicos.

Hay gran variedad entre los tipos de partículas en el aire, para clasificarlas en tres categorías visibles, no visibles y radiactivas. Examinaremos las 2 primeras.

#### PARTICULAS VISIBLES

Estas comprenden los granos de polen, micro organismos - como bacterias, los hongos, los mohos o las esporas, insectos o partes de insectos, tales como pelos, alas piernas. Las partículas visibles son causantes de muchos efectos perjudiciales para el hombre, incluidas la fiebre del heno, algunas formas de asma bronquial, diversas infecciones por hongos y enfermedades bacterianas transportadas por el aire.

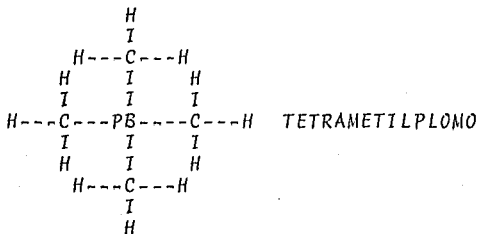
#### PARTICULAS NO VISIBLES

Este grupo comprende una gran cantidad de materiales, - algunos de fuentes naturales y otros resultantes de actividades del hombre. Los materiales naturales la arena y partículas de tierra, gotitas saladas cerca de la orilla del mar, - polvo volcánico inclusive partículas de origen extraterrestre. Los contaminantes en partículas producidas por el hombre incluyen tanto materia orgánica como inorgánica.\* Una gran parte de la materia orgánica en partículas en forma de humo - proveniente de la combustión de madera, carbón, petróleo, basura. Estas partículas constan, las más de las veces, de carbono e incluyen diversos compuestos carcinógenos (QUE PRODU



CEN CANCER)) Otras partículas orgánicas transportadas por el aire son polvos, insecticidas y algunos productos liberados por la contaminación de alimentos y manufactura química. La materia inorgánica en partículas proviene en gran parte de las actividades metalúrgicas, de las industrias productoras de mineral no metálico, de la manufactura química inorgánica y del plomo utilizado en la gasolina.

Desde el punto de vista de la contaminación del aire, -- las actividades metalúrgicas más significativas son las que intervienen en la producción de hierro y acero, cobre, plomo, zinc y aluminio. La materia en partículas descargadas sobre la atmósfera en cualquier proceso metalúrgico no es el metal puro mismo, sino uno o más compuestos, alguno de los cuales podrían ser venenosos para los organismos vivos. Los productos minerales no metálicos comprenden cemento, vidrio, cerámica y asbesto. Las operaciones que en la manufactura de estos productos son susceptibles de producir partículas por el aire so la voladura, la perforación, trituration, la molienda, la mezcla y el secado. Otros contaminantes inorgánicos en partículas son específicos de diversas operaciones de la manufactura química, tales como nieblasde ácido, debidas a la producción de ácidos nítrico o sulfúrico y el polvo de fosfatos minerales provenientes de la manufactura de fertilizantes fosfatados. El plomo se utiliza como agente antidetonante, en la gasolina, en forma de compuesto orgánico, el tetraetilplomo o tetrametilplomo:



Las cantidades totales producidas en México en 1972 fueron de 220 millones y 8 millones de Kg, respectivamente de tetrametilplomo y tetraetilplomo. Estos compuestos de plomo se mezclan con algunos hidrocarburos simples, clorados o -- bromados, antes de añadirse la gasolina,? Que ocurre con to do este plomo? Aproximadamente del 70 al 80% es expulsado - a la atmósfera en forma de partículas pequeñas (que van de unas pocas centésimas de micrometros a varios micrometros - de tamaño) de compuesto de plomo, por regla general, plomo-combinado con cloro y bromo, tal como  $PbClBr$ . Del 20 al 30% restante, aproximadamente la mitad es expulsada hacia el -- aceite de lubricación, y la otra mitad es retenida por el - motor y el sistema de escape. Sabemos que los compuestos de plomo son venenosos, pero no sabemos cuan perjudiciales - - sean para el medio ambiente las partículas de plomo procedentes de los gases de expulsión de los automóviles.

La idea de que el aire contaminado puede ser perjudicial para el hombre se remonta al menos a la Edad Media y al concepto de aires venenosos o "miasma".

La expresión italiana para aire malo es mala aria, de la que se deriva la palabra "malaria" (paludismo), esto es, -- una enfermedad relacionada erróneamente en su día con los olores de los pantanos, más bien que con los gérmenes transportados por los mosquitos que allí se crían.

Pruebas más directas de los malos efectos del aire contaminado empezaron a acumularse después del primer empleo del carbón, alrededor de principios de s. XIV.

El humo negro, los olores desagradables, el ennegreci-- miento de los edificios y los monumentos todo esto resultaba manifiestamente de la adición a la atmósfera de substancias antinaturales e insalubres.

Sin embargo, en los últimos decenios hemos empezado a -- percatarnos de la extensión y la complejidad de los efectos de la contaminación del aire y del carácter impreciso de -- nuestros conocimientos a su respecto.

Podemos clasificar estos efectos en 5 divisiones a su -- respecto: a) reducción de la visibilidad y otros efectos atmosféricos; b) daños causados a la vegetación; c) efectos -- directos sobre el hombre; d) daños causados a los animales; e) deterioración de materiales.

a) Efectos sobre la atmósfera.

El primer efecto perceptible de la contaminación del aire es que la visión se hace más difícil.

En ocasiones, en Londres y en algunas ciudades americanas el efecto ha sido bastante grave como para reducir la corriente del tráfico.

La reducción de la visibilidad es causada por la dispersión de la luz, debida a pequeñas partículas en el aire; la reducción más pronunciada es producida por partículas entre 0.5 y 1 micrómetro de diámetro.

Los contaminantes pueden afectar también mecanismos meteorológicos, tales como la formación de niebla y la reducción de la cantidad de luz solar que llega a la tierra.

Estos procesos son muy complejos, y nuestros conocimientos al respecto son incompletos. Algunos de estos efectos se examinan brevemente.

b) Daños causados a la vegetación.

La contaminación del aire ha causado daños extensos a árboles, frutos, hortalizas y flores de adorno.

Los primeros casos espectaculares de semejanza efectos se observaron en la destrucción total de la vegetación por el bióxido de azufre en las regiones circundantes a las fundidoras, donde el gas es producido por el tostado de mena de sulfuro según la ecuación siguiente:



Sabemos ahora que hay una gran diversidad de daños causados a las plantas por los contaminantes del aire.

Por ejemplo: todos los fluoruros resultan actuar como

venenos cumulativos para las plantas, causando la ruina del tejido de las hojas,

El etileno, hidrocarburo que se encuentra en los gases - de escape de los automóviles y los motores diesel, hace que los pétalos de los claveles se encrespen hacia adentro y -- destruyen las orquídeas decolorando y secando sus pétalos.- El costo anual de los daños causados a las plantas en E.U.A. se ha calculado en cerca de mil millones de dólares.

c) Efectos directos sobre el hombre.

Se ha presentado mucha atención a diversos desastres de contaminación que se han producido durante estos últimos 50 años.

El episodio más notable empezó en la mañana nublada, de calma chicha, del martes 26 de octubre de 1948 de Donora -- Pensylvania. Esta ciudad, situada en una curva del río Monongahela, contaba con una fábrica de ácido sulfúrico, una fábrica de producción de zinc y una fundición de acero, además de otras industrias.

La niebla apareció acumularse rápidamente durante el primer día y el siguiente y el desagradable gusto dulzarón de bioxido de azufre se fue intensificando.

De las 14 000 personas que viven en el valle, unas 600 - enfermaron.

Los síntomas de tos e irritación de los ojos, nariz y -- garganta empezaron, para la mayoría de ellos, en el segundo día.

Sin embargo no se dió la señal de alarma, y las fábricas siguieron trabajando al ritmo normal.

En la tarde del jueves, o sea el tercer día, la niebla negra se había hecho tan espesa, que resultaba difícil a través de la calle, y todo lo que podía verse de las fábricas eran las cimas de sus chimeneas, que seguían descargando contaminantes en el aire.

La mayoría de las 20 defunciones que en definitiva resultaron de este episodio tuvieron lugar en el tercer día.

Este acontecimiento desastroso y el gran smog de Londres de diciembre de 1952 que causó de 3 000 a 4 000 defunciones, despertaron en muchas personas la conciencia de los peligros que la contaminación del aire representaba para la salud y dió lugar a muchos estudios del problema.

Sabemos ahora que estos efectos sobre la salud adoptan diversas formas. Estas pueden agruparse en 3 categorías:

- 1.- Enfermedad, aguda, susceptible de causar la muerte.
- 2.- Enfermedad crónica, como bronquitis crónica, eñisema pulmonar, etc.
- 3.- Síntomas desfavorables generales e irritaciones, incluidos malestar, estado nervioso, irritación de los ojos y reacciones molestas a los olores ofensivos.

d) Daños causados a los animales.

El efecto más grave en los E.U.A., ha sido el envenenamiento de ganado por fluoruros y arsénico.

El efecto del fluoruro, que es el más grave proviene de-

la precipitación de diversos compuestos de fluoruro sobre el forraje.

La ingestión de estos contaminantes por el ganado produce sobre el ganado una clasificación anormal de los huesos y los dientes, llamada fluorosis, que se traduce en pérdida de peso y cojera.

El envenenamiento por arsénico que es menos corriente, ha sido transmitido por gases contaminantes cerca de algunas fundiciones.

e) Deterioración de materiales.

Los contaminantes acidificadores son los causantes de muchos efectos perjudiciales, tales como la corrosión de metales y el debilitamiento o la desintegración de textiles, papel y marmol.

Los contaminantes en partículas, arrastrados a grandes velocidades por el viento, producen una erosión destructiva de las superficies de las construcciones.

Y el depósito de basura sobre un edificio de oficina, lo mismo que sobre una pieza de ropa, ocasiona el gasto de limpieza y el desgaste que resulta de ésta.

El costo anual de estos efectos en E.U.A. es muy difícil de apreciar, pero se ha calculado en varios miles de millones de dólares.

PRINCIPALES CONTAMINANTES EMITIDOS POR FUENTES MOVILES EN EL VALLE DE ATEMAJAC, FUENTE (SEDUE)

CONCEPTO	VEHICULOS PARTICULARES TONELADAS DIARIAS	CAMIONES Y CAMIONETAS TONELADAS DIARIAS.
* ALDEHIDOS	1.20	.93
* MONOXIDO DE CARBONO	13.34	8.90
* HIDROCARBUROS	56.80	12.70
* OXIDO DE NITROGENO	74.90	10.45
* BIOXIDO DE AZUFRE	4.59	46.80
* ACIDOS ORGANICOS	1.20	2.92
* PARTICULAS DIVERSAS	3.87	10.33



**VEHICULOS AUTOMOTORES REGISTRADOS EN LA REPUBLICA MEXICANA,  
SEGUN CLASE Y USO  
1980-1984  
(Unidades)**

Cuadro II.1

CLASE Y USO	1980	1981	1982	1983	1984
<b>Total</b>	5 837 824	6 544 387	6 650 132	6 517 561	7 195 604
<b>Automóviles</b>	4 256 545	4 746 508	4 771 652	4 623 953	5 028 604
Oficiales	15 154	19 282	11 812	15 716	19 132
De alquiler	117 112	135 847	135 329	143 831	158 812
Particulares	4 124 279	4 591 375	4 624 511	4 464 406	4 850 660
<b>Camiones para pasajeros</b>	75 719	79 041	76 553	74 931	69 470
Oficiales	1 079	1 036	1 165	1 426	1 595
De alquiler	55 541	59 812	50 158	51 684	57 342
Particulares	19 099	18 193	25 230	21 821	10 533
<b>Camiones para carga</b>	1 505 560	1 713 438	1 801 927	1 818 677	2 097 530
Oficiales	5 414	5 287	4 748	8 999	9 222
De alquiler	60 813	64 077	59 303	58 596	64 021
Particulares	439 533	650 074	1 737 878	1 751 082	2 022 787

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática S.P.P.

**ESTRUCTURA PORCENTUAL DE LOS VEHICULOS AUTOMOTORES REGISTRADOS  
EN LA REPUBLICA MEXICANA, SEGUN CLASE Y USO  
1980-1984**

Cuadro II.2

CLASE Y USO	1980	1981	1982	1983	1984
<b>Total</b>	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
<b>Automóviles</b>	72.9	72.5	71.8	70.9	69.3
Oficiales	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3
De alquiler	2.0	2.1	2.0	2.2	2.2
Particulares	70.6	70.1	69.6	68.5	67.4
<b>Camiones para pasajeros</b>	1.3	1.2	1.1	1.2	1.0
Oficiales	0.5	0.6	0.9	0.8	0.8
De alquiler	1.0	0.9	0.7	0.8	0.8
Particulares	0.3	0.3	0.4	0.4	0.2
<b>Camiones para carga</b>	25.8	26.3	27.1	27.9	29.1
Oficiales	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
De alquiler	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9
Particulares	24.7	25.2	26.1	26.9	28.1

FUENTE: Cuadro II.1

**VARIACION PORCENTUAL DE LOS VEHICULOS AUTOMOTORES REGISTRADOS  
EN LA REPUBLICA MEXICANA, SEGUN CLASE Y USO  
1980-1984**

Cuadro II.3

CLASE Y USO	1981	1982	1983	1984
<b>Total</b>	11.8	12.1	1.6	(2.0)
<b>Automóviles</b>	13.1	11.5	0.5	(3.1)
Oficiales	(3.2)	27.2	(38.7)	33.1
De alquiler	1.8	16.0	(0.4)	6.3
Particulares	13.6	11.3	0.7	(3.3)
<b>Camiones para pasajeros</b>	3.3	4.4	(3.1)	(2.1)
Oficiales	25.9	(4.0)	12.5	22.4
De alquiler	0.3	7.7	(16.1)	3.0
Particulares	11.6	(4.7)	38.7	(13.5)
<b>Camiones de carga</b>	6.6	14.9	4.8	0.5
Oficiales	8.3	(2.3)	(10.2)	89.6
De alquiler	9.3	5.7	(7.4)	(1.2)
Particulares	8.6	14.6	5.3	0.8

FUENTE: Cuadro II.1

As  
e

**CONSUMO NACIONAL APARENTE DE LOS PRINCIPALES PRODUCTOS DERIVADOS  
DEL PETROLEO  
1980-1984**  
(Miles de barriles)

Cuadro II.18

CONCEPTO	1980	1981	1982	1983	1984
<b>Gasolinas</b>	119 251	131 838	127 052	122 666	119 214
Producción	119 687	131 731	127 064	129 650	132 373
Importación	46	462	45	46	39
Exportación	482	355	57	7 030	13 198
<b>Diésel</b>	89 034	95 511	84 254	72 817	81 063
Producción	87 148	98 130	84 254	81 745	85 022
Importación	333	105	-	-	-
Exportación	447	3 124	947	8 928	3 959
<b>Lubricantes</b>	4 406	4 389	4 001	4 386	3 618
Producción	2 782	3 455	2 854	2 402	2 493
Importación	1 732	948	1 147	2 059	1 125
Exportación	108	14	-	75	-
<b>Grasas</b>	88	91	123	51	73
Producción	69	57	81	51	73
Importación	19	34	42	-	-

FUENTE: PEMEX, Subdirección de Planeación y Coordinación. Anuario Estadístico 1984.

**VOLUMEN DE LA VENTA DE GASOLINAS AUTOMOTRICES  
1980-1984**  
(Millones de litros)

Cuadro II.19

PERIODO	TOTAL	NOVA	EXTRA	PARTICIPACION % NOVA	PARTICIPACION % EXTRA	VARIACION ANUAL % TOTAL	VARIACION ANUAL % NOVA	VARIACION ANUAL % EXTRA
1980	10 082	16 554	1 528	91,5	8,5	14,4	13,4	26,0
1981	20 555	19 755	800	96,1	3,9	13,7	19,3	(47,6)
1982	20 747	20 227	520	97,5	2,5	0,9	2,4	(15,0)
1983	18 284	17 512	312	98,3	1,7	(12,2)	(11,4)	(40,0)
1984	17 915	17 737	238	98,7	1,3	(1,4)	(1,0)	(73,7)

FUENTE: PEMEX, Subdirección de Planeación y Coordinación. Anuario Estadístico 1984.

18

**VALOR DE LA VENTA DE GASOLINAS AUTOMOTRICES  
1980-1984**  
(Millones de pesos)

Cuadro 11.20

PERIODO	TOTAL	NOVA	EXTRA	PARTICIPACION % NOVA	PARTICIPACION % EXTRA	VARIACION ANUAL % TOTAL	VARIACION ANUAL % NOVA	VARIACION ANUAL % EXTRA
1980	31 461	27 671	3 790	88.0	12.0	11.9	10.5	23.9
1981	34 336	32 374	1 962	94.3	5.7	9.1	17.0	(48.2)
1982	32 328	31 121	1 207	96.3	3.7	(5.8)	(3.9)	(34.5)
1983	171 271	167 003	4 268	97.5	2.5	429.8	436.6	253.6
1984	259 206	254 585	4 621	98.2	1.8	51.3	52.4	8.3

FUENTE: PEMEX, Subdirección de Planeación y Coordinación, Anuario Estadístico 1984.

**PRECIOS DE VENTA AL PUBLICO DE LAS GASOLINAS AUTOMOTRICES  
Y DIESEL EN EL DISTRITO FEDERAL  
1980-1984\***  
(Pesos por litro)

Cuadro 11.21

PERIODO	DIESEL	GASOLINA INCOLORA	GASOLVENTE	GAS NAFTA	NOVA	EXTRA
1980	1.00	3.75	2.50	2.40	2.00	7.00
1981	2.50	3.75	2.50	2.40	2.00	10.00
1982	10.00	18.00	19.10	18.00	20.00	30.00
1983	19.00	30.00	30.00	30.00	36.00	41.00
1984	26.00	40.00	40.00	40.00	40.00	54.00

\*Al 31 de diciembre de cada año.

FUENTE: PEMEX, Subdirección de Planeación y Coordinación, Anuario Estadístico 1984.

**VARIACION PORCENTUAL DE LOS PRECIOS DE VENTA AL PUBLICO DE LAS GASOLINAS  
AUTOMOTRICES, Y DIESEL EN EL DISTRITO FEDERAL  
1980-1984**

Cuadro 11.22

PERIODO	DIESEL	GASOLINA INCOLORA	GASOLVENTE	GAS NAFTA	NOVA	EXTRA
1980	-	50.0	-	-	-	75.0
1981	150.0	-	-	-	114.3	42.9
1982	300.0	380.0	664.0	677.5	233.3	200.0
1983	90.0	66.7	57.1	60.0	50.0	36.7
1984	36.8	33.3	33.3	33.3	31.3	31.7

FUENTE: Cuadro 11.21

28

COMPOSICION DE LA FLOTA VEHICULAR DEL SERVICIO PUBLICO FEDERAL  
1980-1985

Cuadro II.25

CLASE DE SERVICIOS	1980	1981	1982	1983	1984	1985
TOTAL DE UNIDADES	166 840	160 120	185 776	188 155	188 205	186 273
Autotransporte de pasajeros	24 910	26 270	28 251	28 814	28 804	30 000
De primera	4 906	5 200	5 650	5 875	5 895	6 152
De segunda	14 204	15 080	16 000	16 224	16 252	16 927
Mixto	1 480	1 570	1 770	1 818	1 821	1 887
Transporte de puertos y aeropuertos	1 230	1 250	1 260	1 287	1 289	1 349
Exclusivo de turismo	1 100	1 120	1 350	1 393	1 396	1 396
Guía de turistas	1 970	2 030	2 200	2 196	2 200	2 278
Especializado	20	20	21	21	21	21
Autotransporte de carga	141 930	153 850	157 525	159 341	159 341	156 273
Unidades motrices	110 810	117 090	119 309	120 702	120 702	117 956
Camión de 2 ejes	60 910	62 560	63 210	63 226	63 226	60 693
Camión de 3 ejes	23 910	24 768	25 341	26 188	26 188	25 924
Tractocamión de 2 ejes	4 190	4 251	4 235	4 329	4 329	4 275
Tractocamión de 3 ejes	22 600	25 531	26 417	27 049	27 049	27 364
Unidades de Arrastre	31 120	36 760	38 216	38 639	38 639	38 517
Semirremolque de 1 eje	780	789	796	810	810	702
Semirremolque de 2 ejes	29 980	33 204	33 976	34 341	34 341	34 123
Semirremolque de 3 ejes	-	2 400	3 069	3 102	3 102	3 102
Remolque 2 ejes	360	367	375	386	386	389

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, SPP.

ESTRUCTURA PORCENTUAL DE LA COMPOSICION DE LA FLOTA VEHICULAR  
DEL SERVICIO PUBLICO FEDERAL  
1980-1985

Cuadro II.26

CLASE DE SERVICIOS	1980	1981	1982	1983	1984	1985
TOTAL DE UNIDADES	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Autotransporte de pasajeros	14,0	14,6	15,2	15,3	15,3	16,1
De primera	2,9	2,9	3,0	3,1	3,1	3,3
De segunda	8,5	8,4	8,6	8,6	8,6	9,1
Mixto	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0
Transporte de puertos y aeropuertos	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Exclusivo de turismo	0,7	0,6	0,7	0,7	0,7	0,8
Guía de turistas	1,2	1,1	1,2	1,2	1,2	1,2
Especializado	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Autotransporte de carga	85,1	85,4	84,8	84,7	84,7	83,9
Unidades motrices	66,4	65,0	64,2	64,2	64,2	65,5
Camión de 2 ejes	36,5	34,7	34,0	33,0	33,0	32,0
Camión de 3 ejes	13,8	13,8	13,7	13,9	13,9	13,9
Tractocamiones de 2 ejes	2,5	2,3	2,3	2,3	2,3	2,0
Tractocamiones de 3 ejes	13,6	16,2	16,2	16,4	16,4	14,8
Unidad de arrastre	16,7	20,4	20,6	20,5	20,5	20,6
Semirremolque de 1 eje	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4
Semirremolque de 2 ejes	18,0	18,4	18,3	18,3	18,3	18,3
Semirremolque de 3 ejes	-	1,3	1,7	1,6	1,6	1,7
Remolque 2 ejes	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2

FUENTE: Cuadro II.25

80  
W

**INDICADORES DE LA FLOTA VEHICULAR DEL SERVICIO PUBLICO FEDERAL  
DE AUTOTRANSPORTES DE PASAJEROS  
1980-1985**

Cuadro II.27

CONCEPTO	TOTAL	PRIMERA	SEGUNDA	MIXTO	TRANSPORTE DE PERSONAS DE PUERTOS Y AEROPUERTOS	SERVICIO EXCLUSIVO DE TURISMO	GUIA DE TURISTAS	ESPECIALI- ZADO
<b>1980</b>								
Número de Unidades	24 910	4 906	14 204	1 480	1 230	1 100	1 970	20
Número de Empresas	791	176	354	175	36	50	-	-
Pasajeros Transportados (Millones)	1 151	236	756	87	15	53	4	-
Pasajeros - Km (Millones)	154 155	40 033	98 046	6 926	443	8 352	355	-
Pasajeros Transportados por Unidad	46 206	48 104	53 223	58 784	12 195	48 182	2 030	-
<b>1981</b>								
Número de Unidades	26 270	5 200	15 080	1 570	1 250	1 120	2 030	20
Número de Empresas	802	173	358	117	54	44	-	-
Pasajeros Transportados (Millones)	1 240	257	818	94	15	56	4	-
Pasajeros - Km (Millones)	168 250	42 120	108 576	8 178	810	8 164	102	-
Pasajeros Transportados por Unidad	47 202	48 423	53 979	59 873	12 000	50 000	1 970	-
<b>1982</b>								
Número de Unidades	28 251	5 650	16 000	1 770	1 260	1 350	2 200	21
Número de Empresas	865	174	354	177	54	46	-	-
Pasajeros Transportados (Millones)	1 352	280	860	106	15	67	4	-
Pasajeros - Km (Millones)	182 820	46 180	116 122	9 533	834	10 031	120	-
Pasajeros Transportados por Unidad	47 149	49 557	53 750	59 887	11 905	49 630	1 818	-
<b>1983</b>								
Número de Unidades	28 414	5 875	16 224	1 878	1 287	1 593	2 196	21
Número de Empresas	839	184	364	182	55	54	-	-
Pasajeros Transportados (Millones)	1 385	291	894	112	15	69	4	-
Pasajeros - Km (Millones)	190 069	48 019	120 691	10 036	852	10 351	120	-
Pasajeros Transportados por Unidad	48 067	49 532	55 103	61 606	11 655	49 533	1 821	-
<b>1984</b>								
Número de Unidades	28 864	5 885	16 252	1 821	1 289	1 306	2 200	21
Número de Empresas	852	189	367	187	55	54	-	-
Pasajeros Transportados (Millones)	1 441	305	911	116	16	72	4	-
Pasajeros - Km (Millones)	198 164	50 209	125 712	10 449	886	10 780	128	-
Pasajeros Transportados por Unidad	50 028	51 827	57 285	63 701	12 413	51 576	1 818	-
<b>1985</b>								
Número de Unidades	30 000	6 152	16 927	1 887	1 319	1 306	2 278	21
Número de Empresas	861	189	370	188	59	55	-	-
Pasajeros Transportados (Millones)	1 537	328	995	119	16	75	4	-
Pasajeros - Km (Millones)	214 191	54 102	134 290	10 736	897	11 239	128	-
Pasajeros Transportados por Unidad	51 233	53 316	58 782	63 063	11 949	53 725	1 756	-

FUENTE: Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Estadísticas Básicas del Autotransporte Federal 1970-1975.

148

Si hemos de tener vehículos en el futuro, debemos tener la capacidad de generar poder eléctrico. Poder para poner en marcha nuestras ciudades; granjas, coches y aviones. Sin energía, nuestras ciudades se congelarían; la transformación se paralizaría; no seríamos capaces de alimentar nuestra gente. Nuestro mundo sería totalmente inhabitable. Este poder debe existir en algún lugar y debe darse en abundancia. De donde nos provendrá?

No podemos seguir dependiendo de nuestras gratuitas reservas del combustible de los fósiles. Gratis porque no pagamos ni por su producción ni por los costos para su reposición. Como no nos es posible producir petróleo simplemente hay que pagar por el privilegio de extraerlo. El petróleo es un regalo de la naturaleza. Algún día este se terminará. Hasta hoy, las estaciones generadoras de poder no pueden proveer, suplir una calefacción eléctrica para el hogar que pueda competir con una de petróleo. Ya que el petróleo es el combustible más barato, no podemos usar otra igual de económica. En el futuro, cuando necesitemos petróleo para lubricar transporte personal, aviones y aquellas aplicaciones donde el petróleo no puede sustituirse y entonces desearemos que el petróleo hubiese estado más caro. Hoy en día, el precio del petróleo en el mercado incluye únicamente el costo de extracción y refinamiento, y no su apreciable valor como tal. En este sentido, el petróleo, es prácticamente gratis. Nosotros no producimos el petróleo, es el resultado de un proceso a través de miles de millones de años. No lo podemos encontrar en la luna o en cualquier otro planeta por que es un producto de la vida.

De ahí debemos buscar otros recursos que proporcionen fuerza ilimitada y utilizar esta fuerza en el hogar; fábricas; ciudades; vehículos. Una selección sería establecer --

una sociedad cuya energía esté basada en la electricidad y el hidrógeno. Existe la posibilidad de que estos unidos satisficieran nuestras necesidades.

Nuevos métodos para la producción de electricidad serán desarrollados y viejos métodos mejorados. El hidrógeno puede ayudar completamente al gas natural y otros combustibles de Dpsiles. El hidrógeno puede ser usado así mismo para almacenar y para complementar la eficiencia de una fuerza de planta. El concepto de la economía basada en el hidrógeno es una posibilidad para el futuro.

La idea de una economía totalmente eléctrica, basada en hidrógeno no es nueva, su enorme aplicación en nuestra sociedad ha sido ensalsada por algunos científicos desde hace algunos años. Esto puede o no hacer sentido, pero es un buen método para adquirir energía suficiente para satisfacer las necesidades de la transportación futura.

#### HIDROGENO:

En "La isla misteriosa" de Julio Verne, escrita en 1874, se hizo una referencia de la fuerza del hidrógeno. Un personaje respondía a la pregunta de que pasaría si se nos acabara el carbón y otros combustibles. El decía: Si mis amigos, yo creo que el agua será utilizada algún día como combustible, que el hidrógeno y el oxígeno que la constituyen, usados separadamente o juntos, serán un recurso interminable de luz y calor.

Los recursos de energía con hidrógeno como fuerza podrían llevarnos a la construcción de una red mundialmente interminable y pura fuerza que sea compatible tanto con la naturaleza como con el deseo del hombre de continuar su de-

sarrollo.

El hidrógeno puede ser una alternativa del gas natural. Si el gas natural es el primer combustible de fósil que se termine, el hidrógeno podría usarse en nuestras pipas como sustituto.

Quizá en un principio el hidrógeno será mezclado con productos de gas natural, y después con el gas sintético derivado de una gasificación de carbón.

Comparado con gas natural, el hidrógeno no puede producir el mismo valor de calor volúmen por volúmen, y el costo de hidrógeno es mucho más caro que el gas natural. De cualquier manera el aumento del gas podría balancear el precio.

Que tan poderoso es el hidrógeno como combustible? El hidrógeno líquido ha sido la fuerza de los cohetes donde el inicio de los programas espaciales. Las primeras células prácticas de combustible de oxígeno e hidrógeno fueron utilizadas para aportar poder eléctrico a la mayoría de las naves espaciales de los Estados Unidos. Así podemos ver que el hidrógeno es un recurso de fuerza de mucho valor.

Se han construido automóviles de fuerza con hidrógeno. Después de estudiar sus ventajas, quizá la solución de su almacenamiento y de algunos problemas de seguro idearan la transportación por medio de hidrógeno una parte integral de la sociedad del siglo XXI.

Demostraciones de vehículos han demostrado que:

- 1) Se quema más eficientemente en una mezcla pobre de aire que la gasolina.



- 2) Se quema más frío que la gasolina, con una flama no luminosa.
- 3) Permite el uso de razones de alta compresión, aumentando de esta manera la fuerza de caballos del motor.
- 4) No contamina.

Debido a que cualquier motor de calor puede adaptarse fácilmente para el uso de hidrógeno, algunos científicos ven la máquina hidrógeno-oxígeno como el sucesor del motor de combustible interno, alimentado con petróleo.

El hidrógeno fue puesto como combustible de motor a principios de 1800 (descubierto en 1700 en Cavendish). En 1923, el ingeniero británico Sir Harry Ricardo hizo un esfuerzo para convertir el uso de combustión interna de un motor en el uso de hidrógeno.

Hay tres combinaciones básicas para utilizar el hidrógeno como fuerza de un motor de combustión interna:

- Hidrogeno-aire, hidrógeno-gasolina e hidrógeno-oxígeno. Algunos coches de hidrógeno-aire, entraron en la competencia de diseño de vehículos urbanos en 1972, como proyectos de algunos estudiantes de varias universidades. Más tarde un grupo de estudiantes de ingeniería de U.C.L.A. continuaron trabajando en su Gremlin, convertida para el uso de hidrógeno en 1972, utilizada en un motor Ford V8 especialmente modificado. El hidrógeno era almacenado como gas en dos cilindros comerciales colocados detrás de los asientos delanteros. Los dos cilindros pesaban 136 Kg. cada uno cargaban 2.7kg. de hidrógeno almacenado a  $422\text{kg./cm}^2$  permitiendo un alcance de 96 km. La velocidad más alta se registró a 145 Km/Hr.

Un reporte de manejo indicó que una aceleración suave y lenta podía lograrse cuando el vehículo estaba totalmente ahogado a 16km/hr, yendo a tercera o cuarta velocidad.

En una prueba de emisión llevada a cabo en 1973, la Grem lin de U.C.L.A. registró nulas emisiones de hidrocarburo y monóxido de carbono. Más tarde, estudiantes de la universidad de Brigham Young emplearon técnicas de inyección de agua para bajar la temperatura de combustión y aumentar su fuerza.

Otro experimento de U.C.L.A. uso motor de Datsun de cuatro cilindros para hidrógeno líquido, almacenado a -253 C que es únicamente 21 C sobre cero absoluto. Se utilizaron unos tanques especiales de almacenamiento, con una capacidad de 50 galones. Cada termo envase pesaba 23 kg, y tenía una capacidad de 14 Kg. de combustible, que daba a la pickup Datsun un alcance de 965km.

Un proyecto más reciente incluía un diseño de Hidrógeno-oxígeno para una troca de servicio postal que llevaba hidrógeno líquido en un tanque con inyección de agua para reducir emisiones y petardeos (ruido de pequeñas explosiones). Se utilizó un tanque regular de gasolina para almacenar el agua requerida.

El alcance del vehículo fue de 724 Km. a una velocidad normal consumiendo 14Kg. de hidrógeno. Ya que las trocas, los camiones barcos y trenes podrían con alguna modificación funcionar con hidrógeno líquido, estos medios de transporte podrían resistir su forma presente si el petróleo llegara casi a su fin.

El alcance de un jet podría doblarse si se utilizara hi-

hidrógeno líquido.

El hidrógeno se convierte en líquido comprimiéndolo y en fríándolo a  $-253^{\circ}$  C. Claro está que este almacenamiento requiere un sistema capaz de mantener esta temperatura tan baja. (La energía requerida del hidrógeno líquido es cerca de  $2 \frac{1}{2}$  veces que la fuerza de la gasolina en una unidad de -peso) El hidrógeno produce más energía que cualquier otro -combustible.

Otro método, el de almacenamiento de hidruro, permite el escape del hidrógeno caliente. Este sistema es más normal - y se almacena a temperatura ambiente. Cuando se usa este -- sistema, su almacenaje ocupa el 50% más de espacio que los otros tanques de gas. Además tiene un peso de 136kg. de desventaja, pero esto es compensado por las temperaturas normales de almacenamiento.

El sistema de hidruros funciona cuando se funden algunos metales con el hidrógeno, tales como magnesio y titanio. El hidruro formado de esta manera se calienta y permite el escape de hidrógeno liberado del motor.

Se sigue profundizando en el estudio de los hidruros para encontrar una solución a sus problemas de almacenamiento.

El uso más eficiente de hidrógeno en un automóvil sería la mezcla de hidrógeno oxígeno; que usa sólo oxígeno en lugar de aire. Aquí también se tendría que utilizar un tanque adicional. Este siempre ha sido un problema en autos que -- utilizan hidrógeno. El problema de almacenamiento es un hecho con el que debemos vivir si llegamos, algún día, a ver autos de hidrógeno como uso general, sino hasta el siglo --

XXI debido al costo de producción de hidrógeno. El progreso de la fuerza de hidrógeno en vehículos será muy interesante en -- los años que vienen.

El principal argumento en contra de la propagación del hidrógeno como combustible es el hecho de que su producción es -- muy cara, ya que se utiliza la electrólisis para electricamen-- te dividir el agua en hidrógeno y oxígeno, se requieren gran-- des cantidades de energía. La producción de hidrógeno por un -- proceso de electrólisis es un método muy caro, de ahí que se -- necesite electricidad abundante y barata.

Si se pudiera reducir el precio de la electricidad, o si -- se pudieran perfeccionar otros medios capaces de producir fuer-- za, la producción del hidrógeno a gran escala será mucho más -- factible.

La producción de hidrógeno, en una estación dedicada a obte-- ner su fuerza, puede lograrse ahorrando la mayor parte de ener-- gía posible. Así mismo, la construcción de plantas nucleares -- en áreas alejadas y fuera de peligro, tales como desiertos, po-- drían producir agua fresca y oxígeno puro como derivados, al -- mismo tiempo que hidrógeno a nuestro sistema eléctrico.

Es posible a pesar de los costos de conversión de energía-- una pipa de hidrógeno sea menos cara para usar que las líneas-- de transmisión eléctrica convencionales.

Algunos estudios indican, que ya que el hidrógeno puede al-- macenar energía, este tiene por sí ya una ventaja.

En 1970, se produjeron ocho millones de toneladas, o cerca de tres millones de pies cúbicos. El hidrógeno producido se es-- tá empleando en la producción de amoníaco (42%), refinamiento de petróleo (38%) además de usos de metalurgia y tratamiento --

de alimentos.

Algunas personas asocian el hidrógeno con el peligro. -- Quizá el hecho más memorable que precipitó esta idea del hidrógeno haya sido el accidente del Zeppelin Hidenburg, que se quemó en Lakehurst, New Jersey en 1937. El Hidenburg llevaba hidrógeno en sus bolsas de gas para mantenerlo arriba.

Va que el hidrógeno es el elemento más ligero, sus riesgos de encenderse son menores que los de la gasolina, porque al fugarse se difundiría rápidamente en cualquier área ventilada, reduciendo las probabilidades de que la flama se propague.

Si el hidrógeno se maneja inteligentemente, y se tiene el cuidado de tratarlo en una ventilación adecuada, así como prevenir accidentes que causen su encendimiento, entonces el hidrógeno sería tan seguro como cualquier otro combustible que ahora usamos.

El Alamos Federal Test Facility, dirigió una prueba derramando 1893 lt. de hidrógeno líquido. Se observó que en cuanto se convertía al estado gaseoso, el hidrógeno se dispersaba rápidamente en la atmósfera volviéndose inofensivo en 60 segundos. Esto es lo contrario a la gasolina, que una vez que se derrama se amontona alrededor del lugar del accidente siendo un riesgo por mucho tiempo. Aún aunque se comprima o se encienda con una chispa muy grande.

La base para la implantación de una sociedad de hidrógeno en un futuro mediano sería la implantación de varios conceptos existentes acerca de la producción de energía. Todas estas tecnologías tienen una cosa en común; Deben afrontar y vencer todos los obstáculos técnicos antes de ser acepta-

dos. Todos nosotros debemos cooperar permitiendo el avance de la ciencia y la anticipación de muchas naciones para sobrepasar estas barreras técnicas.

La compañía The Billings Energy Corporation of Independence dirigida por Roger E. Billings (quien ha sido un innovador activo en este campo desde 1965), está a la vanguardia en el estudio del hidrógeno y ha producido muchos vehículos de hidrógeno. Además su estudio ha resultado en patentes publicadas acerca de la tecnología de hidruros. Billings asegura que el "hidrógeno puede ser producido de carbón de bajo precio que equivale al de la importación del petróleo". Agrega que "este se está realizando mundialmente a -- una escala comercial". Haciendo uso de esta tecnología, el hidrógeno podría venir en grandes cantidades cuando se utilice el equipo adecuado y se establezca una red de distribución.

Un manufacturero de autos francés, Peugeot, contrató a Billings para la conversión de uno de sus vehículos a la utilización de hidrógeno. El interés francés por el hidrógeno se comprende debido a su dependencia del caro petróleo extranjero. La consideración de la producción de electricidad de energía nuclear en Francia podría utilizar hidrógeno para guardar la mayor parte de la energía almacenada.

Billings ha establecido una granja de hidrógeno hace varios años en Provo, Ut., la cual incluye 25 cuartos que -- usan hidrógeno para cocinar, calefacción, y agua caliente. Una parte de la granja incluye un Cadillac Seville que funciona tanto con gasolina como con hidrógeno y un tractor -- que funciona con hidrógeno. La electricidad se usa para convertir agua en hidrógeno por medio de electrolisis y su almacenaje es en hidruros de metal. Los futuros planes para -

esta granja incluyen un lugar solar y/o electricidad generada hidroeléctricamente para la generación de hidrógeno.

Otros planes adicionales incluyen la construcción de una comunidad para pilotos que utilice hidrógeno en Independence, Missouri, que citaron con 25 residencias y 100 vehículos.

Otro proyecto es una planta de gasificación de carbón -- que produzca hidrógeno para poner en marcha a una ciudad entera.

El plan de Forest City, el keroseno con el oxígeno como combustible para la producción de electricidad, El hidrógeno será utilizado sobre todo para la industria, vehículos públicos y privados y equipo de granjas.

Los planes para los próximos años incluyen la construcción de diez plantas de gasificación del carbón produciendo 300 billones BTU's al día.

Hoy en día, la Billings Energy Corporation manufacturera de productos relacionados a la generación de hidrógeno y al almacenaje de hidruros. Para mayor información conectarse con Billings Emergency Corporation, 18600 East 37th Terrance South, Independence, MO64057.

#### RECURSOS ALTERNATIVOS.

Una clave para definir las diferentes alternativas en el desarrollo de la energía depende de cuanto interés presentarán los gobiernos del mundo al respecto. Hay algunos de los cuales no dan muy buen resultado, económicamente o en su diseño. Algunos están repasando las primeras y segundas gene-

raciones de sistemas para proveer a los científicos, ingenieros y diseñadores, información que sirva para los sistemas de tercera, cuarta y quinta generaciones, que sirvan a su vez para mejorar y solucionar problemas mayores.

La industria de la aviación no avanzó desde el aeroplano de los hermanos Wright hasta el SST en un solo peso. Antes que se lograra un nivel de sofisticación, hubo de sufrir -- grandes evoluciones.

Los que se oponen a los recursos alternativos de energía, ponen en ridículos su hasta ahorita ineficiencia o su bajo poder pero, en el futuro, cuando no haya mas petróleo que -- absorber, entonces tendrán que cambiar de opinión.

#### FISION NUCLEAR.

Hoy en día, la fuerza nuclear es generadora de cerca del 3% de nuestra electricidad. Para el año 2000, ésta podría -- aumentar hasta un 50%. La eficiencia termal de los reacto-- res nucleares creadores, usados en experimentos, y que pro-- ducen más combustible del que consumen.

Las ventajas de poder nuclear son muchas. Es limpio, con -- tamina muy poco, es relativamente seguro, no caro y silen-- cioso.

Las desventajas estan en los altos riesgos que tienen -- los desperdicios radio-atómicos que tienen hasta 250,000 -- años.

#### CARBÓN.

Las plantas generadoras del poder de carbón quemado, ---



aportan un 47% de nuestra electricidad. Los biulers moder-- nos para quemar el carbón tienen una eficiencia del 40%.

Las ventajas del carbón son que hay reservas para cien-- tos de años para aportar electricidad así como derivados -- del hidrocarbón que puede sustituir aceite y gas en el futu-- ro.

Sus desventajas serían su alto costo de extracción de -- las minas, restauración de áreas mineras, y peligros a la -- salud en carbones de alto nivel sulfúrico.

#### LICUACION DEL CARBON.

Durante los tres últimos años de la Segunda Guerra Mun-- dial, la armada de Hitler la fuerza aerea, trabajan con com-- bustible sintético hecho del carbón. Muchos creen que sin -- licuación de carbón Hitler no hubiera podido empezar la gue-- rra. Cuando los Aliados invadieron Alemania, en 1945, se -- capturaron miles de documentos que describían el proceso de -- licuación del carbón, aumentando su razón de hidrógeno y -- convirtiéndolo en combustible líquido modificando la estruc-- tura molecular.

Estos documentos se guardaron en lugares destinados a es-- to, en Estados Unidos y en Inglaterra, sin tocar ni ser tra-- ducidos hasta 1975. En este año, la Universidad de Texas, -- inició a repasar estos documentos. Hasta el momento se han-- estudiado como el 10% de los 500,000 documentos alemanes.

Friedrich Bergius inicia pulverizando el carbón y se mez-- cla con aceite natural o artificial hasta formar una masa.-- El aceite sintético se puede hacer como derivado del proce-- so de licuación. La masa puede ponerse en los reactores. --

Usando sulfuro de "molybdenum" y "tungsten" como catalizadores, y agregando hidrógeno, se calienta la masa a 400°C y se aplica a una presión de 2721-3174 Kg. a 2.5 cm. Esto hace que el carbón se convierta en líquido, un aceite sintético bruto que después puede ser refinado como aceite natural bruto.

Hay una variación en este método. El proceso Fischer - Tropsch que fuerza la mezcla de monóxido de carbón e hidrógeno a reaccionar ante la presencia de metales catalizadores. Este proyecto se usa para liquidificar el carbón que es bajo en hidrógeno, como el de Sudáfrica, que ha satisfecho muchas de sus necesidades de combustible líquido desde 1950 - usando este método. De cualquier manera, el carbón de los Estados Unidos es alto en hidrógeno y se prefiere el método de Bergius.

Se estima que el carbón de Estados Unidos tiene una reserva de 100 a 1600 años, y como el costo de la licuación del carbón es comparable al de aceite natural en el mercado mundial, parece que no se necesitará una producción media de synfuel (combustible sintético). Pero, los críticos de la licuación del carbón piensan que un programa de combustible basado en carbón no producirá una situación energética estable y segura. La recuperación de la mayoría del carbón no es fácil ni barato, y como el petróleo, el carbón no es un recurso renovable. Las tecnologías de carbón existentes son altamente contaminantes, requieren grandes cantidades de agua que se contamina con materiales cancerígenos.

#### GASOHOL.

El uso del alcohol como combustible de motor no es un --

concepto nuevo. De hecho era el combustible recomendado en 1895 por Nikolaus Otto, padre de la invención del motor de combustión interna. Después de la primera guerra mundial, Francia usó temporalmente una mezcla de 50/50 gasolina y alcohol en todos los automóviles gubernamentales. Durante la depresión, muchos granjeros de los Estados Unidos, usaron alcohol casero para sus tractores. En Atchison, Kansas, se construyó una planta de combustible de alcohol pero tuvo que cerrar en 1939 porque no pudo competir con el (petroleo) aceite barato. En el presente, hay dos tipos de combustible de alcohol como alternativas de la gasolina: - Methanol y Ethanol, ambos, de los cuales pueden ser producidos de productos de grano, madera, o almidones. A pesar de que tienen una proporción muy alta de octano, y que pueden funcionar sobre una razón más amplia que la gasolina regular, no puede combinar gasolina en una densidad energía pura .3.8.1. de methanol produce 56,560 btu; ethanol - - 75,760 btu., y gasolina 115,400 btu., como resultado, el kilometraje es considerablemente reducido con combustible de alcohol.

Mientras que las emisiones de hidrocarbón son más bajas con methanol y ethanol hay un aumento de emisiones de partículas contaminantes, aunque algunos piensan que esas partículas se pueden matar con un convertidor catalítico,

Ya que el alcohol es más corrosivo que la gasolina, los sistemas de corrosión de un motor tendrían que ser modificados. Además encender un motor en clima frío con puro alcohol sería desde difícil hasta imposible ya que el alcohol no se vaporiza tan fácil como la gasolina. Pero si se usa alcohol con gasolina se presenta un nuevo problema. Si se acumula una pequeña cantidad de agua en el tanque de ga

solina, el alcohol se separaría de la gasolina, un fenómeno conocido como fase de separación; que causaría que el motor se pare.

Hay medios para combatir estos problemas. Un sistema de doble combustible, que use gasolina para encender el carro y methanol para mantener el motor en marcha puede ser una solución para encender el carro en clima frío.

Un sistema de inyección de Éter que inyecte Éter directamente en la entrada múltiple, durante el clima frío, permite al auto encender aún en las temperaturas bajas.

La unión de ethanol con gasolina es mucho más propenso a la fase de separación que con methanol.

Muchas compañías y muchos países están experimentando seriamente con combustibles de alcohol. Volks Wagen ha invertido grandes sumas en el estudio de un 85/15 gasolina y methanol. Se escogió el methanol porque se produce de una variedad de recursos como: carbón, madera, grano y basura. Según los representantes de Volks Wagen, se ha reducido el consumo de combustible, porque la mezcla de gasolina-methanol se quema más fácilmente que la gasolina sola. Los problemas de la fase de separación y del encendido del clima frío, se ha reportado, que han sido solucionados agregando un poco de isopropanol a la mezcla de gasolina-metanol.

El gobierno brasileño espera reemplazar todos los automóviles convencionales por carros de ethanol.

La Ford, GM, Fiat y V.W., están comprometidos en proporcionarles carros que consuman ethanol.

Aunque estos vehículos usan más combustible por Km, el motor tiene más fuerza debido a que la razón de octanio es mayor en el ethanol.

Originalmente Brasil agregó ethanol (hecho de la caña - de azúcar) a la gasolina para aumentar el mercado de la industria azucarera, pero por el aumento de su dependencia -- con el petróleo extranjero Brasil decidió aumentar su producción de ethanol para compensar esa dependencia.

En 1979, el congreso de E.U.A. creó la Comisión Nacional de Combustibles de Alcohol (que crea fondos para su estudio).

Pero muchos críticos del gasehol creen que necesitan -- más BTU'S de energía para producir un galón de alcohol en términos de extracción y refinamiento que lo que ese galón puede producir.

Hoy en día, es más caro producir ethanol que gasolina, - aunque debido al desmesurado aumento en los precios del petróleo esta situación no deberá durar mucho tiempo. La ventaja de usar ethanol, aparte del alto grado de octano es -- que se puede hacer de celulosa, un recurso renovable y que se encuentra abundantemente en la basura. Con los subsidios del gobierno para producción de ethanol y más eficientes plantas destiladoras de energía, muchas compañías petroleras están invirtiendo fuertemente en la producción de - - ethanol.

Gasohol no es el único remedio para la crisis energética. Pero como todas las demás alternativas juega un papel muy significativo para reducir el consumo del petróleo, especialmente para los vehículos del futuro híbrido-eléctricos.

## FUERZA SOLAR.

A pesar de que el poder derivado del sol es el nuestro más renovable recurso de energía, se requieren significantes avances de tecnología antes de que la energía solar pueda afectar seriamente el uso del petróleo.

Algún día la tecnología solar será casi exclusiva de pequeñas empresas explotadoras. Ahora la gran industria se ha interesado y el resultado de esta competencia ha ido aumentando en eficiencia y reduciendo los precios en los sistemas solares.

El primer problema de la energía solar es su dependencia con la luz directa del sol. Por esta razón calentar un hogar con sólo el poder solar es hasta ahora infactible. Sin embargo ha habido excelentes resultados para calentar el agua, lo que puede ahorrar el 50-70% de combustibles.

Japón tiene calentadores de agua en dos millones de hogares en contraste con E.U.A. tienen cerca de 35,000 hogares que usan la luz del sol para calentar agua.

Una manera para solucionar el problema de usar energía continua cuando no hay luz solar es usar un sistema de híbrido que combina equipo solar con sistemas convencionales para balancear.

Los híbridos están en el mercado y pueden ser combinados con gasolina con aceite u hornos eléctricos y que sirven a la vez para el aire acondicionado y agua caliente.

El costo para instalar aparatos solares se debe balan--

cear con lo que se propone ahorrar con los combustibles.

De cualquier manera hay otras ventajas económicas del poder solar. El valor de la reventa de cualquier edificio con calentador solar es casi seguro que subiría, y muchos estados están aportando incentivos financieros con ahorros de ventas, impuestos, renta o créditos.

El gobierno y la industria privada están estudiando diferentes tipos de sistemas solares. Por ejemplo, el Laboratorio de Propulsión de Jets (Pasadena Ca.) y el "Levis Research Center" (Cleveland, Ohio), están investigando sobre sistemas de poder solar que comprenden una parabólica formada por pequeños espejos que concentran el calor del sol directamente en una unidad de turbinas: Motor/Generador. Estos sistemas se pueden vender a pequeñas comunidades: granjas, industrias y casas individuales, para proporcionarles poder eléctrico adicional y usos especiales, como recargar la batería automotriz.

Se está trabajando así mismo sobre varias versiones de este sistema.

Una de las más grandes paradojas de la energía solar, es que de las alternativas para el petróleo, tiene una gran potencia y la tecnología menos avanzada.

Mientras que el uso del poder solar es cada vez más eficiente y económico, existen sistemas solares que ofrecen la solución de nuestros largos problemas energéticos aún en estado de desarrollo.

#### LA FUERZA DEL VIENTO.

La energía que proviene del viento, está asociada con la

energía nuclear, porque el viento sopla como un resultado - del efecto del sol sobre las masas del aire. Sobretudo la - potencia del poder del viento gran escala es bastante baja, aún así, este recurso de energía puede ser adaptado a casas privadas, pequeñas industrias y localidades con condiciones favorables.

#### TURBINA DE VIENTO.

Como sería imposible abarcar todo lo referente a la fuerza del viento en estas líneas se hará mención de un invento que merece ser mencionado:

William Allison, ingeniero automotriz de Detroit Mich., - ha desarrollado un molino de viento de 8 navajas con una -- apariencia hacia afuera a diferencia del molino convencional de 2 navajas conocido como "motor de viento" por el inventor, el diseño tiene cuatro pares de navajas en una posición horizontal. Las navajas colocadas de una forma helicoidal y en una posición estratégica de ángulos e intervalos carecen de la forma tradicional que contrasta con el aire.

Según Allison, el motor de viento hará funcionar otras - máquinas de viento aumentando eficientemente su poder de extracción que cualquier otro diseño propulsor. La turbina -- del motor de 1 a 17, resultando 3400 pm a un generador de - producción variable de un General Electric.

Esta combinación produce electricidad a la velocidad del viento de 6 a 80Km/hr. Cuando se probó el diseño de Allison, se demostró que 4 o más pares de navajas generan mejores resultados. Más del 56% de la energía producida por el viento se puede lograr con una velocidad de vuelo de 13 a 19 Km/hr. 59% es el máximo de energía que puede producir el vien-



to teóricamente. El diseño del propulsor helical de Allison ha tenido éxito en su prueba por la Universidad de Massachusetts y la Universidad de Michigan. La Sociedad anónima de Energías Ambientales, de Michigan, uno de los varios permisos de patentes de Allison probó con una versión de 6m. Los resultados confirmaron la eficiencia prevista. La compañía vende ahora motores de viento con una razón de 12 a 30m., a la altura de una torre y su producción masiva es de bajo -- costo. Allison, está permitiendo a varias compañías producir su diseño. Hay variedades de tamaños del molino de viento hasta de 24m. de diámetro.

La alta eficiencia de la turbina helical de viento, la causa de que el departamento de transporte de Michigan, establece un contrato con la "Energías Ambientales" para que éste último le proporcione una versión de un molino de viento de 7 m para un centro de información de caminos.

#### GEO-TERMAL.

La energía geotermal, es fuerza del corazón fundido de la tierra. Generadores con poder de vapor convierten el calor en electricidad con un resultado de 20%. Este método se utiliza en varias partes del mundo. Desafortunadamente las áreas de donde esta fuerza puede ser extraída son limitadas, además existen posibilidades de peligro en fuertes terremotos y grutas.

#### RECICLO DE BASURA Y DESPERDICIOS.

Va que es gratis, la basura es un combustible barato. El uso de desperdicios para producir electricidad proporciona fuerza al mismo tiempo que nos deshacemos de material indeseado. Los beneficios de reciclar la basura incluyen su ca-

pacidad de producir aceite sintético y gas metano. Así mismo, se reciclan algunos metales de la basura.

### FLYWHEEL Y OTROS SISTEMAS DE ALMACENAJE.

La clave para una mayor eficiencia de las plantas de poder nuclear e hidro-eléctrico, es "el almacenamiento de energía" almacenar energía en los períodos de baja demanda para utilizarla cuando la demanda es muy alta.

Va que la corriente alterna no puede almacenarse eficientemente, se debe generar a medida que se va usando. El uso de energía es mucho mayor durante el día en horas de trabajo, es así como las plantas están casi paradas durante la noche. Almacenar el poder producido en la noche, permitirle su uso para el día, minimizando las necesidades de construir plantas de fuerza y permitirles operar de una manera más eficaz.

La "Flywheel" es uno de los inventos más antiguos y es un método muy eficiente para almacenar energía. La "Flywheel" tiene una capacidad de almacenamiento igual que las baterías. Una "Flywheel" de 200 toneladas diseñada para una planta de poder puede adquirir una eficiencia de Almacenamiento hasta un 95%.

Otros sistemas de almacenamiento incluyen baterías de un diseño muy avanzado. Además los métodos alternos usan grandes depósitos sobre un río o arroyo durante los cuales el agua bombea durante las horas libres para luego ser extraída cuando sube la demanda, para hacer girar las turbinas y generar energía.

## MAGNETOHIDRODINAMICO

El magnetohidrodinámico o MHP, es un invento y es una alternativa de las estaciones convencionales. En este sistema el escape de un cohete contiene partículas conductoras que pasan a través de un campo magnético produciendo energía de electricidad con una eficiencia potencial de un 60%. El combustible utilizado puede ser aceite, polvo de carbón o gasolina. La primera ventaja de este sistema es que no tiene -- ninguna parte móvil. Su desarrollo podría causar que se -- crearan plantas de la fuerza MHP capaces de proporcionar poder eléctrico a los E.U.A. en la siguiente década.

La alta utilidad de MHP y otras ventajas sobre el poder nuclear, como seguridad y menor desperdicio de calor en lo que lo hace atractivo.

## ARENA DE ALQUITRAN

El mayor depósito de petróleo en el mundo no se encuentra en el Medio Este ni en Alaska, sino en Alberta Canadá. Las arenas de Alquitrán de Athabasco contienen cerca de un trillón de barriles de aceite. Canadá tienen las formaciones más grandes de Alquitrán, pero se encuentran depósitos menores en Utah, Oklahoma y Kentucky, E.U.A.

El proceso requerido para obtener petróleo del arena de alquitrán es caro y difícil. Un asfalto natural llamado Bitumen, se separa de la arena con un método de agua caliente. Después de muchas etapas de refinamiento, se obtiene un barril de aceite crudo de 2266Kg. de arena de alquitrán, a un costo de cerca de \$20 por barril en contraste con los 40 -- por barril de aceite (petróleo) refinado de Saudita. -- El -- minado de la arena de alquitran también causa problemas. --

Excavar las minas es lo menos caro pero el proceso que causa mayor daño al ambiente.

Será preciso mejorar el refinamiento de la arena de alquitrán y su minado antes que las plantas sean factibles -- económicamente y que contribuyan significativamente a su -- aportación energética.

### PLANTAS GOPHER

Las plantas Gopher, son inminentemente plantas desérticas que producen una resina que puede ser refinada a productos petroleros. El costo de su refinamiento se dice que es muy competitivo a los actuales costos del petróleo.

### FUSION DEL HIDROGENO.

La fusión del hidrógeno es la luz al final del tunel de las alternativas de energía. Es el recurso que hace que el sol irradie energía sobre la tierra, y es mayor perspectiva para el futuro.

La fusión nuclear es el resultado de la fusión o combinación de los núcleos de los átomos, lo contrario a la fusión nuclear que separa los átomos para producir energía. El combustible principal para la fusión termonuclear es el deuterium un material natural que se encuentra en el océano para varios millones de años, y es definitivamente más económico que el uranio.

La fusión termonuclear produce muy poco o nada de desperdicios radioactivos a diferencia de la fusión que produce plutonio -- un desperdicio que dura 250,000 años de vida. Desafortunadamente, la fusión debe alcanzar un punto donde -- el reactor puede crear más poder del que consume.

La gravedad, el magnetismo y la inercia son las tres --- fuerzas capaces de generar un calor enorme y la presión adecuada para producir una reacción de fusión. El sol brinda un ejemplo de fusión de gravedad en la cual se forzan las moléculas a unirse debido al empuje de la gravedad de la masa solar.

En Japón se ha estado estudiando sobre la fusión magnética así como en E.U.A. y en la Unión Soviética.

Científicos de los laboratorios de Lawrence Livermore en E.E.U.U. han trabajado en proyectos de fusión por 25 años. - Sus esfuerzos incluyen el uso de un confin magnético de espejos que contienen plasma caliente (un gas ionizado con -- sus electrones negativos separados y el núcleo cargado positivamente) en una botella magnética.

El propósito de este sistema requiere de un perdigón de combustible de deuterium para aumentar a 100 millones de -- grado y mantenerla a esa temperatura hasta arriba de un segundo.

El plasma debe entonces mantenerse en la botella magnética y comprimida a una razón de 10,00/1 para que encienda al punto que ocurre la fusión.

La fusión de inercia inducida puede darse cuando se aplica una fuerza enorme a un perdigón de combustible. La bomba de hidrógeno es una aplicación de la fusión de inercia.

La fusión laser (ligera amplificación causada por estímulos de emisiones radiactivas) está en camino de los laboratorios científicos "Los Alamos" en E.U.A.

En este sistema los rayos laser están enfocados simultáneamente en un perdigón lleno de combustible de deuterium. La duración de la primera demostración de fusión en 1977, fue de 20 a 30 trillones de segundo.

El sistema de chimenea de los laboratorios nacionales de Aogorie, en los E.U.A. usan un rayo acelerador de ión para producir un rayo de 50,000 watts para experimentos de fusión mediante la inercia. Esta fuerza ha estado al alcance de la tecnología un billón de veces.

Durante la fusión de inercia, la energía de un generador de rayos laser o de ión vaporiza la capa exterior del perdigón de combustible con más de 3 trillones de watts de electricidad produciendo una explosión interior o capaz de mezclar dos núcleos en uno.

Las consideraciones de seguridad en la fusión son verdaderamente menores que en la fusión nuclear. Un reactor de fusión no puede "escaparse" porque las condiciones son extremadamente difíciles necesarias para crear una reacción - deben ser precisamente mantenidas por cecees de encendimiento.

El plano de fusión, no podrá empezar su operación sino hasta que su capacidad de producción equivalga a aquella de su consumo propio; esto sería alrededor de 1980. Debido al largo tiempo que tomarla construir una planta comercial de poder, una vez demostrado el punto de equivalencia producción/consumo, como probablemente no utilizaremos la fusión-comercialmente sino como para el siglo XXI.

No cabe duda que el total de la tecnología adquirida por

el hombre será requerida para producir un reactor de fusión de hidrógeno con un gran éxito por su efectividad. Algunas fuentes indican que hasta dentro de 50 años no veremos uno en uso que produzca energía para nuestro sistema eléctrico. El tiempo, quizá también la suerte son quienes, nos darán su desarrollo y avances técnicos. Aún así, está claro que cuando y si la fusión de hidrógeno se vuelve una realidad, veremos en la tierra abundancia en energía.

#### GAS METHANO

El recurso más abundante en gas natural se encuentra en los pozos subterráneos. Como este, el petróleo, es uno de los recursos irremplazables destinados a la extinción. Pero a diferencia de éste también se puede obtener de otros recursos especialmente de la basura y del estiércol o abono. Hasta el momento, estamos seguros de estos dos elementos -- por mucho tiempo.

Desde 1969, la empresa Dual Fuel Systems, Inc. en Montebello Ca. ha promovido gas natural comprimido o metano, -- instalado en vehículos normales para que puedan usar ya sea gasolina o metano. Este sistema de conversión es muy simple y cuenta con pocos componentes. Para modificar cualquier vehículo al uso de metano únicamente necesita la instalación de 2 a 4 cilindros con una capacidad de 3 1/2 galones; un regulador de presión; un mezclador de aire/gasolina adherido al carburador; un control de selección de combustible y un calibrador de combustible.

Hasta la fecha han instalado sistemas de doble combustible en todo el mundo en diferentes medios de transporte. En Nueva Zelanda, las compañías de gas de Auckland y Wellington están convirtiendo 150,000 vehículos públicos y priva--

dos al uso de metano. La compañía Alaska Gas & Service; la compañía de gas del sur de California y Northwest Bell; han convertido sus vehículos de servicio al uso de gas metano.

