

# Dirección General de Preparación DE CAMPAÑA

---



**::: REGLAMENTO :::**  
**PARA LA INSTRUCCION**  
**TEORICA Y PRACTICA DEL**  
**MECANICO-AUTOMOVILISTA**

**LIBRO PRIMERO**

Instrucción teórica.



## REGLAMENTOS EN PREPARACION

---

Reglamento de puentes para el uso del Oficial de Zapadores en campaña.

**Anexo III al Reglamento para la Instrucción de Tiro de la Artillería de Campaña.**—Descripción y manejo del material empleado en maniobras de fuerza y transporte.

**Anexo IV al Reglamento para la Instrucción de Tiro de la Artillería de Campaña.**—Descripción y empleo táctico y técnico de los proyectores.

**Anexo V al Reglamento para la Instrucción de Tiro de la Artillería de Campaña.**—Nomenclatura, servicio en fuego y conservación de los materiales de Artillería de montaña y ligera.

Reglamento para la instrucción teórica y práctica del mecánico-automovilista (Tomo II).

**Anexo I al reglamento táctico de Caballería.**—Instrucción y empleo de las ametralladoras.

Reglamento táctico de Infantería (Tomo II).

Reglamento para el empleo de explosivos por la Infantería, Caballería y Artillería.

1007

F. A. S.

REG

MREGANICO AUTOMOVILIS

TCMO I

# REGLAMENTOS VIGENTES

Publicados por R. O. de 3 de diciembre de 1924 (D. O. núm. 275),  
y a la venta en el Depósito Geográfico e Histórico del Ejército.

	<u>Edición</u>	<u>Precio</u>
<b>REGLAMENTOS GENERALES</b>		
Empleo táctico de las grandes unidades.....	1925	2,00
Servicios de retaguardia. (Texto y láminas).....	1925	1,75
Enlace y servicio de transmisiones.....	1925	2,50
Organización y preparación del terreno: Tomo I (Texto y láminas).	1927	2,50
íd.    íd.    íd.    Tomo II.....	1928	2,50
íd.    íd.    íd.    Tomo III.....	1928	1,25
Instrucción física: Tomo I.....	1927	1,25
íd.    íd.    Tomo II.....	1927	0,75
íd.    íd.    Tomo III.....	1927	1,00
íd.    íd.    Compendio.....	1928	1,25
íd.    íd.    Cartilla.....	1927	0,50
Instrucción de tiro con armas portátiles: Tomo I.....	1926	1,25
íd.    íd.    íd.    íd.    Tomo II. (Texto y láminas)	1927	1,25
Anexo    I. Instrucción de tiro con ametralladoras de Infantería y Caballería.....	1928	1,75
íd.    II. Instrucción de tiro con armas de acompañamiento de la Infantería (morteros).	1929	1,00
íd.    III. Descripción del fusil, mosquetón y carabina Mauser.....	1928	0,75
íd.    IV. Descripción de los fusiles ametralladores y ametralladora ligera.....	1928	1,00
íd.    V. Descripción de la ametralladora y sus municiones .....	1927	0,75
íd.    VI. Nomenclatura, descripción sumaria y entretenimiento de la pistola «Astra» y de sus municiones.....	1929	0,50
íd.    VII. Nomenclatura, descripción sumaria y entretenimiento de las máquinas de acompañamiento de la Infantería. <i>Morteros</i> .....	1928	1,00
íd.    VII. Descripción de las granadas de mano y de fusil.....	1927	0,35
íd.    X. Nomenclatura, descripción sumaria y entretenimiento de los Carros de Combate Ligeros.....	1929	1,50
Servicio de remonta en campaña.....	1925	0,25
Servicio de Correos en campaña.....	1928	0,40
Reglamento técnico del oficial de Aerostación.....	1929	1,00
Reglamento del servicio de Aeronáutica en campaña (Aerostación)...	1929	0,75
Reglamento para la instrucción teórica y práctica del mecánico automovilista (Libro primero.—Instrucción teórica) .....	1929	1,50

# Dirección General de Preparación DE CAMPAÑA

---



:-: REGLAMENTO :-:

PARA LA INSTRUCCION

TEORICA Y PRACTICA DEL

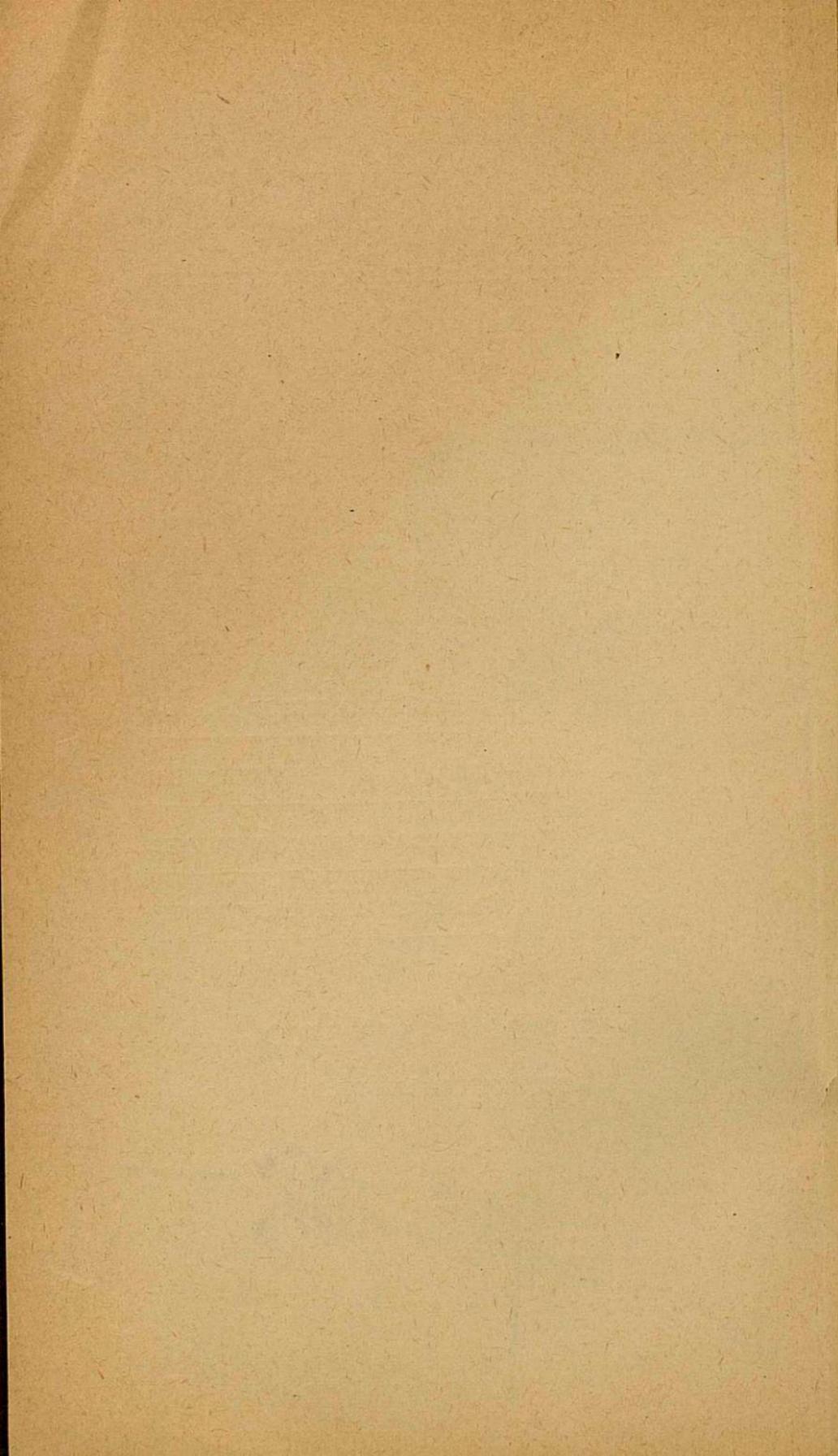
MECANICO-AUTOMOVILISTA

LIBRO PRIMERO

Instrucción teórica.

MADRID  
TALLERES DEL DEPOSITO GEOGRAFICO  
E HISTORICO DEL EJERCITO





# Dirección general de Preparación de C a m p a ñ a

---

## REGLAMENTOS

**Circular:** Excmo. Sr.: El Rey (q. D. g.) ha tenido a bien aprobar, con carácter provisional, el Reglamento para la instrucción teórica y práctica del mecánico automovilista, redactado en virtud de lo dispuesto en la Real orden de 3 de diciembre de 1924 (D. O. núm. 275).

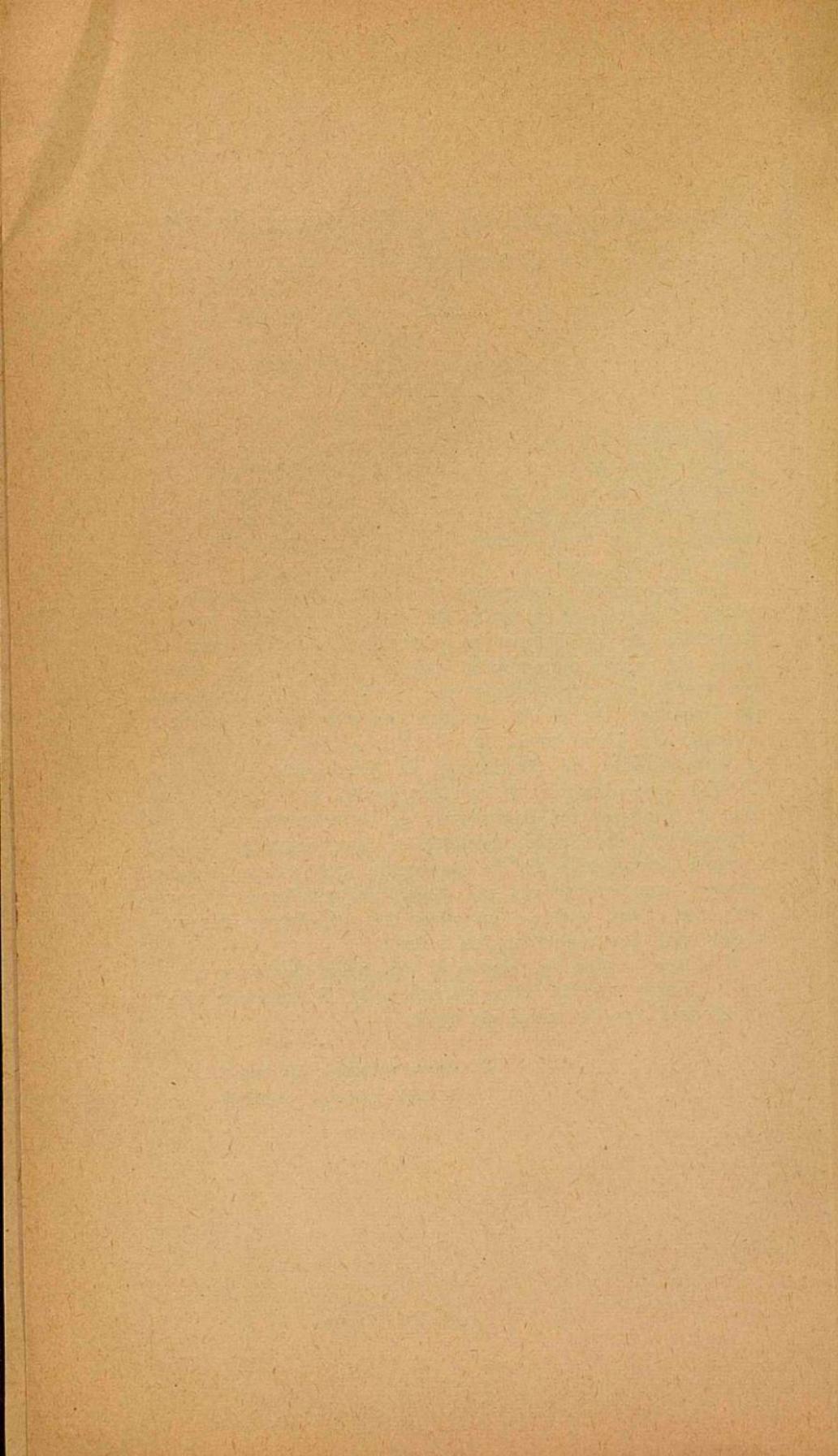
Los preceptos contenidos en el mismo entrarán en vigor a partir de la fecha de su publicación, y por el Depósito de la Guerra se procederá a hacer una tirada de 12.000 ejemplares, que se pondrán a la venta al precio que oportunamente se fijará. Es asimismo la voluntad de S. M. se den las gracias al teniente coronel de Ingenieros, D. Francisco del Valle Oñoro, y comandante de Artillería, D. Jerónimo de Ugarte Roure, con destino en la Inspección general de tropas y servicios de Ingenieros de la primera región y regimiento de Costa, número 3, que forman la ponencia encargada de la redacción del citado Reglamento, anotándose en sus hojas de servicios la complacencia con que se ha visto la útil labor desarrollada por los mencionados jefes.

De Real orden lo digo a V. E. para su conocimiento y demás efectos. Dios guarde a V. E. muchos años.  
Madrid, 15 de mayo de 1928.

El General encargado del despacho,  
ANTONIO LOSADA ORTEGA

Señor...

(D. O. número 108)



# INDICE

---

	Páginas.
Introducción .....	I
Nociones preliminares .....	3

## PRIMERA PARTE

### Elementos motores

#### CAPITULO PRIMERO

El motor de explosión.....	9
----------------------------	---

#### CAPITULO II

Los motores de automóvil.....	14
-------------------------------	----

#### CAPITULO III

Los elementos del motor.....	19
------------------------------	----

#### CAPITULO IV

La distribución .....	26
-----------------------	----

#### CAPITULO V

La carburación.....	29
La alimentación.....	34

#### CAPITULO VI

Nociones de electricidad .....	36
--------------------------------	----

## CAPITULO VII

Páginas.

El encendido (o ignición).—El alumbrado. El arranque eléctrico.—Función de la electricidad en el automóvil.....	49
--	----

## CAPITULO VIII

La evacuación de los gases quemados.—La regulación .....	62
--	----

## CAPITULO IX

Conocimientos prácticos.—Arreglo completo de la distribución del motor.....	64
---	----

## CAPITULO X

La refrigeración del motor.....	70
---------------------------------	----

## CAPITULO XI

La lubricación.....	74
---------------------	----

**SEGUNDA PARTE****Elementos transmisores y de transformación.**

## CAPITULO PRIMERO

El embrague .....	77
-------------------	----

## CAPITULO II

El cambio de velocidad.....	79
-----------------------------	----

## CAPITULO III

La transmisión .....	86
----------------------	----

## CAPITULO IV

	Páginas.
La propulsión de los automóviles.....	92

## TERCERA PARTE

## Elementos de mando

## CAPITULO PRIMERO

La dirección .....	97
--------------------	----

## CAPITULO II

Los frenos .....	100
------------------	-----

## CUARTA PARTE

## Elementos de sustentación

## CAPITULO PRIMERO

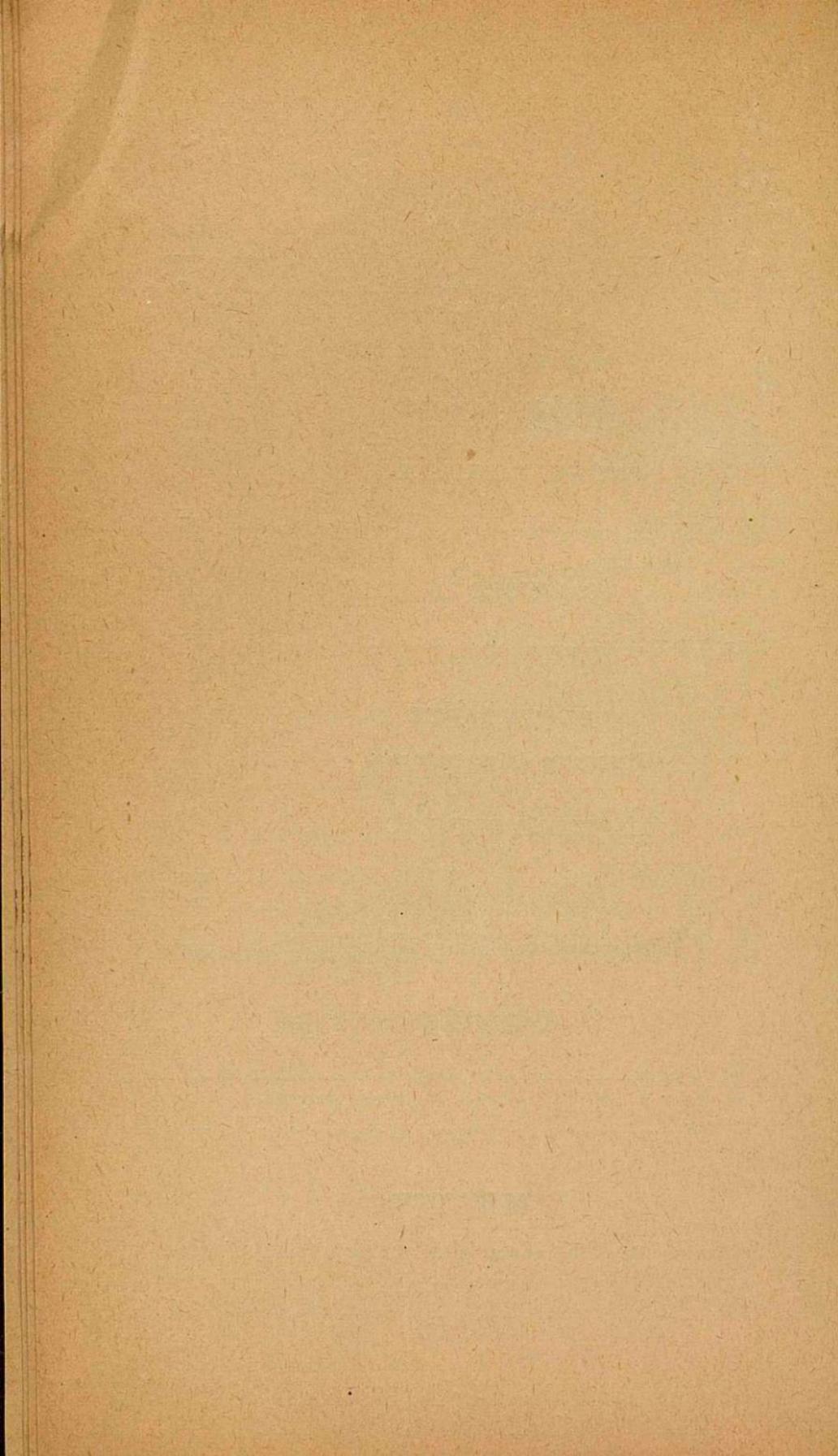
El bastidor.....	113
La caja o carrocería.....	114
Los ejes.....	114
Las balldestas.....	116

## CAPITULO II

Las ruedas.....	122
Las bandas de rodadura: macizas, neumáticas.....	127

## APENDICE

Vehículos de adherencia total.....	135
------------------------------------	-----



# LIBRO PRIMERO

---

## INSTRUCCION TEORICA

---

### INTRODUCCION

Según es bien sabido por todos los que al estudio del automovilismo se dedican, ha sido tan rápido y completo el perfeccionamiento alcanzado en todos órdenes por la máquina «vehículo-automóvil», que, desde algún tiempo a esta parte, es muy poco lo nuevo publicado sobre esta materia; así pues, siempre que se trate de escribir acerca del asunto, bien voluntaria, bien obligadamente como ocurre a los autores del presente trabajo quienes han de emprenderlo en cumplimiento de orden recibida de la Superioridad, es indispensable repetir, en gran parte, lo escrito y explicado por quienes se han ocupado en otro tiempo de ello.

De conformidad con este orden de ideas, así como por la finalidad que tiene el presente estudio de ser dedicado a la enseñanza y aprendizaje de los mecánico-automovilistas del Ejército, nos ha parecido oportuno acudir a los cuerpos de doctrina que han servido o sirven actualmente para dicha enseñanza en las Escuelas Militares de automovilismo, y a tal efecto hemos tomado de las cartillas, instrucciones, folletos, prácticas y demás que han estado o están sirviendo de norma para dicha enseñanza en el Centro Electrotécnico y de Comunicaciones de Ingenieros del Ejército y en la Escuela Automovilista de Artillería, todo aquello que, a

nuestro juicio, está conveniente y suficientemente expuesto, habiendo modificado o modernizado, lo que, a nuestro modo de ver, así lo ha exigido, al objeto de reducir estas explicaciones a lo estrictamente necesario para la clase de enseñanza a que se dedican y exponiendo, por nuestra parte, aquellas materias o asuntos que no figuran en los mencionados textos y deben formar parte, en nuestro sentir, del presente trabajo.

---

## NOCIONES PRELIMINARES

---

### CLASIFICACION DE LOS ORGANISMOS DE UN VEHICULO AUTOMOVIL

Se puede distinguir en un vehículo automóvil, cuatro clases de organismos principales, clasificados en otros tantos grupos, a saber:

Primer grupo.—*El motor* con sus diferentes sistemas anexos que coadyuvan a su buen funcionamiento, y que son movidos por él.

Estos sistemas, son:

1.º El sistema de *distribución*, con el que se consigue que la admisión en los cilindros de la mezcla de combustible y la expulsión de los residuos gaseosos de la combustión, se realicen en los momentos oportunos.

2.º El sistema de *carburación* y el de *alimentación*, el primero, que prepara la mezcla combustible dosificando sus elementos constituyentes, y el segundo, que proporciona el combustible en la forma adecuada.

3.º El sistema de *encendido*, que hace saltar la chispa destinada a provocar la explosión de la mezcla combustible; y los sistemas de *alumbrado y arranque eléctrico* del motor.

4.º El sistema de *evacuación de los gases quemados*, que da salida a los gases resultantes de la combustión.

5.º El sistema de *regulación*, que adapta el esfuerzo motor al resistente que ha de vencer o sirve para limitar la velocidad de rotación.

6.º El sistema de *refrigeración*, destinado a impedir que las diferentes partes del motor adquieran temperaturas excesivas que perjudicarían a su buen funcionamiento.

7.º El sistema de *lubricación o engrase*, que produce la circulación y renovación del lubricante, entre todas las piezas en movimiento.

Segundo grupo.—*Los elementos transmisores y de transformación*, del movimiento de giro del motor, en movimiento de traslación del vehículo.

Estos órganos, son los que a continuación se expresan.

1.º *El embrague*, que permite separar (o unir) el motor del resto del mecanismo, a voluntad del conductor.

2.º *El cambio de velocidad*, para conseguir, entre ciertos límites, que se pueda variar la velocidad del vehículo, permaneciendo constante la del motor.

3.º *La transmisión*, que conduce el movimiento desde el cambio de velocidad al sistema de propulsión.

4.º El sistema de *propulsión* o *tren de rodamiento*, constituidos por las *ruedas motoras y sus ejes*, o por *orugas*.

Tercer grupo.—Los *elementos de mando*, para el movimiento de traslación del vehículo, o sea, los destinados a dirigirlo y detenerlo.

Estos comprenden:

1.º *El mecanismo de dirección*, que acciona las ruedas directrices.

2.º *Los frenos*, destinados a disminuir la velocidad del vehículo o a detenerlo.

Cuarto grupo.—*Los elementos de sustentación*, a saber:

1.º *El bastidor* (chasis), que es un marco metálico en el que están afirmados todos los mecanismos del carruaje.

2.º *La caja o carrocería*, que constituye la parte del carruaje destinada al transporte de la carga útil: viajeros, material, efectos y otros.

3.º *Los ejes*, donde apoya la caja, por intermedio de las *ballestas*, *sistema de suspensión*, que protege al vehículo de las sacudidas causadas por los obstáculos del camino.

4.º *Las ruedas* y las *bandas de rodadura* sobre que efecúa su marcha el vehículo.

## CLASIFICACION DE LOS VEHICULOS AUTOMOVILES

Actualmente, excepción hecha de determinados tipos, tales como las *motocicletas y tractores de adherencia total*, todos los vehículos automóviles están compuestos de órganos mecánicos análogos y dispuestos casi siempre del mismo modo. Las diferencias exteriores son debidas a las dimensiones y a la caja o carrocería, que depende de la *utilización*. De aquí la clasificación general de es-

tos vehículos en coches de pasajeros (o de turismo) y camiones.

En resumen, las partes principales de que consta un vehículo automóvil, son dos: el *bastidor* (o chasis) y la *caja* o (carrocería).

Bajo la denominación de Bastidor (más conocido con el nombre de chasis—del francés «chassis»—por muchos que al hablar así desprecian, o más bien desconocen la riqueza y variedad de nuestro lenguaje) se conviene en designar el conjunto de organismos: motor, transmisiones, ejes, ruedas, etc., de un carruaje automóvil en el que solo falte por colocar la caja o carrocería, guardabarros o aletas, faros, faroles y otros accesorios.

La *caja* (o carrocería, del francés «carrosserie») destinada, como acaba de decirse, a la acomodación de la carga útil transportada por el vehículo automóvil, adopta diversidad de formas, según que el transporte sea de pasajeros o de material, pudiendo ser abierta o cerrada en ambos casos, aun cuando para los camiones corrientes suele ser abierta, reservándose la cerrada para los de uso o destino especial, como radiotelegrafía, ambulancia y demás, a los que poco después se hace mención.

*Coches.*—La forma más corriente de caja para el coche abierto, es la de doble faetón torpedo, fig. 1.<sup>a</sup>, que lleva dos asientos delante y otros dos detrás. Tanto estos coches como muchos de los cerrados, llevan unos asientos supletorios (en francés «strapontins») plegables, embutidos en la caja o carrocería.

Además del doble faetón, hay entre los coches abiertos, los de dos, fig. 2, y los de tres asientos, estos últimos dispuestos comunmente en forma de hoja de trébol, figs. 3 y 4.

La caja o carrocería de los coches cerrados afecta formas muy variadas, entre las cuales se representan a continuación las más corrientes: Limusina (en francés «Limousine») fig. 5; Berlina, fig. 6; Sedán, fig. 7; Cabriolé, fig. 8; Landolé, fig. 9; y Cupé, fig. 10; correspondiendo estas tres últimas a las palabras francesas: «Cabriolet», «Landaulet» y «Coupé», respectivamente.

También hay el Omnibus, de todos conocido, que puede igualmente, ser cerrado o abierto; al Omnibus abierto, cuando se le emplea para transporte rápido de tropas, se le denomina coche «patrulla».

*Camión.*—La caja del camión corriente (fig. 11), está constituida por una plataforma 1, con bandas laterales o de costado 2, y compuerta posterior, rebatibles

para facilitar la carga y descarga del carruaje cuando sea necesario; llevan generalmente un toldo 3, de lona impermeabilizada, sostenido por arquillos de hierro a una altura del piso de la caja, de 1'60 a 1'80 metros.

El toldo se puede cerrar por medio de cadenas y candados, para dejar convenientemente guardada la carga.

El asiento del conductor está resguardado de la lluvia, bien por una visera o dosel 4, bien por una capota plegable 5, fig. 12, ambos sistemas llevan arrolladas unas cortinas que se desarrollan a los costados para resguardar mejor al personal que va en la delantera.

La plataforma está preparada de tal modo, que cuando, el vehículo tiene dispuesta uniformemente repartida su carga máxima, las dos terceras partes próximamente, del peso del carruaje, gravitan sobre las ruedas motrices, y el resto sobre las directrices.

Se llama peso muerto, el del carruaje con sus repuestos, accesorios, llenos los depósitos de gasolina, aceite y agua, y sentados el mecánico-automovilista y el auxiliar; carga útil es, según se desprende de lo dicho anteriormente, el peso que puede transportar el vehículo.

En los camiones destinados a servicios especiales, tiene su caja la organización adecuada a la misión que han de desempeñar; describiremos alguno de los que de esta clase existen en el Ejército.

*Camiones para transporte rápido de tropas.*—Son camiones muy semejantes a los que se acaban de describir, con las bandas de rodadura neumáticas y gemelas en las posteriores; de dos o tres toneladas de carga útil y provistos de seis tableros, colocados a lo ancho del camión, sobre los que pueden sentarse cinco soldados en cada uno, o sea, una capacidad de transporte de treinta soldados por camión.

Estos tableros se apoyan en unos herrajes situados en la parte interior y superior de las bandas laterales, que permiten quitar o poner los tableros a voluntad con el fin de poderse utilizar el camión, bien para transporte de tropas, bien para el de mercancías, efectos, material u otros, según convenga.

Para mayor comodidad en la subida y bajada del personal transportado, se dota a estos camiones de una escalera de mano, que con aquel obieto se coloca apoyada en el borde posterior de la plataforma; esta escalera, en marcha, se lleva sujeta a lo largo y debajo de la plataforma.

*Camiones taller.*—En ellos, la caja está dispuesta para recibir un cierto número de máquinas movidas por

el motor mismo del carruaje, que permite constituir en cualquier parte, un pequeño taller de reparaciones.

*Camiones almacén.*—Su caja está preparada al objeto de llevar clasificados, diversos elementos de repuesto y primeras materias para las recomposiciones a que se dedique.

*Camiones depósito.*—En los que se lleva repuesto de gasolina, aceite y agua, cuya caja está constituida por un recipiente de palastro que aloja en su interior dichos líquidos, en compartimientos separados.

*Camiones cabrestante.*—Destinados a recoger y cargar sobre sí, los vehículos averiados que no sea posible remolcar. Esto lo consigue el motor mismo del camión moviendo un cabrestante (de aquí su nombre) que arrojando un cable enganchado al coche que se averió, lo trae hacia sí, subiéndolo por unas rampas, que son, a su vez, las bandas laterales del camión.

*Camiones tractores de cuatro ruedas motrices.*—Sirven para remolcar grandes pesos y están destinados especialmente para el transporte de la Artillería de sitio.

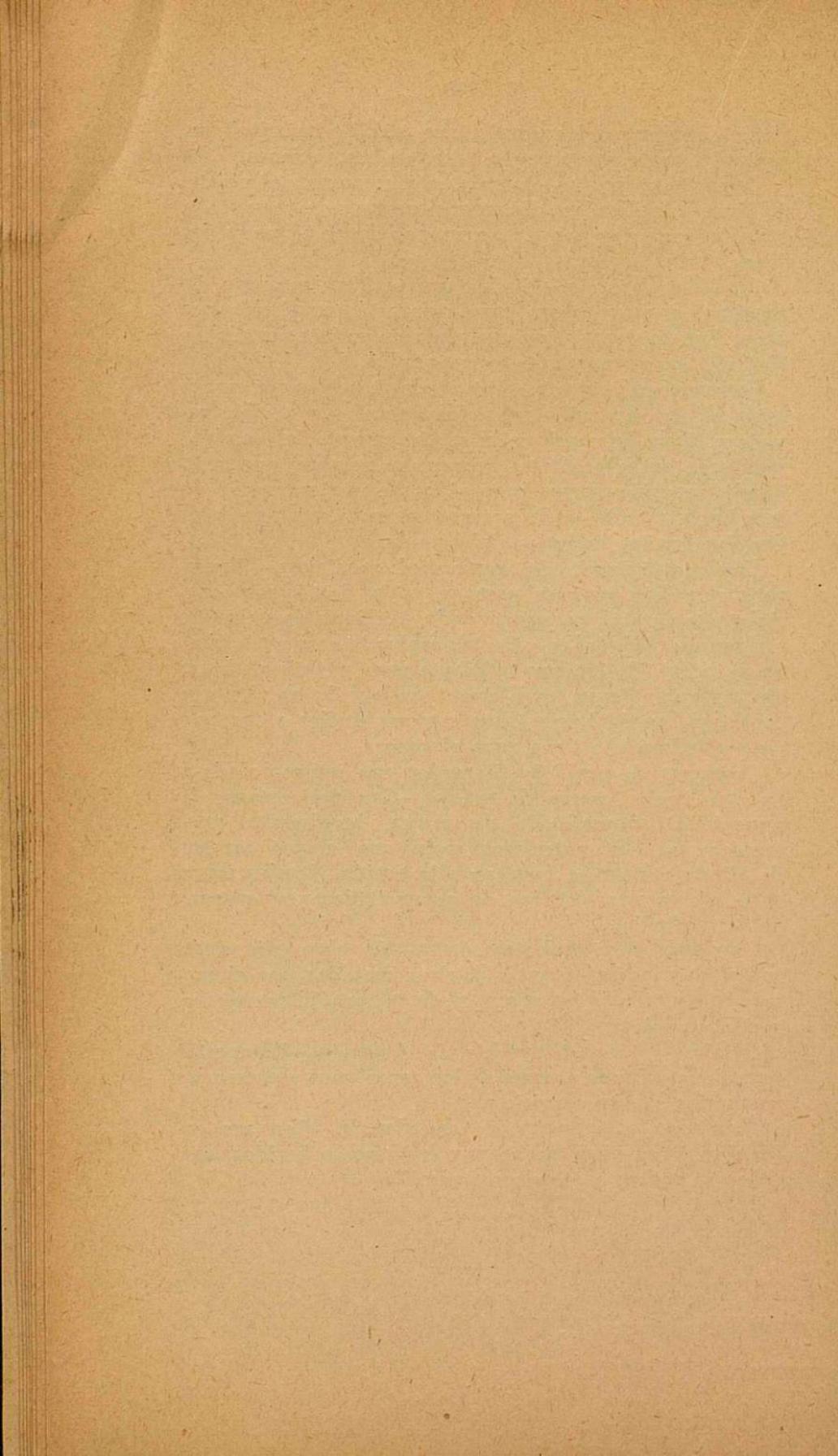
*Camiones blindados.*—En los cuales la caja es de chapa de acero, de espesor suficiente para resistir el fuego de fusilería; llevan aspilleras para que la escolta que conducen, pueda hacer fuego con sus fusiles o con una ametralladora que lleva para el caso.

*Camiones de combate* (llamados con impropiedad, a nuestro juicio, carros de asalto).—Son del sistema de propulsión, denominado de oruga, igualmente protegidos que los anteriores, pero con mayor espesor de blindaje, pues se destinan a la acción ofensiva, para cuyo efecto van dotados de ametralladoras y cañones de tiro rápido.

*Camiones para Radiotelegrafía.*—En cuya caja están contenidas las máquinas eléctricas movidas por el motor del camión y los aparatos de telegrafía de una estación completa.

*Camiones para el servicio de Aviación.*—Dispuestos para llevar el todo o parte de los aeroplanos y accesorios necesarios a este servicio.

*Camiones o carruajes de ambulancia.*—Con sus cajas dispuestas para transportar enfermos o heridos, sentados en bancos o echados en camillas.



# PRIMERA PARTE

---

## ELEMENTOS MOTORES

### CAPITULO PRIMERO

#### El motor de explosión.

El motor de explosión transforma en energía mecánica la calorífica contenida en una mezcla de gases explosivos.

La mezcla de gases está formada por los vapores de un carburante, que puede ser la *gasolina*, el *benzol*, el *alcohol carburado* u otros, y aire en las proporciones necesarias.

La gasolina o esencia de petróleo es un producto líquido, de la destilación de la nafta o petróleo bruto; el benzol lo es de la destilación de la hulla o carbón de piedra; el alcohol carburado se obtiene mezclando el alcohol de 94° a 96° con gasolina, con benzol o con otro carburante análogo. Los dos primeros son los más empleados, y más principalmente la gasolina o esencia.

La gasolina no se mezcla con el alcohol en una proporción de más de 20 o 25 por 100 (según la cantidad de aquélla). Si se añade una cantidad mayor, no se disuelve en el alcohol y queda en la parte superior del líquido la parte de gasolina no disuelta.

El benzol, que debe emplearse rectificado, de 90°, se mezcla íntimamente con el alcohol en todas proporciones, y una vez mezclados los dos líquidos ya no se separan.

La mezcla más generalmente empleada es la formada de 15 a 20 gramos de aire por cada gramo de gasolina, la cual es encendida en el momento conveniente por una chispa eléctrica, desprendiéndose gran cantidad de calor. El motor transforma estas calorías en trabajo mecánico, que se utiliza seguidamente.

*Constitución del motor.*—El motor está constituido esencialmente por uno o varios «cilindros» idénticos entre sí, en cada uno de los cuales se mueve un «émbolo», E (fig. 13), que guiado por las paredes del cilindro tiene un movimiento alternativo de arriba abajo y de abajo arriba.