Además de la conversión de vehículo Dual Fuel Systems manufactura artificialmente metano de aguas de alcantarilla; desperdicios de animal; desperdicios de agricultura. El tratamiento de aguas alcantarilladas produce metano como derivado, normalmente mezclado con sulfuro de hidrógeno, un gas nocivo que se puede remover fácil y económicamente. El sistema Bemax operado por Central Plantas Inc. y afiliado a Dual Fuel Systems, se ha instalado en la planta de tratamiento de agua, en Modesto Ca. produciendo suficiente gas natural para servir a todos los carros de la ciudad.

El gas natural comprimido, o metano, tiene varias ventajas sobre los productos del petróleo refinado. En una base de costo por milla, el metano es más económico y hoy en día cuesta menos su producción que la del aceite diesel. Es también un recurso más confiable de combustible que se haya producido artificialmente. Utilizar el metano reduce el uso del motor. El encendido del motor es más fácil con gas natural ya que necesita válvula para controlar el aire en el motor. En clima caliente o frío el motor enciende más rápido porque el combustible está ya en un estado gaseoso. Otros beneficios es que se requieren menos cambios de aceite, se alarga la vida de las bujías y del moñe. Con el uso de gas natural en los automóviles se reduce la contaminación, ya que el gas metano es más limpio cuando se quema. Esto es especialmente importante en vehículos usados en áreas cerradas, como minas o fábricas donde las emisiones pueden ser fatales.

De cualquier manera, el uso de gas natural comprimido tie



ne algunos inconvenientes. Los carros no funcionan tan bien con gas methano debido a su capacidad en BTU. Además, la -- instalación del sistema de doble combustible de \$1,200 se de -- be equilibrar con los costos de combustible. Pero el mayor -- problema con la conversión de gas methano en autos, es la ne -- cesidad de un lugar central de combustible. El sistema do -- ble combustible es más práctico en una flota o escuadra de -- vehículos, ya sean públicos comerciales, donde los vehículos -- regresan cada día a un lugar central de combustible. Por es -- ta razón, las agencias de las ciudades y del gobierno tienen -- como ideal usar gas methano en: Transporte público, vehicu -- los de emergencia y servicio, calefacción y enfriadores en -- edificios públicos y para casos alertas de emergencia en es -- cuelas y hospitales.

#### ACEITE SHALE.

El aceite shale es una roca de grano muy fino que contie -- ne un material llamado horógeno; el cual, al ser calentado a -- 464°C produce gasolina y aceite sintéticos.

Se estima que en Estados Unidos, tres estados del Oeste -- tienen depósitos de shale de 1.8 trillones de barriles de -- aceite, de los cuales de 600 a 800 billones de barriles se -- pueden recobrar. Su principal problema es su minado y refi -- namiento.

#### CONVERSION TERMAL DE DESPERDICIOS.

La masa biológica se refiere a cualquier cosa que puede -- crecer en forma natural y luego convertirse en combustible. -- Esto incluye los troncos que se queman en una chimenea y la -- conversión de desperdicios; la basura y aguas alcantarilla -- das para la producción de electricidad y gas natural. La ex --

tracción de gas natural de la basura ha sido discutida, pero un método más directo para obtener fuerza de la basura es -- simplemente quemarla.

Hay varios procedimientos para convertir los desperdicios a combustible útil:

- 1) Un método es convirtiendo la basura en un petardo sólido de combustible después de un proceso de refinamiento que separa todo el material reciclable y luego este sólido - combustible se vende como sustituto de carbón.
- 2) Quizá la manera más sencilla de convertir basura en energía es quemando todo el material no reciclable y utilizar el calor en la producción de vapor, para venderlo a las industrias.
- 3) Un método más práctico es el uso de bacterias que se alimentan de basura y que produce gas combustible como producto de no digestión.

Convertir basura en energía realmente es aún nuevo y hay algunos problemas relacionados con esta industria. Varios - materiales que se encuentran en la tierra, pueden provocar - explosiones cuando se queman y muchas plantas para el procesamiento de basura tienen sistemas ineficientes y crean contaminación y humos nocivos. De cualquier manera, en las ciudades donde tienen poco campo o que protestan por tener depósitos de basura pueden eliminarla quemándola y obteniendo -- energía a su vez.

#### EL LUGAR DE LOS VEHICULOS ELECTRICOS EN EL FUTURO.

Nadie podría, de ninguna manera pintar un cuadro de la --

energía en el año 2000. Las distintas tendencias señalan -- que los vehículos privados y comerciales de gasolina podrían extinguirse o convertirse en raros para el siglo XXI. Se dará prioridad de los productos de petróleo a los usos más -- esenciales como la producción de plásticos y fertilizantes.

El desarrollo de una economía totalmente eléctrica de hidrógeno parece atractiva al considerar las diferentes alternativas. En dicha sociedad, los vehículos eléctricos contribuirán a la conservación del petróleo. Pero los hábitos individuales del desperdicio de energía deben cambiar antes de enfrentarlos a los problemas del futuro distante.

El concepto de la renta de vehículos podría dar un giro -- inusual. La mayoría de los habitantes podrían tener uno o -- dos vehículos eléctricos y/o rentar uno de gasolina o de hidrógeno para ir de vacaciones. El auto que renten podría -- ser más lujoso de lo que uno puede imaginar con una computadora instalada, entretenimientos y facilidades de recreación. El costo de dicho vehículo sería bastante alto para poseer-- lo, pero no para rentarlo por una semana.

El concepto de renta debe cambiarse al otro extremo para -- incluir renta de vehículo que transporte a la persona diariamente a su lugar de trabajo y el tiempo de uso de la batería. Los vehículos de renta serían hechos de plástico, goma y metales no corrosivos por su dureza y larga vida para maximizar las inversiones.

Ahora que hemos observado las vastas potencias como alternativas de fuerza, es más fácil entender como entran los diferentes vehículos en el cuadro del futuro. A pesar de que los nuevos usos de hidrógeno como un sustituto de la gasolina harán posible la existencia de los medios familiares de --

transporte como aviones, trenes, trailers, barcos, el transporte personal será muy probablemente dominado por los vehículos eléctricos.

Los vehículos eléctricos complementan la sociedad de hidrógeno en la que se almacenarán las reservas de la producción de fuerza nuclear en las épocas de baja demanda.

#### TRANSPORTACION MASIVA DEL FUTURO.

Hay quienes visualizan vagamente el transporte masivo en general. Ellos creen que la transportación masiva no debe darse primeramente en las ciudades, como en Los Angeles. En algunos aspectos, estos argumentos son válidos. La mayoría de las personas preferirían tener su propio automóvil antes que otros medios o métodos de transporte. La autonomía y libertad que ofrece un vehículo privado no se puede comparar ni con el medio más sofisticado de un sistema de transporte masivo.

Nuestros modernos sistemas de carreteras, que son el medio por el que millones de personas se transportan de un lado a otro podrían verse también como una transportación masiva. El automóvil, considerado como una parte de ese sistema, después de todo, sirve a las masas.

Asimismo es verdad que aún los trenes, monorraíles, camiones y metro eléctrico siendo subsidiados por el gobierno, y los usuarios no tuviesen que pagar por el servicio, el uso del automóvil convencional no se pondría en peligro. La libertad de movimiento de la que los americanos han disfrutado no es una de las cosas de que uno puede dejar de prescindir fácilmente. Tener la posibilidad de ir y venir cuando uno desee es una de las muchas maneras de la justificación de un

vehículo privado que ni los \$2.00 por galón harán cambiar a la persona de opinión.

De ahí que debemos de considerar el automóvil eléctrico - urbano integrado a un sistema de carreteras parcialmente automatizado, como un verdadero ejemplo de transformación masiva.

Hoy en día, vemos que el progreso ha dado grandes pasos - en miniaturas eléctricas; microprocesadores y la tecnología de una sociedad realmente avanzada.

Finalmente, una microcomputadora controlará todos los aspectos del control del motor, accesorios, instrumentos, tiempo y entrenamientos.

Quizá meditemos en varios temas como un vehículo totalmente automatizado que puede ser programado para llevar a los pasajeros a distintos específicos que se estacionen ellos -- mismos, que se recarguen y regresen a su lugar de partida.

Se tendrá que invertir en los sistemas urbanos y de caminos para satisfacer las necesidades de los vehículos eléctricos. La carretera deberá contar con una senda especial, con una especie de vías que tengan fuerza para permitir el uso de vehículos eléctricos de alta velocidad, lo que le daría más eficacia funcional. Las calles de las ciudades deberán ser construídas de manera semejante y los poseedores de vehículos deberán pagar por la energía que consumen.

Las estaciones para recargar energía empezarán a funcionar adjunto con las estaciones regulares de servicio, los paquetes de batería serán manejados por sus fabricantes. Una vez que el uso del sistema de batería ha llegado a su

fin; el manufacturero le cambiará los componentes, minimizando la fuerza requerida para la construcción de más baterías.

Nadie sabe si algún día veremos carreteras subterráneas. Carreteras de dos, tres, cuatro niveles o cubiertas simplemente, o si habrá carreteras. Quizá la reconstrucción de hogares urbanos hará que las personas que habitan en los suburbios de la ciudad. Estas pueden ser remodeladas, renovarlas y hacerlas atractivas con subsidios de renta.

Algunas consideraciones para la transportación masiva del futuro implican el movimiento de las banquetas, de los aparatos o cosas de la gente o minicamiones totalmente automatizados que se programen para detenerse en determinados puntos. Estas consideraciones van dirigidas a la tarea de mover gente de uno a otro lugar.

Es absurdo ver a una mujer en un carro de 4000 libras esterlinas y que recorre 3 millas simplemente para adquirir -- una bolsa de artículos de abarrotes. Quizá todos debamos -- eliminar esta necesidad. Se podría conectar una mini-computadora dentro del lugar al supermercado más cercano. La mujer podría codificar a la tienda de abarrotes lo que necesita y la tienda enviárselo por una camioneta eléctrica de entrega a domicilio. La adquisición se pagaría directamente a su cuenta bancaria. Aún así, el uso de grandes supermercados centrales eliminarían la necesidad de pequeños supermercados en cada colonia.

Cuando uno se detiene a pensar en el combustible que se utiliza para ir y venir al trabajo, compras no esenciales y un desmesurado despillarlo es fácil deducir como podemos reducir el consumo del petróleo en una cantidad muy significativa, lo que no pondría en peligro la vida a la que estamos -- acostumbrados.

El uso de grandes vagones de almuerzo podrían operar en grandes edificios de oficinas en áreas centrales de la ciudad.

Trayendo los diferentes servicios al hogar podemos eliminar el uso de combustible en el transporte. La tendencia hacia las formas de comunicación estática antes que la móvil nos ayudaría a dedicarnos más a nosotros mismos.

Es concebible que una persona se dedicaría a su ocupación desde su propio hogar. Se utilizan los micro-procesadores - interconectando hogar-oficina, será innecesario enviar al empleado a unas veinte millas para trabajar, pudiendo hacerlo desde su hogar. Si un vendedor desea visitar a su cliente lo podría hacer sencillamente con un video-teléfono con una imagen helográfica de una ilusión tridimensional que le permitiera negociar con varios clientes al día.

La necesidad de recorrer grandes distancias y de consumir grandes cantidades de combustible en el trayecto, para visitar algún familiar en otro lugar del país, podría ser eliminado igualmente mediante cuartos de conferencias helográficas, localizadas en grandes cuartos metropolitanos de comunicación. El encuentro de una familia con gente de varias ciudades al mismo tiempo, en un cuarto intercambiando conversaciones en una ilusión casi real puede negar la necesidad de viajes tan largos.

Estamos conscientes de el último producto antes de gastar nuestras energías en un concepto anticuado. Seguramente la locomotora de vapor, de otros siglos era considerada una maravilla técnica, una que parecía imposible de mejorar. Ahora el avión y la industria camionera han desvirtuado los ferrocarriles.

Las generaciones futuras quizá vean anticuado nuestro motor de combustión interna como una nota humorística de una era confusa del desarrollo humano que se apoyaba en los combustibles primitivos produciendo un consumo desmesurado de energía, contaminación y desperdicios.

En el futuro el techo de cada fábrica o edificio de oficinas estará equipado con celdas solares como observadores de energía. En áreas metropolitanas el área de la superficie de un techo es aproximado al área del suelo. Este espacio es totalmente ignorado. Debemos reducir el desperdicio para poder disfrutar de una manera más limpia y eficiente, no hacernos autómatas para permitirnos vivir una limpia y saludable vida productiva en una sociedad con un cauce bien delineado y sin desperdicios.

Algún día el viejo concepto de ir de un lugar a otro, podrá ser muy posiblemente reemplazado por "viajar vía imagen holográfica" a la velocidad de la luz (299,000 Km/seg). Será ésta la última interpretación de transporte en el futuro?

#### INVENTOS PARA SALVAR AL MUNDO.

De vez en cuando, en las revistas o en los periódicos publican una historia acerca de "un remendador no educado" que se tambalea ante el "secreto del movimiento perpetuo", y por supuesto cada legítimo recurso científico lucha por deshilar este nuevo invento. Pero esto no disuade a los leales seguidores de un nuevo concepto, aún cuando sus premisas aún no han sido probaderas, ellos venden millones de libros astrológicos al año.

Aún más, el público con su gran optimismo creará casi todo; yo, siendo un miembro de ese público he tragado algunas-



ideas improbables. Soy receptivo a nuevas ideas, reservándome el derecho prometedor hasta que sea comprobado que no es una falacia, y defenderé a muerte el derecho de cualquier emprendedor inventor o remendador que ofrezca una idea al público. Esta idea puede o no ser un fraude, pero creo que el público tiene el derecho de saber y juzgar el mismo.

A la luz de esto mencionado, presento algunos de los innumerables inventos que han recibido alguna notoriedad hace algunos años. Hago esto con la idea de que mientras yo, personalmente no creo todo lo que van a leer, muchos de ellos no han sido para mí. Hay que recordar que en el pasado montón de inventores han sido condenados por presentar ideas "imposibles", y por eso mismo, muchos merecen esa condena. Es a ustedes de juzgar.

#### EL MOTOR DE MAGNATRON:

En abril de 1979, se otorgó a la prensa un material que trataba sobre un motor de "fusión" llamado: Magnatron. El motor según su inventor Rory Johnson de Elgin, Illinois; era capaz de dar fuerza a un automóvil para circular por 161,000 km. sin tener que recargarse de combustible. El combustible que estaba ya a la venta, costaba \$400.00 para rellenarlo; pesaba 486 kg, equivalente a \$18,9001 de gasolina.

El magnatron estaba diseñado para producir electricidad por la fusión nuclear del óxido de deuterium y galium, reproducidos mediante un rayo laser. El proceso no era una fusión termonuclear, como la combinación de hidrógeno y oxígeno para producir agua.

El motor requiere de un espacio para montarlo de 76 cms. de diámetro y 49 cms. de profundidad, y se puede reajustar a-

cualquier automóvil. Se han desarrollado otros modelos más -  
potentes a una versión de: 310 hp a) 1000 rpm, 470hp  
a) 2000 rpm, 525hp  
a) 4000 rpm.

Se calculó, una funcionalidad típicamente proyectada en -  
un automóvil a una razón de: 161,000 km. por carga de combus-  
tible con una aceleración de cero a 96 Km/hr. en 7.2 seg. y -  
de cero a 198 km/hr en 14.3 seg. con un ejemplo de un Buicle-  
Electra de 1974. El precio aproximado de un Magnatron con --  
combustible se calculó en \$4,000. El motor de 215 kg. puede-  
utilizarse en automóviles, tractores, plantas estacionarias -  
de fuerza y trabajos de campo.

El inventor es un ingeniero eléctrico con un doctorado en  
física y tenedor de 161 patentes.

#### COMBUSTIBLE MOTA.

Desde 1914, han emergido hombres que han demostrado una -  
píldora, o polvo que al recogerse agua del río o agua desti-  
lada la convierte mágicamente un combustible de motor de alto  
octano.

El combustible mota, ha sido ampliamente apoyado por todo  
aquel que ha sido testigo de su demostración. En Illinois, -  
recientemente, uno de sus promotores fue considerado culpable  
aunque el combustible en sí, nunca fue encontrado como fraude  
por vender más del 100% de su invento, privando a sus inver-  
sionistas de millones de dólares. De hecho, la mayoría de --  
sus inversionistas algunos de ellos gente educada con posicio-  
nes en compañías orientadas a la energía, hubiesen "donado --  
más dinero con gusto a la causa, aún después de descubrir que  
el inventor vendió más de su invento que lo que poseía.

La demostración, requería algunas veces de un automóvil - con un tanque vacío o un motor de segadora de césped nuevo; - agua y su recipiente. En algunos casos, se vaciaba el polvo - en agua. El líquido verde se comportaba mejor que en una alta prueba de gasolina y sobre la prueba tenía una razón y característica de combustible de aviación. Aún no se ha determinado si este es un producto real o tan sólo truco.

Aún después de haber sido declarado culpable, el inventor fue liberado de su pena debido a su edad. Vendió las acciones de su producto por más de cuarenta años.

#### MOTOR ELECTRICO ESTATICO.

En la primavera de 1973 Edwin V. Gray, un inventor que -- aprendió por sí solo, creó un motor super-eficiente que utilizaba los principios de la electricidad estática.

El motor EMS de Gray, estaba basado en un método secreto- para generar y mezclar la electricidad estática con corriente directa.

Los reportes de la demostración indican que el motor podía arrancar en frío a diferencia de los motores eléctricos. La carencia de calor fue la evidencia de la extremadamente alta que se había logrado de eficiencia.

El motor operaba cuando la energía era bombeada por capacitores por una fracción de un milisegundo. Esta corriente - era una combinación de electricidad estática mezclada con corriente directa. La fidelidad del motor regresaría la energía no utilizada a la caja de batería. Teóricamente el motor podría regresar más combustible del que consume ya que captura electricidad estática de la atmósfera al estar en marcha.

Desde 1957, miles de personas han invertido en el proyecto. El fallecimiento de las empresas de E.V. Gray empezaron en Julio de 1974, cuando la planta de Gray fue atacada por la oficina de Los Angeles County District Attorney. Se cobraron muchos cargos a Gray y subsecuentemente cayó. Finalmente la litigación resultó en el pago por violar reglamentos de la comisión de Seguridad y cambió respecto a la venta no autorizada de mercancía. Durante este periodo, el motor con el que se estaba trabajando había sido confiscado por las autoridades. La corte retrasó el progreso del motor EMS pero esto no disminuyó el entusiasmo de Gray y sus inversores. Gray se ha frenado de reclamar por su motor, en particular sobre las referencias de su detención perpetua. Hay que notar asimismo que el trabajo de Gray no estuvo totalmente fuera de la aprobación de la comunidad científica. Los reportes indicaron la lista de científicos altamente respetados.

Quizá oigamos más acerca del motor de electricidad estática que arranca en frío de Gray. Si es verdad que funciona y que contribuye a la transportación del futuro, puede provocar una planta de fuerza super-eficiente de carros eléctricos. Si en verdad puede obtener electricidad estática del aire y hacer girar las ruedas más poder para Edwin V. Gray. El mercado espera y hay mucha gente interesada en invertir su dinero en este proyecto. La primera pregunta permanece, Es verdad que sirve?

#### EL CONSEJO DE VEHICULOS ELECTRICOS

El consejo de vehículos eléctricos (EVG), es una asociación voluntaria y sin fines lucrativos de organizaciones relacionadas al desarrollo de vehículos eléctricos.

Fue fundada en 1967; el consejo establecido en Washington,

es el principal recurso informativo de vehículos eléctricos a nivel internacional. Las organizaciones pertenecientes cuentan con clubs de vehículos eléctricos. Grupos investigadores, asociaciones de marcas útiles de fuerza, corporaciones, librerías técnicas, consultantes, universidades y organizaciones gubernamentales.

Una de las contribuciones más importantes a la industria de ECV es la Exposición y Conferencia de Vehículos Eléctricos. Desde 1978, el ECV ha patrocinado esta conferencia anual de tres días, permitiendo a los individuos interesados la oportunidad de asistir a conferencias, ver videos y ver un desfile de vehículos eléctricos. En esta feria se van unos 65 autos. Cada conferencia y exposición recibe más de 5,000 representantes industriales federales de gobierno local y estatal que presencian la conferencia como un medio de escaparate y de expandir la información.

En un esfuerzo para revisar y actualizar el progreso de la tecnología de vehículos eléctricos la EV EXPO realiza exhibiciones de los últimos productos y desarrollos de los vehículos de híbridos y de batería, así como componentes como baterías; motores; controladores y recargadores.

La unión de exhibiciones, cátedras y papeles técnicos dan crédito a la industria novata y familiarizada a los individuos interesados con los nuevos desarrollos y problemas. En el creciente campo de los vehículos eléctricos.

Las EV EXPOS han tenido lugar en: Chicago, Ill. (abril de 1977); Philadelphia, PA (octubre de 1978); St. Louis, Mo (mayo de 1980); la ciudad sede en 1981 es Baltimore Maryland.

Para mayor información contactar:

*The Electric Vehicle Council*

*1111 19th St, N.W.*

*Washington, D.C.*

*20036*

## A N T E C E D E N T E S

Las primeras tentativas se hicieron en el sector ferroviario en la primera mitad del siglo pasado, para substituir las locomotoras de vapor, consideradas ruidosas y sucias a causa del humo y del carbón.

No se trataba de automóviles, pero como funcionaban con baterías, está justificado considerar aquellos primeros prototipos como los predecesores de los actuales.

En 1834 en Brandon (Gran Bretaña), el herrero Thomas Davvenport construyó un motor eléctrico que funcionaba con batería y lo aplicó a un pequeño vehículo que consiguió recorrer un breve tramo sobre carriles.

En 1847, Moses Farmer, en un experimento realizado en Dover hizo funcionar un vehículo que llevaba a dos personas. Un importante paso adelante fue dado por Charles G. Pate, de la oficina de patentes de los Estados Unidos; construyó un pequeño vehículo que realizó el viaje de Washington a Blandesburg a la velocidad de 30 Km/h.

Un gran obstáculo para la realización de los primeros experimentos fue la gran dificultad que representaban las baterías totalmente primitivas, ineficientes y muy costosas.

Por esta razón los ferrocarriles abandonaron la idea de utilizar las baterías y se orientaron hacia el sistema de tracción eléctrica alimentada por un tercer carril o por un cable.

En Gran Bretaña, en 1888, fue construido un pequeño automóvil eléctrico por J.K. Starley. Algunos años después en --

1893, Bersey fabricó un vehículo postal y un coche de 4 plazas, empleando baterías de la empresa Elwell-Parker.

En Europa el primer verdadero automóvil eléctrico fue - - - construido por los franceses Jeantaud y Raffard, en 1893. Las baterías, colocadas en el maletero trasero, tenían una capacidad de 200 Ah y un peso total de 420 Kg. La potencia del motor era de 2,2 - 2,9 Kw (3-4 CV).

En 1894, 5 automóviles eléctricos participaron en la primera carrera automovilística que se disputó en el recorrido - Parls-Ruán, de 126 Km. pero venció un coche de vapor, un De - Dion. En Europa, el máximo esplendor de la aplicación de la electricidad se produjo en 1899, cuando el 1° de mayo, el automóvil eléctrico denominado Jamais Contente, construido por el belga Camillo Jenatzy, superó la velocidad de 100 Km/h.

A partir de entonces los intentos se sucedieron, especialmente en Norteamérica. Según algunos, el primer vehículo - - eléctrico de EE.UU. fue construido en 1888 por Fred M. Kimball, de Boston.

La primera iniciativa de fabricación con objetivos comerciales fue tomada por la Woods Motor Vehicle Co. Uno de los esfuerzos más importantes corrió a cargo de la Electric Carriage and Wagon Co., de Filadelfia, que construyó un primer vehículo en 1894 y que en 1897 ya proporcionó a la ciudad de Nueva York un grupo de taxis eléctricos.

Otra sociedad, la Pope Manufacturing Co., de Hartford, comenzó la fabricación de vehículos eléctricos en 1897 y posteriormente alcanzó un desarrollo notable: construyó 2,000 taxis, además de autobuses y camiones, todos ellos eléctricos, - sin embargo, el éxito no acompañó a la empresa.



En 1902, la Studebaker construyó 5 modelos de propulsión eléctrica con un mismo chasis.

Entre 1900 y 1915 puede decirse que se instalaron alrededor de un centenar de constructores. Pero ya en 1904, en el "país de los automóviles" un tercio del parque de circulación utilizaba la propulsión eléctrica.

En 1912 fueron construidos 10,000 vehículos eléctricos, - 6,000 para transporte de personas y 4,000 para mercancías.

El total en circulación era alrededor de 20,000 coches -- para transporte de personas y 10,000 comerciales.

No obstante, el vehículo con motor de combustión interna tomaba rápidamente la delantera por sus características de ligereza, maniobrabilidad, velocidad y autonomía, a pesar de -- que el automóvil eléctrico resistía, preferido por las mujeres, que juzgaban el coche de gasolina ruidoso, sucio y más -- difícil de conducir, características en cambio que lo hacía -- agradable a los hombres, animándolos sobre todo por la afición deportiva.

En 1915 tuvo gran resonancia un invento de Harry E. Dey - y de Steimetz. Su automóvil eléctrico - en lugar de diferencial, tenía un motor diseñado de manera que la armadura y el inducido unidos cada uno a un semieje, podrían girar el uno - respecto al otro.

En 1917 un coche recorrió la distancia entre Atlantic City y N.V. (200 Km) a un promedio de 33 Km/h. Más tarde, el - automóvil eléctrico perdió rápidamente el interés, incluso en Europa y el éxito del motor de explosión fue total. El problema de las baterías, pesadas e ineficientes, no pudo resolverse.

Para la segunda guerra mundial hizo que se reconsideraran la posibilidad del automóvil eléctrico. Por esta razón, se transformaron en propulsión eléctrica coches de producción normal. Se vieron circular algunos Fiat 500 (el topolino) accionados por un conjunto de baterías, que pesaban más de 400-kg. y coches más grandes con baterías dispuestas en el alojamiento del motor y en el maletero.

Acabada la guerra, la propulsión eléctrica quedó circunscrita a los pequeños transportes especiales y a vehículos para uso preferentemente urbano. Después, hacia la mitad de los años sesenta el problema cobró de nuevo actualidad, y ello por distintos motivos; los problemas de tráfico urbano, la contaminación atmosférica, el temor de la escasez de petróleo, pero también por las innegables ventajas típicas de la propulsión eléctrica, y por los progresos alcanzados en el sector de los acumuladores, que resultan más potentes y menos pesados.

En los años posteriores a 1970, los problemas ecológicos y la crisis del petróleo han puesto de actualidad el automóvil eléctrico.

Particularmente en E.U. se ha despertado el interés en un público que ya tiene una cierta familiaridad con los enormemente difundidos vehículos para campos de golf, estaciones aéreas, parques, museos, etc.

Han sido numerosas las realizaciones de la General Motors, son de recordar los famosos vehículos Electrovair y Electrovan, accionados ambos por sistemas de propulsión con corriente alterna y alimentados respectivamente por baterías de plomo y por una célula de combustible. A estos prototipos siguió el coche Stirlec de propulsión mixta accionado por un mo

tor eléctrico cuyas baterías se mantenían en carga por un grupo electrogeno con motor Stirling.

Entre las realizaciones más recientes se recuerdan los coches de la serie experimental G.M. 512, proyectados para la circulación de zonas urbanas prohibidas para los vehículos -- convencionales.

Se trata de dos pequeños coches cuya carrocería está formada en parte por resina de vidrio y a los cuales se han aplicado, respectivamente, un sistema de propulsión eléctrica integral son: peso, 560 Kg; motor de 5 Kw; velocidad máxima 70 Km/h y con 150 Kg de batería de plomo la autonomía está comprendida entre 50 y 70 Km. Está provisto también de aire -- acondicionado.

Más recientemente, la General Motors ha realizado un auto móvil accionado por una batería de zinc-aire del tipo recargable mecánicamente.

Esta batería, no obstante, está acoplada a una batería de plomo ya que no es capaz de suministrar la potencia suficiente para las aceleraciones. Es necesario citar el LRV 3, el todo terreno lunar usado por la NASA en las emisiones de 1971 y 1972 proyectado por la Boeing en la colaboración con la General Motors.

En Europa, la situación es distinta en los diversos países. Gran Bretaña va a la vanguardia, dado el número de autos móviles eléctricos en circulación. Se trata de vehículos industriales de capacidad útil relativamente baja: ambulancias, transportes de alimentos para hospitales, recolección y transporte de basura, furgones para la distribución de mercancías y furgones de diversos tipos.

Las carretillas transportadoras, elevadores y cargadores de diversos tipos, usadas en las fábricas, en los hospitales y en los aeropuertos, alcanzan un total de más de 80,000.

Sin embargo, el coche eléctrico está todavía en la etapa de la investigación, como los demás países.

## PLANTEAMIENTO

Como resultado de la investigación anterior podemos concluir que los vehículos automotores utilizados como transporte urbano individual, debido a su gran número y concentración en las ciudades, resultan dañinos para el hombre, de acuerdo con lo investigado los problemas más comunes causados por estos son:

Disminución y pérdida del oído causado por el ruido emitido por vehículos de motor de combustión interna.

La vibración que es causada por el motor, daña el corazón y órganos y miembros del cuerpo.

Diversos problemas causados por el mal diseño antropométrico y ergonómico de los asientos.

Efectos psicológicos causados por el ruido.

La vibración, es una pérdida de energía que afecta la eficiencia del motor haciendo que consuma una mayor cantidad de combustible.

La disminución a la resistencia del avance se haya en relación directa con la velocidad máxima y la potencia del motor, con una forma aerodinámica se requiere de una menor potencia para mover el vehículo.

La emanación de gases y partículas que son depositados en el aire causan diferentes efectos que se catalogan en tres categorías:

- Enfermedad aguda, susceptible de causar la muerte.

- Enfermedades crónicas, como bronquitis crónica, enfisema pulmonar, etc.

- Síntomas desfavorables generales e irritaciones, incluidos malestar, estado de stress, irritación de los ojos y reacciones molestas a los olores ofensivos.

Por estas razones, se dirigirá este proyecto de diseño, - al desarrollo de un vehículo autosuficiente que resuelva eficazmente los problemas anteriormente mencionados o que ayude a la disminución de estos.

Para la realización del análisis, se segmentará el caso - en varios puntos, para así estudiar cada uno de ellos y poder establecer una conclusión, bajo los siguientes puntos:

- Antropometría
- Ergonomía
- Componentes mecánicos
- Aerodinámica
- Fuentes energéticas

Antropometría: Tablas antropométricas basándonos en una edad que varía de 18 a 64 años que es la que el departamento de tránsito considera como adecuada para la conducción de vehículos, tomando como base un 90% de la población (hombre o - mujer).

Estudio de Asientos, palancas, manivelas, apoya brazos, - etc., efectos producidos por intercambio térmico en el hombre.

Ergonomía: Displays (visuales táctiles auditivos).

El ruido: El ruido y la pérdida de audición, efectos psi-

cológicos del ruido, control del ruido, el hombre en movimiento, la vibración, aceleración e impacto, instrumentos de sujeción.

**Aerodinámica:** El coeficiente  $C_x$ , ahusamiento de la forma, forma trasera truncada, estabilidad frente a la acción del viento lateral.

**Componentes mecánicos:** Suspensión, dirección, chasis, bastidores, motor, transmisión, frenos, luces.

**Fuentes Energéticas:** Generadores, baterías, Foto celdas.

Una vez concluido el análisis se procederá a determinar como será nuestro vehículo.

El vehículo deberá satisfacer con los siguientes requisitos como que no sea contaminante o que ayude a disminuir en gran parte la contaminación del medio ambiente, para eso deberá contar con un sistema inteligente que suministre la cantidad necesaria de combustible o energía, para que no sea desperdiciada.

La misma fuerza del motor debe ser aprovechada para obtener energía que deberá ser almacenada para estarse alimentando continuamente, deberá contar con un sistema auxiliar en caso de falla o pérdida de energía, que recargue el sistema aún cuando el vehículo esté parado o fuera de uso, teniendo así un vehículo totalmente auto suficiente.

Por qué un sistema inteligente y hoy en día se cuenta con sistemas computarizados muy eficientes que consumen un mínimo de energía y son sumamente baratos, fáciles de conseguir y no requieren de mantenimiento, en caso de falla son reemplazados

rápidamente por otro componente igual, al ritmo que crece - -  
nuestra tecnología, estos productos son cada vez más eficientes y baratos.

El cupo o capacidad de pasajeros será de uno a dos personas ya que el uso que se le da a los vehículos particulares - no sobrepasa este número, hay quienes visualizan vagamente el transporte masivo en general. Ellos creen que la transportación masiva no debe darse primeramente en las ciudades, como en México. En algunos aspectos estos argumentos son válidos. La mayoría de las personas preferirían tener su propio automóvil antes que otros medios o métodos de transporte. La autonomía y libertad que ofrece un vehículo privado no se puede - comparar ni con el medio más sofisticado de un sistema de - - transporte masivo.



## A N T R O P O M E T R I A

Al emprender el diseño de una pieza de equipo o de mobiliario o al idear cualquier ambiente de trabajo o de ocio, -- siempre buscamos una situación ideal para una o muchas personas. Este ideal será relativo para una situación particular-- pues, por ejemplo, un asiento confortable para el ocio no lo será cuando pensamos en una situación sentada confortable que permita a la vez ejercer un esfuerzo máximo con los miembros-- durante un cierto período de tiempo, con un mínimo de fatiga. Así, el confort óptimo no coincidirá siempre con el esfuerzo óptimo.

Esto requiere un buen grado de imaginación al jugar con - actos y posiciones del hombre. El hombre tiene limitaciones y muchas posibilidades y no menos riesgos de llegar a un estado de stress.

Durante el estado inicial del diseño se tendrían que utilizar al máximo los datos existentes y relacionados con éste. Los descubrimientos de ingenieros y diseñadores son relevantes así como los comentarios de usuarios y fabricantes.

Deben llevarse a cabo las pruebas finales del diseño con una ordenación completa de datos que acomode a una serie normal de operadores. Si en las pruebas la gente ha de ser utilizada para simular operadores o consumidores, se ha de poner mucho cuidado en que su constitución sea representativa de la población de usuarios de la situación de estudio.

Los ensayos aportan información detallada sobre la libertad de movimiento, visión o manipulación y siempre pondrán de manifiesto las condiciones especiales de casos particulares.

El diseñar para usuarios humanos es básicamente resolver un problema en un medio ambiente físico. Los movimientos dinámicos de un grupo típico de usuarios reales dan el sentido final o la base para elaborar las medidas antropométricas.

Si existen problemas de uso debido al tiempo, la fuerza o a la precisión, las observaciones recogidas sugerirán alteraciones necesarias. Al introducir un equipo estándar en una nueva situación, se ha de examinar cuidadosamente la cantidad de fuerza y movimiento requeridos para poder acoplarlo al equipo que lo complementa.

La introducción de equipos estándar pone de manifiesto -- los problemas de acceso para mantenimiento. Si el mantenimiento ha de correr a cargo de los usuarios, éstos necesitan una consideración especial en el estado inicial del diseño. De todas maneras, cualquier forma de mantenimiento de un equipo debería ser considerada al estudiar la lista de necesidades del nuevo diseño.

#### CONSIDERACIONES DEL DISEÑO EN GENERAL.

Estudiar la finalidad y detalles de funcionamiento de -- equipos, mobiliario, utensilios, proyectos mecánicos o domésticos. Estudiar asimismo las soluciones de diseño ya existentes.

#### Condiciones operativas

Siempre que sea posible utilizar equipamiento ajustable. Si los usuarios no pueden ser especificados, se han de tener más en cuenta las medidas femeninas que las masculinas. Si el diseño es para usuarios no concretos y existe cualquier -- efecto paralelo debido al uso, o dificultades de operación, --

Estas tendrían que ser reducidas a un nivel tolerado por el rango de los de mayor edad.

#### Para facilitar la velocidad.

Se ha de considerar el agrupamiento y la situación de controles más correctos, y la agrupación de indicadores dentro del cono normal de visión. En general, los límites de distancia vendrán dados por las medidas más pequeñas del cuerpo.

#### Para facilitar la precisión

Se ha de considerar el soporte para el cuerpo o las partes de las extremidades y la posición requerida para manipular.

#### Para facilitar la presión o fuerza

Considerar la cantidad de presión o fuerza y si se quiere el uso de una parte o de la totalidad del miembro. Deben considerarse los soportes del cuerpo o de los miembros y el espacio necesario para que el operador realice ajustes de posición.

#### Para evitar la fatiga

Considerar la agrupación de los mandos y la posición del operador en detalle.

#### Ensayos

Deben hacerse modelos a escala y tests. Hay que utilizar una reproducción a rigurosa escala del diseño. Preocuparse de que los sujetos en los ensayos sean lo suficientemente re-

representativos de los futuros usuarios, particularmente de que representen los valores percentiles alto y bajo de los usuarios. Verificar todos los detalles minuciosamente. Determinar todos los factores que limitan el diseño y establecer por experimentación si impiden su óptimo funcionamiento.

## MOVIMIENTO ANATÓMICO

El cuerpo humano es un instrumento estructuralmente adaptable que, con una salud normal, puede ejecutar todas las órdenes dictadas por el hombre y realizar los movimientos más complejos con un mínimo de control conciente. Sólo necesitamos considerar la serie de movimientos combinados cotidianos, como el caminar reordenando a la vez los objetos cargados, para comprender todo esto.

La forma del esqueleto humano es tal que éste puede ser capaz de resistir cortos períodos en posición erecta normal sin mucho esfuerzo de los músculos y resultando relativamente eficiente en esta posición.

Las articulaciones de libre movimiento permiten que los huesos adopten posturas variadas entre ellos, según las tres dimensiones. Algunas articulaciones, de todas maneras, sólo permiten el movimiento según una dimensión. No es posible definir con precisión los arcos de movimiento de todas las articulaciones libres.

Cada movimiento completo de un miembro es una suma de los movimientos anatómicos de aducción, abducción, rotación, flexión y extensión de las articulaciones de dicho miembro.

El brazo posee un movimiento muy libre. En ciertas posiciones de movimiento simultáneamente; en otras posiciones las

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

dimensiones de movimiento se han de llevar a cabo independientemente. En otro tipo de movimientos combinados a partir del hombro, la rotación del húmero pasa desapercibida. El brazo - completamente flexión, la acción del hombro y de la muñeca se combinan bien para facilitar el uso deliberado de la mano a gran escala. Aunque este movimiento de hombro principalmente requiere una práctica por parte del operador.

Diagrama mostrando los movimientos de las articulaciones del brazo. Las articulaciones de la pierna poseen la misma serie de movimientos, es decir, multiaxial en el muslo, biaxial en la rodilla y uniaxial en el pie. La

gran diferencia entre la mano y el pie es que mientras las falanges de la mano pueden situarse sobre la palma, las del pie, al intentar realizar este movimiento, forman series de arcos paralelos.

Con el codo en posición parcialmente flexionada, un operador puede realizar movimientos leves de pronación y supinación para el ajuste de controles precisos, con visión cercana, pues en esta posición los movimientos de las articulaciones del codo y de la muñeca se pueden combinar para ofrecer la serie más amplia de movimientos de la mano.

CONSIDERACIONES RESPECTO AL USO DE LOS MIEMBROS HUMANOS Y DE LAS ARTICULACIONES EN LAS FUNCIONES DEL OPERADOR.

Las fuerzas deberían ser ejercidas únicamente por miembros cuyas articulaciones están en posición intermedia. Esto se debe a la acción refleja de los ligamentos de las articulaciones que actúa como segundo protector para evitar el daño de las articulaciones. La resistencia o la fuerza puede ser también demasiado grande para que el operador la resista. Las pruebas para soportar la resistencia o fuerza de la posición intermedia permiten al operador medir naturalmente sus capacidades. El esfuerzo contra la resistencia cuando la articulación se halla cerca del final de su movimiento, no sólo causa efectos dolorosos, sino que también puede provocar fracturas.

Muestra el antebrazo en posición intermedia hacia la flexión completa. El poder de la resistencia es mayor en la posición X que en la Y, donde --decrece rápidamente.

Muestra el brazo en posición intermedia hacia una extensión completa. El poder de resistencia es mayor en la posición X y disminuye hacia Y.

Las posiciones intermedias en las que el músculo sólo está parcialmente contraído permite, por lo tanto, mayores fuerzas o la posibilidad de un esfuerzo mayor. La posición intermedia permite asimismo que los músculos primeros motores, que dan el poder al movimiento, opere exhaustivamente.

La velocidad correcta para la acción en el movimiento de los miembros es importante para el operador humano. Las velocidades operativas demasiado rápidas o demasiado lentas causan fatiga. La fatiga está generalmente provocada por un control innecesario de la complejidad muscular debido a un movi--



miento y a una posición innaturales. El control de la comple  
xión muscular es los movimientos articulados.

Un ejemplo de palanca hu  
mana. El antebrazo trabaja-  
como palanca de tercer orden.  
F representa el fulcro que -  
aquí resulta el extremo dis-  
tal del húmero.

L la carga que está sobre-  
la palma de la mano.

E el esfuerzo es la con-  
tracción del bíceps que resis-  
te la carga y produce el movi-  
miento hacia arriba señalando-  
por la línea punteada.

Diagramas mostrando la capacidad de movimiento angular de los miembros o de segmentos de los miembros. Los ángulos propuestos han sido establecidos a partir de diversos estudios y en la mayoría de los casos no existe un único ángulo de movimiento del cual sea capaz todo el mundo. Como con otros tipos de mediciones existen gradaciones de valores en términos-percentiles. Para operaciones críticas se tendría que llevar a cabo una prueba con la población de usuarios concernidos. Los ángulos establecidos deberían abarcar las contingencias de las operaciones cotidianas.

a Flexión del hombro a partir de la horizontal hasta la parte posterior de la cabeza.

Extensión del hombro hasta la parte posterior de la línea central del cuerpo.

Flexión del codo.

b Hiperextensión del hombro detrás del cuerpo y abducción -- del hombro situando el brazo extendido diagonalmente frente al cuerpo.

c Rotación del codo.

d Flexión del codo hacia la línea medial del cuerpo.

e Con la palma vuelta hacia el frente. Aducción de la muñeca hacia la línea medial del cuerpo y abducción de la muñeca.

f Dorsiflexión de la muñeca encima de la línea central y flexión de la palma. El antebrazo está pronado.

g Flexión de la muñeca y extensión del antebrazo supinado en el plano perpendicular.

No Hay Hoja

86, 87

---

~

## DIMENSIONES DEL CUERPO Y LOS MIEMBROS EN RELACION CON LOS ESPACIOS CERRADOS DE TRABAJO.

Los movimientos de fuerza o movimientos con palancas o --ruedas son menos delicados y más rápidos si se pueden llegar a desplazar hacia la línea media del cuerpo o hacia abajo según la fuerza de gravedad. Por lo tanto, se concluye que los movimientos antihorarios son fáciles y eficientes, particularmente cuando pueden estar situados en plano vertical.

### PALANCAS

Se pueden situar las palancas de manera que se obtengan una amplia gama de movimientos, siendo la posición más ventajosa en este sentido atravesadas frente al cuerpo, mejor en dirección perpendicular a él.

Se puede aplicar más fuerza en la segunda posición. Las fuerzas de palanca no son adecuadas para realizar ajustes de precisión, pero pueden dar resultados positivos para conexiones o desconexiones o múltiples conexiones.

Se pueden aplicar grandes fuerzas por medio de una palanca, particularmente cuando el operador está de pie, y fuerzas aun mayores si el peso completo del cuerpo contribuye.

Una buena posición de brazos para este tipo de operaciones cuando el brazo superior forma aproximadamente 30 con la línea que pasa por el centro del tronco; el peso de la carga decrece por encima y bajo este ángulo.

Los valores están dados por el brazo izquierdo. Este es normalmente el brazo más débil, por lo tanto los valores del quinto percentil indican los máximos dentro de la capacidad de ambos brazos.

Resistencia de palancas para operadores sentados. La palanca situada al través frente al operador. Los valores 5 -- percentil para este movimiento son: tracción 15 lbs. (6.8 Kg).

## MANECILLAS

Las manecillas son utilizadas con un dedo o con toda la mano para realizar ajustes de precisión. Los tamaños pequeños pueden recibir sólo cargas leves 1 1/2" 2" una buena medida y permite operaciones delicadas y ajustes precisos. Una manecilla de 2" de diámetro puede soportar cargas de 2 a 8 lbs. Una de 3" de diámetro requiere para operarla el movimiento de la muñeca. Las de este tamaño pueden soportar cargas mayores y entre los 3" y 5" puede soportar cargas de 15 a 20 lbs. Las mayores de 5" son imposibles de manejar fácilmente con operarios con una anchura de manos.

Empuñadura de mano 13"4" de diámetro, control de botón pequeño 3/8" a 5/8" de diámetro. Permite cargas de 1 1/2".

## PALANCAS DE CONTROL

Para operar las palancas de control se precisan los brazos y las manos cerca del cuerpo y de los muslos. La carga para este tipo de control para operarios de 5% es de 15 lbs. La ventaja de las palancas de control es su posible capacidad de movimiento frente al cuerpo, la fuerza ejercida en segundo lugar, teniendo en cuenta estos hechos, se considera que 15 lbs. sería una carga satisfactoria. Los recorridos laterales anteriores y posteriores, tendría que medir cerca de las 6/7"

hacia cada dirección. Estas distancias abarcan bien los alcances de brazo de 5% y la posible existencia de pedales de control. Por lo tanto, la mejor solución para el manejo de palancas es la construcción de asientos ajustables.

## ASIENTOS

Sentarse es una manera de cambiar de postura para descansar. A lo largo del día cambiamos constantemente de posición para reducir la fatiga. Probablemente de todas las posturas posibles la más descansada es la postura completamente reclinada semifetal que adoptamos para dormir.

El estar sentado puede resultar cansado y penoso en un asiento mal diseñado. Un buen asiento debería permitir el movimiento o el cambio en la postura sentada; es conveniente que exista espacio suficiente para mantener la mejor postura sentada durante un largo periodo, pero también debe de existir control suficiente de las superficies de asiento para recibir el peso y dar sensación de estabilidad. Un asiento necesita ofrecer un soporte rígido, pero no un encierro regido. Debería soportar en particular el tórax y el pelvis y ayudar a mantener el ángulo de la columna.

Un asiento bajo es mejor que uno demasiado alto, pero ningún asiento debería de ser al extremo de permitir que las piernas se extiendan hacia adelante sin ofrecer ningún soporte de piernas o pies. Una silla de trabajo de altura correcta permitirá el movimiento de las piernas hacia atrás con los pies planos en el suelo. Una superficie mullida o almohadilla puede convenir, pero no substituye una altura incorrecta en el asiento.

Existe una amplia gama de tipos posibles de diseñar un --

asiento y, no existe una demanda específica, el posible uso - de un nuevo diseño debería ser cuidadosamente estudiado.

#### ALTURA DEL ASIENTO

De todas las dimensiones del asiento la altura es una de las importantes. La altura de una silla ha de ser tal que el tejido de la región distal y posterior de las nalgas no esté comprimido y que el extremo anterior del asiento no actúe en forma de torniquete en cuanto al abastecimiento de sangre a las piernas.

#### APOYAPIES

Los pies han de ser utilizados cuando la posición sentada lleva al cuerpo a adoptar una posición más alta de lo normal. Si se utilizan con este propósito para cualquier otro, deberán permitir siempre que el ángulo de la pierna y la base del pie sea normal o de 90 a 100. Utilizando incluso como pieza-fija del aparato o silla, o separadamente como apoyo de banco de los pies, si la superficie está inclinada más de 15 sobre la horizontal se requiere un tope para el talón. La superficie ha de ser lo suficiente ancha para soportar el pie entero.



## ANCHURA DEL ASIENTO

Esta dimensión sólo interesa cuando se ha de pensar en -- una mínima concesión para la anchura de las caderas, la extensión de las nalgas o en cambios de posición. Ante estos factores una anchura confortable es de 18" como máximo y 17" como mínimo para periodos largos. En circunstancias especiales se tendría que pensar en el espacio ocupado por la ropa, particularmente cuando el espacio está limitado por los apoyabrazos.

## COMPOSICION (BLANDURA O DUREZA)

La experiencia común y las pruebas han demostrado que los asientos blandos ofrecen mejor resultado, esto es, mayor eficiencia para un tiempo mayor. Anatómicamente son las tuberosidades isquiáticas las que soportan el peso del cuerpo en la posición sentada.

Para cortos periodos la superficie del asiento puede ser totalmente rígida, siempre que haya espacio suficiente para cambiar la posición del cuerpo. Esto permite evitar la fatiga al estar sentado. Han sido experimentadas superficies de asiento conformadas con ligeras concavidades para recoger las protuberancias isquiáticas. Pero existen tantos tipos de nalgas que, antropométricamente hablando, que estos diseños sólo pueden ser enfocados para uso limitado.

Las superficies de asiento no deberían estar demasiado pulidas. Una superficie de textura rugosa es mejor. Un asiento con superficies redondeadas es también deseable.

## PROFUNDIDAD DE ASIENTOS

La profundidad de un asiento no presenta grandes problemas el mínimo para una mujer medido a partir de la parte posterior de las rodillas hasta las nalgas es de 16" aproximadamente, el mínimo en un hombre es de 20" o más tomando como guía un mínimo de 15", la profundidad del asiento será correcta.

Los asientos contruidos con materiales duros o con superficies acolchadas firmes son más apropiados con profundidad de 15" o menos en cada caso podrían ser mejorados si el borde interior del asiento fuera redondeado. La profundidad de sillas de ocio es más elástica, la medida en la almohadilla es blanda y la altura del asiento es pequeña.

## RESPALDOS

Los respaldos han de ser contruidos formando ángulos variables respecto a la superficie del asiento, dependiendo de la posición requerida, ya sea derecha, semiinclinada o inclinada totalmente.

Sin la inclinación hacia atrás en el respaldo, la curva lumbar se halla innaturalmente aplanada y el esfuerzo se realiza sobre los discos y ligamentos intervertebrales lumbares.

Un respaldo inclinado también contribuye a que la fuerza de gravedad fije el cuerpo en la silla o la mantenga en posición tal que la sección del asiento que soporta la región lumbar esté utilizada al máximo.

## PROCESO DE INTERCAMBIO TERMICO

El cuerpo humano está generando continuamente calor como consecuencia de su actividad metabólica. En el estado de descanso un hombre adulto genera algo más de 1 kcal/min. algunas actividades sedentarias originan un consumo que está entre 1.5 y 2 kcal/min, las actividades físicas van desde 5 kcal/min hasta incluso 20 kcal/min.

## STRESS POR CALOR

Uno de los efectos más directos del stress producido por el calor es el que ejerce sobre la temperatura del cuerpo. Las medidas de la temperatura del cuerpo que incluyen mediciones de la temperatura interna (oral, rectal, etc), y de la temperatura externa o de la superficie (de la piel).

## EFFECTOS FISIOLÓGICOS DEL FRÍO

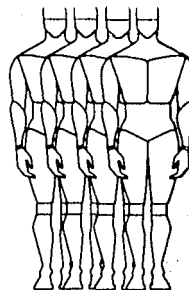
Con una protección inadecuada la exposición al frío da como resultado una reducción tanto de la temperatura externa como interna, por supuesto una exposición continuada puede acarrear la congelación y otros efectos.

## CONTAMINACIÓN DEL AMBIENTE

Los humanos hemos asumido de nuestro propio medio ambiente natural una serie de riesgos a los que hemos de enfrentarnos. Pero nuestra ciencia y tecnología han dado como resultado la creación de una auténtica hueste de nuevos peligros ambientales, sobre todo los contaminantes, que incluyen el humo emanaciones, vapores y gases tóxicos, etc. Todos estos aspectos tratan acerca de los efectos de todos estos sobre el hombre como una función del grado de concentración y del tiempo de exposición.

2A

## PESO



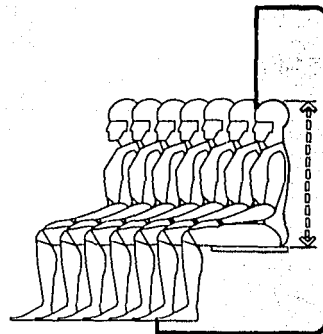
**Peso \* de hombres y mujeres adultos, en libras y kilos, según edad, sexo y selección de percentiles<sup>†</sup>**

	18 a 79	18 a 24	25 a 34	35 a 44	45 a 54	55 a 64	65 a 74	75 a 79	
	(Total)	Años	Años	Años	Años	Años	Años	Años	
	lb kg	lb kg	lb kg	lb kg	lb kg	lb kg	lb kg	lb kg	
<b>99</b>	HOMBRES	241 109,3	231 104,8	248 112,5	244 110,7	241 109,3	230 104,3	225 102,0	212 96,2
	MUJERES	236 107,0	218 98,9	239 108,4	238 108,0	240 108,9	244 110,7	214 97,1	205 93,0
<b>95</b>	HOMBRES	212 96,2	214 97,1	223 101,2	219 99,3	219 99,3	213 96,6	207 93,9	198 89,8
	MUJERES	199 90,3	170 77,1	191 86,6	204 92,5	205 93,0	211 95,7	196 88,9	193 87,5
<b>90</b>	HOMBRES	205 93,0	193 87,5	208 94,3	207 93,9	209 94,8	203 92,1	198 89,8	191 86,6
	MUJERES	182 82,6	157 71,2	173 78,5	184 83,5	190 86,2	195 88,5	183 83,0	178 80,7
<b>80</b>	HOMBRES	190 86,2	180 81,6	195 88,5	193 87,5	194 88,0	190 86,2	183 83,0	170 77,1
	MUJERES	164 74,4	145 65,8	152 68,9	165 74,8	171 77,6	176 79,8	169 76,7	162 73,5
<b>70</b>	HOMBRES	181 82,1	171 77,6	185 83,9	184 83,5	185 83,9	180 81,6	172 78,0	161 73,0
	MUJERES	152 68,9	137 62,1	143 64,9	153 69,4	158 71,7	165 74,8	160 72,6	155 70,3
<b>60</b>	HOMBRES	173 78,5	164 74,4	177 80,3	177 80,3	178 80,7	172 78,0	166 75,3	150 68,0
	MUJERES	144 65,3	131 59,4	136 61,7	144 65,3	149 67,6	154 69,9	151 68,5	147 66,7
<b>50</b>	HOMBRES	166 75,3	157 71,2	169 76,7	171 77,6	171 77,6	165 74,8	161 73,0	146 66,2
	MUJERES	137 62,1	126 57,2	130 59,0	137 62,1	143 64,9	146 66,2	145 65,8	137 62,1
<b>40</b>	HOMBRES	159 72,1	151 68,5	162 73,5	164 74,4	163 73,9	158 71,7	153 69,4	141 64,0
	MUJERES	131 59,4	122 55,3	125 56,7	131 59,4	137 62,1	140 63,5	138 62,6	127 57,6
<b>30</b>	HOMBRES	152 68,9	145 65,8	154 69,9	158 71,7	156 70,8	151 68,5	146 66,2	137 62,1
	MUJERES	125 56,7	117 53,1	120 54,4	125 56,7	130 59,0	134 60,8	132 59,9	119 54,0
<b>20</b>	HOMBRES	144 65,3	140 63,5	146 66,2	151 68,5	149 67,6	143 64,9	138 62,6	132 59,9
	MUJERES	118 53,5	111 50,3	114 51,7	119 54,0	122 55,3	129 58,5	125 56,7	113 51,3
<b>10</b>	HOMBRES	134 60,8	131 59,4	136 61,7	141 64,0	139 63,0	131 59,4	126 57,2	120 54,4
	MUJERES	111 50,3	104 47,2	107 48,5	113 51,3	113 51,3	120 54,4	114 51,7	105 47,6
<b>5</b>	HOMBRES	126 57,2	124 56,2	129 58,5	134 60,8	131 59,4	123 55,8	117 53,1	107 48,5
	MUJERES	104 47,2	99 44,9	102 46,3	109 49,4	106 48,1	112 50,8	106 48,1	95 43,1
<b>1</b>	HOMBRES	112 50,8	115 52,2	114 51,7	121 54,9	116 52,6	112 50,8	99 44,9	99 44,9
	MUJERES	93 42,2	91 41,3	92 41,7	100 45,4	95 43,1	95 43,1	92 41,7	74 33,6

\* Mediciones practicadas con los examinados con el torso desnudo, calzados con zapatillas de papel y vestidos con una bata ligera, de exploración, hasta las rodillas. Bolsillos de los hombres vacíos.

<sup>†</sup> Medida bajo la cual desciende el porcentaje de personas indicado en el grupo de edad dado.

2D

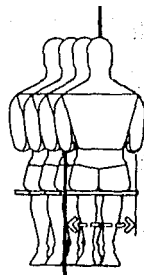
**ALTURA  
EN POSICIÓN  
SEDENTE,  
NORMAL**

**Altura en posición sedente normal\* de hombre y mujeres adultos en pulgadas y centímetros, según edad, sexo y selección de percentiles<sup>1</sup>**

		18 a 79	18 a 24	25 a 34	35 a 44	45 a 54	55 a 64	65 a 74	75 a 79
		(Total)	Años	Años	Años	Años	Años	Años	Años
		pulg. cm	pulg. cm	pulg. cm	pulg. cm	pulg. cm	pulg. cm	pulg. cm	pulg. cm
99	HOMBRES	37.6 95,5	37.8 96,0	37.8 96,0	37.7 95,8	37.7 95,8	36.9 93,7	36.4 92,5	36.7 93,2
	MUJERES	35.7 90,7	35.7 90,7	35.9 91,2	35.8 90,9	35.5 90,2	35.4 89,9	34.9 88,6	35.0 88,9
95	HOMBRES	36.6 93,0	36.7 93,2	36.8 93,5	36.7 93,2	36.7 93,2	36.0 91,4	35.7 90,7	35.8 90,9
	MUJERES	34.7 88,1	34.8 88,4	34.9 88,6	34.9 88,6	34.6 87,9	34.4 87,4	33.9 86,1	33.4 84,8
90	HOMBRES	35.9 91,2	36.0 91,4	36.3 92,2	36.2 91,9	36.0 91,4	35.6 90,4	35.1 89,2	35.2 89,4
	MUJERES	34.1 86,6	34.3 87,1	34.5 87,6	34.4 87,4	34.0 86,4	33.8 85,9	33.1 84,1	32.8 83,3
85	HOMBRES	35.3 89,7	35.4 89,9	35.6 90,4	35.5 90,2	35.5 90,2	35.0 88,9	34.6 87,9	34.6 87,9
	MUJERES	33.6 85,3	33.7 85,6	33.8 85,9	33.8 85,9	33.5 85,1	33.2 84,3	32.5 82,6	32.3 82,0
80	HOMBRES	34.8 88,4	34.9 88,6	35.1 89,2	34.9 88,6	35.0 88,9	34.6 87,9	34.1 86,6	34.1 86,6
	MUJERES	33.1 84,1	33.4 84,8	33.4 84,8	33.3 84,6	33.0 83,8	32.8 83,3	31.9 81,0	31.8 80,8
75	HOMBRES	34.5 87,6	34.5 87,6	34.8 88,4	34.6 87,9	34.6 87,9	34.3 87,1	33.8 85,9	33.7 85,6
	MUJERES	32.7 83,1	33.0 83,8	33.0 83,8	32.9 83,6	32.7 83,1	32.4 82,3	31.6 80,3	31.4 79,8
70	HOMBRES	34.1 86,6	34.2 86,9	34.4 87,4	34.3 87,1	34.2 86,9	33.9 86,1	33.4 84,8	33.3 84,6
	MUJERES	32.3 82,0	32.6 82,8	32.6 82,8	32.6 82,8	32.3 82,0	32.1 81,5	31.2 79,2	31.0 78,7
65	HOMBRES	33.7 85,8	33.8 85,9	34.0 86,4	34.0 86,4	33.8 85,9	33.5 85,1	33.1 84,1	32.9 83,6
	MUJERES	31.9 81,0	32.3 82,0	32.3 82,0	32.3 82,0	32.0 81,3	31.7 80,5	30.8 78,2	30.6 77,7
60	HOMBRES	33.3 84,6	33.3 84,6	33.6 85,3	33.5 85,1	33.4 84,8	33.2 84,3	32.7 83,1	32.5 82,6
	MUJERES	31.5 80,0	31.9 81,0	31.9 81,0	31.9 81,0	31.5 80,0	31.3 79,5	30.4 77,2	30.1 76,5
55	HOMBRES	32.9 83,6	32.9 83,6	33.2 84,3	33.1 84,1	32.9 83,6	32.6 82,8	32.4 82,3	32.1 81,5
	MUJERES	31.0 78,7	31.3 79,5	31.4 79,8	31.4 79,8	31.1 79,0	30.8 78,2	30.0 76,2	29.2 74,2
50	HOMBRES	32.2 81,8	32.3 82,0	32.6 82,8	32.4 82,3	32.3 82,0	31.8 80,8	31.9 81,0	30.7 78,0
	MUJERES	30.2 76,7	30.6 77,7	30.7 78,0	30.8 78,2	30.3 77,0	30.2 76,7	29.3 74,4	27.6 70,1
45	HOMBRES	31.6 80,3	31.9 81,0	32.1 81,5	32.0 81,3	31.8 80,8	31.3 79,5	31.2 79,2	29.8 75,7
	MUJERES	29.6 75,2	30.1 76,5	30.1 76,5	30.2 76,7	29.7 75,4	29.7 75,4	28.7 72,9	27.1 68,8
40	HOMBRES	30.4 77,2	30.5 77,5	31.0 78,7	30.8 78,2	30.8 78,2	30.2 76,7	30.1 76,5	26.7 67,8
	MUJERES	28.2 71,6	29.2 74,2	28.9 73,4	29.2 74,2	28.7 72,9	28.3 71,9	27.0 68,6	14.8 37,6

\* Definición de altura en posición sedente, normal: ver Tabla 1E

<sup>1</sup> Se dio la base para la cual se dio el porcentaje de personas indicando en el grupo de edad dado

2E

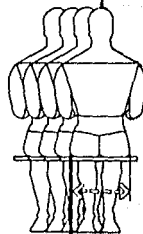
**ANCHURA  
CODO-CODO**

**Anchura codo-codo\* de hombres y mujeres adultos, en pulgadas y centímetros, según edad, sexo y selección de percentiles†**

		18 a 79	18 a 24	25 a 34	35 a 44	45 a 54	55 a 64	65 a 74	75 a 79
		(Total)	Años	Años	Años	Años	Años	Años	Años
		pulg. cm	pulg. cm	pulg. cm	pulg. cm	pulg. cm	pulg. cm	pulg. cm	pulg. cm
99	HOMBRES	21.4 54,4	20.8 52,8	21.4 54,4	21.5 54,6	21.8 55,4	22.0 55,9	21.0 53,3	20.7 52,6
	MUJERES	21.2 53,8	20.0 50,8	20.6 52,3	21.5 54,6	21.7 55,1	21.8 55,4	20.8 52,8	19.8 50,3
95	HOMBRES	19.9 50,5	19.4 49,3	19.7 50,0	20.0 50,8	20.0 50,8	20.0 50,8	19.9 50,5	19.5 49,5
	MUJERES	19.3 40,9	16.9 42,9	18.3 46,5	19.3 49,0	19.7 50,0	20.2 51,3	19.7 50,0	19.1 48,5
90	HOMBRES	19.0 48,3	18.2 46,2	18.8 47,8	19.2 48,8	19.2 48,8	19.3 49,0	19.3 49,0	18.7 47,5
	MUJERES	18.3 46,5	16.0 40,6	17.3 43,9	18.2 46,2	18.7 47,5	19.3 49,0	18.8 47,8	18.1 46,0
80	HOMBRES	18.1 46,0	17.2 43,7	17.8 45,2	18.3 46,5	18.4 46,7	18.3 46,5	18.5 47,0	17.8 45,2
	MUJERES	17.1 43,4	15.1 38,4	15.8 40,1	16.9 42,9	17.6 44,7	18.2 46,2	17.9 45,5	17.5 44,5
70	HOMBRES	17.5 44,5	16.5 41,9	17.3 43,9	17.7 45,0	17.8 45,2	17.7 45,0	17.8 45,2	17.1 43,4
	MUJERES	16.3 41,4	14.6 37,1	15.2 38,6	16.0 40,6	16.8 42,7	17.4 44,2	17.4 44,2	16.9 42,9
60	HOMBRES	17.0 43,2	15.9 40,4	16.8 42,7	17.2 43,7	17.3 43,9	17.2 43,7	17.3 43,9	16.7 42,4
	MUJERES	15.6 39,6	14.2 36,1	14.7 37,3	15.5 39,4	16.0 40,6	16.8 42,7	16.9 42,9	16.3 41,4
50	HOMBRES	16.5 41,9	15.4 39,1	16.3 41,4	16.7 42,4	16.8 42,7	16.7 42,4	16.8 42,7	16.4 41,7
	MUJERES	15.1 38,4	13.8 35,1	14.2 36,1	14.9 37,8	15.5 39,4	16.3 41,4	16.4 41,7	15.7 39,9
40	HOMBRES	16.0 40,6	15.0 38,1	15.9 40,4	16.3 41,4	16.3 41,4	16.1 40,9	16.3 41,4	16.0 40,6
	MUJERES	14.6 37,1	13.4 34,0	13.8 35,1	14.5 36,8	15.1 38,4	15.8 40,1	16.0 40,6	15.3 38,9
30	HOMBRES	15.5 39,4	14.5 36,8	15.4 39,1	15.9 40,4	15.9 40,4	15.6 39,6	15.9 40,4	15.5 39,4
	MUJERES	14.1 35,8	13.1 33,3	13.5 34,3	14.1 35,8	14.6 37,1	15.2 38,6	15.5 39,4	14.7 37,3
20	HOMBRES	15.0 38,1	14.1 35,8	15.0 38,1	15.3 38,9	15.3 38,9	15.2 38,6	15.3 38,9	14.9 37,8
	MUJERES	13.5 34,3	12.6 32,0	13.1 33,3	13.6 34,5	14.1 35,8	14.7 37,3	14.9 37,8	14.2 36,1
10	HOMBRES	14.3 36,1	13.4 34,0	14.2 36,1	14.6 37,1	14.6 37,1	14.5 36,8	14.6 37,1	14.3 36,3
	MUJERES	12.9 32,8	12.1 30,7	12.5 31,8	13.1 33,3	13.3 33,8	14.0 35,6	14.2 36,1	13.5 34,3
5	HOMBRES	13.7 34,8	13.1 33,3	13.7 34,8	14.1 35,8	14.1 35,8	14.1 35,8	14.0 35,6	14.0 35,6
	MUJERES	12.3 31,2	11.7 29,7	12.2 31,0	12.5 31,8	12.7 32,3	13.4 34,0	13.7 34,8	13.1 33,3
1	HOMBRES	13.0 33,0	12.3 31,2	13.1 33,3	13.1 33,3	13.2 33,5	13.2 33,5	13.2 33,5	12.4 31,5
	MUJERES	11.4 29,0	11.0 27,9	11.4 29,0	11.7 29,7	11.6 29,5	12.3 31,2	12.4 31,5	12.3 31,2

\* Definición anchura codo-codo: ver Tabla II.