El émbolo va unido por medio de la «biela», B, a un árbol acodado llamado «cigüeñal», sobre el que va montado el «volante», V.

Si se mueve el volante, la «muñequilla» del cigüeñal, a la que va articulada la biela, toma un movimiento de rotación continuo, y la biela, transmitiendo el movimiento al émbolo, le imprime un movimiento rectilíneo alternativo. Al revés, si se da al émbolo un movimiento rectilíneo alternativo, la biela transforma este movimiento en circular para el cigüeñal, rotación que la inercia del volante asegura de una manera continua.

Haciendo girar el cigüeñal se ve que el émbolo, partiendo de la posición que tiene en la figura 13, desciende hasta que la biela y el codo del cigüeñal se encuentran en la misma dirección, en línea recta. En este instante el émbolo está en el extremo inferior de su carrera, llamado *punto muerto inferior*. Continuando el giro del cigüeñal se mueve entonces el émbolo de abajo arriba hasta el momento en que la biela se encuentre en la prolongación del codo del cigüeñal. El émbolo está entonces en el extremo superior de su carrera o *punto muerto superior*.

Esta denominación de «puntos muertos» es debida a que si está el émbolo en el extremo superior de su carrera, por ejemplo, y el volante permanece inmóvil, al empujar el émbolo en la idea de hacer girar el cigüeñal, estando la biela en la prolongación del codo del cigüeñal, este esfuerzo sólo conseguirá aplicar unas contra otras las superficies en contacto, pero sin producir movimiento alguno. Análogamente ocurre con el punto muerto inferior. El volante permite por su inercia franquear estos puntos muertos.

*La cilindrada.*—Una de las características más importantes del motor es la cilindrada, o sea el volumen del cilindro comprendido entre la posición de la culata del émbolo en el punto muerto superior y la que ocupa en el punto muerto inferior.

Esta distancia, medida sobre el eje del cilindro, se llama *carrera* del émbolo. El diámetro interior del cilindro se llama también *calibre*. La cilindrada es, pues,

el volumen de un cilindro de base circular que tiene por diámetro el calibre  $d$  y por altura la carrera  $l$ .

El volumen  $V$  será pues :

$$V = \frac{\pi d^2}{4} \times l = 0,785 d^2 \times l.$$

Esto para cada cilindro. Si el motor tiene cuatro cilindros :

$$V = 4 \frac{\pi d^2}{4} l = \pi d^2 l.$$

*Los cuatro tiempos del motor.*—Los motores de explosión más generalizados son los llamados de cuatro tiempos, por ser cuatro las fases necesarias para la realización del ciclo.

Primer tiempo. «Aspiración o admisión».—Supongamos el émbolo en el punto muerto superior y hagamos mover al volante en el sentido de la flecha (figura 13); el émbolo desciende, produciendo una depresión en el interior del cilindro.

Si ponemos en comunicación el cilindro con el carburador, el vacío que se produce por el descenso del émbolo producirá una especie de succión por la válvula de aspiración,  $a$ , que deberá estar abierta, y el cilindro se llenará de mezcla explosiva hasta que el émbolo llegue al punto muerto inferior. Este es el primer tiempo: la admisión.

Segundo tiempo. «Compresión».—Podría parecer que basta conseguir llenar el cilindro de mezcla explosiva para que, encendida ésta (cuando el émbolo ocupase la posición conveniente), resulte la mejor propulsión del árbol motor. Pero no es así, pues la mezcla de aire y de gases introducida ni sería una mezcla íntima ni estaría a bastante temperatura para dar una explosión en buenas condiciones.

Antes del encendido es preciso comprimir los gases reduciendo aproximadamente su volumen a una quinta parte, es decir: que su presión pase de una a cinco atmósferas, con lo que se consigue una gran intimidad de la mezcla y una elevación de temperatura que facilitarán la rapidez de explosión. Si una vez el cilindro lleno de gases (fig. 14) seguimos el movimiento del volante (cerrada ahora la válvula  $a$  sin tocar la de escape  $e$ ) el émbolo, al subir, comprime estos gases en el pequeño espacio que queda en el fondo del cilindro. Tenemos así el segundo tiempo: la compresión.

Tercer tiempo. «Explosión».—Cuando el émbolo llegue al extremo superior de su carrera, hagamos saltar una chispa eléctrica en la bujía, *b*. La mezcla se inflama, hace explosión, produciéndose una temperatura de 1.800 a 2.000 grados.

El calor desprendido dilata los gases, residuos de la combustión que, expansionándose bruscamente, empujan al émbolo hacia abajo y éste por intermedio de la biela, arrastra al cigüeñal en el sentido de la flecha (figura 15).

Cuarto tiempo. «Escape».—Terminada la carrera descendiente del émbolo, el cilindro está lleno de gases a una presión todavía bastante considerable. Si entonces se abre la válvula *e*, permaneciendo cerrada la *a*, estos gases escapan a la atmósfera con tanta más rapidez cuanto que son empujados por el émbolo que sube (fig. 16). Cuando éste llegue por segunda vez a lo alto de su carrera, termina el cuarto tiempo, realizándose el ciclo completo.

*Irregularidad del par motor.*—De los cuatro tiempos que constituye el ciclo, uno sólo es motor (figura 15).

Durante este tiempo, la biela empuja al codo del cigüeñal con una cierta fuerza, *F*, normal a *OR*.

El producto de esta fuerza, expresada en kilogramos por el radio *OR*, longitud del codo del cigüeñal expresado en metros, nos da el «par motor», que produce el giro del cigüeñal.

Los otros tres tiempos absorben el trabajo que realiza la explosión, necesitando un volante dotado de suficiente inercia, para poder él sólo entretener el movimiento del motor y del coche durante los tres tiempos que no producen trabajo.

*Motores de dos tiempos.*—En estos motores el funcionamiento es el siguiente: Supongamos (fig. 17), efectuada la explosión, el émbolo es empujado con violencia hacia abajo, expansionándose los gases hasta que el émbolo descubre la lumbrera de escape *e*, por donde salen los gases quemados a la atmósfera, en virtud de la presión que estos gases conservan todavía al final de la explosión. Al continuar el movimiento descendente del émbolo, llega a abrirse la lumbrera de admisión *a*, por donde entran los gases contenidos en *c*, que el émbolo, en su descenso, había comprimido preliminarmente.

Para que los gases admitidos no pasen directamente al escape, se da a la culata del émbolo la forma que

indica la figura que, por efecto de la velocidad de que vienen animados los gases, los dirige a la parte superior del cilindro.

En el segundo tiempo, o sea cuando el émbolo realiza su carrera ascendente, las dos lumbreras son cerradas sucesivamente y tiene lugar la comprensión en el cilindro y la aspiración en la parte *C*, que puesta en comunicación con el carburador por el conducto *A*, se llena de gases.

Llegado el punto muerto superior, tiene lugar la explosión y se sucede este orden de cosas, constituyendo el ciclo de dos tiempos.

*Ventajas e inconvenientes del motor de dos tiempos.*—En primer lugar, el par motor es indudablemente más regular que en el motor de cuatro tiempos, puesto que estos motores de dos tiempos, dan una explosión por vuelta, y aquéllos una explosión por cada dos vueltas.

Además, estos motores son mucho más sencillos que los de cuatro tiempos, ya que al hacerse la distribución por lumbreras en el cilindro, que descubre u obtura el émbolo en su movimiento, se suprimen válvulas, muelles, empujadores, árboles de leva, etc., etc.

Sin embargo, presentan varios inconvenientes, pues estos motores, que suelen marchar bien a un régimen determinado, no dan suficiente rendimiento en cualquier cambio, pues o se corre al riesgo de que los gases nuevos escapen en parte sin efectuar trabajo, o, por el contrario, que no se haga bien la expulsión de los gases quemados, dando lugar a depósitos perjudiciales.

*Motor de dos tiempos del coche Ceyc.*—El Centro Electrotécnico y de Comunicaciones, construye unos cochecitos, para sustituir a las motocicletas, ideados por el Capitán de Ingenieros don Antonio Hernández, que están dando excelentes resultados.

El motor empleado es de dos tiempos y su funcionamiento es el siguiente:

El motor consta de dos cilindros, y cada uno de estos cilindros (fig. 18), se compone de otros dos gemelos, con la cámara de explosión común. En cada uno de estos dos cilindros se mueve un émbolo; uno ligeramente adelantado con relación al otro. Por el cilindro en que se mueve el émbolo, que va en avance, se verifica el escape, y por el otro, la admisión.

Al tener lugar la explosión descenderán los dos émbolos, y como el de escape va adelantado, se abri-

rá primero la lumbrera de escape, pasando a la atmósfera los gases quemados. Como además del avance, la lumbrera de escape es la mayor, transcurrirá un intervalo suficiente, antes de abrirse la lumbrera de admisión, para que no sólo salgan fácilmente los gases quemados, sino que quedando el interior del cilindro a la presión atmosférica, puede ser muy pequeña la compresión preliminar que ha de darse a los gases que han de admitirse.

Una vez abierta la lumbrera de admisión, los gases al entrar no pueden seguir otro camino que la parte alta del cilindro de admisión, cámara de compresión, para descender después por el cilindro de escape, empujando los gases quemados sin que escapen gases frescos, ya que la cantidad admitida, es siempre inferior al volumen de ambos cilindros.

Llegado el instante en que se cierra la lumbrera de admisión, en virtud del adelanto del émbolo del cilindro de escape, se habrá cerrado éste momentos antes, empezando el periodo de compresión, para continuar el ciclo.

## CAPITULO II

### Los motores de automóvil

Aunque los motores de dos tiempos se están perfeccionando más cada día, es, sin embargo, el motor de cuatro tiempos el empleado casi exclusivamente en los coches automóbiles, y por ello, en adelante, al hablar del motor automóvil, nos referimos siempre al de cuatro tiempos.

Los motores son, sin excepción, verticales, con objeto de reducir el espacio ocupado, facilitando, al mismo tiempo, la visita de sus elementos.

*Motor de cuatro cilindros.*—Un motor de cuatro cilindros, está representado en esquema en la figura 19.

Los cilindros no trabajan por el orden correlativo en que están colocados, sino que para lograr un equilibrio más perfecto del cigüeñal y un mejor funcionamiento del carburador, lo hacen en uno de los dos órdenes siguientes: 1-2-4-3 ó 1-3-4-2, llamándose primer cilindro al que está más adelantado en el carrera.

Si se representan los cuatro tiempos de cada cilindro por los cuatro cuadrantes de una circunferencia, los dos esquemas de la figura 20 indican el funcionamiento de los motores de cuatro cilindros con cada uno de los órdenes en que pueden trabajar éstos y el tiempo en que cada uno de ellos se encuentra; se vé por ellos, que no hay solución de continuidad en el trabajo, puesto que un cilindro empieza a funcionar en cuanto cese el otro.

En los motores de seis cilindros, trabajan éstos en diversos órdenes, según el tipo del motor; pero cualquiera que sea éste, empieza a trabajar un cilindro, cuando el que le precede en el orden del trabajo tiene su émbolo en el último tercio de su recorrido (figura 21), de manera que, en estos motores, dos terceras partes del tiempo, hay dos cilindros trabajando simultáneamente; con ello, la regularidad del motor gana bastante. En la figura, la circunferencia exterior, corresponde al primer cilindro, y la interior, al sexto.

Para que un motor funcione en buenas condiciones, es necesario que al final del segundo tiempo, los gases queden comprimidos a una presión que pueda llegar a seis kilogramos por centímetro cuadrado, con objeto de que su inflamación y su combustión sean rápidas y la explosión enérgica; esta comprensión, es tanto mayor cuanto mayor es la velocidad de rotación del motor. A su vez, para que en el primer tiempo la depresión, dentro del cilindro, y por tanto, la aspiración de los gases sea más considerable a igualdad de abertura de la llave del carburador, es también necesario que el motor marche a prisa. Por último, cuantas más explosiones ocurran por minuto en los cilindros, más veces se repiten las impulsiones que recibe el cigüeñal, y, por consiguiente, mayor esfuerzo podrá efectuar el motor; la potencia de éste aumenta, por lo tanto, con la velocidad a que gire. Sin embargo, este aumento no es indefinido; llega a un límite en que, por efecto de la misma velocidad, la admisión, la inflamación y la expulsión de gases, no se efectúan en buenas condiciones, y la potencia del motor disminuye.

*Velocidad de régimen.*—Se llama así, la que corresponde, próximamente, a la potencia máxima, y a esta velocidad debe marchar siempre el motor, cualquiera que sea la del carruaje, el peso que transporte o la pendiente que recorra; claro es, que para soste-

ner dicha velocidad, será necesario aumentar o disminuir convenientemente la admisión de gases, según el trabajo que sea preciso desarrollar.

Si el motor tiene regulador automático, estará colocado éste para que cierre la admisión de gases, en cuanto el cigüeñal gire a mayor velocidad que la de régimen.

Esta velocidad, será tanto mayor cuanto menos resistencias nocivas tenga que vencer el motor en sus propios órganos y mejor estudiada tenga la carburación, la abertura de las válvulas para la admisión en buenas condiciones de la mezcla de gases y la expulsión de los quemados; y está limitada por la resistencia que tengan los órganos del motor puestos en movimiento.

En los de los carruajes de transporte, que, por la índole de su trabajo, tienen que ser robustos y algo voluminosos, y cuyas diferentes piezas, por estas razones, son de bastante peso, la velocidad de régimen no suele ser mayor que 1.500 vueltas por minuto; pero en los coches rápidos, cuyos motores son mucho más ligeros, llega a pasar hasta de 4.000.

*Velocidad mínima del motor.*—Es aquélla a que tiene que girar para vencer solamente las resistencias interiores propias, como son los rozamientos, la tensión de los muelles de las válvulas, la compresión de los gases en el segundo tiempo, la depresión en el primero, el esfuerzo para mover la bomba del agua de la refrigeración, la del engrase, la magneto y el ventilador.

Cuanto mejor construido está un motor, más pequeña es su velocidad mínima, siendo una señal de buen ajuste, la pausa y regularidad de su *marcha lenta*, designada incorrectamente con el nombre de «ralantí».

Se dice que un motor *es muy elástico*, cuando la diferencia de vueltas entre la velocidad mínima y la de régimen, es muy grande.

*Arranque del motor.*—Preparado un motor para funcionar, con agua en el radiador y aceite en la caja del motor (cárter); con la llave del depósito de la gasolina abierta para que llegue al carburador hasta llenar su depósito de nivel constante; abierta la llave de admisión de gases y dispuesto el circuito primario del encendido para que la magneto dé chispa; se inicia el movimiento del cigüeñal con el manubrio (o

manivela) de poner en marcha, con objeto de producir a mano los cuatro tiempos en los cilindros.

Uno de éstos, que podemos suponer es el primero, estará en el periodo de admisión; al girar el cigüeñal, bajará su émbolo; a consecuencia de la aspiración que éste produzca entrarán en aquel los gases que ya mezclados en la proporción conveniente de gasolina y aire lleguen del carburador, el engranaje de la distribución habrá movido los ejes de excéntricas (o levas) de manera que la válvula de admisión de este cilindro esté abierta, y la de escape cerrada. Al terminar la media vuelta del cigüeñal, se habrá llenado el cilindro, y seguidamente se cerrará la válvula que estaba abierta, empezando el segundo tiempo, al terminar el cual, y cuando estén los gases ocupando sólo el volumen de la cámara de explosión, la magneto, que estará movida por un engranaje conectado con el de la distribución o con el cigüeñal, enviará en este momento una corriente de alta tensión que al pasar entre los electrodos de la bujía, producirá una chispa e inflamará los gases de este cilindro; éstos empujarán violentamente al émbolo, efectuándose el tercer tiempo; la válvula de escape se abrirá oportunamente por el empuje de la excéntrica del árbol de levas, y terminado el tercer tiempo, empezará el cuarto, expulsando el émbolo en su movimiento ascendente, los gases quemados, para lo cual continuará abierta la válvula de escape hasta que este cuarto tiempo haya terminado.

Una vez efectuada la explosión de los gases del primer cilindro, no es necesario continuar girando con el manubrio el cigüeñal; el volante, con el impulso recibido por la explosión, habrá logrado vencer la resistencia que la compresión de los gases del segundo cilindro ofrecía a la marcha del cigüeñal, y al continuar el giro de éste habrá saltado la chispa en este cilindro, cuya explosión dará un nuevo empuje al eje motor, continuando el movimiento en igual forma por las sucesivas explosiones de los demás cilindros.

El piñón montado en el eje motor, transmite el movimiento a los árboles de excéntricas, y los engranajes de éstos mueven la magneto, la bomba de agua de la refrigeración, así como la del engrase por medio de sus respectivas transmisiones, y al ventilador, por medio de las poleas y correas.

Si una vez en marcha el motor se aumenta la entrada

de gases abriendo más la admisión del carburador, las explosiones en los cilindros serán más enérgicas y el cigüeñal girará más a prisa, ocurriendo lo mismo con la bomba de agua, con la del engrase y con el ventilador, que harán más efectivas la refrigeración y la lubricación.

Si se continua aumentando la admisión, llegará un momento en que el motor rebasará la velocidad de régimen; en este caso, el regulador automático pondrá en movimiento las varillas y palancas que cierran la admisión de gases y el motor, falto de ellos, disminuirá su marcha. Si no hubiese regulador automático, el ruido descompuesto que producirán los diversos mecanismos al girar a una velocidad desmesurada, indicará al mecánico-automovilista que debe disminuir la entrada de gases para que el motor gire a una velocidad menor.

Una vez puesto en marcha el motor, continuará girando hasta que, para pararlo, se cierre la admisión de gases por completo, o hasta que se corte el encendido.

*Potencia de un motor.*—La potencia de un motor es el número de *caballos de vapor* que puede desarrollar.

El caballo de vapor, C. V. en español (H. P. en inglés; Ch. V. en francés), equivale a 75 kilográmetros segundo.

Un *kilográmetro*, es el trabajo efectuado al levantar un kilogramo a un metro de altura, y el caballo de vapor, es el realizado para levantar en un segundo un kilogramo a setenta y cinco metros, o bien setenta y cinco kg. a un metro de altura en un segundo.

Para calcular empíricamente la potencia C. V. o H. P. de un motor, se hace uso de fórmulas, en las que figuran como datos el calibre  $d$ , la carrera del émbolo  $l$ , y el número  $v$  de vueltas del cigüeñal por minuto.

Una fórmula muy usada para motores de cuatro cilindros es:

$$\text{C. V. ó H. P.} = \frac{1}{6} \frac{d^2lv}{10^7}$$

en la que  $d$  y  $l$  se ponen en milímetros.

Para que el motor de un vehículo desarrolle la potencia máxima, es necesario, que, girando el cigüeñal a su velocidad de régimen, y estando convenientemente adelantado el encendido, reciban los cilin-

dros toda la cantidad de gases que permita el carburador, con todo el aire adicional que necesiten para quemarse por completo.

### CAPITULO III

#### Los elementos del motor

El motor más en uso de los automóviles de transporte, es el de explosión de cuatro cilindros.

Se compone principalmente de (figuras 22 y 23): *cilindros*, 1, con émbolos en su interior; *carburador*, 2; *caja del motor o cárter*, 3, en cuyo interior se encuentra el *cigüeñal*, las *bielas* y la *distribución*; *magneto*, 4, con su *instalación o canalización eléctrica*, para el encendido, y *refrigeración*, constituida por el *radiador*, 5, *canalización*, 6, y *bomba*, 7.

*Cilindros*.—Son generalmente de fundición; se componen de (fig. 24): *cámaras de explosión o culata*, 1, en comunicación con las *cámaras*, 2, de las *válvulas*, 3; *cuerpo*, 4, torneado esmeradamente, que es recorrido por el émbolo; *pestaña*, 5, para sujetarlo a la caja o cárter; *camisa*, 6, para la circulación del agua de la refrigeración, con orificio de entrada, 7, y de salida, 8, a los que se atornillan los correspondientes tubos; *asientos de las válvulas*, 9, *asiento de la bujía*, 10; *grifo de purga o descompresión*, 11; *tapones de las válvulas*, 12, para la colocación y corrección de éstas; orificio de admisión de gases, 13, y de escape, 14, para la salida de los quemados.

Los cilindros de un motor, pueden estar separados, formando todos un solo bloque o agrupados de dos en dos o de tres en tres.

El tamaño de los cilindros, se designa indicando el diámetro interior o calibre de su cuerpo y el curso o carrera del émbolo; así, un cilindro de 110 x 180, es aquel cuyo diámetro o calibre es de 110 mm., y cuyo curso o carrera del émbolo es de 180 mm.

Las válvulas pueden estar colocadas una a cada lado del cilindro (fig. 24), las dos del mismo lado (fig. 25), o también en la parte superior de la culata (fig. 26).

La bujía está colocada cerca de la válvula de admisión, o en la parte más alta de la cámara de explosión.

Para facilitar la limpieza de las culatas de los cilin-

dros, algunos constructores las hacen desmontables, uniéndolas al cuerpo por medio de pernos y tapando la junta con una pasta especial que se renueva cada vez que se quita la culata; la refrigeración de ésta se consigue haciendo que el agua pase por unos tubos, desde la camisa del cuerpo del cilindro a la de la culata.

Si las válvulas, en este sistema de cilindros, están a los costados, sus asientos quedan en el plano de la parte correspondiente al cuerpo; en el de la culata está labrado el hueco necesario para su movimiento, y si están en la parte superior de la culata, al quitar éstas se quedan unidos a ella.

*Embolo.*—(Fig. 27). Es una pieza hueca, cilíndrica, por lo general de fundición, que se mueve dentro del cilindro, en sentido de su eje.

Se compone de *fondo*, 1, que puede ser plano o curvo; *ranuras*, 2, para los aros o *segmentos*, 3, y eje, 4, o pasador (llamado «bulón», por algunos, con notoria impropiedad) para el pie de la biela; interiormente tienen algunos nervios que, además de reforzar el fondo, sirven para que el aceite que llega a ellos, caiga sobre un orificio engrasador que existe en el pie de la biela.

El émbolo es de menor diámetro que el cilindro, para que pueda recorrerlo con facilidad, a pesar de la dilatación que experimenta por efecto de la alta temperatura que soporta.

Los aros o segmentos (fig. 28) obturan el hueco que existe entre el cilindro y el émbolo. Se construyen de fundición, torneando unos anillos del calibre del cilindro, y se les dá un corte en la forma 1 ó 2; al cortarlos, por efecto de la elasticidad del metal los aros se abren, y una vez colocados en el émbolo se adaptan en toda su extensión a las paredes del cilindro.

Hay aros de espesor constante (fig. 29) y de espesor variable (fig. 30).

Algunos émbolos tienen (fig. 31) una serie de agujeros, 1, en su parte cilíndrica, quitándole así gran cantidad de metal, con lo que se aligera bastante el peso de esta pieza.

Para evitar que el aceite, que, en el salpicado, sale por estos agujeros a las paredes del cilindro, pueda llegar a la culata arrastrado por el émbolo, tiene éste otra serie de agujeros pequeños, 2, en la parte inferior, por los que vuelve el lubricante a la caja o cárter.

También se emplean émbolos de aluminio, que son mucho más ligeros que los descritos.

*Biela* (fig. 32).—Es una barra de acero estampado que une el émbolo con el cigüeñal; se compone de *cabeza*, 1, con *cojinete*, 2, *cuerpo*, 3, y *pie*, 4.

La cabeza está formada por dos partes, 5 y 6, que se sujetan por medio de pernos y que abrazan al *cojinete*. Este está formado por dos *conchas*, 7, por lo general de bronce fosforoso, cuyo interior lleva una capa de metal antifricción, que tiene labradas unas *patas de araña*, 8, para facilitar el engrase; el cuerpo en las de los motores robustos, como son los de los camiones, es de sección de doble T o también circular y hueca para que sea más ligero. El pie está encasquillado con un cojinete de bronce fosforoso, 9, en el que entra el eje del émbolo; lleva en su parte superior un orificio avellanado, 10, que atraviesa la biela y el casquillo para recibir las gotas de aceite que caigan desde el émbolo.

Si la lubricación de la cabeza se efectúa desde fuera de ella, el cuerpo lleva un orificio, 11, a cada lado de su parte inferior, por los que entra en el cojinete el aceite que escurre a lo largo de la biela; para completar, en este caso, el engrase, la parte inferior lleva una cucharilla, 12, que recoge cierta cantidad de aceite del fondo del cárter cada vez que pasa por él; el aceite llega al cojinete y se reparte por las patas de araña.

*Eje motor o cigüeñal*.—Es una pieza de acero duro o de acero-niquel templado, que convierte el movimiento rectilíneo de los émbolos, transmitido por las bielas, en movimiento de rotación. Se compone de (fig. 33): *apoyos*, 1, con los que descansa sobre los cojinetes que lo sustentan, y *codos*, 2, que abrazan a los *ejes de las bielas*, 3; en el extremo posterior lleva el *volante*, 4; en el anterior, el *piñón*, 5, para la distribución, y una *polea*, 6, para la correa del ventilador.

En algunos motores, el cigüeñal, tiene unos taladros para la circulación por su interior del aceite del engrase.

En los motores de cuatro cilindros, los codos están en el mismo plano, y, por consiguiente, resultan establecidos a 180°; estando, por razones de equilibrio del motor, los dos centrales en un sentido, y los dos de los extremos en el opuesto.

Aunque lo general es que el cigüeñal, en los motores de cuatro cilindros, esté soportado sólo por tres

cojinetes o apoyos, hay motores también de este número de cilindros en que lo está por cinco; en este caso, el cigüeñal tiene un apoyo en cada extremo y otro entre cada dos bielas.

Si el motor es de seis cilindros, los codos están colocados en el eje á  $120^{\circ}$  y presentan la disposición de la figura 34.

El *volante* es una rueda pesada de fundición, que tiene por objeto, una vez puesta en movimiento, proporcionar la fuerza necesaria para que los codos venzan la resistencia que los émbolos encuentran para pasar el punto muerto. Algunos de ellos tienen unas paletas helicoidales, que, al mismo tiempo que sirven de rayos, contribuyen a ventilar y refrescar el motor.

*Válvulas de admisión, o de escape* (fig. 35).—Son las piezas de acero níquel, que permiten la entrada (o la salida) de los gases nuevos (o quemados) en el cilindro. Se componen de: *cabeza*, 1, con *parte tronco-cónica*, 2, que es la que efectúa la obturación; *varilla*, vástago o *cola*, 3; *muelle*, 4; *copa*, 5, y *chaveta*, 6; cuando la válvula está colocada al costado del cilindro, es movida por un *pulsador*, 7, o *empujador* (llamado también «taqué»—del francés «taquet»—, con manifiesta incorrección), sobre cuya *rueda*, 8, empuja una excéntrica o leva; para corregir la distancia a que debe quedar de la válvula, lleva un *tornillo*, 9, al que se hace subir o bajar lo necesario.

Cuando la válvula está colocada en la parte alta de la culata (fig. 36), el movimiento lo recibe del eje de excéntricas, por el intermedio de un *balancín*, 10, que lleva el *tornillo de corrección*, 9, y de una *varilla*, 11, sobre la que actúa el pulsador.

En algunos motores, que tienen las válvulas en la parte alta de los cilindros, el árbol de levas o excéntricas está colocado sobre las culatas (fig. 37). Este árbol recibe el movimiento por un eje vertical, 1, con dos piñones cónicos o helicoidales, 2 y 3, que engranan, el uno, con el del árbol de excéntricas, 4, y el otro, con el del cigüeñal, 5.

Las excéntricas o levas, 6, actúan en estos motores directamente sobre las varillas de las válvulas, cuyas copas, 7, tienen una parte roscada para poder graduar la distancia a que deben estar de las excéntricas.

*Válvulas planas*.—Las válvulas pueden ser planas, cuyo caso carecen de la parte tronco-cónica, y la obturación la efectúan apoyando la parte inferior de

la cabeza, que es plana, sobre el asiento de la válvula, que también lo es.

Hay también motores sin válvulas, en los que la admisión y el escape de los gases se consiguen por diversos sistemas; estos tipos de motores, que emplean algunas casas constructoras de coches de turismo, apenas se aplican todavía a los carruajes industriales.

*Árboles de excéntricas o levas* (figs. 38 y 39).—Son unos ejes de acero cementado, que llevan unas excéntricas o levas, 1 (denominadas también «camas»—del francés «cammes»—, por quienes, al proceder así, no hablan en español ni en francés), para mover los pulsadores que levantan las válvulas.

Estos árboles tienen, en su extremo, un piñón, que recibe el movimiento del eje del motor, giran a mitad de velocidad que este último y sus excéntricas tienen el trazado adecuado para que las válvulas estén cerradas o abiertas el tiempo conveniente.

Las excéntricas de los motores bien construídos forman un sólo cuerpo con el eje.

Cuando las válvulas están a los dos costados del motor (fig. 40), éste lleva dos árboles de excéntricas, 1 y 2, uno para las de admisión y otro para las de escape; los piñones de los árboles engranan con el del motor, 3, bien directamente o bien con otro piñón intermedio loco, 4, cuyo objeto es reducir el diámetro de los tres (fig. 41).

Si las válvulas están a un solo lado (fig. 42), el árbol de excéntricas lleva éstas para las válvulas de admisión y para las de escape; su piñón, 1, engrana directamente con el del cigüeñal, 3.

En vez de piñón loco, algunos motores llevan una cadena con dientes, que engranan con los piñones de los ejes y con el del cigüeñal (fig. 43).

El conjunto de árboles, piñones, pulsadores y válvulas, se llama la distribución.

*Caja del motor o cárter* (figs. 44, 45 y 46).—Es una caja de aluminio, en la que están montados todos los aparatos que constituyen el motor, y en cuyo interior funcionan el cigüeñal, las bielas y los árboles de la distribución; lleva también el aceite para el engrase de todos estos órganos.

En unos motores se sujeta al bastidor atornillando a sus largueros cuatro pies, *p*, que tiene a sus costados. (Fig. 44.)

En otros (fig. 45), la parte inferior tiene, además

de las patas, 1, unas «hojas», 2, que se atornillan en las «alas» inferiores de los largueros.

Y en otros (fig. 46) el «cárter» sólo se apoya en el bastidor por tres puntos, que son: dos pies que tiene en la parte posterior y un eje en la anterior, que se introduce en un travesaño situado en la parte anterior del bastidor. El objeto de esta última disposición es hacer al motor independiente de las deformaciones que por las desigualdades del camino pueda sufrir el bastidor.

Para poder reconocer el cigüeñal, apretar los cojinetes de las bielas y cambiar uno de ellos cuando sea necesario, sin tener necesidad de desmontar el motor, muchos de los camiones de transporte tienen el fondo del «cárter» desmontable (fig. 44), atornillado de manera que se pueda quitar con facilidad desde debajo del carruaje.

Otros tienen a los costados de la parte inferior unos registros, R (fig. 46), con el mismo objeto.

### Motores sin válvulas.

*Inconvenientes de las válvulas.*—Los muelles de las válvulas, a consecuencia de su inercia, no obran instantáneamente, y el tiempo que tardan en ejercer su acción es independiente de la velocidad del motor. De esto resulta que, con respecto a la duración del ciclo, este tiempo es tanto mayor cuanto mayor sea la velocidad del motor. Suponiendo que ésta aumenta, se comprueba que, a partir de un cierto valor de esta velocidad, las válvulas no cierran en los momentos oportunos, las cilindradas resultan incompletas y la potencia disminuye. Al objeto de evitar estos inconvenientes, se construyen motores en los que la distribución no se hace por válvulas, sino por el movimiento de correderas, en analogía a las máquinas de vapor.

El motor Knight (empleado en particular por la casa Panhard), utiliza un sistema de correderas con movimiento alternativo (fig. 47).

Los orificios de admisión y de escape se hallan uno enfrente de otro. Dos camisas concéntricas, provistas de dos ventanas laterales, se desplazan con movimiento alternativo entre el émbolo y el cilindro. Cuando las ventanas de estas camisas se sitúan delante de uno de los orificios de admisión o escape de los cilindros, quedan abiertos estos orificios.

El movimiento alternativo de las camisas se obtiene del modo siguiente: un eje, que recibe el movimiento del cigüeñal por una cadena silenciosa, gira a mitad de velocidad que éste y lleva dos excéntricas acopladas a 90° la una de la otra. Estas excéntricas van unidas a unas pequeñas bielas que mueven las camisas. Por lo tanto, cada una de las camisas realiza un vaivén completo durante un ciclo.

La culata del cilindro es semiesférica y está provista de segmentos, lo mismo que el émbolo, para asegurar la obturación.

Las camisas llevan ranuras y orificios para facilitar su engrase, que es muy delicado por ser muy grandes las superficies de contacto.

*Funcionamiento.*—La camisa interior tiene sus dos lumbreras, A y E, a la misma altura; la camisa exterior lleva el orificio de admisión, A', más alto que el de escape, E' (fig. 48).

Supongamos el émbolo en el punto muerto superior; los orificios colocados como indica la posición *a*, en la que se indican las alturas de los orificios del cilindro.

La camisa interior (A E) sube y la exterior (A' E') baja. Se ve que durante el primer tiempo del ciclo A y A' coincidirán entre sí y con el orificio de admisión del cilindro: habrá, pues, admisión de la mezcla gaseosa.

En el punto muerto inferior, el orificio de admisión se cierra, y se observa fácilmente que no se abre ningún orificio con anterioridad al cuarto tiempo.

En el segundo punto muerto inferior, los orificios de escape de los dos cilindros coinciden en parte. Las dos camisas bajan entonces simultáneamente y su coincidencia continúa hasta que el émbolo llega al punto muerto superior siguiente, y como esta coincidencia se efectúa enfrente del orificio de escape del cilindro, los gases salen a la atmósfera durante el cuarto tiempo.

Se concibe que, graduando la superficie y la posición de los diferentes orificios, se consiga reglar fácilmente el ciclo práctico con los avances y retardos de la distribución.

*Descompresor.*— Los motores cuya compresión es grande son difíciles de poner en marcha, y con objeto de hacer más manejable la manivela de arranque, lo que se hace en la práctica es disminuir la compresión durante las primeras explosiones.

Sobre la leva de escape (fig. 49) va un saliente

supletorio, S, que durante la primera mitad del período de compresión mantiene abierta la válvula correspondiente, disminuyendo notablemente dicha compresión. Así, en la figura 49, la posición (a) de la leva es la normal, y la (b), la de descompresión. Para conseguirlo basta desplazar el árbol de levas.

En la práctica se produce este movimiento tirando de una varilla que sale por debajo del radiador.

*Manivela de arranque.*—De sobra conocida, está representada en la figura 50. La pieza A va unida al árbol motor y la B va mandada por la manivela M, girando en el interior de C, unido al bastidor. Un resorte, R, mantiene constantemente desembragadas las piezas A y B.

Para poner en marcha el motor basta girar la manivela, empujándola previamente para vencer la acción del soporte, de manera que los dientes de B arrastren a los de A, y, por tanto, al árbol motor. Cuando el motor se pone en marcha, el árbol A adelanta al B, y las rampas helicoidales, resbalando unas contra otras, empujan a B, estableciendo el desembrague.

## CAPITULO IV

### La distribución

Los cuatro tiempos en que funcionan los motores de los automóviles, no se efectúan exactamente tal como se ha explicado antes, sino que, para dar lugar a que los gases sean aspirados por completo, se inflamen con oportunidad y salgan de los cilindros, sin producir resistencias nocivas, las fases no empiezan y terminan al estar el émbolo en los puntos más altos o más bajos del cilindro. Se adelanta en unos tiempos y se retrasa en otros, el momento de empezar o terminar, para lograr así la mayor potencia del motor.

Se dá el nombre de distribución, al conjunto de las siguientes operaciones:

Introducción de la mezcla en él o los cilindros del motor, hasta su debido grado de compresión.

La producción del encendido en el momento conveniente.

La evacuación o escape de los residuos de la combustión.

Sin embargo, por extensión, se llama distribución también, al conjunto de órganos encargados de efectuarla (engranajes, levas, etc).

El poner en punto los diferentes elementos de la distribución con objeto de llegar al rendimiento máximo del motor, constituye la regulación de dicho motor.

*Avance del encendido.*—Si la chispa se produjese en el momento mismo de estar el émbolo en la parte más alta de su carrera, o sea, estando en el *punto muerto superior*, como pasa cierto tiempo desde que se inicia la explosión, hasta que terminan de inflamarse todos los gases, resultaría que, por estar el émbolo dotado de una gran velocidad lineal, la combustión de los gases se iría efectuando mientras iba aumentando el volúmen de la culata, y como al hacerlo así irían perdiendo la compresión que tenían al final del segundo tiempo, la inflamación sería más lenta y el motor perdería una gran parte de su potencia.

Para evitar esta pérdida, se hace que la chispa se produzca antes de que el émbolo llegue al punto muerto, así es que la inflamación se inicia un poco antes de concluirse la compresión de la mezcla, y termina cuando el émbolo empieza su descenso; así se consigue dar tiempo a que todos los gases se inflamen cuando el volumen de la culata es el más pequeño, con lo que la explosión es más energética, y se aprovecha por completo la tensión máxima obtenida por los gases inflamados.

Para lograr esta inflamación prematura, la magneto está dispuesta de manera que la chispa pueda saltar dentro del cilindro cuando al cigüeñal le falta girar 25° para que el émbolo se encuentre en el punto muerto superior. El instante de saltar la chispa puede ser modificado por el conductor dentro de la amplitud de estos grados, hasta el momento en que el émbolo esté en el punto muerto.

La disposición para adelantar el momento de producirse la chispa se llama *avance del encendido*.

El avance que se dé ha de ser tanto mayor cuanto mayor sea la velocidad del motor.

Cuando es excesivo, los gases adquieren mucha tensión antes de llegar los émbolos al punto muerto, y entonces el cigüeñal, que hace subir las bielas, tiene que aguantar el choque de éstas, a las que los gases hacen bajar, produciéndose unos golpes de sonido ca-

racterístico, que indican se debe retrasar el encendido.

Si éste está muy retrasado, el motor no marcha con la velocidad adecuada a la cantidad de gases que se le suministra, y se pierde parte de su potencia; al avanzar paulatinamente el encendido, se ve aumentar la velocidad de rotación, y, continuando el avance, se llega hasta oír los golpes de las bielas, lo que indica se ha adelantado el momento de saltar la chispa más de lo conveniente, y habrá que retrasarlo, hasta que no suenen.

Hay motores en que el avance del encendido es fijo, y en este caso el embrague de la magneto está montado de manera que este aparato dé la chispa con un avance determinado, que no se puede variar, con el cual da el motor su potencia máxima a la velocidad de régimen.

*Avance del escape.*—Después de la explosión, los gases trabajan todavía por su expansión, y como la velocidad del émbolo es muy grande, si la válvula de escape se abriese precisamente al fin de su carrera, no tendrían aquéllos tiempo de desalojar el cilindro, y, por lo tanto, ofrecerían, al subir el émbolo nuevamente, una contrapresión, que restaría fuerza al motor. Para evitar este inconveniente, la válvula de escape se abre mucho antes de que el émbolo llegue al punto muerto inferior; de esta manera, los gases, en virtud de su fuerza expansiva, salen por la válvula abierta, mientras termina el descenso, y así, en su movimiento ascendente, no encuentra fuerzas anormales a que contrarrestar.

La válvula de escape continúa abierta, no sólo mientras sube el émbolo, sino también durante el tiempo en que está inmóvil en el punto muerto superior, y así se consigue que los gases quemados terminen de salir por completo.

El escape se cierra en el momento en que empieza el descenso.

*Retraso de la admisión.*—Un instante después, se abre la válvula de admisión, y continúa abierta, no sólo el tiempo que está bajando el émbolo, sino también mientras está en la parte inferior de su carrera y al comenzar el movimiento ascendente; de este modo, se da tiempo a que el cilindro se llene de gases.

Se cierra la admisión bastante después de iniciada la subida del émbolo.

Vemos, pues, que el funcionamiento de las válvulas

y del encendido, refiriéndolo a los puntos muertos del cigüeñal, es: avanzados el momento del encendido y el de la apertura del escape, y retrasados el del cierre del escape y el de la apertura y el del cierre de la admisión.

Generalmente, están señalados en el volante los puntos muertos y los momentos de abrirse y cerrarse las válvulas, y, si no están marcados estos detalles, los constructores suelen dar los datos que son necesarios, refiriéndolos, unas veces, a los recorridos del émbolo, y otras, a los ángulos de giro correspondientes en el volante o a las cuerdas de sus arcos, en milímetros.

Varían de unos a otros tipos las dimensiones de estos avances y retrasos, pero sus valores son próximamente:

Apertura del escape..... (A. E.)	= 40° de avance del punto muerto inferior.
Cierre del escape..... (C. E.)	= 6° de retraso del punto muerto superior.
Apertura de la admisión.. (A. A.)	= 10° de retraso del punto muerto superior.
Cierre de la admisión..... (C. A.)	= 25° de retraso del punto muerto inferior.
Encendido (chispa)..... (Ch. )	= 25° de avance del punto muerto superior.

En la figura 51, cada una de las vueltas de la espiral representa a otra del cigüeñal, y se ve claramente la duración de cada una de los tiempos de un cilindro.

Entre el cierre de la válvula de escape (C. E.) y la apertura de la admisión (A. A.) hay un intervalo, correspondiente a un cuarto de giro del volante, en que las dos válvulas están cerradas, con lo cual se consigue que no pasen gases por la de admisión al carburador y puedan ocurrir explosiones en él.

## CAPITULO V

### La carburación

Para que la mezcla detonante esté en buenas condiciones, es preciso que el aire y la gasolina se encuentren en la proporción necesaria para que aquélla se inflame con facilidad y se queme por completo. Si hay exceso de aire la mezcla es pobre, se inflama con

dificultad y no adquieren los gases en los cilindros toda la tensión que podrían desarrollar. Si hay exceso de carburante la mezcla es demasiado rica: la gasolina, por falta de oxígeno, no llega a quemarse toda dentro de los cilindros y termina su combustión a medida que va encontrando aire en los tubos de escape; el consumo de combustible es exagerado en este caso.

*Carburador.*—Se llama así el aparato que efectúa la mezcla del líquido carburante y del aire en las proporciones convenientes para que la explosión en los cilindros del gas carburado que resulte de dicha mezcla suministre la fuerza necesaria para mover el carruaje.

Un carburador (Fig. 52) se compone principalmente de: *depósito de nivel constante*, 1; con un *flotador* 2; *varilla* 3 y *palancas* 4; *filtro de llegada* 5; *surtidor o cánula*, 6; (que los reñidos con hablar en español llaman «chicler», del francés «gicleur») *cámara de carburación con estrechamiento*, 7; *entrada de aire* 8, y *salida de los gases carburados* 9; con *llave de paso* 10, y *calzones o tubos* por los que se une a los cilindros.

El depósito de nivel constante tiene por objeto contener siempre una cantidad de gasolina suficiente para alimentar al surtidor, por grande que sea el consumo del motor; el líquido llega a él desde el depósito de combustible por un tubo de cobre que se atornilla a su parte inferior en la que está el filtro de tela metálica para detener cualquier cuerpo extraño que lleve; el flotador se va elevando a medida que se llena el depósito de líquido, y cuando ha llegado éste a la altura de la punta del surtidor, levanta aquél las palancas que por efecto de su peso tenían en alto a la varilla y hace que ésta descienda y tape la entrada de la gasolina. Cuando el motor aspire alguna cantidad de combustible, bajará el nivel del depósito, con lo cual el flotador bajará también y con él las palancas, las que levantarán la aguja, se abrirá la entrada de gasolina y volverá a llenarse el depósito hasta la altura que lo estuvo antes. Durante el funcionamiento del motor se repiten sin cesar estos movimientos, con lo que se consigue tener constantemente el líquido a la altura necesaria y en cantidad conveniente.

El surtidor termina, generalmente, por uno o varios orificios, por los que sale pulverizado el líquido en virtud de la aspiración o depresión que efectúan los émbolos, y esta misma aspiración arrastra al aire que

entra en la cámara de carburación mezclado con las gotas de gasolina, las que se van vaporizando al contacto con él, formando la mezcla gaseosa detonante.

El estrechamiento de la cámara de carburación sirve para aproximar el aire a la gasolina que sale del surtidor, aumentar su velocidad y hacer más íntima la mezcla.

Abriendo más o menos la llave de paso, gradúa el conductor la cantidad de gases que ha de entrar en el motor. Estos gases pasan por los calzones a los cilindros, entrando en aquel cuya válvula de admisión esté abierta.

A fin de evitar que se enfríe el carburador, y para acelerar la evaporación de la gasolina, se hace que el aire llegue caliente a él, para lo cual la toma se efectúa en la inmediación del tubo de escape, obligándole a pasar por la superficie caldeada de éste. Con el mismo objeto, algunos carburadores llevan alrededor de la cámara de carburación una camisa o envoltura en la que entra una derivación del agua de la refrigeración al salir de los cilindros, o bien una de los gases quemados, tomada del tubo de escape.

Algunos motores tienen el carburador unido directamente a los cilindros, suprimiéndose así los calzones; los gases, en este caso, van a las válvulas de admisión, a través de conductos fundidos en el mismo bloque de aquéllos, calentándose al contacto de sus paredes.

*Forma de las llaves.*— Las llaves de paso tienen una gran variedad de formas, según los diferentes tipos de carburadores; las más generales son: De *mariposa* (que llaman de «papilla» los consabidos desconocedores de nuestro idioma) (Fig. 52), constituida por un disco atravesado por un eje que sale fuera del carburador, al que se conectan las varillas de la transmisión.

*Cilíndricas* (Fig. 53).— Que consisten en un cilindro hueco 1, colocado horizontalmente sobre el surtidor; en su superficie tiene dos ventanillas 2, por las que pasan los gases en mayor o en menor cantidad, según la posición que se dé a esta pieza, haciéndola girar por medio de la palanca 3. Puede estar también colocado este cilindro verticalmente sobre el surtidor (Fig. 54), el aire al entrar por el agujero 1, a las ventanillas 2, situadas a los dos lados de la llave, se mezcla con la gasolina; los gases que se forman

pasan por dentro de la llave, y salen por las ventanillas 3, al tubo de admisión 4; el movimiento de la llave se da por medio de una palanca 5, situada en la parte superior.

*De émbolo o pistón* (fig. 55).—Se compone de un cilindro hueco, o *pistón*, 1, que corre en dirección de sus generatrices, dentro de un *manguito*, 2, en el que entra el *surtidor*, 3, frente al cual está la *entrada de aire*, 4, formada por un cono, unido a la base del manguito; el pistón tiene la base, 5, cerrada, y a ésta está unida la *varilla del mando*, 6; tiene dos ventanillas: la 7, para regular la entrada del aire, que se coloca frente a la abertura, 8, que hay en el manguito, y la 9, que se presenta frente al tubo de admisión, 10; estas ventanillas quedan más o menos abiertas, según la posición que el conductor haga tomar al pistón.

Tanto en este tipo de llaves, como en las cilíndricas, el trazado de las ventanillas está estudiado de manera que la entrada de aire sea la adecuada para conseguir una carburación conveniente.

*Regularización de la mezcla.* — Aunque todos los constructores han estudiado sus carburadores de manera que la gasolina y el aire entren en las proporciones debidas, no siempre ocurre así. En primer lugar, según sea la presión atmosférica y el estado de humedad del aire, el peso de éste que entra en el carburador al hacer los émbolos la aspiración, puede no ser el más conveniente para formar con la gasolina la mejor mezcla detonante. Por otra parte, a medida que la depresión producida en el carburador es más intensa, aumenta la salida de la gasolina y permaneciendo la misma la entrada del aire, la mezcla es demasiado rica.

Con objeto de conseguir una buena mezcla detonante, sobre todo cuando el motor gira a gran velocidad, se han seguido tres procedimientos, que son: *aumentar la entrada de aire, disminuir la de la gasolina o modificar la entrada de ambas a la vez.*

Para aumentar la entrada de aire, hay carburadores en los que el conductor, desde la delantera o pescante, abre, cuando es necesario, una toma de aire colocada cerca del surtidor; en otros esta entrada de aire adicional es automática y está constituida (Fig. 56) por una válvula 1, que se mantiene cerrada por medio de un muelle 2; al aumentar la depresión en el carburador, la presión atmosférica ven-

ce la fuerza del muelle sobre aquélla y entra el aire entre las paredes y la válvula, mezclándose con los gases carburados y disminuyendo la riqueza de la mezcla.

El carburador Zenith (Fig. 57) es de los más generalizados entre los que están dispuestos para disminuir la entrada de la gasolina cuando la depresión es muy grande. Este carburador consta de dos surtidores concéntricos, 1 y 2; el primero toma la gasolina del depósito de nivel constante, y el otro la recibe de un segundo depósito 3, de reducidas dimensiones, que está en comunicación por la parte superior con la atmósfera y que toma el líquido del depósito de nivel constante por el orificio 4.

Cuando el motor está parado, la gasolina tiene la misma altura en el depósito de nivel constante, en el depósito 3, y en los dos surtidores. Al ponerse en marcha, sale la gasolina por éstos; si aumenta la depresión continúa saliendo por ambos, aumentando el gasto hasta tanto que la cantidad de líquido que sale por 2, llega a ser mayor que la que pasa por 4; en este momento el motor consume todo el que hay contenido en 3, con tanta más rapidez cuanto mayor sea dicha depresión, llegando a agotar el depósito pequeño y, por lo tanto, al surtidor 2, no llega ya apenas gasolina, porque la presión atmosférica hace el efecto de *frenar* la salida del líquido por el orificio 4, impidiendo su paso al surtidor 2, por el que entra el aire que es aspirado a través del depósito 3.

El aumento de gasto que tiene el surtidor 1, se compensa, por lo tanto, en parte, con la anulación del surtidor 2.

De regulación de la mezcla carburadora por la modificación simultánea de la entrada de gasolina y de aire adicional, existe, entre otros, el carburador Benz (fig. 58).

Este carburador tiene varios surtidores 1, que están colocados paralelos y separados entre sí, por una serie de tabiques 2; la llave de paso 3, que es cilíndrica, va abriendo, sucesivamente, los conductos de los surtidores a medida que se aumenta la entrada de gases en el motor; a un costado tiene una válvula, 4, para la entrada automática del aire adicional, que funciona como ya se ha explicado.

Además del aire adicional, que se varía a voluntad o automáticamente, durante la marcha del carruaje, y que es frío, muchos carburadores están provistos de

una entrada de aire frío también, que pudiéramos llamar inicial y que el buen conductor modifica con frecuencia al poner en marcha el motor, según el estado atmosférico del día o de la localidad, y atendiendo a lo que la constante observación del carruaje que tiene a su cargo le indique.

Las llaves de paso, las varillas de los depósitos de nivel constante, las admisiones de aire adicional y otros detalles, varían notablemente de unos a otros carburadores, aunque su esencia es la misma.

Por último, hay algunos carburadores para motores de gran potencia, a cuyo surtidor, que es de grandes dimensiones, se le puede variar la magnitud del orificio de salida por medio de una aguja, cuya punta cónica se introduce más o menos dentro de él, y que se gradúa según el trabajo a que se espere someter al motor (fig. 59).

### La alimentación

*Depósito de gasolina.*—Es un recipiente de palastro, de capacidad adecuada en los carruajes militares para contener la gasolina que es necesaria en un recorrido de unos 150 kms. por lo menos; tiene un orificio de carga con filtro de tela metálica y tapón roscado, y otro de salida, con otro filtro y llave de paso.

Si el depósito está más alto que el carburador, se dice que «está en carga sobre el carburador»; al abrir la llave de paso, la gasolina llega a este aparato sólo por su peso.

Si está más bajo, se dice que «está a presión»; para que llegue la gasolina al carburador hay que inyectar, antes de poner en marcha el motor, aire a presión en el depósito por medio de una bomba que se coloca en el salpicadero; después se mantiene la presión necesaria para el funcionamiento, por una derivación de los gases del escape, que, por un tubo provisto de válvulas, los lleva al depósito, o bien por medio de una bomba situada en el cárter que, movida por el motor, inyecta aire.

La válvula para los gases del escape (fig. 60), es una cajita de latón que tiene un tubo de llegada, 1, por donde vienen los gases de escape, los cuales levantan la planchuela, 2, venciendo la fuerza del muelle, y pasan por el tubo de salida, 4; cuando en el depósito alcanzan los gases la presión conveniente, los procedentes del escape ya no levantan la planchuela y dejan de

pasar por el tubo, 4, hasta que disminuye la presión en aquél.

Para que esta presión no sea excesiva y llegue en el carburador a levantar la varilla de nivel constante, lleva la válvula un tornillo, 5, con el que se comprime al muelle más o menos para que varíe su tensión.

Un manómetro que se encuentra colocado a la vista del Mecánico-automovilista, le permite apreciar si hay la presión debida en el depósito.

Además de estos sistemas de alimentación de combustible al carburador, existe otro denominado por *aspiración o por vacío*, en el que se utiliza la de presión producida en el cilindro por el émbolo en su movimiento descendente para aspirar la gasolina del depósito y conducirla a otro alimentador (exhaustor, llamado también impropialemente «nodriza», por algunos) de pequeñas dimensiones colocado en carga con relación al carburador (fig. 61).

El alimentador, en comunicación constante con el depósito de gasolina, lleva en su parte superior dos orificios en correspondencia: uno, M, con el motor por medio de la válvula J, y el otro, A, con la atmósfera, por medio de la válvula cónica K, que pueden ser abiertos o cerrados por la acción de un flotador en sus movimientos de ascenso y descenso. En la parte baja del alimentador existe otro orificio, G, para la salida de la gasolina a un depósito «nodriza» que envuelve al primero, este orificio puede también ser cerrado por una válvula de contrapeso, V.

Cuando el alimentador se vacía el flotador baja por su peso, y arrastra en su descenso a una palanca, S, (que gira alrededor del eje m), por tropezar con un saliente, H, de dicha palanca, S. Una varilla, P, que termina en su parte más alta por una válvula cónica, K, cierra la entrada de aire y abre la otra válvula, J, poniendo en comunicación el alimentador con el motor, lo cual produce la depresión en el alimentador, acudiendo a él la gasolina procedente del depósito del coche por medio del tubo T; la válvula de contrapeso, obtura la correspondencia con la nodriza. Cuando el nivel se eleva, el flotador sube y comprime un muelle interpuesto entre él y un saliente de la varilla H, y cuando la tensión es superior a la inercia de ésta, levanta la varilla, cierra la comunicación con el motor y abre la entrada de aire por medio de la válvula K, con lo que la presión atmosférica reina en el alimentador y cesa la entrada de gasolina por T, mientras

que la masa de ésta y la presión atmosférica, obrando sobre la válvula plena V, vencen la acción del peso, y la gasolina pasa a la nodriza, o recipiente exterior N.

Cuando la nodriza está llena, la válvula de contrapeso V, no puede abrirse y el flotador se inmoviliza en una posición alta, interrumpiéndose el funcionamiento del alimentador.

## CAPITULO VI

### NOCIONES DE ELECTRICIDAD

*Corriente eléctrica.*—Si en un vaso, V (fig. 62), lleno de agua acidulada (agua a la que se ha añadido una décima parte de ácido sulfúrico), introducimos una lámina de cobre C, y otra de zinc, Z, y las unimos por un alambre, comprobaremos que en la superficie del zinc se forman pequeñas burbujas de gas, debidas al hidrógeno que proviene de la descomposición del agua.

Desprendiendo el alambre de una de las láminas, cesa la descomposición para volver a empezar tan pronto restablezcamos el contacto.

Si entre estas láminas de cobre y de cinc, llamadas «electrodos», intercalamos un galvanómetro, G (aparato que acusa la existencia de corrientes eléctricas, por débiles que sean), comprobaremos la existencia de una corriente que se dirige del cobre al cinc.

Supongamos ahora que tenemos dos vasos, A y B (fig. 63), el uno más alto que el otro, siendo h la diferencia de nivel, y que unimos estos vasos por el tubo t.

El agua del vaso A circulará hacia el B, estableciéndose una corriente del vaso más elevado al más bajo, disminuyendo al mismo tiempo la diferencia de nivel; si esta diferencia de nivel se anulase, la corriente cesaría.

Ahora bien, así como para que haya corriente de agua en el tubo t es preciso que exista una diferencia de nivel entre los vasos, de la misma manera, para que una corriente circule por el alambre C es necesario que no sea el mismo el nivel eléctrico de los terminales C y Z, o sea, que exista entre ellos una diferencia de potencial. Se llama conductor eléctrico al alambre que une los terminales o polos de las lá-

minas contenidas en el vaso, cuyo conjunto constituye lo que se llama una pila eléctrica.

Si el tubo que une los depósitos es largo, estrecho y rugoso, ofrece más resistencia a la corriente líquida que si es corto, ancho y liso. Análogamente, si el conductor que une los polos de la pila es corto y de mayor sección, el equilibrio entre las láminas se establecerá antes que si es largo y de pequeña sección. La mayor o menor rugosidad del tubo que une a los depósitos se traduce en la pila eléctrica por la naturaleza del alambre, que puede ser más o menos conductor.

Se llaman cuerpos buenos conductores de la electricidad, los que la dejan pasar fácilmente: como los metales, líquidos acidulados, carbón de retorta, etcétera. Los cuerpos malos conductores o aisladores, son: el aire, los gases, porcelana, fibra, ebonita, aceite, barniz, guta-percha, etc.

*Características de la corriente eléctrica.*—Por el conductor  $t$ , de la figura 63, la cantidad de agua que pasa por segundo dependerá de la altura  $h$  y aumentará con ésta; en cambio, a mayor resistencia de la canalización tendremos menos gasto.

Observamos, además, que este líquido que baja de  $A$  a  $B$ , desarrolla un cierto trabajo que será tanto mayor cuanto mayor sea el gasto y la diferencia de altura  $h$ . Equiparando este fenómeno con la corriente eléctrica que circula del polo  $C$  al  $Z$ , podemos deducir dos consecuencias:

1.<sup>a</sup> Que el gasto de corriente por segundo llamado intensidad de corriente  $I$ , aumentará con la diferencia de nivel eléctrico o diferencia de potencial  $E$ , y disminuirá cuando aumente la resistencia  $R$ . Esta depende de las dimensiones y naturalezas del conductor. Podremos, por tanto, expresarlo por la relación

$$I = \frac{E}{R} \text{ o bien } E = I \cdot R.$$

Esta relación fué descubierta por el físico Ohm.

Así como el gasto y la altura se expresa en litros y metros, la intensidad de corriente se hace en «amperios», la diferencia de potencial o tensión en «voltios» y la resistencia en «Ohmios».

2.<sup>a</sup> El trabajo desarrollado por la corriente será, por tanto, proporcional a la intensidad de corriente, y a la diferencia de potencial. Lo expresaremos por

$W = E \cdot I$ . Este producto nos dará la potencia de la pila y estará expresado en watios.

*Generadores químicos de corriente.—Pilas.*—El generador más conocido es la pila Leclanché. La mayor parte de los timbres eléctricos del mundo están accionados por este tipo de elementos.

Se compone de :

Un recipiente de vidrio conteniendo una disolución acuosa de sal de amoniaco (cloruro amónico) y un cilindro de zinc amalgamado Z (fig. 64); dentro se encuentra un vaso poroso V, lleno de una mezcla de carbón de retorta y bióxido de magnesio.

Una placa de carbón con cabeza de plomo moldeada se introduce en esta mezcla. Los casquillos de toma de corriente se unen a la parte superior de la barra de zinc y a esta placa de carbón. El vaso poroso se cierra por la parte superior con cera que presenta orificios para la evacuación de los gases.

Si unimos por un conductor los dos cuerpos llamados «polos», comprobaremos, con la ayuda de un galvanómetro, la existencia de una corriente eléctrica que va del carbón al zinc (al exterior de la pila; pues una vez establecida la corriente, va del zinc al carbón, en el interior del elemento, a través del líquido que es conductor). El carbón constituye el «polo positivo», mientras que el zinc forma el «polo negativo».

Examinando de cerca esta pila, observaremos que multitud de burbujas gaseosas vienen a rodear al zinc, de tal manera que llegan a preservarle del contacto con el líquido, cesando entonces la corriente. Se dice entonces que la pila está polarizada.

En evitación de ello se ha rodeado la barra de carbón que forma el polo positivo, de una envuelta de carbón mezclado con bióxido de manganeso, sustancia que tiene la propiedad de absorber el hidrógeno y por ello recibe el nombre de despolarizante.

La necesidad de emplear zinc amalgamado (unido al mercurio) en lugar de zinc ordinario, es debida a la propiedad del primero, de no ser atacado más que cuando la pila produce corriente, mientras que el zinc ordinario se va consumiendo aún en circuito abierto.

Las pilas no se emplean en los automóviles y necesitándose en ellos un manantial de corriente, se recurre a los acumuladores.

*Acumuladores.—Electrolisis.* Si se hace pasar una corriente eléctrica por una solución salina o ácida,

se descompone esta solución (la cual se llama electrolisis). La energía eléctrica se transforma así en energía química; lo contrario de lo que sucede en las pilas; el receptor de la corriente posee una fuerza *contra-electromotriz de polarización*. El líquido que soporta la acción química es el *electrolito*. El electrodo unido al polo positivo del generador, se denomina *anodo* y el que lo está al polo negativo, *catodo*. Durante la electrolisis, la corriente va del anodo al catodo. El recipiente electrolítico se llama *voltámetro*. (Fig. 65).

*Electrolisis del agua*.—La electrolisis del agua débilmente acidulada (el agua pura no dejaría pasar la corriente), da lugar al desprendimiento de hidrógeno en el catodo y de oxígeno en el anodo.

Empleando electrodos porosos, no se manifiesta el desprendimiento gaseoso, porque los gases son absorbidos por los electrodos.

En estas condiciones, si después de haber hecho funcionar el voltámetro durante un cierto tiempo, se corta la corriente y se unen los electrodos por un hilo conductor, este hilo es recorrido por una corriente.

El voltámetro, de receptor, se ha convertido en generador. Los electrodos son los polos de la nueva corriente, y se dice que están *polarizados*.

De este fenómeno resulta la posibilidad de almacenar la energía eléctrica de un generador, es decir, de constituir un aparato que *acumule* energía eléctrica.

*Acumulador de plomo*.—El plomo, por ser el metal que se altera más profundamente, se emplea con preferencia para los electrodos. La fuerza electromotriz del elemento así formado, es poco superior a 2 voltios. (Fig. 66).

El acumulador está constituido por una serie de placas de plomo, dispuestas paralelamente, en un baño de agua acidulada, contenida en un recipiente, en general de ebonita o celuloide, en los acumuladores empleados en los automóviles.

Las placas alternativas se unen entre sí para constituir cada uno de los polos. Se consigue mantener la separación de las placas por medio de separadores de ebonita, celuloide o madera, y cuñas, también de los mismos materiales, las mantienen a cierta distancia del fondo del vaso. El bloque formado por las placas y los separadores se apoya fuertemente en las paredes del recipiente y reposa sobre las cuñas del

fondo. El vaso se cierra por una tapa que lo obtura perfectamente y que deja paso a los dos electrodos y lleva un orificio cerrado por un tapón. Este orificio sirve para llenar y vaciar de electrolito el elemento, así como para su inspección. El tapón está provisto de agujeros que permiten el desprendimiento de los gases, sin que el líquido se vierta. En ciertos acumuladores el electrolito se inmoviliza con una tierra especial.

*Fenómenos químicos durante la carga y descarga.*—

El plomo está siempre cubierto por una ligera capa de sub-óxido,  $Pb\ O$ . Si se hace pasar una corriente en el aparato, hay descomposición del agua. Los gases H (hidrógeno) y O (oxígeno), que son absorbidos por los electrodos, producen los fenómenos siguientes :

El H, en el catodo, reduce el sub-óxido  $Pb\ O$ , y deja libre al plomo  $Pb$ .

El O, en el anodo, oxida al sub-óxido, y forma el bióxido  $Pb\ O_2$ .

Cuando la capa de bióxido llega a tener un cierto espesor, dejan de raccionar las placas, y se desprenden gases del electrolito.

Durante la descarga del acumulador :

El O, en el catodo, transforma el plomo  $Pb$  en protóxido  $PbO$ , el que, con la ayuda del ácido, da sulfato de plomo.

El H, en el anodo, reduce el bióxido  $Pb\ O_2$ , convirtiéndolo en protóxido  $PbO$ , que también se transforma en sulfato de plomo.

La corriente de descarga dura el tiempo necesario para que el bióxido quede completamente reducido.

Si se hace pasar una nueva corriente de carga el sulfato de plomo produce con los gases del electrolito los mismos cuerpos simples y compuestos que en la primera carga, o sea :

En el catodo, plomo poroso,  $Pb$ .

En el anodo, bióxido de plomo,  $Pb\ O_2$ .

*Formación de los acumuladores.*—La experiencia enseña que la producción repetida de cargas y descargas sucesivas da por efecto aumentar progresivamente el espesor de la carga activa en la superficie de las láminas de plomo, y, por consiguiente, aumentar la capacidad del acumulador, es decir, la cantidad de electricidad que almacena en sus electrodos. El acumulador se forma, pues, por el uso.

Esta *formación natural* o *formación Planté*, da excelentes resultados, pero tiene el inconveniente de su

lentitud, que se evita en los acumuladores llamados de formación artificial o formación Faure. La placa positiva se recubre de minio y la negativa de litargirio. La adherencia de estas capas se consigue por el empleo de placas especiales; placas en forma de parrilla (figura 67 a), en cuyos alveolos se alojan por comprensión las pastas de óxido, o placas con profundas ranuras horizontales en las que se aplica la materia activa (fig. 67 b). Con estas placas es suficiente una sola carga.

Las placas de las baterías de acumuladores empleadas en los automóviles, son de formación artificial.

*Caracteres de la carga y descarga.*—Durante la carga la fuerza electromotriz se eleva al principio muy rápidamente hasta 2,2 voltios, y conserva este valor durante casi todo el período de la carga. Al fin de ésta, sube lentamente hasta 2,5 voltios. En este momento se presentan sobre las placas burbujas de oxígeno e hidrógeno y el líquido adquiere un aspecto lechoso. Es inútil continuar la carga en estas condiciones, porque la energía eléctrica que atraviesa el acumulador no será ya almacenada, sino que se emplea solamente en descomponer el agua del electrolito (fig. 68).

Al mismo tiempo, aumenta la densidad para llegar al valor de 1,24 (28° Beaumé) al fin de la carga. La temperatura también se eleva y es conveniente que no pase de 45°.

Durante la descarga, la fuerza electromotriz desciende bruscamente de 2,5 voltios a 2,1 voltios y persiste mucho en este valor. Luego desciende rápidamente. Se debe detener la descarga en el momento que el voltaje adquiera el valor 1,8 voltios (fig. 69).

Simultáneamente, disminuye la densidad hasta 1,15 (21° Beaumé).

*Capacidad.*—La característica de un elemento de acumulador es su capacidad, o sea la cantidad de electricidad que puede restituir después de haber sido cargado y se expresa en *amperios-horas*. Un amperio-hora es la cantidad de electricidad correspondiente a una corriente de 1 amperio circulando durante una hora (1 amperio-hora, vale 3.600 coulombios).

Un elemento de capacidad, 60 amperios-horas, por ejemplo, podría suministrar, después de cargado, una corriente de 1 amperio durante 60 horas, o de 2 amperios durante 30 horas, o de 10 amperios durante 6 horas, etc.

El constructor, da la capacidad, pero a falta de

esta indicación se la puede calcular sobre la base de 10 amperios-horas por cada kilogramo de materia activa. Así, si un elemento pesa 10 kilogramos, contendrá proximamente 7 kilogramos de materia activa y tendrá una capacidad de 70 amperios-horas.

La capacidad varía con el régimen de descarga y disminuye con la duración de ésta; por esta causa, la capacidad que dá el constructor, es la correspondiente a una descarga de 10 horas.

Las descargas demasiado rápidas, tienen también el inconveniente de deteriorar el acumulador.

*Intensidad de carga y descarga.*—La intensidad máxima de carga es un dato que proporciona el constructor, careciendo de éste dato, se le puede calcular suponiendo que corresponde 1,5 amperios a cada kilogramo de materia activa.

La intensidad de descarga puede ser algo mayor; se adopta como intensidad máxima la de 2 amperios por kilogramo de materia activa.

Si se rebasan estos valores de la intensidad de carga y de descarga, hay peligro de deteriorar el acumulador; las placas se aflabean y se desprende la materia activa; también se puede llegar a la sulfatación de las placas, que se explica seguidamente.

*Rendimiento.*—Un acumulador no restituye por completo la cantidad de electricidad que se le suministra; el rendimiento en capacidad es de 90 por 100 próximamente.

Así, para cargar un acumulador de 60 amperios-hora de capacidad, por ejemplo, habrá que suministrar a

$$\text{este acumulador } 60 \times \frac{100}{90} = 66,66 \text{ amperios-horas} = 67$$

amperios-horas.

*Sulfatación.*—Se presenta ésta cuando, en el período de descarga, el ácido sulfúrico del electrolito se fija sobre las placas dando un sulfato de plomo estable, que no puede sufrir durante la carga las reacciones químicas antes indicadas. La capacidad es entonces mucho más pequeña y el electrolito tiene menor densidad por que es más pobre en ácido y las placas blanquean.

Se dice, entonces, que el acumulador está *sulfatado*.

Un acumulador se sulfata:

- 1.º Cuando se le somete a regímenes de carga y descarga más intensas que las indicadas precedentemente.
- 2.º Cuando se continúa la descarga después de que

la fuerza electromotriz ha adquirido el valor de 1,8 voltios.

3.º Cuando se deja descargado un acumulador durante mucho tiempo.

4.º Cuando el nivel del electrolito es tan pequeño que deja parte de las placas expuestas al aire.

Si el acumulador está poco sulfatado, se conseguirá su desulfatación sometiéndole a una carga de débil intensidad, que se prolonga durante una hora próximamente, después que haya comenzado la ebullición (sobrecarga).

Se observará que la densidad del electrolito aumenta, porque el ácido que estaba fijo en las placas vuelve a la solución; la capacidad adquiere simultáneamente el valor normal.

No se debe tratar de conseguir que la densidad del electrolito adquiera su valor normal, añadiéndole agua acidulada, pues así introduciríamos en el elemento una cantidad de ácido que se fijaría también sobre las placas, aumentando la sulfatación.

Para que este procedimiento dé resultado, en el caso de que el acumulador esté muy sulfatado, es necesario emplear un electrolito de densidad muy pequeña, 1,02 ó 1,03 (3º ó 5º Beaumé), y efectuar una carga de régimen muy bajo, seguido de una sobrecarga de gran duración.

*Baterías de acumuladores.*—Como la fuerza electromotriz de un elemento es demasiado pequeña para los usos industriales, es necesario agrupar en serie el número de elementos que sean precisos para conseguir la tensión deseada.

Se constituye así la batería.

En las baterías empleadas en los automóviles, es preciso conformarse con un débil voltaje, a causa del peso de la batería. Los voltajes utilizados actualmente son: seis voltios para los coches pequeños, y 12, o excepcionalmente 16 voltios, para los de mayor categoría. Una batería de seis voltios pesa unos 30 kilogramos, y una batería de 12 voltios, 50 kilogramos, próximamente.

*Capacidad.*—La capacidad de una batería es la de uno de sus elementos. En efecto, si cada elemento tiene una capacidad de 60 amperios-hora, puede suministrar 6 amperios durante 10 horas. Como los elementos están montados en serie, la intensidad es la misma en cada uno de ellos, y todos quedarán descargados al cabo de 10 horas, y la batería habrá sumi-

nistrado 6 amperios durante 10 horas, y su capacidad será también de 60 amperios hora.

La capacidad de las baterías en los coches pequeños es de 50 á 60 amperios-hora, en los de categoría media de 60 á 80 amperios hora y de 100 en los coches grandes.

*Intensidad de carga y descarga.*—Por la misma razón que la capacidad de una batería es igual a la de uno de sus elementos la intensidad de carga y descarga es la misma para la batería que para un elemento.

Próximamente, la intensidad máxima de carga, es igual a  $1/5$  de la capacidad.

En la placa fija sobre la batería, se indican el voltaje, la capacidad y la intensidad máxima de carga. Estos acumuladores para automóviles, están particularmente estudiados para resistir a las fuertes corrientes de descarga.