† Medida bajo la cual desciende el porcentaje de personas indicando en el grupo de edad dado.

2F

**ANCHURA  
CADERAS**

**Anchura de caderas de hombres y mujeres adultos en pulgadas  
y centímetros, según edad, sexo y selección de percentiles\***

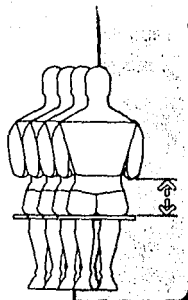
		18 a 79	18 a 24	25 a 34	35 a 44	45 a 54	55 a 64	65 a 74	75 a 79
		(Total)	Años	Años	Años	Años	Años	Años	Años
		pulg. cm	pulg. cm	pulg. cm	pulg. cm	pulg. cm	pulg. cm	pulg. cm	pulg. cm
99	HOMBRES	17.0 43,2	17.3 43,9	17.4 44,2	17.1 43,4	16.9 42,9	16.9 42,9	16.6 42,2	16.5 41,9
	MUJERES	18.8 47,8	18.4 46,7	19.0 48,3	19.2 48,8	19.0 48,3	18.7 47,5	18.2 46,2	17.1 43,4
95	HOMBRES	15.9 40,4	15.8 40,1	16.0 40,6	15.9 40,4	16.0 40,6	15.9 40,4	15.7 39,9	15.5 39,4
	MUJERES	17.1 43,4	15.9 40,4	16.8 42,7	17.3 43,9	17.6 44,7	17.4 44,2	17.3 43,9	16.8 42,7
90	HOMBRES	15.5 39,4	15.0 38,1	15.6 39,6	15.6 39,6	15.7 39,9	15.6 39,6	15.1 38,4	14.9 37,8
	MUJERES	16.4 41,7	15.4 39,1	16.0 40,6	16.5 41,9	16.7 42,4	16.8 42,7	16.7 42,4	16.5 41,9
80	HOMBRES	14.9 37,8	14.6 37,1	14.9 37,8	15.0 38,1	15.1 38,4	15.0 38,1	14.7 37,3	14.5 36,8
	MUJERES	15.6 39,6	14.8 37,6	15.3 38,9	15.7 39,9	15.8 40,1	16.0 40,6	15.9 40,4	15.8 40,1
70	HOMBRES	14.6 37,1	14.1 35,8	14.6 37,1	14.7 37,3	14.8 37,6	14.6 37,1	14.5 36,8	14.2 36,1
	MUJERES	15.1 38,4	14.4 36,6	14.8 37,6	15.1 38,4	15.4 39,1	15.6 39,6	15.4 39,1	15.0 38,1
60	HOMBRES	14.3 36,3	13.8 35,1	14.3 36,3	14.4 36,6	14.5 36,8	14.3 36,3	14.2 36,1	13.9 35,3
	MUJERES	14.7 37,3	14.1 35,3	14.4 36,6	14.8 37,6	15.0 38,1	15.1 38,4	14.9 37,8	14.5 36,8
50	HOMBRES	14.0 35,6	13.5 34,3	14.0 35,6	14.1 35,8	14.2 36,1	14.0 35,6	13.9 35,3	13.6 34,5
	MUJERES	14.3 36,3	13.8 35,1	14.0 35,6	14.5 36,8	14.6 37,1	14.7 37,3	14.6 37,1	14.0 35,6
40	HOMBRES	13.7 34,8	13.3 33,8	13.7 34,8	13.8 35,1	13.9 35,3	13.7 34,8	13.6 34,5	13.4 34,0
	MUJERES	14.0 35,6	13.5 34,3	13.7 34,8	14.2 36,1	14.2 36,1	14.3 36,3	14.3 36,3	13.7 34,8
30	HOMBRES	13.4 34,0	13.0 33,0	13.4 34,0	13.5 34,3	13.5 34,3	13.4 34,0	13.4 34,0	13.2 33,5
	MUJERES	13.6 34,5	13.2 33,5	13.4 34,0	13.8 35,1	13.8 35,1	13.9 35,3	14.0 35,6	13.3 33,8
20	HOMBRES	13.1 33,3	12.6 32,0	13.1 33,3	13.3 33,8	13.2 33,5	13.1 33,3	13.1 33,3	12.9 32,8
	MUJERES	13.3 33,8	12.8 32,5	13.1 33,3	13.4 34,0	13.4 34,0	13.6 34,5	13.5 34,3	13.0 33,0
10	HOMBRES	12.5 31,8	12.5 31,0	12.5 31,8	12.9 32,8	12.6 32,0	12.6 32,0	12.6 32,0	12.4 31,5
	MUJERES	12.7 32,3	12.3 31,2	12.6 32,0	12.9 32,8	13.0 33,0	13.2 33,5	12.9 32,8	12.2 31,0
5	HOMBRES	12.2 31,0	12.0 30,5	12.2 31,0	12.4 31,5	12.2 31,0	12.2 31,0	12.2 31,0	12.1 30,7
	MUJERES	12.3 31,2	12.1 30,7	12.2 31,0	12.4 31,5	12.4 31,5	12.9 32,8	12.4 31,5	11.7 29,7
1	HOMBRES	11.5 29,2	11.3 28,7	11.7 29,7	12.0 30,5	11.5 29,2	11.6 29,5	11.4 29,0	11.4 29,0
	MUJERES	11.7 29,7	11.3 28,7	11.5 29,2	12.0 30,5	12.0 30,5	12.1 30,7	12.1 30,7	9.8 24,9

\* Definición de anchura de caderas: ver Tabla 1J

1. La anchura de caderas se mide en el punto más ancho de las caderas, en el punto más ancho de la cadera.



2G

**ALTURA  
DE CODO,  
EN REPOSO**

**Altura de codo en reposo\* de hombres y mujeres adultos en pulgadas y centímetros, según edad, sexo y selección de percentiles†**

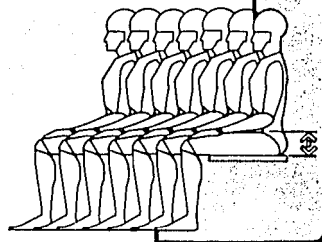
		18 a 79	18 a 24	25 a 34	35 a 44	45 a 54	55 a 64	65 a 74	75 a 79
		(Total)	Años	Años	Años	Años	Años	Años	Años
		pulg. cm	pulg. cm	pulg. cm	pulg. cm	pulg. cm	pulg. cm	pulg. cm	pulg. cm
99	HOMBRES	12.5 31,8	12.8 32,5	12.6 32,0	12.6 32,0	12.0 24,1	12.2 23,6	11.9 22,9	11.0 21,8
	MUJERES	11.9 30,2	11.8 30,0	11.9 30,2	12.0 30,5	12.1 30,7	11.9 30,2	11.3 28,7	10.7 27,2
95	HOMBRES	11.8 29,5	11.9 30,2	11.7 29,7	11.8 30,0	11.5 30,5	11.4 30,0	10.9 27,7	10.6 26,9
	MUJERES	11.0 27,9	10.8 27,4	11.1 28,2	11.3 28,7	11.0 27,9	10.9 27,7	10.2 25,9	10.0 25,4
90	HOMBRES	11.0 27,9	11.4 30,0	11.1 28,2	11.3 28,7	11.0 27,9	10.9 27,7	10.6 26,9	10.2 25,9
	MUJERES	10.7 27,2	10.5 26,7	10.8 27,4	10.8 27,4	10.7 27,2	10.6 26,9	9.8 24,9	9.8 24,9
80	HOMBRES	10.6 26,9	10.7 27,2	10.7 27,2	10.7 27,2	10.5 26,7	10.4 26,4	10.0 25,4	9.7 24,6
	MUJERES	10.1 25,7	9.9 25,1	10.3 26,2	10.3 26,2	10.3 26,2	10.0 25,4	9.5 24,1	9.4 22,9
70	HOMBRES	10.2 25,9	10.3 26,2	10.3 26,2	10.4 26,4	10.1 25,7	9.9 25,1	9.6 24,4	9.3 23,6
	MUJERES	9.7 24,6	9.6 24,4	9.9 25,1	9.9 25,1	9.9 25,1	9.6 24,4	9.1 23,1	9.1 23,1
60	HOMBRES	9.8 24,9	9.9 25,1	10.0 25,4	10.0 25,4	9.8 24,9	9.6 24,4	9.3 23,6	8.9 22,6
	MUJERES	9.5 24,1	9.4 23,9	9.6 24,4	9.7 24,6	9.6 24,4	9.3 23,6	8.8 22,4	8.7 22,1
50	HOMBRES	9.5 24,1	9.6 24,4	9.7 24,6	9.7 24,6	9.6 24,4	9.3 23,6	9.0 22,9	8.6 21,8
	MUJERES	9.2 23,4	9.1 23,1	9.3 23,6	9.4 23,9	9.3 23,6	9.0 22,9	8.5 21,6	8.4 21,3
40	HOMBRES	9.2 23,4	9.4 23,9	9.4 23,9	9.4 23,9	9.3 23,6	9.0 22,9	8.7 22,1	8.2 20,8
	MUJERES	8.9 22,6	8.8 22,4	9.1 23,1	9.2 23,4	9.0 22,9	8.6 21,8	8.2 20,8	8.0 20,3
30	HOMBRES	8.9 22,6	9.1 23,1	9.1 23,1	9.1 23,1	9.1 23,1	8.6 21,8	8.4 21,3	7.8 19,8
	MUJERES	8.5 21,6	8.5 21,6	8.7 22,1	8.9 22,6	8.7 21,8	8.3 21,1	7.8 19,8	7.7 19,6
20	HOMBRES	8.5 21,6	8.6 21,8	8.7 22,1	8.7 22,1	8.7 22,1	8.3 21,1	8.0 20,3	7.5 19,1
	MUJERES	8.2 20,8	8.2 20,8	8.4 21,3	8.5 21,6	8.3 21,1	8.0 20,3	7.4 18,8	7.4 18,8
10	HOMBRES	8.0 20,3	8.1 20,6	8.3 21,1	8.2 20,8	8.2 20,8	7.7 19,6	7.4 18,8	7.1 18,0
	MUJERES	7.6 19,3	7.6 19,3	8.0 20,3	8.0 20,3	7.8 19,8	7.4 18,8	7.0 17,5	7.0 17,5
5	HOMBRES	7.4 18,8	7.6 19,3	8.0 20,3	7.8 19,8	7.7 19,6	7.2 18,3	7.1 18,0	6.5 16,5
	MUJERES	7.1 18,0	7.2 18,3	7.4 18,8	7.5 19,1	7.3 19,8	7.1 18,0	6.4 16,3	6.4 16,3
	HOMBRES	6.3 16,0	6.3 16,0	7.0 17,8	6.5 16,5	7.0 17,8	6.0 17,8	6.1 15,5	5.7 14,5
	MUJERES	6.1 15,5	6.2 15,7	6.1 15,5	6.7 17,0	6.4 16,3	6.4 16,3	5.4 13,7	2.8 7,1

\* Definición de altura de codo en reposo: ver Tabla 1K.

† Medida bajo la cual desciende el porcentaje de personas indicado en el grupo de edad dado.

2H

## HOLGURA DE MUSLO

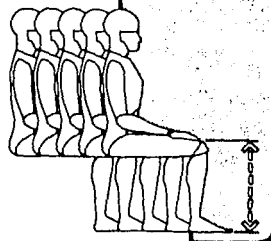


Holgura de muslo\* de hombres y mujeres adultos, en pulgadas y centímetros, según edad, sexo y selección de percentiles†

	18 a 79 (Total)		18 a 24 Años		25 a 34 Años		35 a 44 Años		45 a 54 Años		55 a 64 Años		65 a 74 Años		75 a 79 Años			
	pulg.	cm	pulg.	cm	pulg.	cm	pulg.	cm	pulg.	cm	pulg.	cm	pulg.	cm	pulg.	cm		
99	HOMBRES		7.7	19,6	7.7	19,6	7.9	20,1	7.8	19,8	7.1	18,0	7.4	18,8	7.0	17,8	7.2	18,3
	MUJERES		7.7	19,6	7.0	17,8	7.7	19,6	7.8	19,8	7.7	19,6	8.3	21,1	7.0	17,8	6.9	17,5
95	HOMBRES		6.9	17,5	6.9	17,5	7.0	17,8	7.0	17,8	6.9	17,5	6.8	17,3	6.7	17,0	6.6	16,8
	MUJERES		6.9	17,5	6.7	17,0	6.9	17,5	7.0	17,8	6.9	17,5	6.9	17,5	6.6	16,8	6.5	16,5
90	HOMBRES		6.7	17,0	6.8	17,3	6.9	17,5	6.8	17,3	6.7	17,0	6.6	16,8	6.5	16,5	6.1	15,5
	MUJERES		6.6	16,8	6.3	16,0	6.6	16,8	6.7	17,0	6.6	16,8	6.6	16,8	6.2	15,7	6.1	15,5
80	HOMBRES		6.4	16,3	6.4	16,3	6.6	16,8	6.5	16,5	6.3	16,0	6.1	15,5	6.0	15,2	5.8	14,7
	MUJERES		6.0	15,2	5.9	15,0	6.0	15,2	6.3	16,0	6.1	15,5	6.0	15,2	5.9	15,0	5.8	14,7
70	HOMBRES		6.0	15,2	6.1	15,5	6.3	16,0	6.2	15,7	6.0	15,2	5.9	15,0	5.8	14,7	5.6	14,2
	MUJERES		5.8	14,7	5.7	14,5	5.8	14,7	5.9	15,0	5.9	15,0	5.8	14,7	5.7	14,5	5.6	14,2
60	HOMBRES		5.8	14,7	5.9	15,0	6.0	15,2	6.0	15,2	5.8	14,7	5.7	14,5	5.6	14,2	5.4	13,7
	MUJERES		5.6	14,2	5.5	14,0	5.6	14,2	5.7	14,5	5.7	14,5	5.6	14,2	5.5	14,0	5.4	13,7
50	HOMBRES		5.7	14,5	5.7	14,5	5.8	14,7	5.8	14,7	5.6	14,2	5.5	14,0	5.4	13,7	5.2	13,2
	MUJERES		5.4	13,7	5.4	13,7	5.4	13,7	5.5	14,0	5.5	14,0	5.4	13,7	5.3	13,5	5.2	13,2
40	HOMBRES		5.5	14,0	5.5	14,0	5.6	14,2	5.6	14,2	5.5	14,0	5.3	13,5	5.3	13,5	5.0	13,0
	MUJERES		5.2	13,2	5.2	13,2	5.2	13,2	5.3	13,5	5.3	13,5	5.2	13,2	5.1	13,0	4.9	12,4
30	HOMBRES		5.3	13,5	5.3	13,5	5.4	13,7	5.4	13,7	5.3	13,5	5.2	13,2	5.1	13,0	4.7	11,9
	MUJERES		5.1	13,0	5.0	13,0	5.1	13,0	5.1	13,0	5.1	13,0	5.0	13,0	4.9	12,4	4.7	11,9
20	HOMBRES		5.1	13,0	5.1	13,0	5.2	13,2	5.2	13,2	5.1	13,0	4.9	12,4	4.8	12,2	4.5	11,4
	MUJERES		4.7	11,9	4.7	11,9	4.7	11,9	4.9	12,4	4.8	12,2	4.7	11,9	4.6	11,7	4.4	11,2
10	HOMBRES		4.7	11,9	4.7	11,9	4.9	12,4	5.0	13,0	4.9	12,4	4.5	11,4	4.4	11,2	4.2	10,7
	MUJERES		4.3	10,9	4.3	10,9	4.9	12,4	4.4	11,2	4.4	11,2	4.3	10,9	4.2	10,7	4.1	10,4
5	HOMBRES		4.3	10,9	4.3	10,9	4.5	11,4	4.4	11,2	4.2	10,7	4.2	10,7	4.2	10,7	4.1	10,4
	MUJERES		4.1	10,4	4.1	10,4	4.2	10,7	4.2	10,7	4.1	10,4	4.1	10,4	4.1	10,4	4.0	10,1
	HOMBRES		4.1	10,4	4.1	10,4	4.1	10,4	4.1	10,4	4.0	10,1	4.0	10,1	4.0	10,1	3.9	9,9
	MUJERES		3.8	9,7	3.6	9,1	4.0	10,1	4.0	10,1	3.5	8,9	3.5	8,9	3.4	8,6	3.2	8,1

\* Definición de holgura de muslo: ver Tabla 1L.

† Medida bajo la cual desciende el porcentaje de personas indicado en el grupo de edad dado.

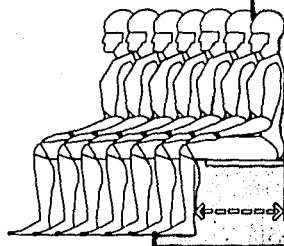
**ALTURA  
DE RODILLA**

**Altura de rodilla\* de hombres y mujeres adultos, en pulgadas y centímetros, según edad, sexo y selección de percentiles†**

		18 a 79	18 a 24	25 a 34	35 a 44	45 a 54	55 a 64	65 a 74	75 a 79
		(Total)	Años	Años	Años	Años	Años	Años	Años
		pulg. cm	pulg. cm	pulg. cm	pulg. cm	pulg. cm	pulg. cm	pulg. cm	pulg. cm
99	HOMBRES	24.1 61,2	23.9 60,7	24.6 62,5	24.4 70,0	23.9 60,7	24.0 61,0	23.7 61,0	23.3 59,9
	MUJERES	22.4 56,9	22.7 57,7	22.5 57,2	22.4 56,9	22.5 57,2	21.9 55,6	22.0 55,9	21.5 54,6
95	HOMBRES	23.4 59,4	23.4 59,4	23.7 61,0	23.4 59,4	23.3 59,9	23.1 58,7	22.9 58,7	22.7 57,7
	MUJERES	21.5 54,6	21.6 54,9	21.6 54,9	21.5 54,6	21.8 54,9	21.4 54,4	21.0 53,3	20.9 53,1
90	HOMBRES	22.9 58,7	22.9 58,7	23.3 59,9	22.9 58,7	22.8 57,9	22.8 57,9	22.5 57,2	22.2 56,4
	MUJERES	21.0 53,3	21.0 53,3	21.0 53,3	21.0 53,3	21.0 53,3	20.9 53,1	20.7 52,6	20.7 52,6
80	HOMBRES	22.4 57,0	22.5 57,2	22.7 57,7	22.5 57,2	22.4 57,0	22.2 56,4	21.9 55,6	21.7 55,1
	MUJERES	20.5 52,1	20.6 52,3	20.6 52,3	20.6 52,3	20.5 52,1	20.4 51,8	20.1 51,1	20.2 51,3
70	HOMBRES	22.0 55,9	22.1 56,1	22.2 56,4	22.1 56,1	22.0 55,9	21.8 55,4	21.6 54,9	21.4 54,4
	MUJERES	20.1 51,1	20.3 51,6	20.3 51,6	20.2 51,3	20.1 51,1	20.0 50,8	19.8 50,3	19.9 50,5
60	HOMBRES	21.7 55,1	21.8 55,4	21.9 55,6	21.8 55,4	21.7 55,1	21.4 54,4	21.3 54,1	21.0 53,3
	MUJERES	19.8 50,3	20.0 50,8	20.0 50,8	19.9 50,5	19.8 50,3	19.7 50,0	19.5 49,5	19.6 49,8
50	HOMBRES	21.4 54,4	21.5 54,6	21.6 54,9	21.5 54,6	21.4 54,4	21.1 53,6	21.0 53,3	20.7 52,6
	MUJERES	19.6 49,8	19.7 50,0	19.7 50,0	19.6 49,8	19.5 49,5	19.5 49,5	19.2 48,8	19.4 49,3
40	HOMBRES	21.1 53,6	21.2 53,8	21.3 54,1	21.2 53,5	21.1 53,6	20.8 52,8	20.7 52,6	20.4 51,8
	MUJERES	19.3 49,0	19.5 49,5	19.4 49,3	19.4 49,3	19.2 48,8	19.2 48,8	19.0 48,3	19.2 48,8
30	HOMBRES	20.7 52,6	20.8 52,8	21.1 53,6	20.8 52,8	20.7 52,6	20.5 52,1	20.5 52,1	20.0 50,8
	MUJERES	19.1 48,5	19.2 48,8	19.2 48,8	19.1 48,5	19.0 48,3	19.0 48,3	18.7 47,5	18.9 48,0
20	HOMBRES	20.4 51,8	20.5 52,1	20.6 52,3	20.4 51,8	20.3 51,6	20.2 51,3	20.2 51,3	19.6 49,8
	MUJERES	18.6 47,2	18.9 48,0	18.8 47,8	18.8 47,8	18.5 47,0	18.6 47,2	18.4 46,7	18.4 46,7
10	HOMBRES	20.0 50,8	20.1 51,1	20.2 51,3	20.0 50,8	19.9 50,5	19.6 49,8	19.9 50,5	19.2 48,8
	MUJERES	18.2 46,2	18.4 46,7	18.3 46,5	18.3 46,5	18.1 46,0	18.2 46,2	18.1 46,0	18.0 45,7
5	HOMBRES	19.3 49,0	19.4 49,3	19.8 50,3	19.4 49,3	19.3 49,0	19.1 48,5	19.2 48,8	19.0 48,3
	MUJERES	17.9 45,5	18.1 46,0	18.0 45,7	18.0 45,7	17.6 44,7	17.8 45,2	17.8 45,2	17.3 43,9
1	HOMBRES	18.3 46,5	18.3 46,5	19.0 48,3	18.4 46,7	18.2 46,2	18.1 46,0	18.2 46,2	18.0 45,7
	MUJERES	17.1 43,4	17.3 43,9	17.2 43,7	17.2 43,7	17.1 43,4	16.6 42,2	17.1 43,4	16.3 41,4

\* Definición de altura de rodilla: ver, Tabla 1M.

† Medida bajo la cual desciende el porcentaje de personas indicado en el grupo de edad dado.

2K

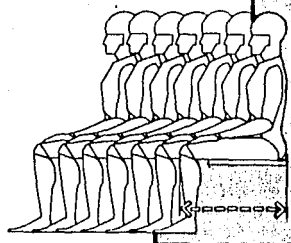
**LARGURA  
NALGA-  
POPLITEO**

**Largura nalga-poplíteo\* de hombres y mujeres adultos, en pulgadas y centímetros, según edad, sexo y selección de percentiles†**

	18 a 79	18 a 24	25 a 34	35 a 44	45 a 54	55 a 64	65 a 74	75 a 79	
	(Total)	Años	Años	Años	Años	Años	Años	Años	
	pulg. cm	pulg. cm	pulg. cm	pulg. cm	pulg. cm	pulg. cm	pulg. cm	pulg. cm	
99	HOMBRES	22.7 57,7	22.9 58,2	23.1 58,7	22.7 57,7	22.0 55,9	22.2 56,4	21.9 55,6	22.1 56,1
95	MUJERES	22.0 55,9	21.9 55,6	21.9 55,6	22.4 56,9	22.0 55,9	22.0 55,9	21.9 55,6	20.8 52,8
90	HOMBRES	21.6 54,9	21.6 54,9	21.9 55,6	21.8 55,4	21.5 54,6	21.5 54,6	20.9 53,1	21.2 53,8
85	MUJERES	21.0 53,3	21.1 53,6	21.0 53,3	21.1 53,6	20.9 53,1	21.0 53,3	20.9 53,1	20.0 50,8
80	HOMBRES	21.0 53,3	21.0 53,3	21.4 54,4	21.1 53,6	20.9 53,1	20.9 53,1	20.7 52,6	20.8 52,8
75	MUJERES	20.6 52,3	20.6 52,3	20.5 52,1	20.7 52,6	20.6 52,3	20.5 52,1	20.4 51,8	19.9 50,5
70	HOMBRES	20.5 52,1	20.5 52,1	20.8 52,8	20.6 52,3	20.5 52,1	20.4 51,8	20.3 51,6	20.2 51,3
65	MUJERES	19.9 50,5	19.8 50,3	19.9 50,5	20.0 50,8	20.0 50,8	19.9 50,5	19.8 50,3	19.6 49,8
60	HOMBRES	20.1 51,1	20.0 50,8	20.4 51,8	20.1 51,1	20.1 51,1	20.0 50,8	19.9 50,5	19.7 50,0
55	MUJERES	19.5 49,5	19.5 49,5	19.5 49,5	19.6 49,8	19.6 49,8	19.5 49,5	19.4 49,3	19.3 49,0
50	HOMBRES	19.8 50,3	19.7 50,0	20.0 50,8	19.8 50,3	19.7 50,0	19.7 50,0	19.6 49,8	19.2 48,8
45	MUJERES	19.2 48,8	19.1 48,5	19.2 48,8	19.3 49,0	19.3 49,0	19.2 48,8	19.1 48,5	19.0 48,3
40	HOMBRES	19.5 49,0	19.5 49,0	19.6 49,8	19.5 49,0	19.5 49,0	19.4 49,3	19.3 49,0	18.9 48,0
35	MUJERES	18.9 48,0	18.8 47,8	18.9 48,0	18.9 48,0	18.9 48,0	18.9 48,0	18.8 47,8	18.7 47,5
30	HOMBRES	19.2 48,8	19.2 48,8	19.3 49,0	19.2 48,8	19.2 48,8	19.0 48,3	19.0 48,3	18.6 47,2
25	MUJERES	18.6 47,2	18.5 47,0	18.6 47,2	18.6 47,2	18.6 47,2	18.6 47,2	18.5 47,0	18.3 46,5
20	HOMBRES	18.8 47,8	19.0 48,3	19.0 48,3	18.9 48,0	18.8 47,8	18.6 47,2	18.6 47,2	18.3 46,5
15	MUJERES	18.2 46,2	18.1 46,0	18.3 46,5	18.3 46,5	18.2 46,2	18.3 46,5	18.2 46,2	18.0 45,7
10	HOMBRES	18.4 46,7	18.5 47,0	18.5 47,0	18.5 47,0	18.3 46,5	18.2 46,2	18.3 46,5	17.9 45,5
5	MUJERES	17.9 45,5	17.7 45,0	18.0 45,7	18.0 45,7	17.8 45,2	18.0 47,2	17.8 45,2	17.6 44,7
	HOMBRES	17.9 45,5	18.0 45,7	18.1 46,0	18.0 45,7	17.8 45,2	17.6 44,7	17.8 45,2	17.3 43,9
	MUJERES	17.3 43,9	17.2 43,7	17.3 43,9	17.4 44,2	17.3 43,9	17.4 44,2	17.3 43,9	17.2 43,7
	HOMBRES	17.3 43,9	17.4 44,2	17.6 44,7	17.4 44,2	17.4 44,2	17.2 43,7	17.3 43,9	17.0 43,2
	MUJERES	17.0 43,2	16.9 42,9	17.0 43,2	17.1 43,4	17.0 43,2	17.1 43,4	16.9 42,9	17.0 43,2
	HOMBRES	16.5 41,9	16.5 41,9	16.6 42,1	16.5 41,9	17.0 43,2	16.4 41,7	16.3 41,4	16.2 41,1
	MUJERES	16.1 40,9	16.1 40,9	16.1 40,9	16.2 41,1	15.8 40,1	16.1 40,9	16.1 40,9	14.7 37,3

\* Definición de largura nalga-poplíteo: ver Tabla 10.

† Medida bajo la cual desciende el porcentaje de personas indicado en el grupo de edad dado.

2L

LARGURA  
NALGA-  
RODILLA

Largura nalga-rodilla\* de hombres y mujeres adultos en pulgadas y centímetros, según edad, sexo y selección de percentiles.†

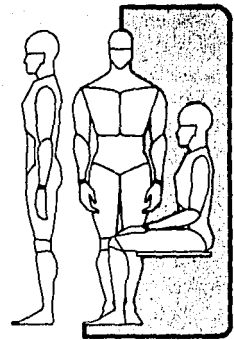
	18 a 79 (Total)	18 a 24 Años	25 a 34 Años	35 a 44 Años	45 a 54 Años	55 a 64 Años	65 a 74 Años	75 a 79 Años	
	pulg. cm	pulg. cm	pulg. cm	pulg. cm	pulg. cm	pulg. cm	pulg. cm	pulg. cm	
99	HOMBRES	26.3 66,8	26.5 67,3	26.8 68,1	26.2 66,5	26.1 66,3	25.8 65,5	25.9 65,8	24.9 63,2
99	MUJERES	25.7 65,3	25.6 65,0	25.6 65,0	25.9 65,8	25.5 64,8	25.7 65,3	25.9 65,8	24.7 62,7
95	HOMBRES	25.2 64,0	25.4 64,5	25.7 65,3	25.1 63,8	25.2 64,0	24.9 63,2	24.8 63,0	24.7 62,7
95	MUJERES	24.6 62,5	24.6 62,5	24.6 62,5	24.7 62,7	24.6 62,5	24.7 62,7	24.6 62,5	23.9 60,7
90	HOMBRES	24.8 63,0	24.9 63,2	25.0 64,0	24.8 63,0	24.8 63,0	24.6 62,5	24.4 62,0	24.4 62,0
90	MUJERES	24.0 61,0	23.9 60,7	24.0 61,0	24.0 61,0	24.1 61,2	24.0 61,0	23.9 60,7	23.5 59,7
80	HOMBRES	24.4 62,0	24.4 62,0	24.6 62,5	24.4 62,0	24.4 62,0	24.1 61,2	23.9 60,7	23.9 60,7
80	MUJERES	23.4 59,4	23.3 59,2	23.5 59,7	23.5 59,7	23.5 59,7	23.4 59,4	23.4 59,4	22.9 58,2
70	HOMBRES	23.9 60,7	23.9 60,7	24.2 61,5	24.0 61,0	24.0 61,0	23.7 60,2	23.6 59,9	23.3 59,2
70	MUJERES	22.9 58,2	22.9 58,2	23.0 58,4	23.0 58,4	22.9 58,2	22.9 58,2	22.9 58,2	22.6 57,4
60	HOMBRES	23.6 59,9	23.6 59,9	23.9 60,7	23.7 60,2	23.7 60,2	23.4 59,4	23.3 59,2	22.9 58,2
60	MUJERES	22.6 57,4	22.5 57,2	22.7 57,7	22.7 57,7	22.6 57,4	22.6 57,4	22.6 57,4	22.4 56,9
50	HOMBRES	23.3 59,2	23.3 59,2	23.6 59,9	23.4 59,4	23.4 59,4	23.1 58,7	23.0 58,4	22.6 57,4
50	MUJERES	22.4 56,9	22.2 56,4	22.4 56,9	22.5 57,2	22.4 56,9	22.3 56,6	22.2 56,4	22.2 56,4
40	HOMBRES	23.0 58,4	23.0 58,4	23.3 59,2	23.1 58,7	23.1 58,7	22.8 57,9	22.7 57,7	22.3 56,6
40	MUJERES	22.1 56,1	21.9 55,6	22.1 56,1	22.2 56,4	22.1 56,1	22.0 55,9	21.9 55,6	21.9 55,6
30	HOMBRES	22.7 57,7	22.7 57,7	22.9 58,2	22.7 57,7	22.7 57,7	22.4 56,9	22.4 56,9	22.0 55,9
30	MUJERES	21.7 55,1	21.6 54,9	21.8 55,4	21.9 55,6	21.7 55,1	21.7 55,1	21.5 54,6	21.4 54,4
20	HOMBRES	22.3 56,6	22.3 56,6	22.5 57,2	22.4 56,9	22.4 56,9	22.1 56,1	22.2 56,4	21.6 54,9
20	MUJERES	21.3 54,1	21.3 54,1	21.4 54,4	21.5 54,6	21.3 54,1	21.3 54,1	21.2 53,8	21.0 53,3
10	HOMBRES	21.8 55,4	21.9 55,6	22.1 56,1	21.9 55,6	21.9 55,6	21.5 54,6	21.5 54,6	21.2 53,8
10	MUJERES	20.9 53,1	20.8 52,8	21.0 53,3	21.1 53,6	20.9 53,1	20.9 53,1	20.6 52,3	20.3 51,6
5	HOMBRES	21.3 54,1	21.3 54,1	21.6 54,9	21.3 54,1	21.3 54,1	21.2 53,8	21.0 53,3	21.0 53,3
5	MUJERES	20.4 51,8	20.3 51,6	20.5 52,1	20.5 52,1	20.3 51,6	20.3 51,6	20.2 51,3	19.9 50,5
1	HOMBRES	20.3 51,6	20.4 51,8	20.8 52,8	20.3 51,6	20.4 51,8	19.6 49,8	20.1 51,1	20.2 51,3
1	MUJERES	19.5 49,5	19.3 49,0	20.0 51,0	20.0 51,0	19.4 49,3	19.4 49,3	19.4 49,3	18.5 47,0

\* Definición de largura nalga-rodilla: ver Tabla 1P.

† Medida bajo la cual desciende el porcentaje de personas indicado en el grupo de edad dado.

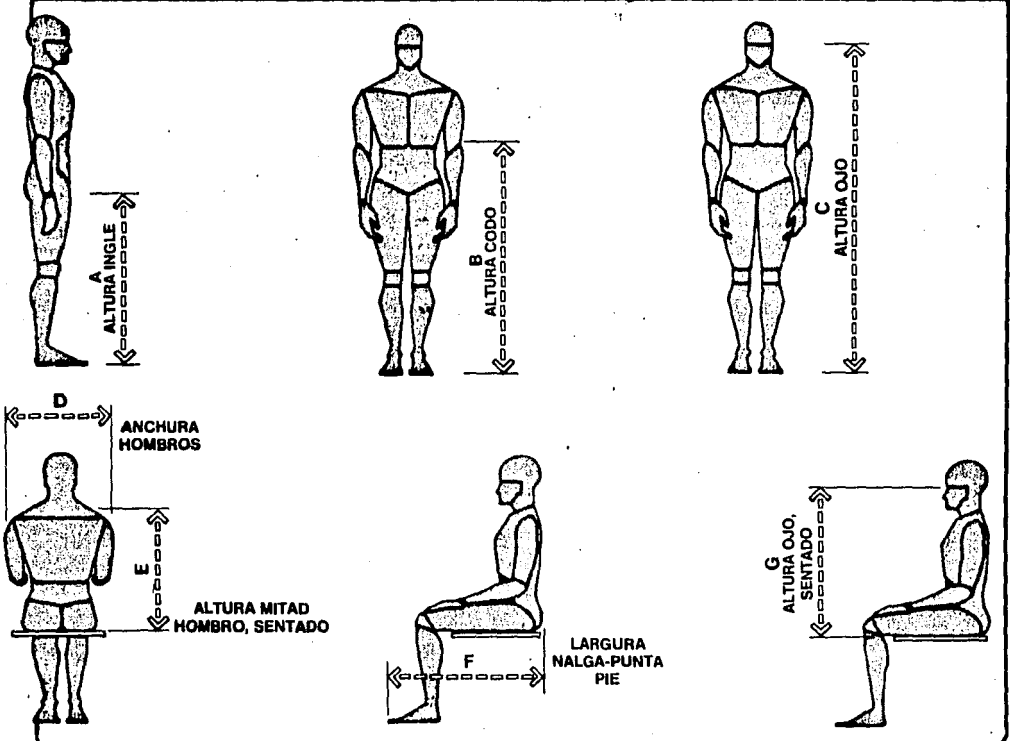
3

### DIMENSIONES ESTRUCTURALES COMBINADAS DEL CUERPO



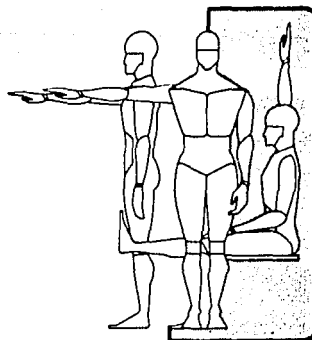
Dimensiones estructurales combinadas del cuerpo de hombres y mujeres adultos, en pulgadas y centímetros, según edad y selección de percentiles

	A		B		C		D		E		F		G		
	pulg.	cm	pulg.	cm	pulg.	cm	pulg.	cm	pulg.	cm	pulg.	cm	pulg.	cm	
95	HOMBRES	36.2	91,9	47.3	120,1	68.6	174,2	20.7	52,6	27.3	69,3	37.0	94,0	33.9	86,1
	MUJERES	32.0	81,3	43.6	110,7	64.1	162,8	17.0	43,2	24.6	62,5	37.0	94,0	31.7	80,5
5	HOMBRES	30.8	78,2	41.3	104,9	60.8	154,4	17.4	44,2	23.7	60,2	32.0	81,3	30.0	76,2
	MUJERES	26.8	68,1	38.6	98,0	56.3	143,0	14.9	37,8	21.2	53,8	27.0	68,6	28.1	71,4



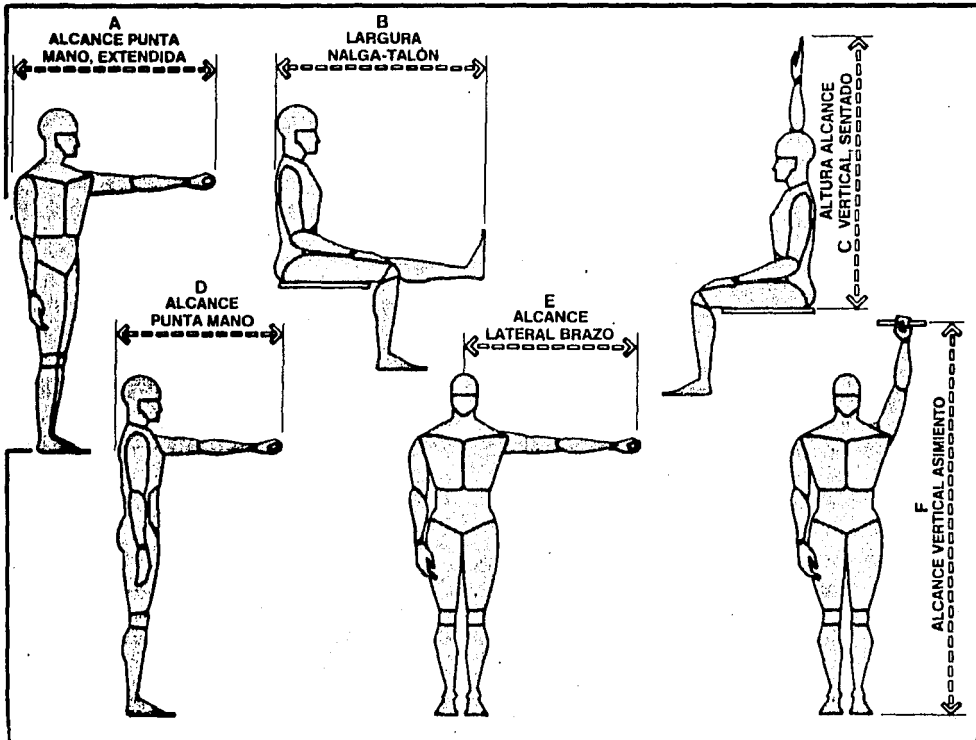
4

**DIMENSIONES  
FUNCIONALES  
DEL CUERPO**

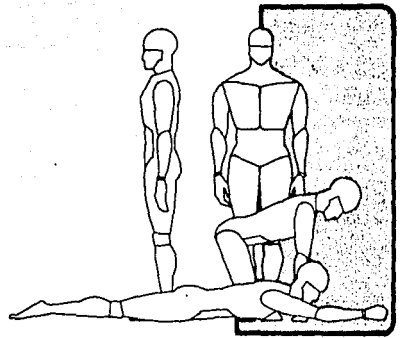


Dimensiones funcionales del cuerpo de hombres y mujeres adultos, en pulgadas y centímetros, según edad, sexo y selección de percentiles

	A	B	C	D	E	F
	pulg. cm	pulg. cm	pulg. cm	pulg. cm	pulg. cm	pulg. cm
95 HOMBRES	38.3 97,3	46.1 117,1	51.6 131,1	35.0 88,9	39.0 86,4	88.5 224,8
95 MUJERES	36.3 92,2	49.0 124,5	49.1 124,7	31.7 80,5	38.0 96,5	84.0 213,4
5 HOMBRES	32.4 82,3	39.4 100,1	59.0 149,9	29.7 75,4	29.0 73,7	76.8 195,1
5 MUJERES	29.9 75,9	34.0 86,4	55.2 140,2	26.6 67,6	27.0 68,6	72.9 185,2



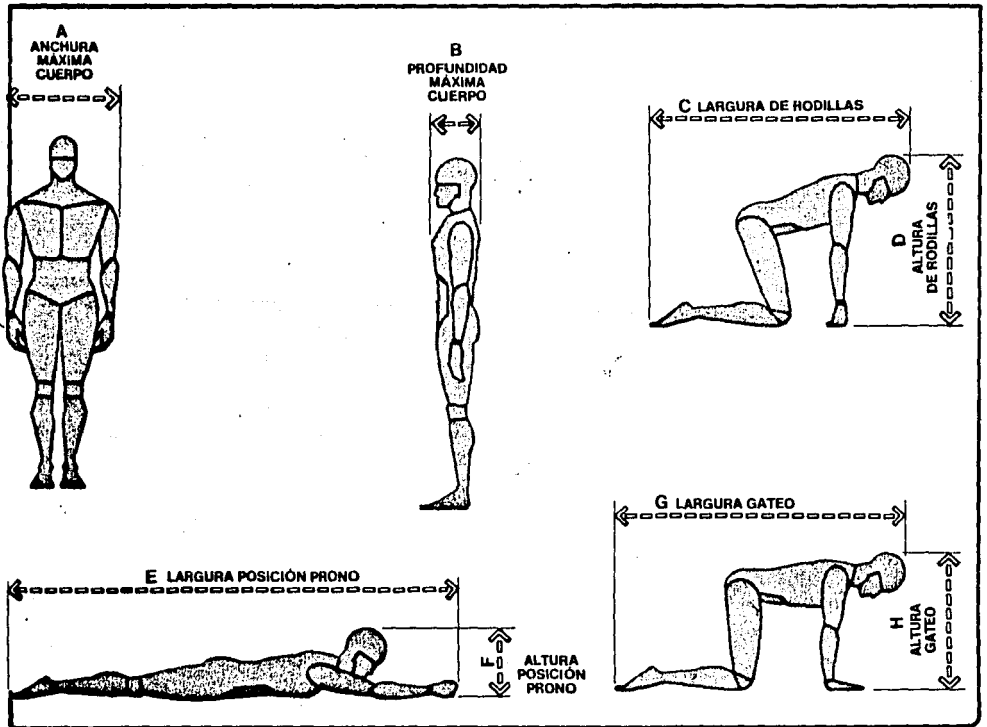
## POSICIONES DE TRABAJO



Posiciones de trabajo de hombres y mujeres adultos, en pulgadas y centímetros, según selección de percentiles\*

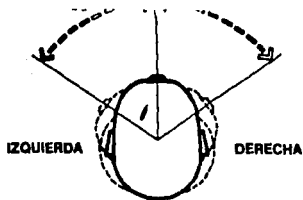
95  
5

	A	B	C	D	E	F	G	H
pulg.	22.8	13.0	48.1	34.5	95.8	16.4	58.2	30.5
cm	57,9	33,0	122,2	87,6	243,3	41,7	147,8	77,5
pulg.	18.8	10.1	37.6	29.7	84.7	12.3	49.3	26.2
cm	47,8	25,7	95,5	75,4	215,1	31,2	125,2	66,5

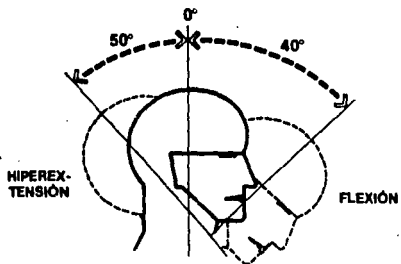


\* A y B, extraídos de *The Human Body in Equipment Design* de Damon, Slonim y McFarland. C a través de H, extraído de *Human Factors Engineering*

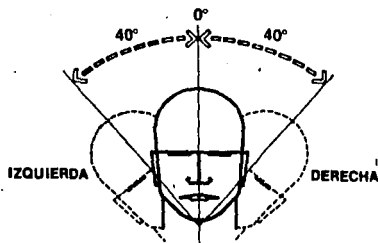




ROTACIÓN



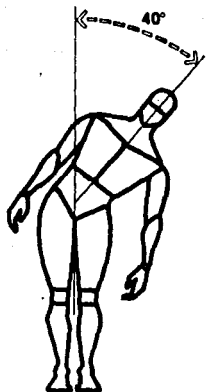
HIPEREXTENSIÓN  
Y FLEXIÓN



INCLINACIÓN  
LATERAL

MOVIMIENTO ARTICULATORIO

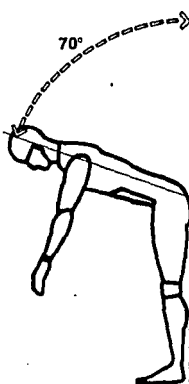
COLUMNA VERTEBRAL



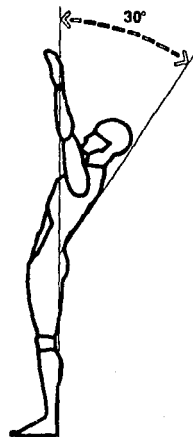
INCLINACIÓN  
LATERAL



ROTACIÓN



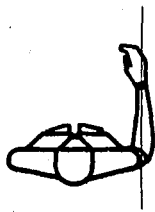
FLEXIÓN



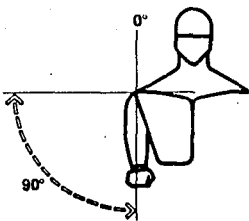
HIPEREXTENSIÓN

MOVIMIENTO ARTICULATORIO

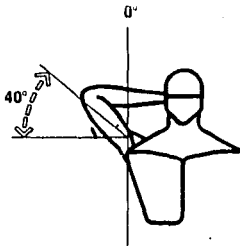
**MOVIMIENTO ARTICULATORIO**



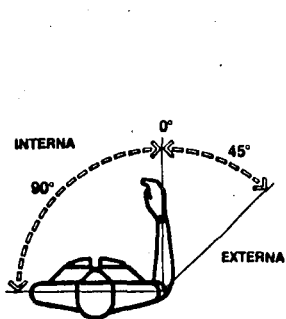
**NEUTRO**



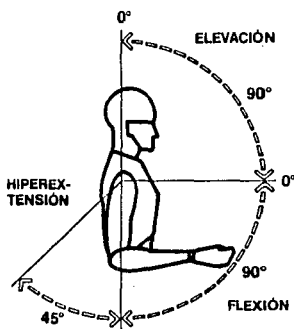
**ABDUCCIÓN**



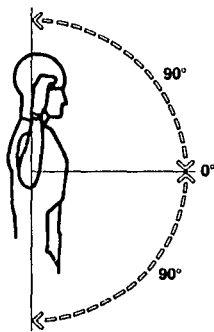
**ELEVACIÓN**



**ROTACIÓN EN POSICIÓN NEUTRA**



**HIPEREXTENSIÓN Y FLEXIÓN**

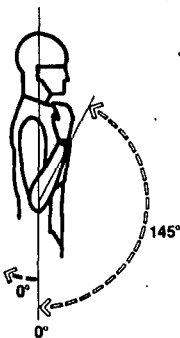


**ROTACIÓN EN ABDUCCIÓN**

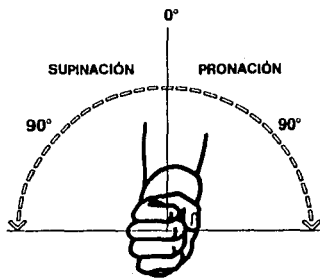
**CODO-ANTEBRAZO**



**EXTENSIÓN NEUTRA**

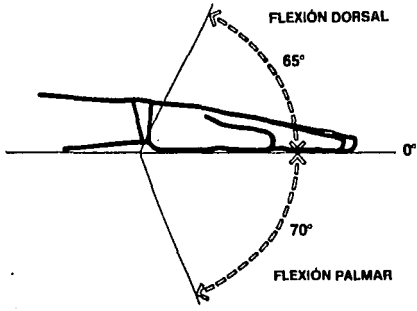


**FLEXIÓN**

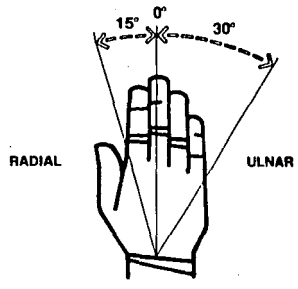


**PRONACIÓN Y SUPINACIÓN**

**MOVIMIENTO ARTICULATORIO**



FLEXIÓN Y EXTENSIÓN



DESVIACIÓN

MOVIMIENTO ARTICULATORIO

DEDOS



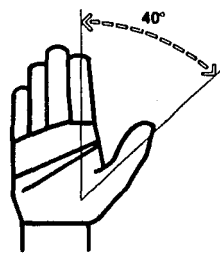
NEUTRO



HIPEREXTENSIÓN



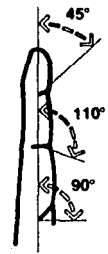
NEUTRO



ABDUCCIÓN



OPOSICIÓN



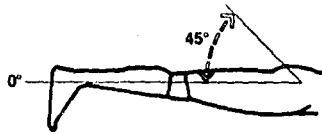
FLEXIÓN

MOVIMIENTO ARTICULATORIO

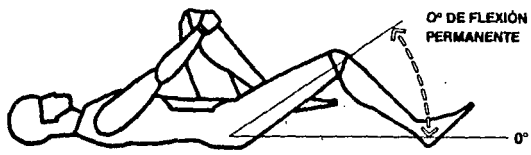
MOVIMIENTO ARTICULATORIO



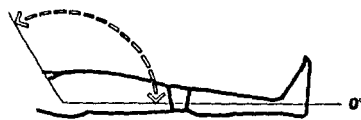
**EXTENSIÓN NEUTRA**



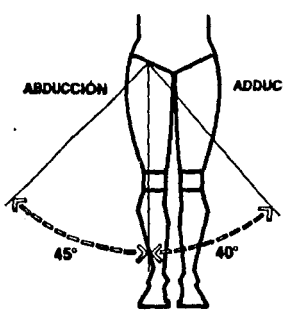
**HIPEREXTENSIÓN**



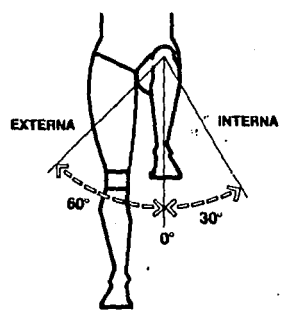
**FLEXIÓN PERMANENTE**



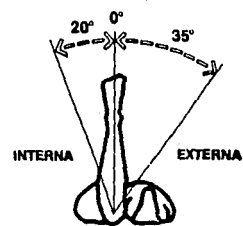
**FLEXIÓN**



**ABDUCCIÓN Y ADDUCCIÓN**



**ROTACIÓN EN FLEXIÓN**



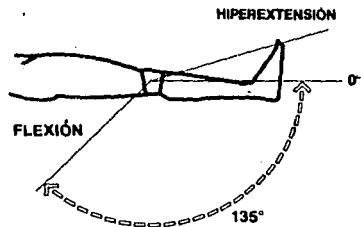
**ROTACIÓN EN EXTENSIÓN**

**RODILLA**

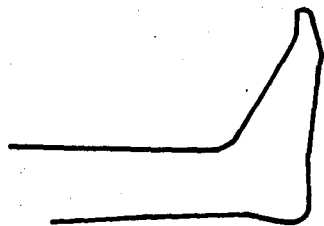
MOVIMIENTO ARTICULATORIO



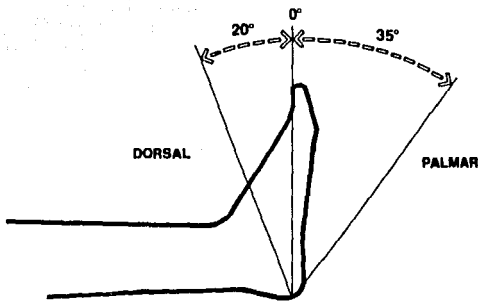
**EXTENSIÓN NEUTRA**



**HIPEREXTENSIÓN Y FLEXIÓN**



NEUTRA



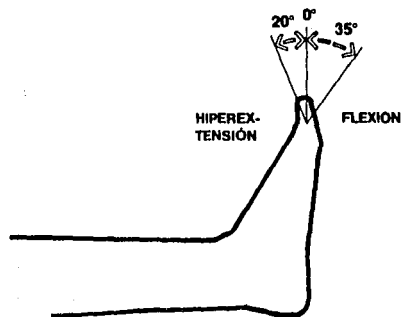
DORSAL

PALMAR

FLEXIÓN DORSAL Y PALMAR

MOVIMIENTO ARTICULATORIO

PIE



HIPEREXTENSIÓN

FLEXIÓN

METATARSOFALEANGEA

MOVIMIENTO ARTICULATORIO



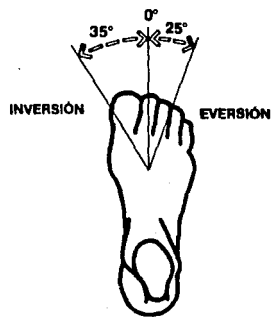
NEUTRA



ABDUCCIÓN

ADDUCCIÓN

MEDTARSAL



INVERSIÓN

EVERSIÓN

SUBTALAR

# DISPLAYS

## DISPLAYS VISUALES

### EL PROCESO DE LA VISION

El ojo se parece mucho a una cámara fotográfica con lentes ajustables a través de las cuales los rayos de luz son transmitidos y enfocados, y con una zona sensible, la retina, sobre la que incide la luz. La lente del ojo es normalmente flexible, para que pueda ajustarse y así enfocar debidamente la retina.

### ACUIDAD VISUAL

Hay varios tipos de acuidad visual, pero todos se refieren a la determinación o distinción de los detalles en blanco y negro. Los diferentes tipos de acuidad visual dependen en gran parte de la acomodación de los ojos, la cual no es otra cosa que el ajuste de las lentes del ojo para producir un enfoque adecuado de los rayos de luz en la retina. En la acomodación normal, si se está mirando un objeto lejano, las lentes se aplanan, y si uno contempla un objeto cercano las lentes tienden a curvarse para proporcionar un enfoque correcto de la imagen en la retina.

*Tipos de acuidad visual:* La acuidad visual del sujeto viene determinada por el objeto más pequeño que puede identificar.

### CONVERGENCIA

Cuando dirigimos nuestra atención visual a un objeto concreto, es necesario que los dos ojos converjan en ello para que las imágenes del mismo en las dos retinas estén en po

siciones correspondientes y de esta manera se obtenga la impresión de un solo objeto.

#### ADAPTACION A LA OSCURIDAD

La adaptación del ojo a los diferentes niveles de luz y oscuridad viene provocada por dos funciones. En primer lugar, la pupila del ojo aumenta en tamaño cuando entramos en una habitación oscura, para poder admitir más luz; por el contrario, tiende a contraerse frente a una luz brillante, para limitar la cantidad que de ella entre en el ojo. Ya -- que en la oscuridad nuestra visión depende en gran parte de los bastones, la discriminación del color queda limitada en la oscuridad. El tiempo requerido para una completa adaptación a la misma es de 30 a 40 minutos. La adaptación contraria, de la oscuridad a la luz, tiene lugar en algunos segundos, o como máximo en un minuto o dos.

#### CONDICIONES QUE AFECTAN A LAS DISCRIMINACIONES VISUALES.

La capacidad de algunos individuos para establecer diferencias visuales depende de su destreza visual y especialmente su acuidad visual. Sin embargo, aparte de las diferencias individuales, hay ciertas variables externas al individuo -- que afectan a la discriminación visual.

#### CONTRASTE DE LUMINANCIA

El contraste de luminancia se refiere a la diferencia de luminancia de las características del objeto que se observa, en particular de los detalles que lo destacarán por contraste con el fondo, por ejemplo, una flecha en una señal de dirección contra su área de fondo.

## TIEMPO

Cuanto más largo es el tiempo de observación, mayor es la discriminabilidad.

## MOVIMIENTO

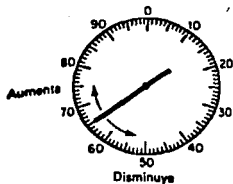
El movimiento de un objeto determinado o del observador disminuye el umbral de agudeza visual.

## DISPLAYS CUANTITATIVOS

Estos displays se emplean para proporcionar información acerca del valor cuantitativo de alguna variable, ya sea una variable dinámica cambiante, como pueden ser la temperatura o la velocidad, o bien lo que es una variable estática como una medida de longitud en una regla.

## DISEÑO BÁSICO DE LAS REPRESENTACIONES CUANTITATIVAS DINÁMICAS.

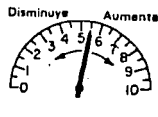
Hay tres tipos básicos de representaciones cuantitativas dinámicas: 1) escalas fijas con indicadores de movimiento; 2) escalas móviles con indicadores fijos, 3) displays digitales o contadores.



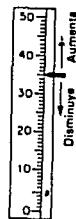
(a) Escalas circulares



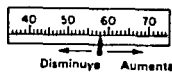
(b) Escala circular con valores positivos y negativos



(c) Escala semicircular o curva



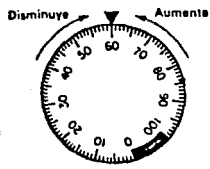
(d) Escala vertical



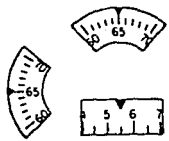
(e) Escala horizontal



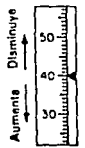
ESCALA MOVIL INDICADOR FIJO



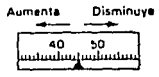
(f) Escala circular



(g) Escalas de ventanilla

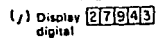


(h) Escala vertical



(i) Escala horizontal

DISPLAY DIGITAL



(j) Display digital

COMPARACION EN LOS DIFERENTES DISEÑOS.

Durante los últimos años se ha procedido a diversos estudios en los que han sido comparados ciertos diseños de escalas cuantitativas y se ha comprobado que un indicador digital es más adecuado que un display analógico si se requieren lecturas precisas de los valores numéricos. Además, la investigación y la experiencia tienden a favorecer las escalas circulares y semicirculares por encima de las escalas verticales y horizontales.

CARACTERISTICAS ESPECIFICAS DE LAS ESCALAS CUANTITATIVAS.

La capacidad para establecer discriminaciones visuales -

queda influida en parte por las características específicas que han de ser discriminadas. Algunas de las características relevantes en las escalas cuantitativas son la longitud empleada como unidad de escala, marcadores de escala cuantos y de qué tamaño, progresiones numéricas y diseño de los indicadores.

### DISPLAYS CUALITATIVOS

Al emplear displays para obtener información cualitativa, el espectador está interesado en el valor aproximado de alguna variable continuamente cambiante o en su tendencia o propensión al cambio. Los datos básicos para tales propósitos son generalmente cuantitativos.

Los datos cuantitativos pueden ser usados como base para una lectura cualitativa por lo menos de tres maneras: 1) Para determinar el estado o condición de la variable en función de un número limitado de gamas predeterminadas; 2) Para mantener aproximadamente alguna gama de valores y 3) Para observar las tendencias, frecuencias de cambio.

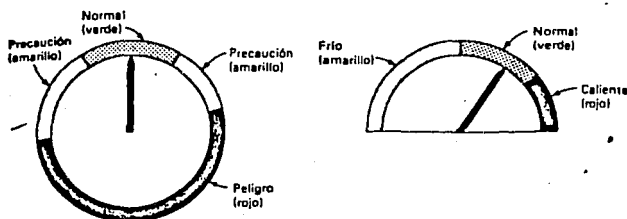


Fig. 4.10. Ilustración de codificación cromática de secciones de instrumentos que han de ser leídos cualitativamente.