Las conexiones de un elemento con otro, se hacen por medio de barras de plomo soldadas a la autógena.

Los electrodos extremos de la batería llevan los casquillos para fijar los cables de las líneas; estos casquillos se oxidan rápidamente bajo la acción del agua acidulada que se deposita inevitablemente sobre la superficie de la batería, por lo que es necesario limpiarlos perfectamente; algunas veces se les protege engrasándolos ligeramente.

Los elementos se introducen en una sólida caja de madera de dimensiones convenientes para que no tengan ningún desplazamiento. La batería se coloca en un soporte apropiado que se fija al bastidor.

La figura 70 enseña un esquema de montaje de carga de batería. De los dos hilos de corriente del alumbrado (siempre que sea por continúa, que en la práctica tendrá 110 voltios) se saca una derivación, que se lleva a un interruptor, intercalando un fusible. Entre estos hilos, sale una serie de derivaciones, en las que se montan lámparas L, del voltaje adecuado, uniendo después los hilos extremos a la batería.

Esta unión es muy importante, pues hay que hacerla de modo que el polo + (positivo) de la corriente, se una al + de la batería, quedando, por tanto, unidos los dos polos — (negativos).

Para conocer los polos, lo mismo de una instalación de corriente continúa que de una batería, se utiliza un papel llamado «buscapolos», el que, una vez

humedecido, poniéndole en contacto con los dos polos, deja una mancha roja en el polo negativo.

Si no tuviésemos papel, sumergiendo los dos polos de corriente en agua acidulada, aquél de que se desprenden burbujas, es el negativo.

Para graduar el número de lámparas, es necesario conocer el régimen de carga de la batería y sabiendo que una lámpara de filamento de carbón de 32 bujías gasta un amperio, pondremos tantas lámparas cuantos amperios sea el régimen de carga.

*Generadores mecánicos de corriente eléctrica.*—Campo magnético.—Inducción magnética.—Si echamos en una hoja de papel limaduras de hierro y colocamos debajo un imán, las limaduras sometidas a su acción, se agrupan alrededor de sus extremos, los «polos», formando dibujos muy regulares (fig. 71) de líneas que van de un polo a otro. Estas líneas son más numerosas en la proximidad de los polos, y si el imán es de herradura, en el espacio comprendido entre los polos, es donde existen mayor número de ellas.

Cuanto más se aleja la limadura de los polos, está más esparcida.

Por tanto, vemos que el imán tiene a su alrededor un espacio llamado «campo magnético», en el que se manifiesta esta fuerza, que en su máximo está centralizada en los polos. Pues bien, si entre los polos de un imán en herradura, colocamos un hilo conductor (figs. 72 á 76), en forma de espira, cuyos extremos van unidos a un galvanómetro, haciendo girar la espira, la aguja del galvanómetro se mueve, prueba de que hace una corriente eléctrica que circula por el conductor.

Si, en lugar de una espira, se pone un carrete, girando entre los polos, la corriente obtenida aumenta tanto más cuantas más son las espiras del carrete. Esta corriente se llama «inducida», y el fenómeno originado de ella se llama «inducción magnética».

Pero esta corriente obtenida haremos notar que no es continua, pues varía con la posición relativa del carrete dentro de los polos del imán (figs. 77 y 78).

En la figura 77, vemos el imán en herradura, entre cuyos polos está colocado un núcleo de hierro, en forma de doble T, donde va el arrollamiento conductor, cuyos extremos van a conectarse a un galvanómetro.

Para que la influencia de los polos sobre el núcleo sea mayor, se les adosan unas «masas polares», *m*

y  $m'$ , lo que hace aumentar la fuerza del campo magnético, en que está situado el núcleo.

Si hacemos girar el núcleo, observaremos (fig. 78), que, al pasar por la posición 1, el galvanómetro no marca corriente; rebasada la posición, empieza a circular; llega a un máximo en la posición 2, para decrecer y anularse en la 3, volviendo a nacer, pero en sentido contrario que antes, para tener un máximo en 4 y decreciendo hasta la posición inicial 5, que hemos dicho era nula.

*Generadores magneto-eléctricos.*—Hemos dado origen, por tanto, a una corriente alternativa, que tiene dos máximos por cada vuelta del núcleo, y el aparato así formado se llama «magneto». El núcleo giratorio se llama «inducido», y los polos se llaman «inductores».

*Electroimanes. Solenoides.*—Supongamos que los extremos de una pila P, representada en esquema, se unen por un conductor arrollado en hélice o «bobina» B (fig. 79).

Si aproximamos a esta bobina la aguja imantada de una brújula, se desvía de la posición *N-S*, y tiende a ponerse en cruz con el conductor. Interrumpiendo la corriente, la aguja vuelve a la posición primitiva. La desviación de la aguja por el paso de la corriente es tanto más sensible cuanto mayor sea el número de espiras.

Si en el interior de la bobina introducimos un núcleo de acero (fig. 80), éste se imanta, continuando la imantación, aunque se saque fuera. Si, en lugar de acero, introducimos un núcleo de hierro dulce, también será imantado por el paso de la corriente en la bobina; pero no persiste esta imantación cuando cesa la corriente o se retira el núcleo.

Este conjunto del núcleo de hierro dulce y de la bobina (fig. 80), recibe el nombre de «electroimán».

De cuanto hemos dicho se desprende que una bobina B (fig. 81), recorrida por una corriente, produce un campo magnético en todo análogo al de un imán permanente, según indica la figura. Una bobina en estas condiciones se llama «solenoides».

*Máquinas dinamo-eléctricas.*—Si la corriente circula por las espiras de unas bobinas que rodean unos núcleos, es decir, unos electroimanes, éstos se comportan, según se ha dicho, como imanes permanentes, o sea que podemos sustituir, en la figura 77, a los imanes en herradura por los electroimanes  $E_1$  y  $E_2$  (figu-

ra 82), cuya corriente la toman de la misma máquina que, así constituida, recibe el nombre de «dínamo-eléctrica», o simplemente «dínamo».

La corriente para los electroimanes  $E_1$  y  $E_2$ , que, por su misión en la máquina, se llaman «inductores», recibe el nombre de corriente de excitación.

La dínamo, como la magneto, daría una corriente alternativa, si no se la proveyese de un colector, donde frotan las escobillas, disposición que, enderezando la corriente, permite conseguir de la dínamo una corriente continua.

La dínamo, como la de la figura 82, en que la corriente de los inductores está derivada del circuito exterior, se dice que está excitada en derivación. Si la excitación tiene lugar conforme indica la figura 83, entonces se denomina nuestro generador una dínamo serie.

*Transformadores.*— Tanto la magneto estudiada anteriormente como la dínamo que acabamos de considerar, sólo dan corriente de baja tensión, que no es suficiente para producir la chispa eléctrica entre las puntas de las bujías. Necesitamos, por consiguiente, elevar esta baja tensión a la conveniente para conseguir la chispa en la bujía, y vamos a ver el modo de conseguirlo.

Si la corriente que circula por las espiras de una bobina, que llamaremos  $B$ , la hacemos variable, variará también el campo magnético del solenoide así constituido.

Si acercamos a dicha bobina  $B$  otra  $B'$  hasta situarla en su campo, aquella variación engendrará una corriente de inducción en esta segunda bobina,  $B'$ . Este fenómeno es el fundamento de los transformadores y la bobina  $B$  constituye el «primario» del transformador, siendo  $B'$  el «secundario» del mismo.

La relación de las tensiones  $e$  y  $E$  del primario y secundario, es la misma que la del número de espiras  $n$  y  $N$ , así tendremos:

$$\frac{e}{E} = \frac{n}{N} \quad \text{o bien} \quad N = n \frac{E}{e}$$

que permite determinar el número de espiras del secundario para conseguir una tensión determinada.

Si disponemos de un arrollamiento de pocas espiras unido a un manantial eléctrico,  $P$  (fig. 84), y sobre éste arrollamos otro  $B'$  de muchas espiras unidas

a los extremos del excitador o saltador *S*, al interrumpir la corriente en el primario mediante el manipulador *M*, la brusca variación del campo magnético del primario, eleva la tensión del secundario hasta el punto de saltar una chispa en el excitador *S*.

Vemos, pues, cómo puede transformarse la corriente de baja tensión que nos proporciona la magneto o la dinamo, en otra de tensión suficiente para obtener la chispa en la bujía.

*Motores eléctricos.*—Hemos visto que el movimiento del inducido en la dinamo, daba origen a una corriente eléctrica. En virtud de la reversibilidad de estas máquinas, si estando quieto el inducido se hace pasar por él una corriente eléctrica, conseguimos la rotación de este inducido y habremos transformado nuestro dinamo en motor. Este es, a grandes rasgos, el fundamento de los motores eléctricos.

Como resumen, vamos a sentar varias consecuencias que, confirmadas por la práctica, tendrá muy presente el alumno para la mejor comprensión de los sistemas de encendido en automóviles.

1.<sup>a</sup> Si en el campo magnético de un imán movemos un hilo conductor, nace en éste una corriente eléctrica. (Fundamento de la magneto y dinamo.)

2.<sup>a</sup> A la inversa, si mandamos una corriente eléctrica a un conductor arrollado en forma de bobina, da origen a un campo magnético. Toda masa magnética que se halle dentro de la influencia de dicho campo, será atraída o repelida.

(Fundamento de los motores eléctricos.)

3.<sup>a</sup> Como consecuencia de lo anterior, si rodeamos una bobina recorrida por una corriente «variable» o intermitente, de otra bobina, en ésta nace una corriente eléctrica, estando las tensiones de las corrientes en la misma relación que el número de espiras de las bobinas.

(Fundamento de los transformadores.)

4.<sup>a</sup> Si un circuito eléctrico lo abrimos o cerramos, en el punto de apertura o cierre, salta una chispa eléctrica de elevada tensión, procedente de la extracorrente de apertura o cierre del circuito.

(Este fenómeno lo habrán notado todos al dar luz con una llave que no esté bien aislada; se nota en los dedos el efecto de la citada extracorrente.)

Damos por terminadas estas nociones de electricidad, tan necesarias para poder asimilar cuanto se relaciona con el encendido del motor y el alumbrado

eléctrico del coche, cuyo estudio se hace de esta manera muy sencillo. Las dificultades de este organismo sólo se presentan a los que desconocen estos principios fundamentales que acabamos de estudiar, dando lugar a las más absurdas consecuencias. Tal es, por ejemplo, una algo generalizada, de que se adelanta el encendido para conseguir *más chispa* en las bujías.

## CAPITULO VII

### El encendido (o ignición).—El alumbrado.—El arranque eléctrico

*Función de la electricidad en el automóvil.*—Actualmente, en un automóvil, la electricidad ha de realizar tres funciones principales.

a) Inflamado o encendido de los gases en los cilindros.

b) Alumbrado del camino que sigue el coche, así como del interior o de otras partes que convenga del mismo.

c) Arranque del motor para evitar el hacerlo a mano.

En cualquier caso, las funciones b y c, no pueden realizarse satisfactoriamente, más que disponiendo de una batería de acumuladores, puesto que el alumbrado puede necesitarse en ocasiones en que está parado el motor del coche, y en cuanto al arranque, el motor eléctrico no puede encontrar más que en la batería la acumulación de energía indispensable para ponerse en marcha.

Todos los automóviles, por consiguiente, van provistos de:

Un sistema o disposición de encendido.

Una batería de acumuladores.

Una dínamo que gira constantemente con el motor del coche y mantiene la carga de la batería.

Un motor de arranque, accionado por la batería en el momento preciso, que arrastra al árbol motor, y cuando éste se pone en marcha, se desembraga de él automáticamente.

#### a) *El encendido o ignición*

La inflamación de los gases en el interior de los cilindros, se produce por medio de una chispa eléc-

trica que se hace saltar en el interior de la masa gaseosa.

El conjunto de aparatos que sirven para este objeto constituye el *encendido* del motor.

*Diferentes sistemas de encendido.*—Se conocen dos procedimientos para producir la chispa eléctrica.

Uno de ellos, consiste en cortar un circuito conductor recorrido por una corriente de voltaje e intensidad muy pequeños, comprobándose que en el momento de la ruptura aparece una chispa entre los extremos del conductor.

El otro, en llevar a una muy alta diferencia de potencial (varios miles de voltios) dos conductores separados por un espesor bastante débil de aislante (algunos milímetros de aire) y cuando la diferencia de potencial adquiriera un valor suficiente, salta la chispa.

Cuando el encendido tiene por fundamento el primer procedimiento, recibe el nombre de *encendido de baja tensión*, y los sistemas de encendido, basados en el segundo procedimiento indicado, son llamados de *alta tensión*.

Los únicos sistemas de encendido, actualmente en uso, son los de alta tensión, y como los generadores de electricidad, magnetos o dinamos y baterías de acumuladores que se pueden instalar en los carruajes no pueden producir más que corrientes de baja tensión, es indispensable adicionarles con una disposición o un medio que transforme la corriente de baja tensión en corriente de alta tensión. Esta disposición, se relaciona con la bujía colocada en la culata del cilindro y que esquemáticamente se compone de dos puntas próximas cuidadosamente aisladas la una de la otra, entre las que salta la chispa.

*Encendido eléctrico de alta tensión.*—*Medio de transformación:* Comprende una *bobina* y un *ruptor*.

La bobina se compone de un núcleo de hierro dulce, sobre el cual se encuentran dos devanados de un gran número de espiras, superpuestos el uno al otro y esmeradamente aislados, de modo que no haya contacto alguno entre las espiras de un mismo devanado, ni entre las de devanados diferentes. El devanado que tiene menor número de espiras y mayor sección, es recorrido por la corriente de baja tensión y se denomina *circuito primario*, y el que se compone de un número mucho mayor de espiras y de hilo muy

fino, es el *circuito secundario*, en el que se engendran las corrientes de alta tensión.

El ruptor se coloca siempre en el circuito primario. Puede ser un *ruptor magnético* del tipo de los tembladores empleados en los timbres eléctricos (sistema «Ford»), pero a causa de la lentitud de su funcionamiento, que produce irregularidades en el encendido, es más frecuente el *ruptor mecánico* arrastrado o movido por el motor.

El funcionamiento de la bobina es tal que a cada ruptura del primario se engendra en el secundario una fuerza electromotriz de muy alto potencial, lo que origina una corriente casi instantánea, que se cierra entre las puntas de la bujía, en forma de chispa.

Si la corriente primaria es de intensidad variable, conviene hacer la ruptura en el momento de máxima intensidad, lo que aumenta la potencia de la chispa.

Entre los sistemas de encendido con ruptor mecánico, el más usado es el que emplea la magneto de alta tensión.

*Magneto Bosch, tipo ZR<sup>4</sup>*.—La de este tipo se compone de (figs. 85 a 90): *imanes* en herradura, 1, que terminan en dos piezas de fundición, llamadas *masas polares*; están atornilladas a un *sócalo de bronce*, 2, y llevan adosadas a un lado la *tapa*, 3; con *engrasador*, 4, y al otro la *caja del distribuidor*, 5, con otro engrasador y cubierta con la *placa*, 6, de *distribución*, que tiene cuatro *terminales*, 7, para los cables que van a las bujías, y una *ventanilla*, 8. La placa se sujeta por medio de *dos muelles*, 9. Debajo de esta placa está el *aparato de la ruptura*, cuya parte exterior lleva la *palanca de avance*, 10, y la *cubierta de ebonita*, 11, con *terminal*, 12, para el *hilo de masa*; en la parte opuesta al aparato de ruptura, hay, en el eje, una parte *tronco-cónica*, 13, a que se adapta el embrague de la magneto con el motor. Se llama *parte anterior* de la magneto a la de este lado.

Alojado entre las masas polares de los imanes, se encuentra el *inducido* (fig. 86), que se compone de: una *armadura*, 14, de hierro dulce, en forma de doble T, que lleva *dos devanados* o arrollamientos, uno de *hilo*, de cobre grueso, que se denomina el *circuito primario*, y, encima de él, otro, de *hilo fino*, llamado el *circuito secundario*. En el extremo del inducido, próximo al embrague, está el *colector*, 15, y en el opuesto, el *condensador*, encerrado en una caja de bronce, 16, atornillada a la armadura; esta caja tiene

en el centro, 17, de su cara exterior, una tuerca para recibir el tornillo, 18, con el que se fija el *aparato de ruptura* al inducido.

El hilo grueso tiene uno de sus extremos en contacto con la armadura, y el otro, con la tuerca del tornillo 18; el *condensador* está formado por dos series de hojas de papel de estaño, aisladas entre sí por otras de papel parafinado; las de una serie están en comunicación con el hilo grueso, y las de la otra, con la masa metálica de la magneto.

El inducido está montado sobre cojinetes de bolas, que se engrasan por los engrasadores de la parte superior de la magneto y está constantemente en contacto por la parte exterior de la caja del condensador con dos carbones alojados en el zócalo.

El *aparato de ruptura* (figs. 87 y 88) consta de dos partes: una movable, giratoria, sujeta por el tornillo, 18, al inducido, con el cual gira, y otra fija, unida al zócalo; la parte movable se compone de: *disco*, 19, que lleva fijo a ella un *contacto aislado*, con *tornillo platinado largo*, 20; palanca de ruptura, 21; con *tornillo platinado corto*, 22; *taco de fibra*, 23; *muelle de sujeción de la palanca*, 24, el cual se apoya sobre un botoncito de fibra que lo aísla de ella, y *muelle de ruptura*, 25. El disco está constantemente en contacto con el zócalo de bronce por medio de un carbón con muelle que lleva colocado en su parte superior.

La parte que no gira consta de: *anillo de levas*, 26, con *muescas* para fijar convenientemente la palanca del avance y *levas*, 27.

El aparato de ruptura está cerrado por la *cubierta de ebonita*, 11, que tiene en su interior un carbón para establecer el contacto con el tornillo 18.

En el *colector*, 15 (fig. 86), constituido por una polea de ebonita cuya garganta lleva un anillo de bronce, en el que termina el hilo delgado del inducido, se apoya (fig. 89) el *porta-carbón*, 28, que tiene el *carbón* o *escobilla*, 29; *tubo de conexión con otro carbón*, 30, ambos con muelle; *brida* 31, y *pararrayos*, 32,

En contacto con el carbón, 30, está la cola del *distribuidor* (fig. 90) cuya *cabeza*, 33, está encajada en el cubo de una rueda dentada de bronce, que recibe el movimiento por un piñón montado en el eje del inducido; la *cabeza* lleva un *carbón con muelle*, 34, que se apoya sucesivamente en las *piezas de bronce*, que forman interiormente los *contactos* de la placa

de distribución, 6, y tiene pintada la *cifra* 1 en su cara exterior.

De los casquillos o terminales de la placa de distribución salen unos cables recubiertos por gruesas capas de caucho, que llegan directamente a las bujías del motor, en las que se sujetan por sus otros extremos.

Del terminal de la cubierta de ebonita del aparato de ruptura, sale otro cable, también recubierto de caucho, aunque de menos espesor que los otros, que se une a una parte cualquiera metálica del carruaje; este hilo está cortado por un interruptor, que permite, o no, según esté, cerrado o abierto, el paso de la corriente de baja tensión.

*Funcionamiento de la magneto* (fig. 91).—Al girar el inducido dentro de los imanes, cada vez que la armadura da media vuelta, se produce en el hilo grueso una *corriente eléctrica de baja tensión*, que después de correr todo el devanado, pasa por el tornillo 18 a los platinados 20 y 21, que están en contacto, y por la palanca de ruptura, su disco y masa metálica, de la magneto, vuelve al extremo del hilo.

Cuando el taco de fibra, 23, tropieza con las *levas* del anillo, 26, se separan los dos tornillos platinados y se corta la corriente, lo cual origina, al mismo tiempo, otra de *alta tensión* en el hilo delgado; esta segunda corriente recorre todo el hilo fino, llega al colector, 15, y por la escobilla, 29, y carbón, 30, pasa al distribuidor, 33; por su carbón, 34, llega a una de las partes metálicas de la placa 6, de distribución, y de ésta, por el terminal, el cable correspondiente a la bujía, en la que salta la chispa y pasa la corriente por la masa metálica del motor a la magneto.

La misión del condensador, 16, es reforzar la corriente de baja tensión cuando se unen los tornillos platinados.

Cada vez que se corta la corriente primaria, se produce, como ya se ha dicho, una secundaria de alta tensión en el hilo fino; el aparato está dispuesto para que esto ocurra a cada media vuelta del cigüeñal en el momento oportuno, para que el cilindro que ha de trabajar lo efectúe en las mejores condiciones.

Si el interruptor, 35, está cerrado, la corriente primaria ya no se corta aunque se separen los tornillos platinados, sino que, al salir del inducido, sigue por el tornillo 18 al interruptor, y por la masa metálica

vuelve a la magneto; al no interrumpirse la corriente de baja tensión, no se produce la de alta, y por lo tanto, no hay chispa en los cilindros.

Si por cualquier circunstancia no pudiese saltar la chispa en las bujías o el circuito estuviese cortado fuera de la magneto, al llegar la corriente al porta-carbón, 30, salta al pararrayos, 32, y de él a la masa, con lo que se evitan posibles averías en el devanado.

En ciertas ocasiones, que se explicarán más adelante, es necesario que el momento de producirse la chispa en los cilindros se adelante o se atrase; ésto se consigue cambiando la posición del anillo de *levas* para que el taco de fibra encuentre a aquéllas más pronto o más tarde.

*Magneto Bosch tipo D 4.*—Las magnetos del tipo D 4 son algo más voluminosas que las del tipo ZR 4, de las que no difieren más que en detalles de construcción, siendo los más importantes las siguientes (fig. 92):

En la parte anterior no tienen tapa: la *placa de distribución*, 1, está atornillada a los imanes y tiene un *estribo*, 2, para fijar la *tapadera*, 3, del *distribuidor*; en este estribo, se encuentra el *terminal*, 4, del hilo de masa, al que llega la corriente por el muelle, 5, que sujeta la tapadera, 6, del aparato de ruptura.

El *anillo de levav*, tiene dos rodillos, 7, en que tropieza el talón de la palanca del aparato de ruptura.

El *pararrayos* (fig. 93).—Está formado por un disco de porcelana, 8, en cuyo centro lleva montada una pieza de latón con dientes, que se presentan frente a otros colocados en la masa de la magneto.

Los cables para las bujías enchufan en la parte superior de la placa de distribución; el interior del aparato y su funcionamiento, es igual que el del tipo descrito.

*Bujías.* (fig. 94).—Son las piezas en que saltan las chispas que originan la explosión de los gases, se componen de: un *cuerpo roscado*, 1, que se atornilla en el cilindro y que lleva unas patillas o *electrodos* por donde salta la chispa; parte *aisladora*, 2, para separar el cuerpo del núcleo, 3, que lleva el otro electrodo, y a cuyo extremo opuesto se empalma el cable que viene de la magneto.

*Encendido por batería de acumuladores.*—El generador de energía es una batería de acumuladores, la cual, a su vez, está alimentada por una *dínamo*, ac-

cionada por el motor, aunque ésta no interviene directamente en el encendido.

La corriente que proviene de la batería, es enviada al mecanismo de ruptura arrastrado por el motor, el que funciona de un modo análogo al mecanismo de ruptura de la magneto, y tiene, como éste, dos tornillos platinados, uno fijo y otro móvil, montado el segundo sobre una palanca que es accionada por una leva colocada sobre el eje del mecanismo. A diferencia de la disposición de ruptura de las magnetos, está preparado de tal modo, que cuando el motor no funcione, los dos tornillos están separados, al objeto de interrumpir la corriente para evitar la descarga de la batería.

La corriente de la batería, después de pasar por el mecanismo de ruptura, va al devanado primario de una bobina o transformador, y desde éste, vuelve a la batería por la masa del bastidor, la que está en contacto con uno de los polos de la batería. El circuito secundario de la bobina, está en relación por un lado, con masa, y por otro, con un distribuidor de corriente análogo al de la magneto.

El funcionamiento del encendido, es el siguiente: Cuando la corriente primaria que circula en la bobina es cortada o interrumpida en el mecanismo de ruptura, se desarrolla en el circuito secundario una corriente de tensión suficiente para que pueda saltar una chispa entre las puntas de la bujía. La corriente secundaria, va primero a la pieza central del distribuidor, y de aquél, a los distintos contactos de los cables que la conducen a la bujía del cilindro, que se encuentra en el tiempo de encendido.

*Sistema de encendido «Ford».*—La magneto es de *baja tensión*. El inductor, que es móvil, está formado por una corona de imanes en herradura colocados sobre el volante del motor, que gira delante de una corona de bobinas montadas en serie y dispuestas sobre un soporte solidario del cárter. La tensión de la corriente primaria que se engendra, es de 16 voltios. Desde la magneto, la corriente se reparte entre cuatro *bobinas con temblador*, correspondientes a los cuatro cilindros y fijas al salpicadero. Cada uno de los tembladores está unido al contacto correspondiente de un *conmutador giratorio*, cuyo eje es el de levas, que está en comunicación con masa y sobre el que hay montada una palanca con rodillo. El rodillo, en su movimiento, se apoya sobre una circunfe-

rencia de fibra, en la que están intercalados los contactos.

Cada vez que el rodillo encuentre un contacto, el circuito primario se cierra por masa, y el temblador oscila. La oscilación del temblador produce la ruptura seguida de cierre del circuito primario, que engendra en el secundario la corriente de alta tensión que hace saltar la chispa en la bujía. Una vez que el rodillo haya rebasado el contacto, la corriente deja de circular en el primario, y el temblador deja de oscilar.

En este sistema se distribuye la corriente de baja, y esta corriente, no pasa más que durante un tiempo muy corto antes de la ruptura, mientras que en la magneto de alta tensión, se distribuye la corriente de alta, y la corriente primaria, pasa continuamente, salvo en el momento de la ruptura.

El sistema de encendido «Ford», está sujeto a irregularidades que provienen de los movimientos demasiado lentos de los tembladores y a interrupciones que son debidas a proyecciones de aceite, por estar en parte encerrado en el cárter.

*Doble encendido.*—Algunos motores de gran potencia y cilindros voluminosos, como són los de los tractores, en los que el fallar una explosión supone una pérdida considerable de potencia, llevan dos encendidos, con objeto de asegurar la inflamación de la mezcla con uno u otro de ellos.

Estos encendidos suelen ser producidos por medio de dos magnetos, una de ellas de alta tensión y bujías, y otra de baja y ruptores. Las chispas de ambas deben saltar simultáneamente; pero es muy difícil tener los dos encendidos exactamente concertados para que así suceda, si bien sensiblemente lo parece.

Cada uno de estos encendidos es como los explicados anteriormente.

*Doble chispa.*—Otros motores, también de cilindros voluminosos, están provistos de encendido de *doble chispa*, llamado así porque hace saltar dos chispas en cada cilindro. Estas son producidas por una misma magneto de alta tensión, de tipo especial, que tiene doble el distribuidor y la canalización a las bujías.

Dos de éstas están colocadas en los extremos opuestos de un diámetro de la cámara de explosión de cada cilindro, de modo que, al saltar en ellas las chispas, que lo hacen simultáneamente, se inicia la inflamación

de los gases por dos puntos a un tiempo, y así se consigue disminuir el tiempo de propagación del fuego.

Los motores que tienen esta clase de encendido, carecen de disposición para producir el avance, porque la inflamación de los gases es tan rápida que no lo necesita.

No deben confundirse estos dos sistemas de encendido doble: el producido por dos magnetos tiene por objeto garantizar la inflamación, y el de magneto sencilla y doble chispa, el de acelerarla.

### b) y c) *El alumbrado y el arranque eléctrico*

El fundamento es el siguiente:

Una dínamo de corriente continua, acoplada al motor del coche, carga una batería de acumuladores, que almacena la corriente eléctrica necesaria para alumbrado del coche por carretera y población. Un motor eléctrico, accionado por la corriente de la batería, asegura el arranque del motor del coche.

Esta forma de conseguir el arranque del motor de explosión del coche, es decir, eléctricamente, es de importancia secundaria, por cuya razón se prescinde de aquélla en muchos vehículos, desde luego, en los de carga; no sucede lo mismo con el alumbrado, que es de importancia capital para la marcha por carretera y población, además de ser obligatorio su uso, como se especifica a continuación.

*Equipo eléctrico de los automóviles.*—El equipo eléctrico de un carruaje automóvil está destinado a producir el alumbrado eléctrico y el arranque del mismo.

*Circuito del alumbrado. Lámparas.*—Un coche debe estar provisto, según la ley actual, de dos faros y de dos linternas o faroles, situados en su parte anterior, y de una linterna en la parte posterior.

Los faros son unos proyectores eléctricos, con lámparas de 100 bujías, para los coches de gran potencia, y de 50 ó 25 bujías, para los de menor importancia; llevan una disposición para ponerlos en funcionamiento.

Los faroles o linternas se constituyen generalmente por unas lámparas eléctricas colocadas encima de las de los faros y dentro de los mismos, con lo cual la situación de aquéllas no coincide con el foco del espejo. Su intensidad luminosa es de 16 bujías en los

coches grandes y de 12 a 6 bujías en los de menor categoría.

Se coloca a veces en el foco del reflector una sola lámpara con dos filamentos que funcionan independientemente constituyendo uno de ellos los faros y el otro los faroles.

La linterna o farol situado en la parte trasera del carruaje (farol de zaga, llamado también por algunos farol piloto), lleva una lámpara eléctrica de 6 a 8 bujías; la cara anterior del farol, está cerrada por un cristal rojo y en uno de los costados por un cristal incoloro, para iluminar el número de la matrícula del vehículo.

La intensidad luminosa total, para un coche de gran categoría, será de  $2 \times 100 + 2 \times 16 + 8 = 240$  bujías; para un coche pequeño de  $2 \times 25 + 3 \times 6 = 68$  bujías. Las lámparas son de filamento metálico y absorben próximamente un vatio por bujía. La potencia necesaria para el alumbrado del carruaje variará, por lo tanto, de 248 a 68 vatios, según el tipo del coche.

Esta potencia es suministrada por una dinamo y una batería de acumuladores montadas en paralelo. Durante la marcha, la dinamo proporciona el alumbrado y carga la batería; en el caso de que no haya ninguna lámpara encendida, la dinamo no hace más que cargar la batería; cuando el motor está parado, la batería hace funcionar el alumbrado (fig. 95).

La dinamo está ligada a la batería por el intermedio de un *conjuntor-disyuntor*, que realiza dos objetos.

1.º Cerrar automáticamente el circuito dinamo-batería desde el momento en que el voltaje de la dinamo es superior al máximo voltaje de la batería.

2.º Corta automáticamente este circuito tan pronto como el voltaje de la dinamo es inferior al máximo voltaje de la batería.

Las lámparas están montadas en derivación sobre los dos hilos de la conexión dinamo-batería. Las dos lámparas de los faros, están mandadas por un interruptor, lo mismo que las de los dos faroles. Las flechas de trazo continuo indican el sentido de la corriente durante la marcha, cuando la dinamo carga la batería; las flechas de puntos indican el sentido de la corriente en las paradas, o sea cuando la batería suministra la corriente.

Se completa el equipo por un amperímetro montado entre la última lámpara y la batería, de modo que la aguja se desvíe en uno u otro sentido, según que la

batería esté cargándose o descargándose. Este aparato se coloca a la vista del conductor, en el tablero o salpicadero.

*Dinamo.*—Es necesariamente una dinamo *shunt* ya que ha de cargar una batería de acumuladores. Su potencia es algo superior a la exigida por el alumbrado, para que pueda suministrarla a los aparatos accesorios (lámpara de salpicadero, Klakson, etc.) y para que cargue a la batería cuando el coche marche a cierta velocidad con los faroles encendidos.

Como las lámparas consumen de 68 a 240 vatios, la potencia de la dinamo, según el tipo de vehículo, será de 100 a 300 vatios, es decir, de  $1/6$  a  $1/2$  H. P., próximamente (1 H. P. = 735 vatios).

*Conjuntor-disyuntor.*—Se coloca sobre la dinamo, o en distintos puntos del equipo, pero generalmente en el salpicadero del coche (fig. 96).

Un conjuntor-disyuntor está constituido por un núcleo de hierro dulce, N, que lleva un arrollamiento de hilo fino unido constantemente a los casquillos o terminales de la dinamo; una armadura, A, sometida a la acción de un muelle, está sujeta a una lámina que termina en un tornillo platinado, V<sub>1</sub>, que toca con otro tornillo platinado, V<sub>2</sub>, desde el momento en que, venciendo la tensión del muelle, es atraída la armadura por el electroimán N.

Del polo positivo de la dinamo, D, sale un hilo que después de arrollarse sobre el núcleo, se une al tornillo fijo, y de la lámina que sostiene la armadura parte otro hilo que termina en el polo positivo de la batería, B.

Desde que la dinamo dé un voltaje suficiente, la armadura es atraída y la corriente pasa de la dinamo a la batería. El arrollamiento de hilo grueso, proporciona entonces una imantación del núcleo del mismo sentido que el arrollamiento de hilo fino.

Cuando la dinamo suministra un débil voltaje, la acción del muelle separa la armadura del núcleo y se corta la corriente; pero si, a consecuencia de un defectuoso funcionamiento, siguieran en contacto los tornillos platinados, la corriente pasaría de la batería a la dinamo, pero invirtiéndose el sentido de la corriente en el arrollamiento de hilo grueso, lo que produciría la desimantación del núcleo, la armadura dejaría de ser atraída y, por lo tanto, se cortarían la corriente.

La tensión del muelle se gradúa con un tornillo, a

fin de conseguir la precisa para un buen funcionamiento.

*Cuadro.*—Lleva siempre un amperímetro con las indicaciones de carga y descarga el que, a veces, está reemplazado por una lámpara que se enciende cuando la dinamo no carga y que se apaga desde el momento en que el conjuntor funciona.

En ciertos equipos, el cuadro lleva al lado del amperímetro un voltímetro que dá constantemente el voltaje de la batería, o bien se transforma momentáneamente el amperímetro en voltímetro, estableciendo un contacto que une el amperímetro con la batería por la interposición de una fuerte resistencia. En general, los coches no llevan voltímetro.

En el cuadro se colocan las disposiciones de mando para los faros y faroles; que suelen estar constituídas por tres interruptores; uno, para los dos faros; otro, para los dos faroles, y un tercero, para el farol posterior, o de zaga.

*Supresión de un hilo.*—*Cierre del circuito por masa.* En todos los equipos actuales, se alimentan los distintos aparatos por un solo hilo, sustituyendo al otro el bastidor o masa metálica del coche. Una de las escobillas de la dinamo está también unida a la masa de la dinamo y, por consiguiente, a la del coche por el contacto de la dinamo con su zócalo. El bastidor, por su gran sección, constituye un buen conductor para el regreso de la corriente; se consigue así una economía de hilo de mayor facilidad del montaje (figura 97).

*Hilos de la línea.*—Estos llevan una doble protección; protección aisladora del bastidor, al que van sujetos en gran parte de su longitud, y protección contra los choques.

El aislamiento se consigue recubriéndolos de capas de caucho y la protección se realiza bien por hilos de metal trenzados, bien por un tubo metálico (que a veces sirve para conducir la corriente de regreso), o por envueltas cuya rigidez se consigue por procedimientos especiales (tubos y cables «Soupliso»).

Las secciones corrientes de los hilos, son de 3 a 4 milímetros para el hilo de carga; 1 ó 2 mm. para los que alimentan los faros; 0,64 ó 1 mm. para los hilos que conducen la corriente a los faroles y aparatos accesorios.

*Lámparas.*—El filamento de las lámparas se une por un extremo a un polo central aislado, y por el otro

a la boquilla en comunicación con masa. Cuando la lámpara lleva dos filamentos, tienen éstos un extremo común en la boquilla y cada uno de sus otros extremos, va a unirse a un contacto o polo aislado (fig. 98).

*Avisadores.*—Estos son accionados por un mecanismo análogo al de los timbres eléctricos (fig. 99). Un electroimán, E, atrae una armadura, A. La corriente llega al electroimán por intermedio de un tornillo platinado fijo,  $c_1$ , y de un contacto  $c$ , fijo a la armadura; resulta así una vibración muy rápida de ésta, vibración que se transmite a una placa sonora, P, por una varilla, T, provista de un muelle, M.