## INDICADORES DE LA SITUACION

En cierto sentido, alguna información cualitativa se aproxima a una indicación de la situación de un sistema o componente, como el uso de algunos displays para una lectura de comprobación el objeto a determinar si una condición es normal o anormal, o la lectura cualitativa de un termómetro de automóvil para saber si hay condición caliente, normal o frío. Sin embargo lo que más reflejan los indicadores de la situación, son condiciones separadas o distintas, tales como encendido o apagado. En tales casos el tipo de display más sencillo es una señal de luz.

## LUCES DE SENAL Y DE ALARMA.

Las luces estáticas o de destello se usan para propósitos diferentes, entre ellos: indicaciones de alarma, identificación de aviones durante la noche y para llamar la atención, como en ciertas localizaciones en un tablero de instrumentos.

## FACTORES QUE INFLUYEN EN LA DETECTABILIDAD DE LAS LUCES.

### TAMANO: LUMINANCIA Y TIEMPO DE EXPOSICION.

El color de las luces. Si una señal tiene buen contraste de brillo cíntra un fondo obscuro, y si el nivel de brillo de la señal es alto, el color de la señal es de una importancia mínima para llamar la atención. Pero en las señales de contraste de bajo brillo contra el fondo, una señal roja tiene marcada ventaja, seguida por el verde, amarillo y blanco.

Frecuencia de los destellos de las luces. En los casos de destellos de luz, se recomiendan frecuencias de 3 a 10 --

por segundo, con una duración de al menos 0.05 segundos, para llamar la atención.

### DISPLAYS FIGURATIVOS

Los displays figurativos, tanto estáticos como dinámicos, tienden a concentrarse en dos clases: 1) los que son esencialmente pictóricos, pensados en reproducir un objeto en escena y 2) los que son ilustrativos o simbólicos. En ambos casos, la intención es enviar una impresión visual que requiera poca o ninguna interpretación.

### DISPLAYS ALFANUMERICOS.

La eficacia de las comunicaciones que implican caracteres alfanuméricos y simbólicos depende de varios factores, entre ellos tipografía, contenido, selección de las palabras y redactado. La tipografía se refiere a rasgos propios de los caracteres y de su disposición.

### DISPLAYS AUDITIVOS

La naturaleza de la modalidad sensorial auditiva ofrece ventajas únicas en lo que respecta a presentar información contrastada con la modalidad visual, que por su parte, tiene sus propias ventajas: circunstancias en las que los displays auditivos se prefieren, a los displays visuales.

- Cuando el origen de la señal es, al mismo, un sonido.
- Cuando el mensaje es simple y corto.
- Cuando el mensaje trata de sucesos temporales.
- Cuando se emiten señales de aviso o cuando el mensaje llama a la acción inmediata.
- Cuando el sistema visual está sobrecargado.

- Cuando los canales de comunicación funcionan a tope.
- Cuando la iluminación limita el uso de la visión.

Evidentemente, la aplicación de la anterior serie de sugerencias debe adaptarse a las circunstancias. Pero es aconsejable reducir los mensajes auditivos a aquellos que son -- cortos y simples, puesto que la gente no comprende bien los mensajes complejos.

Hay tres tipos de funciones humanas comprendidas en la recepción de señales acústicas y dependen de la naturaleza de la señal: 1) detención, discriminación relativa y 2) identificación absoluta. La discriminación relativa y la identificación absoluta pueden hacerse en base a cualquiera de las diversas dimensiones de los estímulos totales como intensidad, frecuencia, duración y dirección.

Principios de los displays auditivos.

Principios Generales:

- Compatibilidad
- Aproximación
- Disociabilidad, diferencia entre sonidos.
- Parsimonia; intervalo de tiempo de duración.
- Invariabilidad, sonidos característicos.

Principios de presentación:

- Evitar los extremos de las dimensiones auditivas.
- Establecer la intensidad con relación al nivel de ruido ambiental.
- Utilizar señales variables o interrumpidas.

Principios de Instalación.

- Realización de tesis de las señales a utilizar.
- Evitar el parecido con señales anteriormente utilizadas.
- Facilitar la sustitución de un display previo.

## DISPLAYS TACTILES

Aunque en nuestra vida cotidiana dependemos mucho de -- nuestros sentidos cutáneos, Estos se han utilizado solamente de una forma muy limitada como base de una transmisión intencional de información mediante el empleo de displays tácti-- les.

Otro uso del sentido táctil es el que hace referencia al diseño de los MANDOS DE CONTROL. Aunque eso no son displays en el sentido convencional de la palabra, la codificación de tales aparatos para su identificación táctil incluye forma, textura y tamaño.

La United Air Force ha desarrollado 15 diseños de mandos que son difícilmente confundibles. Estos diseños son de -- tres tipos diferentes.

- Clase A: Rotación múltiple. Estos mandos son utiliza dos en controles que requieran vueltas o giros, cuyo ajuste precisa de una vuelta completa o más y para los que la posición de mando no es un aspecto crítico de la información en información de control.

- Clase B: Rotación fraccionaria. Estos mandos se uti lizan en controles que no requieren giros o vueltas, cuyo -- ajuste se consigue, por lo general, con menos de una vuelta completa y para los que la posición del mando no es un aspec to crítico de la información en la operación del control.

- Clase C: Posición de retén. Estos mandos son para -- utilizarlos en controles de posición distintiva.

En las siguientes figuras aparecen los 15 mandos de es-- tas 3 clases.

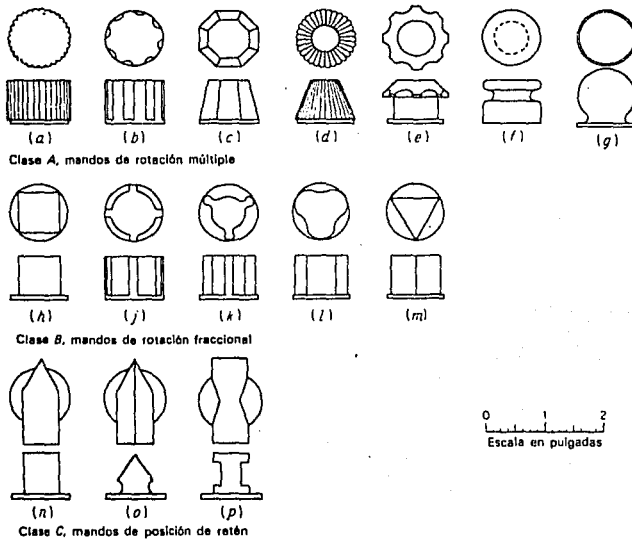
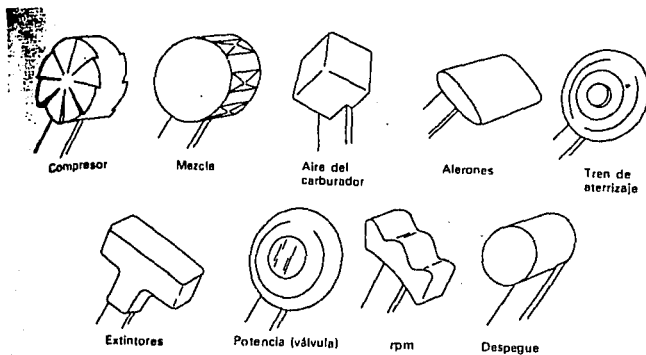
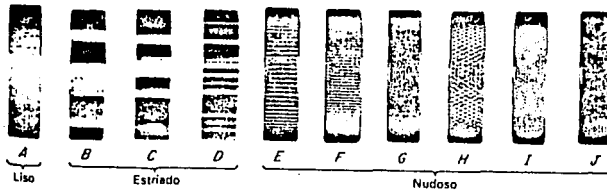


Fig. 5.11. Diseños de mandos de tres clases, que rara vez se confunden por el tacto. (Según Hunt.<sup>11</sup>)

Si, además de ser distinguibles uno de otro mediante el tacto, los controles tuviesen formas que estuviesen relacionadas simbólicamente con su uso, el aprendizaje del empleo se ejemplificaría.



Además de la forma, los aparatos de control pueden variar en cuanto a su textura de superficie. Los investigadores proponen tres superficies características, con una discriminación razonablemente segura, la lisa, la estirada y la nudosa.



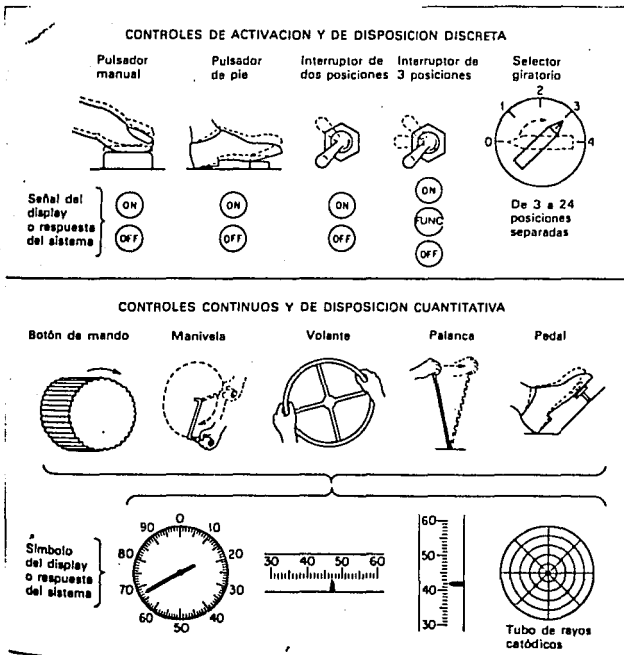
La codificación del tamaño de los controles no resulta tan útil como la forma en cuanto a finalidades de codificación, pero hay algunos casos en los que puede resultar apropiada. Cuando se utiliza tal codificación, los diferentes tamaños deberían ser distintos uno de otro.

## C O N T R O L E S

Los controles son instrumentos que transmiten información sobre algún mecanismo o sistema. El tipo de información así transmitida puede caracterizarse en términos de clases de información relacionada con los displays.

Ciertas funciones de control pueden realizarse con mayor efectividad mediante algunos tipos de controles que con otros.





Aunque un tipo general puede considerarse mas apropiado para una función determinada, la utilidad específica de una variante particular de este tipo para una aplicación específica puede resultar influida por características tales como identificación, situación, tamaño, proporción control-display, resistencia, retroceso, operación y distancia de movimiento.

## EL RUIDO

Para darnos mejor cuenta del sonido, lo mejor es experimentar el silencio. Piense el lector en los momentos más -- quietos de su vida. Tal vez detenerse en un bosque después de un día de invierno sin viento es uno de estos casos. Indudablemente, el lector en ocasión alguna en la que se estuviera moviendo, ya fuera paseando, corriendo o montando a caballo, porque el caso que el movimiento mismo produce ruido. De hecho, la correlación entre el movimiento y el sonido la seguiremos empleando de la palabra quieto, que significa tanto ausencia de movimiento como de ruido. El movimiento también se relaciona con la energía; en efecto, todo cuerpo en movimiento posee una energía de movimiento y depende de su velocidad: cuando más rápidamente se mueve tanta más energía consume. Puesto que el sonido se relaciona con el movimiento y el movimiento con la energía, resulta razonable pensar que el sonido es una forma de energía y efectivamente, así es.

Como se transmite un sonido a partir de un manantial, -- tal como una campana, a un receptor, tal como nuestro oído? Observamos que si golpeamos la campana, ésta vibra. Al detenerse la vibración, cesa también el sonido. Si la campana es golpeada en el vacío, vibrará lo mismo, pero no se percibirá ningún sonido. Con fundamento en este experimento, cabe inferir que el movimiento de la campana pone, en alguna forma en movimiento el aire, el cual hace después mover algún dispositivo receptor en el oído. Esta transferencia de energía sonora a través del aire tiene lugar en forma de onda. Solemos representar el movimiento ondular como ondas de agua, especialmente como ondas de mar, que batan en la orilla, o rizos en un estanque o en una piscina. El agua quieta tiene una superficie plana y lisa. Las ondas de agua son trastornos: alteran el nivel normal de modo que resulta un poco más alto en algunos lugares y más bajo en otros. Los -

lugares altos se designan como crestas y los bajos como senos. La distancia entre trastornos sucesivos del mismo tipo, tal como entre crestas vecinas, se designa como longitud de onda. La velocidad en que se mueve el trastorno es la velocidad de onda. El número de trastornos que pasan por un punto determinado en la unidad de tiempo es la frecuencia. La relación entre estos atributos es:

$$\text{Velocidad} = \text{longitud de onda} * \text{frecuencia}$$

Todas estas características de la onda del agua se aplican asimismo a la onda de sonido, excepto en que el carácter del trastorno es distinto. En efecto, en lugar de manifestarse como crestas y senos, como en las alteraciones del nivel del agua, la onda de sonido consiste en una sucesión de compresiones y dilataciones que alteran la densidad normal del medio como el aire en el que se propagan. Este tipo de onda se designa como onda elástica, y puede ilustrarse en forma de resorte en espiral. Supongamos que un satélite de rueda, que da vueltas, pega en el extremo del resorte dos veces por segundo. Las compresiones resultantes, y las expansiones que la siguen se desplaza a lo largo del resorte a una velocidad que depende de las propiedades del resorte. Digamos es de 30 cms. por seg. porque esto es lo que establece la velocidad de la rueda, por consiguiente la longitud de onda se calcula como sigue:

$$\begin{aligned} L \text{ de onda} &= \text{velocidad } 30 \text{ cm}^* \text{seg.} \\ \text{frecuencia } 2^* \text{seg} &= 15 \text{ cms.} \end{aligned}$$

El aire es una substancia elástica; en efecto, un balón apretado vuelve instantáneamente a su forma primitiva cuando se deja de apretarlo. Por consiguiente, las ondas elásticas pueden propagarse en el aire; esto es el sonido. Hay que --

realizar trabajo para eliminar las compresiones sucesivas; - así, pues, el sonido es una forma de transmisión de energía. La velocidad del sonido en condiciones normales del aire sobre la tierra es de aproximadamente 33 m por segundo. Cualquier objeto, como un aeroplano, que se desplaza a una menor velocidad que el sonido se designa como subsónico, y el que viaja a una velocidad superior se designa supersónico.

El tono, o la altura de un sonido dado, está condicionado por la frecuencia de las ondas que lo producen. Sin embargo, la energía de un sonido determinado no está condicionada por la frecuencia, la longitud de onda o la velocidad de esta. Así, por ejemplo, si golpeamos suavemente la superficie de un estanque una vez por segundo con una cuchara, -- formaremos ondas de frecuencia de golpe por segundo. Si golpeamos el agua fuertemente con un remo una vez por segundo -- seguiremos haciendo ondas a una frecuencia de un golpe por segundo, y estas no se desplazan más rápidamente, pero serán ondas mayores. Los trastornos, o la altura de las crestas -- y la profundidad de los senos, serán mayores. La diferencia de altura entre las crestas y el seno se designa como amplitud. Así, pues la energía de una onda depende del trabajo -- que hay que realizar para provocar un trastorno.

Para pensar en la energía del sonido, imaginemos un -- avión de cuatro motores, con uno sólo funcionando. La frecuencia del sonido depende del tipo de motor y de su funcionamiento; la velocidad del sonido es una propiedad del aire, no del motor. Ahora ponemos en movimiento los otros tres motores, de modo que funcionen igual que el primero. La frecuencia de onda del sonido no ha cambiado, ni tampoco la velocidad de onda, pero estamos efectuando cuatro veces más -- trabajo. Por consiguiente, la energía sonora provocada es -- cuatro veces mayor. La energía del sonido se relaciona con-

su intensidad, pero las dos cosas no son lo mismo.

## EL RUIDO

La descripción física de un sonido determinado no puede anticipar si a nosotros, individualmente, nos gustará o no. Si el sonido no nos gusta, este sonido es un ruido. De hecho, el ruido puede definirse en dos palabras: sonido indeseable. Sin embargo, este concepto aparentemente sencillo disimula muchas sutilezas imprevistas. En efecto un determinado sonido podrá constituir música para unas personas y ruido para otras; podrá ser agradable si es poco intenso, pero ruido si es intenso. Podrá ser acaso aceptable durante un breve tiempo, pero será ruido, si se prolonga; intrigante si es rítmico, pero ruido si es repetido al azar, o bien razonable, si lo hacemos nosotros, pero ruido si lo hace algún otro. De todos los atributos que distinguen entre un sonido deseado y otro desagradable, el que por regla consideremos como más significativo es la intensidad. Existen muchas pruebas de que la exposición a sonidos intensos es perjudicial de modos diversos, y a la mayoría de la gente no le gusta ser perjudicados; por consiguiente, cuanto más intenso es un sonido, tanto más probable es que lo considere como ruido.

## LA INTENSIDAD DEL RUIDO Y LA ESCALA DECIBEL

La intensidad, dijimos se relaciona con la energía. Consideremos una máquina que convierte la energía en sonido, como, por ejemplo una sirena. Supongamos que tenemos una sirena eléctrica de 50 vatios. Esta consumirá tanta energía en un tiempo determinado como otro aparato cualquiera de 50 vatios, tal como una bombilla eléctrica de esta intensidad. Nuestra factura de corriente eléctrica, que se establece sobre la base de corriente eléctrica que consumimos, será la misma para nuestra bombilla de 50 y que para nuestra sirena-

de 50 y aullando todo el mes. Pero la bombilla es más eficaz produciendo luz, y la sirena produciendo sonido. De los dos, la sirena realiza mejor su labor, porque la energía que emite en realidad como sonido por segundo es aproximadamente de 10 v, en tanto los otros 40 se gastan en calor. En contraste, la energía emitida realmente por segundo por la bombilla de 50 y como luz visible es sólo aproximadamente de 1 v. Esta diferencia explica, en parte, porque la bombilla de luz se percibe como más caliente que las sirenas. Concluimos, que de estos hechos, que sería correcto expresar la intensidad del sonido en vatios. Por ejemplo, se ha averiguado que un piano tiene una intensidad de sonido en vatios - - equivalente al de una sirena de 0.1 v; que una orquesta sinfónica tiene una intensidad de sonido como la de una sirena de 10 v, y que un gran motor de retroimpulsión emite un ruido equivalente al de una sirena de 10 millones de vatios. Lo notable acerca de la intensidad del sonido es su amplio margen. Un susurro muy bajo de una voz humana tiene una intensidad de sonido equivalente a una mil millonésima de vatio. Por consiguiente, si pudiéramos expresar la intensidad sonora en vatios, nos encontraríamos con el inconveniente de tener que utilizar números muy pequeños y muy grandes. Además, la escala sería poco práctica, porque no partirá de cero, si no de algún número que representara el sonido audible más bajo. Para obviar estos defectos y simplificar la medición de la intensidad sonora, hacemos lo siguiente:

- a) Creamos una nueva unidad de medición de intensidad sonora llamada decibel, y la definimos en términos de la razón de la intensidad de un sonido con respecto a otro.
- b) Establecemos que el sonido más bajo perceptible para el oído tendrá el valor de 0 decibeles y constituirá el punto de partida de nuestra escala de medición del sonido.

c) Nos servimos de los logaritmos de las razones de los sonidos de intensidades distintas de sonidos para expresar los grados de intensidad sonora. Observese, a partir de las cifras anteriores indicadas, que la razón de un sonido muy intenso (10 000 000 de vatios) a un sonido muy bajo de (0,000000) vatios es un número muy grande y difícil de manipular. Para obtener números mas pequeños, -- más cómodos, nos servimos de los logaritmos de la razón. Recuérdese que el logaritmo es un número de base 10. Según vemos inmediatamente, si el número considerado es un múltiplo de 10, su logaritmo es sencillamente el número de ceros que contiene.

Todo esto podrá parecer acaso muy sencillo, pero existen algunas complicaciones. Un oído mecánico, tal como un micrófono, convierte el sonido en energía eléctrica, y este -- puede expresarse en vatios o en decibeles. El aparato que realiza semejante tarea se designa como medidor de decibeles, y es insensible a la altura del tono; en efecto, sólo mide la fuerza del sonido. Los seres humanos, cuando se les pide realizar esta tarea, suelen introducir en sus apreciaciones cierto elemento de subjetividad. En efecto, la gente propende a considerar como más intensos los sonidos más bajos de la misma intensidad. Así pues, una escala de intensidad, -- tal como la gente la concibe, dependería de la frecuencia y sería distinta, por consiguiente, de la del medidor de decibeles.

Para conciliar esta diferencia entre el hombre y la máquina, se ha desarrollado una escala de intensidad subjetiva. Esta escala se basa en la comparación de cualquier sonido dado con un sonido puro que tenga una frecuencia de -- 1000 golpes (o ciclos) por segundo digamos que deseamos -- apreciar la intensidad sonora subjetiva de un sonido deter-

minado, por ejemplo, el de una motocicleta a una distancia de 10 m. A una determinada persona se le ofrece una selección de sonidos puros, de 1000 ciclos, de diferentes intensidades, y la invita a escoger aquel sonido que sea exactamente tan fuerte como el de la motocicleta. Supongamos que escoge un sonido de 90 decibeles como el que mejor concuerde en su oído con aquel. Si dicha elección representa la respuesta tan típica o promedio de muchas personas, entonces se dice que la motocicleta a 10 m de distancia tiene un nivel o intensidad de 90 fones, aun si la intensidad real del sonido puro de 1000 ciclos.

Por supuesto, necesitamos considerar la descripción subjetiva de la intensidad sonora. En efecto, si dijéramos a alguien, que no estuviera familiarizado con las escalas de intensidad del sonido, que una motocicleta tenía un nivel de intensidad de sonido de 90 fones, o producirá un sonido de 88 decibeles, esto no le diría absolutamente nada. Sería más informativo, aunque menos preciso, decirle que la motocicleta suena muy fuerte. Por consiguiente, resulta conveniente yuxtaponer a lo largo de una escala de intensidad sonora en decibeles una escala de descripción puramente verbal, tal como bajo y muy fuerte.

## LOS EFECTOS DEL RUIDO

El ruido puede impedir nuestra comunicación, reducir nuestro oído y afectar nuestra salud y nuestra conducta.

## OBSTACULO PARA LA COMUNICACION

Hemos definido el ruido como un sonido indeseable. Pensemos por un momento en algunos sonidos que nos gustan: la voz humana o la música, directas o en grabación; advierten-



cias de peligro, tales como el llanto de un bebé en un cuarto distante, o el castañear de una serpiente de cascabel; sonidos agradables naturales, como el trino de un pájaro o el rumor de las hojas movidas por el suave viento. Queremos --oir estos ruidos al nivel apropiado ni demasiado bajo ni demasiado fuerte y sin intrusión alguna. El ruido nos distrae de los que queremos oír, con el resultado de que no oímos también o no oímos en absoluto, o que el sonido que deseamos percibir ha de ser desagradablemente fuerte para que nosotros percibamos el mensaje. Una conversación en el bosque quieto mencionado al principio puede ser llevado a cabo en susurros, en tanto que una manufactura de calderas, necesitamos gritar para oírnos mutuamente.

#### RUIDO Y PERDIDA DE AUDICION

Entre los posibles y diferentes efectos del ruido, uno de los más importantes es el de la pérdida de audición. Existen realmente dos tipos de sordera. Uno se denomina sordera nerviosa, que la mayoría de las veces es originada por una -condición de las células nerviosas del oído interno que reduce la sensibilidad. La otra es la sordera conductiva y es -originada por algunas de las condiciones del oído medio o externo que afecta a la transmisión de las ondas sonoras hacia el oído interno.

En cuanto a la sordera nerviosa, la pérdida de audición -suele ser irregular; por regla general, la pérdida de audición es superior en lo que respecta a las altas frecuencias -que por lo que respecta a las bajas. El deterioro normal de la audición debido a la edad es, por lo común, de tipo ner--vioso y la exposición continua a niveles elevados de ruido -también da como resultado general la sordera nerviosa. Una-vez aparecida la degeneración del nervio, raras veces puede-

corregirse. La sordera conductiva es solamente parcial, -- puesto que las ondas sonoras llevadas por el aire golpean el cráneo y pueden transmitirse al oído interno mediante su con ducción a través del hueso. Pueden originarla condiciones -- diferentes, tales como adherencias en el oído medio que impí den la vibración de los huesecillos, una infección del oído-medio, cerumen u otra sustancia en el oído externo o cicatri ces en un tímpano perforado.

Las personas con este tipo de deficiencias son capaces -- de oír relativamente bien, incluso en lugares ruidosos, si -- los sonidos que están escuchando (una conversación, por ejem plo) tienen una intensidad superior a la del ruido de fondo. A veces, este tipo de sordera puede detenerse o incluso mejor rarse. Las ayudas auditivas son mucho más útiles para este tipo de sordera que para la nerviosa.

#### EFFECTOS FISIOLÓGICOS DEL RUIDO.

Por supuesto, la pérdida de audición permanente es la -- consecuencia de un daño fisiológico en los mecanismos pro- -- pios de la audición. Dejando aparte posibles daños en el -- propio oído, uno desearía también saber si una exposición -- continua al ruido puede provocar cualesquiera otros efectos- fisiológicos, temporales o permanentes. Para empezar, hay -- pruebas de que la exposición a un ruido relativamente intenso puede originar ciertas reacciones "vegetativas", tales co mo la vasoconstricción del sistema de circulación periférico, o cambios en el tamaño de la pupila, en la amplitud del pulso y en el EEG y puede causar una depresión de la adreno-cortical. Sin embargo, debemos hacer notar que algunas respuestas fisiológicas iniciales al ruido (sobre todo a lo que respecta al ruido repentino) a veces se establecen en nive-- les normales o casi normales de exposición continua al ruido.

Con todo, las reacciones fisiológicas al ruido no se conside ran, por lo general, como de naturaleza patológica si el ruí do sólo aparece unas pocas veces. No obstante, existen un - montón de pruebas que se van acumulando y que indican que la exposición a niveles de ruidos altos (tales como los de 95 - dB o más) durante un periodo de años puede producir efectos - patológicos, y por lo tanto, constituir un riesgo para la sa - lud. A este respecto, Cameron notifican que los resultados - de las investigaciones en Los Angeles y Detroit demostraron - que la incidencia de enfermedades crónicas y agudas tendía a ser mayor en las personas que, por lo general, estaban ex - - puestas a un trato con el ruido o sonido, en comparación con aquellas que no estaban así expuestas, lo que demostraba en - cierto modo la noción de que el ruido puede ser un factor -- que contribuye a las enfermedades físicas.

#### MOLESTIA Y BIENESTAR

Al explicar las cualidades del ruido, Krytar utilizan el término ruido percibido como si fuera un sinónimo de ruido - inesperado, inaceptable, molesto, objetable y perturbador. Tanto el lector como yo, sabemos muy bien de qué se está ha - blando, y que las características del ruido que nos incomo - dan son la intensidad, la amplitud de banda, su capacidad es pectal y la duración.

#### LIMITES DE RUIDO ACEPTABLES

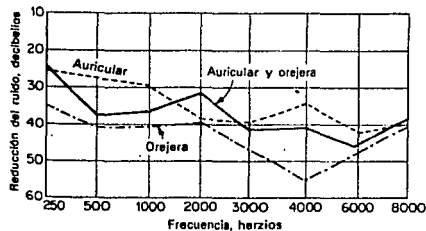
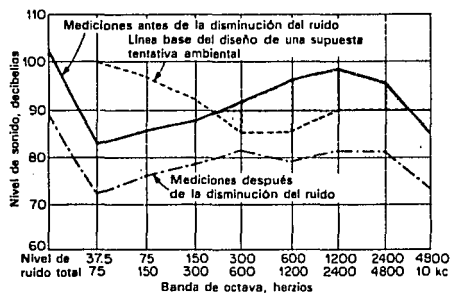
Al intentar determinar el techo máximo de ruido que re - sultaría aceptable en una situación dada, inmediatamente se - plantea la cuestión de los criterios de aceptabilidad. Ante - riormente se explicaron los criterios que hacían referenc - a las comunicaciones verbales (como el nivel de interfe - ren - cia verbal) y las curvas de criterio de ruido y la anterior - explicación de los niveles de ruido residencial tienen que -

ver, en parte, con los criterios de molestias.

## CONTROL DEL RUIDO

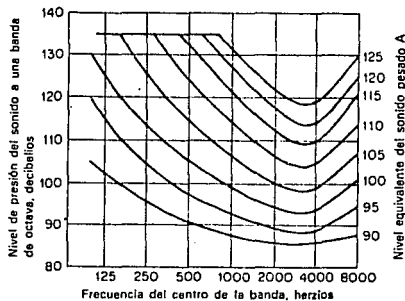
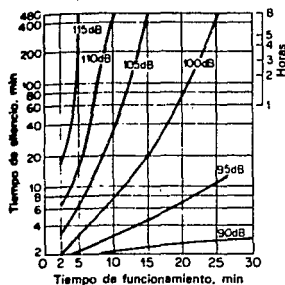
Las aproximaciones generales al control del ruido incluyen:

- Control de la fuente, tal como sería un diseño adecuado de las máquinas, un mantenimiento y lubricación adecuada, la utilización de amortiguadores para las máquinas y el empleo de silenciadores de vehículos.
- Aislamiento del ruido, mediante tapias, habitaciones y otras barreras en una casa, cerrar las ventanas reduce, por lo general, la intensidad en unos 10 dB.
- Empleo de deflectores y absorbentes de sonido.
- Empleo de un tratamiento acústico.
- Equipo adecuado.

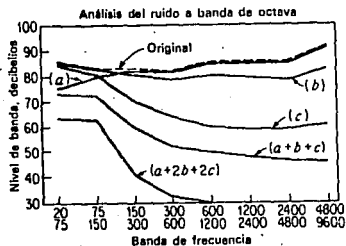
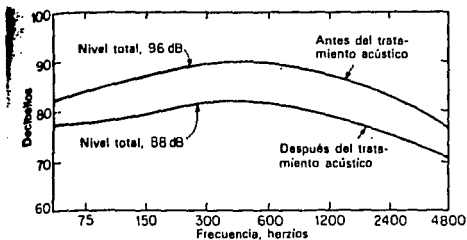


Espectro del ruido de la sala de limpieza de una fundición antes de su disminución, la línea base que representa un techo superior deseado, y el espectro después de la disminución. El área sombreada representa la reducción deseada. La reducción consistió fundamentalmente en extender una gruesa capa de deadener (amortiguador) sobre los barriles rodantes y las cajas de carga.

En realidad, existen muchas variaciones posibles de estas y otros medios que colaboran en la reducción del ruido. Aunque no expliquemos los efectos del control del ruido, la figura siguiente ilustra los posibles efectos de diversas medidas de control del ruido. En otro ejemplo, muestra el aspecto del ruido en una situación típica de antes y después del empleo de un tratamiento acústico.



Ilustraciones de los posibles efectos de algunas medidas de control de ruido. Las líneas del gráfico muestran las posibles reducciones de ruido (a partir del nivel original) -- que podrían esperarse de un aislamiento de la vibración (a) mediante un recubrimiento de material absorbente acústico -- (b) una envoltura rígida y sellada (c) una envoltura única combinada, más el aislamiento de la vibración,  $a+b+c$ ; y una envoltura doble combinada, más el aislamiento de la vibración,  $a+2b+2c$ .



## PROTECCION DEL OIDO.

Allí donde el nivel de ruido no pueda reducirse de una forma razonable a unos límites de seguridad, debe tenerse en cuenta algún tipo de protección del oído para aquellas personas que están expuestas al ruido. Los dos tipos de aparatos más utilizados para protección del oído son los tapones para orejas y los silenciadores.

Las formas más disponibles incluyen algodones secos, algodones encerados y glass down. Este último es una especie de lana de vidrio de fibras muy finas que forman un material de tal suavidad que se le equipará a la delicada piel del conducto auditivo.

## EL HOMBRE EN MOVIMIENTO

### TERMINOLOGIA DE LA ACELERACIÓN Y LA VIBRACIÓN

Sin embargo, antes de pasar a explicar estos puntos, vamos a clarificar algunos conceptos y algo de la terminología que se utiliza para caracterizar el movimiento y los mecanismos sensorios relacionados con el movimiento y la orientación.

### TERMINOLOGIA DE LA ACELERACION

La aceleración es la proporción de cambio de movimiento de un objeto. La unidad básica para medir la aceleración se obtiene a partir de la fuerza de gravedad de nuestro medio ambiente terrestre. La aceleración que experimenta un cuerpo en una caída libre es de 9,82m por seg., siendo esta proporción 1 G.

Las fuerzas de aceleración aplicadas a una masa pueden ser lineales o angulares. La aceleración lineal es la proporción de cambio de velocidad de una masa, manteniéndose constante la dirección del movimiento. La aceleración angular es la proporción de cambio de dirección de una masa, manteniéndose constante su velocidad. La aceleración radial es aquella en la que el eje de rotación es externo al cuerpo (como sería el caso del giro de un avión) la otra a la que nos referimos comúnmente como aceleración angular, es aquella en la que el eje de rotación pasa a través del cuerpo (como ocurre cuando una bailarina, poniéndose de puntillas, da vueltas sobre sí misma). Las personas están supeditadas a una mezcla de todas ellas.

Aunque en algunas circunstancias la aceleración angular-



resulta importante. Tal tipo de aceleración puede tener lugar en cualquier dirección respecto al movimiento del cuerpo humano. A este respecto si el cuerpo humano se ve obligado a cambiar de velocidad, o sea, a acelerar o decelerar, como sería el caso de un vehículo al cambio de velocidades provoca una fuerza de reacciones fisiológicas que se opone a la dirección del movimiento. Esta fuerza de reacción se manifiesta mediante el desplazamiento del corazón y de otros órganos tejidos y sangre, puesto que estos componentes del cuerpo no son rígidos. Así pues, en cuanto un automóvil acelera rápidamente, los órganos internos y la sangre tienden a quedarse atrás respecto al cuerpo humano, al ser impulsado éste hacia adelante a una velocidad que va en aumento.

#### TERMINOLOGIA DE LA VIBRACION

Las anteriores discusiones sobre sonido y ruido ya tratan de los parámetros físicos de las vibraciones que resultan audibles. Los mismos parámetros, desde luego, son los que se aplican a este tema salvo que ahora nos interesamos por las vibraciones de las frecuencias más bajas, por lo general inferiores a 100 Hz, la mayoría no resultan audibles.

Los diferentes parámetros físicos de la vibración incluyen, por una parte, la frecuencia, y por otra parte, algunas medidas de intensidad. La intensidad puede medirse en términos de valores máximos de cualquiera de los parámetros, como podrían ser, desplazamiento; velocidad, la primera derivada del desplazamiento; aceleración la segunda derivada del desplazamiento, algunas veces expresada como aceleración máxima y denominada en términos de unidades  $g$  como  $fgx'$   $gy'$  y  $gz'$  - según la dirección de la oscilación, tal como se indica en la columna 7 de la tabla, la tercera derivada del desplazamiento y densidad de la energía del espectro. Cuando el - -

cuerpo vibra en una determinada dirección el corazón (y los órganos y miembros del cuerpo) oscilan de acá para allá en el plano del movimiento del cuerpo, y estas direcciones de oscilación son las que aparecen en las columnas de la tabla.

## SENTIDOS DE MOVIMIENTO Y ORIENTACION

Los cinco sentidos, tomando como base la tradición aristotélica (vista, oído, gusto, olfato, tacto), tienen que ver, básicamente, con los estímulos externos al cuerpo. Damos el nombre de exteroceptores a los receptores sensoriales implícados en esto, sin embargo, existe cierto número de otros receptores sensoriales y en este capítulo nos vamos a interesar, fundamentalmente, por aquellos que están relacionados con el movimiento y la orientación del cuerpo.

## PROPIOCEPTORES

Los propioceptores son receptores sensoriales de diversas clases que están enclavados en el interior de los tejidos subcutáneos, como en músculos y tendones, en el recubrimiento de los huesos y en la musculatura que rodea a algunos de los órganos internos. Estos receptores son estimulados, fundamentalmente, por las acciones del mismo cuerpo. Una clase especial la forman los receptores cinestéticos alrededor de las articulaciones y que están relacionados, sobre todo, con la diferenciación de los movimientos de los miembros del cuerpo.

## LA VIBRACION DE TODO EL CUERPO

Todo objeto tiene una frecuencia de resonancia, algo así como, en el mismo sentido, un péndulo tiene una frecuencia natural, por ejemplo, los vehículos terrestres provistos de neumáticos tienen frecuencias de resonancia que pueden si-

tuarse entre 1 y 4 Hz. Las frecuencias predominantes de los tractores agrícolas y de los camiones de carga pesados se sitúan entre los 2 y los 7 Hz, y los tipos de vehículos sobrecarriles de 4 Hz hacia arriba. De una forma parecida, al mismo cuerpo, y los miembros y los órganos del cuerpo de una persona, tienen sus propias frecuencias de resonancia.

En cuanto se hace que un cuerpo humano vibre, el efecto que se hace sobre el cuerpo, y los órganos y miembros del mismo es la consecuencia de la interrelación entre la frecuencia del origen de las vibraciones y las frecuencias de resonancia de las masas individuales. Puesto que los órganos y miembros del cuerpo tienen diferentes frecuencias de resonancia, y puesto que no están prendidos de la estructura corporal de una forma rígida, tienden a vibrar a diferentes frecuencias, antes que al unísono. Las tensiones y deformaciones resultantes pueden ser la causa de un dolor localizado, síntomas de dolor de cabeza, síntomas localizados de dolores de otros tipos, molestias generales y ansiedad. Sin embargo, existen variaciones notables en cuanto a las frecuencias en que pueden aparecer los diversos síntomas.

#### ACELERACION Y MOVIMIENTO BRUTO DEL CUERPO

La aceleración puede hacer que algunos movimientos físicos simples se convierten en difíciles o imposibles. Los efectos de la aceleración vehicular sobre los movimientos en bruto del cuerpo, muestra los niveles típicos de que bordean el umbral de posibilidades de ejecución de los actos indicados. Son bastante evidentes algunas de las aplicaciones que tiene el diseñar decisiones; sería absurdo, por ejemplo, situar la palanca del control de eyección de un avión sobre la cabeza del piloto.

## ACELERACION Y ACTIVIDADES ESPECIFICAS

Se ha constatado que la aceleración en sus diversas variaciones está significativamente relacionada con la realización de un variado espectro de actividades y respuestas humanas, tales como tareas de lecturas, tiempo de reacción, algunas tareas de seguimiento y control, y cuertas funciones mentales complejas. Aunque los efectos diversos tipos de realización dependen considerablemente de la dirección y del total de la aceleración, con todo hay un modelo bastante general de degradación de la actividad, tal como indica la figura.

Mientras algunos tipos de actividades humanas se deterioran bajo condiciones de aceleración, esto no tiene porque ser necesariamente cierto para todas las actividades humanas bajo condiciones de una aceleración moderada. Por ejemplo, Brown ha determinado sobre una centrifugadora que, bajo determinadas condiciones, las aceleraciones resultantes de las manipulaciones del piloto sobre los mandos de control podrían estar relacionadas con una mejora de las prestaciones. Sin embargo, el que tales efectos de mejora puedan tener lugar en un vuelo real, aún está por demostrarse.

## DECELERACION E IMPACTO

La aceleración normal de un vehículo ejerce unas fuerzas sobre las personas, que son, en esencia, las mismas que las de la aceleración real, pero en sentido inverso. Pero la aceleración, por lo general, es una cosa gradual - mientras que la deceleración puede ser extremadamente abrupta, sobretudo en los casos de los accidentes de carretera. Cuando un vehículo choca contra un objeto sólido, o contra un vehículo que tenga adelante, el ocupante que no está sujeto continua-

rá su marcha hacia adelante a su misma velocidad inicial, -- hasta que su cuerpo choque contra alguna parte del interior del vehículo, o sea disparado fuera de él. Esto es lo que a veces denominamos segunda colisión.

La deceleración del ocupante es una función de la deformación de la parte del interior con la que choca, si es que la hay. Para protegerse de esta segunda colisión, el ocupante debe atarse al vehículo y decelerar junto con el vehículo o bien estar provisto de algún objeto que absorbe energía y -- que dé como resultado una deceleración más gradual al aumentar la distancia de trayecto del ocupante durante la deceleración.

#### INSTRUMENTOS DE SUJECION

Un ocupante puede atarse al vehículo gracias a diversos tipos de instrumentos de sujeción, que en los automóviles y en la aviación comercial consiste casi siempre en cinturones de seguridad. En algunos automóviles se utilizan sujeciones para los hombres solas o bien combinadas con cinturones de seguridad y en la aviación militar se emplean sujeciones más complejas, ya sea individualmente o en combinación. El fallo más importante de los cinturones de seguridad de los automóviles consiste, por supuesto, en la posibilidad de un daño capital que puede originarse cuando el torso y la cabeza con propulsados hacia adelante mientras el cuerpo queda sujeto por las caderas.

#### ILUSIONES DURANTE EL MOVIMIENTO

Cuando el hombre se mueve, recibe informaciones acerca de su paradero y de su movimiento, que proceden de sus órganos sensoriales, sobre todos sus canales semicirculares, y las cavidades del vestíbulo.

Las relaciones existentes entre estos sentidos son bastante complicadas, y según la circunstancia, las informaciones sensoriales recibidas son erróneas y dan como resultado errores de recepción e ilusiones, sobre todo cuando ciertas informaciones son contradictorias entre ellas.

Un fenómeno de percepción bastante común en vuelo está relacionado con la sensación de orientación en el espacio. Existen diferentes manifestaciones de desorientación, que -- por lo general, son el resultado de la estimulación de los - órganos sensoriales cinestéticos y del vestíbulo originados por la aceleración y los cambios angulares de dirección. A veces este efecto, es tan pronunciado que la sensación de inclinación es subestimada, y esta tendencia a subestimar la - inclinación engaña al piloto en percibir el plano de una forma vertical que lo que realmente hace en tales circunstan- - cias.

Cuando en un avión se está encarado hacia adelante, a veces existe una sensación de inclinación hacia atrás bajo condiciones de aceleración hacia adelante, y de inclinación hacia adelante bajo condiciones de deceleración hacia adelante. Otras vibraciones del tema del vértigo incluyen sensaciones de que se asciende cuando se gira, sensaciones de que des- - ciende al recuperarse de un giro, el fenómeno de coriolis y una sensación de rotación inversa que aparece después de haber girado.

## CONDUCCION DE VEHICULOS

Muy pocos habremos tenido la oportunidad de experimentar las sensaciones de aceleración y de ausencia de paso en la - misma medida que los astronautas de los vuelos espaciales. Y por otra parte, habrá muy pocos entre nosotros cuya mobili-

dad en el coche familiar no forma parte de su vida cotidiana.

El sistema de que el conductor es una parte, consta de -  
El mismo, su vehículo, la carretera, las señales, el tráfico,  
y cada una de estas cosas es abundantísima en problemas que-  
implica factores humanos.

#### INPUT SENSORIAL Y PERCEPTIVO DURANTE LA CONDUCCION

Son diversos sentidos los que sirve como canales de in--  
put cuando se conduce, incluyendo la visión, audición, las -  
cavidades del vestibulo. Sin duda alguna, la visión es la -  
más importante de todos ellos.

## C O N C L U S I O N E S

*Antropometría:* Condiciones Operativas del equipamiento a utilizar serán ajustables. Como el tipo de usuario no es específico (hombre-mujer) estas se han reducido a un nivel tolerado por los rangos de edad, tomando en cuenta el porcentaje de 90% de la población, con edades de 18 a 64 años respectivamente.

Para facilitar la velocidad de operación, en la conducción se ha considerado el situar los controles más correctos y agrupar los indicadores dentro del cono normal de la visión, en general los límites de distancias vendrán dados por las medidas del cuerpo.

Para facilitar la precisión, se ha considerado el soporte para el cuerpo o las partes de las extremidades, y la posición requerida para manipular.

Para facilitar la precisión o la fuerza, se consideró la cantidad de presión o fuerza y si se requiere el uso de una parte o la totalidad del miembro, y el espacio necesario para que el operador realice los ajustes de precisión.

Para evitar la fatiga, se consideró la agrupación de los mandos y la posición del operador.

Palancas, la forma más ventajosa para el uso de las palancas como el freno de mano es paralela al cuerpo (conductor) Una buena posición del brazo es cuando la parte superior forma aproximadamente  $30^\circ$  con la línea que pasa por el centro del tronco el peso de la carga decrece por encima y por debajo de este ángulo. (Empuje hacia arriba 15 lbs. o 6.8 kg).



**Manecillas y Botones:** Las manecillas son manejadas con los dedos o con la mano para realizar ajustes, una buena medida que permite operaciones delicadas y ajustes precisos -- (1 1/2" a 2").

**Asientos:** Se ha considerado que la posición óptima para la conducción de un vehículo, es apoyando pelvis y tórax en posición adecuada para mantener el ángulo de la columna, la altura del asiento debe ser tal que el tejido de la región distal y posterior de las nalgas no esté comprimido y que el extremo anterior del asiento no actúe en forma de torniquete en cuanto al abastecimiento de sangre a las piernas.

Se ha pensado en un asiento ajustable de tipo neumático-- donde el operario puede adaptar los cojinetes según lo requiera para su mayor comodidad. El asiento contará con una base sólida y sobre esta dos cojines inflables para apoyar el tórax y la pelvis y estos a su vez pequeños cojinetes -- ajustables con el fin de dar una mayor comodidad.

Anchura del asiento 18", Profundidad 15 cms.

**Dureza o blandura:** Se puede ajustar por medio de cojines neumáticos, blando durante periodos cortos y duro durante largos periodos de conducción.

**Respaldo:** Está pensado de tal forma que el usuario pueda variar su ángulo según se requiera.

**Cabecera:** Está pensada para evitar que en caso de colisión el conductor pueda salir lastimado o con lesiones en el cuello que pueden ser fatales.

**Visión:** Para tener una mejor visión durante la conduc--

ción se ha pensado en una cabina totalmente transparente con el fin de tener un ángulo de visión de 360, con ayuda de espejos retrovisor.

**Displays visuales:** Se utilizará un display existente en el mercado (México) el display a utilizarse es alfanumérico, donde aparecerán indicadores como (velocidad, RPM, carga en baterías, luces, temperatura, etc). Display (Seiko-Cuarzo--Modelo M402Y).

**Displays Auditivos:** Tendrá una señal de alarma cuando se active cualquier tipo de señal del tablero y una especial cuando se tenga una carga baja en batería.

**Display Táctil:** Los display táctiles a utilizarse serán todos los mandos como (palancas manivelas y teclado de CPU).

**Ruido:** Se ha pensado que para evitar que esto suceda, - utilizar un motor que no lo produzca, creando así un vehículo sumamente silencioso, con su debido mantenimiento y lubricación.

**Velocidad:** Este vehículo se ha diseñado pensando para - que desarrolle una velocidad máxima de 120 km/h. más que suficiente para el uso urbano y viajes cortos.

**Vibración:** Se ha pensado en un tipo de transmisión que no la produzca. Esta transmisión es por medio de banda y polea dentada aminorando así la vibración y la pérdida de energía, por otro lado el motor a usarse produce un mínimo de vibración debido a que es eléctrico. Esto es en cuanto la vibración que produce el vehículo por otra parte contará con - un sistema de suspensión independiente para cada rueda teniendo así una marcha suave y confortable.

**Impacto:** Para mayor seguridad del conductor se ha pensado en el uso de cinturón de seguridad de 4 puntos. Para evitar que el conductor o el acompañante sufra la posibilidad de un daño capital que puede originarse cuando el torso y la cabeza son propulsados hacia adelante mientras que el cuerpo queda sujeto por las caderas.

**Color:** El color del vehículo, puesto que es anticontaminante, se usará el blanco ya que es un color que refleja limpieza y pureza que es lo que se pretende, aparte es un color al cual hay que darle un mínimo de mantenimiento.

**Relación Hombre-Máquina:** Se utilizarán cubiertas desmontables, para facilitar el mantenimiento de los componentes mecánicos.

Todos los elementos involucrados tales como refacciones, se pueden obtener en el mercado nacional y extranjero a un precio accesible.

El espacio de trabajo donde el conductor se desenvuelve es la cabina, donde realiza su función que es conducir, la cual debe realizar comodamente, por eso se ha diseñado tomando en cuenta los siguientes puntos (asientos, displays, controles, visibilidad, ruido, vibración, efectos climatológicos).

**Peso de la Máquina:** El peso de la máquina depende principalmente de el material de construcción de la carrocería o bastidor, para la construcción del bastidor se ha pensado -- que sea autosoportante, por cuestión de peso de la máquina, costo y facilidad para su producción, para darle una mayor resistencia tendrá un medio chasis de tubular en el cual se alojarán los componentes mecánicos como motor, suspensión, -

*dirección, transmisión, baterías, generador, etc.*

*Las medidas en las cuales se ha basado el desarrollo de esta cabina y elementos que la integran, aparecen en las tablas antropométricas subrayadas en color gris, de las cuales se ha tomado en cuenta en base a la edad del usuario que oscila de los 18 a 60 años con un percentil de 90%, que según el Departamento de Tránsito son las edades óptimas para la conducción de vehículos.*

## A E R O D I N A M I C A

Es la ciencia que estudia el comportamiento del aire entorno a los cuerpos en movimiento. El estudio aerodinámico constituye una fase muy importante del proyecto. En efecto, del mismo depende:

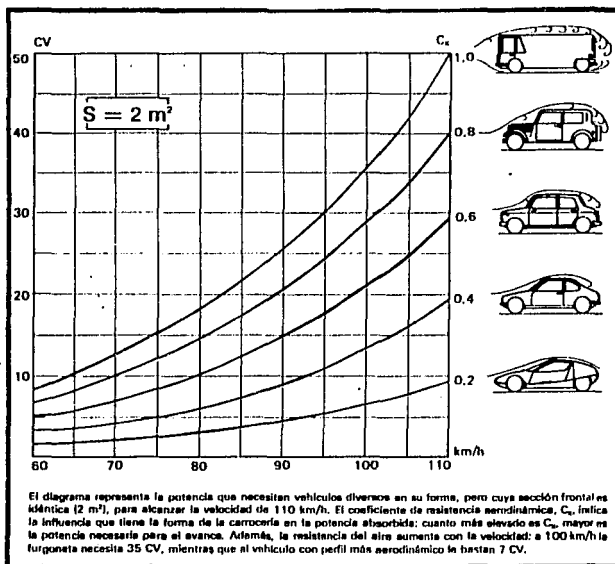
- La disminución de la resistencia al avance.
- La variación de las cargas que gravitan sobre las ruedas.
- Las reacciones del vehículo al viento lateral.

La disminución de la resistencia al avance fue el primer objetivo que afrontaron los constructores de automóviles, -- puesto que se halla 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 pueden obtener con la disminución de la resistencia aerodinámica son considerables, sobre todo si se consideran los fenómenos de marcha rápida, como sucede en el caso de recorridos por autopistas.

Los investigadores afrontaron este problema ya hacia -- 1920, y las empresas siguieron las indicaciones deducidas de sus estudios hacia los años 30. Sin embargo, se puede afirmar que aún a la actualidad muchos de los vehículos que circulan poseen 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 gravitan sobre -- las ruedas y para la estabilidad frente al viento lateral. Los motivos son de naturaleza diversa: en primer lugar, la --

mejor forma aerodinámica no resulta determinable a prioridad, sino que requiere una larga serie de experiencias en un gran número de modelos hasta llegar a un resultado satisfactorio; en segundo lugar, las mejores formas desde el punto de vista aerodinámico, al menos hasta los años sesenta, se adaptaban más bien poco para una construcción automovilística de fabricación en grandes series, con un buen compromiso entre volumen externo y habitabilidad interna; finalmente, los cánones estilísticos siguen una evolución más comercial que técnica y a menudo se separan de las reglas, dando carrocerías muy perfiladas, pero aerodinámicamente poco convenientes.



## EL COEFICIENTE $C_x$

En términos elementales incluso, las ventajas de una forma estudiada aerodinámicamente son evidentes. En el diagrama, 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<sup>2</sup>), con una forma mal situada como es el caso de una furgoneta, son necesarios casi 50 CV, mientras que con una forma muy a. bastan menos de 10 CV. En términos técnicos, esta ventaja se expresa con una disminución del coeficiente de resistencia a.,  $C_x$ , que es proporcional a la resistencia, pero en el que se prescindir 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 con una placa plana. Así, un coeficiente de 0,5 significa que un vehículo de 2m<sup>2</sup> de superficie frontal se comporta como una placa plana y perpendicular a la dirección de marcha que tuviese la superficie de sólo 1m<sup>2</sup>.

El coeficiente  $C_x$  se obtiene experimentalmente por medio de una serie de pruebas en un túnel a., 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. Conocida la sección frontal del vehículo y la velocidad del aire en el túnel, bastará medir el empuje en la carrocería para obtener fácilmente

el coeficiente  $C_x$ .

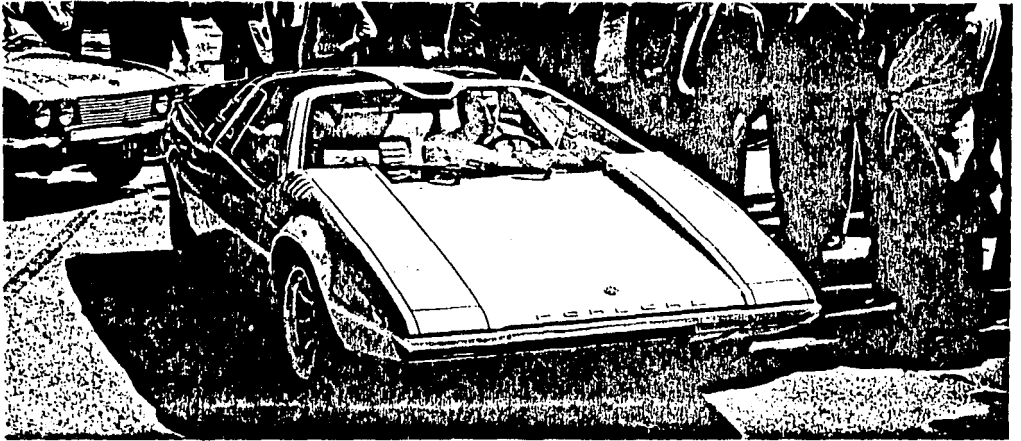
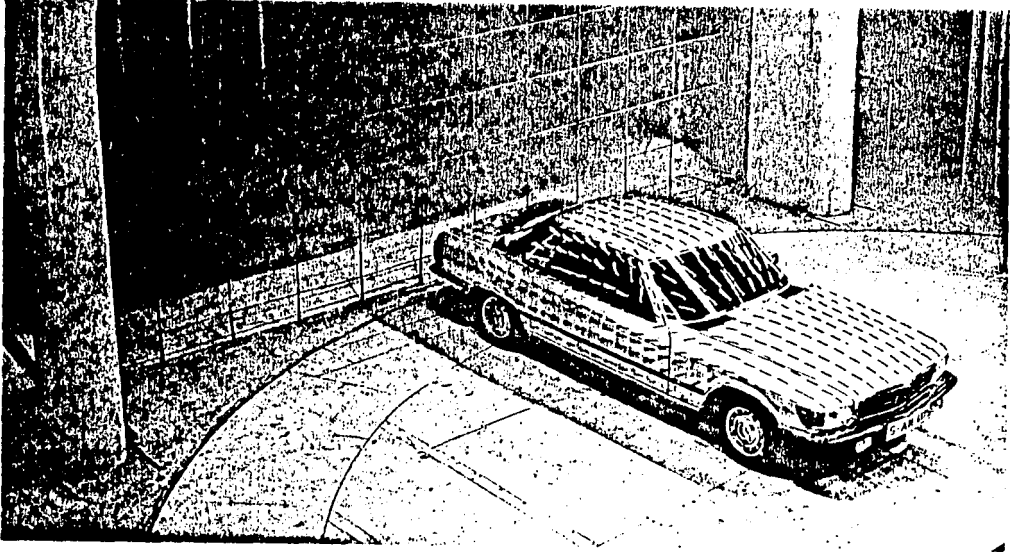
Más adelante se indican los coeficientes de resistencia  $a$ . para algunos vehículos. No siempre los valores son comparables entre sí, puesto que algunos valores derivan de pruebas de carreteras, mientras que otros se han obtenido en el túnel aerodinámico.

La resistencia  $a$ . no es el único obstáculo que el vehículo debe superar para alcanzar una 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 engranes y de los cojinetes) y la potencia consumida para acelerar (necesaria -- por la inercia de las masas en rotación y en traslación).

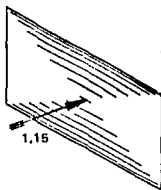
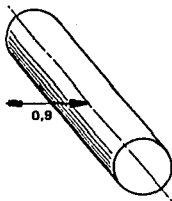
La fig. 1 muestra como se distribuye la potencia disponible en el motor en el caso de un automóvil moderno, circulando a 130 Km/h por una carretera llana.

La fig. 2 representa la disposición media 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 continuos frenazos y arrancadas. Se puede apreciar que la potencia es absorbida principalmente en las arrancadas (aceleraciones), en un 65%, mientras que la potencia  $a$ . media practicamente es despreciable (5%). En la utilización normal del automóvil, la situación constituye un promedio de los valores reflejados por los dos primeros diagramas (fig. 3). Se deduce de ello que la potencia  $a$ . es importante en cuanto a potencia para aceleración. Para obtener mejores rendimientos con determinadas potencias es necesario limitar el peso del vehículo y utilizar una carrocería con bajo valor de  $C_x$ .

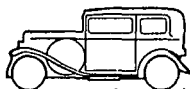
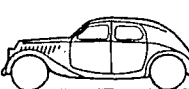

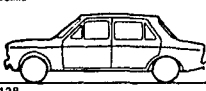
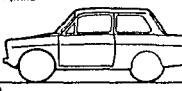
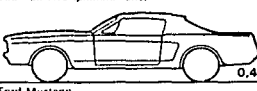

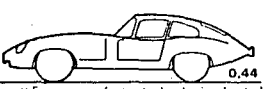
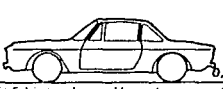
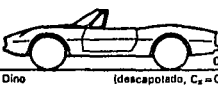

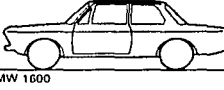

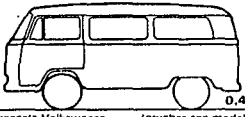
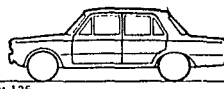
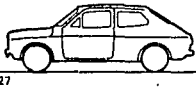
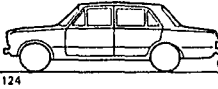
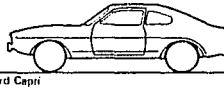
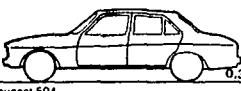
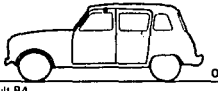
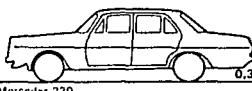
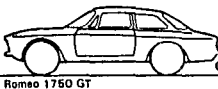
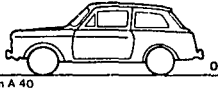
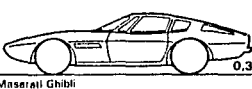



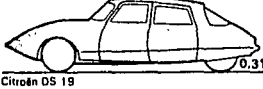






COEFICIENTES  $C_x$  PARA ALGUNOS VEHÍCULOS Y DIVERSAS FORMAS



En la tabla se indican los valores de  $C_x$  para un cilindro, una placa plana, un perfil alusado y un cono, atacados por el viento en el sentido de la flecha. A continuación se dan los  $C_x$  de varios automóviles de gran difusión, según valores extraídos preferentemente de un estudio de la M. I. R. A. (Motor Industry Research Association). La comparación entre dos vehículos no puede efectuarse tomando sólo como referencia el  $C_x$ , sino que hay que tener en cuenta también el valor de la sección frontal: el producto de los dos valores es proporcional a la resistencia aerodinámica. Como ejemplo, indicamos, al principio de la tabla, los  $C_x$  de dos coches antiguos: Fiat Baileia de 1932 y Lancia Aprilia de 1937.

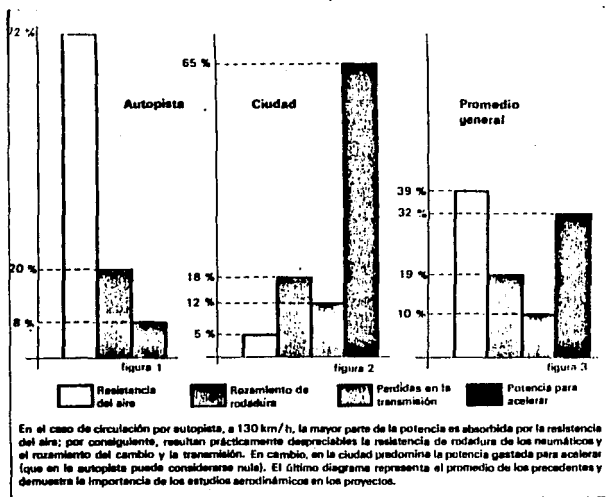
 Fiat Baileia 0,60	 Lancia Aprilia 0,47	 Vauxhall Viva (primera serie) 0,52
 Fiat 128 0,48	 Dai 33 0,48	 Ford Mustang 0,47
 Volkswagen 1200 0,46	 Jaguar E (con entradas de aire oblicuas) 0,44	 Lancia Fulvia coupé (de pruebas en carretera) 0,44
 Fiat Dino (descapotado, $C_x = 0,50$ ) 0,43	 Mini Minor 0,42	 BMW 1600 0,42
 Ford Escort 0,42	 Furgoneta Volkswagen (pruebas con modelo) 0,42	 Fiat 125 0,42
 Fiat 127 0,41	 Fiat 124 0,41	 Ford Capri 0,40
 Peugeot 504 0,39	 Renault R4 0,39	 Mercedes 220 0,38
 Alfa Romeo 1750 GT 0,38	 Austin A 40 0,37	 Maserati Ghibli 0,36
 Porsche 911 0,34	 Alfa Romeo Giulia 0,34	 NSU R9 80 0,33
 Citroën DS 19 0,31	 Porsche SC 0,30	 Citroën GS (valor declarado por la empresa: 0,25) 0,30

No Hand Hoja

$\frac{160}{5}$

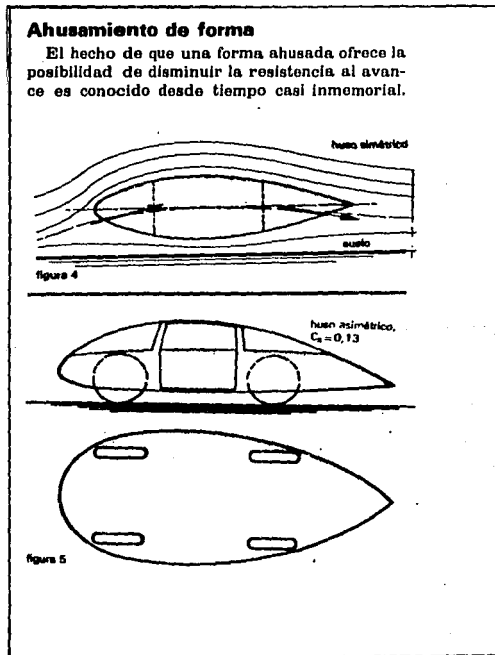
El segundo objetivo (distribución de las cargas que gravitan sobre las ruedas) es importante porque influye en la adherencia de cada neumático y, por ella, en el comportamiento direccional del vehículo y en la potencia transmisible a las ruedas. Esto es particularmente importante en los vehículos muy potentes, sobre todo en los de competición. En efecto, desde 1960 insistimos a la adopción de alerones; éstos sirven para aumentar la posibilidad de transmitir las elevadas potencias que caracterizan a éstos vehículos, evitando el patinazo de las ruedas.

El tercer objetivo (viento lateral) 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 turismos, sobre todo en los recorridos por autopistas.



## AHUSAMIENTO DE LA FORMA

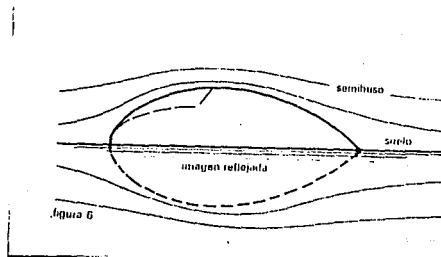
El hecho de que una forma ahusada ofrece la posibilidad de disminuir la resistencia al avance es conocido desde tiempo inmemorial. Por tanto, resulta lógico que algunos pioneros adoptasen esta forma para sus vehículos, aunque los resultados no fueran favorables, principalmente porque un huso es el cuerpo que ofrece la mínima resistencia a sólo cuando es atacado por el viento en la dirección de su eje, y se presencia del suelo (fig. 4) el viento no le alcanza por la parte delantera según dicho eje ni tampoco en su trasera. Se experimentó con una serie de cuerpos, entre ellos el huso -- asimétrico (fig. 5) con resultados óptimos.

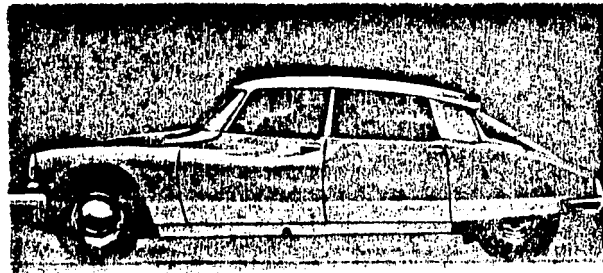
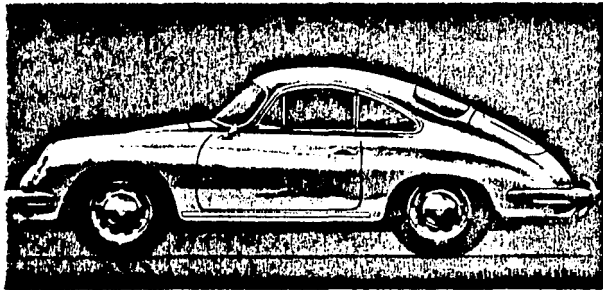
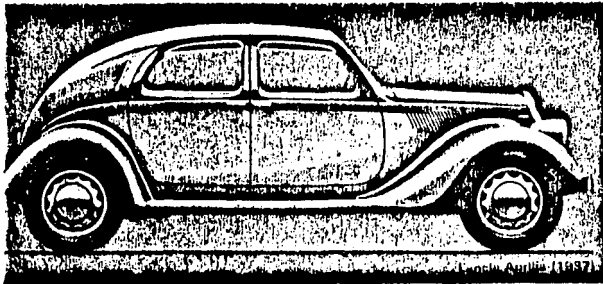
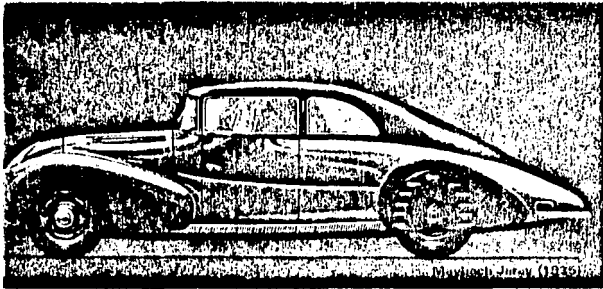


El huso asimétrico se caracteriza por un perfil de la -- parte superior con mayor curvatura que la parte inferior. La forma de los dos perfiles depende de la distancia del vehículo al suelo.

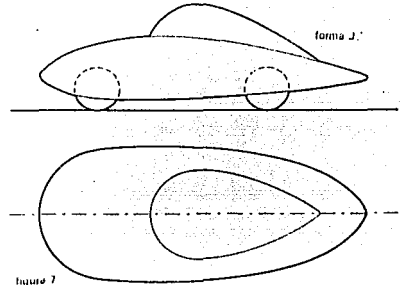
Que esta forma debia ser la óptima desde el punto de vista de la resistencia a. puede deducirse del siguiente razonamiento. Cuando un huso aislado es atacado por el viento según su eje, cualquier plano que pase por dicho eje es de simetría tanto para el huso como para el campo de movimiento -- del aire en torno al mismo (fig. 7). Si el huso representa el óptimo desde el punto de vista de la resistencia, cuando está aislado, igualmente ese óptimo estará representado por el semihuso cuando se superpone la forma a un plano (fig. 6). El plano está constituido en este caso por el terreno; por -- consiguiente, el semihuso se encuentra como una forma a. válida sólo si está apoyada en el suelo o muy próximo a él, como ocurre en los vehículos de competición de la categoría -- prototipos.

En efecto los automóviles de turismo deben guardar una -- cierta distancia mínima al suelo y, por tanto, el semihuso -- debe configurarse de forma distinta; el óptimo está representado por una forma asimétrica, comprendida entre el semihuso y el huso simétrico. Esta forma es precisamente la que se -- indica en la fig. 5, experimentada por Kemperer.





Abajo y al lado: si la distancia a tierra tiene un cierto valor, los mejores resultados se logran con el huso asimétrico (fig. 7) estudiado por Jaray en 1923. En esta forma se inspiraron muchas empresas automovilísticas a partir de 1935: los vehículos ilustrados constituyen ejemplos de ellos.



automóviles que, de modo más o menos directo, reflejan la forma J (Jaray), conviene destacar: Adlor y BMW de 1930 a 1940, Tatra 77 (1934), Maybach Jaray (1935), Peugeot 402 (1935), Ford Taunus (1936), Chrysler Imperial (1937), Skoda Rapid 1500 (1908), Fiat de 1935 a 1938, Lancia de 1937 a 1955, Citroën DS 19 (1956), Porsche de 1948, más una numerosa serie de vehículos deportivos y de origen artesano contruidos por carroceros particulares.

En los vehículos deportivos, con el habitáculo limitado a una sola persona y sin problemas de dimensiones longitudinales, el huso asimétrico puede ser logrado satisfactoriamente, consiguiendo así reducciones considerables en la resistencia a.

En cambio, en los automóviles de serie, el huso asimétrico presenta tres graves inconvenientes:

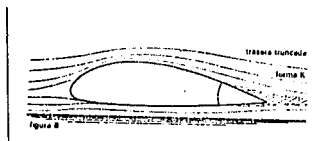
1. Su forma en planta se adopta mal a la disposición de las ruedas y limita la accesibilidad al habitáculo y la visibilidad, y condiciona la disposición de los órganos mecánicos.
2. La longitud del vehículo es notable, tanto a causa de la delantera redondeada en planta como, y sobre todo, por la forma de la parte trasera.
3. El huso asimétrico ejerce generalmente una sustentación, es decir un empuje hacia arriba, que tiende a elevar el vehículo.

Con objeto de evitar sobre todo la primera serie de inconveniencias, se introdujo una forma compuesta, constituida esencialmente (fig. 7) por un cuerpo inferior de perfil alar y sección ligeramente estrechada por delante y por detrás -- (trasera disminuida), más en semihuso superpuesto, destinado a constituir la parte superior del habitáculo. Este esquema tuvo éxito sobre todo por su carácter práctico unido a la posibilidad de disminuir la resistencia a. a menos de la mitad del valor común en los vehículos de aquella época.



## TRASERA TRUNCADA

La forma J conserva el inconveniente de la excesiva longitud de la trasera, así como el de la elevada sustentación. El remedio más evidente lo constituye sin duda la solución - de cortar la trasera del vehículo, dejando el resto más o menos inalterable. Las experiencias adquiridas permitieron no sólo asegurar que la truncadura de la trasera podía ser efectuada tranquilamente, sino que a veces era incluso conveniente desde el punto de resistencia a. La idea de esa truncadura no habla surgido casualmente, sino que se basaba en consideraciones energéticas perfectamente lógicas. A causa de -- las pérdidas de energía originadas por el contacto del cuerpo con las capas de aire próximas a su superficie, éstas se separaban para originar una zona denominada de estela. Después de la separación, la forma del cuerpo ya no conserva la posibilidad de orientar el flujo y, por consiguiente, producir, en el caso específico de la trasera, incrementos de presión capaces de disminuir la resistencia a. total. Por tanto, la parte extrema es inútil con aquella finalidad y puede suprimirse tranquilamente (fig. 8).



El vehículo resultante puede denominarse "de trasera - - truncada" y es conocido como tipo "K". El hecho de que (fig. 9) la forma K puede conducir a disminuciones de la resistencia a. para la misma longitud del vehículo debe atribuirse, - no obstante, a otro motivo: la denominada resistencia inducida. Un cuerpo que ejerza sustentación debe "gastar" una resistencia suplementaria para ello, que es la resistencia inducida (por la sustentación).

En el caso del huso simétrico no existe sustentación y, - por consiguiente, no se produce resistencia inducida; ello - hace que al truncar la trasera no origine una disminución de la resistencia a. (Fig. 10).

La resistencia inducida puede expresarse por una fórmula; en la que aparece el cuadrado del ángulo alfa, que forman - el plano del suelo y la denominada dirección de sustentación nula, es decir, la dirección según la cual si el vehículo -- fuese atacado por el viento no se produciría sustentación ni antisustentación (fig. 11). Lo que aquí hemos denominado línea de eje es en la realidad el lugar donde se encuentran -- los baricentros de las secciones transversales del vehículo. En un vehículo de forma j, especialmente si la longitud de - la trasera no es muy grande, puede valer  $15^{\circ} 20^{\circ}$  y la re-- sistencia total. Como puede comprobarse en la fig. 9, la -- forma K presenta, para la misma longitud, un valor casi cons tante del ángulo , mientras que en el caso de la forma J- el valor aumenta progresivamente, creando una sustentación - mayor.

Los segmentos de línea con concavidad hacia abajo produ cen sustentación; en cambio la concavidad hacia arriba produ ce antisustentación, fuerza hacia abajo, que aumenta la adhe rencia y mejora la estabilidad del vehículo. De todo ello -

resulta que, para que un vehículo presente poca resistencia-inducida ha de tener forma en parte con concavidad hacia arriba y parte hacia abajo, como en el caso de la fig. 12. Sin embargo, en tal caso la sustentación (P) y la antisustentación (D) proporcionan un par (M) que aligera un puente a expensas del otro, con lo cual resulta perjudicial a la estabilidad de dirección del vehículo. Para evitar esto, la línea de baricentros debe tener la forma que se indica en la fig. 13: esta forma representa el óptimo para los turismos.

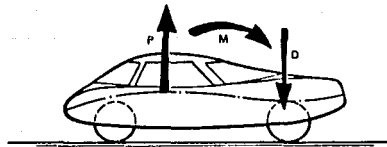


figura 12

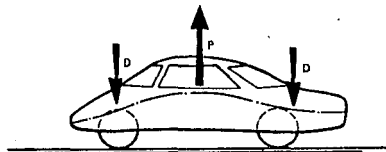
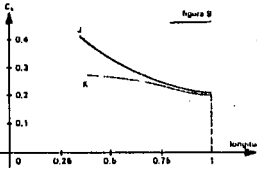
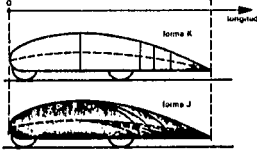


figura 13

**COMPARACIÓN ENTRE TRASEÑA TRUNCADA (EN AZUL Y TRASEÑA DISMINUIDA (EN VERDE)**

Los diagramas muestran cómo se modifica en ambos casos el coeficiente de resistencia  $C_x$  al variar la longitud del vehículo. Si la forma es asimétrica, como en general ocurre en los automóviles, resulta evidente la ventaja de truncar la traseña. En cambio, si la forma es simétrica, como en el fuselaje de un avión, la truncadura sería contraproducente.

**HUSO ASIMÉTRICO:** Para la misma longitud la traseña truncada genera menor resistencia inducida (aumentación) y, por consiguiente, menor resistencia total.



**HUSO SIMÉTRICO:** En este caso, como la parte que se elimina es alabólica, no origina sustentación ni antisustentación, por lo que, al producirse las vértices, la traseña truncada reacciona peor que la traseña disminuida.

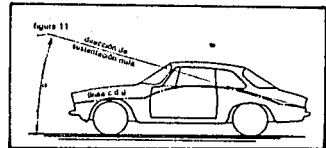
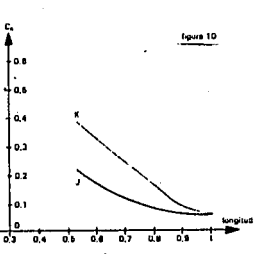
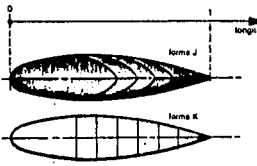


figura 14

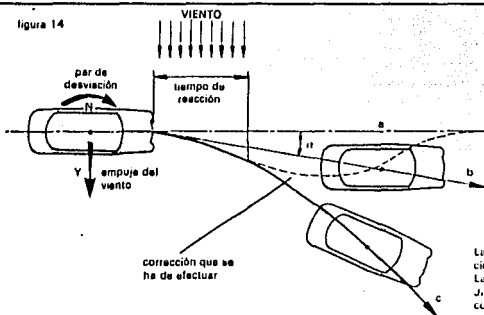
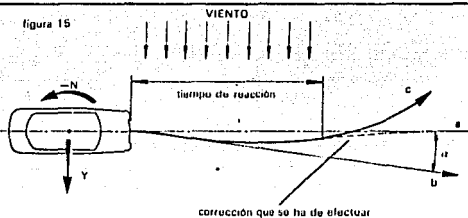
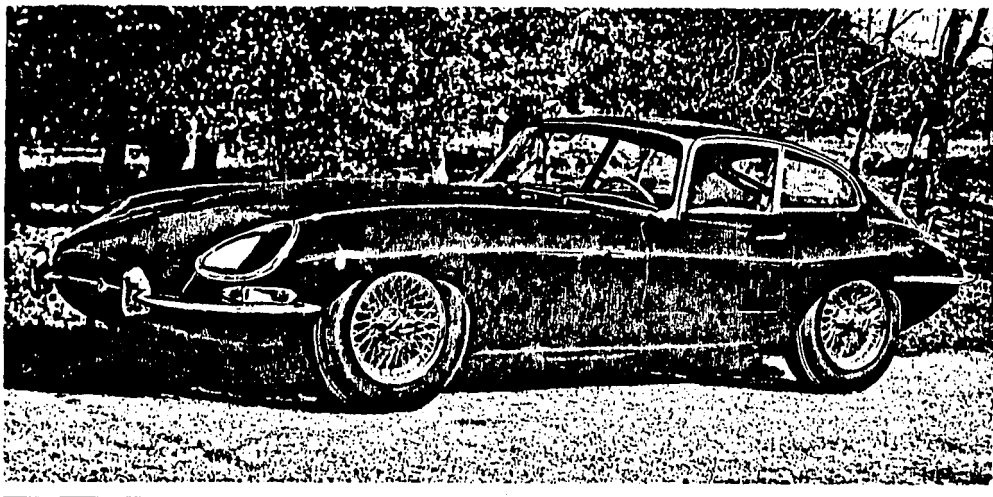


figura 15



La estabilidad frente a la acción del viento lateral ha llegado a ser de notable importancia: a velocidad elevada, pequeñas desviaciones angulares pueden constituir influencias muy peligrosas. La mejor solución lo constituye la de construir flancos redondeados (como se ha hecho en el Jaguar E de la fotografía inferior) y perfiles con centros de empuje desplazados hacia atrás, para compensar el banteo creado por la acción del viento.



## ESTABILIDAD FRENTE A LA ACCION DEL VIENTO LATERAL

Desde 1930, con el notable aumento de velocidad de los vehículos, resultó importante considerar el comportamiento del mismo cuando era sometido a la acción del viento (ráfagas laterales). En la fig. 14 se indica que una ráfaga lateral de viento produce en el automóvil una fuerza lateral "Y" y generalmente un par N en el sentido que se da en la misma figura. A consecuencia de la aplicación de la fuerza Y, el vehículo seguiría la trayectoria b, alejándose de la trayectoria no perturbada a; pero por la simultánea acción del par N, se separa aún más, siguiendo la trayectoria c. Todo ello en el caso de que el conductor no intervenga. Si el par N fuese de signo opuesto (fig. 15), la corrección que debería efectuar el conductor sería menor. Basándonos en estas sencillas consideraciones, la investigación puede orientarse en dos sentidos:

- Disminuir en lo posible la fuerza Y, e
- Invertir el momento N.

Para lograr el primer objetivo se ha intentado adoptar secciones transversales del vehículo, de formas redondeadas sin apenas ángulos, ni siquiera en el enlace entre los flancos y el suelo del vehículo.

Para el segundo objetivo, se intenta retrasar el centro de figura lateral del vehículo, construyendo carrocerías con volúmenes desplazados hacia atrás o mediante la acción de aletas. Para el control del comportamiento del vehículo bajo la acción de ráfagas de viento lateral, puesto que el fenómeno es totalmente transitorio, se han estudiado Elementos Adicionales Adecuados (carácter experimental).

## A E R O D I N A M I C A

El fenómeno de la Resistencia al Viento es bien conocido por todos, y particularmente por aquellos que utilizan algún medio de transporte como por ejemplo la bicicleta, motocicleta, carro, avión, etc. Este es causado por dos tipos de fuerzas: Una normal a la superficie del cuerpo-conocida como la presión del viento, y la otra tangencial a la superficie del cuerpo, la cual es la fricción en la superficie.

Para un cuerpo no muy volumétrico, como es el caso de la bicicleta y su conductor, el efecto de la presión es mucho -- más largo, y la irre recuperable energía de la presión aparece - en forma parecida al movimiento de un remolino de viento dirigida hacia la parte posterior del cuerpo.

En el siguiente dibujo se muestra el efecto del remolino de viento en la parte posterior del cilindro. Se puede observar al filo de la corriente de aire produce menos remolinos - que un cilindro.

Remolino alrededor de un cilindro circular.

No hay flujos de remolinos alrededor de un cuerpo afilado en la parte posterior.

Es posible una presión en la ausencia de remolinos.

Los vehículos intentados para lograr altas velocidades ca si siempre construidos para minimizar los flujos de remolinos y los filos de las líneas de corrientes gradualmente se incor poran como una especie de cinta sobre la superficie del cuerpo redondeado.

La exacta geometría de los filos sobre las superficies lo gran maximizar la posibilidad del flujo remanente, y minimiza la fricción con la superficie; pueden ser aproximadas por medio de las matemáticas.

La medida de la resistencia al viento del motor de los ve hículos es descrito por R.A.C. Fosberry, aunque ya se han ob tenido mejores datos por medio del túnel de viento. Los mejo res datos se pueden lograr con bicicletas montadas por su con ductor; durante el movimiento que este realiza puede, dicho - movimiento ser modificado y la interacción del flujo de aire - alrededor del conductor durante el movimiento puede ser mode - lado más perfectamente que con el flujo debajo y alrededor de un automóvil.

Algunas de las metas que se pretenden alcanzar sobre la - Aerodinámica sobre un objeto es medir el coeficiente de fric - ción  $C_d$ , definida como:

$$\text{Coeficiente de fricción} = \frac{\text{Fuerza de Fricción}}{\text{Presión dinámica} \times \text{Área Frontal de aire.}}$$

A bajas velocidades la presión dinámica está dada por:

$$\text{Presión Dinámica} = \frac{\text{Densidad del aire} \times (\text{velocidad relativa})^2}{2 G_c}$$



En donde  $G_c$  es una constante en la Ley de Newton  
 $F=ma/G_c$  y la velocidad relativa es la velocidad del aire  
moviéndose a lo largo del objeto.

Fuerza de Fricción: (coeficiente de fricción X densidad -  
de aire X (velocidad relativa)<sup>2</sup> X (Area Frontal)<sup>2</sup>.

La fuerza de propulsión  $P$  necesaria para lograr la fric-  
ción es:  $P=F$  Fuerza de Fricción X velocidad Relativa del Vehicu-  
lo.

Carcasas aerodinámicas: Completamente aerodinámicas han -  
sido utilizadas para carreras en bicicletas y motocicletas pa  
ra poder lograr alcanzar acerca de 6 miles/hour.

Se puede concluir que el coeficiente de fricción de estas  
carcasas es acerca de 0.25 las cuales se asemejan a un automó  
vil. Datos dados por Rouse nos muestran que al acercarse a -  
una velocidad crítica (esto depende del tamaño y forma) la re  
sistencia al viento de estas carcasas es considerablemente me  
nor que un claro cilindro con la misma área frontal.

La velocidad crítica depende del tamaño, forma y área - -  
frontal.

## A N E X O

### CHEVROLET EXPRES EXPERIMENTAL

El modelo Chevrolet Express es un automóvil para cuatro personas, es el diseño más nuevo de un vehículo experimental para la investigación, en el cual se exploran las posibles -- aplicaciones de la más avanzada tecnología. Este automóvil -- ha sido diseñado por el centro Advanced Concept de la General Motors, en California, y sus componentes mecánicos fueron desarrollados por el departamento CPC Advanced Engineering de -- la división Chevrolet.

Chevrolet Express es un laboratorio rodante concebido para poder ensayar el uso de la electrónica, nuevas técnicas es tructurales, AVANZADOS CONCEPTOS SOBRE AERODINAMICA, y refina das plantas de fuerza.

#### UNA NUEVA SILUETA

La concepción del Express estuvo regida por las caracte-- rísticas que se deseaban obtener en este modelo. Entre las -- metas a lograr el objetivo principal consistía en que el auto tuviera muy poca resistencia al avance, y esto se logró plena-- mente, puesto que la nueva silueta del Express cuenta con un-- bajísimo coeficiente de 0.2 C. Este concepto aerodinámico al-- canzado le proporciona a la vez una alta eficiencia con res-- pecto al consumo de gasolina, en especial cuando viaja a su -- velocidad máxima. Se ha calculado que a una velocidad de cru-- cero de 160 Km/h o más, su consumo de gasolina es de 10.6/Km. por litro (25 mpg).

## EL CONCEPTO AERODINAMICO

El concepto aerodinámico del Express se deriva de una cubierta en la parte inferior del vehículo, que le proporciona una superficie lisa que facilita el flujo de aire. La cubierta cambia en ángulo al llegar a la sección posterior, para -- crear entonces un amplio plano difusor (Esta es una característica aerodinámica que le proporciona una buena recuperación de presión a esta parte del vehículo). Este diseño también reduce el efecto de los vientos cruzados, mejorando la estabilidad del automóvil.

Pero hay además otros elementos que constituyen el logro aerodinámico de este vehículo: Las turbulencias creadas por las ruedas al girar sobre sus ejes se reducen al encerrarlas en faldones formados por los guarda-fangos y cubiertas exteriores. Las cubiertas que cubren exteriormente a las cuatro ruedas están montadas sobre bisagras, para que resulte fácil el acceso a las ruedas y neumáticos. Asimismo, un control automático mueve las cubiertas de las ruedas delanteras cuando se efectúan virajes agudos, para separarlas de los neumáticos, con lo que la maniobrabilidad de éste modelo no se ve afectada.

También se ha incorporado un nuevo sistema retráctil de lavador y limpiaparabrisas, el cual está montado en un panel articulado que se esconde debajo de la lisa superficie de la carrocería cuando no está en uso (Este es otro elemento que reduce la resistencia al avance). Virtualmente nada interrumpe la circulación del aire sobre la carrocería del vehículo. Incluso las puertas no tienen manijas exteriores, y para abrirlas se ha incorporado un revolucionario sistema. El techo articulado en la porción delantera del Express se levanta con lo que se tiene acceso a las cerraduras de las puertas. Los faros delanteros están colocados debajo del capó transpa-

rente, de modo que tampoco le puedan ofrecer resistencia al avance. Aunque a simple vista se considere que éstos son detalles de poca importancia, en la práctica, la combinación de los mismos es lo que les ha permitido a los diseñadores lograr el bajo coeficiente del Express.

## CONCLUSIONES

### AERODINAMICA

Se utilizará la forma ahusada y simétrica con el fin de conseguir un efecto totalmente aerodinámico eliminando cualquier tipo de turbulencia, y conforme aumente la velocidad se requiera de menor potencia para el avance. Para lograr esto se necesita tener una mínima distancia entre el vehículo y el suelo de (15 a 20 cm). El motor con el que se cuenta es de 3.5 hp, por consiguiente se requiere una máxima eficiencia aerodinámica.

Para evitar cualquier tipo de turbulencias que frenen el avance de nuestro vehículo se evitará todo tipo de concavidades y hendiduras, integrando totalmente todos los elementos que componen la carrocería tales como (cabina, cofre, cajuela, salpicaderas, faros, espejos, señales de auxilio).

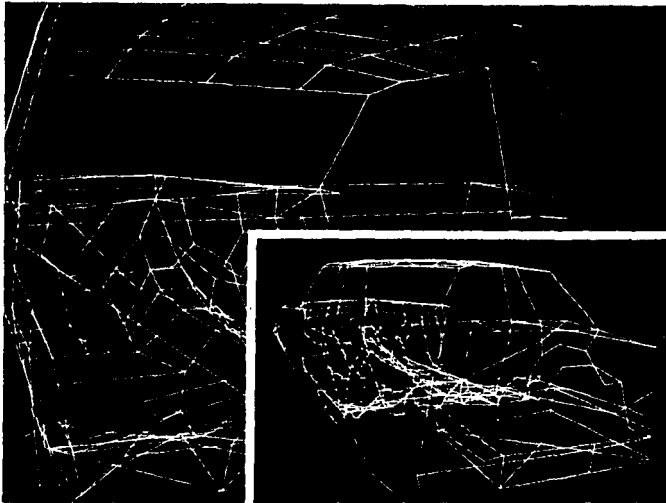
Para evitar la acción del viento lateralmente, el vehículo contará con una forma ahusada y simétrica con todas sus superficies redondeadas, se utilizarán rines planos para evitar la acción del viento que gravita sobre las ruedas.

El bastidor es una base a la cual están unidas la carrocería y otras unidades del chasis. El requisito esencial de los bastidores es la rigidez, superficie para soportar flexión insinuada bajo peso, para absorber las sacudidas del camino y para mantener las unidades agregadas en la alineación correcta. El plan y la construcción del bastidor dependen del tipo de vehículo y servicio al cual se destina. Los bastidores de coches de pasajeros pueden ser relativamente ligeros debido a que el bastidor recibe aproximadamente dos tercios de su rigidez del cuerpo que, en el mayor de los casos es de acero. El metal que cubre la carrocería de algunos coches de pasajeros, camiones y omnibuses es sometido a un procedimiento especial de aumento de resistencia; la cubierta de metal que cubre la carrocería y la armazón del cuerpo sustituyen el bastidor del vehículo. Los intentos de fortalecer el bastido del vehículo aumentando el tamaño de los elementos es eficaz en un menor grado, es de considerable beneficio usar la misma cantidad de metal al fortalecer la estructura del cuerpo.

Los bastidores de autos de pasajeros están hechos de rieles laterales, travesaños y cartelas unidos con remaches o soldados para formar una estructura en forma de X A Y o K para asegurar la rigidez con peso ligero. Las cartelas son pedazos de metal para fortalecer los ángulos o esquinas. Los bastidores usualmente no miden más de 30 pulgadas de ancho en la parte delantera para permitir el uso de un radio corto de viraje, y pueden ser ensanchados en la parte trasera hasta 46 pulgadas para estabilizar más de carrocería. Pueden hacerse combas sobre los ejes para reducir el centro de gravedad del vehículo.

## ESTRUCTURA MONOCASCO O AUTO-SOPORTANTE

Los nuevos vehículos utilizan un nuevo tipo de estructura donde el casco sirve como bastidor. En el que el grupo del motor tracción y dirección están sometidos por el bastidor, haciéndolos más ligeros y resistentes.



## ALUMBRADO DEL VEHICULO MOTORIZADO

La historia del alumbrado del vehículo motorizado se asemeja a la historia del alumbrado de casas y edificios, habiéndose usado lámparas de aceite y lámparas de gas en los primeros vehículos motorizados. Con el perfeccionamiento de un sistema eléctrico satisfactorio, el alumbrado eléctrico se ha convertido en un método más corriente de iluminar los vehículos motorizados. El sistema de alumbrado, como se encuentra en los vehículos motorizados modernos consta de lo siguiente:

- a) Los faros delanteros para iluminar la carretera delante de los vehículos.
- b) Dos luces de estacionamiento, o laterales, para indicar - principalmente la ubicación del vehículo cuando está detenido.
- c) Luces posteriores para iluminar la placa del número de matrícula posterior y reflejar una luz roja hacia atrás.
- d) Luces en el tablero de instrumentos para iluminar los instrumentos.
- e) Luces en la carrocería tales como las luces del techo y - para los estribos, para iluminar el interior del vehículo.
- f) Luces especiales, tales como faros de haz concentrada, luces de señales, luces para conducir durante obscuramiento y luces de detención o alto y de marcha atrás o retroceso.
- g) Alambres e interruptores de regulación para conectar estos faros y bombillas a la fuente de corriente.



## B O M B I L L A S

### A) GENERALIDADES

En los vehículos motorizados se usan bombillas pequeñas, -incandescentes, llenas de gas inerte con filamentos de tungsteno.

Los filamentos proporcionan la luz cuando fluye suficiente corriente a través de ellos. Las bombillas se han ideado para que funcionen a un voltaje alto, es decir, 6, 12 o 24 -- voltios y están conectadas de manera que puedan hacerse funcionar desde los interruptores de regulación ubicados al alcance del conductor.

### B) ESTRUCTURA

La mayor parte de las bombillas se proporcionan con un -- contacto sencillo para cada filamento dentro de la lámpara, - quedando completa la corriente a través de cada filamento en la envoltura de la base de la bombilla. En la figura se muestra una bombilla de estructura de un contacto sencillo y dos filamentos. Se proporcionan dos contactos en la base de la - bombilla, cada uno conectado a uno de los filamentos. El regreso de ambos filamentos se efectúa por la envoltura de la - base de la bombilla, que está puesta a tierra a través de por talaminas de contactos en la base, cada uno de los cuales pue de denominarse adecuadamente como un contacto sencillo de un - circuito puesto a tierra.

### C) TAMANO

Las bombillas varían en tamaño desde las bombillas pequeñas del tablero de instrumentos de 1/2 bujía a las bombillas-

para conducir de 50 o más bujías. Como el voltaje usado es bajo y la corriente consiguiente requerida alta, los filamentos son mucho más cortos e intensos que los usados para bombillas caseras convencionales de alumbrado. Naturalmente, un filamento corto y grueso, en lugar de uno largo y delgado, resiste un tratamiento más fuerte y esto es conveniente en el caso de una bombilla sometida a las vibraciones de un vehículo motorizado. Un filamento corto proporciona también una fuente de luz concentrada que producirá mejor distancia focal. La bombilla de dos bujías consume 0.43 amperios a 6 voltios. Una bombilla similar a la mostrada en la figura, con dos filamentos, una de 32 bujías y la otra 21 bujías, utilizarán 3.9- y 2.8 amperios.

#### REQUERIMIENTOS DE CORRIENTE

Una razón por la rápida descarga de los acumuladores en el invierno es el aumento del número de horas en que se usan las luces. Naturalmente, existe una relación directa entre el consumo total de corriente y el número de bombillas usadas. Todos los acumuladores se miden en amperios hora; es decir, el número de horas que puede usarse un acumulador a cierta descarga de amperios antes de quedar agotado. Por ejemplo, dos faros delanteros que consumen 4 amperios cada uno, o un total de 8 amperios, descargarían un acumulador a un régimen de 80 amperios hora en aproximadamente 10 horas, a menos que el acumulador cargara la batería.

#### HACES LUMINOSOS

USO DEL REFLECTOR: Una bombilla está instalada dentro del reflector de manera que la luz pueda concentrarse y dirigirse en un haz limitado. El mejor haz luminoso de una bombilla se obtiene mediante el uso de un reflector parabólico, --

que es el tipo que se usa corrientemente. Hay un punto focal cerca de la parte posterior del reflector parabólico en el -- que los rayos de luz de la bombilla son recogidos por la superficie pulida del reflector y dirigidos en líneas paralelas para proporcionar un haz con una sección transversal circular. Cualquier otra posición de la bombilla no proporcionará un -- haz limitado sino que tendrá que esparcir la luz.

#### USO DEL LENTE PRISMÁTICO.

El haz luminoso es esparcido en la carretera mediante un lente o cristal prismático. El lente dobla los rayos paralelos del reflector de manera que la luz es distribuida en la -- carretera. Las estrías u ondulaciones verticales del lente o cristal esparcen los rayos de luz de modo que el haz es -- achatado con sus bordes enfocados hacia el lado de la carretera.

#### COMBINACION DE HACES.

Hay muchas combinaciones posibles de haces de luces.

En la figura se muestra una combinación de haces de los -- faros delanteros que se ha usado corrientemente.

El haz del faro derecho (A) es proyectado alto hacia el lado derecho de la carretera y bajo hacia el lado izquierdo y el haz del faro delantero izquierdo (B) es proyectado alto hacia el lado izquierdo y bajo el lado derecho. Las porciones de haz se reflejan mas abajo que las demás porciones a causa del diseño del lente o cristal. Cuando los haces derecho e izquierdo no son iguales (AB), los lentes de los faros derecho e izquierdo delanteros no son intercambiables. Estos haces se combinan para proporcionar un haz casi simétrico para conducir el vehículo (C) en algunos faros delanteros, la luz izquierda ilumina el lado derecho de la carretera, mientras la luz derecha ilumina el lado izquierdo de la carretera. Ambas luces en conjunto dan un haz simétrico algo similar al de (C). La tendencia actual es hacia el haz esparcido que ilumina un área en lugar de una concentración del haz directamente delante de cada faro delantero.

## PROPOSITO

El propósito del sistema de transmisión de potencia es -- transmitir la potencia del motor a las ruedas y el equipo accesorio, tales como los tornos.

En una situación sencilla, un juego de engranes o una cadena podría desempeñar esta tarea, pero los vehículos motorizados no han sido diseñados generalmente para tales condiciones sencillas de funcionamiento. Se ha ideado para que tengan gran potencia de tracción, para moverse a grandes velocidades o marchar hacia atrás como también hacia adelante y funcionar sobre terreno escabroso al igual que en carreteras pavimentadas. Con el fin de hacer frente a estas demandas tan variadas, se les ha agregado un número de unidades. Estas -- comprenden los embragues, las transmisiones, las transmisiones auxiliares, las cajas de transferencias, los ejes propulsores, las uniones universales, las transmisiones finales los diferenciales, los ejes activos, los dispositivos para resistir los esfuerzos torsionales de impulso y el empuje y los cojinetes usados en estos.

## ENGRANES

### A) GENERALIDADES

Como los engranes tienen funciones de importancia en los sistemas de transmisión de potencia, discutiremos ahora los principios de los engranajes como también diversos tipos de engranajes usados en los sistemas de transmisión de potencia.

Los engranajes se usan para transmitir el movimiento giratorio de un eje a otro. A veces los ejes están paralelos entre sí, y en otras ocasiones están a un ángulo. El sistema -

de engranajes se seleccionan de acuerdo con la aplicación y para proporcionar la razón de impulsión deseada entre los ejes impulsores y los ejes impulsados.

## B) ENGRANAJES CILINDRICOS

1) RAZON ENTRE ENGRANAJES. En la figura se muestran los engranajes cilíndricos acoplados. Ambos engranajes tienen -- igual número de dientes y son de igual diámetro. Así, ambos giran a la misma velocidad. La razón entre engranajes es por consiguiente la siguiente figura muestra dos engranajes cilíndricos acoplados, uno con 12 dientes y el otro con 24 -- dientes.

El engranaje más pequeño girará al doble de la velocidad del engranaje más grande. La razón entre dos engranajes acoplados o engranados es la velocidad relativa o rpm a que girarán.

2) VENTAJA MECANICA. El uso de una palanca para mover -- objetos pesados es ciertamente muy conocido. Cuando una caja es demasiado pesada para alzarla manualmente, puede usarse -- una alzaprima o palanca, como se muestra en la figura. Con -- la palanca dispuesta en la forma mostrada, sólo es necesario ejercer un empuje de 100 libras hacia abajo, sobre la palanca. Mientras más lejos (hacia el extremo libre) se ponga la mano (lejos del punto de apoyo, o fulcro), será necesario menos empuje, pero también tendrá que moverse la mano más lejos para levantar la caja. La ventaja mecánica de la palanca es la razón entre dos distancias desde el punto de apoyo.

## VENTAJA MECANICA DE LOS ENGRANES

Puede hacerse una comparación general entre la ventaja me

cánica de las palancas y la ventaja mecánica de los engranajes. Tal comparación se muestra en la parte inferior de la figura. Un extremo de la palanca se mueve dos veces más lejos de lo que se mueve la otra palanca. Cuando dos engranajes tienen el doble de dientes que el otro, el engranaje más pequeño girará dos veces por cada revolución del engranaje más grande. En otras palabras, la ventaja mecánica entre los dos engranajes sería cuando el engranaje más grande impulsa al engranaje más pequeño.

Si el engranaje más pequeño impulsara el engranaje más grande, la ventaja mecánica sería, ya que el engranaje más pequeño tendría que ejercer la mitad de la fuerza, el doble de la distancia.

### C) RAZONES DE TORSION EN LOS ENGRANAJES

La torsión se ha definido como un esfuerzo de girar o dar vueltas. Cuando un engranaje impulsa al otro, le hace girar mediante la aplicación de torsión. La proporción de torsión entre dos engranajes acoplados varía de acuerdo con la ventaja mecánica, es decir, con la razón de engranajes entre el engranaje impulsor y el impulsado.

Cuando un engranaje pequeño impulsa a un engranaje más grande, por ejemplo, la velocidad se reduce pero se aumenta la torsión producida por el engranaje más grande. Así, cuando un engranaje de 12 dientes impulsa un engranaje de 24 dientes, se dobla la torsión del engranaje grande es el doble que la del engranaje pequeño. Por otra parte, cuando el engranaje más grande impulsa el engranaje más pequeño, la torsión se reduce mientras que se aumenta la velocidad. Para empezar a mover un vehículo motorizado, debe aplicarse una cantidad considerable de esfuerzo de tracción, o torsión, a las ruedas --

propulsores o coronas dentadas motrices. Una disposición corriente en los vehículos de pasajeros permite una reducción de engranajes en la primera velocidad de 12:1 entre el motor y las ruedas posteriores. Esto significa que el cigüeñal del motor debe girar 12 veces para hacer girar una vez a las ruedas posteriores.

Esta reducción de velocidad tiene por resultado un aumento de torsión. Prescindiendo de la fricción, el aumento de torsión sería dos veces mayor. Es decir, que si la torsión en el cigüeñal fuera de 100 libras-pies, la torsión en los ejes posteriores sería 1,200 libra-pies. En los camiones grandes y vehículos militares pesados el aumento de torsión sería mucho más de 12:1.

#### D) TIPOS DE ENGRANAJES.

En las aplicaciones de vehículos motorizados se usan numerosos tipos de engranajes. Además de los engranajes cilíndricos muy comunes, mostrados en la figura se muestran otros varios tipos. Los engranajes cónicos se usan para cambiar la dirección en el sistema de transmisión de potencia. Los dos ejes están generalmente a ángulos rectos entre sí, pero no necesariamente se encuentran en esta posición. Los engranajes de tornillo sin fin no se usan con frecuencia en los sistemas de transmisión de potencia, pero en muchos sistemas de dirección se usan un engranaje de tornillo sin fin modificado; está montado en el extremo inferior de la columna de dirección. El engranaje interno tiene dientes de engranajes que dan hacia su centro en lugar de su exterior. Se usan con un engranaje en el cual los dientes están hacia afuera.



## SISTEMAS FUNDAMENTALES DE TRANSMISIÓN DE POTENCIA. VEHICULOS DE RUEDAS

Los elementos comunes del sistema de transmisión de potencia instalado en vehículos típicos, se muestran en las figuras. Empezando en el motor y siguiendo hacia las ruedas, las unidades principales del sistema de transmisión de potencia - se describen en a hasta i, a continuación.

### a) EMBRAGUE

Por medio del embrague el conductor puede desconectar el motor del resto del sistema de transmisión de potencia. Esto es esencial para poner en marcha el motor, para permitir el vehículo que permanezca inmóvil mientras está funcionando el motor, para acoplamiento gradual del motor al sistema de transmisión de potencia y para permitir que se cambien las razones de engranajes con el fin de hacer frente a las diversas condiciones de la carretera.

### b) TRANSMISIÓN

Un motor de combustión interna no puede desarrollar una torsión apreciable a velocidades reducidas y sólo desarrolla una torsión máxima a una velocidad. El cigüeñal de un motor debe girar siempre en la misma dirección. Por estas razones, la transmisión es necesaria en los vehículos motorizados.

La transmisión proporciona la ventaja mecánica que permite al motor impulsar el vehículo en condiciones adversas de carga. También proporciona al conductor la selección de velocidades del vehículo mientras que mantiene al motor dentro de un régimen eficaz de torsión y permite desacoplar e invertir el flujo de potencia del motor a las ruedas.

#### c) CONJUNTO DE TRANSFERENCIAS

Este conjunto es un sistema auxiliar de transmisión en potencia en los vehículos de impulsión a todas las ruedas.

Permite que la potencia sea dividida y transferida a los ejes propulsores anterior y posterior y al eje propulsor de la hélice en los vehículos anfibios. También proporciona un medio para disminuir o desplazar el sistema de transmisión de potencia lo suficiente para permitir al eje propulsor anterior quedar fuera de contacto en el carter del cigüeñal del motor.

#### d) UNIONES UNIVERSALES

Si van a usarse resortes en el vehículo es necesario proporcionar flexibilidad en el sistema de transmisión de potencia. Al aumentar o disminuir la carga y cuando el vehículo viaja sobre superficies desiguales, el ángulo entre el eje del cigüeñal del motor y una línea al eje cambiará. Esta flexibilidad se proporciona mediante el uso de uniones universales que permiten la transferencia de torsión a un ángulo.

#### e) UNIONES CORREDIZAS

Al variar la carga y cuando el vehículo viaja en terreno desigual, la distancia de una unidad a otra varía en el sistema de transmisión de potencia. Las juntas corredizas proporcionan esta variación.

#### f) EJE PROPULSOR

Este dispositivo transmite la torsión de un lugar a otro; la caja de transferencia al diferencial, por ejemplo:

#### g) TRANSMISION FINAL

Este dispositivo transmite el flujo de potencia del eje propulsor al diferencial y, al mismo tiempo, proporciona una reducción adicional de engranajes (velocidades).

#### h) DIFERENCIAL

Cuando se conduce un vehículo por una curva, las ruedas exteriores viajan más rápido, como también más lejos, que las ruedas interiores. El diferencial permite esta diferencia en la velocidad de rotación de los ejes.

#### i) TIPOS DE IMPULSION

Cuando se ejerce una fuerza giratoria, o torsión a través de la transmisión final y los árboles del eje para hacer girar a las ruedas propulsoras, existe una torsión igual y opuesta, o reacción, que tiene que hacer girar el alojamiento del eje en la dirección opuesta.

El esfuerzo tractivo de las ruedas sobre la carretera, -- que impulsa el vehículo hacia adelante o atrás es ejercido -- también sobre el alojamiento del eje. Por consiguiente, debe proporcionarse algún miembro, o miembros, para evitar que gire el alojamiento del eje y transmitir el empuje, hacia adelante o atrás, de las ruedas propulsoras al bastidor del vehículo.

Para obtener este resultado se emplean cuatro métodos y -- por lo menos una combinación de estos métodos. Estos son, la transmisión por barra radial, la propulsión por tubo de reacción, la propulsión por barra de torsión y la transmisión -- Hotchkiss.

## PROPOSITO DE LOS SISTEMAS DE SUSPENSION

El propósito del sistema de suspensión de un vehículo es sostener el peso del mismo. Es, por consiguiente, una parte importante de cualquier vehículo, y es particularmente importante en vehículos militares, que a menudo son muy pesados y deben estar en condiciones de atravesar todo tipo de terrenos. Como los tanques y vehículos blindados son realmente plataformas móviles de cañón, los sistemas de suspensión de estos vehículos deben proporcionar estabilidad aún cuando los vehículos estén atravesando terreno brusco.

En vehículos de ruedas no sólo deben absorber las sacudidas de marcha, si no que también debe permitirle al conductor dirigir el vehículo y ser eficiente en una amplia variedad de condiciones de velocidad y carga.

En vehículos de oruga, el sistema debe sostener el vehículo de tal manera que el peso inmenso no haga que este se hunda aún en terreno suave, y debe proporcionar estabilidad lo mismo que protección contra golpes y sacudidas. Las figuras ilustran como un vehículo de oruga pasa sobre un obstáculo de 12 pulgadas.

Note que esta elevación es absorbida completamente por el sistema de suspensión; esto es, que el vehículo mismo no es elevado.

## TIPOS DE SISTEMAS DE SUSPENSION

Para hacerla frente a la amplia variedad de requerimientos impuestos por las situaciones militares, se han construido muchos sistemas que han resultado ser eficientes. Estos pueden ser divididos en sistemas de eje independiente, de eje

en bogie, de rueda independiente, de brazo doble, y de brazo-articulado doble.

## PIEZAS PRINCIPALES DE LOS SISTEMAS DE SUSPENSION

Las piezas de los sistemas de suspensión comunes a la mayoría de ellos son ejes, muelles o barras de torsión, amortiguadores, bogies, ruedas y oruga. Como los muelles, las barras de torsión, y los amortiguadores son usados tanto en los vehículos de rueda como los de oruga, son descritos desde el ítem a hasta el ítem g de abajo. Se discutirán otros componentes bajo los sistemas en los cuales se usan.

### a) MUELLES

(1) MUELLES DE HOJAS LAMINADAS: Los muelles de hojas laminadas son usados comúnmente en camiones y otros vehículos de rueda. Un extremo del muelle está unido al bastidor del vehículo por un grillete corto.

(2) MUELLES DE ESPIRA: Estas muelles tienen el uso más amplio porque su fabricación es más barata, son compactos, y son eficientes.

La desventaja principal es que su acción exeta de rozamiento es responsable de que el vehículo se incline hacia adelante excesivamente y deben usarse amortiguadores si se quiere eliminar la inclinación hacia adelante del vehículo.

(3) MUELLES DE GAUCHO: Se han usado experimentalmente -- muelles de gauchó en vehículos ligeros desde hace algún tiempo, pero hasta tanto se obtenga más información, no se sabe si su uso se generalizará.

En este sistema se utiliza la elasticidad del acero es -- utilizada en las barras de torsión. El gauchó es insertado -- entre un buje que está en un brazo de palanca que a su vez está conectado al eje, y están unidas ambas superficies de metal. A medida que el peso es aumentado o se encuentra esperanzas en el terreno, el brazo de palanca tiende a girar en -- el bastidor, pero esta acción es resistida por el gauchó.

(4) MUELLES DE ESPIRA CONICA: Estos son muelles de espira helicoidales hechos de acero plano, adelgazado en ancho y en espesor, en vez de alambre de acero. Cada espiral traslapa la espiral adyacente, correspondiendo al diámetro mayor a la parte más ancha y gruesa. Mientras mayor sea la presión -- que se ejerce en el muelle contra una carga excesiva, pero -- tiende a reducir la resistencia debido a los esfuerzos desfavorables creados. En la figura se muestra el tipo vertical, -- y en las figuras se muestran el tipo horizontal.

Este tipo de muelle es aconsejable deben sostenerse pesos muy grandes, y cuando las limitaciones de espacio excluyen el uso de muelles helicoidales convencionales o muelles de hojas laminadas.

#### b) BARRAS DE TORSION

Este dispositivo consiste en una varilla de acero, dentada en cada extremo, unida al ancla de la barra de torsión por un extremo y el eje de la rueda del vehículo por el otro, -- usualmente por medio de una unidad en forma de cigüeñal. La elasticidad de la varilla es utilizada, y mientras el límite de elasticidad no sea excedido, la resistencia de torsión regresará la rueda del vehículo a la posición normal de la misma manera que un arreglo de muelle.

Las barras de torsión ubicadas dentro del casco del vehículo a la posición están mejor protegidas contra el fuego en migo, pero su manufactura es más difícil y el ajuste es más complicado.

Las barras de torsión están marcadas para indicar la instalación adecuada mediante una flecha gradada en el metal, y es esencial que sean instaladas debidamente toda vez que están construidas para hacer esfuerzos en una dirección únicamente.

### c) AMORTIGUADORES

(1) La función principal de un amortiguador es regular el rebote del muelle de tal manera que este regrese a su posición inicial lentamente, impidiendo así que sacudidas y golpes repentinos sean transmitidos a la armazón del vehículo y a sus ocupantes y carga.

Los amortiguadores que sólo regulan el rebote del muelle se conocen como amortiguadores de acción única.

(2) Un amortiguador puede reducir también la comprensión de un muelle absorbiendo parte de la energía conforme el muelle es deprimido. Los amortiguadores que regulan la comprensión además del rebote son conocidos como amortiguadores usados en la actualidad son de tipo de doble acción, porque permiten el uso de muelles más flexibles.

### a) FUNCIONAMIENTO DEL AMORTIGUADOR.

(1) Hay muchos tipos de amortiguadores. Algunos de los que han sido usados funcionan mediante el razonamiento y la tensión de muelles. Los que se usan en la actualidad funcio-

nan mediante fuerza hidráulica y dependen de la resistencia - de un líquido que fluye a través de una abertura restringida para disipar la energía del muelle.

(2) El principio que regula el funcionamiento del amortiguador es relativamente sencillo. El aceite que está contenido en una caja es empujado por un pistón a través de una abertura restringida cuando el muelle del vehículo se dobla. Como los líquidos no son comprensibles bajo presiones ordinarias, el aceite toma cierto tiempo para fluir a través de la apertura restringida. La velocidad del recorrido del pistón, que controla el periodo de vibración del muelle, es determinada por la abertura a través de la cual el aceite debe fluir.

La energía de las sacudidas de la carretera que es impuesta en el muelle es disipada por un amortiguador al empujar el aceite a través de la abertura.

(3) El amortiguador generalmente está unido al bastidor del vehículo de la manera mostrada en la figura. La mayoría de los amortiguadores contienen una palanca engrasada por gorrón a un eje en la caja. Esta palanca está enganchada a un eslabón, cuyo otro extremo usualmente está unido al asiento o a la abrazadera de los muelles. Se usan virolas de caucho a ambos extremos del eslabón para impedir el contacto de metal a metal. Con una suspensión independiente, se usa a menudo la palanca del amortiguador como el brazo superior de control de la suspensión de muelle.

(4) En los amortiguadores más comunes, la palanca, que es movida por acción de muelle, opera una leva que acciona el pistón. En algunos modelos la leva opera una aleta que actúa como un pistón. En un modelo de amortiguador que es ampliamente usado en vehículos de pasajeros el pistón es operado di



rectamente por acción de resorte.

## SUSPENSIÓN INDEPENDIENTE

Si una de las dos ruedas que están montadas en los extremos opuestos de un eje rígido recibe una sacudida, todo el sistema de suspensión, incluso el eje resulta afectado. Esto significa que un peso grande no suspendido es puesto en movimiento, lo cual da por resultado condiciones inadecuadas de viaje. Cuando una rueda choca con un obstáculo. La fuerza del choque es directamente proporcional al peso no suspendido que la rueda lleva. Esta fuerza de choque somete a las ruedas, los ejes, los muelles, el mecanismo de dirección, etc., a un esfuerzo excesivo y también ejerce un efecto destructivo sobre la carretera. Por consiguiente, es altamente recomendable reducir el peso no suspendido tanto como sea posible. En la suspensión independiente, las ruedas de un vehículo de motor son sostenidas individualmente de manera que cada una funciona independientemente de las otras. Las ruedas delanteras o las traseras, o ambas pueden estar suspendidas independientemente.

## VENTAJAS

Las siguientes ventajas son las más importantes de la suspensión independiente. Cuando una rueda pasa por un obstáculo, la sacudida no es transmitida a la rueda opuesta, ayudando así a la dirección y reduciendo la distorsión en el chasis; el peso no suspendido, reducido a un mínimo, es confinado al peso de la rueda misma y no incluye al eje, los muelles y la articulación de la dirección, mejorando así las condiciones de viaje.

## FRENOS

### ACCION

La acción de frenar es el uso de una fuerza controlada para reducir la velocidad de un vehículo en marcha o detenerlo; o para mantener un vehículo inmóvil. Cuando se aplica la fuerza de frenos, esta desarrolla rozamiento, lo cual realiza la acción de frenar. El rozamiento es la resistencia al movimiento relativo entre dos superficies que están en contacto. Así, obligado a una superficie inmovil a entrar en contacto con una superficie móvil la resistencia al movimiento relativo o la acción de rozamiento entre las dos superficies reducirá la aceleración de la superficie que está en movimiento. Los automóviles son frenados de esta manera.

Se sabe generalmente que para aumentar la velocidad de un vehículo se requiere un aumento en el rendimiento de fuerza del motor. Es igualmente cierto, si bien no tan evidente, -- que el aumento en la velocidad requiere de un aumento de acción en los frenos necesaria para detener el vehículo. Un vehículo en movimiento, lo mismo que cualquier otro cuerpo en movimiento, tiene lo que se conoce como energía cinética. Esta energía cinética que aumenta con el cuadrado de la velocidad debe ser vencida con la acción de frenar. Si se dobla la velocidad de un vehículo, su energía cinética es aumentada -- cuatro veces; por consiguiente la acción de frenos debe vencer cuatro veces dicha cantidad de energía.

Los frenos, no sólo deben estar en condiciones de detener el vehículo, si no que deben detener en una distancia tan corta como sea posible. Debido a que se espera que los frenos reduzcan la velocidad de un vehículo más rápidamente de los que el motor puede aumentarla, estos deben de estar en capaci

dad de dominar una fuerza mayor que la que desarrolla el motor. Esta es la razón por la cual tienen que usarse frenos fuertes, bien contruidos para controlar el vehículo moderno de alta velocidad.

En la gráfica se muestran una comparación entre los caballos de fuerza desarrollados por el motor y los caballos controlados por los frenos de un vehículo de pasajeros.

Es posible acelerar un vehículo regular de pasajeros con un motor de 80 caballos de fuerza con el vehículo parado, a 80 mph en 36 segundos. Aplicando toda la fuerza de los frenos, la velocidad de tal vehículo puede ser reducida de 80 mph a una parada completa en 4.5 seg. El tiempo requerido para reducir la velocidad hasta detener el vehículo es un octavo del tiempo requerido para acelerarlo a partir de una salida con el vehículo parado; en consecuencia, los frenos manejan 8 veces la fuerza desarrollada por el motor. Así, alrededor de 640 ( $8 \times 80$ ) caballos de fuerza tienen que ser consumidos por las superficies de rozamiento de los frenos de un vehículo corriente de pasajeros para detenerlo desde 80 mph en 4.5 seg.

#### DISTANCIA EN LA QUE SE DETIENE EL VEHICULO

El tiempo de reacción de un conductor es un factor importante al aplicar los frenos y detener un vehículo. Este es el tiempo requerido para que el conductor aplique los frenos como también el tiempo requerido para que el conductor mueva su pie hacia el pedal del freno. Durante el lapso en el que el conductor está pensando en aplicar los frenos y está moviendo su pie en ese sentido, el vehículo se moverá cierta distancia, de acuerdo con su velocidad, después de haber sido aplicados los frenos, el vehículo viajará una distancia adi-

cional antes de ser detenido por completo. La distancia total de detención de un vehículo es el total de la distancia abarcada durante el tiempo de reacción del conductor y la distancia abarcada durante el tiempo de reacción del conductor y la distancia a lo largo de lo cual se aplican los frenos antes de que el vehículo detenga. La figura de la distancia total de detención requerida a diversas velocidades del vehículo, suponiendo un tiempo promedio de reacción de 3 a 4 seg. y que se están aplicando los frenos en las condiciones más favorables en la carretera.

#### FACTORES QUE AFECTAN LA RETARDACION

La cantidad de retardación obtenida por el sistema de frenos de un vehículo es afectada por varios factores. Para los frenos de rueda usados en vehículos de motor, estos factores son los siguientes:

- (1) Presión ejercida sobre las superficies de los frenos - (bandas y tambores de frenos.
- (2) Peso llevado en la rueda.
- (3) Radio total de la rueda (distancia desde el centro de la rueda a la banda exterior de rodadura del neumático).
- (4) Radio del tambor del freno (elemento rotatorio).
- (5) Coeficiente de rozamiento entre las superficies de freno.
- (6) Coeficiente de rozamiento entre el neumático y la carretera.

Para una cantidad definida de retardación, la presión que

debe ejercer sobre las superficies de freno se hará mayor - - cuando se aumenta el peso llevado en la rueda o el radio total de la rueda. Estos factores son independientes del tipo de construcción de sistema de freno y generalmente tiene un - valor constante. Sin embargo, al construir el sistema de freno debemos de considerar las limitaciones de estos factores, - particularmente el peso del vehículo que debe de ser llevado - por las ruedas. Si el radio del tambor de freno o coeficiente de rozamiento entre las superficies de freno es aumentado, se requerirá menos presión para obtener el mismo grado de retardación. Los mejores resultados son obtenidos cuando estos factores son correlacionados dentro de los límites permitidos por el tipo de construcción de sistema de freno. El coeficiente de rozamiento entre el neumático y la carretera determina la retardación máxima obtenida por la aplicación de los frenos.

#### PUNTO DE RETARDACION MAXIMA

Cuando se aplican los frenos, la rueda rodará o patinará, de acuerdo con los valores relativos de los coeficientes de rozamiento entre las superficies de freno y entre el neumático y la carretera. El atascamiento excesivo de las superficies de freno tenderá a aumentar el rozamiento de tal extremo que la rueda se agarrotará. Cuando esto ocurre, la acción de freno es ocasionada por el rozamiento entre el neumático y la carretera, que desgasta y calienta el neumático.

Se alcanza la retardación máxima cuando el rozamiento entre las superficies de freno es tal que la rueda está a punto de agarrotarse. En este punto, el rozamiento entre las superficies de freno es casi igual al que existe entre el neumático y la carretera. Esta es la cantidad máxima de rozamiento que puede usarse para retardar el movimiento del vehículo. El

rozamiento hallado entre el neumático y la carretera es el -- factor limitante al frenar. Si el rozamiento entre las super-  
ficies de freno excede esto, las superficies de freno se aga-  
rrotarán y la rueda patinará. Cuando una rueda, rueda a lo -  
largo de un camino, no hay movimiento relativo en el punto en  
el cual el neumático hace contacto con el camino, porque la -  
rueda, rueda con la superficie del camino, pero cuando una rue-  
da patina, hay movimiento relativo en el punto de contacto --  
porque la rueda no está girando mientras se mueve por la su-  
perficie del camino. Cuando una rueda patina, se reduce el -  
rozamiento, lo cual reduce el efecto de los frenos. No obs--  
tante los frenos son construidos de manera que el conductor -  
del vehículo pueda agarrotar las ruedas si aplica suficiente-  
fuerza sobre el pedal.

#### FRENO DE TAMBOR

Los frenos de tambor son hechos de acero estampado, Hie--  
rro fundido, o una combinación de ambos metales. Los tambo--  
res de hierro fundido disipan el calor generado por la fric-  
ción más rápidamente que los tambores de acero y tienen un --  
coeficiente de rozamiento mayor que cualquier forro de freno-  
en particular. Sin embargo, los tambores de hierro fundido -  
de suficiente fortaleza son más pesados que los tambores de -  
acero. Para proporcionar peso ligero y suficiente fortaleza,  
se usan tambores de freno con superficie de roce de acero co-  
lado y con un forro de hierro colado para la superficie de --  
freno. Un tambor colado del mismo espesor total que el tam-  
bor de freno con superficie de roce de hierro colado será muy  
débil, mientras que uno de suficiente fortaleza sería demasia-  
do pesado para el automóvil corriente de pasajeros. A veces-  
se agregan nervaduras de enfriamiento a la parte externa de -  
los tambores para dar mayor fortaleza y mejor disipación del-  
calor.

Las superficies de freno de los tambores pueden ser alisadas o pulidas en máquina hasta quedar bien acabadas. Para -- una buena acción de freno el tambor debe estar perfectamente redondo y tener una superficie uniforme. Los tambores de freno no adquieren una forma ovalada debido a la presión ejercida -- por las zapatas o bandas de freno y debido al calor desarro-- llado por la aplicación de los frenos. La superficie del tam bor de freno se raya cuando se desgasta por la acción de los -- frenos. Cuando la superficie está excesivamente rayada el -- tambor pierde su redondez, es necesario reemplazar el tambo o alisarlo, o rectificarlo en torno hasta que esté liso y bien -- redondo. Debe cuidarse que los tambores no se adelgasen mu-- cho, ya que la presión ejercida por la banda de freno o zapa-- ta de freno puede deformarlos.

## FRENO DE DISCO

El freno de disco en algunos modelos de carros de pasaje-- ros usan un par de discos, o placas de presión, que son empu-- jados contra las superficies internas de la envoltura de los -- frenos para obtener acción de freno.

## CONSTRUCCION

El conjunto de discos de freno consiste en un par de pla-- cas de presión, o arcos cilíndricos, que tienen por delante - forro de freno y están armados en una caja de frenos que está unida a la rueda.

## FUNCIONAMIENTO

Cuando se aplican los frenos, un cilindro de freno hidráu-- lico de rueda, que está unido al plato interno de presión, se mueve para obligar a los dos platos a girar, con mutua corres

pondencia, unos cuantos grados. En realidad, hay dos de estos cilindros de freno de rueda. Cuando se aplican los frenos, el pistón es empujado hacia afuera, empujando en consecuencia la varilla de empuje que está en la placa de afuera. Esto hace que las placas giren, y las bolas viajan hacia arriba en las rampas y hacen que las placas se separen entre sí. A medida que esto ocurre las placas son obligadas a entrar en contacto estrecho con las superficies de internas de la caja giratoria del freno de rueda. La acción de freno entonces tiene lugar entre las dos superficies internas de la caja de freno y los forros de freno de las cajas de presión. La acción produce parcialmente su propia energía, toda vez que la placa externa (en movimiento hacia adelante tiende a girar -- más rápidamente cuando entra en contacto con la superficie interna de la caja de rueda. El contacto de rozamiento entre las dos tiende a hacer girar la placa externa, y esto proporciona efecto adicional de freno.