Los avisadores muy potentes llevan un motor que arrastra una rueda con salientes, los que tropiezan con una placa vibrante.

*Conjuntor-disyuntor* (fig. 100).—En los equipos con un solo hilo lleva tres casquillos: de uno de ellos,  $c$  parte un hilo grueso que se une al casquillo de la misma polaridad de la batería; este hilo grueso recibe la corriente de un hilo fino, que después de arrollarse sobre el núcleo, termina en un casquillo  $c_1$ , en contacto con masa. Existe a veces una disposición de regulación que por medio de un tornillo, T, permite modificar la tensión del muelle. En la mayoría de los casos no existe, porque el regularlo es muy delicado y es preferible que sea hecho por un especialista.

*Supresión del conjuntor-disyuntor* (fig. 101).—Se puede suprimir el conjuntor disyuntor siempre que se permita girar libremente a la dinamo bajo el efecto de la corriente de los acumuladores, en el caso de que el motor esté parado o gire a pequeña velocidad. Efectivamente, la dinamo, es entonces un motor eléctrico que gira en vacío y que origina una fuerza contra-electro-motriz, que impide que la intensidad adquiera valores superiores a algunos amperios, mientras que si la dinamo no girara, la intensidad sería muy grande a causa de la débil resistencia del inducido. Por otra parte, la dinamo gira como motor en el mismo sentido que se ceba y la corriente de los acumuladores recorre el inductor en el mismo sentido que la corriente que le suministra la dinamo, cuando funciona como generador, y por lo tanto, está en condiciones de cebarse.

Cuando se suprime el conjuntor-disyuntor, la dinamo es arrastrada por el motor por medio de un mecanismo análogo al de las ruedas libres de las bicicletas.

Este mecanismo permite que el motor arrastre la dinamo, pero también que ésta pueda girar libremente en el mismo sentido, cuando es recorrida su inducido por la corriente de la batería.

Cuando el motor está parado, la dinamo gira sobre sus ruedas libres, produciendo un ruido bastante perceptible, por el que debe guiarse el Mecánico-automovilista para maniobrar un interruptor que corta el circuito dinamo-batería. Es necesario, por lo tanto, que el Mecánico restablezca este circuito cuando la velocidad del motor sea la suficiente para que la batería pueda descargarse.

## CAPITULO VIII

### La evacuación de los gases quemados.—La regulación

*Canalización del escape.*—Empieza en el tubo de escape que forma parte del motor, y continua por otro tubo de hierro, que empalma con el *silencioso* o *silenciador*, desde el cual salen los gases al espacio.

El *silenciador*, tiene por objeto evitar el ruido de las explosiones de los gases que molesta a los transeúntes y asusta al ganado.

Se compone (figs. 102 y 103) de un tubo de palastro, de unos 20 cm. de diámetro, cuyo interior está formado por una serie de tabiques y compartimentos, que los gases tienen que ir atravesando sucesivamente, y al irse esparciendo por ellos pierden la tensión, llegando al salir a la atmósfera casi sin ella, con lo cual el ruido que producen es pequeño.

El silencioso está colocado debajo del bastidor, bien en su parte media, o bien en la zaga.

*Escape libre.*—La generalidad de los automóviles tienen en la tubería del escape una válvula que el conductor puede abrir a voluntad, para que los gases salgan a la atmósfera sin pasar por el silenciador, a esta válvula se llama el *escape libre*.

El ruido de las explosiones que, haciendo uso del escape libre nota claramente el conductor, le permite observar si los cilindros funcionan debidamente y en ocasiones la bondad de la carburación.

*La regulación.*—Para que el motor marche en las condiciones debidas, es necesario que entre en los cilindros una cantidad de gases proporcionada al trabajo

que haya de ejecutar. Esto lo consigue el conductor desde su asiento, abriendo más o menos la admisión de gases del carburador por medio de una manezuela que estuvo montada antiguamente sobre el volante de la dirección, y que, por medio de unas palancas y varillas, movía la llave del carburador. Los automóviles de hoy día, llevan, en vez de dicha manezuela, un pedal llamado *acelerador*, con el que se regula la admisión de gases en combinación con la manezuela; ésta la llevan hoy algunos camiones, y está dispuesta en unos sistemas de manera que permite la entrada de gases hasta cierta cantidad, por ejemplo, la necesaria para que el carruaje no se detenga en terreno horizontal, y para aumentar la velocidad, hay que hacer uso del acelerador. En otros, toda la admisión se regula por medio de la manezuela, y el pedal sólo se usa circunstancialmente, cuando se quiere dar el máximo de gases al motor, para vencer alguna resistencia, para subir una cuesta o cruzar un mal paso. Cuando los aceleradores de este último sistema están montados en motores que tienen limitador automático de velocidad, anulan su efecto en el momento de ser empleados.

*Regulador automático de fuerza centrífuga o limitador de velocidad.*—Es un aparato que tiene por objeto evitar que el motor gire a un número de vueltas por minuto mayor que el conveniente; se usa de modo más general en los automóviles industriales, no sólo con objeto de que el motor no se deteriore, sino también para que los carruajes cargados no marchen a velocidades excesivas.

Se compone (fig. 104), de: un *piñón*, 1, que engrana con una de las ruedas dentadas de la distribución; sobre él están montadas dos *masas*, 2, en unas *palancas acodadas*, 3; sobre los brazos libres de estas palancas se apoya el *reborde*, 4, de la *varilla*, 5, por efecto *del muelle*, 6, que la empuja contra aquéllos y cuya tensión se puede graduar con el *tornillo*, 7; la varilla, 5, pasa por el centro del piñón y está unida por una articulación a la *palanca*, 8, la que por otra varilla, 9, hace girar al *brazo*, 10, y al *diafragma*, 11, colocado encima del carburador, dentro del tubo de admisión.

Al girar el piñón, arrastra a las masas, las cuales, por efecto de la fuerza centrífuga, tienden a separarse; pero dicha fuerza es contrarrestada por el muelle hasta tanto que la velocidad de rotación del mo-

tor es mayor que la debida; a partir de ese momento, el muelle no puede contrarrestar el empuje de los brazos de las palancas de las masas, y al ceder, es arrastrada la varilla 5, gira la palanca 8, y cierra el diafragma 11, tanto más cuanto más aprisa gire el motor; al cerrar el diafragma la entrada de gases, disminuye la velocidad de rotación del motor, y por lo tanto, la del piñón 1, la fuerza centrífuga disminuye la intensidad, y el muelle empuja a la varilla hasta su antigua posición, volviendo, por las transmisiones explicadas, a abrirse el diafragma del carburador.

*Regulación sobre el escape.*—En esta disposición, el regulador actúa sobre el árbol de levas del escape. Estas, que tienen una forma análoga a la que vimos para el descompresor, permiten abrir las válvulas más o menos, según la posición de la palanca, con lo que se consigue disminuir la aspiración del motor, y por tanto, su velocidad.

*Regulación sobre el encendido.*—Si marchando el motor a la velocidad de régimen retrasamos el encendido, disminuirá su velocidad. Se comprende que, mandando nuestro regulador el mecanismo de avance del ruptor, podremos también conseguir disminuir la velocidad, cuando el regulador retrase el encendido.

Además del regulador centrífugo descrito, hay otros muchos de esta clase, y además, los hay hidráulicos, y otros que funcionan por aire comprimido.

Hoy día no se emplean los reguladores tanto como hace algunos años, debido sin duda a los perfeccionamientos introducidos en los carburadores.

## CAPITULO IX

### Conocimientos prácticos.

#### ARREGLO COMPLETO DE LA DISTRIBUCION DEL MOTOR

*Colocación de la magneto en punto.*—Supongamos se trate de un motor de cuatro cilindros y de una magneto cuyo avance es fijo. (Ya consideramos luego el caso en que la magneto disponga de una manecilla para variar el avance.)

En general, es posible, desroscando el grifo de purga o la bujía, poder introducir en el interior del

cilindro, una varilla rígida (radio de bicicleta, por ejemplo) hasta tocar en la culata del émbolo.

Determinemos, primeramente, cuál ha de ser el orden de encendido, y para ello, basta observar el orden en que se levantan las válvulas de admisión cuando damos vuelta a la manivela (en el sentido de la marcha del motor, naturalmente).

No ofrece dificultad ninguna averiguar cuáles son las válvulas de admisión, pues durante el movimiento de la manivela cuando las dos válvulas de un mismo cilindro han permanecido cerradas durante una vuelta (tiempos de comprensión y explosión), es la de escape la primera que se levanta y la de admisión la que se levanta después.

Si hemos encontrado que el orden en que se levantan las válvulas de admisión es 1, 3, 4, 2, éste será también el orden de encendido que buscábamos. (Igualmente llegaríamos a encontrar el orden de encendido, averiguando el en que se levantan las válvulas de escape).

Ya tenemos el orden en que hemos de unir los contactos del distribuidor a las bujías de los cilindros, pero nos hace falta saber el sentido de giro del carbón central en este distribuidor, cuando la magneto esté montada.

Sabemos que este carbón gira en sentido contrario que el inducido de la magneto, pues o que dicho carbón va movido por una rueda dentada que engrana directamente con el piñón montado en el eje del inducido.

Bastará, pues, ver en el motor el sentido del giro de la junta que mueve la magneto, y en sentido opuesto girará el carbón del distribuidor.

Esto sabido, vamos a colocar la magneto en punto de encendido, y para ello, colocando la magneto encima de cualquier mesa o banco, movamos el inducido con la mano hasta que la palanca del ruptor, llegando a una de las levas, empiece a separar los tornillos platinados. Tendremos, por tanto, el ruptor en la posición de encendido, y al carbón del distribuidor en uno de los contactos. A este contacto conectaremos el extremo del cable que ha de ir a la bujía del primer cilindro. Al contacto inmediato, en el sentido encontrado para el giro del carbón, conectaremos el cable correspondiente a la bujía del tercer cilindro, luego el cuarto y después el segundo.

Nos queda ahora colocar el émbolo del primer cilindro en el punto de encendido.

Para conseguirlo, llevemos el émbolo al punto muerto superior, límite de su carrera de compresión, fácil de reconocer observando el movimiento de las válvulas mientras hacemos girar el motor con la manivela. Bastará ver cómo sube la varilla durante un tiempo en que permanezcan cerradas las dos válvulas; éste no puede ser otro que el de compresión, pues en el otro tiempo en que las dos válvulas permanezcan también cerradas, es el de explosión, y entonces de sobra sabemos que el émbolo desciende.

Una vez que encontremos el punto muerto superior (límite del movimiento ascendente de nuestra varilla), si el constructor da, por ejemplo, diez milímetros como avance al encendido (lo general es admitir como avance 1,10 de la carrera), movemos el volante haciéndole girar en sentido opuesto hasta que descienda la varilla diez milímetros.

En este instante se une a la bujía el cable correspondiente, y luego, el resto de los cables, a las demás bujías.

Entonces tendremos: El motor en punto de encendido, las bujías con sus cables correspondientes, y éstos, unidos por su otro extremo a la tapa del distribuidor, que habremos desprendido de la magneto. Sólo nos falta ya montar la magneto (que no habremos tocado después de haberla puesto antes en punto de encendido), colocándola en su zócalo y uniéndola a la junta del árbol de mando.

Este árbol, recibe su movimiento por los piñones de la distribución. La figura 105 representa diversas disposiciones de los órganos de distribución. Se ve el árbol motor que pone en movimiento uno o dos árboles de levas, los cuales, a su vez, mueven el árbol de la magneto, que muchas veces vá acoplada con la bomba de agua.

En la disposición B, el mando es por cadena silenciosa.

Para unir la magneto sobre su árbol, se precisa un embrague fácil de acoplar, y al ir a continuación de la bomba, hace necesario que ese embrague tenga cierta elasticidad por la dificultad de perfecta alineación del eje de la bomba y del inducido de la magneto.

En la figura 106, se ve un acoplamiento por medio de dos horquillas y un disco de cuero, que hace, además, la transmisión silenciosa.

Si se tratara de una magneto de avance variable, haríamos las mismas operaciones, y sólo es necesario tener en cuenta la necesidad de poner en concordancia, el mayor retraso del encendido en el punto muerto superior del tiempo de su compresión.

Hemos supuesto que, bien quitando un grifo de purga o una bujía, era posible el acceso al interior del cilindro con una varilla. Pero puede darse el caso que esto no sea fácil de conseguir, y entonces se procede de la siguiente manera.

Determinaremos como en el caso anterior, cuáles les son las válvulas de admisión, y cuáles las de escape; y según el orden en que se levanten, unas y otras, hallaremos el orden del encendido.

Sabemos, por otra parte, que la válvula de escape se cierra, en general, cuando el émbolo llega al extremo superior de su carrera; de manera que habremos llevado el émbolo a su punto muerto superior, maniobrando la manivela, cuando un papel de fumar colocado entre el pulsador y el vástago de la válvula de escape (aprisionando mientras esté levantada), llega a desprenderse. La válvula estará cerrada, como nos lo indica el huelgo que existe entre el pulsador y el vástago de la válvula, ya que se desprendió el papel de fumar.

Conseguido colocar el émbolo en el extremo de su carrera ascendente de escape, bastará dar a la manivela una vuelta completa, en el sentido habitual de la marcha del motor, para que llevemos el émbolo a su punto muerto superior de compresión.

Efectivamente, una vuelta completa del árbol motor, equivale a dos tiempos, de manera que, terminado el escape, estos dos tiempos serán: un tiempo de admisión y otro de compresión.

Análogamente a lo hecho en el caso anterior, haremos girar el volante, en sentido inverso, los grados necesarios al avance del encendido que corresponda, con lo cuál, tendremos el motor en punto de encendido. No queda ya sino montar la magneto como hemos dicho.

*Entretenimiento de la magneto.*—El entretenimiento de la magneto, exige dos cuidados fundamentales.

La limpieza y el engrase.

Limpieza, en los contactos platinados, en el colector y en el distribuidor, para asegurar los circuitos, pues, de lo contrario, son frecuentes las explosiones

fallidas (o ratés, como dicen los que no lo expresan ni en español ni en francés).

En cuanto al engrase, no emplear aceites muy fluidos. El inducido gira sobre rodamientos de bolas que deben engrasarse con aceite suficientemente espeso, para que quede donde se le ponga.

No se debe nunca pecar de exceso de grasa.

Para la limpieza se echan gotas de gasolina en los cojines hasta que salgan limpias, y entonces, se vuelven a engrasar.

La magneto, por último, no debe desmontarse, sino por especialistas, en el caso de averías interiores, pues luego no sabría montarse de nuevo con las precauciones necesarias.

*Colocación en punto de las válvulas y del árbol de levas.*—De acuerdo con lo dicho al estudiar la distribución, supondremos:

Un retraso a la apertura de admisión de 3 mm.

Un retraso al cierre de admisión de 3 milímetros.

Un avance a la apertura de escape de 12 milímetros.

En cuanto al cierre del escape, ya dijimos que tenía lugar generalmente en el punto muerto superior.

Los datos para este reglado, así como el de la magneto, vienen dados en la práctica por el constructor, para lo que van marcados en la superficie del volante, indicando por iniciales la situación relativa de uno o varios de los émbolos, y los avances que han de darse. Lleva una referencia fija, con la que hay que hacer coincidir las diversas marcas del volante, para que el émbolo ocupe la posición deseada.

Estas hipótesis fijan la posición del émbolo en el momento en que han de empezar a moverse las válvulas, bien abriendo o ya cerrando la lumbrera correspondiente.

Las levas tienen un trazado, cuyo estudio ha sido hecho con detenimiento por el constructor, con el fin de que las válvulas permanezcan abiertas el tiempo necesario a las funciones de admisión o escape.

En esta idea de suponer el perfil de las levas de acuerdo con el cálculo, bastará que hagamos que la admisión termine en el momento conveniente, para que el tiempo de aspiración sea el necesario. Análogamente, nos bastará con hacer que comience el escape en el instante preciso para que el tiempo de escape sea el oportuno, porque, lo repetimos, las levas tienen el perfil correspondiente a la duración adecuada de cada tiempo.

De acuerdo con lo que acabamos de decir, tendremos:

a) Punto de cierre de la válvula de admisión.

Consideremos el primer cilindro, y, después de introducir una varilla, como hicimos en el reglado del encendido, hagamos girar la manivela de arranque del motor, en el sentido de marcha, hasta el instante en que la varilla llegue al extremo inferior de su carrera (un instante en que permanece parada la varilla, nos indica que el émbolo ha llegado a su punto muerto inferior).

Esta carrera descendente del émbolo podemos suponerla de admisión y en esta hipótesis continuemos moviendo la manivela en el sentido de marcha, hasta que suba el émbolo los tres milímetros que hemos dado de retraso al cierre de la admisión.

Coloquemos ahora el árbol de levas de manera que la leva de admisión, girando en sentido inverso a la manivela, presente al pulsador de la válvula el final de su perfil. Entonces colocaremos la válvula en su asiento, debiendo quedar cerrada y en cuanto imprimamos el menor movimiento al árbol de levas (en el sentido normal de su marcha), aparecerá en seguida el huelgo que debe existir entre el pulsador y el vástago de la válvula. Sólo queda ya montar la rueda que mueve el árbol de levas.

b) Punto de apertura de la válvula de escape.

Las levas están construídas, generalmente, de una sola pieza, con el árbol de levas, y si el árbol de levas está bien construído, cuando el primer cilindro esté bien reglado, lo estarán los demás.

La leva de escape estará en la posición que debe ocupar con relación a la de admisión. (Ya vimos que sus ejes forman alrededor de  $110^{\circ}$ ).

Estando el émbolo en el punto muerto superior correspondiente a la admisión, hagamos girar la manivela y sigamos con la vista el movimiento de la varilla; primeramente, descenderá el émbolo (admisión); luego subirá (compresión); volverá a descender (explosión) y paremos la manivela en el instante que la varilla nos indique el final de la carrera de explosión.

En este momento, movamos el volante en sentido opuesto hasta que suba la varilla los 12 milímetros que hemos dado como avance al escape.

Como anteriormente habíamos colocado ya el piñón de mando del árbol de levas, comprobaremos, al observar dicho árbol, que la leva de escape que ha gira-

do tres cuartos de vuelta, se habrá colocado en la posición correspondiente al comienzo del escape.

Si el motor tuviera dos árboles de levas, colocaríamos ahora el del escape, de la misma manera que montamos anteriormente el de admisión.

Para que el punto de comienzo del escape sea bien preciso, una vez que la leva esté convenientemente dispuesta, colocaremos la válvula correspondiente sobre su asiento y regularemos el pulsador, para que, con la posición en que se encuentra la leva de escape, la válvula comience a levantarse al menor movimiento del árbol de levas (claro que en el sentido habitual de marcha).

Este reglado que hemos hecho, es un reglado en frío, y con objeto de evitar que bajo la influencia de la dilatación, los vástagos de las válvulas se alarguen, o sea, que éstas se abran más pronto o se cierran más tarde de lo debido, se deja siempre un huelgo de algunas décimas de milímetro entre el pulsador y el vástago de la válvula, cuando ésta permanece cerrada. Por consiguiente, si en nuestro reglado al cerrarse la válvula no existe ningún juego entre el vástago y el pulsador, habrá que dárselo, ya limando el vástago, o bien acortando el pulsador.

*Observación:* Nos bastará siempre, para el reglado completo de las válvulas de un motor, poner en punto la de admisión y escape correspondiente a un sólo cilindro, puesto que el árbol de levas viene construído, de acuerdo con el cálculo, para que esto tenga lugar.

## CAPITULO X

### La refrigeración del motor

*Refrigeración.*—Como al producirse la explosión de los gases se desarrolla una gran cantidad de calor, los cilindros y los émbolos se calientan considerablemente, en términos tales, que si no se contuviese esta elevación de temperatura, se quemaría el aceite que engrasa los émbolos, se dilatarían éstos y se agarrarían a las paredes de los cilindros, impidiendo el funcionamiento del motor y produciendo averías.

El conjunto de aparatos que se emplan para refrescar el motor constituye la *refrigeración*.

El motor se refresca haciendo pasar, mientras tra-

baja, una corriente de agua entre las camisas y las paredes de los cilindros.

La circulación del agua se consigue por dos procedimientos: por *termosifón* o por *bomba*.

En el *sistema de termosifón* (fig. 107), el agua circula porque a medida que se calienta en los cilindros, disminuye su densidad, va subiendo y sale por el tubo superior 1, para ir al radiador 2, que es donde se refrigera; al mismo tiempo, el agua fresca que sale de la parte inferior del radiador, por la tubería 3, entra por la parte baja 4, de las camisas de los cilindros, ocupando el sitio que deja la caliente del motor.

En este sistema, es preciso llevar siempre lleno el radiador, porque si faltase una cantidad de agua tal que dejara al descubierto la salida 5, del tubo superior, quedaría interrumpido el sifón, y, por tanto, la corriente de agua; ésta saldría de los cilindros a borbotones, produciendo mucho vapor a medida que se fuera calentando el motor, con lo cual disminuiría todavía más el agua.

En el *sisema de bomba* (fig. 108), se consigue la circulación del agua mediante la acción de una *bomba centrífuga* 1, intercalada en la tubería inferior y movida por el motor; cuanto más aprisa funciona ésta, más activa es la circulación del agua; ésta, al salir del radiador, es impulsada por la bomba a la parte baja de los cilindros; atraviesa la camisa de éstos, en donde al calentarse, refresca el motor, sale por el tubo superior y pasa al radiador; se esparce por todos sus conductos, en donde la corriente de aire, producida por un ventilador, también accionado por el motor, la enfría antes de que vuelva a entrar en los cilindros.

El agua, al salir de éstos, no debe llegar a hervir nunca; si tal ocurriese se evaporaría con rapidez y se perdería la refrigeración, lo cual produciría importantes averías.

*Radiador* (fig. 109).—Es el aparato en que se refresca el agua. Se compone de un *depósito*, 1, generalmente de latón, en el que entra el agua por el *tubo de llegada*, 2, después de haber pasado por los cilindros; éste depósito, se cierra por un *tapón* roscado de carga, 3, de él parten unos *conductos*, 4, en los que se hace que el agua recorra una gran superficie para que se enfríe rápidamente; una vez fría, se recoge en un colector, 5, del que por el *tubo de salida*, 6, va a la bomba o a los cilindros directamente, según sea el sistema de

la refrigeración; el colector lleva en su parte más baja un *giro* o un tarón de *descarga*, 7, para sacar el agua cuando convenga; el radiador se sujeta al bastidor, por medio de dos *soportes*, 8, que en los camiones deben estar montados elásticamente, para que con la trepidación no se deteriore.

Dentro lleva el aparato un *aliviador* o tubo de *desagüe*, constituido por un tubo que sale de la parte superior y termina en la parte más baja del colector, fuera del radiador: su objeto es facilitar la salida al exterior del agua, cuando por efecto del calor se dilate, así como también, permitir la salida del vapor de agua, si por cualquier circunstancia se llegase a producir. En ambos casos, si no existe el aliviadero, la presión del agua o del vapor podría hacer reventar al radiador.

Los conductos en que se refresca el agua afectan formas distintas, según los diferentes tipos de los radiadores.

Unos son de tubos delgados y redondos, situados en varias filas de arriba abajo y de derecha a izquierda del radiador; por el interior de ellos pasa el agua, y el aire por la parte exterior.

Estos tubos, en algunos modelos, tienen unas aletas para aumentar la superficie de enfriamiento en cada uno de ellos (fig. 110).

En los radiadores de panel («nido de abejas» dicen los que españolizan la traducción literal de la palabra extranjera, sin caer en la cuenta de que, como en el caso presente, hay la palabra «panel» netamente española, significado del francés «nid d'abeilles») éste está constituido (fig. 111) por una serie de tubos prismáticos *A*, colocados horizontalmente, cuyos extremos son más anchos que la parte central; reunidos estos tubos en haces y soldadas sus puntas, 1 y 2, queda entre cada dos de ellos un hueco, 3, por donde circula el agua: el aire pasa por el interior de cada uno de los tubos, en la dirección 1 y 2.

En otros radiadores el panel está formado (figs. 112 y 113) por unos tubos planos plegados en zig-zag, soldados unos con otros por los ángulos salientes de los pliegues; el agua circula de arriba a bajo por estos tubos.

Un tipo de radiador especial para camiones, adoptado por varios constructores franceses, es el *Solex* (fig. 114), en el cual el ventilador, 1, está colocado en el centro del aparato; los tubos de cobre, 2, por

los que circula el agua, van al depósito, 3, al colector, 4, formando dos haces encerrados en cajas que rodean el ventilador, el cual toma el aire por el centro, lo expulsa sobre los tubos colocados a su alrededor y sale por las ventanas laterales.

Tanto de uno como de otro grupo, se construyen modernamente tipos de radiadores como el representado en la figura 115, de elementos intercambiables. El éxito satisfactorio de estos radiadores es debido a que en caso de avería basta cambiar la parte estropeada; solución evidentemente más económica y práctica que reponer el radiador completo.

La unión del radiador con los conductos de circulación de agua y, en muchos casos, las de unos conductos con otros, se realiza mediante tubos elásticos constituídos por tela cauchotada, que se fijan por medio de unos collares.

*Ventilador.*—Es una rueda de paletas helicoidales, generalmente de aluminio, montada en una polea que lleva en su interior un cojinete de bolas, en el que entra el eje que soporta al ventilador; la polea recibe movimiento de rotación muy rápido, por medio de una correa o una cadena accionada por el motor.

El soporte del ventilador puede subirse o bajarse a voluntad para templar convenientemente la correa; ésta debe estar siempre tensa para que no patine sobre la polea y la refrigeración se efectúe en buenas condiciones.

El ventilador aspira el aire a través del radiador, cuando está detrás de éste, o le impulsa contra él, cuando está delante o en su interior.

*Bomba* (fig. 116).—La que se emplea para la refrigeración es generalmente centrífuga; la *caja*, 1, de forma de caracol, lleva en su interior una *rueda de paletas*, 2, montada sobre un eje, 3, la cual, al girar, toma el agua, que llega del radiador por el *orificio de entrada*, 4, y la expulsa por el de salida, 5, a las camisas de los cilindros.

En algunas bombas, las paletas, 1, están encerradas entre dos chapas, 2, que forman cuerpo con ellas (figura 117), para que el agua que entra en la rueda no se salga por los lados, con lo cual se aumenta el rendimiento.

En otras, la rueda de paletas, es un plato, 1, con nervios altos, 2, que tiene la forma de la figura 118.

La bomba recibe el movimiento por uno de los pi-

ñones de la distribución, que engrana con otro montado en el eje de la rueda de paletas.

*Termostatos.*—El enfriamiento del motor, no conviene que pase de cierto límite, por debajo del cual disminuye el rendimiento. Este rendimiento es máximo cuando el agua de refrigeración alcanza a una temperatura próxima a la ebullición. Manteniendo esta temperatura, conseguiremos el mejor funcionamiento del motor, y esto es lo que tratan de obtener los termostatos.

La figura 119, representa el termostato Rayfiel, que va montado como expresa la figura 120 en el conducto de comunicación del motor con el radiador, unido además al tubo de impulsión de la bomba, como se ve en la citada figura.

El termostato Rayfiel, impide la circulación por el radiador, del agua contenida en las camisas de los cilindros, mientras su temperatura sea inferior a los 75° aproximadamente, lo que se consigue mediante el mecanismo que señala la figura 119.

Los obturadores, se abren más o menos al paso del agua, según la temperatura, por las dilataciones o contracciones del termostato *T*. Cuando la temperatura es baja, está el aparato en la posición indicada en la figura 119, en virtud de la cual (fig. 120), el agua contenida en las camisas no se mueve y la bomba aspira el agua de la parte inferior del radiador, para elevarla a la parte superior del mismo a través del termostato.

Cuando, por el contrario, la temperatura sea muy elevada, la dilatación de *T* cerrará el obturador inferior *N* y abriendo el superior *M* establecerá la circulación del agua que llena las camisas, hacia el radiador, para enfriarse.

## CAPITULO XI

### La lubricación

*Engrase.*—Tiene por objeto disminuir considerablemente los rozamientos de las partes que están en movimiento, para facilitar su trabajo y evitar se deterioren prematuramente.

En el motor, es preciso que estén perfectamente engrasados los cilindros, los cojinetes del cigüeñal, los

de las bielas, los de los ejes de excéntricas, los pul-sadores, los engranajes de la distribución y las trans-misiones a la bomba y la magneto.

La falta de engrase en el motor produce averías de tan gran importancia, que lo inutilizan en breve tiempo.

Los aceites que se emplean para engrasar los moto-res son minerales, porque resisten mejor las altas tem-peraturas que los aceites animales o vegetales, los cuales, excepto el de ricino, se queman a las que lle-gan a tener las paredes de los cilindros, en la parte recorrida por el émbolo.

Debe ser el aceite que se use bastante fluido para que pueda circular con facilidad por los conductos del engrase, y viscoso, es decir, que se extienda con faci-lidad y sin solución de continuidad, por delgada que sea su capa, en la superficie que ha de engrasar; no debe estar mezclado con aceites vegetales o animales, ni tener ácidos de ninguna clase.

El engrase del motor puede ser por *salpicado* o salpicadura (conocido impropriamente por barboteo, del francés «barbotage») o por *presión*.

*Engrase por salpicado*.—Consiste en llevar en el cárter una cantidad de aceite suficientemente grande para que, al girar el cigüeñal, se sumerjan las cabezas de las bielas en él, y, al salpicarlo en todas direccio-nes, tanto por efecto del choque como por el de la fuerza centrífuga, se esparza por las paredes de los cilindros, por las bielas, por los engranajes y por los cojinetes; todos los cuales están provistos de agujeros, ranuras y disposiciones más o menos ingeniosas para facilitar el paso del lubricante.

*Engrase por presión* (fig. 121).—En este sistema, se manda el aceite por medio de una bomba, accionada por uno de los ejes de la distribución del motor a los conductos, 1, que atraviesan los soportes de los coji-netes del cárter; cada uno de éstos tiene, en su parte inferior, un orificio, 2, que se coloca, al montarlos, en prolongación de aquéllos; el cigüeñal a su vez lle-va otros conductos, 3, que empiezan en el cojinete del cárter y terminan en el de la biela; cada vez que, al girar el eje, se presenta el conducto del cigüeñal fren-te al orificio del cojinete del cárter; el aceite se intro-duce dentro del cigüeñal, y, por efecto de la presión de la bomba, llega al cojinete de la biela, repartién-dose el engrase constantemente por todos los cojine-tes.

Por el mismo procedimiento llega el engrase a los ejes de la distribución, si bien lo general es que éstos se engrasen por salpicado.

Los tipos de bombas que generalmente se emplean para el engrase por presión, consisten (fig. 122) en un *cuerpo de bomba*, 1, con una *válvula*, 2, que se abre a la aspiración, y otra, 3, que lo efectúa a la impulsión del aceite; dentro de aquél se mueve un *émbolo*, 4, que, al ser levantado por el *muelle*, 5, aspira el aceite del *cárter* y lo expulsa, al ser empujado por la *excéntrica*, 6, montada en uno de los ejes de la distribución.

Otras bombas, son de engranajes (fig. 123); en ellas, cada uno de los dos piñones, 1 y 2, al girar, cogen entre sus dientes y las paredes de la caja en que están encerrados, una cantidad de aceite, que envían a los conductos del engrase por el tubo 3.

Otras, por fin, son de *aletas* (fig. 124); en éstas, la rueda que gira dentro de la caja, 1, tiene en dirección de un diámetro, dos aletas, 2, que tienden a separarse y a adaptarse a las paredes de la caja, por efecto del muelle, 3; cuando gira la rueda, aspiran el aceite, al pasar por el orificio, 4, y lo expulsan por el 5, que está en comunicación con los conductos del engrase.

En todas estas bombas, sale el aceite por un solo tubo, que después se divide en otros varios para llevarlo a los sitios que haya de engrasar. Existen otros tipos de bombas múltiples, accionadas todas por un mismo eje con excéntricas; para cada conducto de aceite hay una bomba, y todas están encerradas en una caja, de donde toman el líquido.

Todos los tipos de bombas tienen en el conducto de aspiración, filtros para que el aceite llegue a ellas desprovisto de cuerpos extraños.

Para que el conductor pueda, desde su asiento, ver si funciona debidamente el engrase del motor, algunos carruajes llevan en el salpicadero, en comunicación con los tubos del aceite, unos *testigos* cuentagotas o de otros sistemas, que acusan el funcionamiento de la bomba; o un manómetro que marca la presión que tiene el lubricante.

## SEGUNDA PARTE

---

### ELEMENTOS TRANSMISORES Y DE TRANSFORMACION

#### CAPITULO PRIMERO

##### El embrague

*El embrague.*—Es el mecanismo que tiene por objeto unir el cigüeñal con el eje de transmisión, o separarlo de él a voluntad del conductor, para hacer o no el carruaje dependiente del movimiento del motor.

El embrague de un automóvil, debe conseguir este acoplamiento de un modo progresivo, permitiendo deslizamientos de un árbol respecto al otro. En efecto, el motor de un automóvil no puede ponerse en marcha más que en vacío, y una vez conseguido, se maniobrará el embrague para arrancar el coche.

Si el embrague realizara bruscamente el acoplamiento del motor y de la transmisión, tendría lugar un choque brusco entre el árbol motor, animado de un movimiento de rotación bastante rápido y el árbol de transmisión inmóvil. Entonces, una de dos: o el motor se para, a bien arranca el coche de golpe con grave riesgo, en ambos casos, de romperse algún elemento de la transmisión.

Por el contrario, el embrague progresivo, permite, como su nombre indica, poner progresivamente en contacto, el árbol motor con el de transmisión, permitiendo que el primero arrastre al segundo de un modo insensible al principio y aumentando después hasta hacerlos solidarios.

El objeto del embrague es, no sólo conseguir el arranque del coche, sino permitir, además, el cambio fácil de velocidades, por la separación momentánea del motor y del resto de la transmisión. Y esta sepa-

ración hace falta establecerla, porque si suponemos, por ejemplo, marchando el coche en segunda velocidad, existe entre los dientes de los engranajes tal presión que, si no desembragáramos, el paso a otra velocidad sería penoso y difícil.

*Diversos tipos de embragues.*—Los tipos más generalizados, son los únicos que vamos a describir y los podemos clasificar en tres grupos.

- a) Embrague de cono.
- b) Embrague de discos.
- c) Embrague de platillos.

a) *Embrague de cono.*—Está constituido por un cono, que se aloja en el volante, y que por efecto del empuje de un fuerte muelle, forma cuerpo con él; el cono puede ser *directo* (fig. 125) e *invertido* (fig. 126); en ambos casos suele ser de aluminio, y consta de: *cono*, 1, que se aloja en el *encaje troncocónico*, 2, del volante, adhiriéndose fuertemente a éste por la presión del *muelle*, 3; la parte exterior del cono, lleva una *tira de cuero*, 4, con objeto de aumentar la adherencia entre las dos superficies cónicas; apretando el *pedal*, 5, de la *horquilla*, 6, se separa el cono del volante, quedando, mientras se ejerce la presión sobre aquél, separado el eje del motor de los demás mecanismos del carruaje; unos y otros vuelven a formar cuerpo en cuanto se deja de apretar el pedal.

b) *Embrague de discos* (fig. 127).—Está constituido por una *caja cilíndrica*, 1, que forma cuerpo con el volante; su interior tiene unas *ranuras*, 2, en sentido de las generatrices, en las que se alojan los *salientes*, 3, de una serie de discos metálicos, 4, los que están colocados, alternados, con otra serie de *discos*, 5, cuyas partes interiores tienen unas *muescas*, 6, para que entren en ellos los *nervios*, 7, de la *cabeza del embrague*, 8; están los discos de las dos clases metidos dentro de la caja del volante, comprimidos por el *plato*, 9, y *muelle*, 10, con lo cual forman cuerpo el volante y la cabeza del embrague; así es que, al girar aquél, gira también éste.

Si por medio del *pedal*, 11, se empuja el plato hacia atrás, los discos, al dejar de estar comprimidos, se separan, y entonces el volante puede girar, permaneciendo parada la cabeza del embrague.

Los discos son, generalmente, planos, pero los hay también acanalados (fig. 128), sistema *Helle Saw*, formando cada uno un pequeño cono, que se introduce

en el hueco del siguiente, con lo que se facilita el desembrague y el embrague, resultando éste más suave y progresivo.

c) *Embrague de platillos*.—El embrague de platillos, o disco único, como también se le suele designar, puede considerarse como un caso particular del embrague de discos. Sin embargo, dado el número de marcas conocidas (Dion, Panhard, Voisin, etc.), que lo emplean, daremos algún detalle.

Está constituido, en general, por un platillo delgado de acero, montado en un árbol solidario de la transmisión y colocado entre otros dos platillos de fundición o de acero unidos al volante.

Unos resortes mantienen fuertemente apretado los platillos extremos y arrastran por frotamiento el platillo central que aprisionan. El pedal del embrague al ser accionado por el mecánico-automovilista, separa uno de los platillos extremos, venciendo la acción de los resortes, y establece el desembrague.

La figura 129, representa el embrague de platillos que emplean los coches «Dion».

Consta de tres platillos, de los cuales, el central es solidario del cambio de velocidades; los otros dos, 3 y 5, lo aprisionan por la acción de los resortes y van unidos al árbol motor.

El 5, puede desplazarse para efectuar el desembrague, y el 3, constituye al mismo tiempo, el volante del motor. En marcha normal, los tres platillos se encuentran apretados, formando un sólo cuerpo, merced a los resortes en espiral repartidos uniformemente sobre la cara de uno de los platillos.

El desembrague se obtiene por el desplazamiento del platillo 5, al apretar el pedal correspondiente, que, comprimiendo los resortes, consigue la independencia del platillo 4, ligado al árbol primario de la caja de cambios.

## CAPITULO II

### El cambio de velocidad

*Cajas de velocidades*.—El motor, como ya se ha dicho anteriormente, tiene que girar siempre a la velocidad de régimen, para que trabaje en buenas condiciones; si las ruedas estuviesen ligadas a él, por una transmisión directa, girarían a una velocidad constante y el carruaje tendría que marchar siempre a la

misma velocidad. Fácil es comprender que esto no puede realizarse, y que cuando un carruaje cargado tenga que subir una cuesta, de fuerte pendiente, no pueda correr tanto, a igualdad de potencia del motor, como cuando marcha por terreno llano; ha sido, por consiguiente necesario, idear un medio para que las ruedas motoras giren a una velocidad adecuada al trabajo que pueda efectuar el motor.

Para conseguir esta velocidad moderada de las ruedas, se ha colocado entre el motor y ellas, una caja llamada de *velocidades*, en cuyo interior hay un sistema de engranajes que reducen la velocidad de rotación recibida del motor a otras de distinto valor.

Esta caja de velocidades, puede ser de uno o de varios *trenes corredizos*, o *desplazables*.

*Caja de un tren corredizo o desplazable.*—(Fig. 130). Se compone de: *rueda dentada*, 1, montada, generalmente, en el eje del embrague 11, o sea del motor; *eje principal*, 2, de sección de cuadrada o poligonal, sobre el que corre el *tren desplazable o corredizo* (llamado «balader», por los que así traducen del francés «train baladeur»); este eje, tiene uno de sus cojinetes en el borde de la caja, y el otro, en el interior de la rueda, 1, o sea, que cuando gira la rueda 1, lo hace loca sobre el eje, 2; *tren desplazable*, constituido por un *manguito*, 3, con el que forman cuerpo dos o tres ruedas dentadas correspondientes a igual número de velocidades; *eje secundario*, 4, con *ruedas* también *dentadas*, 5, que forman cuerpo con él, así como la 6, que está siempre engranada con la 1, y *horquilla de mando*, 7, para accionar al tren.

La rueda 1, que gira con el eje del embrague, mueve a la 6, y, por lo tanto, al eje secundario 4, con sus ruedas; al engranar con una de éstas algunas de las del tren desplazable, gira todo él, y arrastra al eje principal, 2; éste, que se prolonga fuera de la caja, trasmite el movimiento de rotación al eje de transmisión por la horquilla 8.

El tren desplazable lleva unos dientes, 9, por los que se le puede hacer engranar con otros, 10, labrados en las ruedas, 1.

Cuando el tren corredizo está engranado en esta posición, ninguna de sus ruedas dentadas engrana con las del eje secundario, y se dice que la transmisión está puesta en la *toma directa*, porque el movimiento se trasmite *directamente* desde el motor al eje de transmisión formando en realidad un eje único el cigüeñal,

el eje de embrague, el principal de la caja de velocidades y el de transmisión.

Cuando el tren desplazable no engrana ni con las ruedas del eje secundario ni con los dientes de la toma directa, se dice que está en el *punto muerto*; no tiene movimiento ninguno, y, por lo tanto, el eje de transmisión no gira mientras lo hacen el eje secundario y la rueda 1, y con ella el eje del embrague, o, lo que es lo mismo, del motor.

*Marcha atrás.*—Para la marcha atrás, lleva la caja otra rueda dentada, montada en un eje independiente, a la cual se hace engranar, cuando se desea, con una rueda del tren desplazable y otra del eje secundario; con esto se hace que invierta el sentido de su rotación el eje principal.

Así, por ejemplo (fig. 131), el sentido del movimiento de la rueda 1 del eje principal, que engrana con la 6 del secundario, se invierte, metiendo entre la 5 del secundario y la 3 del principal un piñón independiente, A.

*Caja de varios trenes desplazables.*—Cuando la caja de velocidades es de varios trenes desplazables, en vez de un manguito único, que corre sobre el eje principal, con todas las ruedas, se agrupan éstas de dos en dos, formando, generalmente, un tren la tercera velocidad con la toma directa; otro tren la primera y segunda, y otro, en eje aparte, la marcha atrás.

Cada uno de ellos tiene su horquilla de mando correspondiente.

En la caja de velocidades de tres trenes (fig. 132), la rueda 5 recibe el movimiento del motor, y engrana con la 6; en su centro lleva los encajes para la toma directa, que da la cuarta velocidad, al engranar con los resaltes 4 del primer tren, cuya rueda 3, al engranar con la 3' del eje secundario, daría la tercera velocidad, y análogamente las otras dos velocidades, al engranar la 1 con la 1' y la 2 con la 2'.

La rueda 7, montada en otro eje separado, daría la marcha atrás, cuando se la hiciese engranar con la 1 y con la 1'.

Cada uno de estos trenes se mueve por la acción de una horquilla, que los coge por las gargantas 8.

El eje principal 9 es de sección poligonal, y los cojinetes están dispuestos como en la caja de un solo tren corredizo.

*Caja sin toma directa.*—Para dar más robustez al eje principal, suprimiendo su cojinete en el interior

de la rueda del eje del embrague, las cajas de velocidades de algunos camiones carecen de toma directa, y se suprime el engranaje constante de la rueda del eje del embrague con la del eje secundario, quedando cada velocidad con su correspondiente par de ruedas dentadas; los dos ejes tienen sus cojinetes en la caja o *cárter*, y el eje secundario, en este caso, es el que está conectado con el de transmisión, como se ve en la figura 133.

Eje motor, A, de sección poligonal; ruedas para la primera velocidad, 1 y 1'; ídem para la segunda, 2 y 2', que, con las anteriores, constituyen el primer tren desplazable; el otro tren está constituido por las 3 y 4 de las otras dos velocidades; el piñón de la marcha atrás está en eje separado, y se hace que engrane con las dos ruedas de la primera velocidad; el eje secundario 6, sale fuera de la caja para unirse con el eje de transmisión o con el diferencial, de que se tratará más adelante.

*Palanca de cambio.*—Cuando la caja de velocidades es de un solo tren desplazable, éste es accionado por el mecánico-automovilista, por medio de una *palanca*, 1 (fig. 134), cuyo brazo menor, 2, mueve a una *varilla*, 3, sobre la que va montada la horquilla que arrastra al tren; para fijar exactamente la posición de la palanca relativa a cada velocidad, lleva un *fiador*, 4, que se introduce en los dientes de un *sector*, 5; este fiador se zafa oprimiendo el *botón*, 6, con lo cual queda libre la palanca para poder ser trasladada a la posición que convenga.

Los dientes del sector corresponden a las velocidades, al punto muerto y a la marcha atrás.

Si la caja es de varios trenes desplazables, cada uno de estos tiene una horquilla diferente, montada en una varilla distinta. (Figs. 135 y 136).

Las varillas tienen unos *alojamientos*, 1, en los que entra el brazo menor, 2, de la palanca; ésta coge una u otra de las varillas, según que el brazo mayor, 3, entre en una u otra de las *canales* o *ranuras*, 4, de la *parrilla*, 5, para lo cual, dicho brazo se puede trasladar paralelamente a sí mismo, a lo largo de la *ranura transversal*, 6; una vez la palanca frente a una de las ranuras, 4, puede tomar en ella la posición anterior o la posterior, con lo que el tren que mueve la varilla, arrastrado por la *horquilla*, 7, se adelantará o se atrasará, engranando con la rueda correspondiente a la velocidad marcada en la parrilla. Cada una de

las varillas lleva en su extremo tres *muestras*, 8, para un *fiador*, 9, que fija la varilla en el punto exacto para que el engranaje quede bien cogido y no se mueva durante la marcha del carruaje; las muestras centrales corresponden al punto muerto.

Con objeto de que el conductor no pueda distraídamente, poner la marcha atrás, al cambiar de velocidad, lo que sería peligroso estando en marcha el carruaje, porque podría producir la rotura de los engranajes correspondientes de la caja del cambio de velocidades, la palanca lleva un *fiador*, 10, que le impide pasar a la canal de la marcha atrás, si no se oprime el *botón*, 11, que por medio de una varilla que va por dentro de la palanca, le hace bajar.

La caja de velocidades suele estar colocada o inmediatamente detrás del embrague o lejos de él, cerca de las ruedas posteriores del carruaje.

En el primer caso, su eje principal recibe directamente el movimiento del embrague y lo manda por un largo eje, llamado de transmisión, al diferencial.

En el segundo, el eje de transmisión parte del embrague y termina en la caja de velocidades, la cual, suele estar entonces unida al diferencial.

*Ejercicio práctico.*—Para fijar mejor las ideas de cuanto llevamos expuesto sobre el cambio de velocidad, vamos a ver cómo, mediante dicho mecanismo, puede un coche marchar a muy distinta velocidad, girando en todo momento el motor a un número de revoluciones comprendido entre límites próximos a su velocidad de régimen.

Para mayor sencillez, nos referiremos a un cambio de tres velocidades, el representado en la figura 137.

Los datos son los siguientes:

Velocidad de régimen del motor, 1200 vueltas por minuto.

Relación del número de dientes de los piñones *A* y *H* correspondientes al engranaje constante,  $1/3$ .

Relación del número de dientes de los piñones *M* y *G* de la primera velocidad,  $1/2$ .

Relación del número de dientes de los piñones *L* y *E* de la segunda velocidad,  $2/3$ .

Con estos datos vamos a determinar la velocidad de marcha del vehículo en cada una de las tres velocidades.

Para ello, necesitamos saber además la demultiplicación en el diferencial, que supondremos de  $1/4$ .

(Relación entre el número de dientes del piñón de ataque y de la corona del diferencial).

Y por último, la dimensión de las cubiertas: Las más empleadas en los coches corrientes son de 880 x 120, y esta medida tomaremos como dato.

Primera velocidad: Marchando el motor a 1200 revoluciones por minuto, el árbol intermedio, puesto que la demultiplicación de los piñones *A* y *H* es

de  $\frac{1}{3}$ , girará a  $\frac{1200}{3} = 400$  vueltas en todo momento,

puesto que este engranaje es constante.

Al meter el conductor la primera velocidad, por medio de la palanca, establece el engranaje entre los piñones *M* y *G*, cuya demultiplicación, según los datos expresados, es de  $\frac{1}{2}$ , con lo cual, el árbol secundario *B* dará

$\frac{400}{2} = 200$  vueltas por minuto.

La demultiplicación en el diferencial, la hemos su-  
puesto  $\frac{1}{4}$ , así, pues, las ruedas darán  $\frac{200}{4} = 50$

vueltas por minuto.

Ahora bien, como por las dimensiones señaladas por las ruedas, en cada vuelta recorren éstas

$$3,14 \times 0,880 = 2,76 \text{ metros}$$

(El desarrollo de una circunferencia, cuyo diámetro es *D*, enseña la geometría que tiene por valor  $\pi \times D$ , siendo  $\pi = 3,14$ ).

Si en cada vuelta recorren las ruedas 2,76 m. en las 50 vueltas recorrerán  $50 \times 2,76 = 138$  metros, que representan la velocidad del coche por minuto; por hora, serán  $138 \times 60 = 8.280$  metros o bien 8 km. 280 m. por hora en primera velocidad.

Segunda velocidad: De la misma manera encontráramos que en segunda velocidad recorre el automóvil que nos ocupa:

$$400 \times \frac{3}{2} \times \frac{1}{4} \times 2,76 \times 60 = 24 \text{ km. } 840.$$

Por último, en directa, recorrerá

$$1.200 \times \frac{3}{2} \times \frac{1}{4} \times 2,76 \times 60 = 49 \text{ km. } 680$$

En este ejercicio, hemos tomado unos datos completamente arbitrarios; pero en la práctica, el escalonamiento de velocidades, suele hacerse en progresión geométrica, cuya razón es igual a la relación entre las velocidades límites, máxima y mínima, para las cuales, el motor del coche da una potencia aceptable.

*Cambio de velocidad Ford.*—Aunque hemos dicho que la gran mayoría de automóviles modernos no emplean otro cambio de velocidades que el de trenes desplazables, vamos a describir el cambio de velocidades por piñones planetarios, cuyo interés es debido a su empleo en el coche Ford.

Dicho cambio está representado en perspectiva figura 138, y en esquema, figura 139.

En el volante del motor (fig. 139), van dispuestos tres ejes E (en la figura sólo va indicado uno para mayor sencillez) con una separación angular de  $120^\circ$ , sobre cada uno de los cuales van montados tres piñones A, B y C, formando un sólo bloque o tren planetario, que engranan constantemente con otros tres F, G y H, montados sobre la prolongación K del árbol motor.

El piñón F, va acoplado al tambor R, unido por tornillos a la placa de mando M del árbol de transmisión T; el piñón G, es solidario del tambor Q; y el piñón H va unido al tambor P.

Sobre los tres tambores, P, Q y R, van montados unos collares provistos de cintas semejantes a las de freno. Estos collares se aprietan contra los tambores, deteniendo su rotación, cuando se maniobran los pedales correspondientes.

Estos pedales, son tres: el de velocidades, el de marcha atrás y el de freno.

El pedal de velocidades puede ocupar tres posiciones: apretado a fondo, que corresponde a primera velocidad; completamente libre, posición de segunda velocidad o directa; y, por último, posición intermedia o punto muerto, en la que tiene lugar el desembrague.

Al apretar a fondo el pedal de velocidades, frenamos el tambor Q, y por tanto, el piñón G, solidario del mismo, quedará inmovilizado; al girar el volante V, y con él el tren planetario, el piñón B, que engrana con el G inmóvil, se verá obligado a girar sobre su eje, arrastrando a A y C en su movimiento. Ahora bien, el piñón A, arrastrará a su vez al F, sometién-dole a un movimiento de rotación, cuya velocidad se-

rá pequeña por ser la resultante de dos de sentido opuesto, a saber: la correspondiente a la traslación del piñón A y la debida a la rotación de A sobre su eje.

Tenemos así la primera velocidad.

Al soltar el pie de dicho pedal, permitiéndole ocupar la posición de equilibrio en que le mantiene el resorte del embrague, este mecanismo acopla directamente el árbol motor y la transmisión, consiguiendo para el coche la segunda velocidad o directa.

Para la marcha atrás, se aprieta el pedal correspondiente que, inmovilizando el tambor P y el piñón H, produce la rotación del tren planetario análogamente a lo dicho para la primera velocidad. En este caso de marcha atrás, por la relación de diámetro de C y H, predomina en la velocidad del piñón F la rotación de A sobre su traslación y se consigue de este modo la inversión de marcha.

El pedal de freno análogamente al freno de pié de cualquier automóvil, aprieta el collar sobre el tambor R, unido a la transmisión por la placa M, de mando, como dijimos.

Cuanto hemos dicho refiriéndonos únicamente al tren planetario, representado en la figura 139, es extensible a los otros dos, ya que el empleo de tres trenes planetarios, tiene por objeto conseguir una mejor repartición de esfuerzos.

## CAPITULO III

### La transmisión

Se entiende por la «transmisión» el conjunto de órganos mecánicos intercalados entre la caja de cambios y las ruedas motrices. A veces, se designan además bajo este nombre genérico, el embrague y el cambio de velocidades.

*Necesidad de una unión deformable entre el cambio de velocidades y las ruedas motrices.*—Como la caja de cambios va fija sólidamente al bastidor y las ruedas unidas elásticamente al mismo por intermedio del eje y ballesta, no puede ser rígida la transmisión.

El problema que se presenta es el siguiente: unir un árbol rígido dispuesto aproximadamente según el eje del bastidor (secundario de la caja de cambios) y trans-

mitir su movimiento a otro árbol perpendicular (el árbol o eje de las ruedas) cuyos cojinetes, montados en el eje, pueden desplazarse con relación al bastidor.

La transmisión ha de responder, por consiguiente, a dos fines distintos: en primer lugar, comunicar el movimiento de un árbol a otro perpendicular, y después, mantener este movimiento aunque se desplace el segundo con respecto al primero.

El acoplamiento de un árbol a otro perpendicular, puede hacerse, bien por piñones cónicos o helicoidales, o bien por tornillo sin fin y corona.

Para transmitir el movimiento entre dos árboles con desplazamientos relativos, se pueden utilizar: juntas deformables universales (o cárdan), o un sistema de cadenas.

En los vehículos pesados, se emplea también la transmisión «por engranajes».

*Cardan.*—El eje de transmisión termina regularmente por sus extremos, en unas articulaciones llamadas *juntas universales*.

La *junta universal* o *cárdan* (fig. 140) se compone, en esencia, de una *cruceta*, 1, de brazos perpendiculares colocados entre dos *horquillas*, 2, cuyos extremos sirven de cojinetes a dichos brazos; al hacer girar a una de las horquillas, la otra es arrastrada por la cruceta y da el mismo número de vueltas que la primera, cualesquiera que, entre ciertos límites, sean las posiciones relativas de las dos horquillas.

Con este mecanismo se consigue hacer girar a dos ejes empalmados que no están en línea recta, y que sigan girando aunque varíe el ángulo que forman entre sí.

Los constructores han dado multitud de formas a estas articulaciones (fig. 141). En vez de cruceta, puede ser un dado, 3, con cuatro agujeros cilíndricos que sirven de cojinetes a otros tantos ejes, 4, atornillados a las horquillas.

Otros han suprimido las horquillas, y la articulación está formada (fig. 142) por dos pitones, 5, que salen a los lados del eje, 6, y que giran dentro de dos dados, 7, cuya superficie exterior es cilíndrica, lo que les permite, a su vez, girar dentro de la parte, 8, del otro eje; de este modo, el de transmisión puede hacerlo alrededor de dos ejes perpendiculares y resbalar a lo largo de la parte, 8.

La cruceta puede estar sustituida también (fig. 143) por una bola, 9, en la que hay labradas dos ranuras

profundas, 10, en dos planos perpendiculares; en ellas se alojan los nervios, 11, en que terminan los ejes que se trata de empalmar; esta clase de *cárdan* se llama de *rótula*.

*Diferencial*.—Si un carruaje tiene que recorrer una curva como la de la figura 144, las dos ruedas, 1 y 2, de cada eje, tienen que recorrer distancias diferentes, mayor la del carril exterior que la del interior, y si durante el recorrido el centro *O*, del eje ha de conservar la misma velocidad que tenía, la rueda 2 tendrá que girar más aprisa y la 1 más despacio, de lo que giraban antes, puesto que el camino 1—1' es más corto que el central, y éste, a su vez, más corto también que el 2—2'.

En los carruajes de tracción animal, cada rueda, por estar montada independientemente del eje, toma automáticamente la velocidad que necesita para efectuar el recorrido que le corresponde, y lo mismo ocurre en los automóviles con las ruedas directrices, que también son independientes; pero las motoras están unidas a su eje, del que reciben el movimiento, y no podrían por sí tomar aquellas velocidades si fuese efectivamente rígido.

Para que las ruedas motrices giren en las curvas con la velocidad adecuada a su respectivo recorrido, existe un mecanismo que se llama diferencial, cuyo fundamento es como sigue:

Supongamos (fig. 145) que las ruedas 1—2 están unidas invariablemente al eje, *O*, con el que forman cuerpo; si le hacemos girar estando las ruedas en el suelo, a cada vuelta que dé el eje darán otra las ruedas, y el conjunto de ruedas y eje marcharán en línea recta. Si lo partimos en dos trozos, en cada uno de sus extremos ponemos una rueda dentada cónica, 3 y 4, de igual diámetro, y unimos estas dos ruedas por unas anchas chavetas, 5—6, que entren en las ranuras que forman los dientes, seguirá el eje siendo rígido, y si cogiendo una chaveta con cada mano le hacemos girar, girarán las ruedas en la misma forma que cuando estaba entero.

En vez de las chavetas podemos poner unos piñones cónicos cuyas partes centrales, formadas por los dos dientes diametralmente opuestos, constituyen las chavetas que hemos puesto antes; actuando ahora sobre los ejes de estos piñones, como hicimos con aquéllas, haremos también girar al eje, y con él a las ruedas; y por consiguiente, el sistema rígido formado por las dos

ruedas, 1—2, las partes del eje con que están unidas las ruedas dentadas 3—4, y los piñones 5—6, rodarán en línea recta, lo mismo que cuando el eje era de una sola pieza.

Levantemos las ruedas del suelo y, cogiendo una de ellas, la 1, por ejemplo, hagámosla girar un poco hacia la izquierda (fig. 146), el eje y la rueda dentada 4, girarán el mismo ángulo que ella, y al girar la rueda dentada, el piñón 5, que engrana con ella, lo hará también, pasando igual número de dientes de él, que los que hayan pasado de la rueda 4. Como este piñón está engranado con la otra rueda, 3, al girar, le transmitirá el movimiento que recibí de la 4, y hará que pasen igual número de dientes de la 3, que los que han pasado de la 4, pero en sentido contrario, de manera que la rueda 2, girará en sentido inverso a la 1, y con la misma velocidad que ella.

Volvamos a poner la rueda en el suelo y veamos lo que ocurre al recorrer una curva (figs. 144 y 146); mientras el camino es recto, el conjunto de ruedas, ejes y piñones que avanzan girando por efecto de una fuerza exterior, se mantiene rígido. Al llegar a la curva, la fuerza del motor hace girar a la parte central del eje con la misma velocidad que traía, y la parte *O* avanza por en medio del carril con la misma velocidad lineal que antes; pero como la rueda 1, tiene que recorrer un trayecto más corto, es detenida por el terreno, que hace, en este caso, de freno, y al acortar su marcha, produce, con relación a la parte central, el mismo efecto que cuando la hicimos girar estando en el aire, y, por lo tanto, al acortar su giro, hace que los piñones 5 y 6 giren, con lo que la rueda 2, acelerará su marcha, pasando igual número de dientes de ella hacia adelante, que los que ha girado el piñón; por lo tanto, la rueda 2, habrá recorrido su camino con la velocidad del centro del carruaje, aumentada en una cantidad igual a la que ha disminuido la velocidad de la 1, y se habrá conseguido así la *diferencia* de velocidades, necesaria en las ruedas para recorrer la pista curva.

*Diferencial cónico.*—El diferencial cuyo fundamento se ha explicado, consta de (fig. 147): *semiejes*, 1; *coronas de los ejes* o piñones de los semiejes, 2, unidas como las ruedas, a dichos semiejes; *satélites*, 3, cuyos ejes, 4, giran en la *caja*, 5, llamada caja o cárter del diferencial, que está atornillada a la *corona dentada*, 6. (corona del diferencial) y *piñón de ataque*, 7, que recibe el movimiento del *eje de transmisión*, 8.

La corona, 6, y la caja, 5, forman un cuerpo, que gira libremente alrededor de los semiejes, 1, arrastrando, por sus ejes, 4, y cojinetes, a los satélites, 3, éstos a las coronas, 2, y por lo tanto, a los ejes y ruedas motrices.

Todas estas piezas están encerradas en una caja o *cárter*, 9 (marcado de puntos en la figura), para resguardarlos del polvo y contener abundante cantidad de aceite para su buen funcionamiento.

*Diferencial plano.*—Los diferenciales llamados *planos* (fig. 148), se diferencian del tipo descrito en que las coronas 1 y 2, y los satélites 3 y 4, son piñones cilíndricos; éstos engranan entre sí, y cada uno de ellos, con una de las ruedas dentadas o coronas de los ejes, de manera que, al funcionar el diferencial, mueve, por ejemplo: la corona, 1, al piñón satélite, 3, éste, al 4, y el 4 a la corona 2.

*Diferencial con husillo y corona.*—Hay diferenciales (fig. 149), en los que, en vez de recibir el movimiento por un piñón de ataque cónico, lo reciben por un *husillo* o tornillo sin fin, 1, y la corona está constituida en este caso por un *piñón*, 2, de dientes helizoidales. El resto del mecanismo es como uno de los explicados.

Por la poca importancia que tienen las consecuencias de que patine alguna rueda en los coches ligeros y estrechos de batalla, algunos de éstos carecen de diferencial, consiguiéndose así una economía.

También se suprime este mecanismo en determinados coches de carrera, al objeto de obtener mayor adherencia para la propulsión y un menor gasto de cubiertas.

*Diferentes transmisiones.*—Cuando las ruedas motoras están montadas en los extremos de los semiejes, el eje de transmisión une la caja de velocidades con el piñón de ataque del diferencial y se dice que el carruaje tiene la transmisión *por cárden*.

En otros carruajes, el diferencial está colocado en el bastidor y sus semiejes terminan en unos piñones que salen fuera de los largueros; las ruedas motoras, tienen un eje independiente análogo a los de los carruajes ordinarios y llevan unas *coronas dentadas*, por la que pasa una *cadena sin fin*, que viene de los piñones exteriores del diferencial. Los carruajes, así dispuestos, se dice que tienen la transmisión por cadenas (fig. 150).

Por último, en algunos tipos de camiones (fig. 151),

las *ruedas motoras*, 1, están montadas en un *eje independiente*, 2, inmediato al cual y paralelo a él, se encuentra el *diferencial*, 3, cuyos *piñones exteriores*, 4, engranan directamente, en unas *coronas dentadas*, 5, que llevan las ruedas en su interior; esta transmisión se llama *por engranajes*.

La *corona dentada*, 1, puede estar también (fig. 152), montada en el *buje*, 2, de la rueda, la que se encaja en él por medio de unos *resaltes*, 3; el *piñón*, 4, del semieje del diferencial, engrana por fuera con dicha corona y da movimiento a la rueda.

Los camiones de poca carga y la generalidad de los coches ligeros tienen la transmisión por cárdan.

Los de gran carga la tienen por cadenas o por engranajes; y los tractores de cuatro ruedas motrices, precisamente, por engranajes.

La disposición del diferencial, cuando la transmisión es por cárdan, es de ordinario la de la figura 153; a continuación del volante, 1, y del embrague, 2, se encuentra la caja de velocidades, 3, en cuyo eje principal, está montado el freno de pie, 4; del centro de su tambor, parte el eje de transmisión, 5, que termina por sus dos extremos en juntas universales o cárdan, 6, por las que se une a la caja de velocidades y al diferencial, 7, en cuyos extremos están montadas las ruedas motoras, 8.

Cuando la transmisión es por cadenas, el diferencial suele estar unido a la caja de velocidades, y las transmisiones estarán dispuestas de ordinario en la forma siguiente (fig. 154): del embrague, 1, parte el eje de transmisión, 2, que termina por una cárdan, 3, en su unión con la caja de velocidades, 4; el diferencial, 5, está en el mismo cárter que ésta, y en cada semieje lleva un tambor, 6, correspondiente al freno de pie; los extremos, 7, del cárter del diferencial, están sujetos al bastidor, formando cojinetes, y, por fuera, llevan los semiejes los piñones, 8, de las cadenas, 9, que van a las coronas de las ruedas motoras, 10; éstas están montadas en un eje ordinario, 11.

*Cadenas* (fig. 155).—Se componen de una serie de *eslabones*, 1, con *eje hueco*, 2, y *rodillo*, 3, unidos por *chapas*, 4, con dos ejes *macizos*, que entran dentro de los huecos, 2.

La cadena se cierra por dos chapas como las 4, con pernos y tuercas, 5, o por un *eslabón de forma especial*, 6, con *eje hueco y rodillo*, por un lado, y perno por el otro.

## CAPITULO IV

### La propulsión

*Generalidades.*—La base de la propulsión reside en la adherencia de las ruedas motrices sobre el suelo.

Las bandas de goma (macizas o neumáticas) de que van provistas las ruedas de un automóvil, por lisas que nos parezcan, presentan siempre numerosas asperezas.

El terreno contiene, igualmente, gran número de ellas, y la presión que sobre aquél ejerce el peso que soporta el eje motor, hará que penetren las asperezas de las ruedas entre las del camino.

Podemos, pues, asimilar una rueda motriz apoyada en el suelo, a una rueda dentada, engranando con una cremallera, y si hacemos girar nuestra rueda motriz, avanzará sobre el suelo del mismo modo que lo haría la rueda dentada sobre la cremallera.

Si en el momento de la arrancada, la fuerza que actúa sobre la rueda al transmitirse a los dientes del engranaje es mayor que la resistencia de los mismos, estos dientes se romperán patinando la rueda, puesto que se deshizo el engranaje.

El límite de la adherencia es, por lo tanto, este punto crítico en que saltan los dientes. Es preciso, pues, mantenerse por debajo de este límite de la adherencia, con objeto de arrancar convenientemente, esto es, de conservar el engranaje de que venimos hablando.

*Propulsión de un vehículo de cadena.*—En esta clase de vehículos, el motor transmite su potencia a los piñones, *P* (fig. 156), por intermedio de los órganos mecánicos estudiados en los capítulos anteriores.

El piñón *P*, arrastra la corona *C*, y, por tanto, a la rueda que avanza por su adherencia al suelo.

Si la rueda avanza, lo hará asimismo su eje, que, mediante la barra *A B*, consigue la propulsión del vehículo. (Se comprende, naturalmente, que llevan una barra tal como la *A B*, por cada lado). Esta barra, llamada barra o biela de empuje, sirve, a la vez, de tensor de la cadena, mediante la tuerca *T*, que reúne dos partes fileteadas de la barra.

*Propulsión de un coche con cárden.*—Siendo la transmisión por árbol de cárden, universalmente adoptada en la actualidad, vamos a estudiar más detenidamente la propulsión.

*Puente posterior o trasero.*—Se designa con el nombre de puente posterior, el conjunto de mecanismos que integran el eje posterior de un coche con transmisión por cárdan. Este puente trasero (fig. 157), ligado elásticamente al marco o bastidor, por intermedio de las ballestas, es móvil con relación a dicho marco.

Las ballestas van fijadas generalmente al puente posterior, por su parte media, y al bastidor, por su extremo (fig. 157), y para permitir el libre juego de las mismas es preciso que uno, al ménos, de sus extremos vaya unido al bastidor por intermedio de bielas de suspensión. (También llamados «ochos»).

En la práctica, el extremo posterior de las ballestas traseras va siempre unido al bastidor por bielas de suspensión, aunque también existen disposiciones, en que ambos extremos van así ligados al marco, como en el caso de la figura 157 que nos ocupa.

El esfuerzo motor ya hemos dicho que se aplica al punto de contacto de las ruedas motrices con el suelo. Al avanzar las ruedas, empujan, por intermedio de sus rodamientos, al cárter del puente.

Es, por consiguiente, necesario, como ya hemos visto en los coches de cadenas, un órgano especial que transmita al bastidor este empuje, aplicado inicialmente, como acabamos de ver, al puente posterior.

Pero no es sólo este esfuerzo de empuje el que debemos considerar al estudiar el acoplamiento del eje al bastidor, sino que existe otro también interesante.

Supongamos completamente inmovilizadas las ruedas motrices de un automóvil, y que, metida la velocidad directa, tratamos de hacer girar al motor moviendo la manivela. Indudablemente, no podremos seguir la rotación del motor, puesto que el piñón de ataque tendrá presos sus dientes entre los de la corona del diferencial, inmovilizada con las ruedas.

Este piñón tenderá, por lo tanto, a rodar a lo largo de la corona, arrastrando consigo a los rodamientos que le sirven de soportes. Pero estos rodamientos, están alojados en el punto posterior, de manera que, en el esfuerzo que hacemos para conseguir la rotación del motor, el puente trasero tiende a girar, a su vez, alrededor de las ruedas en sentido inverso al movimiento de rotación de las mismas.

El par de reacción, que en la marcha corriente del coche tiende a hacer girar el puente alrededor del eje de las ruedas motrices, es exactamente igual y opuesto, al par que arrastre a estas mismas ruedas. Es,

pues, indispensable, un mecanismo especial de unión del puente posterior al bastidor que impida la rotación de dicho puente.

En resumen, necesitamos, no sólo que el puente posterior vaya ligado al bastidor para conseguir la propulsión, sino que, además, es necesario un artificio que anule la reacción.

De dos maneras puede conseguirse la propulsión de un automóvil con árbol de cárden, a saber:

- a) Propulsión por las ballestas traseras.
- b) Propulsión por bielas o barras de empuje.

En cada uno de estos casos, hemos de ver cómo se anula la reacción.

- a) Propulsión por las ballestas traseras.

Esta es la manera más sencilla de ligar el puente trasero al bastidor. Basta, para ello, articular el extremo anterior de las ballestas al bastidor, en un punto fijo, tal como el *A* (fig. 158), y ajustar las bridas sobre un zócalo solidario del puente.

La parte anterior de las ballestas transmitirá el empuje, y al mismo tiempo equilibrará la reacción por la manera de ir sujetas al puente.

Este sistema es muy empleado en los coches ligeros.

En los vehículos de mayor potencia para contrarrestar la reacción, se emplea la biela de reacción.

Dicha biela, *R*, se fija a la caja o cárter del diferencial en dos puntos, *B* y *C*, y su otro extremo se articula en *D* a una especie de péndulo, *EP*, en cuyo interior dos resortes antagonistas, *rr'* absorben el esfuerzo transmitido por la biela de reacción.

La flexión de las ballestas da lugar, cuando disminuye su flecha, por ejemplo, a un alargamiento de la parte anterior, puesto que la curva se aproxima a la línea recta, y es fijo el punto *A*. Lo contrario ocurre cuando la flecha aumenta.

Es, pues, necesario, que el árbol de cárden pueda alargarse o acortarse, para lo cual debe llevar una junta de corredera. (El mismo objeto llena el péndulo *EP* de la figura 158 respecto a la biela de reacción.)

- b) Propulsión por bielas de empuje.

En este caso, ambos extremos de las ballestas traseras van ligados al bastidor por bielas de suspensión, y el zócalo donde apoyan estas ballestas (que se ajustan mediante bridas), va articulado sobre el puente pudiendo girar sobre él.