#### SISTEMA HIDRAULICO DE FRENO

**FUNCIONAMIENTO:** En un sistema hidráulico de freno, la fuerza es aplicada a un platón en un cilindro maestro. El pedal de freno hace funcionar al pistón por medio de una articulación. Cada freno de rueda está provista de un cilindro en el cual se han introducido pistones opuestos que están conectados a la zapata de freno.

El pedal de freno, cuando es pisado, mueve el pistón dentro del cilindro maestro, empujando el líquido o fluido de freno desde el cilindro maestro a través de las tuberías y la manguera flexible a los cuatro cilindros de rueda. El líquido de freno entra en cada uno de los cilindros de rueda entre los pistones opuestos, haciendo que los pistones muevan las zapatas de freno hacia afuera contra el disco de freno.



Conforme aumenta la presión en el pedal, se acumula mayor presión hidráulica dentro de los cilindros de rueda y, en consecuencia, se ejerce una mayor fuerza contra los extremos de las zapatas.

Cuando se libera la presión ejercida sobre el pedal, los resortes de retorno que están en la zapata de freno hacen regresar los pistones de los cilindros de rueda a su posición de alivio, empujando el líquido de freno a través de la manguera flexible y las tuberías de vuelta hacia el cilindro - maestro.

## SISTEMAS DE DIRECCION

### METODO DE DIRECCION

Para dirigir un vehículo las ruedas deben ser cambiadas de su posición de vista al frente, uno de los primeros métodos de dirección se valía de una quinta rueda, o plataforma de giro, que servía como un pivote central para todo el eje delantero. Este método sirve para los vehículos que son remolcados, tales como remolques y vehículos tirados por caballos, pero no es práctico para vehículos de motor, automotores.

El sistema Ackerman, es usado para vehículos automóviles. En este método de dirección, las ruedas delanteras están montadas en charnelas que giran sobre un eje, y se usa un sistema articulado para unir las dos charnelas de manera que las ruedas giren juntas alrededor de sus ejes.

### SISTEMA ARTICULADO DE DIRECCION

Un brazo de charnela de dirección está acoplado mediante pernos y chavetas a cada charnela de dirección. A veces se usa un fiador de dos pernos para reducir la localización del esfuerzo. Los brazos de charnela están conectados por una varilla de enlace para unir las charnelas. Una barra de unión está unida a un brazo de charnela para hacer que las charnelas de dirección giren sobre sus ejes. Esta barra de unión está unida al brazo pitman (brazo de mecanismo de dirección), que es operado por el mecanismo de la dirección.

Una de las charnelas de dirección puede tener dos brazos de charnela independiente, uno para la varilla de enlace y otro para la barra de unión. Frecuentemente, un brazo doble-

es usado para proporcionar acoplamiento a estas dos varillas. La barra de unión usualmente se extiende en dirección de los elementos laterales del bastidor, no obstante que puede extenderse de un extremo a otro del chasis.

La barra de unión a veces está unida a un brazo intermedio de charnela que descansa en el bastidor entre las ruedas delanteras. Varillas de enlace se extienden desde el brazo intermedio de charnela a las dos charnelas de la dirección. Esta articulación es ventajosa en la suspensión de brazos paralelos, ya que cada varilla de enlace se moverá con su brazo correspondiente de tal suerte que el movimiento vertical de las ruedas no perturbe la alineación de ruedas o afecte de otra manera la dirección. A veces la barra de unión es eliminada y las varillas de enlace son conectadas directamente al brazo pitman.

#### VARILLA DE ENLACE

La varilla de enlace por lo general está ubicada detrás del eje o la línea central de las ruedas, si bien puede estar ubicada en la parte delantera. Puede tener forma tubular o forma de varilla sólida. La varilla tiene filetes en los extremos y se atornilla al extremo de la varilla de enlace. La longitud de la varilla de enlace puede ser ajustada para mantener las ruedas delanteras debidamente alineadas y puede ser asegurada por el perno de la varilla de enlace y el perno de sujeción.

Debido a la moción relativa que existe entre la varilla de enlace y los brazos de la charnela mediante un pasador. Se proporciona algún tipo de cavidad dentro del extremo de la varilla de enlace para contener el extremo del pasador, que tiene forma de bola u horquilla, y para permitir que haya movi-

miento entre el brazo de charnela y varilla de enlace. Usualmente un engrasador para mantener la articulación esférica de bidamente lubricada. Un guardapolvo cubre el extremo de la varilla de enlace para impedir que el polvo entre en la unión y que haya pérdida de lubricante.

#### BARRA DE UNIÓN O ARRASTRE

La longitud de la barra de unión o arrastre debe ser tal que el brazo pitman esté en posición vertical cuando las ruedas delanteras están enfrente. Entonces se dispone del brazo de palanca mayor para virar las ruedas. La barra de unión -- tiene forma tubular o de varilla, y está provista de muelles para amortiguar sacudidas e impedir que sean transmitidas al mecanismo de dirección.

En un extremo de la varilla de enlace hay una caja para contener el extremo esférico del brazo pitman. En esta caja se insertan cojinetes esféricos, muelles espiralados, asientos de muelle, y un tapón roscado asegurando con la chaveta, para que sujeten la bola del brazo pitman. A veces la ranura a través de la cual se inserta el brazo pitman se extiende a todo lo largo de la caja, y en dicho caso el extremo de la caja tiene una caja roscada. El extremo de la barra de unión - está unido al brazo de la charnela de dirección es usualmente algo similar, si bien puede estar hecho con un extremo de varilla de enlace.

Hay engrasadores para cada unión. Se colocan guarda polvos sobre las articulaciones esféricas para retener el lubricante e impedir que penetre el polvo en la articulación.

## MECANISMOS DE DIRECCION

Un mecanismo de dirección, montado en extremo de la columna de la dirección, hace funcionar el brazo pitman que mueve la articulación de la dirección. Un mecanismo de dirección debe permitir una dirección fácil sin necesidad de muchas revoluciones del volante de dirección para virar las ruedas del vehículo de la posición extrema en un sentido a la posición extrema en el otro. Los mecanismos de dirección proporcionan reducciones de 11 o 12:1 para vehículos ligeros, y hasta 18:1 o más, para camiones pesados. Esto quiere decir que el volante de dirección debe dar  $2\frac{1}{2}$  a  $3\frac{1}{2}$  revoluciones completas (variando el brazo pitman a través de un arco alrededor de 70) para variar la rueda de posición extrema en un sentido a la posición extrema del otro.

Los mecanismos de dirección están contruidos de tal manera que transmitan movimiento muy fácilmente a una dirección para dirigir y prácticamente no transmitan movimiento en la otra dirección para reductor a un mínimo de la transmisión de sacudidas al conductor.

Algunos de los primeros mecanismos de dirección era del tipo de piñón y engranaje cónica sencillos, otros eran del tipo planetario, otros eran engranes parejos. En actualidad el tipo más usado es cierta modificación del principio de sinfín y segmento. El volante de dirección está montado sobre la columna de dirección y la de vueltas en un eje que está dentro de la columna de dirección. Este eje tiene un engranaje sinfín montado en su extremo inferior dentro de la caja del mecanismo de dirección. El engranaje sin fin está sincronizado con el eje del brazo pitman que contiene el brazo pitman. El método de sincronizar el eje de la columna de dirección con el eje del brazo pitman varía considerablemente con los dis-

tintos tipos de mecanismos de dirección.

#### SISTEMA HIDRAULICO DE DIRECCION

El sistema hidráulico de dirección consiste en un cilindro hidráulico, con un pistón engarsada en la parte superior de la caja de mecanismo de dirección, y una válvula de control hidráulico engarzada en la base del mecanismo de dirección.

La porción hidráulica del sistema contiene un depósito de hidráulico de aceite, engarzado a la parte interna de la cubierta posterior del motor y conectado mediante líneas de aceite con una bomba hidráulica en el lado izquierdo del motor e impulsado por la cadena de transmisión del motor. La bomba de aceite conduce el aceite bajo presión a la válvula de control hidráulico. En la bomba hay un tubo de paso para que el aceite pueda ser desviado si no es requerido en la válvula de control. Si el volante de dirección es virado hacia la derecha, o izquierda, el sistema hidráulico entra en funcionamiento automáticamente y es de gran ayuda para el conductor al virar el vehículo. Esto efectuado mediante la conducción del aceite, bajo presión, a través de tuberías desde la válvula de control hasta el cilindro hidráulico donde el aceite acciona el pistón que aplica presión en las palancas del engranaje de la dirección, se equilibra la presión de aceite y el sistema hidráulico queda inactivo, haciendo que el aceite sea desviado otra vez en la bomba.

#### MECANISMO DE DIRECCION DE SIN FIN Y SEGMENTO

En este tipo de mecanismo de dirección el eje del brazo pitman lleva un engranaje que engrana con el sinfín del eje del mecanismo de dirección. Generalmente, sólo se usa un seg

mento de engranaje toda vez que este gira alrededor de un arco de 70 únicamente.

El volante de dirección hace girar el sin fin en el extremo inferior del eje del engranaje de dirección, que hace girar al segmento y al eje del brazo pitman que lleva al brazo pitman. El sin fin está armado entre cojinetes de rodillos ahusados que soportan el empuje y la carga. Hay una tuerca o tapón de ajuste para ajustar el juego del extremo del sin fin. También existe algún medio de ajustar el juego de extremo del eje transversal.

#### MECANISMO DE DIRECCIÓN DE SIN FIN Y RODILLO

El mecanismo de dirección de sin fin y rodillo es muy similar al de sin fin y segmento excepto que un rodillo es extendido por cojinetes de bolas o rodillos dentro del segmento que está montado en el eje del brazo pitman. Estos cojinetes ayudan a disminuir las pérdidas ocasionadas por el rozamiento. A medida que el engranaje sin fin gira bajo control del volante de dirección, el rodillo gira con él, pero obliga al sector y al eje del brazo pitman a girar.

El tornillo sin fin de filetes convergentes, esto es, ahusado desde ambos extremos al centro, permite mejor contacto entre el tornillo sin fin y el rodillo en todas las posiciones. Proporciona una relación variable para permitir dirección más rápida y más eficiente. Relación variable quiere decir que la relación es mayor en una posición que en otra y en consecuencia las ruedas del eje giran más rápidamente en ciertas posiciones que en otras. En el centro o posición de vista al frente, la relación del mecanismo de dirección es alta, dando más ventaja mecánica.

Sin embargo, a medida que las ruedas son retraídas o vueltas a un lado, la relación disminuye de tal suerte que la acción es mucho más rápida. Esta construcción es muy útil para estacionar el vehículo o maniobrar.

#### MECANISMO DE DIRECCION DE LEVA Y PALANCA

En la figura se muestra un mecanismo de dirección de leva y palanca, en el cual el sin fin es conocido como una leva. El eje del brazo pitman lleva una palanca en el extremo interno. Esta palanca lleva un pasador que engrana con la leva. El pasador puede ser parte integral de la palanca o estar montado en cojinetes de rodillos. Los cojinetes de rodillos reduce el rozamiento y facilita la dirección del vehículo. Conforme se hace girar el volante de dirección, el pasador se mueve de arriba a abajo en la leva y lleva la palanca consigo para hacer girar el eje del brazo pitman.

La palanca se mueve más rápidamente a medida que se acerca a cualquiera de los dos extremos de la leva, ya que entonces forma un ángulo mayor con la misma. La mayor acción de palanca ocurre en la posición de línea recta cuando la palanca forma un ángulo recto con la leva. Esto hace más fácil la vuelta inicial de ruedas. Se ve, en consecuencia, que se obtiene una relación variable con la dirección de leva y palanca.

#### CONCEPTO GEOMETRICO DE LA DIRECCION.

A. El extremo delantero del vehículo moderno de motor requiere construcción y ajuste cuidadosos por cada rueda delantera gira por separado sobre el eje de una charnela de dirección. Debido a esta construcción, las ruedas delanteras, - - cuando un vehículo está dando una vuelta, no está en la misma



*línea de radio, trazada desde el centro de rotación.*

Como cada rueda debe formar ángulo recto con su línea de radio, es necesario que las ruedas delanteras asuman una posición divergente al tomar las curvas. Si no lo hacen, los neumáticos patinan, lo cual causa un desgaste excesivo de los neumáticos.

B. En los diagramas del centro y debajo de la figura se ilustra la manera en que las ruedas pueden adoptar una posición divergente al tomar las curvas. En el diagrama del centro, los brazos de dirección aparecen como paralelo entre sí. Con esta disposición, no se podría adoptar una posición divergente al tomar las curvas, ya que los brazos de dirección viajarán sobre segmentos de arco correspondiente como se muestra y los husillos de rueda tendrán, en consecuencia, un número igual de revoluciones. Sin embargo, si los brazos de charnela están inclinados en forma convergente como se muestra en el diagrama, los brazos de dirección no viajarán sobre segmentos de arco correspondientes y los dos husillos tendrán un número diferente de revoluciones.

La rueda de adentro giraría más que la rueda de fuera de manera que viajará en un radio más pequeño. Esta diferencia en las relaciones de revolución de las dos ruedas es denominada como divergencia. Usualmente se especifica como el número de grados sobre 20 que la rueda de adentro gira cuando la rueda de afuera gira 20, por ejemplo, es de 3 en el diagrama superior.

C. El análisis de esta articulación mostrará que a pesar de que las ruedas tienen un número diferente de revoluciones, no tienen un centro de rotación exactamente común. Todos los dispositivos de dirección son necesariamente aproximaciones -

estrechas a la condición ideal. Tratan de poner el centro de rotación de ambas ruedas cerca al centro de rotación del vehículo en todas las condiciones de revolución. La cantidad - - exacta de inclinación convergente de los brazos de la charnela de dirección es cuidadosamente estudiada en cualquier modo en particular.

#### ANGULO DE INCLINACION DEL PIVOTE

A. El ángulo de inclinación del pivote es el ángulo, medido en grados, al cual los pivotes de la charnela de dirección están inclinados hacia adelante o hacia atrás con respecto a la vertical cuando son observados desde un lado.

En ángulo de inclinación de un pivote tiende a mantener - las ruedas delanteras mirando hacia el frente, haciendo fácil el retorno de las ruedas a una posición de frente después de haber dado una vuelta. El principio es exactamente el mismo que usa para inclinar la horquilla delantera de una bicicleta, lo cual hace posible conducir la bicicleta sin sujetar -- los manubrios. Parte del esfuerzo aplicado para desviar de - la posición de vista al frente las ruedas, cuyos pivotes están inclinados, eleva ligeramente el extremo delantero del vehículo. En consecuencia, cuando se suelta el mecanismo de dirección, el peso del vehículo empuja la parte delantera hacia abajo y endereza las ruedas. El ángulo de inclinación del pivote se denomina como positivo para la inclinación hacia - - atrás y negativo para la inclinación hacia adelante de los pivotes de la charnela de dirección.

D. En la suposición de eje, puede inclinarse el pivote - insertando una cuna delgado a plancha de calza entre el eje y el muelle. El eje puede estar hecho de manera que las mensulas para los pivotes de la charnela de dirección están incli-

nadas con relación a la vertical. En la suspensión de brazos paralelos, los pivotes de las charnelas de dirección en los brazos de control de manera que esta sea inclinada la cantidad deseada.

Si se extiende el eje del pivote de la charnela de dirección, este debe hacer contacto con el suelo arriba o detrás - del punto donde el neumático roza con el suelo. El ángulo de inclinación del pivote varía de 0.5 a 3 en vehículos modernos.

#### ANGULO DE INCLINACION DE LA RUEDA

El ángulo de inclinación de la rueda es el ángulo que hace la rueda con la vertical cuando está en la posición de vista al frente.

Las ruedas inclinadas están más juntas en la base que en la parte superior. Desde hace muchos años, se ha usado un ángulo de inclinación de 3. Para el manejo sobre caminos abovdados, este ángulo de inclinación de la rueda permitió mejor contacto de rodadura poniendo la rueda en posición perpendicular con el camino, y facilitó la dirección. En años recientes, el uso de caminos planos y neumáticos de baja presión ha llevado a una disminución en el ángulo de inclinación de la rueda. Si el vehículo fuese corrido en un camino plano no tuviere juego en vacío en los cojinetes, un ángulo de inclinación de los neumáticos igual a cero sería ideal; pero no es práctico construir ejes delanteros con un ángulo de inclinación de ruedas igual a cero debido a la acumulación posible de juego en el cojinete y a la flexión ligera del eje bajo el peso del vehículo.

Por consiguiente, en la actualidad se recomienda un ángulo de inclinación de rueda de 1 aproximadamente. Un ángulo -

excesivo de inclinación de las ruedas ocasiona un resbalamiento continuo del neumático en la carretera porque cada rueda trata de seguir una senda que sigue el vehículo. Esto es debido al hecho que una rueda tiende a rodar como un cono porque su eje es horizontal.

#### ANGULO DE AVANCE DEL PIVOTE O PERNO MAESTRO

El ángulo de avance del pivote o perno maestro es la cantidad de grados que los pivotes de la charnela de dirección son inclinados en sentido lateral, hacia el centro del vehículo. El ángulo de avance de los pivotes de la charnela de dirección tiende a mantener los husillos de las ruedas mirando hacia afuera en línea con el eje, de la misma manera que el ángulo de inclinación de los pivotes tiende a mantener las ruedas de un vehículo mirando hacia el frente. El efecto es el mismo y también dará por resultado una dirección más fácil.

La colocación del pivote de la charnela de dirección en ángulo hace que el eje de pivote se encuentre con el suelo cerca al centro de contacto del neumático. La rueda, en consecuencia, tiene un radio de revolución reducido de manera que pueda girar con facilidad y rodara en un arco muy pequeño sobre el suelo. Mucha inclinación hace difícil estacionar un vehículo porque, si la intersección del eje del pivote con el suelo cae en el centro de contacto de neumático con el suelo el neumático resbala en vez de rodar cuando la rueda gira en un vehículo parado. El ángulo de avance de los pivotes usualmente es de 3 a 7.

Debe hacerse una distinción cuidadosa entre el ángulo de inclinación de la rueda y el ángulo de avance del pivote. Existe entre los dos una estrecha relación de interdependen-

cia. Las ruedas que tienen un ángulo igualmente grande de -- avance del pivote y las que tienen un ángulo de inclinación -- pequeño de avance del pivote. El ángulo de avance del pivote permite que los frenos de la rueda delantera sean aplicados -- con poco efecto en la dirección.

## CONVERGENCIA

Convergencia es la cantidad de pulgadas que las ruedas es -- tán desviadas hacia adentro; esto es, que la distancia entre -- las ruedas delanteras es menor en la parte interior que en la posterior.

La convergencia de las ruedas y el ángulo de inclinación -- de la misma están decididamente relacionados y dependen del -- arqueado del camino. En camino plano, la experiencia indica -- que una condición conveniente es que el ángulo de inclinación -- de las ruedas sea igual a 0. Sin embargo, tal condición es -- difícil de mantener.

La convergencia equilibra el efecto que ejerce el ángulo -- de inclinación de las ruedas sobre los neumáticos. Una rueda -- inclinada no está en línea vertical con un camino plano, y el -- eje de la rueda, si es prolongado, se interceptará con el ca -- mino en algún punto al lado del vehículo. La tendencia natu -- ral de la rueda es a girar como un cono alrededor de este pun -- to. Si el movimiento del vehículo obliga a ambas ruedas de -- lanteras a seguir una ruta recta, los neumáticos tienen la -- tendencia continua a separarse entre sí. Las ruedas conver -- gentes tienden a encontrarse y neutralizar esta condición. Re -- lacionando debidamente el ángulo de las ruedas y la convergen -- cia, se reduce a un mínimo el desgaste de los neumáticos, el -- movimiento de la rueda es equilibrado entre dos tendencias -- opuestas, y se reduce la tracción en el mecanismo de la direc --

*ción. La cantidad de convergencia es ajustable cambiando la longitud de la varilla de unión.*

## MOTOR ELECTRICO

El motor eléctrico ha ejercido un enorme impacto tanto en la industria como en el hogar, al proporcionar energía a máquinas tan diversas como las de un tren de laminación de acero, una batidora, una máquina herramienta o afeitadora.

Su penetración en la industria se vio limitada al principio por la falta de modelos adecuados y fiables, pero al iniciarse el siglo XX, resultó evidente que los motores eléctricos podían resultar económicos. Anteriormente, la maquinaria-fábrica se accionaba por largas correas movidas por poleas que obtenían su energía de una máquina de vapor. Se trataba de un sistema menos flexible que la simple conexión de cada máquina o red eléctrica. La energía eléctrica es limpia, instantáneamente disponible y fácilmente controlable, los motores eléctricos se impusieron rápidamente en la industria. Se emplean para accionar toda clase de maquinaria: tornos, fresadoras, esmeriladoras, prensas, taladros y laminadoras, así como grúas, correas, transportadoras y hasta la propia cadena de producción.

El motor eléctrico también encontró muchas aplicaciones en el automóvil. En 1896 se empleó como arranque automático en el automóvil inglés de ARNOLD SOCIABLE, y en un vehículo de serie de la compañía belga Deschamps en 1902. Los primeros limpia parabrisas eléctricos se fabricaron en los Estados Unidos en 1923. Los coches impulsados por motores eléctricos habían aparecido ya en las carreteras en 1895, pero la dificultad de almacenar suficiente energía en las baterías siendo hasta hoy la mayor limitación de los vehículos eléctricos.

Una de las aplicaciones de más éxito ha sido en tranvías y trenes eléctricos. El ingeniero alemán Werner Von Siemens mostró el primer ferrocarril eléctrico al mundo, que fun-

cionó en una vía de 28 m. de longitud, en la feria de muestras de Berlín de 1879.

Los tranvías se desarrollaron con más rapidez en los E.E.U.U. donde en 1897, el 88% de tranvías de caballos habían adoptado la tracción eléctrica. La primera línea eléctrica de ferrocarril también se instaló en los E.E.U.U. por la compañía Baltimore and Ohio Railroad, en 1894.

### 1835 PRIMER MOTOR ELECTRICO

En 1821, el científico inglés Michael Faraday demostró por primera vez que la electricidad podía convertirse en movimiento rotatorio. Pero su invento era poco más que un juguete. El primer motor eléctrico que demostraría los principios en que se basaron todos los demás modelos fue construido en 1835 por Thomas Davenport, un herrero estadounidense.

Davenport había utilizado un electroimán -bobina de alambre por la que fluía corriente eléctrica- para producir un fuerte campo magnético. Al igual que el imán ordinario (permanente), el electroimán tiene polo norte y polo sur; pero a diferencia de los imanes permanentes, para cambiar la posición de los polos de un electroimán basta con invertir la polaridad. Si la pequeña aguja de una brújula estuviera montada en estos polos, oscilarían primero para apuntar en una dirección y cuando se invirtiera la corriente girarla en dirección opuesta.

El motor de Davenport fue un éxito. Lo utilizó para perforar acero y en 1839 aumentó su tamaño y potencia para accionar una máquina impresora con la que publicó la revista de electricidad de los Estados Unidos, pero a pesar de sus éxitos, el motor de Davenport nunca logró impacto comercial, con-



la batería, como única fuente de energía eléctrica el funcionamiento de motores como el de Davenport resulta sumamente oneroso.

El motor eléctrico no pudo difundirse ampliamente hasta la invención de la primera DINAMO ELECTRICA para generar corriente, que se produjo en 1873 por obra del belga Zenobe Theophile Gramme.

La dinamo convierte la energía rotativa -proporcionada por ruedas hidráulicas o vapor- en corriente eléctrica. El motor eléctrico actúa a la inversa: convierte la energía eléctrica en energía rotativa, por tanto el diseño del motor y el dinamo son semejantes.

El motor Gramme utilizaba dos electroimanes: uno lo formaba una bobina colocada sobre un eje que recibía la corriente mediante dos contactos montados en dicho eje, y que giraba entre los polos de otra bobina fija. Cuando se aplica corriente en ambas bobinas se comportan como imanes y la interior, o rotor, mediante alambre de cobre o escobillas metálicas que rozan contra un anillo de cobre montado en el eje. Los segmentos del anillo, o delgas, van aislados entre sí. Al girar el motor las escobillas -que actualmente se fabrican en carbón- hacen contacto, primero con un segmento del anillo y luego con el siguiente, con lo que invierten la corriente de cada una de las bobinas, precisamente lo que se necesitaba para mantener el continuo movimiento en el motor.

El motor de gramme estaba diseñado para trabajar con corriente continua, que circula siempre en el mismo sentido; pero también puede utilizarse con corriente alterna, que invierte su sentido varias veces por segundo. Puesto que la bobina giratoria y la fija reciben la misma corriente, sus cam-

pos magnéticos se invierten varias veces por segundo. Pero al estar sincronizados la fuerza rotatoria permanece siempre en la misma dirección. Se requieren ligeras modificaciones para que los motores trabajen con corriente alterna, pero su principio sigue siendo el mismo.

Estos motores se denominan universales, porque pueden trabajar con corriente alterna o directa.

#### MOTOR DE INDUCCION

La adopción de la corriente alterna para el suministro de electricidad iniciado en 1882, hizo posible un tipo de motor totalmente distinto, el motor de inducción. Lo inventó en Estados Unidos, en 1885, NICOLA TESLA, y recibió porque aplicaba el fenómeno de la inducción electromagnética, descubierto por Faraday, quien demostró que siempre que un conductor se mueve en el interior de un campo magnético se induce en él una corriente.

En el motor de Tesla, la corriente no llegaba al rotor, sino una serie de bobinas de campo fijas, dentro de las cuales un rotor de campo no magnético podía magnetizarse por la corriente inducida en él. La ventaja de las diversas bobinas fijas es que cada una recibe por turno la corriente alterna. En cada bobina se crea un polo norte algo después que la interior, lo motiva que el polo sur inducido en el rotor magnetizado trate de "perseguir" al veloz polo norte del campo fijo. Esto da lugar a una fuerza motriz mucho mayor que la del primitivo motor de escobillas.

El rotor del motor de inducción no gira a la misma velocidad que el polo norte del campo fijo. Si lo hiciera, no existiría movimiento relativo entre los dos y, según las leyes

de Faraday, no se produciría corriente inducida. El rotor - siempre gira un poco más lentamente; esa es la diferencia que se denomina "defase".

#### MOTOR SINCRONO

El campo magnético rotativo del motor Telsa puede aplicarse a un tipo de motor más sencillo, descrito por primera vez por el ingeniero sueco Ernst Danielson en 1902. Si el rotor no magnético, el motor de inducción se sustituye por un imán o electroimán montado sobre un eje, el campo rotativo - creado por las bobinas de campo provocará el giro del rotor - sin necesidad de corriente inducida. Su construcción es análoga a la del alternador.

Este motor gira exactamente a la misma velocidad que el campo magnético -sin defase- y se denomina motor sincrónico. En relación con su tamaño, produce menos energía que el motor de inducción, pero su velocidad es absolutamente previsible.

#### CARACTERISTICAS DEL PAR ELECTROMAGNETICO DE MOTORES DE CC.

La ecuación fundamental del par, en la que  $T = K\phi I_a$ , proporciona un medio de predecir como variará el par en cada uno de los tres tipos de motores indicados (Fig. 1.1) con la aplicación de la carga (o sea, con la corriente del inducido) se estudiará las características par-carga de cada tipo de motor. Ahora se supone que cada motor ha sido arrancado y acelerado - adecuadamente de manera que su inducido está conectado directamente a la red VI.

#### MOTOR DERIVACION

Durante los periodos de arranque y marcha, la corriente en el circuito de excitación de derivación, como se indica

es esencialmente constante para un ajuste determinado del reos  
tato de campo y en consecuencia el flujo (por el momento) es -  
también esencialmente constante. Al aumentar la carga mecá-  
nica, el motor disminuye ligeramente su velocidad, originando --  
una disminución en la fuerza electromotriz y un aumento en la-  
corriente del inducido. En la ecuación básica del par, por --  
consiguiente si el flujo es esencialmente constante y si la co  
rriente del inducido aumenta directamente con la carga mecáni-  
ca, la ecuación del par para el motor de derivación puede ex-  
presarse con una ecuación perfectamente lineal  $T=K''$  la, indi-  
cada para el motor de derivación.

#### MOTOR SERIE

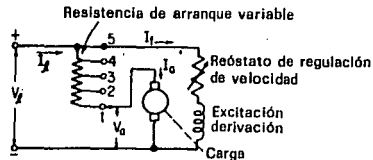
Si las bobinas de la excitación derivación se quitasen  
de la máquina de CC anterior y se substituyesen por todo un de  
vanado de excitación en serie, el mismo motor produciría la --  
curva de par indicada en la figura 1.2 para el motor en serie.  
En un motor serie, las corrientes del inducido y de excitación  
serie son iguales (sin tener en cuenta los efectos de la resis  
tencia en derivación), y el flujo producido por la excitación-  
en serie donde  $\theta$ , es un todo momento proporcional a la corrien  
te del inducido,  $I_a$ . La ecuación básica del par para el fun-  
cionamiento del motor serie se convierte, por consiguiente, en  
 $T=K''I_a^2$ . Hasta que el circuito magnético de la excitación --  
este no saturado (o sea sobre la parte lineal de su magnetiza-  
ción) la relación del motor serie y la corriente de carga es -  
exponencial, como se indica en la figura 1.2. Debe notarse --  
que el par del motor serie a cargas muy pequeñas (valores redu  
cidos de  $I_a$ ) es menor que el motor derivación debido a que de-  
sarrolla menos flujo. Sin embargo, para la misma corriente de  
inducido a plena carga, su par es mayor, como se pone de relie  
ve comparando las dos ecuaciones, respectivamente indicadas.

## MOTORES COMPOUND

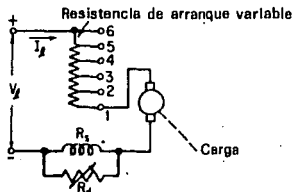
Cuando en los polos de la misma máquina de CC utilizada anteriormente se instala un devanado de excitación derivación y otro en serie, la excitación en serie puede ser compuesta aditiva o diferencialmente. Sin embargo, independientemente del compoundaje, la corriente en el circuito de excitación en derivación y el flujo de excitación,  $O_f$ , durante el arranque o la marcha es esencialmente constante. La corriente de excitación serie es función de la corriente de carga absorbida por el inducido.

La ecuación básica del par para el funcionamiento del motor compound aditivo es  $T=K (O_f+O_s)I_a$ , en la que el flujo de excitación serie  $O_s$  es función de la corriente del inducido  $I_a$  en vacío y con uno que aumenta con la corriente del inducido, - el motor compound aditivo produce una curva par que siempre es mayor que la del motor derivación para la misma corriente - del inducido como se indica en la figura 1.2.

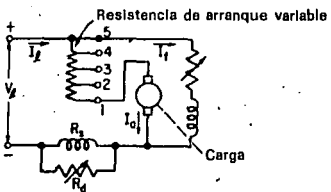
Sin embargo, para el motor compound diferencial, la ecuación anterior del par, puede escribirse  $T=K (O_f-O_s)I_a$ , en la que  $O_s$  es aun función de  $I_a$  y  $O_f$  es probablemente constante. Arrancando con un flujo igual al flujo de excitación en derivación en vacío, cualquier valor de la corriente del inducido producirá una  $F_{mm}$  de excitación en serie que reduce el flujo total en el entrehierro y en consecuencia el par. Por lo tanto, el motor compound diferencial produce una curva de par que es siempre menor que al del motor derivación.



(a) Arrancador de motor derivación (forma esquemática)



(b) Arrancador de motor serie (forma esquemática)



(c) Arrancador de motor compound (forma esquemática).

Conexiones esquemáticas del arrancador para motores

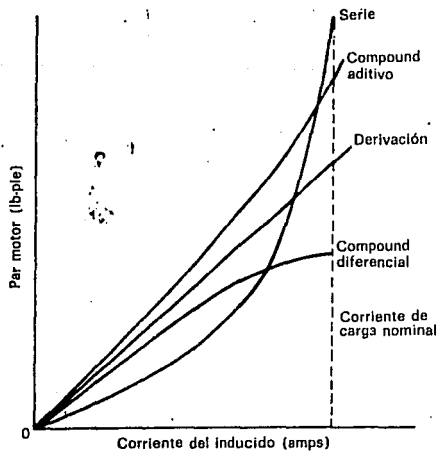


Figura 4-8. Comparación de las características par-carga para una máquina de c.c. determinada..

No Hay Hoja

228

5

Motores a usarse que se encuentran en el mercado nacional, que disponen de servicio y técnicos calificados.

MOTOR - Marca General Electric  
- 2.0 HP  
- 36 VOLTS C.D.  
- 2800 RPM

MOTOR - Marca General Electric  
- 1.5 H.P.  
- 24 VOLTS C.D.  
- 1600 RPM.

MOTOR - Marca General Electric  
- 3.5 H.P.  
- 36 Volts C.D.  
- 2800 RPM.



## C O N C L U S I O N E S

### FACTORES MECANICOS

*Motor* - El Motor a utilizarse es eléctrico. Con las siguientes características. MARCA: General Electric de tipo - compuesto de 3.5 HP. 36 Volts 2263 W, 2800 RPM, 61.1 AMP.

*Transmisión* - Para evitar el desgaste y la pérdida de potencia así como el costo elevado de una transmisión existente, se utilizará un sistema de transmisión por medio de banda-dentada y polea dentada, con tracción trasera.

La Transmisión o Control de Velocidad es por medio de un control electrónico (potenciómetro y que trabaja por medio de pequeños impulsos eléctricos.

*Freno* - Se utilizarán frenos de disco con un control de presión hidráulico en las cuatro ruedas, con el fin de obtener un frenado rápido y seguro. También el freno contará con un sistema electrónico en el pedal. Este control electrónico opera de la siguiente manera cuando el conductor oprime el pedal del freno sin accionar el freno mecánico entra en función el regulador del freno que va cortando gradualmente la corriente del motor, una vez cortada la corriente al motor queda libre convirtiendo la energía mecánica en eléctrica con el fin de cargar las baterías nuevamente.

*Dirección* - La dirección del vehículo es por medio de un mecanismo de sin fin y segmento (totalmente mecánica).

*Suspensión* - La suspensión que se utilizará es de tipo independiente en cada rueda (MC Ferson) para dar una marcha -- suave y segura.

Rodado - R delantero 15"R Trasero 17".

Luces - Se utilizará un sistema de iluminación de marca Boch, 12 V con cristal plano.

Para una mayor optimización de los elementos mecánicos y energético estos estarán controlados por un ordenador que -- llamaremos (CPU) para entender el funcionamiento del CPU se explicará por medio de un concepto modular donde esquemáticamente se entiende la función de cada elemento involucrado.

## GENERADORES

### GENERALIDADES

Al comparar el funcionamiento como generador de la máquina de c.c. con el funcionamiento como motor, el aparato -- 1-20 terminaba con un resumen de las principales diferencias -- entre ellos. Este capítulo estará dirigido a la máquina de c. c. y, por consiguiente trata principalmente de las relaciones de tensión en la máquina de c.c. ya que un generador es una -- fuente de tensión. El resumen del apartado 1-20 estableció para el funcionamiento como generador:

1. El par electromagnético (desarrollado en el conductor por el que circula corriente) se opone a la rotación del motor primario (ley de Lenz).
2. La tensión generada (inducida en el inducido) es la que -- origina corriente de inducido.
3. La tensión generada,  $E_g = V_a + I_a R_a$

La constitución general de la máquina de c.c. se describía en el aparato 2-2 y se indicó en la figura 2-1. Para la finalidad de conmutación, se vio que el inducido que contiene los conductores por los que circula corriente en los que se inducían tensiones, debe necesariamente girar para llevar a cabo las funciones descritas en el aparato 2-2. En el apartado 2-9 se describió una discusión del estator que comprendía el campo magnético de c.c. y algunas de las consideraciones de su proyecto. En los aparatos 2-10, 2-11 y 2-12 se describieron algunas de las consideraciones de proyecto referentes al inducido de la máquina de c.c.

La tensión generada en el inducido,  $E_g$ , de la ecuación (1-10) para la fem total media inducida entre escobillas se establece como en la que  $a$ , el número de ramas en el inducido, según la naturaleza del devanado, está determinada por estas ecuaciones:

Para el devanado imbricado,  $a = mP$

Para un devanado ondulado,  $a = 2m$

$$E_g = \frac{0.75 Z \Phi n}{60} \times 10^{-8} \text{ V}$$

#### TIPOS DE GENERADOR DE C.C.

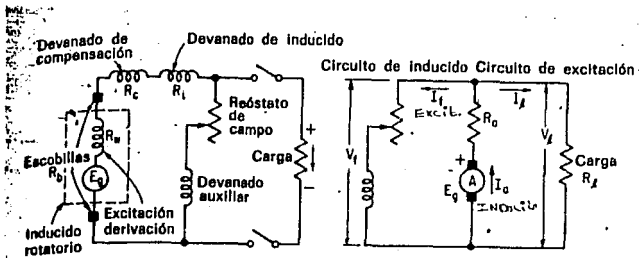
Los tres tipos de generadores básicos que se utilizan la constitución de la máquina de cc son los generadores shunt, serie y compound.

Las diferencias entre estos tres tipos derivan de la forma en que se produce la excitación en los devanados de cc del campo del estator. La finalidad del generador es producir una tensión de cc por la conversión de energía mecánica eléctrica y una parte de esta tensión de cc se utiliza para excitar el devanado del campo magnético fijo.

#### DIAGRAMA ESQUEMATICO Y CIRCUITO EQUIVALENTE DE UN GENERADOR SHUNT.

Cuando la excitación se produce por medio de un devanado de excitación conectado a la plena tensión de la línea producida entre las escobillas del inducido, la máquina de cc se denomina generador shunt. En la figura 1 puede verse el diagrama esquemático del circuito completo del generador shunt.

El inducido del rotor está representado encerrado en un rectángulo de línea punteada consistiendo en: Una fuente de fem,  $E_g$ , generada de acuerdo con la ecuación anterior; una resistencia  $R_b$ , de las escobillas de carbón y la resistencia de contacto de la escobilla con el inducido móvil. El circuito del inducido completo contra el inducido y dos devanados opcionales, el devanado de compensación,  $R_c$ , y el devanado auxiliar,  $R_i$ , situado en el estator. Por lo tanto, la parte del circuito del inducido que gira se muestra encerrado en el rectángulo y la parte del circuito del inducido que está fija sobre el estator se encuentra fuera del rectángulo.



(a) Diagrama del circuito esquemático completo de un generador derivación.

(b) Circuito equivalente de un generador derivación.

Para mayor simplicidad, todas las resistencias en serie en el circuito del inducido pueden sumarse y representarse conjuntamente con una resistencia,  $R_a$ , denominada resistencia del circuito del inducido. En el circuito equivalente de un generador shunt figura 1, el circuito del inducido consta de una fuente de fem,  $E_g$ , y una resistencia del circuito del inducido,  $R_a$ , designada a partir de ahora, simplemente como resistencia del inducido.

El circuito de excitación de un generador shunt está en paralelo con el circuito del inducido, y como se indica en

la figura 1 consta del devanado de excitación en shunt arrollado entre los polos de excitación fijos y el reostato de campo.

Notese que el generador shunt, cuando está cargado, se compone de tres circuitos en paralelo: el circuito del inducido, el circuito de excitación, el circuito de carga, ya que la fuente básica de femy de intensidad es el inducido, el circuito equivalente proporciona las siguientes relaciones de corriente:

$$I_a = I_f + I_l$$

en que la corriente  $I_a$  es la corriente del inducido que tiene el mismo sentido que la tensión generada  $E_g$ ,  $I_f$  es la corriente de excitación ( $V_f/R_f$ ) en el circuito de excitación e  $I_l$  es la corriente de carga,  $V_l/R_l$ .

Por definición, al estar en paralelo, existe la misma tensión en los circuitos del inducido, excitación y carga, respectivamente, o

$$V_a = V_f = V_l$$

En la que  $V_a$  es la tensión en bornes del inducido, o sea

$$V_a - E_g = I_a R_a$$

y en la que  $V_l$  es la tensión en bornes del circuito de excitación y  $V_l$  es la tensión aplicada a la carga.

#### DIAGRAMA ESQUEMATICO Y CIRCUITO EQUIVALENTE DE UN GENERADOR SERIE.

Cuando la excitación se produce mediante un devanado -

de excitación conectado en serie con el inducido de tal manera que el flujo producido por el devanado de excitación conectado en serie es función de la corriente del inducido a la carga la máquina de cc se denomina generador serie.

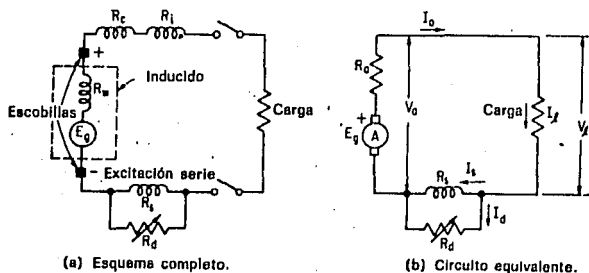


Figura 3-2. Generador serie; circuito esquemático y circuito equivalente.

El diagrama esquemático completo de un generador serie aparece en la figura 2. La excitación serie actúa únicamente cuando se conecta una carga para completar el circuito, ya que por este devanado tiene que circular la corriente completa o nominal del inducido, se construye con pocas espiras de hilo de gran sección como en el caso anterior, el devanado de compensación  $R_c$  situado bajo los polos de excitación y el devanado auxiliar  $R_1$ , se incluye en serie con el devanado del inducido  $R_w$ , del inducido móvil que produce una fem generada,  $E_g$ , de acuerdo con la ecuación, el circuito equivalente bajo carga de un generador serie aparece en la figura 2. Notese que la corriente en el devanado de excitación serie,  $I_a$ , se controla mediante una resistencia de variable derivación,  $R_d$ , que sirve para proporcionar una cierta regulación de la excitación de campo en serie de un modo muy similar al reostato de un generador shunt. Debe notarse que, a diferencia del generador shunt, cuya excitación es virtualmente (a efectos de comparación) independiente de la carga, la excitación serie depende principalmente de la magnitud de la resistencia de la carga. Por lo --

de excitación conectado en serie con el inducido de tal manera que el flujo producido por el devanado de excitación conectado en serie es función de la corriente del inducido a la carga la máquina de cc se denomina generador serie.

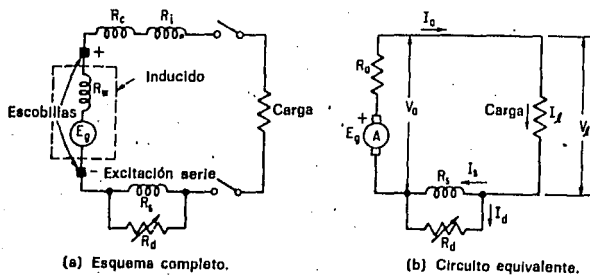


Figura 3-2. Generador serie; circuito esquemático y circuito equivalente.

El diagrama esquemático completo de un generador serie aparece en la figura 2. La excitación serie actúa únicamente cuando se conecta una carga para completar el circuito, ya que por este devanado tiene que circular la corriente completa o nominal del inducido, se construye con pocas espiras de hilo de gran sección como en el caso anterior, el devanado de compensación  $R_c$  situado bajo los polos de excitación y el devanado auxiliar  $R_1$ , se incluye en serie con el devanado del inducido  $R_w$ , del inducido móvil que produce una fem generada,  $E_g$ , de acuerdo con la ecuación, el circuito equivalente bajo carga de un generador serie aparece en la figura 2. Notese que la corriente en el devanado de excitación serie,  $I_a$ , se controla mediante una resistencia de variable derivación,  $R_d$ , que sirve para proporcionar una cierta regulación de la excitación de campo en serie de un modo muy similar al reostato de un generador shunt. Debe notarse que, a diferencia del generador shunt, cuya excitación es virtualmente (a efectos de comparación) independiente de la carga, la excitación serie depende principalmente de la magnitud de la resistencia de la carga. Por lo --



tanto, la resistencia variable en derivación tan sólo sirve para proporcionar una pequeña regulación suplementaria de la excitación en serie de un generador serie.

Las relaciones de corriente de un generador serie son:

$$I_a = I_l = I_s + I_d$$

Las relaciones de tensión de un generador serie, como se indica en el circuito equivalente de la figura 2, puede resumirse como:

$$V_a = V_l + I_s R_s$$

en la que  $V_a$  es la corriente en bornes del inducido,  $E_g - I_a R_a$ ,  $V_l$  es la tensión en bornes de la carga a  $I_s R_s$  es la caída de tensión del devanado de excitación en serie.

#### DIAGRAMA ESQUEMATICO Y CIRCUITO EQUIVALENTE DE UN GENERADO COMPOUND.

Cuando la excitación se consigue mediante una combinación de los dos tipos de devanado descritos anteriormente, a saber 1 un devanado de excitación serie recorrido por la corriente del inducido o de línea, y 2 un devanado de excitación shunt al que se le aplica la tensión en bornes del inducido, la máquina de cc se denomina generador compound. En la figura 3 puede verse el diagrama esquemático completo de un generador compound. Notese que la estructura fija de la excitación está representada por consistente en un devanado de excitación serie arrollado sobre el devanado de excitación shunt (con la finalidad de obtener una mejor disipación del calor), además del devanado de compensación situado en la cara polar de los polos principales de excitación. Como en las figuras anteriores, el

circuito ha sido simplificado con el fin de producir dos posibles circuitos equivalentes: Una conexión en derivación larga y una conexión en derivación corta. La figura 3 muestra la conexión una derivación larga de un generador compound y en ella el circuito de excitación shunt está en paralelo con el circuito del inducido, y el circuito de excitación serie está en serie con la carga.

Las relaciones de corriente de la conexión en derivación larga de un generador compound de cc son

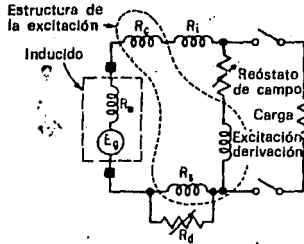
$$I_a = I_f + I_1 = I_s + I_d$$

Las relaciones de corriente de la conexión en derivación corta de un generador compound de cc son:

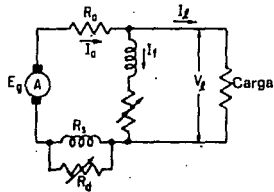
$$I_a = I_f + I_1$$

$$I_1 = I_s + I_d$$

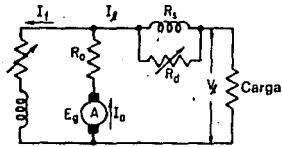
A partir de las ecuaciones puede observarse que la diferencia esencial entre las conexiones en derivación larga y en derivación corta es la de que la conexión en derivación larga la corriente del inducido alimenta la excitación en serie, en tanto que la excitación en derivación corta la corriente -- carga, alimenta la excitación en serie.



(a) Esquema completo de la conexión en derivación larga.



(b) Circuito equivalente del generador compound en derivación larga.



(c) Circuito equivalente del generador compound en derivación corta.

	Modelo	Salida AC (VA)				Salida DC	Tipo motor	Cilindrada (cc)	Capacidad depósito combustible (litros)	Arranque eléctrico	Operación continua (horas)		Nivel de ruido (dB-A/7m)		Peso en seco (kg)	Dimensiones (mm)		
		50Hz		60Hz							50Hz	60Hz	50Hz	60Hz				
		máx.	nominal	máx.	nominal											Ls	An	Al
Handy	EG650	—	—	650	550	—	G100	83	1,3	—	—	2,2	—	67,0	19,0	350	300	350
	EM650	550	450	650	550	12V-100W	GE100	76	2,8	—	6,5	5,2	54,0	56,0	22,0	410	270	375
	EX650	550	450	650	550	12V-100W	GE100	76	2,0	—	4,7	3,8	52,0	54,0	23,0	430	270	375
	EX800	700	600	800	700	12V-100W	GT01	98	3,1	—	5,5	4,5	60,5	63,5	25,0	430	285	390
EG "X"	EG1400X	—	—	1400	1200	—	GX110 OHV	107	2,7	—	—	3,5	—	67,0	29,5	495	365	370
	EG2200X	—	—	2200	2000	—	GX140 OHV	144	3,7	—	—	3,0	—	69,0	35,0	495	380	385
	EG3500X	—	—	3500	3000	—	GX240 OHV	242	6,0	—	—	3,2	—	73,0	53,5	655	460	460
	EG5000X	—	—	5000	4500	—	GX340 OHV	337	7,0	—	—	2,6	—	78,0	66,5	655	480	485
EM "X"	EM1400X	—	—	1400	1200	12V-100W	GX110 OHV	107	11,0	—	—	14,0	—	66,0	37,5	505	420	420
	EM2200X	—	—	2200	2000	12V-100W	GX140 OHV	144	11,0	—	—	9,0	—	68,0	44,0	505	420	420
	EM3500X	—	—	3500	3000	12V-100W	GX240 OHV	242	17,0	—	—	8,7	—	69,0	62,0	605	495	485
	EM5000X	—	—	5000	4500	12V-100W	GX340 OHV	337	17,0	—	—	5,6	—	72,0	78,0	655	510	490
EM "SX"	EM3500SX	—	—	3500	3000	12V-100W	GX240 OHV	242	17,0	○	—	8,7	—	69,0	65,0	605	495	485
	EM5000SX	—	—	5000	4500	12V-100W	GX340 OHV	337	17,0	○	—	5,6	—	72,0	80,0	655	510	490
EB "X"	EB1400X	—	—	1400	1200	—	GX110 OHV	107	11,0	—	—	14,0	—	66,0	37,0	505	420	420
	EB2200X	—	—	2200	2000	—	GX140 OHV	144	11,0	—	—	9,0	—	68,0	43,0	505	420	420
Enfriado por agua	EX5500	—	—	5500	5000	—	GX360 OHC	359	16,5	○	—	5,5	—	65,0	175 <sup>1</sup>	965 <sup>1</sup>	590 <sup>1</sup>	730 <sup>1</sup>
	ES6500	—	—	6500	6000	—	GX360 OHC	359	16,5	○	—	4,7	—	74,5	129 <sup>2</sup>	1150 <sup>2</sup>	710 <sup>2</sup>	680 <sup>2</sup>
EW	EW171	—	—	4000	4000	Max. 170A Rated 130A	GX340 OHV	337	17,0	—	—	AC 6.0 DC 7.5	—	AC 72.0 DC 74.0	92,0	675	510	490

Los primeros experimentos eléctricos se realizaron con electricidad estática generada al frotar una superficie contra otra. La invención de la batería en el año de 1800 por el italiano Alessandro Volta abrió las perspectivas más amplias a la electricidad.

Volta comprobó que al sumergir placas de dos metales - distintos en una solución ácida, alcalina o salada, se producía una corriente eléctrica en el cable que las conectaba. En tonces dispuso una serie de láminas de cinc y plata una encima de otra por pares, cada uno separado por un paño o papel empapado en agua salada.

Esta (pila voltica) acumulaba la producción conjunta - de los elementos para conseguir un voltaje o tensión mayor.

Pero también existían inconvenientes: las económicas - placas de cinc acababan por disolverse, incluso cuando no se - utilizaba la batería, y el voltaje disminuía a medida que las - placas se obstruían con burbujas de hidrógeno producidas por - la reacción química. El Ingeniero francés Georges Leclanche - logró en 1866 una importancia mejor al utilizar placas o electrodos de carbón y cinc inmersos en una solución de cloruro de amonio, e introduciendo bioxido de manganeso para absorber el hidrógeno. Esta es la base de la batería seca actual.

Hacia 1860, R.G.L. Plante consiguió otro importante -- avance. La pila vóltica y la de laclanche convertirían la - - energía química en electricidad mediante un proceso irreversible; la pila de plante, sin embargo, podía recargarse cuando - se agotaba conectándola a una toma de electricidad. Consistía en grandes placas de plomo una de las cuales se reviste con -- una capa de bioxido de plomo cuando está cargada-sumergidas en ácido sulfúrico, sistema comúnmente utilizado en la actualidad

en las baterías de los automóviles.

#### BATERIA SECA

La batería seca se obtiene por reacción entre un baso de cinc, el contenido químico y el electrolito, que se mantiene en el papel absorbente.

#### BATERIA DE MERCURIO

Esta batería funciona mediante la interacción de los - electrodos uno de óxido de mercurio y grafito y otro de plomo-cinc y un electrolito constituido por una fuente de solución - alcalina.

#### BATERIA DE PLOMO ACIDO

Este tipo de batería húmeda puede recargarse. Las placas de plomo positivas y negativas están separadas por aislantes de plástico poroso y sumergidas en ácido sulfúrico. El -- ácido reacciona con las placas y produce electricidad.

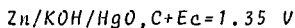
#### BATERIA DE LITIO

Las baterías de litio son muy ligeras, funcionan mediante una reacción entre el compuesto de yodo, el litio y el electrolito: una fina capa de yoduro de litio. Estas baterías se usan en algunos marcapasos cardíacos.

## PILA ALCALINA DE OXIDO DE MERCURIO

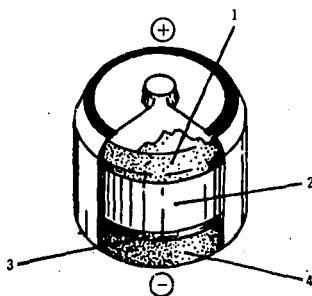
**ESTRUCTURA:** Este tipo de pila, cuyo antecedente probablemente se encuentra en la pila alcalina de Delalande y Chaperon en 1881, fue descrita, primero en 1884 por Clarke y posteriormente por Bronsted en 1915. Sin embargo, desarrollada más tarde por Samuel Ruben, se comercializó (Ruben-Mallory) a principios de la segunda guerra mundial.

Corresponde específicamente, a un sistema electroquímico formado por un anodo de Zn puro, amalgamado, frente a un cátodo de HgO (despolarizante) y carbón, ambos electrodos, inmersos en una solución concentrada de Hidróxido de potasio y saturada de  $K_2ZnO_2$  dando una fuerza electromotriz de 1.35 volts.



En algunos casos se hace una modificación al sistema anterior, utilizando como dos polarizantes, una mezcla de HgO y  $MnO_2$ , con lo cual la  $E_c$  aumenta a 1.4 V.

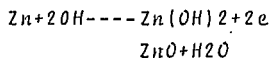
Físicamente; esta celda primaria está construída por un recipiente de acero niquelado que contiene:



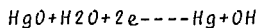
- a) Un anodo conformado por pequeñas esferitas de polvo de Zn-amalgamado con 10% y que al presentarse le dan al electrodo una estructura porosa.
- b) Una esponja celulósica embebida en una solución de KOH al 35-40% y saturada de  $K_2ZnO_2$  (5% de ZnO).
- c) Una membrana permeable a los iones, que impiden la mezcla de materiales sólidos catódicos y anódicos.
- d) Un cátodo de HgO en polvo, mezclado con un poco de grafito.

#### REACCIONES INTERNAS

Al cerrarse el circuito exterior, la acción espontánea del electrolito sobre el Zn, da lugar a la formación del  $Zn(OH)_2$ .



al tiempo que el HgO del cátodo, toma los electrones que se le toman del circuito exterior, reduciéndose el Hg metálico.



recuperándose el electrolito.

#### COMPORTAMIENTO ELECTRICO

Las características del comportamiento eléctrico de este tipo de pilas se puede deducir a los siguientes hechos:

- a) Poseen una fuerza electro motriz de 1.35 a 1.4 V según su-



estructura química.

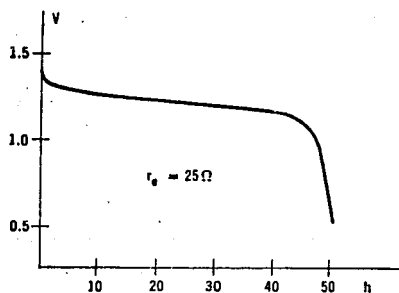
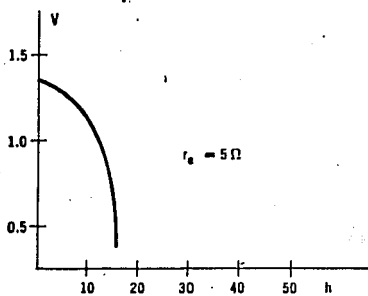
- b) Es notable su estabilidad de su  $E_c$ , sobre todo cuando la resistencia exterior es alta ( $r_e = 25$ ).
- c) Puede soportar cortos circuitos momentáneos sin perjudicarse de manera permanente.
- d) En general tiene una resistencia menor a las pilas de Leclanche.
- e) La polarización, aun a descarga continua, es bastante baja en virtud que el producto de la reducción catódica es Hg, por ende, un material conductor.
- f) Tiene una elevada relación de energía / volumen, en comparación con otras pilas secas.
- g) Soportan cambios de temperatura sin dañarse.

Sin embargo, la curva de descarga, para la resistencia externa muy baja, varía considerablemente. Así por ejemplo, a descarga lenta ( $r_e=25$ ) se obtiene una gráfica como la que se muestra a continuación, entre tanto que,  $r_e= 506$ ) la curva decae rápidamente.

#### CAPACIDAD COULOMBICA

En base a la elevada eficiencia química de este tipo de pila en la que se utiliza hasta el 80-90% de los materiales que la componen, y a su equilibrio termodinámico a circuito abierto, se explica la estabilidad de la capacidad coulombica que la caracteriza (0.2 amp hora /g de despolarizante lo mismo cuando está trabajando o cuando está almacenada, tal como pue-

de observarse en la gráfica respectiva.

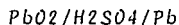


## PILAS SECUNDARIAS

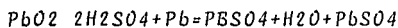
Llamadas también pilas reversibles o acumuladores, son sistemas electroquímicos cuyas reacciones, en principio reversibles, dan lugar a la producción de energía eléctrica, durante su descarga, pero su posibilidad de regenerarse aplicando corriente directa del exterior y en un sentido contrario, de tal manera que se lleve al sistema en cuestión, hacia sus condiciones originales.

No obstante que algunas pilas como Grove se pudieron utilizar como acumuladores, es en realidad la pila secundaria-ácida de Gaston Plante la primera que debe considerarse como un verdadero acumulador, dada la facilidad que presenta para regenerarse.

Los primeros experimentos de Plante se basaron en la electrolisis de una solución de  $H_2SO_4$  utilizando dos placas de plomo. En la placa anódica se formó  $PbO_2$  por el desprendimiento de oxígeno, en tanto que el cátodo se desprendió  $H_2$  sin mayores cambios en la superficie de Pb. En estas condiciones, obtuvo una pila en base al siguiente sistema electroquímico:



Desconectado de la fuente original de corriente, se observó que al cerrar el circuito con el alambre, se calentó este, al tiempo que en las planchas se formaba un polvo blanco: sulfato de plomo. Con el anterior, resultó una reacción reversible del siguiente tipo:

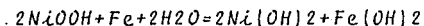


$$E_c = 1.8 \text{ a } 25 \text{ V}$$

pues al aplicar corriente al sistema, pero en sentido contrario, se volvió a recuperar el sistema original, esto es, el  $PbO_2$  y el  $Pb$  de los respectivos electrodos.

Algunos años después, en 1881, Camille Faure hizo una modificación importante al acumulador de Plante, al patentar un procedimiento para el empastado original de las placas, consistente en preparar un electrodo positivo con una pasta de óxido rojo de plomo ( $Pb_3O_4$ ) o minio  $H_2SO_4$ , en estructurar y estructurar la placa negativa con litargirio ( $PbO$ ). En estas circunstancias, en realizar una electrolisis en medio ácido, se formaban los electrodos tal como se requiere para la primera descarga del acumulador, del mismo modo que se hace en actualidad.

Un poco más tarde en 1901, Tomas Alva Edison patentó su primer acumulador alcalino, consistente en el acoplamiento de un electrodo negativo de fierro y un electrodo positivo de óxido de níquel, sumergido en una solución de  $KOH$  al 25%, con lo cual obtuvo una fuerte energía eléctrica en base a la reacción total reversible:



$$E_c = 1.2 \text{ a } 1.5 \text{ Voltz}$$

A partir de entonces, se han desarrollado dos tipos fundamentales de acumuladores: los ácidos y los alcalinos.

#### EL ACUMULADOR PLOMO ACIDO

Este tipo de acumulador, que es uno de los más utilizados actualmente, está basado en el de Plante modificado por Faure, descrito anteriormente y, como aquel, está construido -

por juegos de placas que conforman a los electrodos respectivos y un electrolito ácido, estructurando el sistema:



Ambas placas que constituyen las almas de los electrodos, son rejillas de plomo antimonial (7% Sb) con algo de As y Sn. El antimonio le proporciona dureza a las placas y el estaño le previene la corrosión. Los accesorios, como son las barras colectoras y los postes son de plomo con 3% de Sb.

Ahora bien, la diferencia entre el electrodo positivo y el negativo está en la composición de las pastas que llenan las rejillas correspondientes.

Las placas positivas, que deben contener PbO<sub>2</sub> para la descarga, se llenan originalmente con pasta de la siguiente -- composición:

Minio (Pb304)	74% a 79%
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (d=1.25 g/ml)	25% a 20%
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1%
densidad	3.78g/ml a 4.63 g/ml.

Las placas negativas, que serán de Pb esponjoso, para la descarga, se llenan de una mezcla de:

Litarigio (PbO)	74.2% a 79.2%
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (d = 1.25 g/ml)	25% a 20.0%
MgSO <sub>4</sub> + BaSO <sub>4</sub>	0.8%
densidad	4.26 g/ml a 5.06 g/ml

El BaSO<sub>4</sub> actúa como expansor, es decir, impide que las partículas de Pb metálico obtenido en la placa negativa, duran

te su preparación, se reúnan solidificando la placa. En la -- práctica de la fabricación de acumuladores, se utiliza como ex pansor una mezcla de:

Sulfato de bario . negro humo . lignina

la cual no debe representar mas de 1.5% de la pasta de la placa. Las rejillas, así preparadas, se someten a una electroli- sis en solución de ácido sulfúrico (d=1.25 a 1.28 g/ml) en los que se llevan a cabo los siguientes fenómenos:

Pb304 + O2 ---- 3PbO2      anodo  
PbO + H2 ---- Pb +H2O      catodo

al paso de una corriente, durante 3 o 4 días, cuya intensidad- I, debe ser aproximadamente igual a

$I=0.1C$

donde C es al valor numérico de la capacidad coulombica del -- acumulador, en amp-hora. Al cabo de este tiempo, las placas - están listas para conformar el acumulador, al introducirse con venientemente en la solución de H2SO4 (d = 1.25 g/ml) en base- al sistema:

-Pb/H2SO4 (d = 1.25 g/ml)/PbO2 +

de tal manera que, cada unidad o celda resulta con una fuerza- electro motriz que puede fluctuar entre los 1.8 y 2.5 volts, - hasta que al adquirir su equilibrio acusa una  $E_c=2$  volts. Por otra parte, cada una de las celdas, aun cuando proporcionen -- una  $E_c=2$  volts nunca están constituidas por una placa positiva y por una negativa solamente, sino que, en relación con su ca- pacidad coulombica, se fabrican con juegos de por lo menos 4 -

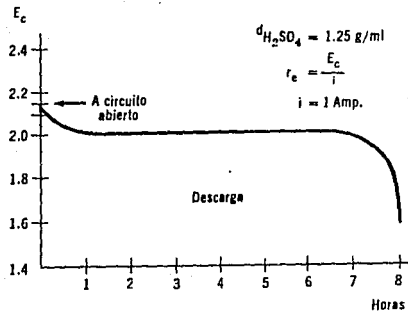
placas positivas y 5 negativas o aun mas si se requieren, separadas entre sí por placas de hule esponjoso o de fibra de vidrio que además controla la distancia entre las placas y, gracias a sus estrias, facilitan la eliminación de cualquier desprendimiento gaseoso.