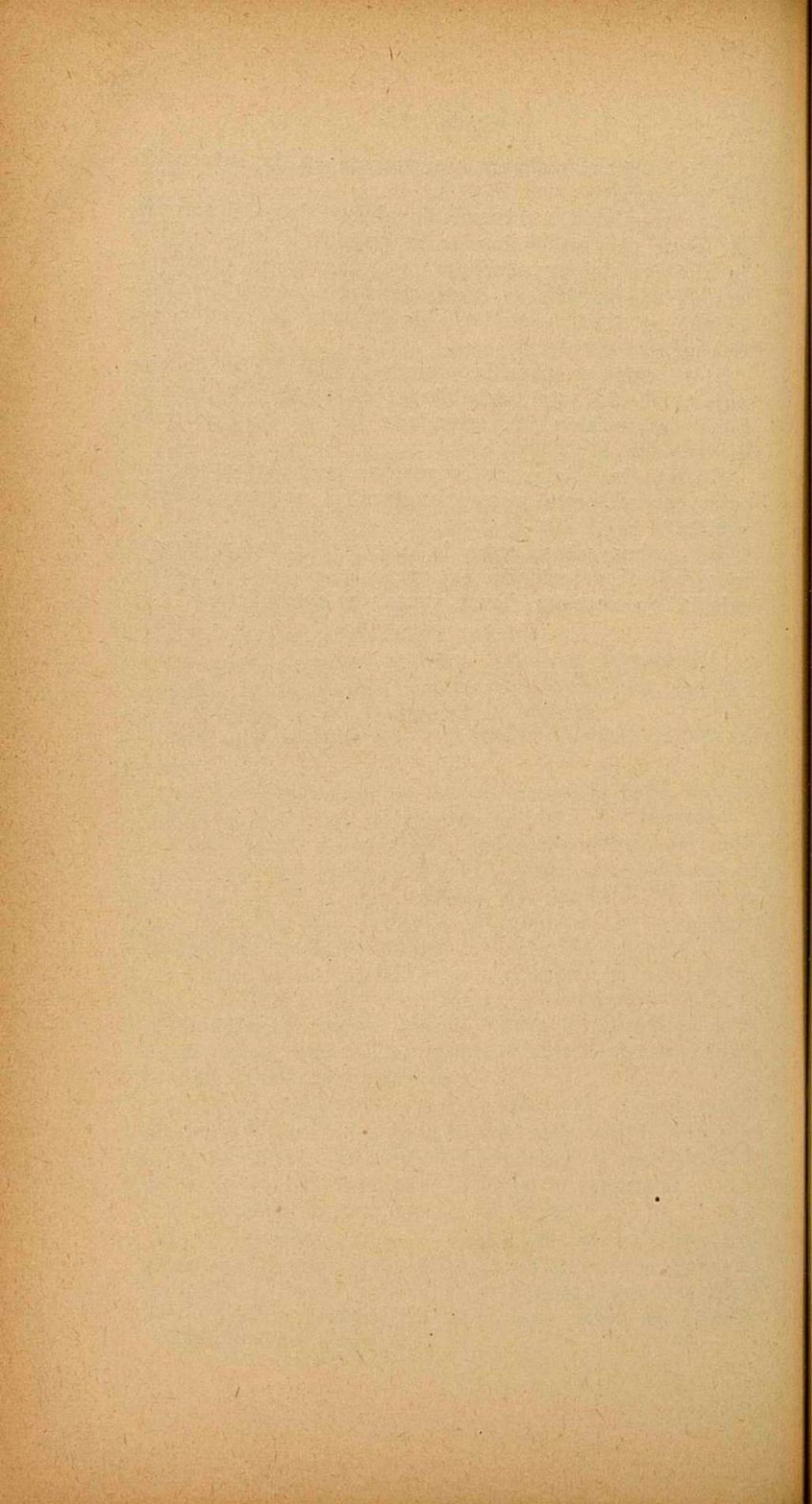
Las ballestas trabajan únicamente en la suspensión de la carga.

La propulsión o transmisión al bastidor, del empuje, se logra por las bielas de empuje *A B* (fig. 157) y la análoga del otro lado, o también por un tubo, formando una especie de cárter del árbol de cárden, articulado al árbol secundario de la caja de cambio por una gruesa rótula.

Si se emplean para la propulsión, las bielas de empuje *A B* (fig. 157), debe llevar el puente trasero una biela de reacción, *R*, articulada por su otro extremo al bastidor.

Cuando las bielas de empuje se reemplazan por un tubo central, este mismo anulará el esfuerzo de reacción.

En ambos casos, como la distancia entre el puente y la caja de velocidad es constante, el árbol de transmisión no necesita llevar junta de corredera.



## TERCERA PARTE

---

### ELEMENTOS DE MANDO

#### CAPITULO PRIMERO

##### La dirección

*Su necesidad.*—La gran velocidad que pueden alcanzar los automóviles ha hecho preciso dotarlos de un aparato que les permita en todo momento fijar su dirección de un modo rápido y seguro, sin dejar de satisfacer, por otra parte, a la consabida condición de que las cuatro ruedas describan circunferencias concéntricas para que el carruaje no encuentre gran resistencia con el suelo al tomar una curva (fig. 159). Los primeros automóviles tenían el mismo mecanismo de giro que los coches ordinarios de caballos, pero este procedimiento fué abandonado muy pronto por otro sistema, fundado en el giro de las ruedas directrices sobre dos pivotes colocados en los dos extremos del eje delantero.

Esta dirección, sistema Jeantaud, es la aplicada en la actualidad a casi todos los automóviles, y consta de dos partes: primera, mecanismo de enlace de las ruedas, y segunda, mecanismo de dirección, las cuales vamos a estudiar separadamente.

*Mecanismo de enlace de las ruedas.*—Representemos en un plano horizontal (fig. 160), los dos ejes  $AB$  y  $CD$  de un coche, así como sus cuatro ruedas, de las que las delanteras son las directrices, y las de atrás las motrices. La distancia entre las dos ruedas de un mismo eje, se designa con el nombre de vía o batalla del coche. La distancia que separa al eje  $CD$  de las ruedas motrices del eje  $AB$  de las directrices, se llama «distancia entre ejes» o «separación de ejes del coche».

Conociendo la posición de los pivotes de las ruedas y la vía y separación de ejes del coche, puede determinarse muy fácilmente el mecanismo de enlace de dichas ruedas.

Sean  $o$  y  $o'$  las proyecciones de estos pivotes, colocados generalmente lo más cerca posible del centro de las ruedas, a fin de disminuir la longitud de sus bujes, y hagamos girar un cierto ángulo a la rueda de la derecha, por ejemplo.

El eje del buje de esta rueda cortará a la prolongación del posterior del coche, después del giro de la misma, en un punto,  $s$ , alrededor del cual girará aquél; y si queremos que la rueda de la izquierda no resbale lateralmente durante la virada, deberemos darle una inclinación tal, que la prolongación de su buje pase también por dicho punto  $s$ .

Vemos, pues, que a cada ángulo de las ruedas directrices corresponde otro ángulo de giro, bien determinado, para la otra rueda.

En la práctica, se logra este resultado, uniendo a los mismos bujes unas bielas,  $oM$  y  $o'N$ , cuyos extremos  $M$  y  $N$  se enlazan entre sí por una barra o biela de acoplamiento (o acoplo)  $MN$ , a fin de que al accionar una de las ruedas, se produzca el arrastre de la otra. El conjunto de las bielas y de la barra de acoplamiento forma un cuadrilátero,  $oMNo'$ , que se llama cuadrilátero de la dirección. El mando se hace por medio de un brazo,  $o'P$ , el cual recibe el movimiento del mecanismo de dirección. El extremo  $P$  de este brazo describe alrededor del pivote  $o'$ , un arco de círculo en uno u otro sentido.

Los puntos  $M$  y  $N$  se hallan sobre las rectas  $oK$  y  $o'K$ , que unen los pivotes al centro del eje de atrás; de modo que, cualquier paralela a  $MN$ , comprendida entre las líneas  $oK$  y  $o'K$ , puede servir de barra de acoplamiento, la cual puede, por lo tanto, colocarse también delante del eje delantero (fig. 161). Sin embargo, hoy día, lo general es colocarla detrás de  $AB$ , a fin de que no se deforme por efecto de algún choque con los cuerpos que pueda haber sobre la carretera y, principalmente, con los perros, que son causa de tantos accidentes. En cambio, el cuadrilátero anterior tiene la ventaja de hacer trabajar mejor la barra de acoplo.

*Mecanismo de dirección.*—El mecánico-automovilista imprime a las ruedas directrices el movimiento que desea, por medio del volante de dirección,  $V$

(fig. 160), para lo cual manda éste la palanca o sector  $L$ , que, a su vez, acciona a la barra o *biela de mando*  $Q$ , articulada al extremo  $P$  de la palanca  $Po'$ , y esta palanca, conforme acabamos de decir, mueve la barra de acoplamiento,  $MN$ , en sentido conveniente.

En la citada figura, las ruedas están representadas en su posición media, es decir, para marchar en línea recta, bastando volver a la derecha el volante  $V$ , para virar a este costado, y al contrario, cuando el giro debe ser a la izquierda.

Conviene hacer observar que se ha abatido sobre el dibujo toda la columna de dirección,  $J$ , para que se viera claramente el mando de las ruedas.

El enlace del volante  $M$  con la palanca  $L$  (figura 161), no es directo, sino que se efectúa por medio de un órgano reductor del movimiento, constituyendo su conjunto,  $MNL$ , la *dirección propiamente dicha*.

Es necesario reducir el movimiento impreso al volante  $M$ , a fin de que la dirección sea más suave y sensible, y para evitar también que los choques recibidos por las ruedas se transmitan con demasiada violencia a las manos del conductor.

*Direcciones reversibles.*—En los primeros automóviles, esta reducción se efectuaba simplemente por medio de un piñón (fig. 162) montado sobre el eje del volante y de una cremallera,  $HC$ , unida a la barra de mando de dirección; pero este sistema, como otros varios, análogos, tenía el inconveniente de ser reversible.

Una dirección es reversible cuando pueden hacerse girar las ruedas empujándolas más o menos, en cuyo caso arrastran, en su movimiento, el volante de dirección. Estas direcciones tienen el inconveniente de transmitir a las manos del conductor los choques recibidos por la rueda, y en estas condiciones, es muy difícil conservar bien la dirección y pueden ocurrir accidentes de importancia en el caso de un choque brusco, sobre todo si es producido cuando el carruaje marche a gran velocidad.

*Direcciones irreversibles.*—Para evitar estos inconvenientes, se han ideado las direcciones irreversibles, en las que es posible hacer girar las ruedas moviendo el volante, pero es muy difícil mover el volante de dirección intentando oblicuar las ruedas.

Dentro de este sistema, hay dos tipos que son los más generales: el de tornillo y sector dentado (figuras 163 y 160) y el de tornillo y tuerca (fig. 164).

1.º *Dirección por tornillo sin fin y sector.*—El con-

ductor da movimiento a la biela y, por consiguiente, a las ruedas (fig. 163), por medio del volante, 1, llamado de la dirección, unido a la columna hueca, 2, denominada de la dirección, que termina en un tornillo sin fin, 3, el cual engrana en un sector, 4, que gira alrededor del eje, 5, y se prolonga por un dedo, 6. Este dedo, terminado por una bola, entra en la biela 9, que es hueca, y al tirar de ella o al empujarla hace que se muevan los lados del cuadrilátero de la dirección.

Para que los movimientos sean más suaves y las trepidaciones de las ruedas no lleguen al tornillo sin fin o husillo, el dedo no se apoya directamente en la biela, sino por el intermedio de unos dados, 7, y unos muelles, 8.

El tornillo sin fin y el sector van encerrados en una caja o cárter, 10, que se llena de grasa consistente.

2.º *Dirección por tornillo sin fin y tuerca.*—Este sistema (fig. 164) sólo se diferencia del anterior, en que tiene una tuerca, 1, en lugar del sector, que por medio de dos pitones, 2, mueve, al subir o bajar por el husillo, 3, el brazo, 4, de la palanca 4-6, que gira alrededor del eje, 5; el dedo mueve a la biela por medio de los dados y muelles, como se ha dicho anteriormente.

La irreversibilidad se obtiene, en este caso, por una inclinación conveniente del filete del tornillo, pues se comprende que, a causa del rozamiento considerable de la tuerca sobre el tornillo, es muy difícil hacer girar éste, obrando sobre aquella.

El ángulo que las ruedas pueden formar con el bastidor no llega a 45º; al mayor de los que pueden tomar las ruedas de un carruaje, se llama ángulo de dirección.

Por el interior de la columna hueca suelen ir las transmisiones del regulador de los gases, la del avance del encendido y hasta la del aire adicional, cuyas manecillas respectivas están colocadas encima o debajo del volante.

## CAPITULO II

### Los frenos

Los frenos son unos mecanismos que tienen por objeto moderar la velocidad del carruaje, bien para hacerle caminar más despacio, bien para detenerlo cuando sea preciso.

La manera de obrar el freno consiste en ejercer un esfuerzo por rozamiento sobre algún árbol de transmisión del movimiento o sobre las ruedas del vehículo, rozamiento que va imposibilitando el movimiento de giro del organismo sobre que actúa, hasta llegar, si se quiere, a inmovilizarlo por completo, con lo cual las ruedas del carruaje, en vez de rodar, resbalan contra el suelo, siendo la resistencia opuesta entonces por éste la que hace detenerse al vehículo.

Hay en los vehículos automóviles dos clases de frenos: unos que se emplean generalmente durante breves instantes y con gran frecuencia, como ocurre al recorrer una calle de gran circulación, en que constantemente se están encontrando obstáculos que obligan a moderar la marcha rápidamente y aun a parar; y otros que se usan principalmente en períodos de cierta duración como, por ejemplo, al querer evitar que un carruaje se acelere excesivamente durante el descenso de una cuesta larga.

Los primeros ejercen su acción directamente sobre unos tambores colocados en el diferencial o en el eje de transmisión, a su salida de la caja de velocidades; el mecánico-automovilista los maneja con el pie y se llaman por esta razón, frenos de pie.

Los segundos obran directamente sobre las ruedas motrices, se actúan con la mano y se les llama frenos de mano.

*Freno de pie.*—Se compone (fig. 165) de: un pedal, 1, que puede girar alrededor del eje, 2, y que está constantemente solicitado hacia atrás por el muelle, 3; una transmisión formada por varillas, 4, y palancas, 5, que al apoyar el conductor el pie en el pedal, hacen que las mordazas *exteriores*, 6, se ajusten y aprieten al tambor, 7, unido al eje principal de la caja de velocidades; en el momento que el mecánico-automovilista deja de apretar el pedal, el muelle 8, en unión del 3, hacen que se separen las mordazas y quede libre el tambor.

Si el freno estuviese montado sobre el diferencial, en vez del tambor, 7, habría dos que estarían unidos a los dos semiejes del diferencial que, simultáneamente, funcionarían al apretar el conductor del pedal.

Las mordazas de los frenos pueden ser *interiores* (fig. 166); en este caso, el tambor, 1, es hueco y va unido por el centro con el eje; las mordazas, 2, están suspendidas por su eje de giro, 3, de una pieza fija a la caja de velocidades y separada de la pared cilín-

drica interior del tambor por la tensión del muelle, 4; en la misma pieza en que está fijo el eje de las mordazas, lo está también el eje, 5, de la excéntrica, 6; esta excéntrica es movida por la transmisión, 7, y al apoyarse su parte de más diámetro sobre los planos, 8, de las mordazas, las separa y aprieta contra el tambor.

Tanto en las mordazas exteriores como en las interiores, la parte 9, llamada *sapata*, que roza con el tambor, es postiza, para poder renovarla cuando se gaste; suele ser, o de fundición cosida a la mordaza con remaches de cobre, 10, o de tiras de unos tejidos de amianto y alambres de cobre, que se expenden en el comercio, conocidos con los nombres de Termoid, Raibestos y otros, los cuales se ajustan con remaches.

*Freno de mano*.—Se compone (fig. 167) de una palanca, 1, con fiador, 2; está colocado a la inmediación del asiento del conductor y a su alcance; transmisión compuesta de varillas, 3; eje, 4, situado en el bastidor; palancas, 5, brazos con excéntricas, 6, del freno de mordazas interiores, 7, igual que el explicado anteriormente. Los tambores de los frenos están atornillados a las ruedas y los ejes de las mordazas y de las excéntricas están fijos en unas placas circulares unidas al eje, que cierran los tambores sirviéndoles de guardapolvos. Las varillas de la transmisión tienen unas tuercas, 8, para poder templarlas cuando se gastan las zapatas de los frenos.

Cuando son dos los tambores en que se ejerce la acción del freno, es muy importante que la presión sobre ambos sea igual, para lo cual (fig. 168), en algunos camiones las varillas 1 y 2, que están unidas directamente a los brazos de las excéntricas, lo están por su otro extremo a un balancín, 3, cuyos brazos pueden correr por las caías, 4; de esta manera, si una de las varillas, por ejemplo la 1, estuviese más corta que la 2, al apretar el freno con la varilla 5, se apretaría primero el del lado izquierdo y el balancín giraría alrededor del punto 6, hasta que la varilla 2 apretase su freno correspondiente, tomando la posición 6—7. Para que el balancín no se pueda salir por los lados, lleva las roldanas, 8.

Otra disposición con el mismo objeto es la de la figura 169; las palancas de las varillas, 1, de las excéntricas, están montadas en los ejes huecos, 2, que terminan en los sectores cónicos dentados, 3; dentro de estos ejes hay otro, 4, al que está unida la palanca

de la transmisión, 5; en prolongación de esta palanca hay un piñón cónico, 6, que une los dos sectores. Si las varillas, 1, están bien templadas, al tirar de la palanca, 5, el piñón, 6, arrastra a los dos sectores y aprieta por igual los dos frenos; pero si las varillas están desiguales, al apretar la más corta su freno y quedar el otro flojo, el piñón rueda como los satélites de un diferencial y arrastra al sector correspondiente al freno que está flojo, hasta que lo aprieta.

Para evitar que los frenos de mano se calienten al bajar las rampas largas por el constante rozamiento, llevan un depósito de agua para refrescarlos; el conductor, que tiene a su alcance las llaves de paso de los tubos, las abre cuando es necesario y las cierra cuando ha terminado de bajar.

Algunos coches llevan doble freno en las ruedas, de tal manera, que unas zapatas son mandadas por el freno de pie y las otras por el de mano. La figura 170 muestra el esquema de un freno de esta clase, y la figura 171, una vista en perspectiva del mismo.

El frenado se consigue tanto mejor cuanto más enérgico sea el rozamiento entre el tambor y las zapatas del freno, debiendo, por lo tanto, evitarse la presencia del aceite, que, al interponerse entre las superficies que han de rozar, impide el aprieto de las mismas porque hace más fácil el deslizamiento de una sobre otra.

Es, pues, de gran importancia, la naturaleza de las superficies que han de someterse al rozamiento, tanto desde el punto de vista de la eficacia de los frenos, como del de su conservación.

En cuanto a la eficacia, lo que da los mejores resultados hasta ahora, es el rozamiento de metal contra metal. Los tambores se construyen de acero y las superficies de las zapatas pueden hacerse de fundición, de bronce, de cobre o recubiertas de una materia sobre la base de amianto, caucho, alambre de cobre trenzado, moldeando y comprimiendo el conjunto.

Estas materias, muy numerosas en el mercado automovilista, reciben los nombres de ferodo, termoid, chekko y muchos más, designaciones comerciales que nada tienen que ver con su composición.

Las guarniciones metálicas se hacen casi exclusivamente de fundición, que consigue un aprieto enérgico y regular de las zapatas contra el tambor. Sin embargo, se desgasta rápidamente; su dilatación por el calor

puede dar lugar a un frenado intempestivo y su acción no es lo suficientemente silenciosa.

Por estas razones se reemplaza, la mayoría de las veces, la fundición por esas materias de que hemos hablado.

El tambor de freno se construye, en la actualidad, de acero colado, que permite disponer, en la superficie exterior, un número suficiente de nervios que, además de impedir su deformación, aseguran un enfriamiento más rápido.

*Freno integral*, o sobre las cuatro ruedas.—Durante mucho tiempo, los automóviles llevaban los frenos para actuar sólo sobre las ruedas motrices, es decir, sobre las ruedas traseras únicamente.

Ahora bien, cuando a un coche lanzado en la carretera se le frena en estas condiciones, la inercia del vehículo, que se aplica al centro de gravedad, tiende a descargar el eje posterior y recargar el anterior, siendo más grande, por lo tanto, la adherencia de las ruedas delanteras que la de las posteriores, en el preciso momento que es más necesaria una acción preponderante inversa. Por consiguiente, un coche frenado sólo sobre las ruedas posteriores, corre el riesgo de que, aun teniendo las ruedas inmovilizadas, el frenado obtenido sea insuficiente para detenerle en un espacio reducido.

Por estas razones, los coches modernos van dispuestos de freno sobre las cuatro ruedas, y aunque al principio se abrigaba el temor de peligro en el caso de que se frenara enérgicamente las ruedas delanteras, la experiencia ha probado que, inmovilizadas las ruedas delanteras del coche, continúa desplazándose según su trayectoria, y en cambio, si son las posteriores las que frenamos enérgicamente, se nos marcha el coche de zaga y hemos de maniobrar la dirección para enderezarle.

Las ruedas anteriores van provistas, actualmente, de un tambor (fig. 172), en cuyo interior van dos zapatas que una leva aprieta contra aquél análogamente a lo dicho para las ruedas motrices.

*Servo-frenos*.—El esfuerzo que es preciso ejercer sobre el mando de los frenos para transmitirlo a éstos (a través del conjunto de varillas) y que produzca el efecto máximo, llega a ser considerable cuando se trata de vehículos pesados.

Claro que se puede demultiplicar la transmisión entre el pedal y la leva o excéntrica, de manera su-

ficiente para que un esfuerzo medio sobre el pedal produzca en las zapatas una presión fuerte. Pero como el recorrido del pedal es pequeño, el de las zapatas se reduciría a fracciones de milímetros, y en este caso sería muy difícil la regulación de los frenos.

De aquí que se haya pensado vencer esta dificultad en accionar el mando de los frenos, mediante el auxilio de una energía distinta del esfuerzo muscular del conductor, dándose origen los servo-frenos.

Según el principio en que se fundan, se llaman servo-frenos mecánicos, hidráulicos y de aire.

*Servo-frenos mecánicos.*—El primer servo-freno que ha sido aplicado a bastidor de serie, fué el servo-freno mecánico de Birkigt para los coches Hispano-Suiza (figs. 173, 174 y 175).

El motor produce con su movimiento el de un tambor, *A*, por el intermedio de un tornillo sin fin, *T*, y de una rueda dentada, *R*, montada en el eje de dicho tambor, el cual constituye un freno auxiliar, cuyos dos segmentos, *B*, pueden girar alrededor de un eje, *e*.

Los dos ejes, *e*, están diametralmente opuestos y son solidarios de una misma pieza, fija sobre un eje centrado interiormente al de *A*.

Al accionar el conductor sobre el pedal, *P*, hace girar una excéntrica, *D*, que aplica los segmentos contra el tambor, y el giro de éste produce el de los segmentos o zapatas, y, por lo tanto, el de la pieza *C*, y su eje, que sirve de balancín y que lleva una disposición diferencial para equilibrar el aprieto de los frenos sobre las ruedas directrices.

*Servo-frenos hidráulicos.*—Existen además los servo-frenos hidráulicos (llamados así impropriamente, pues no es agua, sino aceite el líquido empleado para su funcionamiento), que consisten, en principio, en una bomba de aceite puesta en movimiento por la transmisión del coche y que envía líquido a presión a un cilindro de mando, cuyo émbolo actúa sobre las varillas que transmiten el movimiento a las zapatas. La casa Delage, dota algunos de sus coches de este servo-frenos de este tipo.

La figura 176 representa, esquemáticamente, un servo-freno de esta clase:

*A*, es la bomba de engranajes, movida por el árbol secundario del cambio de velocidades, la que por la tubería 1, aspira el aceite del recipiente 2, para conducirlo por la tubería 3 y 4, y verterlo por el tubo

5, mientras la válvula, 6, está abierta como representa la figura.

Tan pronto como se frena, oprimiendo al efecto el pedal, 7, gira su palanca, 8, alrededor del eje, 9, y tira de la válvula, 6, por medio de su varilla, 10, cerrando el orificio de comunicación entre el tubo, 5, y la tubería, 11, por la cual marcha entonces el aceite aspirado por la bomba y se comprime en el cilindro, 12, empujando a su émbolo, 13, cuya varilla, 14, hace mover el conjunto de palancas, 15, que mandan los frenos.

Este servo-freno sólo actúa en la marcha adelante del coche, pues cuando camine en marcha atrás, como entonces se invertirá el movimiento del giro de la bomba, no lanzará ya el aceite al cilindro aun cuando se cierre la válvula, 6, al actuar sobre el pedal de freno, 7, y su palanca, 8.

En otros casos se utiliza el principio de la prensa hidráulica; el mecanismo maniobra un émbolo de pequeño diámetro, que, comprimiendo el aceite en un primer cuerpo de la bomba, lo envía a otro segundo de mayor diámetro, cuyo émbolo está ligado al mando de las zapatas del tambor. Algunos constructores, entre los cuales se encuentran Rolland Pilain y Bugatti, proveen ciertos tipos de sus coches de frenos basados en este principio.

*Servo-frenos de aire.*—Análogamente a los frenos empleados en ferrocarriles, se han aplicado en automovilismo por algunos fabricantes los servo-frenos de aire comprimido y servo-frenos de vacío. En los de esta clase, que son los hoy día empleados, el vacío necesario se consigue aprovechando la aspiración del motor.

De las diversas patentes empleadas actualmente, por cierto con resultado bien satisfactorio, describiremos, aunque sea a la ligera, para dar tan solo una idea de esta clase de servo-frenos, el de la patente Dewandre, utilizada por los coches Avión-Voisin.

El principio general de su funcionamiento, consiste en aprovechar, como queda dicho, el vacío o depresión producido por la aspiración del motor, en el interior de un cilindro preparado con tal fin, que se pone a voluntad en comunicación con el motor o con la atmósfera, utilizándose el movimiento del émbolo de ese cilindro para mover las varillas y mandos que han de actuar sobre los frenos del coche.

En la figura 177 está representado el mecanismo de

este servo-freno, y en las 178, 179, 180 y 181 se detalla el funcionamiento que se explicará seguidamente.

*Descripción.*—Consiste este servo-freno en un pedal de freno corriente, 1, cuya palanca, 2, se mueve loca sobre el árbol, 3; en sus movimientos extremos tropieza la palanca de freno, 2, con los topes, 4, cuya misión es servir para los casos de avería en el funcionamiento del servo-freno, en los cuales se acciona como un freno usual.

Esta palanca, 2, transmite su movimiento por medio de la varilla, 5, a la palanca, 6, que gira alrededor del eje, 7, por medio del cual, además, forma cuerpo dicha palanca con la palanca 8, cuyo eje de giro es 9, esta palanca, 8, por intermedio de la varilla, 10, recibe el movimiento del émbolo 11, correspondiente al cilindro, 12, que por la tubería, 13, se le puede hacer comunicar con la atmósfera o con el motor (al cual va a terminar la tubería 14) por el movimiento del distribuidor 15, mandado por la varilla 16, que recibe su movimiento transmitido por el del extremo inferior de la palanca 6, en el cual se articula.

El movimiento a los tambores de los frenos se transmite por la varilla 17, mandada por la palanca 18, que gira alrededor del eje 19; palanca que se une o enlaza en su movimiento con la palanca 8, por medio de la varilla 20.

*Funcionamiento.*—Terminada la descripción de este servo-freno, pasemos a explicar el funcionamiento.

Al comenzar su actuación el conductor (fig. 177), oprime con el pie el pedal, 1, haciendo girar la palanca, 2, alrededor de su eje (fig. 178), la cual, por la varilla, 5, hace girar a la palanca, 6, alrededor de su eje, 7; en este movimiento la palanca, 6, tira de la varilla, 16, que hace deslizar el distribuidor, 15, (fig. 177), hacia la izquierda, quedando en la disposición de la figura 178, donde se ve que este distribuidor, con su movimiento, ha puesto en comunicación el cilindro, 12, con el interior del motor por medio de la tubería, 14; esto determina que al transmitirse la aspiración del motor al interior del cilindro 12, se origine en éste una succión que tira del émbolo 11, obligándole a caminar con fuerza hacia la derecha, tomando la posición indicada en la figura 178, en la cual se representa el momento en que sólo se han movido las palancas 2 y 6 (contorneadas por ello de línea gruesa), permaneciendo aún inmóviles las 18 y 8, contorneadas de línea fina.

El movimiento del émbolo hacia la derecha, debido

a la succión producida por el motor, empieza a determinar el giro de la palanca, 8, alrededor de su eje, 9, solicitada por la varilla, 10, del émbolo, 11, mencionado; esta palanca, 8, al moverse, tira de la varilla 20, la cual, a su vez, lo hace de la palanca 18, que gira alrededor de su eje, 19, y produce, en definitiva, una tracción sobre la varilla 17, encargada de tirar de las varillas y mandos de los frenos, es decir, que comienza a producirse el aprieto de éstos, adoptándose la posición representada en la figura 179; ahora bien, la palanca 8, en su movimiento de giro, arrastra a la palanca 7, la cual (como se ha dicho en la descripción), por su eje de giro, 7, forma cuerpo con ella, obligando, por la varilla 16, al distribuidor a deslizar a la derecha y ocupar la posición de la figura 179, que, como se ve, interrumpe o cierra la comunicación entre el cilindro y la aspiración del motor, lo cual produce el que se mantenga sobre el émbolo la succión iniciada y permanezca en la posición que empezó a producir el aprieto de los frenos.

Si se quiere dar mayor intensidad al frenado, bastará que el mecánico-automovilista continúe oprimiendo con más fuerza el pedal 1, con lo que avanzará más en su giro, fig. 180, la palanca, 2; ésta, por su varilla 5, obligará a que la palanca, 6, aumente su movimiento de giro anteriormente iniciado, la cual, como antes, por la varilla 16, tirará del distribuidor, 15, hacia la izquierda, con lo que se volverá a establecer la comunicación entre el cilindro y el motor, produciéndose nueva succión sobre el émbolo 11, que le obligará a continuar su avance hacia la derecha; este nuevo movimiento del émbolo hará que su varilla 10, tire nuevamente de la palanca 8, la que por la varilla 20, tirará de nuevo de la palanca 18, y ésta ejercerá una tracción que se transmitirá por la varilla 17, y mandos, a las zapatas de los frenos, que se encontrarán oprimidas con más fuerza que anteriormente.

Si se quiere hacer cesar la acción de frenado y volver a la posición de partida, bastará que el mecánico-automovilista retire el pie del pedal, con esto, el tiro que hacia la izquierda se está ejerciendo por los muelles y resortes que obligan a las zapatas a permanecer normalmente flojas, obligará a la varilla 17, fig. 181, a tirar de la palanca 18, que por la varilla 20, tirará a su vez hacia la izquierda de la palanca 8; ésta arrastrará a la 6 hacia la izquierda también, la cual, solicitada además por la varilla 5 (al volver a su posición pri-

mera por la retirada del pie, la palanca 2), basculará alrededor de su eje 7, empujando a la varilla 16 y distribuidor 15, que tomará la posición de la figura, poniendo el cilindro en comunicación con la atmósfera, o sea que cesará el vacío o succión que en el interior del cilindro se ejercía sobre el émbolo, con lo cual éste marchará hacia la izquierda para volver a ocupar su posición inicial o de reposo.

El mecanismo de este servo-freno, produce, como se ve, su efecto de amplificar el esfuerzo que el conductor ejerce sobre el pedal del freno, pues el movimiento en definitiva de la varilla 17, que es la que manda directamente los frenos, es originado por el que produce el émbolo, debido a la succión que sobre la superficie del mismo ejerce la depresión del motor.

El servo-freno Dewandre, se constituye con dos clases de cilindros 12, figs. 177 á 181, de 125 milímetros y 150 milímetros, según el recorrido que en los varios tipos de coche necesiten efectuar las diversas varillas y mandos, que parten de la varilla 17, para la actuación directa de los frenos.

Con el empleo de uno u otro cilindro, según el tipo de coche, consíguese la aplicación sobre los frenos de un esfuerzo de 75 kilogramos, muy superior al que el hombre puede aplicar con el pie, que oscila entre los 30 y 40 kilogramos.

Puede hacerse también el frenado, mecánicamente, en el caso de que una avería impidiera el funcionamiento del servo-freno, en la forma explicada; para ello, basta oprimir bien a fondo con el pie la palanca 2, hasta conseguir que el tope 4, de la izquierda, empuje a la palanca 18, la que, a su vez, tirará de la varilla 17, y ésta del mando de los frenos, obteniendo así el aprieto de éstos.

*Freno por el motor.*—Modernamente se emplea una disposición de frenado por el motor, especialmente en los vehículos pesados, mediante la cual, con la manecilla de los gases, una vez cerrada por completo la admisión de ellos, se hace que el árbol de excéntricas de las válvulas de escape se traslade dentro de sus cojinetes, y presentando otras excéntricas bajo los pulsadores, se convierten los cuatro tiempos del ciclo motor en los siguientes:

*Primer tiempo.* La válvula de escape y la de admisión están abiertas, pero como el carburador está cerrado, no entra por la segunda mezcla gaseosa alguna, y en cambio, por la primera entra aire.

*Segundo tiempo.* Se cierran las dos válvulas y el émbolo comprime el aire que aspiró en el primer tiempo; al llegar al punto muerto superior, se abre la válvula de escape y el aire que estaba comprimido se escapa al exterior.

*Tercer tiempo.* La válvula de escape continúa abierta y se vuelve a llenar de aire el cilindro.

*Cuarto tiempo.* Se cierra la válvula de escape y se comprime el aire como en el segundo tiempo; al terminar el émbolo su carrera, se abre la válvula de escape.

En cada movimiento ascendente tiene, por consiguiente, que efectuar el émbolo un esfuerzo para comprimir el aire aspirado que contrarresta al empuje que recibe el cigüeñal por las transmisiones desde las ruedas motrices, y, como en cada media vuelta de aquel hay dos émbolos subiendo, el esfuerzo es doble.

El freno se puede usar todo el tiempo que sea necesario, sin riesgo alguno para los mecanismos del carruaje.

*Mecanismo contra el retroceso.*—Para impedir que en la subida de las pendientes puedan irse hacia atrás los carruajes (esta disposición se emplea más bien en los vehículos de grandes pesos, como los camiones), llevan sujetas al eje de las ruedas motrices, una o dos barras, 1, llamadas anclas (fig. 182), que están suspendidas del bastidor por un cable, 2, en la posición 3; cuando el mecánico-automovilista desea, las deja caer y van arrastrando sus extremidades por tierra.

Si el carruaje se va hacia atrás, se clavan las uñas de las anclas en el suelo y contienen la marcha; las cadenas, 5, se gradúan de manera que las anclas no se puedan ir hacia adelante del vehículo, si por ser el terreno blando se clavasen demasiado en él.

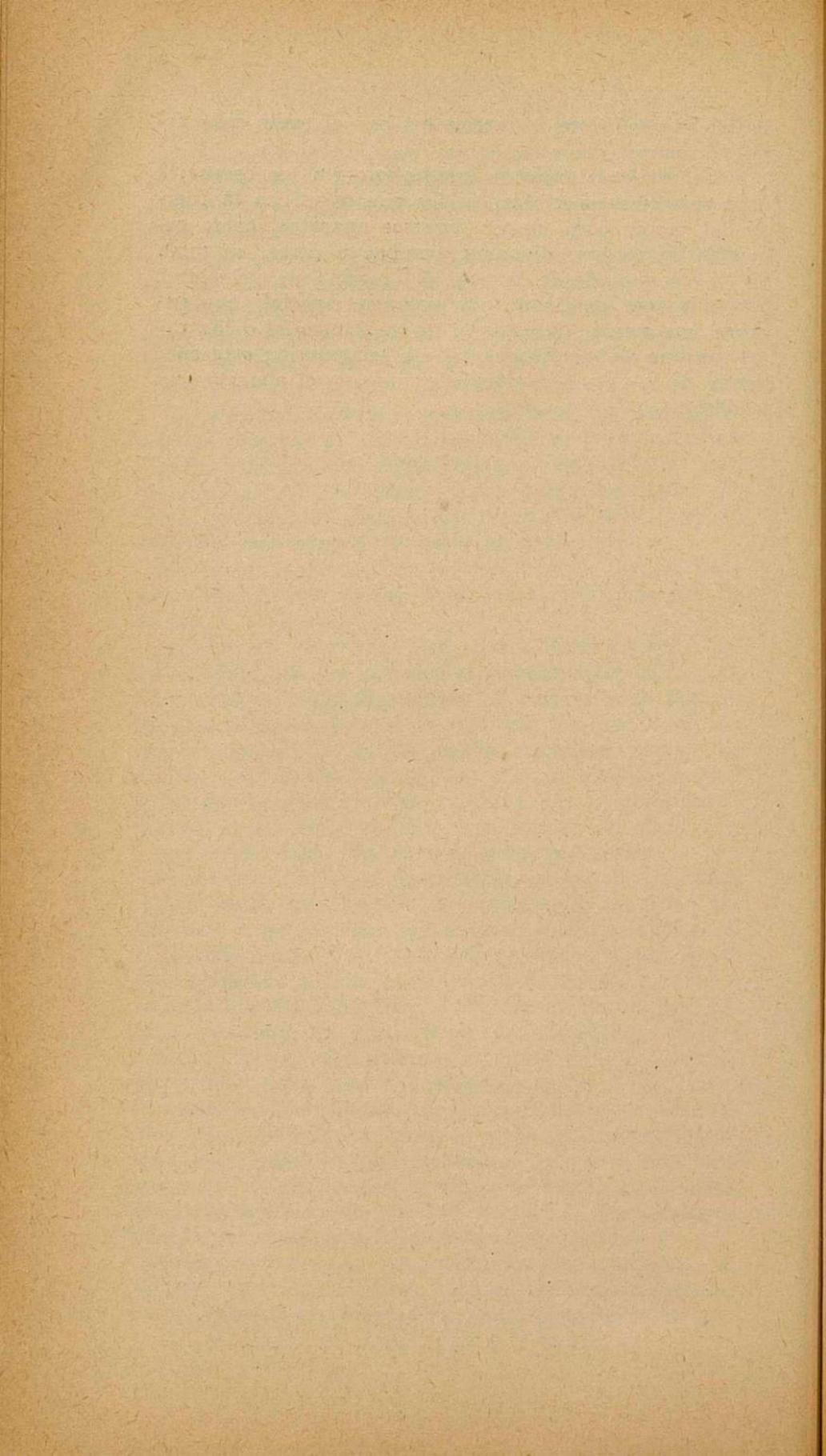
*Anulación del diferencial.*—En los tractores y en algunos camiones de gran carga, es necesario, a veces, anular el efecto del diferencial, bien porque las ruedas patinen en el barro o bien porque se haya embarrancado una de ellas en un terreno arenoso o blando. Para ello, llevan una palanca que se acciona desde fuera del carruaje y que mueve un cerrojo o una horquilla que inmoviliza los satélites del diferencial, estableciendo la unión de las dos coronas de los semiejes, con lo cual queda formado un solo eje rígido.