En estas condiciones, se pueden preparar acumuladores de diferentes voltajes de salida, con sólo acoplar en serie, - el número de celdas que se requieren.

### COMPORTAMIENTO ELECTRICICO

Los acumuladores, en su descarga, que es cuando proporcionan energía útil, actúan de manera similar que las pilas -- primarias, de que las condiciones en las que se realice dicha descarga, definen la forma en que disminuya la energía en -- las celdas. Así pues, si la descarga es energética, la celda de fuerza electromotriz será violenta, en tanto que, si la resistencia externa es alta, la disminución de  $E_c$  será paulatina, manteniéndose además, constante durante mayor tiempo.

En el caso de las pilas reversibles, son especialmente importante las condiciones de uso, en virtud de que cuando la descarga se lleva a cabo de manera drástica (amperajes altos), además que durará poco tiempo, la rapidez con que se produce - el  $PbSO_4$  en las placas y la temperatura a la que se forma, - - obligan al compuesto a microcristalizarse, cayendo con facilidad al fondo de la caja, saliéndose del ciclo electroquímico, - ya que durante el proceso de carga, no es posible que ese polvo de  $PbSO_4$  vuelva a regenerar a su compuesto de origen ( $Pb$  o  $PbO_2$ ), con lo cual implica un rápido deterioro del sistema, y en consecuencia una vida corta para el acumulador.



Con el proceso de carga sucede algo similar. Si por cuestión de tiempo, se regenera un acumulador a un régimen de carga elevado, y sólo se logrará una carga superficial, aun cuando ello sea en un tiempo corto. Cuando por el contrario, la carga se realiza a una intensidad máxima, el tiempo correspondiente será mayor, pero a cambio se obtendrá una carga completa.

Lo que en la práctica se ha encontrado lo más conveniente, para utilizar la carga, dos intensidades diferentes. Durante la primera mitad de la carga.

$$I1 = 0.1c$$

de manera que si  $q$  la capacidad de un acumulador es de menos de 100 Ah,  $I1$ , será de 10A como máximo. Para la segunda mitad de la carga, se usaría una intensidad menor.

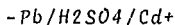
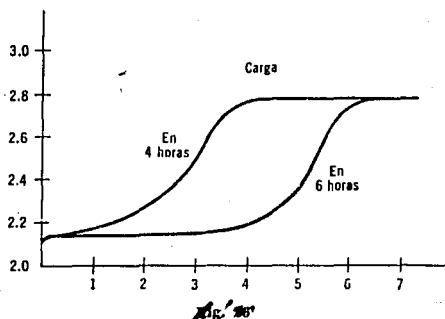
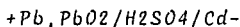
$$I2 = 0.050$$



con lo cual se evita el excesivo calentamiento del acumulador y con ello, el deterioro del mismo.

Hay un procedimiento relativamente simple para determinar, durante la carga misma, el estado de esta, midiendo la diferencia de potencia  $E_c$  que se regenera entre las placas del acumulador y una barra de Cd, en base al potencial que adquiere el Cd en la solución de  $H_2SO_4$  cuando hay flujo electrolítico en este el proceso de carga y descarga.

Los sistemas electroquímicos serán:



Así pues, a plena carga (conectando el acumulador a la fuente de carga).

$$E_c = 2.4 \text{ V}$$

$$E_c = -0.1 \text{ V}$$

A media carga, cargándose (conectado a la fuente)

$$E_c = 2.2 \text{ V}$$

$$E_c = 0.08 \text{ V}$$

En el acumulador descargado (conectado al circuito externo y -descargándose a una intensidad de 5 A).

$$E_c = 1.95 \text{ a } 2.0 \text{ V}$$

$$E_c = 0.25 \text{ V}$$

### CAPACIDAD COULOMBICA

De igual manera que el caso de las pilas primarias, en los acumuladores, la capacidad coulombica es especialmente importante. En general, los acumuladores plomo ácido poseen regimenes de amperaje que oscilan entre los 80 y 100 Ah, para in tensidades de descarga de 10% de capacidad coulombica (8 a 10 A); sin embargo, aquel valor disminuye considerablemente al au mentar la corriente de descarga de modo que cuando la intensidad e de unos 80 A, la capacidad apenas excede los 40 Ah, así- que el tiempo de descarga, en tales conductores, resulta de:

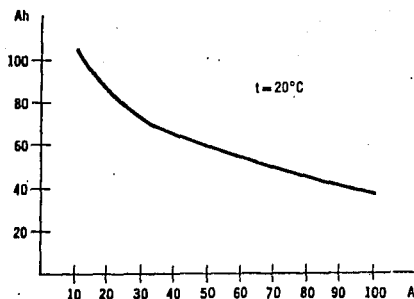
Capacidad - amperes \* hora

$$\text{Horas} = 40 \text{ Ah}$$

$$80 \text{ A} = 0.5 \text{ h}$$

en vez de  $100/80 = 1.25$  horas como podría esperarse si la capaci- dad fuera de 100 Ah.

Ahora bien, además de este importante factor, la capa- cidad de una batería de este tipo, depende también de:



1. La cantidad de materia activa en las placas.
2. La superficie de las placas.
3. El espesor de las placas.
4. Temperatura del acumulador en la carga.
5. Densidad máxima del electrolito.
6. Historia de trabajo del acumulador.

Por otra parte, en condiciones moderadas de intensidad ( $i=0.1C$ ), no debe descargarse un acumulador en más de un 80%, - para asegurar las condiciones óptimas de reversibilidad en la carga, lo que significa que el tiempo deducido de la capacidad y de la intensidad de trabajo, es mayor por lo menos en un 20% que el tiempo real durante el cual conviene descargar una batería secundaria.

#### RESISTENCIA INTERNA

Sin tomar en cuenta el fenómeno de polarización, la resistencia eléctrica de un acumulador depende:

1. El electrolito.
2. Los separadores.
3. Las rejillas con pasta activa.

#### 4. Los colectores y los postes.

y varias, además, en base al estado de carga de la batería, ya que esto modifica la concentración del electrolito y la composición de los electrodos.

## EL ACUMULADOR FIERRO-NIQUEL

Estos acumuladores fueron ideados por Tomas Alva Edison en el año de 1900 y reivindicados a través de sus 20 patentes al respecto, a partir de 1901. Cinco años después, en 1906, seguía perfeccionándolos para ponerlos dos años más tarde en el mercado donde iban a resolver el problema de peso, -- pues la energía suministrada por 20 kg. de un acumulador Fe-Ni apenas pueden darlos 50 Kg. de acumulador Pb-ácido.

### ESTRUCTURA

Ahora bien, técnicamente, los acumuladores Edison están constituidos por juegos de placas de acero que contienen la materia activa, sumergidas en una solución de KOH y todo el conjunto, instalado en una caja de acero.

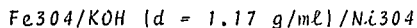
Las placas positivas están formadas por rejillas de acero niquelado en las que se soportan tubos también de acero niquelado que contiene  $Ni(OH)_2$  cuando el acumulador no está cargado.

Las placas negativas, también son marcos de acero, sólo que estos contienen al material activo, en este caso Fe304 depositado a presión en cavidades rectangulares.

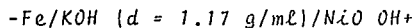
Es muy importante hacer notar que en la relación de composición inicial de la materia activa de las placas negativas, hay opiniones muy diversas, pues en tanto de acuerdo con unas tecnologías debe emplearse Fe304, según es preferible el Fe203 y en opinión de terceros, es mejor utilizar una mezcla de ambos óxidos.

Así estructuradas las placas, se agrupan en conjuntos-

positivos y negativos que contienen de 4 a 15 placas por grupo, según las características que se requieran en el acumulador. En estas condiciones, al introducirse dentro del recipiente de acero niquelado y agregar la solución de KOH, se tiene el sistema.

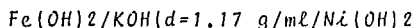


que al cargarse, aplicando corriente, pasa a,



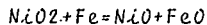
proporcionando una  $E_c = 1.2 \text{ V}$

Este sistema, al descargarse produce en las placas los hidróxidos correspondientes, dando como resultado la estructura.



En general, los acumuladores Fe-Ni, poseen una sola celda, pero como en otros casos, puede formarse baterías; las más comunes, de 10 elementos, para dar 12 volts.

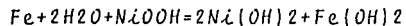
En un principio, la misma compañía Edison consideró la siguiente reacción de la síntesis de lo ocurrido dentro de los acumuladores.



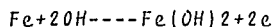
Posteriormente, Kammerhoff tomando en cuenta la hidratación de las placas propuso el siguiente mecanismo general:



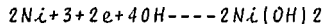
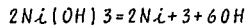
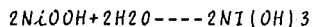
el cual poco difiere de la interpretación actual del fenómeno



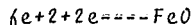
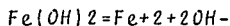
Ahora bien, en las placas, los fenómenos particulares corresponden a los siguientes procesos de óxido-reducción: en el sentido de descarga, el ánodo.



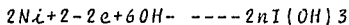
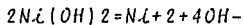
en el cátodo



en el sentido de la carga, en el ánodo original (cátodo durante la carga).

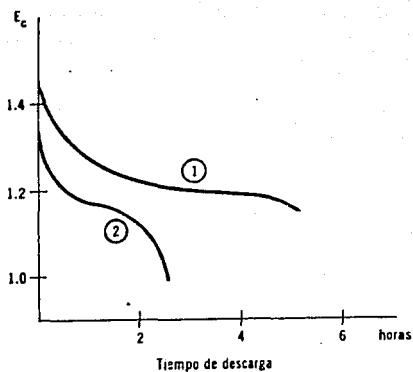


en el cátodo original (ánodo durante la carga)



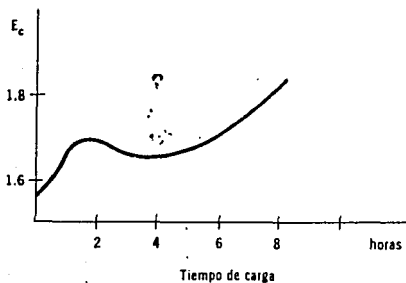
## COMPORTAMIENTO ELECTRICO

Cuando un acumulador Edison se descarga a un régimen moderado ( $i=0.2$  capacidad) el valor medio de la fuerza electromotriz es de  $E_c=1.2$  volts, (curva. 1) y en un tiempo de 5 horas este valor pasa 1.4 V a 1.1 V, aun cuando a la media hora de iniciada la descarga  $E_c=1.3$  y una hora antes de obtener su mínimo valor, tiene una  $E_c=1.15$  V, lo que significa que, en la práctica, durante 3.5 de la 5 de descarga el acumulador tuvo una  $E_c=1.21$  V.



Si por el contrario, el acumulador se somete a una des carga rápida (curva 2) ( $i=0.4C$ ), en primer lugar,  $E_c$  decae -- (en 2.5H) hasta un valor de 1 volt y el valor medio de  $E_c$  es de apenas 1.15V. Además, durante escasamente una hora, man-- tiene el voltaje cercano a 1.15 V.

En el proceso de carga, los fenómenos son un poco dife-- rentes. Para un proceso de carga lenta ( $i=0.2C$ ),  $E_c$  pasa de un valor inicial de 1.58 V a un valor final de 1.81 V.





## CAPACIDAD COULOMBICA

En términos generales, los acumuladores Fe-Ni tienen un régimen de amperaje mayor que el que corresponde a los Pb-ácidos. No obstante que en el caso de los alcalinos hay muy diversos tipos de estos, sus capacidades poseen valores hasta de 600 o más amperes-hora, dependiendo un poco del régimen de descarga y bastante más de la temperatura, sobre todo cuando disminuye por debajo de 0C, pues entonces, decae rápidamente la capacidad real de la batería. El punto de congelación del electrolito es de aproximadamente -20C.

## RESISTENCIA INTERNA.

En el caso de los acumuladores alcalinos Fe-Ni, la resistencia interna también depende de:

- a) El electrolito
- b) Los marcos estructurales con la materia activa
- c) Los colectores y los postes.

y varía, como en los acumuladores Pb-ácido, con las condiciones de carga. En términos generales, cuando una de estas pilas secundarias es totalmente cargada y posee una capacidad de 100 amp-hora a temperaturas ordinarias, su resistencia interna es como de 0.005. A media carga es aproximadamente - 0.0075.

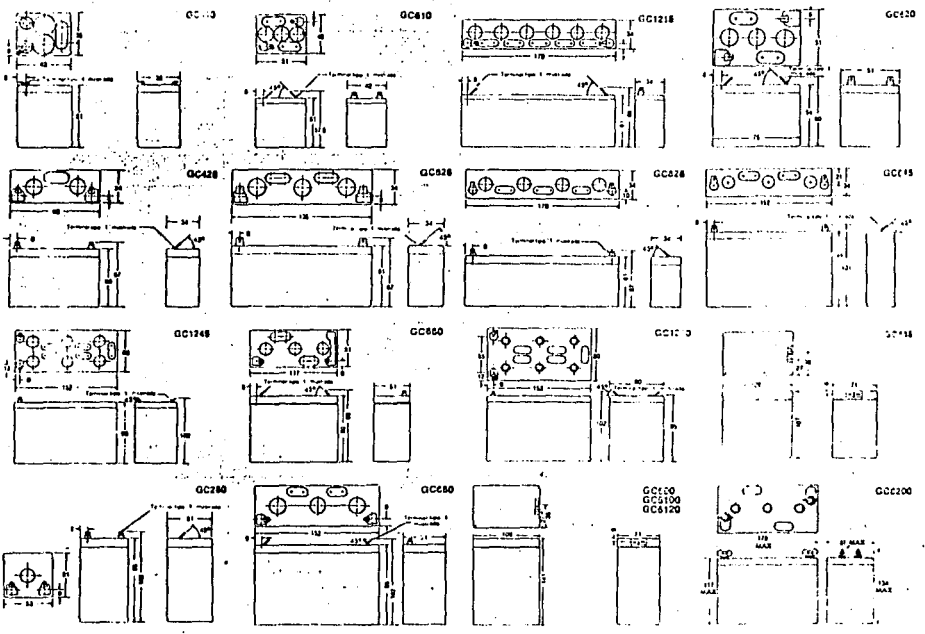
De manera mas amplia, se puede decir que la resistencia ohmica, para celdas con tubos, está dada por:

$$r_i = 0.36 / C_5 \text{ (en } \Omega \text{)}$$

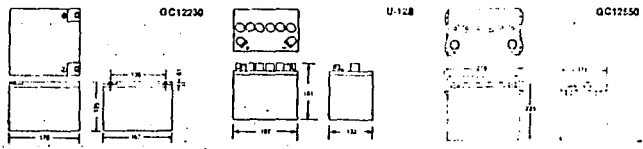
donde  $C_5$  = capacidad para un tiempo de descarga en 5 horas.

Este producto es propiedad exclusiva de GEL S.A. de C.V. No se permite su uso para fines de reproducción o distribución sin el consentimiento escrito de GEL S.A. de C.V. Para aplicaciones industriales o comerciales, consulte a GEL S.A. de C.V. para obtener más información. Este producto es propiedad exclusiva de GEL S.A. de C.V. Para aplicaciones industriales o comerciales, consulte a GEL S.A. de C.V. para obtener más información. Este producto es propiedad exclusiva de GEL S.A. de C.V. Para aplicaciones industriales o comerciales, consulte a GEL S.A. de C.V. para obtener más información.

Código Dicopep	Número de Modelo	Volts	Capacidad Amperes Hora			Peso en gramos	Dimensiones en cm			Tipos de terminales	Peso neto (kg)
			20 hr	5 hr	1 hr		Longo	Ancho	Altura		
296-0015-2	GC410	4	0.9	7.5	0.5	168	42	35	57.5	4	60
296-0032-2	GC410	6	0.9	7.5	0.5	250	51	42	57.5	4	100
296-0025-1	GC1215	4	1.5	12.5	0.3	681	179	34	68	1	150
296-0030-1	GC620	6	1.0	1.5	1.0	454	75	66	60	1	30
296-0035-0	GC178	4	2.6	2.17	1.4	109	90	34	67	1	47
296-0040-0	GC620	6	2.6	2.17	1.4	613	135	34	67	1	70
296-0043-9	GC620	6	2.6	2.17	1.4	613	135	34	67	1	70
296-0050-9	GC620	6	2.6	2.17	1.4	704	179	34	67	1	110
296-0055-8	GC645	6	4.5	3.75	2.5	1044	152	34	67	1	20
296-0060-8	GC1245	12	4.5	3.75	2.5	2042	152	65	67	1	50
296-0010-3	GC120	12	6.0	5.75	3.8	2487	152	90	67	1	80
296-0085-7	GC10	6	6.0	5.0	3.3	1180	117	51	38	1	25
296-0070-7	GC25-7	6	6.5	5.4	3.8	1542	117	71	37	7	27
296-0075-8	GC65	6	6.5	5.4	3.8	1542	109	71	37	7	27
296-0080-4	GC200	6	7.5	6.2	4.1	545	53	51	37	1	6
296-0095-3	GC60	6	7.5	6.2	4.1	407	152	51	37	1	20
296-0035-5	GC690-7	6	9.0	7.5	5.0	1955	109	71	141	7	20
296-0135-8	GC690-6	6	9.0	7.5	5.0	1955	109	71	141	7	20
296-0090-5	GC6100-7	6	10.0	8.3	6.2	2268	109	71	141	7	18
296-0095-4	GC6100-6	6	10.0	8.3	6.2	2268	109	71	141	7	18
296-0100-2	GC6120-7	6	12.0	10.0	8.0	2456	109	71	141	7	15
296-0105-1	GC6120-6	6	12.0	10.0	8.0	2456	109	71	141	7	15
296-0110-1	GC6200	6	20.0	16.5	11.0	3992	178	97	134	5	9
296-0115-1	GC12230-5	12	23.0	19.15	14.0	6618	167	176	125	5	14
296-01-1-0	GC12230-6	12	23.0	19.15	14.0	6618	167	176	125	6	14
296-01-3-0	U128	12	28.0	23.0	9.8	9525	197	132	161	3	10
296-01-13-9	GC1750	12	35.0	28.0	11.0	17090	219	171	221	3	7

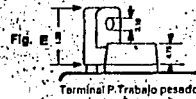
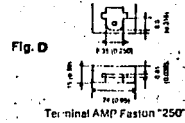
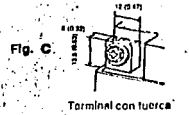
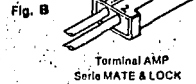
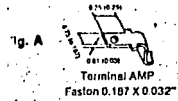


- Tipos de terminales:
- 1.- Tipo zapata (0.47 cm)
  - 2.- Borne soldable
  - 3.- Terminal tipo "L"
  - 4.- Terminal tipo coraja
  - 5.- Borne alornillable
  - 6.- Tipo zapata (0.5 cm)
  - 7.- Tipo zapata vertical polarizado
  - 8.- Tipo zapata horizontal polarizado



## BATERIAS RECARGABLES

Las baterías de níquel-cadmio no requieren agregar electrolítico, ni manejo especial hasta 1000 ciclos de carga/descarga, se puede colocar en cualquier posición.



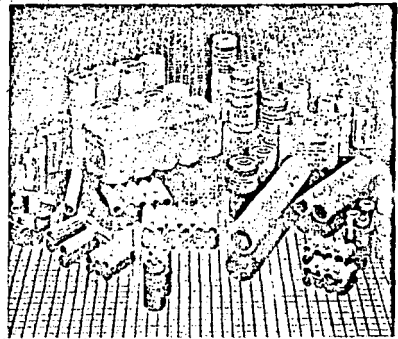
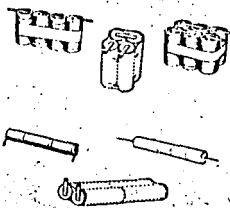
Código Dícopel	Nombre Comercial	Tensión Nominal V.	Capacidad (A.H.) 20 Hrs.	Impedancia Interna m	Tipo de Terminal	Peso Gramos	Long. (mm)	Ancho (mm)	Altura (mm)
498-0015-5	PS-490	4V	9.0	20	D	1100	44	94	95
498-0010-5	PS-610	6V	1.0	180	A	300	51	42	51
498-0015-1	PS-618	6V	1.8	90	A	400	75	51	53
498-0020-4	PS-628	6V	2.8	65	A	600	134	34	60
498-0025-3	PS-640	6V	4.0	45	A ó B	800	70	48	102
498-0030-3	PS-660	6V	6.5	30	A	1400	151	34	94
498-0035-2	PS-682	6V	9.0	27	A ó F	1500	98	58	118
498-0040-2	PS-6100	6V	10.0	15	A ó D	2100	151	51	94
498-0045-1	PS-828	8V	2.6	70	A	900	178	34	60
498-0050-1	PS-1212	12V	1.2	300	A	600	97	42	51
498-0055-0	PS-1245	12V	5.0	75	A	2300	151	65	94
498-0060-0	PS-1265	12V	6.5	60	A	2600	151	65	94
498-0065-9	PS-12240	12V	24.0	24	C ó D	9000	168	125	175
498-0069-4	PS-12300	12V	30.0	12	E	9000	197	132	155

## BATERIAS DE NIQUEL-CADMIO

Baterías de níquel-cadmio ampliamente usadas en electrónica de consumidor y en aplicaciones industriales. Las baterías se pueden ensamblar si se tienen requerimientos especiales de espacio o eléctricos, solo proporciona los datos de su diseño.

## CELIDAS NORMALES

Código Dícopel	Nombre Comercial	Tensión Nominal	Capacidad a 5Hrs	Diámetro Máx. (mm)	Altura Máx. (mm)	Peso (Grms.)
498-0075-B	PS-1/3-A	1.2V	110 mA.H	14.5	17.0	7.00
498-0080-B	PS-AAA	1.2V	180 mA.H	10.5	44.5	10.0
498-0085-B	PS-AA	1.2V	500 mA.H	14.5	50.5	22.0
498-0090-B	PS-C	1.2V	1200 mA.H	23.0	43.0	48.0
498-0095-B	PS-B	1.2V	1800 mA.H	26.0	50.0	75.0
498-0100-A	PS-D	1.2V	4000 mA.H	34.0	61.5	155.0



Puede la energía solar satisfacer todas las necesidades del hombre. La historia así lo afirma, pues en caso contrario el género humano no hubiera podido sobrevivir hasta hoy. El hombre ha dependido durante la mayor parte de su existencia de fuentes de energía renovables proporcionados por el sol. Incluso hoy las sociedades no industrializadas consiguen más de dos tercios de su combustible en forma de leña para cocinar y calentarse y alimento para los animales de tiro; ambos constituyen fuentes renovables de energía que depende de la luz solar, pero esto implica un empleo mínimo de esa energía. Muchas de las sociedades actuales, al menos en el mundo desarrollado, han sustituido su propio esfuerzo y el de los animales por el trabajo de máquinas alimentadas por fuentes no renovables de energía, como el carbón y el petróleo. Millones de personas, que no podrían haber sobrevivido en la etapa preindustrial, disfrutan hoy de una vida cómoda. Las características actuales de la población hacen lo posible por retornar a una sociedad rural en la que cada individuo tuviese su leña y su chimenea, su caballo, su arado. Incluso las sociedades más simples, que han sobrevivido inalteradas, se enfrentan a una crisis de energía ante la rápida disminución de su principal combustible: la leña. La intensidad de radiación de intensidad solar que llega a la atmósfera exterior es enorme: 28000 veces mayor que todas las formas comerciales de energía consumidas por el hombre. Aproximadamente el 35% de los 1500 cuatrillones de megavatios-hora del calor solar que llega a nuestra atmósfera se refleja; el 18% lo absorbe la atmósfera, generando cambios atmosféricos, el 47% penetra hasta la superficie de la tierra. Ningún país utiliza tanta energía como la que cae libremente sobre los tejados de sus casas todos los años.

La energía que recibe la superficie ocupada por las carreteras en los Estados Unidos equivale al doble del consumo mundial de combustibles fósiles.

Existe, evidentemente una abundancia de energía solar, pero está tan repartida que su aprovechamiento constituye un proceso caro y difícil.

Una nueva economía basada en la energía solar tendría que ser distinta a la preexistente. El sustituto del petróleo derivado de la energía solar parece todavía bastante lejano, a pesar de los experimentos con alcohol extraído de las plantas, pero en los usos en que el calor es el producto final de la energía solar deberá poder sustituir al petróleo y al carbón a medida que vayan escaseando y acaben por agotarse.

El renacimiento de la energía solar, que data escasamente de una década, no ha ejercido todavía un impacto significativo en la sociedad. Una consecuencia que preven los especialistas será una nueva descentralización del suministro de energía, lo que librerá a los consumidores de los monopolios, de las redes eléctricas y de naciones productoras de petróleo.

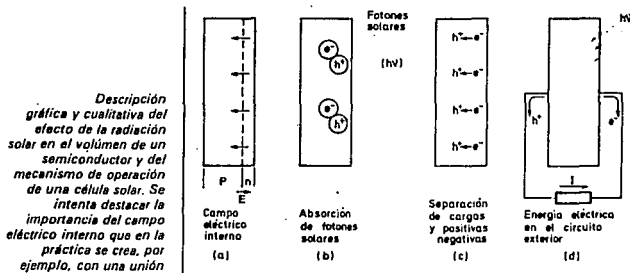
La revolución solar, si llega a producirse tendrá profundas implicaciones industriales. Primero, creará una nueva industria de enormes dimensiones productora de la tecnología necesaria para la captación de radiaciones solares.

La producción centralizada de energía será reemplazada por la tecnología más barata de la producción masiva. También afectará a la localización de la industria, porque las factorías siempre se han instalado cerca de las fuentes de energía. Si llega el día en que la energía solar proporciona se el combustible básico para la industria, podemos esperar una repentina prosperidad en los lugares más soleados, que incluyen en actualidad unas de las regiones más pobres, así como algunas regiones ya prosperas, como Australia y parte del Continente Americano.

## EFECTO FOTOVOLTAICO

Bajo ciertas condiciones, cuando una radiación electro magnética de energía suficiente incide sobre determinados materiales, parte de la energía es absorbida generándose en el interior del material, pares de cargas positivas y negativas.

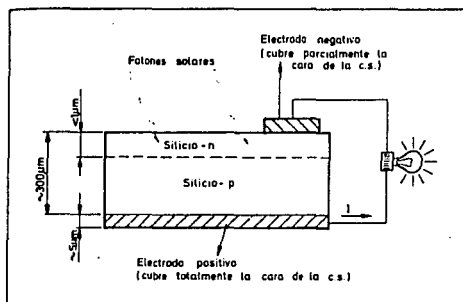
Si la radiación electromagnética es la solar y el material considerado un semiconductor tal como el Si, los pares de carga son electrones (e-) y huecos (h+) que una vez producidos se mueven aleatoriamente en el volumen del sólido. Si no hay ningún condicionante externo ni interno dicho movimiento aleatorio conduce que, finalmente las cargas de signos opuestos se recombinen produciéndose su mutua neutralización. Por el contrario, mediante algún procedimiento se ha creado en el interior del material un campo eléctrico local permanente, las cargas positivas y negativas serán separadas por él.



Esta separación conduce al establecimiento de una diferencia de potencial entre dos zonas del material que si son conectadas entre si mediante un circuito externo al tiempo -- que la radiación electromagnética incide sobre el material, darán origen a una corriente eléctrica que recorrerá el circuito externo. El fenómeno descrito se llama efecto fotovoltaico y fue descubierto por Becquerel en 1839. En el año 1877 -

se confirmó que dicho fenómeno también se producía en la interfase entre dos sólidos determinados. El efecto fotovoltaico es el fundamento en el que se basan las células solares, - razón por la cual también se suelen llamar células fotovoltaicas. En la figura anterior se muestra el mecanismo descrito.

El campo eléctrico interno local se crea siempre que se ponen en contacto un semiconductor tipo 'n' con otro tipo 'p', es decir, allí donde existe una unión p-n. En la práctica dicha unión se logra por muy diferentes procedimientos, -- los más convencionales de los cuales son las técnicas de difusión de impurezas (producción de diodos).



Funcionamiento esquemático de una célula solar bajo la acción de la radiación solar. Entre los extremos de la misma se aprovecha la energía transformada.

## LA CELULA SOLAR

En lo que sigue y para facilitar la descripción de una célula solar, se centrará el tema en las de Si monocristalino, aunque lo que se expone es válido para todos los tipos. Partiendo de una oblea de Si (un disco muy delgado) se produce una célula solar una vez se ha creado el campo eléctrico-interno ya citado, y después de preparar los contactos eléctricos adecuados. Para aumentar la eficiencia de los fotones solares que penetran en el semiconductor, el campo eléctrico debe ser superficial, de tal forma que la célula es en este -

aspecto semejante a un diodo en el que la unión rectificadora se ha dispuesto muy próxima a la cara que se enfrenta al sol. Los contactos eléctricos que se hacen en ambas caras de la oblea son de geometría y características especiales. La cara que no recibe la radiación se recubre en forma continua y total con uno o varios depósitos metálicos, por el contrario la cara expuesta a los rayos solares está recubierta por un electrodo metálico en forma de red completa, ya que dicho electrodo ha de recoger eficientemente los portadores de carga eléctrica generados en el interior de la oblea y, al mismo tiempo no puede ser tan continuo como para impedir que los rayos solares alcancen el material semiconductor.

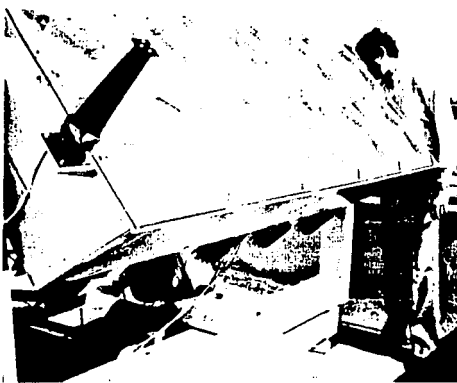
La descripción cualitativa final de una célula es tal y como se ve en la figura continua.

En resumen, para que una célula solar expuesta al sol produzca energía eléctrica debe reunir, al menos tres características fundamentales:

- a) Ser capaz de absorber una fracción importante de la radiación solar que recibe para que la generación de pares - electron-hueco sea eficiente.
- b) Tener un campo eléctrico interno que separe las dos cargas de cada par impidiendo su posterior recombinación.
- c) Finalmente, las cargas separadas deben ser capaces de viajar a través de la oblea hasta los electrodos superficiales desde donde pasan al circuito exterior.



*Tipos de concentradores  
estéticos para aprovechar  
la radiación solar:  
desarrollados por el  
profesor A. Luque de la  
Escuela Superior de  
Ingenieros de  
Telecomunicación de  
Madrid.*



Bajo un punto de vista histórico las primeras aplicaciones del efecto fotovoltaico dieron origen a células con -- rendimientos bajos ( 4%) debido a que los materiales utilizados no eran de la adecuada calidad. Fue en el año 1954 cuando no eran de la incorporación del Si monocristalino como material fotovoltaico, se obtienen células reproducibles con -- rendimientos del 6%. Dichas células, basadas en la propiedad fotovoltaicas de las uniones p-n, fueron comercializadas en -- 1955 y todavía son las de mayor utilización real y práctica.

Desde 1954 hasta hoy se han ensayado y desarrollado -- una gran variedad de nuevos tipos, modelos y conceptos de células solares. Las de Si se fabrican de diferentes geome- -- trías según las necesidades.

---

Espesor de la oblea:	300 $\mu$ m
Espesor de la capa n:	1,0 $\mu$ m
Profundidad de la unión p-n:	0,2 $\mu$ m
Material n:	si dopado con P
Material p:	si dopado con B
Resistividad del material p:	0,1 - 10 $\Omega$ cm
Intensidad del campo eléctrico en la unión p-n:	5*10 V.m <sup>-1</sup>
Materiales que componen los electrodos:	Al, Ti, Pd, Ag
Espesor de los electrodos:	5 $\mu$ m

---

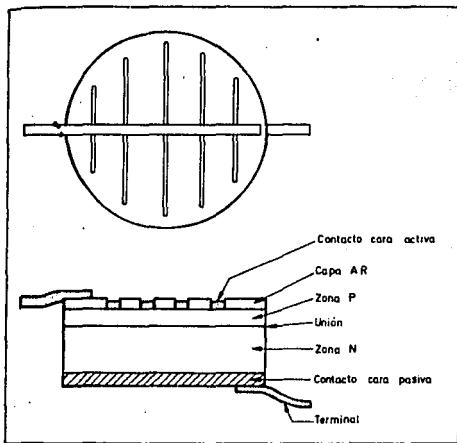
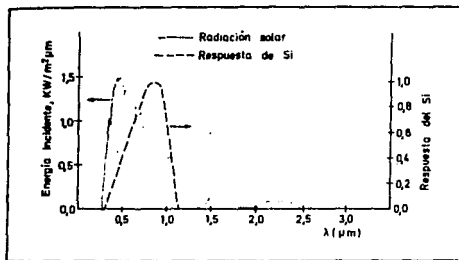


Figura 13. Representación aproximada de la estructura exterior de una célula solar convencional de Si monocristalino. En la parte superior se representa una posible geometría del electrodo preparado en la cara donde incide la radiación solar. En la inferior se señalan la estructura y componentes.

## RESPUESTA ESPECIAL DE LA CELULA DE SI.

La energía necesaria para crear un par electrón-hueco en Si es 1,12eV (anchura de los banda prohibida o bandgap - del semiconductor) y sólo los fotones solares de energía - igual o superior a ese valor (equivalente a una longitud de onda de 1.1 m) son absorbidos por el material.

El Si es transparente a radiaciones de longitudes de onda mayores que la citada, lo cual implican que una fracción importante de la radiación solar que recibimos ( 40%) no es útil para producir el efecto fotovoltaico en ese semiconductor. Por otra parte, si los fotones son de elevada energía (correspondientes, por ejemplo a radiación violenta y ultravioleta) son fuertemente absorbidos en la superficie del Si y generan pares de carga que se recombinan antes de ser separados por el campo eléctrico existente en la unión p-n.



Energía que proporciona la célula de Si en función de la longitud de onda de la radiación incidente. Esta curva es denominada respuesta espectral de la célula que en la figura se compara con el espectro de la radiación solar.

De acuerdo con estas consideraciones, se comprueba que la respuesta óptica de la célula solar de Si se extiende desde longitudes de onda de 0,4 a 1,1 m, con un máximo alrededor de 0,9-0,9 m, aunque la posición de este pico es función de la profundidad de la unión.

Prototipo de concentrador  
estático con células  
bifaciales desarrollado  
por el profesor Luque.  
(Cortesía Instituto de  
Energía Solar de la  
Universidad Politécnica  
de Madrid).



Características y prestaciones generales de las actuales células solares de silicio monocristalino.

---

Material:	Si monocristalino
Diámetro:	10 cm.
Espesor:	300-400 $\mu$ m

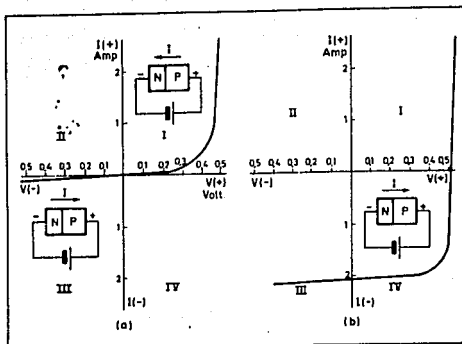
Con insolación de  $1 \text{ kW/m}^2$  (AM1) la C.S. genera

Corriente en cortocircuito ( $I_{sc}$ ):	2,2 A
Tensión en circuito abierto ( $V_{oc}$ ):	0,5 V
Corriente en el punto de máxima potencia ( $I_m$ ):	2,0 A
Tensión en el punto de máxima potencia ( $V_m$ ):	1 W
Rendimientos actuales ( $\eta$ ):	10-14%

---

De hecho, las células solares que se fabrican para el uso interior, en lugares iluminados por lámparas incandescentes, tienen la unión más profunda que las células convencionales para aplicaciones solares.

Figura 16. Curvas características de un diodo en oscuridad y bajo iluminación. Se señalan los procesos que operan en cada uno de los cuadrantes. El diodo opera como célula solar en el cuadrante IV.



### CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DE LA CELULA SOLAR DE SI.

El comportamiento eléctrico de la célula solar se describe adecuadamente mediante características tensión-corriente (V-I). La característica V-I de una célula solar en oscuridad es la típica de un diodo (n-p en lo que sigue):

El comportamiento en polarización positiva es el reflejado por el cuadrante I de la figura. La polarización negativa de origen a una corriente baja de fuga que va desde la cara n a la p, por el interior de la oblea (cuadrante III). Al iluminar la célula bajo las condiciones de polarización citadas la curva característica se desplaza tal y como se ve en la figura. En estas circunstancias sólo se obtiene corriente nula si se polariza la célula con una tensión positiva  $V_{oc}$ , - lo cual significa que bajo iluminación, el contacto p se ha hecho positivo y en el n negativo, y que entre ambos existe una diferencia de potencia  $V_{oc}$ , denominada potencial en circuitoabierto.

Cuando la tensión de polarización externa es cero la corriente adquiere el valor  $I_{sc}$  (corriente en cortocircuito)-debida exclusivamente la característica V-I de la célula solar.

Diferentes tipos de células solares en función de los materiales y tipo de unión.

---

a) Materiales de fabricación

---

1. Monocristalino (Si monocristalino)
2. Policristalino (Cu<sub>2</sub>S/Cds, película delgada)
3. Amorfo (Si amorfo)

---

b) Tipo de Unión

---

1. Homounión (unión p-n en Si)
  2. Heterounión (unión p-n en Cu<sub>2</sub>S/Cds)
  3. Metal semiconductor (barrera Schottky)
  4. Metal-aislante-semiconductor (estructura MIS)
- 

Para diferentes materiales semiconductores en función de la anchura de la banda prohibida y suponiendo en todos los casos que la insolación es la correspondiente al exterior de la atmósfera.

Si el mismo cálculo se repite con la energía que se recibe en la superficie terrestre, se conserva la forma de la curva pero los rendimientos se hacen algo mayores. Se puede ver que, en estas condiciones, el máximo rendimiento teórico de una célula de Si convencional es del orden de 22-23%. En la práctica, el máximo rendimiento obtenido es del orden del 18% si bien el progreso en este campo es continuo y se puede citar, por ejemplo, que un grupo investigador español ha puesto a punto de nuevo tipo de célula solar de Si, denominada bifacial, con rendimientos globales del orden del 20%. En general, las células disponibles en el comercio tienen un rendimiento del orden del 14-15%, rendimiento que disminuye al 10-

-11% cuando se montan en paneles fotovoltaicos.

Entre los factores ambientales que afectan al rendimiento de la célula solar de Si (no necesariamente a las fabricadas con otros materiales) merece la pena comentar la temperatura: al aumentar la temperatura por encima de la ambiental el rendimiento disminuye, razón por la que es necesario refrigerar las células cuando su temperatura de operación va a ser superior a 40-50 C. La temperatura depende, en general, de la intensidad de la radiación solar que también afecta a los parámetros de la célula: la corriente en cortocircuito es proporcional a la intensidad de la radiación y la tensión en circuito abierto apenas varía con ella.

En relación con el concepto de rendimiento de un sistema fotovoltaico (y en concreto de una célula solar) hay algunos parámetros en los que hay conveniente reparar. Se denomina potencia pico de una célula fotovoltaica a la potencia eléctrica que proporciona cuando recibe insolación máxima (1 kW/m<sup>2</sup>), es decir, al medio día de un día despejado. Este concepto, es igualmente aplicable a los paneles fotovoltaicos que se describen en el siguiente apartado.

## RENDIMIENTO DEL PROCESO FOTOVOLTAICO

El rendimiento de operación de una célula solar se define como el cociente entre la energía eléctrica producida y la energía solar interceptada por la superficie. Cuando se optimiza la carga que la célula debe alimentar el rendimiento es máximo y está dado por:

$$\eta = \frac{P_m}{I_m \cdot V_m} = \frac{(FF) \cdot I_{sc} \cdot V_{oc}}{I_m \cdot V_m}$$

donde es el producto de la insolación por la superficie efectiva de la célula.

Los factores que influyen en el rendimiento de una célula son múltiples: unos de tipo interno o externo (características de lo material, espesor de la oblea, superficie activa, geometría de los contactos, etc.) y otros ambientales (temperatura de operación, composición espectral de la radiación etc.). Algunos de estos factores son de mayor interés práctico que otros, sobre todo desde el punto de vista del usuario.

Rendimientos máximos teóricos de las células solares fabricadas con diferentes semiconductores. Se puede observar que el Si no es el material que puede dar mayores rendimientos.

## TECNOLOGIAS DE FABRICACION DE CELULAS Y MODULOS FOTOVOLTAICOS

El proceso de fabricación de una célula solar comercial de Si monocristalino se compone de tres grandes etapas. Las células no son los elementos que se utilizan en las apli-



caciones prácticas, si no que, con objeto de lograr potencias mayores, se acoplan en series y paralelo para obtener mayores tensiones y corrientes formando lo que se denomina módulo fotovoltaico, que es el elemento que se comercializa para instalar y cuya fabricación constituye la cuarta y última etapa -- del proceso.

#### ELEMENTOS ENERGETICOS A UTILIZARSE.

BATERIAS - Las baterías a utilizarse tendrán las siguientes características: 12 voltios-55 AMP a 20 HR-peso 17-Kg- Dimensiones 27.5\*22\*17. Puesto que nuestro motor consume 36V se usarán tres baterías conectadas en forma de serie y -- otras tres baterías conectadas en paralelo para tener una mayor tiempo de descarga.

FOTO-CELAS - Esta opción energética queda eliminada -- por razones de costo (dado su elevado costo en el mercado nacional y su dificultad para conseguirse en este). Ahora para generar la energía que se requiere, se ocupan una gran cantidad de celdas que ocupan un área considerable, que haría que nuestro vehículo fuera de un tamaño bastante considerable -- perdiendo maniobrabilidad y versatilidad.

GENERADOR - Con este generador se busca que nuestro vehículo sea autosuficiente. Este generador funciona de la siguiente manera. El CPU contiene un comparador de corriente el cual censa constantemente la corriente en baterías. Cuando -- el límite de carga baja a un nivel peligroso enciende automáticamente el generador por medio de un interruptor electrónico y relay, esto sucede aun cuando el vehículo se encuentra -- parado. Aunque parezca contradictorio el utilizar un generador de combustión interna un motor calibrado a un número de -- terminado de revoluciones y a una velocidad constante generabidido de carbono, el cual puede ser purificado por las plan

tas, mientras que un motor sometido a diferentes cambios de -  
aceleración provoca una combustión incompleta de carbono o --  
compuestos de carbono generando monóxido de carbono que no es  
un componente del aire seco normal. La expedición de bióxido  
de carbono sería mínima, puesto que con un tanque de tres li-  
tros puede funcionar durante 24 horas y para obtener una car-  
ga completa sólo se requieren de cuatro horas. Ahora este ge-  
nerador sólo funciona en casos de emergencia cuando el mismo-  
motor no puede recargar las baterías o al usuario se le olvi-  
de recargarlas.

CARACTERISTICAS - Compuesto de 90 CC -12 Volts -Motor-  
G101- Capacidad de Combustible 3 lt. con arranque eléctrico.  
Operación continua 50 HZ = 5.5 60 HZ = 4.5  
Nivel de Ruido 50 HZ = 60.5 60 HZ = 63.5  
Peso 25.0 Kg. Dimensiones 43\*28.5\*39 cm.

## CHIPS

Unas diminutas laminillas de cristal -tan pequeñas que caben por el ojo de una aguja- transforman probablemente la sociedad de forma total antes de finalizar el siglo. Constituyen los productos milagrosos de la pujante ciencia de la microelectrónica y se denominan corrientemente chips o pastillas de silicio.

La forma más versátil de chip es el microprocesador, -llamado "computador en una pastilla" porque sus circuitos -electrónicos realizan las funciones de una computadora: cálculo aritméticos, almacenamiento de información, etc. Estos microprocesadores son los "cerebros" de los relojes digitales y de las calculadoras de bolsillo que inundan el mercado.

Por su utilidad va más allá del simple cálculo. Al igual que las computadoras, se proyectan para ejercer funciones de control, y debido a su minúsculo tamaño, pueden acoplarse a todo lo que necesite ser controlado: sistemas de calefacción central, hornos, cámaras fotográficas, motores de automóviles, máquinas agrícolas y trenes de laminado de acero.

## SEGUNDA REVOLUCION INDUSTRIAL

El poderoso microprocesador supone una etapa en la evolución tecnológica del hombre tan importante como la fabricación de herramientas en la edad de piedra, la invención de la rueda hace unos 5,000 años y el desarrollo de la máquina de vapor en el siglo XVIII. El microprocesador puede suponer para la mente humana lo que la máquina de vapor supuso para el músculo. Al ser tan pequeño, y poderse acoplar a casi todas las máquinas, constituirá el eje de la segunda revolución industrial. La maquinaria será manejada por computadoras más que por seres humanos, y la automatización dominada la producción industrial.

El microprocesador está formado por numerosos circuitos eléctricos atravesados por debilísimas corrientes (una corriente eléctrica es un flujo de electrones).

En un antiguo receptor de radio, las válvulas termiónicas (bulbos) llenas de gas detectaban y amplificaban (o reforzaban) las señales de radio, y las convertían en señales de acústicas para las bocinas. En estas válvulas, los electrones se manipulaban de diversas formas: la ciencia de la manipulación de electrones se denominaría electrónica.

En 1945 se construyó en Estados Unidos, utilizando estos circuitos de válvulas, la primera computadora electrónica ENIAC, de la que surgirían, a mediados de los años cincuenta las computadoras comerciales. Una de las primeras fue la Ferranti Mark I Star, que ocupaba una habitación entera. Contiene 4,000 válvulas, 10,000 m de hilo conductor y 100,000 conexiones soldadas. Para funcionar necesitaba una potencia de casi 30 Kw. A consecuencia del valor producido por las válvulas, la Star necesitaba un constante acondicionamiento de aire.

Pero la suerte ya estaba echada para tales computadoras en 1948 se inventó el transistor, que manipulaba los electrones exactamente igual que la válvula pero era mucho más pequeño, consumía menos energía y resultaba más barato y seguro. El microprocesador utiliza transistores en sus circuitos, pero reducidos a tamaño microscópico, aunque funcionan exactamente igual.

El número de componentes que pueden comprimirse en un microprocesador se ha multiplicado desde 1960.

En 1981, uno de los microprocesadores más avanzados de

sólo 1,4 cm. cuadrados, contenía 450,00 componentes electrónicos. Su capacidad de cálculo era mil veces superior a la de la computadora Star y funcionaba con unos pocos minivalvios. Las calculadoras de bolsillo a base de microprocesadores de silicio tienen una capacidad de cálculo superior a la de varias computadoras de hace una década, que ocupaban salas enteras.

## LA DIMINUTA PASTILLA DE CRISTAL QUE ESTA TRANSFORMANDO EL MUNDO.

### UN ELEMENTO NATURAL.

El silicio es un elemento natural, uno de los bloques-estructurales básicos de la naturaleza. Después del oxígeno, es el elemento más abundante de la corteza terrestre, en una proporción aproximada del 28 por 100. Sin embargo, nunca se encuentra libre en la naturaleza, sino combinado con otros -- elementos, como puede ser la sílice de la arena común.

En 1923, el químico sueco Jons Jacob Berzelius fue el primero en descubrir y aislar el silicio. Es de color gris - oscuro, duro y no metálico, y cristaliza con facilidad. En estado puro es un aislante eléctrico, es decir, no conduce la electricidad. Sin embargo, experimentos realizados a principios de este siglo indicaron que, en estado impuro, el silicio permite el paso de una débil corriente. Pertenece a la clase de materiales llamados semiconductores.

### DESCUBRIMIENTO DEL TRANSISTOR

En 1948, cuando se iniciaba la era de las computadoras, tres científicos de los laboratorios de Bell Telephone en Estados Unidos presentaron un dispositivo que iba a transformar la ciencia y la tecnología de la electrónica: El TRANSISTOR.

Sus inventores, John Ardeen, Walter H. Grattain y William B. Shockley, obtuvieron el premio Nobel de Física en 1956. Este invento marcó el comienzo auténtico de la historia del chip - de silicio.

El equipo de investigadores descubrió el transistor, - mientras investigaban semiconductores como el germanio y el si licio. Descubrieron que las capas de silicio podían ser tratadas con compuestos químicos para que se diferenciaran desde el punto de vista electrónico. Una capa (de tipo n) tiene un exceso de electrones, mientras que la otra (del tipo p) carece de electrones, o tiene un exceso de "huecos".

Ambas capas pueden conducir la electricidad porque per miten el paso de los electrones. Cuando las dos capas se fusionan y se conectan a una pila o batería, la corriente sólo puede circular en una sola dirección. Un tipo de transistor, llamado transistor bipolar, está formado por tres capas, defi nidas como n-p-n o p-n-p, según el orden de las mismas. Cuando se conecta a un circuito, este transistor puede amplificar o reforzar las señales eléctricas que recibe, como ocurría -- con su predecesora, la válvula Termionica.

Los nuevos transistores comenzaron a sustituir a las - válvulas de todo tipo de equipos electrónicos, desde receptores de radio a computadoras. El cambio fue revolucionario. El nuevo elemento consumía mucho menos potencia, necesitaba - menos enfriamiento, era más resistente y fiable, y sobre to-- do, mucho más pequeño. Mientras que las válvulas tenían va-- rios centímetros de longitud y anchura, el transistor media -- tan sólo unos milímetros y no era mucho mayor que un chicharo.

El tiempo que se introducía el transistor, se desarro-- lla una técnica mejorada para la fabricación de circuitos elec-- trónicos: la disposición de hilos conductores por los que pue

de circular la corriente eléctrica. Como resultado, se con-  
si-guieron circuitos más fiables y aptos para la fabricación en-  
serie. El nuevo circuito se obtenía gracias a un proceso de  
impresión y se denominó circuito impreso.

#### PRINCIPALES COMPONENTES DE UN CIRCUITO IMPRESO.

Semiconductores como el silicio se emplearon en elec-  
trónica a finales de los años cuarentas, tras el invento del-  
transistor en los Estados Unidos. La utilización de los semi-  
con-ductores redujo notablemente el tamaño de los equipos elec-  
trónicos. Las válvulas termióticas utilizadas para amplifi-  
car señales electrónicas, que solían medir varios centímetros  
de longitud fueron sustituidas por transistores del tamaño de  
un chicharro. Todos los componentes de un circuito electróni-  
co-transistores, diodos, reostatos y condensadores- iban sol-  
dados a circuitos impresos de pocos centímetros de anchura.  
Cuando empezaron a emplearse hacia 1960 los circuitos integra-  
dos en una sola lámina de silicio, todos estos componentes pá-  
saron a formar parte del propio silicio.

#### REOSTATO

El reostato controla la corriente eléctrica al resis-  
tirse al flujo de electrones. Suele consistir en un núcleo -  
de carbón rodeado de material aislante que lleva unas marcas-  
de color para indicar el valor de la resistencia.

#### FLUJO DE ELECTRONES REDUCIDO

El carbón, que es mal conductor, reduce el flujo de -  
electrones que produce la corriente. La energía perdida se -  
disipa en forma de calor.

## CONDENSADOR

El condensador almacena carga eléctrica durante un - - tiempo determinado. Puede conservar la información proporcionada por impulsos eléctricos hasta que ya no se necesite. Los conductores están formados por dos placas de metal separadas por un material aislante.

## ELECTRONES ATRAPADOS

Los electrones de polos negativos quedan atrapados en la placa inferior, y se produce una carga. Cuando se reduce la tensión, se libera la carga almacenada en la dirección - - opuesta.

## DIODO

El diodo permite que la corriente circule sólo en una dirección y ayuda al transistor de la computadora a actuar como conmutador. Consiste en una pieza de silicio con zonas adyacentes de semiconductores de los tipos n y p.

## POLARIZACION INVERSA

Si la zona de tipo p se conecta a un polo negativo, y la de tipo n a uno positivo, los electrones de tipo n son - - atraídos por el positivo. De igual modo, los huecos de tipo p son atraídos hacia el polo negativo. Así se produce una zona carente de carga, o capa de transición, y la corriente no puede circular.

## POLARIZACION DIRECTA

Cuando la tensión se invierte por el cambio del impuls-



só eléctrico, los electrones son atraídos desde la zona del tipo n hacia el nuevo polo positivo, y los huecos hacia el negativo. La corriente fluye en el circuito y se dice que el diodo está en estado de polarización directa.

## TRANSISTOR

Los transistores pueden amplificar las señales eléctricas débiles. En los tocadiscos amplifican la señal de la aguja. El transistor puede también utilizarse como conmutador. En las computadoras, un conmutador conectado puede indicar un "uno" en el código binario, y en posición de apagado un "cero".

## AUSENCIA DE CORRIENTE

En un transistor n-p-n, dos capas de silicio de tipo n (el colector y el emisor) están separadas por una lámina más delgada del tipo p (la base). Al conectar el colector y la base a una batería, su unión actúa como un diodo con polarización inversa. La corriente no puede fluir por el circuito principal (colector-emisor) y queda desconectado.

## CIRCULA CORRIENTE

El emisor y la base se conecta a una pequeña fuente de energía para que se produzca la polarización directa. Los electrones pasan a la zona de la base desde la del emisor, donde son atraídos por la mayor tensión positiva del este. Así se forma la corriente principal y el transistor, como conmutador, está conectado.

## DESARROLLO DE LOS CIRCUITOS IMPRESOS

La técnica empleada en la elaboración de un circuito -

impreso consiste en cubrir una placa aislante con una delgada película de cobre que a su vez, se recubre con una capa fotosensible. Se proyecta una luz sobre la película a través de una especie de máscara, que expone solamente las zonas de cobre que formarán los circuitos electrónicos. La película se endurece donde la película incide sobre ella, o permanece sobre la placa cuando la película no expuesta a la luz se retira con una solución química. La superficie se trata a continuación con ácido que disuelve el cobre carente de protección. El cobre que queda forma el circuito; los diversos componentes se soldan en los lugares apropiados de dicho circuito.

#### APARICION DE LOS CIRCUITOS INTEGRADOS

En 1958 tuvo lugar un desarrollo que produjo una reducción de tamaño de los circuitos tan drástica como la originada por el transistor. La compañía estadounidense Texas Instruments presentó un circuito de cristal único monolítico. En vez de estar separados, los componentes se formaban en diferentes puntos del mismo cristal. Este tipo de circuitos se denominó circuito integrado.

Para lograrlo se difundían las impurezas de diferentes zonas de una pastilla de silicio, de forma que cada zona fuera el equivalente de un componente electrónico distinto: transistor, reostato o cualquier otro. Al unir las diferentes zonas con hilos conductores finos se obtenía un circuito electrónico completo.

Por medio de la técnica de reducción fotográfica, los fabricantes de circuitos integrados fueron forzando más y más componentes dentro de las láminas de silicio. Primero decenas, luego centenas y, por último, hacia el año 1970, miles de componentes se apiñaban en una pequeña lámina de silicio de 1.5 cm. cuadrados. La pastilla comenzó desde entonces a -

denominarse chip de silicio.

#### INVENCIÓN DEL MICROPROCESADOR.

En 1969 se le pidió a Edward Hoff, ingeniero de la American Intel Corporation, que produjera los componentes para una calculadora de mesa programable. Pronto desechó los métodos corrientes de construcción; conexión externa de una serie de chips para formar los diferentes circuitos de la computadora.

Hoff decidió colocar en una sola pastilla todos los circuitos relacionados con el funcionamiento principal de la computadora: la unidad procesadora central que efectúa los cálculos aritméticos y controlaba las otras partes del ordenador. Incluyó los circuitos que realizaban otras funciones, como el programa y la memoria, en chips separados. El resultado fue una unidad mucho más flexible, cuyas partes podían funcionar independientemente. Al construir por separado la unidad procesadora, esta podía utilizarse para diferentes aplicaciones. Basta con conectarla a otro chip que tuviera distinto programa y memoria. Las unidades procesadoras centrales contenidas en una sola pastilla se denominaron microprocesadores.

#### CHIP DE MEMORIA INSTANTÁNEA

La integración a gran escala continua su desarrollo. En 1980 se disponía de pastillas que podían almacenar 64.000 bits de información. En lenguaje de computadoras, un bit es una especie de dígito binario y representa una unidad de información. Un bit solamente tiene dos valores, 1 o 0, que puede representarse en un circuito eléctrico como un flujo o la interrupción de la corriente.

## MEMORIA DE ACCESO AL AZAR

*Se denomina así porque no tiene ni principio ni fin, - como ocurre con una cinta magnética, para encontrar una información determinada. Así pues, los datos pueden obtenerse en una diezmilionesima de segundo.*

No Hay Hoja

987  
3

## FUNCIONAMIENTO LOGICO DEL CPU

Arranque -oprimir el acelerador,este manda una señal - electrónica al CPU, el CPU al recibir la señal:

- Cierra A                      - Abre B
- Cierra C                      - Abre D
- Cierra E

La velocidad deseada la va a controlar el CPU junto -- con el control de potencia C.D.

Al oprimir el freno antes de que entren en función los frenos mecánicos el regulador del freno.

- Abre A                      - Cierra B

Con el fin de que la energía mecánica se convierta en eléctrica y pueda cargar las baterías.

En el caso donde se activa el generador automáticamente. Con el vehículo en marcha el generador substituye las baterías.

- Abre B                      - Cierra D

En caso de que el vehículo esté detenido el CPU detecta la falla.

- Cierra F                      - Abre D
- Abre A                      - Abre C

El funcionamiento del velocímetro es por medio de un - optoacoplador que contiene dos diodos uno que emite una señal y otro que la capta por medio de un disco perforado, que está

en la rueda, la señal captada por el optoacoplador es mandada al CPU por medio de microimpulsos y este lo transmite al display.

#### DETECTOR DEL NIVEL DE BATERIA

Compara en estado de las baterías y lo indica en el display si el operador no se da cuenta y el nivel es peligroso activa una bocina con una señal de alarma.

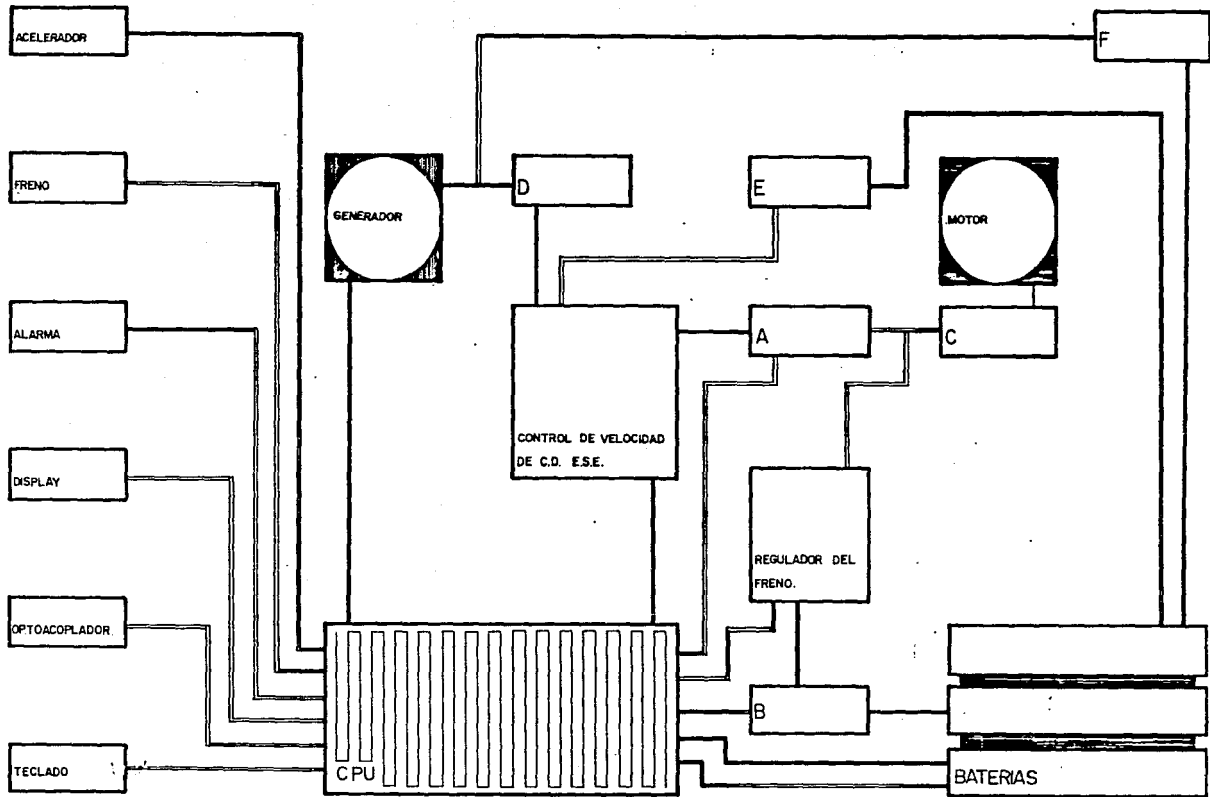


DIAGRAMA DE FUNCIONAMIENTO ELECTRONICO



## C O N C L U S I O N E S

Antropometría - Las condiciones operativas del equipamiento a utilizar serán ajustables, como el tipo de usuario - no es específico (hombre-mujer), estas se han reducido a un nivel tolerado por los rangos de edad, tomando en cuenta el porcentaje de 90% de la población con edades de 18 a 64 años-respectivamente.

Para facilitar la velocidad se ha considerado el situar los controles más correctos y agrupar los indicadores -- dentro del cono normal de la visión. En general los límites de distancias vendrán dados por las medidas del cuerpo.

Para facilitar la precisión - se ha considerado el soporte para el cuerpo o las partes de las extremidades, y la posición requerida para manipular.

Para facilitar la precisión o la fuerza se consideró - la cantidad de presión o fuerza y si se requiere el uso de -- una parte o la totalidad del miembro y el espacio necesario - para que el operador realice los ajustes de precisión.

Para evitar la fatiga - se consideró la agrupación de los mandos y la posición del operador.

Palancas - La forma más ventajosa para el uso de las - palancas como el freno de mano es paralela al cuerpo (conductor). Una buena posición del brazo es cuando la parte superior forma aproximadamente 30 con la línea que pasa por el -- centro del tronco. El peso de la carga decrece por encima, y por debajo de este ángulo, empuje hacia arriba 15 lbs. o 6,8-Kg.

Manecillas y botones - Las manecillas son manejadas -- con los dedos y con la mano para realizar ajustes. Una buena medida que permite operaciones delicadas y ajustes precisos - (1 1/2" a 2").

Asientos - Se ha considerado que la posición óptima - para la conducción de un vehículo, es apoyando pelvis y tórax en posición adecuada para mantener el ángulo de la columna. La altura del asiento debe ser tal que el tejido de la región distal y posterior de las nalgas no esté comprimido y que el extremo anterior del asiento no actúe en forma de torniquete - en cuanto al abastecimiento de sangre a las piernas.

Si ha pensado en un asiento ajustable de tipo neumático donde el operario puede adaptar los cojinetes según lo requiera para su mayor comodidad. El asiento contará con una base sólida y sobre esta dos cojines inflables para apoyar el tórax y la pelvis y estos a su vez pequeños cojinetes ajustables con el fin de dar una mayor comodidad.

Anchura del asiento 18"

Profundidad del asiento 15"

Dureza o blandura - Se puede ajustar por medio de cojinetes neumáticos blando durante períodos corto y duro durante largos períodos de conducción.

Respaldo - Está pensado de tal forma que el usuario -- pueda variar su ángulo según se requiera.

Cabecera - Está pensada para evitar que en caso de colisión el conductor pueda salir lastimado o con lesiones en el cuello que pueden ser fatales.

Visión - Para tener una mejor visión durante la conduc

ción se ha pensado en una cabina totalmente transparente con el fin de tener un ángulo de visión de 360, con ayuda de espejos retrovisor.

Displays visuales - Se utilizará un display existente en el mercado (México) el display ha utilizarse es alfanumérico, donde aparecerán indicadores como (velocidad, RPM, carga en baterías, luces, temperatura, etc). Display (seiko-cuarzo modelo M402V).

Displays auditivos - Tendrá una señal de alarma cuando se active cualquier tipo de señal del tablero y una especial cuando se tenga una carga baja en batería.

Display Táctil - Los display táctiles ha utilizarse serán todos los mandos como (palancas, manivelas y teclado de CPU).

Ruido - Se ha pensado que para evitar que esto suceda, utilizar un motor que no lo produzca, creando así un vehículo sumamente silencioso, con su debido mantenimiento y lubricación.

Velocidad - Este vehículo se ha diseñado pensando para que desarrolle una velocidad máxima de 120 Km/h. más que suficiente para el uso urbano y viajes cortos.

Vibración - Se ha pensado en un tipo de transmisión -- que no la produzca. Esta transmisión es por medio de banda - y polea dentada aminorando así la vibración y la pérdida de energía, por otro lado el motor a usarse produce un mínimo de vibración debido a que es eléctrico. Esto es en cuanto la vibración que produce el vehículo, por otra parte contará con un sistema de suspensión independiente para cada rueda teniendo así una marcha suave y confortable.

*Impacto* - Para mayor seguridad del conductor se ha -- pensado en el uso de cinturón de seguridad de cuatro puntos, para evitar que el conductor o el acompañante sufra la posibilidad de un daño capital que puede originarse cuando el torso y la cabeza son propulsados hacia adelante mientras que el cuerpo queda sujeto por las caderas.

*Color* - El color del vehículo, puesto que es anticontaminante, se usará el blanco, ya que es un color que refleja - limpieza y pureza que es lo que se pretende. Aparte es un color al cual hay que darle un mínimo de mantenimiento.

*Relación hombre-máquina*: Se utilizarán cubiertas desmontables para facilitar el mantenimiento de los componentes mecánicos.

Todos los elementos involucrados tales como refacciones se pueden obtener en el mercado nacional y extranjero a un precio accesible.

El espacio de trabajo donde el conductor se desenvuelve, es la cabina, donde realiza su función que es conducir la cual debe realizar comodamente, por eso se ha diseñado tomando en cuenta los siguientes puntos (asientos, displays, controles, visibilidad, ruido, vibración, efectos climatológicos).

*Peso de la máquina* - El peso de la máquina depende -- principalmente de el material de construcción de la carrocería o bastidor, para la construcción del bastidor se a pensado que sea autosoportante, por cuestión de peso de la máquina. Costo y facilidad para su producción, para darle una mayor resistencia tendrá un medio chasis de tubular en el cual se -- alojarán los componentes mecánicos como motor, suspensión, dirección, transmisión, baterías, generador, etc.

Las medidas en las cuales se ha basado el desarrollo de esta cabina y elementos que la integran, aparecen en las tablas antropométricas subrayadas en color gris, de las cuales se ha tomado en cuenta en base a la edad del usuario que oscila de los 18 a 60 años con un percentil de 90%, que según el Departamento de Tránsito son las edades óptimas para la conducción de vehículos.

**Factores Mecánicos: Motor** - El motor a utilizarse es eléctrico, con las siguientes características. Marca General Electric de tipo compuesto de 3.5 HP, 36 volts, 2263 W. 2800-RPM, 61.1 AMP.

**Transmisión** - Para evitar el desgaste y la pérdida de potencia, así como el costo elevado de una transmisión existente, se utilizará un sistema de transmisión por medio de banda dentada y polea dentada, con tracción trasera.

La Transmisión o control de velocidad es por medio de un control electrónico (potenciometro que trabaja por medio de pequeños impulsos eléctricos).

**Freno** - Se utilizarán frenos de disco con un control de presión hidráulico en las cuatro ruedas, con el fin de obtener un frenado rápido y seguro. También el freno contará con un sistema electrónico en el pedal, este control electrónico opera de la siguiente manera cuando el conductor oprime el pedal del freno sin accionar el freno mecánico entra en función el regulador del freno que va cortando gradualmente la corriente del motor, una vez cortada la corriente al motor queda libre convirtiendo la energía mecánica en eléctrica con el fin de cargar las baterías nuevamente.

**Dirección** - La dirección del vehículo es por medio de un mecanismo de sin fin y segmento (totalmente mecánica).

Suspensión - La suspensión que se utilizará es de tipo independiente en cada rueda (MC Ferson) para dar una marcha - suave y segura.

Rodado - Rodado Delantero 15"R Trasero 17".

Luces - Se utilizará un sistema de iluminación de marca Buch. 12 V con cristal plano.

Para una mayor optimización de los elementos mecánicos y energético, estos estarán controlados por un ordenador que llamaremos (CPU) para entender el funcionamiento del CPU se explicará por medio de un concepto modular donde esquemáticamente se entiende la función de cada elemento involucrado.

Elementos Energéticos - Baterías: Las baterías a utilizarse tendrán las siguientes características. 12 voltios - 55 AMP a 20 HR-Peso 17 Kg. dimensiones 27.5\*22\*17. Puesto -- que nuestro motor consume 36 V se usarán tres baterías conectadas en forma de serie y otras tres baterías conectadas en paralelo para tener un mayor tiempo de descarga.

Foto-celdas.- Esta opción energética queda eliminada - por razones de costo (dado su elevado costo en el mercado nacional y su dificultad para conseguirse en este). Ahora para generar la energía que se requiere se ocupan una gran cantidad de celdas que ocupan una área considerable, que haría que nuestro vehículo fuera de un tamaño bastante considerable perdiendo maniobrabilidad y versatilidad.

Generador - Este generador funciona de la siguiente manera. El CPU contiene un comparador de corriente, el cual -- censa constantemente la corriente en baterías, cuando el límite de carga baja a un nivel peligroso enciende automáticamente el generador por medio de un interruptor electrónico o re-

lay. Esto sucede aun cuando el vehículo se encuentre parado. Aunque parezca contradictorio el utilizar un generador de combustión interna un motor calibrado a un número determinado de revoluciones y a una velocidad constante genera bióxido de -- carbono, el cual puede ser purificado por las plantas, mientras que un motor sometido a diferentes cambios de aceleración provoca una combustión incompleta de carbono o compuestos de carbono generando monóxido de carbono que no es un componente del aire seco normal. La expedición de bióxido de -- carbono sería mínima puesto que con un tanque de tres litros puede funcionar durante 24 horas. Ahora este generador sólo funciona en casos de emergencia cuando el mismo motor no puede recargar las baterías o al usuario se le olvide recargarlas.

Características: Compuesto de 90 CC - 12 Volts - Motor G101- Capacidad de combustible 3 lts. con arranque eléctrico. Operación continua 50 HZ = 5.5 60 HZ = 4.5 Nivel de Ruido 50 HZ = 60.5 60 HZ = 63.5 Peso 25.0 Kgs. y dimensiones 43\*28.5\*39 cms.

## AERODINAMICA

Se utilizará la forma ahusada y simétrica con el fin de conseguir un efecto totalmente aerodinámico eliminando -- cualquier tipo de turbulencia y conforme aumente la velocidad se requiera de menor potencia para el avance, para lograr esto se necesita tener una mínima distancia entre el vehículo y el suelo de (15 a 20 cm). El motor con el que se cuenta es -- de 3.5 hp. por consiguiente se requiere una máxima eficiencia aerodinámica.

Para evitar cualquier tipo de turbulencias que frenen el avance de nuestro vehículo se evitará todo tipo de concajidades, hendiduras, integrando totalmente todos los elementos--

que componen la carrocería, tales como (cabina, cofre, cajuela, salpicaderas, faros, espejos, señales de auxilio).

Para evitar la acción del viento lateralmente el vehículo contará con una forma ahusada y simétrica con todas sus superficies redondeadas, se utilizarán rines planos para evitar la acción del viento que gravita sobre las ruedas.



CALCULO COSTO DE UNA PIEZA FABRICADA POR ELASTICO REFORZADO  
CON EL PROCESO DE ASPERSION.

- Materia Prima:

1. Se calcula el área físicamente o en el plano.
2. Se propone un espesor. El más común es de 5 mm, pero depen de del trabajo a desarrollar de la pieza.
3. Las tolerancias prácticas para espesores de 2 mm. de -1.0 - mm. - 0.5 mm. para espesores mayores de 2 mm. será de + 1 mm.
4. Con el área y espesor se calcula el volumen.  
 $V = \text{Espesor por área} \quad V = 0.5 \times 266 = 133 \text{ cm}^3$ .
5. La densidad especificada del plástico reforzado es de 1.5 = 0.057 lb/pulg. 3.
6. El peso de la pieza se determina con:  
 $200 \text{ P} = \frac{\text{Volumen por Densidad}}{1.5} = \frac{133 \text{ cm}^3}{1.5} \times 1.5 = 200 \text{ Kg.}$
7. Las tolerancias prácticas para piezas de menos de 10 kilos serán de 10%, y para las piezas de más de 10 kilos será de 5%.
8. La cantidad de fibra y resina se determina con la relación de 30/70 de fibra/resina.

$$\text{Cantidad Técnica de fibra} = \frac{30 \text{ por peso pieza}}{100} \quad \frac{200 \times 30}{100} = 60$$

$$\text{Cantidad Técnica de resina} = \frac{70 \text{ por peso pieza}}{100} \quad \frac{200 \times 70}{100} = 140$$

9. La cantidad de Gel Coat se determina también con el espesor de la película, el área y densidad:  
 $\text{Peso Gel Coat} = \text{Area por espesor por Densidad}$   
 $\text{Gel coat} = 266 \times 0.5 \times 1.5 = 150.$

Prácticamente se usa 1.000 Kg/m<sup>2</sup>. El espesor común del Gel

Coat es de 0.012" a 0.016".

La cantidad teórica de catalizador, normalmente es de 1% - sobre el peso de la resina.

10. Con las cantidades teóricas se propone una eficiencia de - acuerdo al diseño de la pieza. Normalmente es de un 70% a 90% en la fibra, y resina y un 50% en la Gel Coat.

$$\text{Cantidad Real de Fibra} = \frac{\text{Consumo Teórico Fibra}}{\text{Eficiencia}} = \frac{60}{.90} = 66.6 \text{ Kg.}$$

$$\text{Cantidad Real de Resina} = \frac{\text{Consumo Teórico Resina}}{\text{Eficiencia}} = \frac{140}{.90} = 155.5 \text{ Kg.}$$

$$\text{Cantidad Real Gel Coat} = \frac{\text{Consumo Teórico Gel Coat}}{\text{Eficiencia}} = \frac{150}{150} = 300$$

$$\text{Cantidad Real Catalizador} = \underline{\text{De 2 a 3 veces el Consumo Teórico}} = 1.5 \text{ Lt.}$$

11. Con las cantidades reales multiplicando por el costo por - Kilogramo (precio de proveedor) se determinan los costos - de la materia prima.
12. Si la pieza lleva refuerzos de cartón, madera o metálicos - se estima también el número de piezas, así como costo uni - tario hasta obtener el costo total estimado.

Para insertos metálicos o alguna otra parte que llevará la pieza se procederá de igual manera.

#### MANO DE OBRA:

Para la estimación de los minutos-hombre para fabricar - una pieza, se analizará de acuerdo a su diseño, ya que de su -- complejidad depende el tiempo necesario para cada paso del pro - ceso.

\$10,000 Kgr. \* 200 Kgr = 2000,000.00, esto es incluyendo el costo de la mano de obra del puro producto terminado, no incluye el costo de moldes ni modelos.

Tapicerías . . . . .	155 000	
Vidrios . . . . .	575 000	
Accesorios . . . . .	300 000	
Llantas . . . . .	600 000	
Rines . . . . .	1 200 000	
Asientos . . . . .	1 500 000	
Cableado . . . . .	180 000	
Motor . . . . .	1 250 000	
Generador . . . . .	600 000	
Baterías . . . . .	557 000	
CPU . . . . .	175 000	
Aluminio . . . . .	800 000	
Costo aprox. de la unidad . . . . .		9 892 000

## SIMBOLOGIA UTILIZADA EN EL CALCULO Y VALORES INICIALES.

- W - Peso total del automóvil (750 Kg = 7,357.5 Nw.)  
Fi - Fuerza total de inercia del automóvil.  
Fc - Resistencia de camino o fuerza de fricción.  
Fa - Fuerza resultante de la resistencia del viento.  
Ryd y Ryt - Reacciones perpendiculares al camino que actúan sobre las llantas delanteras y traseras respectivamente.  
a - Aceleración del automóvil en cualquier tiempo.  
g - Aceleración de la gravedad (9.81 mts/seg.2)  
V1 - Velocidad inicial del automóvil.  
V2 - Velocidad final del automóvil.  
t - Tiempo.  
- Coeficiente de masas reducidas (1.05)  
Cx - Coeficiente de resistencia frontal al aire. (0.15)  
A - Proyección vertical del área del automóvil.  
V - Velocidad en cualquier momento.  
- Peso específico del aire (2.4525)  
H - Altura máxima del automóvil. (1.1 m)  
B - Distancia entre rueda y rueda del mismo eje del automóvil (1.8 m)  
m - Porcentaje de llenado del área vertical. (0.75)  
f - Coeficiente de rodamiento.  
- Coeficiente de resistencia del camino.  
Ycg - Centro de gravedad del automóvil.  
a1 - Distancia entre Ycg y ruedas traseras (0.72 m)  
a2 - Distancia entre Ycg y ruedas delanteras (1.68 m.)  
L - Distancia entre ruedas delanteras y traseras (2.4 m).  
Fam y Fat - Fuerza de adherencia del automóvil.

### FUERZA DE INERCIA DEL AUTOMOVIL

$$F_i = (W/g) * * (dv/dt)$$

como

$$dv/dt = a \quad y \quad = 1.05$$

por lo tanto

$$F_i = (7,357.5 \text{ Nw.} / 9.81 \text{ m/seg.}^2) * (1.05) * a$$

tenemos que

$$F_i = 787.5 \text{ Nw. seg./m}^2 * a$$

donde (a) está dada en m./seg.<sup>2</sup>.

### RESISTENCIA DEL CAMINO

$$F_c = W * \underline{\hspace{2cm}}$$

donde

$$= f + \tan \quad : \quad \tan \quad 0.15 \text{ para caminos normales.}$$

para los valores de (f) tenemos la siguiente tabla.

TABLA DE VALORES MEDIOS DEL COEFICIENTE DE RESISTENCIA AL RODAMIENTO DEL AUTOMOVIL EN FUNCION DEL TIPO DE CAMINO Y SU ESTADO.

Tipo de camino	Valores medios del coeficiente f	
	En buen estado	En mal estado
Hormigón, asfalto	0.010-0.017	--
Adoquines	0.012-0.020	0.020-0.032
Apisonado	0.014-0.025	0.025-0.050
Adoquinado con piedras naturales	0.014-0.026	0.026-0.060
Nevado	0.018-0.032 duro	0.027-0.040 blando
Tierra suelta	0.022-0.050 dura	0.050-0.138 suelta
Arena	0.100-0.150 húmeda	0.150-0.300 seca

con lo que nos queda

$$F_c = 7,357.5 * \underline{(f+0.15)} \text{ Nw.}$$

### RESISTENCIA DEL AIRE

$$F_a = C_x * ( \rho / (2 * g) ) * A * ( V / 3.5 )^2$$

donde

$$\rho / (2 * g) = 0.125 \text{ kg} = \text{seg}^2 / \text{m}^4$$

y

$$A = H * B * m = (1.1) * (1.8) * (.75) = 1.485 \text{ m}$$

tenemos por lo tanto que

$$F_a = (0.15) * (0.125) * (1.485) * V^2 / (12.96)$$

entonces

$$F_a = 2.1483 \text{ E-03} * V^2$$

### REACCION DEL CAMINO

$$R_{yd} = W * a_2 / L : R_{yt} = W * a_1 / L$$

por lo tanto

$$R_{yd} = (7,357.5) * (0.72) / (2.4) = 2,177.25 \text{ Nw.}$$

$$R_{yt} = (7,357.5) * (1.68) / (2.4) = 5,150.25 \text{ Nw.}$$

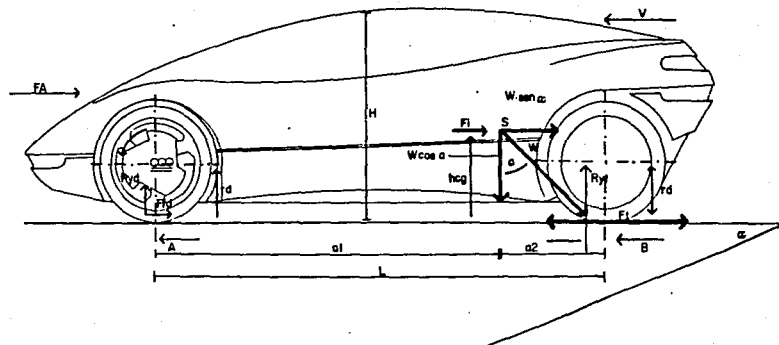
### FUERZA DE ADHERENCIA

$$F_{am} = R_{yt} * \mu : F_{at} = R_{yd} * \mu$$

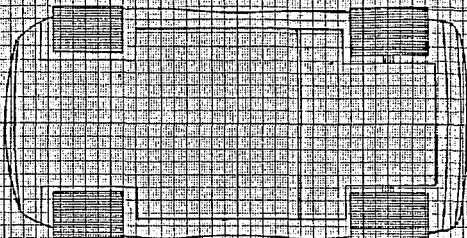
los valores de ( ) son

TIPO DE CAMINO	Estado del camino	
	Seco	Mojado
Asfalto, hormigón	0.7 - 0.8	0.3 - 0.4
Adoquinado con piedras naturales	0.6 - 0.7	0.3 - 0.4
Terraplén	0.5 - 0.6	0.3 - 0.4
Nevado duro	0.2 - 0.35	
Helada	0.8 - 0.15	

$$F_{am} = 5,150.25 * \quad y \quad F_{at} = 2,177.25 *$$



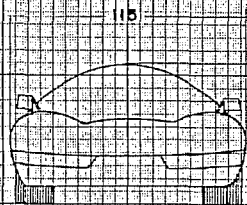




40 150 40

230

vista inferior

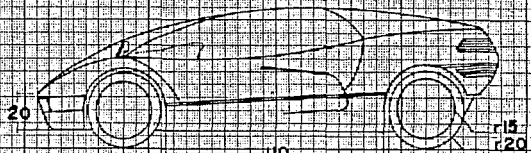


115

60

10

vista frontal



20

110

150

230

vista lateral

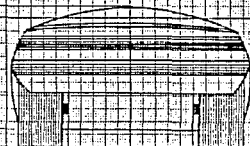
r15  
r20

70

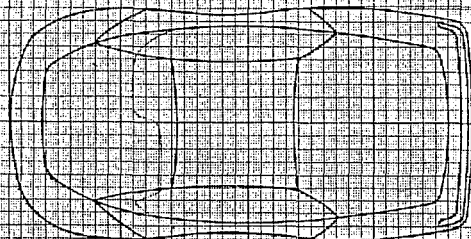
20

10

vista posterior

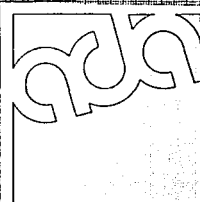


85



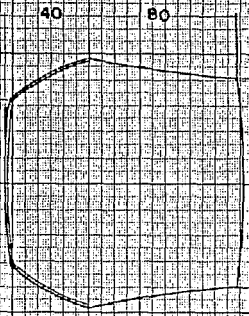
115

vista superior

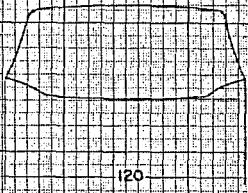


ASISTO DI G. IONIS AGRAZ  
VINCULO ASIGNACION NO CONTAMINANTE  
ESCALA: 1:125 COLIP.com  
NOMBRE PZA: CABRODELETA  
ESP. VISTAS GENERALES

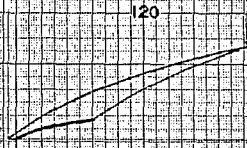




vista inferior



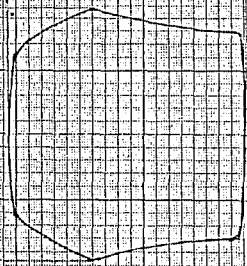
vista frontal



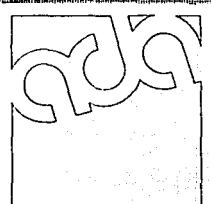
vista lateral



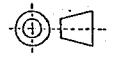
vista posterior



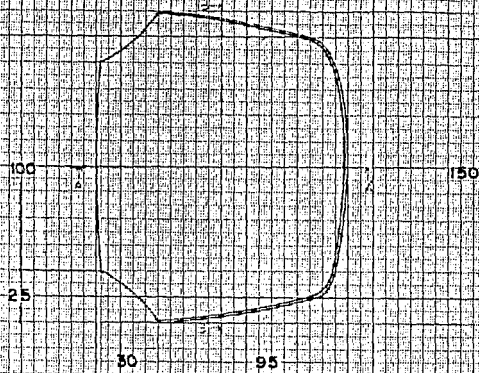
vista superior



ALBERTO DE LA TORRE AGRAZ  
 VEHICULO AUTOMOVIL DE CLASE A  
 ESCALA 1:12.5 COTAS mm  
 FUNDICION FABRIL S.A.  
 EXP. CRISTAL UV



vista inferior



150

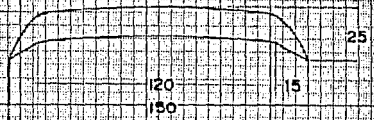
125



vista frontal

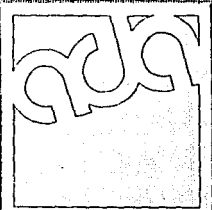
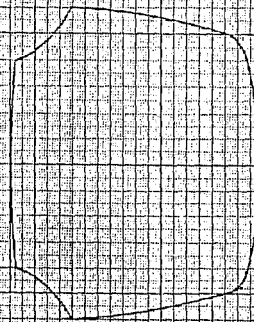


vista lateral

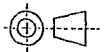


vista posterior

vista superior

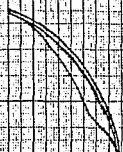


ALBIRU EN LA TORRE AGRAZ  
 VISOROS AUTODIOPTRICOS CONTACTO  
 ESCALA 1:100 5000000  
 MONTE PIA PARARRISA 3  
 15º CRISTAL - UV





corfe A-A



corfe B-B

160



vista inferior



v. posterior



A-A

B

A-A

B

vista lateral



40

v. frontal

7



30

vista superior



corfe A-A

125

A-A

100

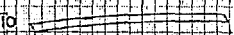
A-A

vista superior

105



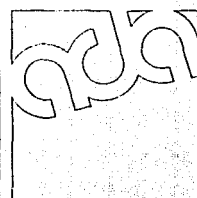
vista frontal



vista lateral



vista posterior

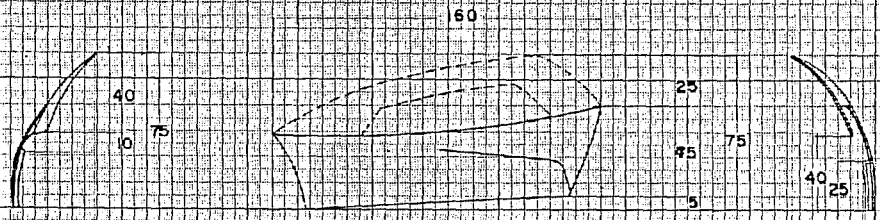


ADRIANO DE FALCONE ALFAJE  
VENHENDO DIFUSÃO DE MADEIRAS E CORTIÇAS  
RUA ALA-1125 CURUÁ-PA  
FABRIL Nº 223-TECHNO 3-VENHANO  
ESP. CRISTAL UV





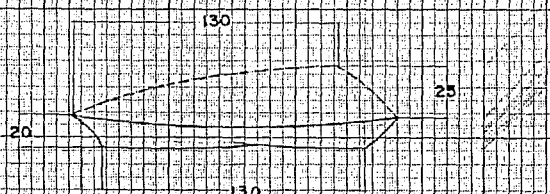
vista inferior



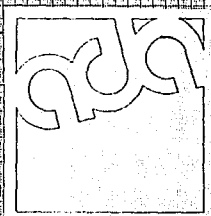
vista posterior

vista lateral

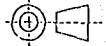
vista frontal

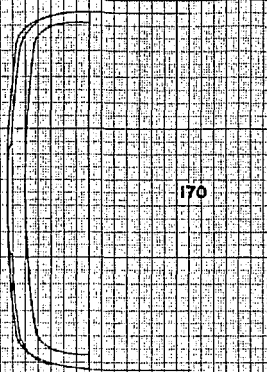


vista superior



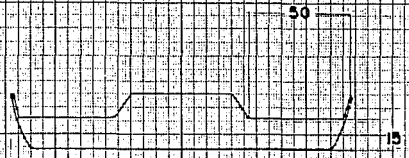
UNIVERSITATEA DE INGINERIE SI ARHITECTURA  
 FACULTATEA DE INGINERIE MECANICA  
 CATEDRA DE MECANICA  
 2018





170

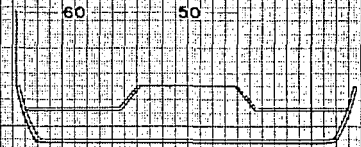
vista inferior



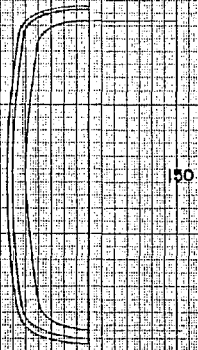
vista frontal



vista lateral

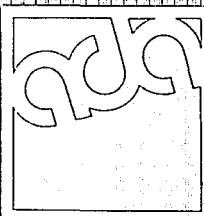


vista posterior



150

vista superior

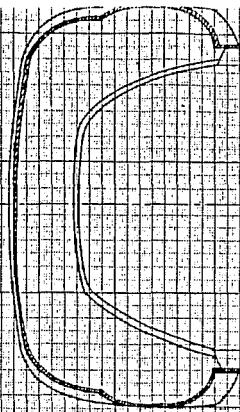


ASIENTO DE LA CARRERA AGRAS  
VEHICULO AUTOMOVIL NO CATEGORIZADO  
ESCALA: 1:12.5 EGRA-100

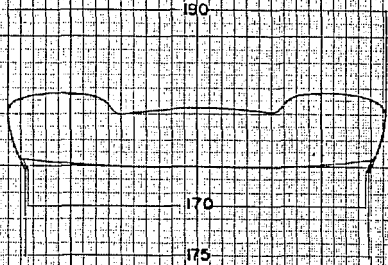
INDICAR EN: SPOILER /  
ESP. PLASTICO REFORZADO



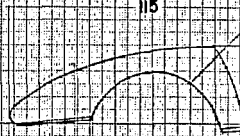
vista inferior:



140 150 190

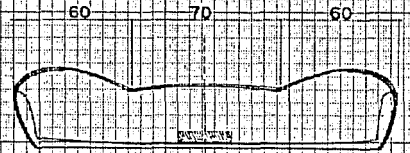


vista frontal



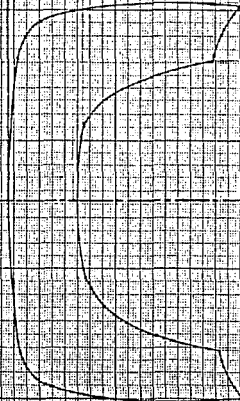
vista lateral

35 60

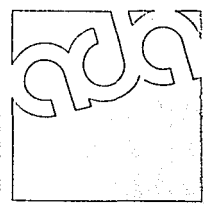


vista posterior

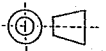
vista superior

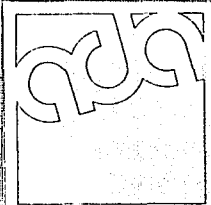
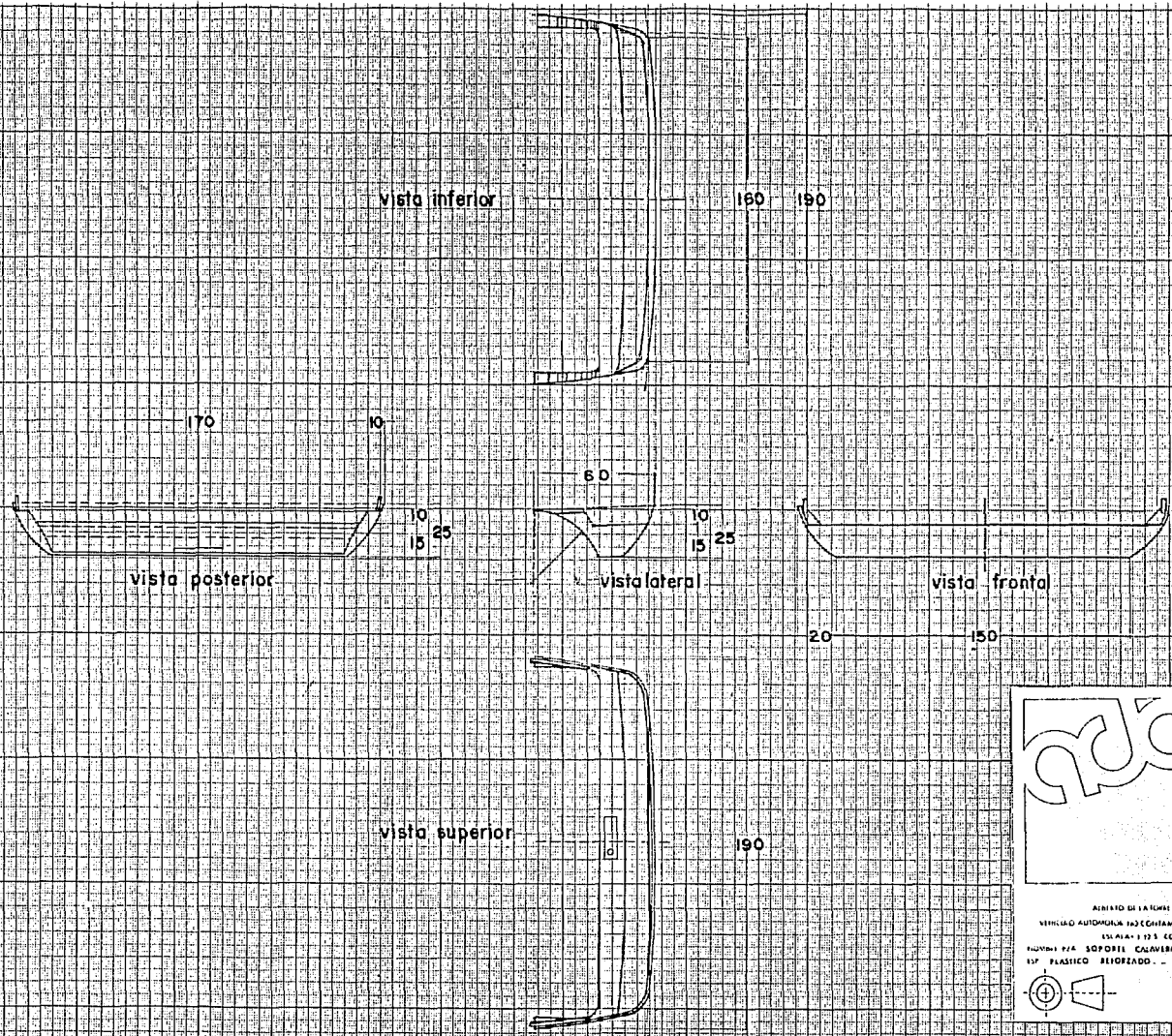


140 190

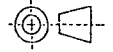


ALISTO DE MATERIALES ACRA 2  
VEHICULO AUTOCANALIZADOR CON DISTANCIAMIENTO  
ESCALA: 1:25 COMAS-UM  
PROYECTO: PZA. BASTIDOR 2  
ESP. PLASTICO REFORZADO



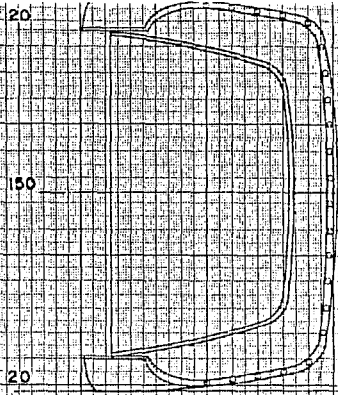


ASIENTO DE LA TORRE AGRAZ  
 VEHICULO AUTOMOVIL 125 CM<sup>3</sup> CILINDRADA  
 ESQUEMA 1-125 CCIAS-111  
 FIGURAS 214 SOPORTE CALVERA  
 EN PLASTICO REFORZADO



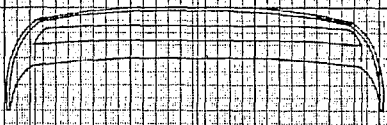


vista inferior



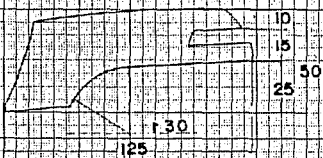
150

vista frontal



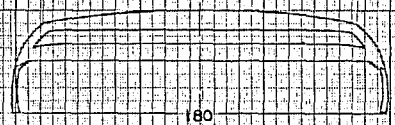
165

vista lateral



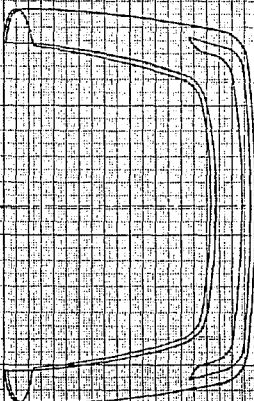
125

vista posterior

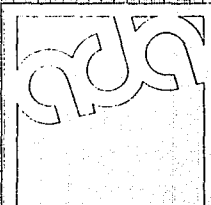


180

vista superior



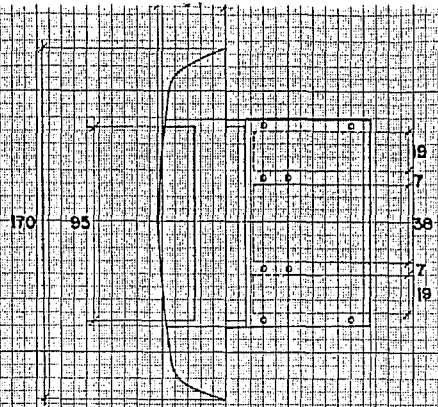
120



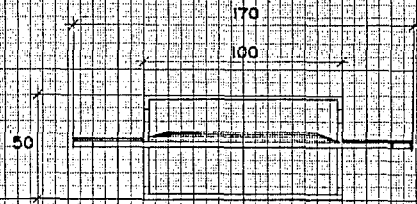
REPRODUCIDO EN LA TORRE ALBA, 2  
 INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CATALUÑA (ITC)  
 VICENTE Y 125 CERRADA

INDICADO EN A. BALSADOR 1  
 157 PLÁSTICO REFORZADO

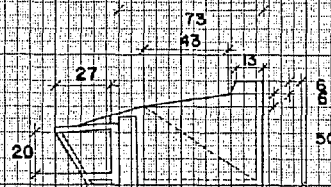




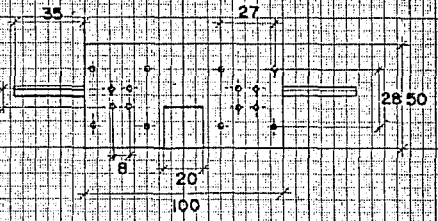
38 vista inferior



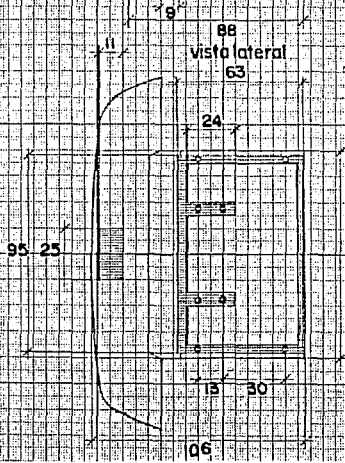
vista frontal



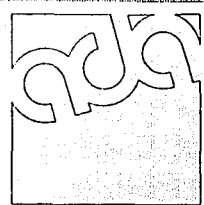
vista lateral



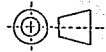
vista posterior



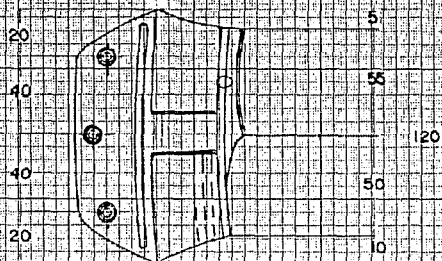
100 vista superior



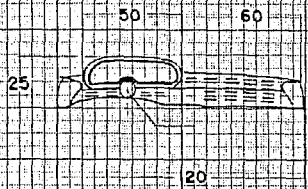
ALTERNATIVO DE TAPASOM AGRAZ  
 SISTEMA AUTOMATICO DE CONTAMINACION  
 ESCALA 1:10 - COMPLETO  
 MONTE PIA MODULO SUSPENSION  
 ESP PLASTICO REFORZADO







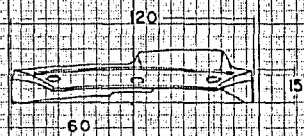
vista inferior



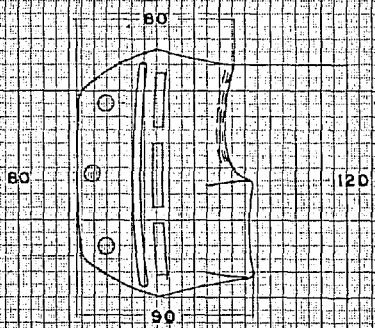
vista frontal



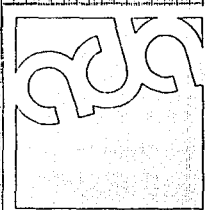
vista lateral



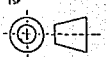
vista posterior

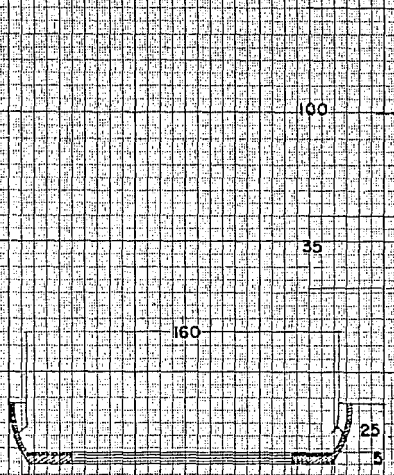


vista superior

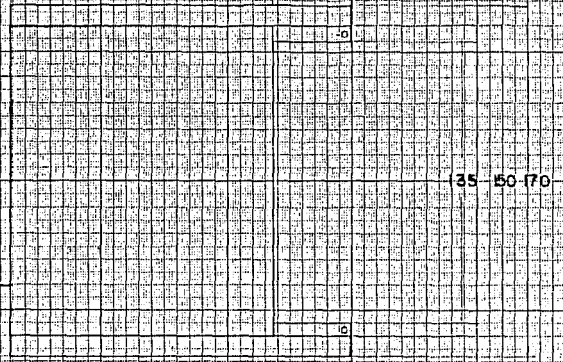


ALIBERTO SA S.A. (GRUPO ACS) S  
 VEHICULO AUTOMOVILIA 140 CONCHA ALIBERTO  
 ESCALA: 1/125 CADASU  
 ELABORADO POR I. CONZILLO  
 ESP





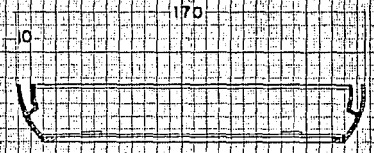
vista frontal



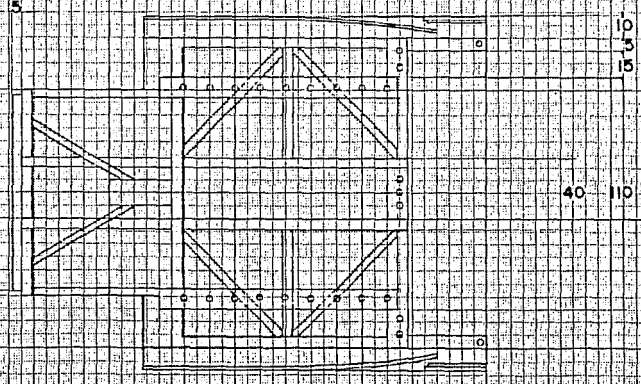
vista inferior



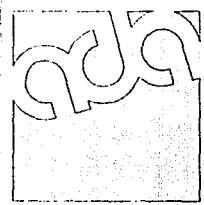
vista lateral



vista posterior

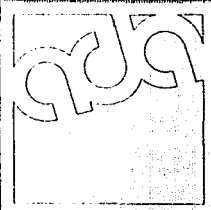
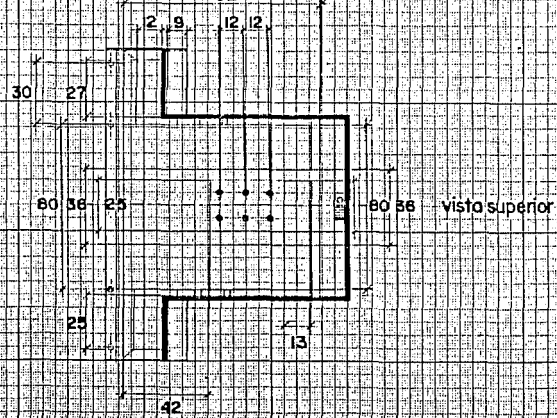
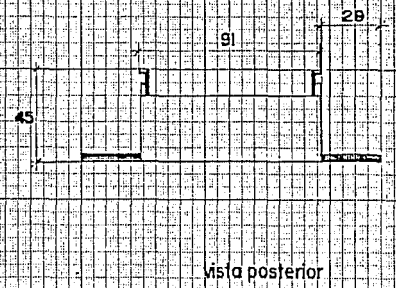
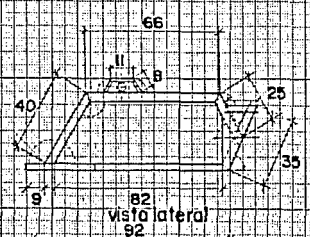
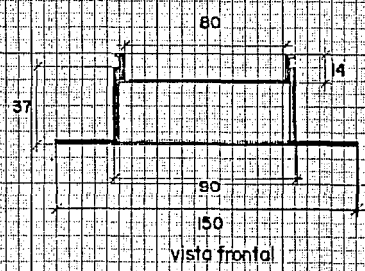
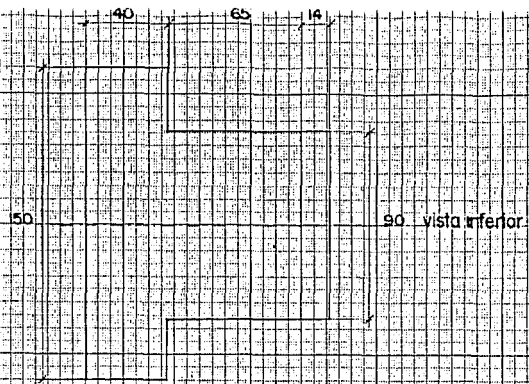


vista superior

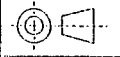


PROYECTO DE LA FURCA ACP # 2  
 VEHICULO AUTOMOTOR DEL CRISTALANCAJAS  
 150416-1 125.000.000  
 EDUARDO PIZA CHASIS - 1





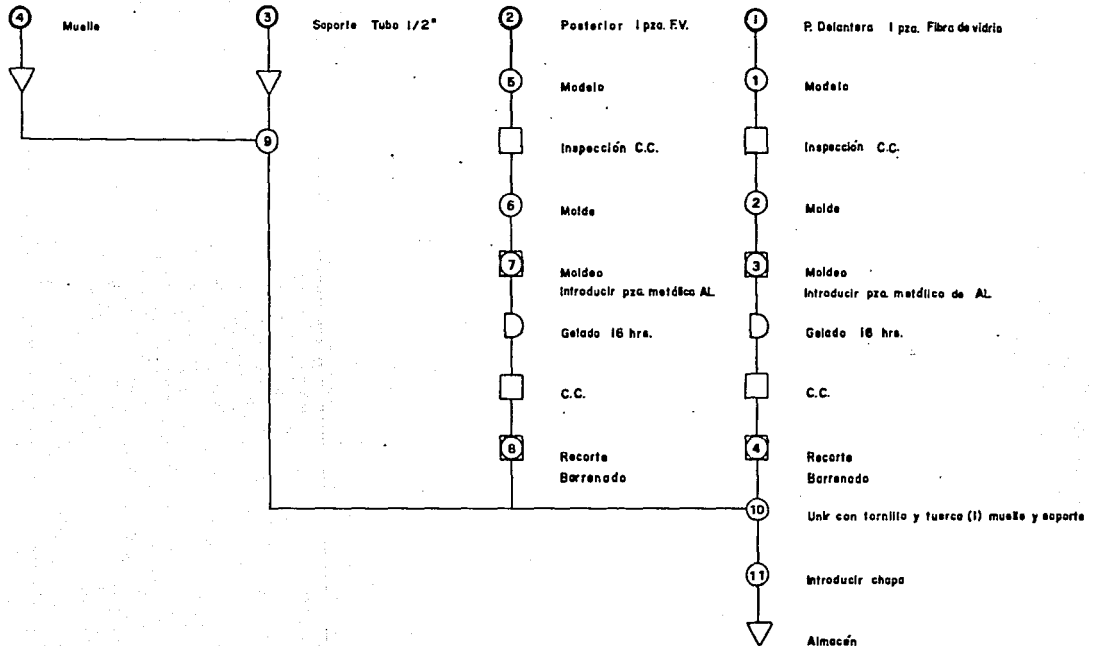
OBJETO DE LA UNIV. ADON 2  
 VISTAS Y REPRESENTACIONES GRÁFICAS  
 ESCALA: 1:125 (LÍNEAS)  
 MATERIAL: ACRILICO - 2  
 1º PLÁSTICO REFORZADO





# MODULO (A)

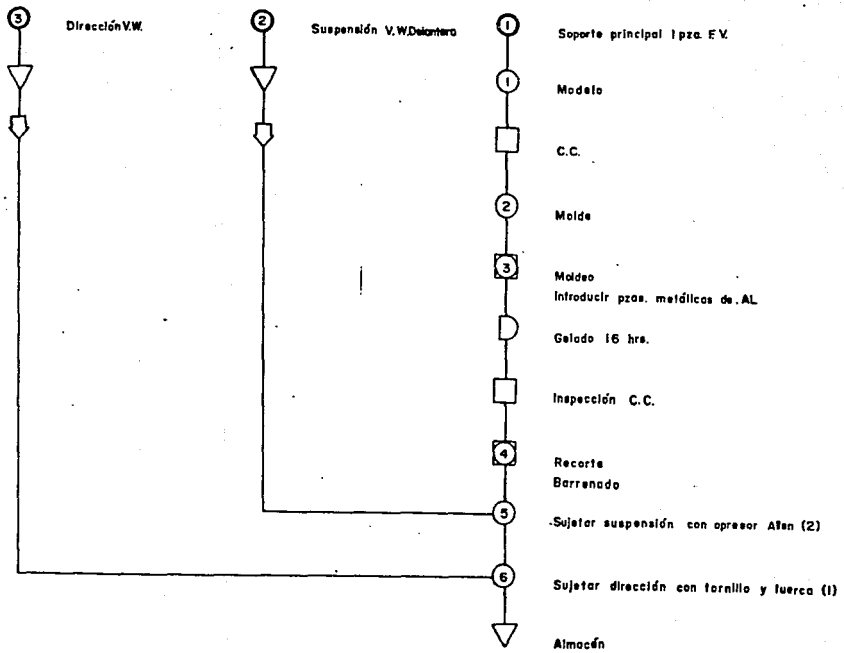
## Pieza base chasis





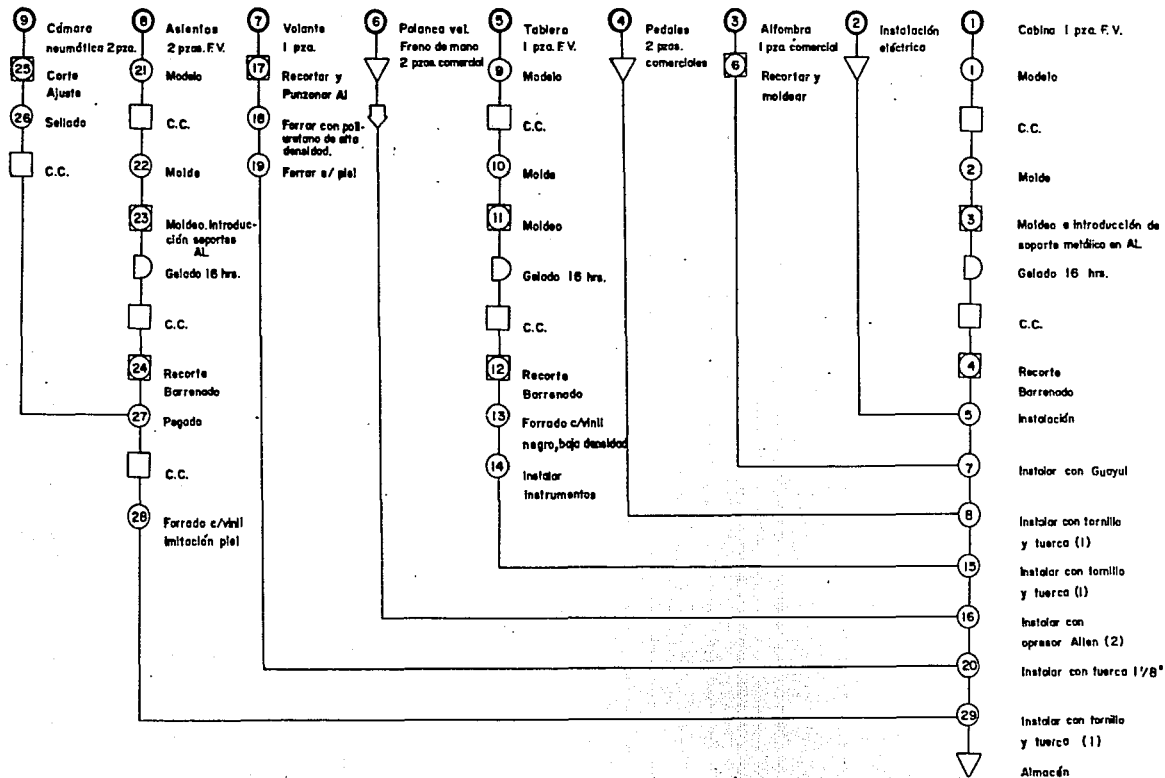
# MODULO (B)

## Suspensión Dirección



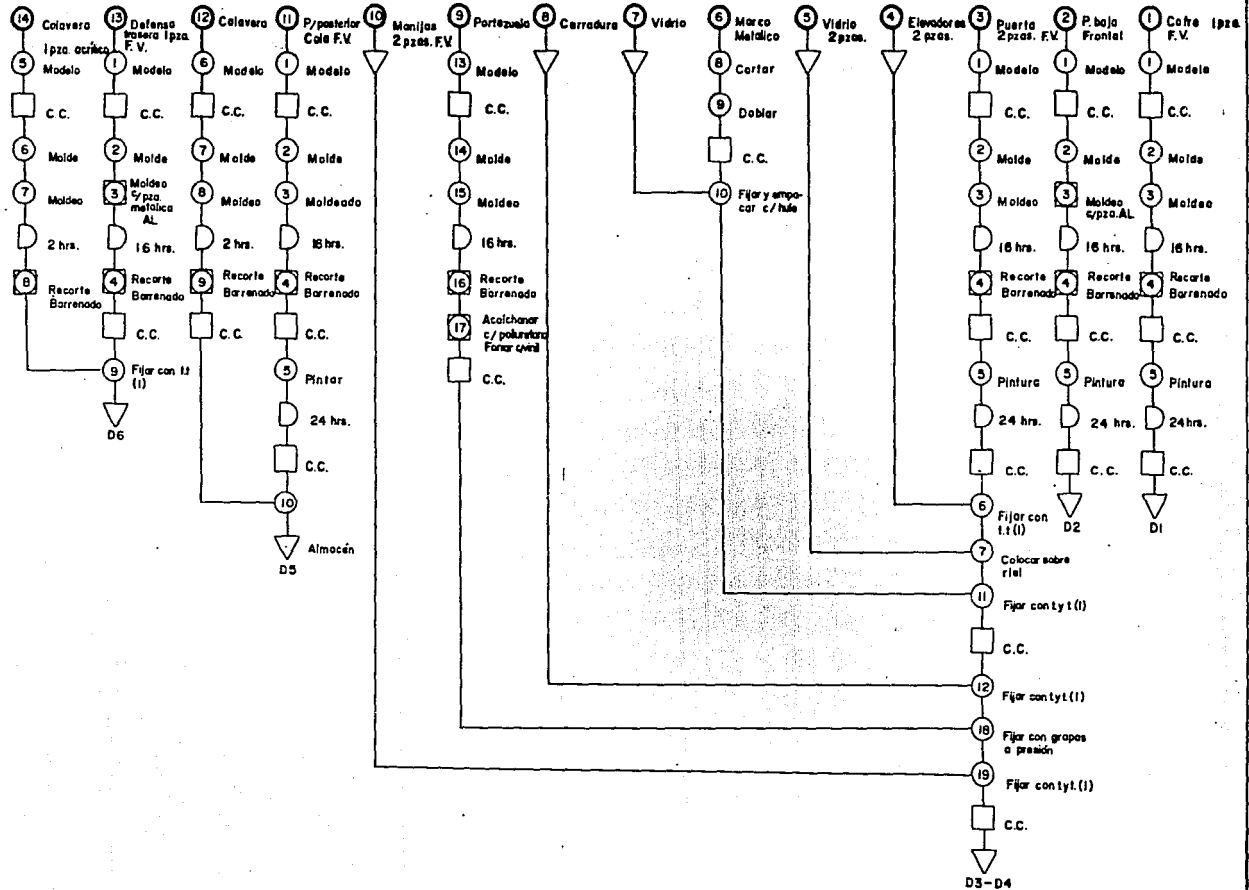
# MODULO (C)

## Cabina



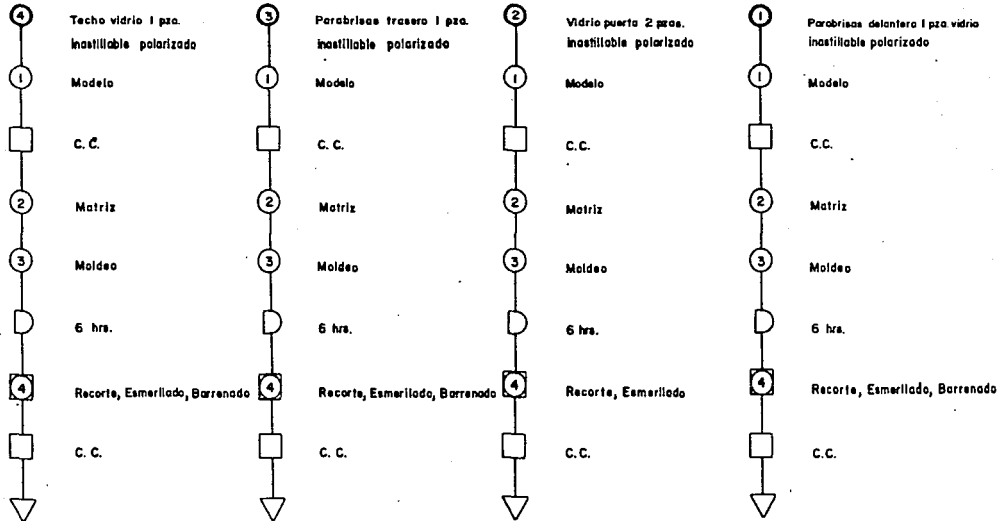
# MODULO (D)

## Carrocería

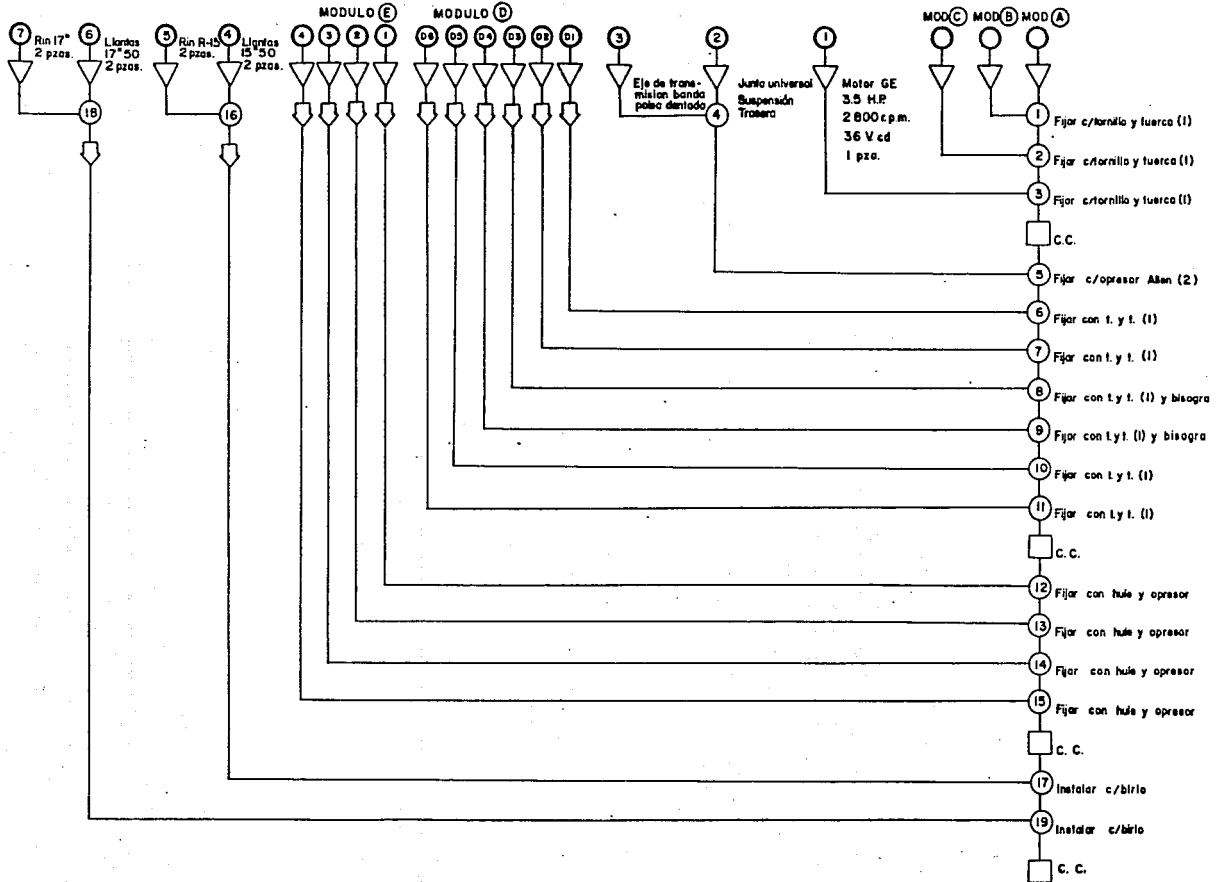


# MODULO (E)

## Vidrios cabina



# CURSOGRAMA GENERAL DE ARMADO



## B I B L I O G R A F I A

- INEGI LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ EN MEXICO  
1980-1985  
Instituto Nacional de Estadística  
Geografía e Informática.  
Srta. de Información y Presupuesto.  
México, 1986.
- KOSOW, L. IRVING.  
MAQUILAS ELECTRICAS Y TRANSFORMADORES.  
Staten Island Community College  
City Univ. of N.Y.  
Editorial Reverté, S.A.  
Barcelona, España, 1980.
- MINISTERIO DEL EJERCITO Y LA FUERZA AEREA DE E.U.A.  
Manual de Automóviles y  
Vehículos motorizados.  
Editorial Cla. Edit. Continental, S.A.  
de C.V.  
México, 1983.
- ORBIS, EDICIONES  
ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA.  
Edit. Orbis-Macombo, Tomo 3  
Biblioteca Nueva Tecnología  
Biblioteca Electrónica Informática  
Barcelona, España, 1986.
- ORBIS, MACOMBO  
AUTOMATAS Y ROBOTS INDUSTRIALES  
Tomo No. 14  
Biblioteca de Electrónica e Informática.  
Edit. Orbis, Macombo.  
Barcelona, España.

READERS, DIGEST.

INVENTOS QUE CAMBIARON EL MUNDO

*El genio práctico del hombre a través de los tiempos.*

*Reader's Digest de México.*

*México, 1983.*

SALVAT, EDIC.

LA ELECTRONICA

*Biblioteca Salvat de Grandes Temas*

*Tomo No. 99.*

*Editorial Salvat*

*Barcelona, España, 1973.*

SALVAT EDIC.

LOS TRANSPORTES

*Biblioteca Salvat de grandes temas.*

*Tomo 74.*

*Editorial Salvat.*

*Barcelona, España, 1973.*

SHACKET, SHELDON R.

THE COMPLETE BOOK OF ELECTRIC VEHICLES

*Edit. Dommus Books*

*Quality Books, Inc. - 2a. edición.*

*Illinois, E.U.A. 1981*

SISKIND, CHARLES S.

ELECTRICAL MACHINES.

*Direct and alternating current.*

*2a. edición.*

*Edit: McGraw-Hill*

*Kosaido Printing Co. Ltd.*

*Tokio, Japón., 1966.*

SZCZEPANIAK, CEZARY

FUNDAMENTOS DEL DISEÑO DEL AUTOMÓVIL.  
Cla. Editorial Continental, S.A. de C.V.  
México, 1980.

VICENTE, ANTONIO

LA BATERIA DE ACUMULADORES  
Monografías CEAC, Colección Motor  
y Automóvil; Volumen 24.  
Ediciones CEAC, 2a. edición.  
Barcelona, España, 1967.

VILLARREAL, D. ENRIQUE.

FUENTES ELECTROQUÍMICAS DE CORRIENTE.  
Edit. Limusa Willey, S.A.  
México, 1971.