De esta manera, si una rueda ha embarrancado, la que está en terreno firme, saca al carruaje adelante, y si el terreno es resbaladizo, como éste no lo es por

igual, la rueda que se encuentra con el suelo más firme, arrastra a la otra.

*Transmisión a órganos especiales.*—En los carruajes para servicios especiales, en los que se utiliza la fuerza del motor para mover diversos aparatos, como cabrestantes, tornos, dinamos, bombas u otros, se toma el movimiento desde la caja del cambio de velocidad, haciendo, por medio de una palanca especial, que engrane una rueda, colocada al efecto dentro de dicha caja, con uno de los piñones del eje secundario; esta rueliendo de la caja de velocidades, mueve el aparato que se desea.

---



## CUARTA PARTE

---

### ELEMENTOS DE SUSTENTACION

#### CAPITULO PRIMERO

##### El bastidor.

El bastidor propiamente dicho, es decir, el de que ahora nos vamos a ocupar, consiste en un marco o cuadro, sobre el que se sujetan o afirman los diversos elementos: el motor, transmisiones, caja o carrocería, aletas, estribos, etc., el cual, a su vez, por intermedio de las ballestas de que se habla bien pronto, sirve para apoyar el conjunto de los mencionados elementos sobre los ejes anterior y posterior, portadores de las ruedas, constituyendo así, en definitiva, el vehículo-automóvil, como ya se ha descrito en la primera parte, al comienzo de este estudio.

La figura 183, nos indica cómo va dispuesto en general, el marco o bastidor de un coche para pasajeros o de turismo. Los largueros tienen sección en U, de altura variable, como indican detalladamente las figuras 184 y 185. Tres travesaños, de diferentes formas, los unen, sirviendo además el delantero  $T_1$ , para apoyo del radiador y el central  $T_2$ , como soporte para el tubo de reacción del puente posterior.

El estrechamiento de la parte anterior del marco, deja espacio suficiente para las distintas orientaciones que hayan de darse a las ruedas directrices, permitiendo con esta disposición del marco, que el vehículo recorra curvas más cerradas que en el caso de ser los largueros rectos y paralelos.

Las figuras 186 y 187, representan las maneras de ir dispuesto un marco o bastidor para un camión, que, en general, varía poco de la disposición anterior, salvo las mayores dimensiones necesarias para soportar las cargas. Se compone de: dos largueros 1, de acero es-

tampado, unidos por varios traveseros 2; su parte anterior es más estrecha que la posterior para permitir el juego lateral de las ruedas directoras. Sobre esta parte, está montado el motor, que se cubre con una cubierta o tapa 3 (capó, dicho incorrectamente, al tomarlo del francés «capot»), formado por chapas de palastro; delante del motor está, generalmente, el radiador 4, y detrás el tablero o salpicadero 5; el bastidor suele llevar por debajo una coraza o protector 6, de chapa de hierro o de zinc, para resguardar el motor del barro por su parte inferior; en la parte anterior de los largueros, están los ganchos del remolque 7, y los soportes de los faros 8; en la parte posterior lleva el enganche elástico 9, para remolcar, y para apoyarse en las ballestas, tiene manos, 10, y pies de gallo, 11.

### La caja o carrocería.

(Véase lo explicado en la página 5, *Clasificación de los vehículos automóviles*, al tratar de la *Caja* de un vehículo-automóvil).

### Los ejes.

Los automóviles tienen generalmente dos ejes: uno director que es el delantero o anterior y otro motor, que es el situado atrás, llamado posterior o trasero.

*Eje delantero.*—Todos los ejes delanteros empleados actualmente en automovilismo, son análogos en cuanto a su sistema de construcción y, en cuanto a la forma, difieren muy poco de los representados en las figuras 188 y 189.

Se construyen de acero estampado, de sección doble T, y terminan generalmente en dos horquillas para recibir las manguetas movibles de las ruedas directoras, como ya se ha explicado, si bien hay tipos en los que termina el eje por cada extremo en una parte cilíndrica taladrada, 1, fig. 190, para recibir el eje, 2, de la mangueta movable, 3; ésta termina en dos orejas 4, una de las cuales lleva el alojamiento, 5, para el brazo del cuadrilátero de la dirección. El eje, 2, se sujeta para que no se salga, con la tuerca, 6.

Las manguetas movibles, que son en realidad las manguetas del eje, son de acero cementado y en ellas se apoyan los bujes o los cojinetes de las ruedas, que, generalmente, aun en los camiones de gran carga, son

de bolas. La rueda se sujeta en su sitio por la volandera, 7, y la tuerca, 8.

*Eje posterior.*—El eje posterior, para la mayor parte de los automóviles de hoy día en los que la transmisión es por cárdan, viene a ser el puente posterior de los mismos y está constituido por (fig. 191) una serie de tubos, 1, y piezas huecas, 2 atornilladas unas a otras para contener el diferencial y de la suficiente resistencia para soportar sin deformarse el peso del carruaje. El eje hueco termina fuera de las ballestas, las que se apoyan en las mesetas, 3, y de él salen los semiejes del diferencial, 4, en los que van encajadas las ruedas motrices. Para aumentar las resistencia y evitar la flexión de alguno de estos ejes huecos, llevan los tirantes, 5.

Con los ejes así dispuestos, todo el peso de la parte posterior del carruaje, gravita sobre los semiejes del diferencial, lo que obliga en los automóviles de carga a darles grandes espesores, a reforzar los cojinetes en que se apoyan y a ajustar con esmero todas estas piezas.

Para poder aumentar la carga de los camiones que tienen transmisión por cárdan sin tener que reforzar los semiejes ni sus cojinetes, se ha hecho en algunos tipos (fig. 192), que los tubos, 1, que constituyen la caja o cárter del diferencial, se prolonguen fuera de las ballestas, constituyendo así el verdadero eje del carruaje; en el buje de la rueda, se introduce la parte 2, de la caja o cárter que sobresale y que constituye la mangueta del eje, como si se tratase de un carruaje ordinario; la rueda se fija en su sitio y se limita su movimiento lateral por una volandera, 3, por dentro y una tuerca, 4 que se atornilla al tubo por fuera. El buje de la rueda, tiene un resalte, 5, con muescas, 6, en el que encaja un embrague, 7, con salientes, 8, que por medio de un cuadradillo, 9, se une al semieje, 10, del diferencial, el que por no tener ya más misión que el hacer girar la rueda, puede ser mucho más delgado que cuando tiene que soportar además el camión y su carga.

El cubo de la rueda se cierra con un tapacubos, y para disminuir los rozamientos, el buje no se apoya directamente sobre el eje, sino por medio de unos cojinetes, 11, de bolas o rodillos.

En los carruajes de transmisión por cadenas, ya muy poco usados, el eje posterior tiene la misma forma que el de cualquier vehículo de tracción animal.

Si la transmisión es por engranajes, el diferencial está, de ordinario, apoyado en el eje de las ruedas posteriores y paralelo a él (figs. 193 y 151).

En los automóviles tractores, donde sus cuatro ruedas son a la vez directrices y motrices, claro que los dos ejes tienen sus manguetas giratorias.

### Las ballestas.

La unión o enlace del conjunto bastidor y caja del vehículo, con los ejes y las ruedas del mismo, no puede realizarse directamente, es decir, de una manera rígida, porque las trepidaciones y choques casi continuados a que está sometido el carruaje durante la marcha, a causa de las desigualdades del camino, produciría, en plazo brevísimo, el desajuste y destrucción de los diversos elementos, a más de la notoria incomodidad para los ocupantes del carruaje, así como el posible deterioro de alguno de los efectos transportados, cuando el vehículo fuera de carga, todo lo cual llegaría a determinar la imposibilidad de la locomoción automóvil.

Para evitar tan graves inconvenientes, se realiza tal unión entre los ejes y el resto del carruaje, por intermedio de las ballestas (también llamadas resortes, por la misión que desempeñan) destinadas a absorber o amortiguar esos choques o trepidaciones, tanto más violentos cuanto mayor sea la velocidad; de este modo, se establece un apoyo o suspensión entre los ejes y el resto del carruaje, conocido con el nombre de sistema de suspensión, distinto de unas marcas a otras y, aun dentro de una misma marca, variable de un tipo a otro.

Una ballesta está constituida por varias hojas o láminas de acero templado (figs. 194 y 195); la hoja superior, llamada hoja maestra, 1, lleva en sus dos extremos unos agujeros, 2, para el paso de los pernos, 3, de unión a las manos y pequeñas bielas, ochos o anteojos, 5; las demás hojas, 6, colocadas debajo de la maestra, van disminuyendo de longitud a medida que se acercan al eje. Para que las hojas no se desvíen a los lados, cada una tiene dos pitones que entran en unos ojales de la inmediata, o bien, un nervio corrido a todo lo largo, que entra en un rebajo de la siguiente; las hojas están atravesadas en su centro por el perno capuchino, 8, que impide el corrimiento de unas a lo largo de las otras, cuyo extremo tronco-nico se introduce en el eje, 11. Las ballestas se fijan

a éste, por medio de bridas, 9, con tuercas, poniendo antes, entre las ballestas y el eje, un tarugo de madera, 10, que sirve de almohadilla.

La longitud de las hojas va decreciendo desde la maestra, que es la mayor, si bien, algunas veces, la segunda hoja es igual de larga que aquella.

La curvatura de las hojas no es la misma para todas, sino que va aumentando desde la maestra a la hoja más pequeña, es decir, que si se quita el capuchino que acopla a todas ellas, se verá que las hojas sólo se tocan por los extremos (fig. 194).

*Sistema de suspensión.*—Acto seguido se describen varios de los muchos sistemas de suspensión; ya se ha dicho que hay gran variedad de ellos, bien por la manera de hacerse la unión entre el bastidor y las ruedas, bien por la forma y situación de las ballestas.

La forma de suspensión más generalizada, es la que se indica en la figura 196, en la que *A* es la ballesta delantera y *B* la posterior.

La ballesta *A* se articula en *a*, por medio de un perno, a la mano delantera del larguero, y su otro extremo se une a éste por medio de una biela, *c*, articulada a la mano *b*, que se fija al ala inferior de dicho larguero. Las bielas *c*, son necesarias para permitir los alargamientos de las ballestas bajo el esfuerzo de las flexiones. La ballesta posterior se fija así mismo, por medio de bielas, a las manos *d* y *e*, unidas por pernos o remaches al bastidor y, en muchos casos, se suprimen las bielas de la mano *d*.

La figura 197 indica otra posición para las ballestas posteriores, que se diferencia de la anterior en que la mano trasera, *e*, de dicha ballesta se reemplaza por una media ballesta, *B*, sujeta al bastidor por medio de un soporte, *C*, remachado sobre el mismo. Esta suspensión es muy dulce porque la flexibilidad de la media ballesta *B*, se añade a la de la *A*.

También se aplica en muchos casos, la disposición representada en la figura 198, en la que se emplea una doble ballesta constituida por dos resortes o ballestas, *A* y *B*, articuladas en *a* y *b*, el primero de los cuales se apoya en una zapata que puede oscilar alrededor del eje *C*, fijo al bastidor, mientras que el *B* va montado sobre el eje posterior *d*. El esfuerzo de tracción se transmite por medio de una biela *E*, unida al bastidor en *F*.

Tanto este sistema como el anterior, tienen la ven-

taja de permitir bastidores más cortos para una misma separación entre los ejes delantero y posterior.

Por último, se aplica también con mucha frecuencia para la suspensión de la caja del coche, el sistema llamado de tres resortes (fig. 199), en el que los dos laterales *A* y *B*, tienen sus extremos unidos a los de otro transversal *C*, efectuándose el enlace en *a* y *b*, por medio de las bielas articuladas a la cárdan. El resorte *C*, se fija al bastidor por un soporte remachado al mismo.

Hay también resortes en espiral, constituídos por una lámina de acero, arrollados en esta forma, si bien no suelen emplearse más que en los vehículos industriales, por el gran peso que pueden soportar.

En otros casos, la ballesta posterior va dispuesta con su concavidad hacia abajo, yendo fija al bastidor por uno de sus extremos y por el medio, mientras que el otro extremo se une al eje (fig. 200). Esta disposición de la ballesta se llama cantilever (fig. 185).

Muchas veces la ballesta es, en realidad, media ballesta, como indica la figura 201, y esta disposición es bastante empleada en los coches de pequeña potencia, tanto para las ballestas delanteras como para las posteriores. Algunos coches, en vez de llevar sólo una media ballesta posterior, suelen llevar dos, según representa la figura 202.

En todas las disposiciones que se acaban de mencionar, la dirección de las ballestas es casi paralela a la de los largueros del bastidor. No obstante esto, hay constructores que disponen las ballestas transversalmente, bien las anteriores, bien las posteriores. Como ejemplo, las figuras 203 y 204, nos representan la suspensión delantera y posterior del coche Ford.

*Flecha y flexibilidad.*—La flecha de una ballesta es (fig. 205), la distancia *ab*, entre el centro de la hoja maestra y la recta *MN*, que une sus extremos. La flexibilidad se expresa por el número de milímetros que disminuye la flecha de una ballesta cuando se aumenta en 100 kg. el peso que soporta.

Que una ballesta presenta una flexibilidad de veinticinco milímetros por ciento, quiere decir que disminuye en 25 milímetros su flecha cuando aumenta su carga en 100 kilogramos.

Las ballestas se denominan dulces, cuando su flexibilidad es elevada y duras en el caso contrario.

Las ballestas delanteras de un coche, son siempre más duras que las posteriores.

Es necesario mantener el engrase entre las hojas de ballesta (pues si no, el rozamiento de unas con otras, al moverse, produce ruidos desagradables), a cuyo fin se aplica entre unas y otras una capa de grasa consistente.

*Amortiguadores.*—Supongamos que un coche, lanzado sobre un suelo perfectamente plano (fig. 206), encuentra un obstáculo que levante sus ruedas. Por efecto de ello, el eje del coche tenderá asimismo a levantarse, mientras que el bastidor, por efecto de su masa, opondrá una inercia considerable a ser levantado; inercia que es tanto mayor cuanto más rápida y mayor sea la elevación de las ruedas. Resulta de aquí, que al pasar rápidamente sobre un obstáculo cualquiera: una piedra, un montón de tierra, etc., la altura  $H_1$  será próximamente igual a la  $H$ , mientras que la ballesta se aplastará en una cantidad igual a la diferencia de flechas  $h$  y  $h_1$ , y esta ballesta, aplastada de este modo, almacenará una cantidad de energía que tenderá a restituir al tomar su forma primitiva, proyectando al bastidor violentamente de abajo a arriba, mientras que las ruedas permanecerán siempre en contacto con el suelo.

A consecuencia de esta proyección, la flecha normal,  $h$ , de la ballesta, aumentará de suerte que, una vez que el bastidor llegue al límite de su carrera, dicha ballesta se moverá en sentido inverso, tendiendo a acercar el bastidor al suelo, produciéndose, por lo tanto, una serie de oscilaciones del bastidor sobre las ballestas.

Podría ocurrir también, que el período de estas oscilaciones fuese de tal duración, que una nueva sacudida, producida por otro obstáculo, añadiera su efecto a la anterior, ocasionando la rotura de la ballesta.

Se comprende, pues, que es necesario amortiguar estas oscilaciones, siendo preciso para ello, absorber por un rozamiento la energía almacenada en la ballesta, papel que esta misma llena en parte, puesto que durante la flexión se produce un rozamiento entre las hojas de aquélla a consecuencia de los alargamientos de las mismas, así como entre las articulaciones de las manos de dichas ballestas.

Este frenado de la ballesta por sí misma, que es suficiente para las pequeñas oscilaciones, no basta, sin embargo, para las grandes, por lo que se ha tratado de aumentar la dulzura de la suspensión, añá-

diendo a ésta verdaderos frenos que se designan con el nombre de amortiguadores de suspensión.

Muchos son los sistemas ideados con este objeto, cuya descripción detallada acompaña a cada modelo, por lo que sólo indicaremos los siguientes :

*Amortiguador Krebs.*—Para que los amortiguadores funcionen en forma adecuada, es indispensable que el esfuerzo producido por el frotamiento que originan, sea progresivo y proporcional, en cada instante, al aumento o disminución de la flecha que toma la ballesta, independientemente de la velocidad de translación del carruaje.

Esto se consigue en el amortiguador Krebs, por el frotamiento de metal contra metal, bajo presión variable, pero siempre inferior a la que se admite para los árboles de las máquinas en los cojinetes, evitándose así un desgaste prematuro.

El aparato se compone de una caja metálica, dentro de la cual aparece, en primer término, un cilindro que es solidario con el eje del coche y tiene una serie de muescas donde se alojan una colección de discos que se colocan alternados con otros unidos a la caja por las escotaduras de los pernos, por lo cual resultan de aspecto parecido al de los empleados en un embrague metálico.

Sobre estas láminas, se disponen dos anillos solidarios, como los discos, el primero del bastidor y el segundo del eje. Las caras exteriores de estos anillos, son planas y paralelas, mientras que las superficies de contacto, son helicoidales inversas, unidas por elementos de superficie plana. Esto permite a ambos un corto movimiento sin que se pongan en contacto las hélices, pues cuando esto ocurre y continúa el movimiento relativo de los dos anillos, se separan las caras exteriores de un modo proporcional al desplazamiento de ambos.

Durante la marcha del coche por buen terreno, los movimientos relativos del eje y el bastidor, harán girar a derecha e izquierda el eje indicado, por lo cual resbalarán los discos unos sobre otros sin esfuerzos sensibles, pero cuando la amplitud de la oscilación aumente a causa de los baches, las superficies helicoidales de los anillos montarán unas sobre otras, oprimiendo los discos proporcionalmente al aplastamiento de las ballestas y obligando a la caja del carruaje a descender, para luego elevarse en igual forma, evitando así las sacudidas bruscas que tanto molestan a los pasa-

jeros y contribuyen al rápido deterioro de la máquina, según queda dicho al comienzo de este apartado.

*Amortiguador Houdaille.*—Está basado en el mismo principio que el freno de los cañones y consiste en una rueda de paletas, que se mueve en una caja llena de glicerina, comprimiendo ésta y obligándola a pasar por orificios pequeños que ofrecen gran resistencia al movimiento de la rueda citada y pueden aumentarse o reducirse para variar la acción del freno.

*Amortiguador Hatford.*—Uno de los más empleados en la actualidad, es el amortiguador Hatford, representado en la figura 207; está constituido por dos ramas, *A* y *B*, de una especie de compás; el extremo de una de ellas va unido al bastidor, y el de la otra al eje.

La articulación de las dos ramas tienen lugar en el extremo opuesto, que se ensancha formando una caja circular, *C*, en el interior de la cual se encuentra el elemento de fricción destinado a absorber los choques y frenar la acción de las ballestas. Esta disposición consiste en discos metálicos solidarios de los brazos *A* y *B*, aplicados mediante resortes, contra otros de una madera especial impregnada de materias grasas. La presión de los resortes, se gradúa maniobrando la tuerca *F*, sobre el perno *G*, que sirve de eje de articulación al sistema.

Todas las articulaciones del amortiguador van provistas de cojinetes de esa madera especial.

El funcionamiento de este amortiguador se comprende fácilmente. Durante la flexión, el frotamiento en la articulación, reduce la amplitud de las oscilaciones de la ballesta, oponiéndose a toda reacción brusca.

Al mismo tiempo que estos amortiguadores mejoran la suspensión, evitan, en cierta medida, la tendencia de las ruedas a despejarse del suelo, en las velocidades elevadas.

Además de este tipo de amortiguador, de fricción, que acabamos de describir, existen otros cuyo principio es el siguiente:

Lo primero que hacen es desplazar un émbolo fácilmente en un cilindro lleno de líquido, cuando se mueve en un sentido, y después, frenar el movimiento inverso del émbolo, forzando el líquido a pasar por pequeñas aberturas.

A este tipo pertenece el amortiguador Renault, que

frena los movimientos de la ballesta, tanto cuando sube como cuando desciende.

Este amortiguador es (á constituido (fig. 208), por una caja *C*, solidaria del bastidor, en la que se mueve un émbolo doble, *AB*, sirviéndole de guía una varilla o vástago, *D*, que deja un pequeño espacio entre su superficie y la interior del doble émbolo.

Por el espacio mencionado, se obliga a pasar el líquido cuando se mueve el émbolo, cuya resistencia frena las oscilaciones de la palanca acodada *LM*, por cuyo extremo, *M*, está unida al cuerpo del doble émbolo.

La biela, *N*, va articulada al eje, y, por consiguiente, este eje lleva de tal modo frenadas las oscilaciones que las ballestas le transmiten.

Los amortiguadores deben estar siempre engrasados para evitar que se arañen las piezas en contacto, paralizando su funcionamiento y produciendo choques desagradables. Basta con poner aceite en las articulaciones cada quince días.

## CAPITULO II

### Las ruedas.

Se emplean actualmente para los coches automóviles las ruedas de madera y las ruedas metálicas.

Las ruedas metálicas se subdividen en tres tipos:

Ruedas de radios de acero.

Ruedas tipo Sankey.

Ruedas de disco.

*Ruedas de madera.*—La rueda de madera, usada en los automóviles, conocida con el nombre de tipo de Artillería, se compone de un cubo de acero y de una llanta, unidos por un cierto número de radios de madera conforme indica la figura 209.

Los radios se fijan al cubo mediante los discos *A* y *B*, y los pernos *P*, de sujección.

Las llantas de madera, cuya forma indica bien claro la figura, se componen de cierto número de trozos curvados por el calor (vapor generalmente), que reciben el nombre de pinas, cuyo conjunto va envuelto exteriormente por otra llanta metálica *Y*. Los radios están constituidos por trozos de madera, cuyo cuerpo cilíndrico se termina por un extremo en forma de cuña y, por el

otro, en una espiga, para encajar en orificios taladrados en las pinas.

Suelen presentar los radios, generalmente (figura 209), un cierto *copero* o inclinación con relación al plano de la llanta, copero que debe estar en razón inversa del diámetro de la rueda, siendo distinto, por regla general, para las ruedas delanteras que para las posteriores.

Esta disposición viene impuesta por la inclinación que suele darse a la mangueta del eje, a fin de que los radios permanezcan siempre normales al perfil transversal de la carretera.

Las ruedas de madera presentan el inconveniente de estropearse con facilidad suma, a causa de las alternativas de sequedad y humedad.

*Ruedas metálicas de radios constituidos por varillas.* En estas ruedas, la llanta de acero va ligada al cubo por una serie de radios o varillas de acero, análogamente a los de bicicleta.

Estas ruedas suelen llevar los radios dispuestos según unas superficies cónicas (fig. 210), con objeto de asegurar una indeformabilidad absoluta de la rueda, aun para los esfuerzos laterales.

En los coches modernos las ruedas de radios metálicos son desmontables, y el cubo es, en realidad, un falso cubo hueco, que se sujeta al cubo propiamente dicho, unido a la mangueta.

El único cuidado que ha de tenerse en estas ruedas, es asegurarse que los radios estén convenientemente tensados. Se comprueba la tensión de dichos radios golpeándolos con un objeto metálico y observando si dan todos la misma nota musical. Un radio aflojado se tensa maniobrando la tuerca próxima a la llanta. Si fuera preciso tensarlos demasiado, será necesario desmontar el neumático y limar el extremo del radio que podría romper la cámara.

Se puede, sin embargo, continuar una marcha emprendida, con uno o dos radios flojos y aun rotos.

La figura 211 representa una rueda de radios R. A. F., y las figuras 212 y 213 muestran el cubo y una sección del mismo en la que se ve como va montado sobre la mangueta, por intermedio de rodamientos de bolas.

Sobre este cubo entra la rueda, la que se ajusta por medio de una gran tuerca.

*Rueda metálica tipo Sankey.*—Hay otras ruedas de radios metálicos en que éstos están formados por pie-

zas gruesas, que hacen asemejar aquéllas a las ruedas tipo Artillería, antes mencionadas, estando construídas de palastro. La figura 214 representa un coche provisto de ruedas de esta clase, tipo Sankey. Se fijan análogamente a las de radios en forma de varillas, siendo, por tanto, desmontables, en lo que reside su ventaja sobre las de madera.

Por último, existe otro tipo de *ruedas* metálicas, las *llenas o de disco*, que se conocen con el nombre de ruedas Michelin, por ser esta casa la que ha popularizado dicho tipo de rueda.

Llevan (fig. 215) una llanta metálica ordinaria y un disco de acero, que, por su periferia, va embutido en la llanta, y cuya parte central lleva un cierto número de orificios que permiten la sujeción de la rueda mediante tuercas al cubo, fijo en la mangueta, análogamente a lo dicho para las ruedas desmontables de radios.

*Ruedas de los automóviles para transporte de grandes pesos.*—Camiones. Las ruedas de los automóviles de transporte son de madera o metálicas.

*Ruedas de madera* (figs. 216 y 217).—Tienen el cubo, 1, formado por platos, 2, y bujes metálicos análogos a los del material de artillería; entre los dos platos se sujetan con pernos los *rayos*, 3; éstos llevan su otro extremo encajado en la pina, 4, o en unos casquillos de acero, 5, superpuestos a ella; la pina suele ser de dos piezas, si bien las hay de una sola y de varias; apretando a la pina contra los *rayos*, está la llanta de acero, 6, que es cilíndrica y de anchura adecuada a la carga que la rueda haya de soportar; sobre la llanta de acero se pone la de goma, 7, o banda de rodadura.

Las ruedas directoras tienen en sus bujes cojinetes de bolas para disminuir el rozamiento; las motrices llevan llanta doble de goma (fig. 218), y en los camiones modernos se va generalizando también el dotarla de cojinetes de bolas; llevan, además, estas ruedas, el tambor para los frenos, 8, y si la transmisión del camión es por cadenas, estos tambores terminan en sus bordes por una corona dentada, 9.

Para engrasar los bujes, llevan todas las ruedas una gran tuerca tapacubos, 10 (fig. 216), que se llena de grasa consistente; cuando al montar las ruedas se coloca aquélla en su sitio, se comprime la grasa y se introduce entre el buje y el eje.

Los bujes son de bronce, y si la rueda no tiene co-

jinetes de bolas son cilíndricos, provistos de patas de araña para facilitar el engrase.

Los *rayos* están generalmente, inclinados, formando el ángulo llamado copero, de que antes se ha hablado, que aumenta la resistencia de la rueda; pero los ejes son rectos y sus manguetas no forman, por lo regular, ángulo o sopié como en los carruajes ordinarios; así es que la posición de las ruedas de estos automóviles es vertical, generalmente, si bien hay algunos con las ruedas directrices inclinadas.

*Ruedas metálicas.*—Las ruedas metálicas son de acero fundido o estampado. Las de acero fundido (figura 219), tienen de una sola pieza los radios, 1, que son huecos, el cubo, 2, y la pina, 3; sobre esta se pone directamente la llanta de goma. El buje o los cojinetes de bolas se colocan en el interior del cubo, en alojamientos apropiados; llevan tuerca tapacubos para el engrase, como las de madera, y no tienen copero.

Hay ruedas fundidas sin radios, en las que éstos están sustituidos por un plato que une la llanta con el cubo, como antes se ha dicho para las de discos.

Las de acero estampado se componen de una llanta con nervios hacia su interior, que se unen a otros de que está provisto el cubo, por medio de rayos o por platos del mismo metal, cosidos con pernos o con remaches.

Tanto en las fundidas como en las estampadas, las motrices tienen los tambores de los frenos atornillados a los radios.

*Llantas.*—Para preservar a los carruajes todo lo posible de las trepidaciones que las pequeñas desigualdades del suelo les comunican y que desajustan el motor y los mecanismos, como a continuación se explica con más detalle al tratar de los neumáticos, las ruedas de los automóviles están provistas de llantas de goma o caucho; en los camiones estas llantas son macizas, especialmente en los destinados a transportes de grandes pesos.

Estas llantas macizas se componen (fig. 220) de un aro de hierro, 1, de anchura algo menor que la de la llanta metálica de la rueda en que ha de ir montada; su superficie exterior está acanalada, y sobre ella lleva fundida una capa, 2, compuesta de una mezcla de asfalto y caucho, que sirve para unir la parte 3 de caucho con el aro.

El diámetro interior de éste es un poco menor que el exterior de la llanta de la rueda y se coloca la de

goma sobre ésta, obligándola por medio de una fuerte prensa, quedando sujeta a la rueda sólo por el rozamiento de las dos partes de hierro.

La parte de caucho puede ser de sección semicircular o trapezoidal, y su anchura es proporcionada al peso máximo que ha de soportar la rueda.

Las dimensiones de una llanta se indican por el ancho en milímetros de la parte de goma, y el diámetro exterior, también en milímetros, de la rueda con la llanta puesta; así, al decir que una llanta es de ciento cuarenta por novecientos ochenta, se indica que la parte más ancha de la goma es de ciento cuarenta milímetros y que el diámetro de la rueda es de novecientos ochenta milímetros.

*Llantas desmontables.*—Para evitar el empleo de la prensa al colocar las llantas de goma macizas, hay tipos de éstas (fig. 221) en que la armadura de hierro tiene por su parte interior unos biseles, 2, en los que entran, por la parte exterior de la rueda, el aro cónico, 3, que es empujado por la corona, 4, y por la parte interior la pieza con uña, 5; por medio de pernos, 6, que atraviesan las pinas, se aprietan las uñas, 5, y los aros, 3, entre los biseles de la armadura de la goma y la llanta, 7, de la rueda, acuñando fuertemente una contra otra.

Otro tipo de llantas (fig. 222) es el constituido por unas tiras de caucho, 1, de sección trapezoidal, atravesadas, en su parte inferior, de trecho en trecho, por varillas de hierro, 2, cuyos extremos salen fuera de la goma; la rueda tiene su llanta, 3, de la forma indicada en la figura. Para aplicarle la parte elástica, se corta la longitud de tira necesaria para rodear la rueda, se envuelve con ella la llanta metálica y para fijarla se colocan unos aros de acero, 4, a los que se fuerza con unas palancas a pasar por encima de los bordes, 5; al volver los aros a su dimensión normal, apoyan contra los extremos de las varillas, 2, sujetándolas contra la rueda.

*Llantas huecas.*—Otro tipo de llantas de goma es el de las huecas sin neumático, empleadas en los vehículos de transporte de pequeños pesos; unas tienen el hueco interior corrido y otras tienen huecos espaciados de trecho en trecho (fig. 223).

Estos tipos no se han generalizado, y el empleo en casi todos los carruajes de transporte es la llanta de goma maciza metida a presión.

### Las bandas de rodadura.

*Bandas de rodadura, macizas.*—La llanta metálica que ciñe exteriormente el contorno de la rueda, recibe, generalmente, una banda de caucho, cuyo objeto es asegurar la comodidad de los viajeros y disminuir la resistencia al rozamiento. Pueden ser macizas, huecas o neumáticas. Las primeras sólo se emplean en los automóviles industriales, y aun para éstos ya se va desechando su empleo, sobre todo para los que transportan pesos no muy grandes, sustituyéndolas por las neumáticas; las bandas huecas son más elásticas que las macizas, pero se rompen fácilmente, por lo que se emplean muy poco, representando la figura 223 dos de las disposiciones más generalizadas, como ya se ha dicho al describir las ruedas de los camiones.

*Bandas neumáticas.*—Son las que se emplean casi exclusivamente (aunque resulten caras y estén expuestas a frecuentes averías), porque preservan el coche de las vibraciones que producen los choques con la carretera, las cuales deteriorarían rápidamente los mecanismos. Dichas bandas constan de dos partes (figura 224 y 225).

Primera. *La cámara de aire*, que se compone: de un tubo circular de goma, *P*, con una válvula, por la que se inyecta el aire que proporciona las cualidades elásticas, juntamente con las de la goma. La válvula que representa la figura es la Michelin, que no difiere mucho de las demás y se compone de un cuerpo, *A*, roscado exteriormente, que se fija a la llanta merced a la tuerca *M*, la cual oprime un disco de caucho, *N*. En su extremo penetra la pieza roscada, *B*, que lleva una valvulita de goma, *O*, que los franceses llaman obús, por su forma de granada de artillería, cuyo vástago, *L*, resbala en el interior de *B*, y sale al exterior; *B* lleva una rosca del mismo paso que la de *A*, y se fija a ésta por una tuerca, *C*.

De esta descripción se deduce que si se atornilla el tubo de la bomba de inflar neumáticos al final de *B*, y se empieza a inyectar aire, la válvula *O* se separará de su asiento, permitiéndole la entrada; pero la misma presión le apoyará después sobre él, impidiendo fugas cuando se retira el tubo. Sin embargo, para mayor seguridad, una vez terminada la inflación, se atornilla la pieza *D* y se protege toda la válvula con el tapón *S*.

Segunda.—*La cubierta*, que tiene por objeto proteger la cámara y consta a su vez de dos partes: una, *R*, formada por una serie de capas alternadas de caucho y lona, que presenta en su parte inferior unos ensanchamientos llamados talones, los cuales penetran en unos rebordes que con este objeto lleva la llanta metálica de la rueda, talones que sirven para sujetarla, y otra, la *S*, llamada protector, constituida por tres capas de caucho y lona, cuyo espesor aumenta de los extremos al centro y que va unido a la parte *R* por vulcanización, pues de otro modo se despegaría cuando el coche alcanzase mucha velocidad.

Como los talones no bastan para sujetar la cubierta, se emplearon, primeramente, cuatro o cinco pernos de seguridad, que, atravesando la llanta metálica a la que sujetaban por medio de tuercas, comprimían aquellos talones contra la llanta. Esta disposición es ya anticuada, y modernamente se emplean cubiertas con válvula perno (fig. 225), que sólo se diferencian de las dos anteriores en que no necesitan pernos de seguridad, lográndose la sujeción de la cubierta a la llanta por medio de la pieza metálica y la tuerca de orejas que se ve en la figura.

*Resbalamiento lateral*.—El coeficiente de adherencia del caucho sobre el suelo disminuye muchísimo cuando éste está lleno de barro, hasta el punto de que muchas veces llegan a patinar las ruedas en lugar de avanzar sobre el suelo, pudiendo ocurrir lo mismo cuando se frena, aunque sea moderadamente.

Sucede, por lo tanto, muchas veces, que al dar una virada, el coche resbala de costado; es decir, se desplaza lateralmente hacia el exterior de la curva en un sentido perpendicular a la dirección de marcha, siendo debido este fenómeno a que la adherencia del coche sobre el suelo no es suficiente para contrarrestar el efecto de la fuerza centrífuga.

Estos resbalamientos son muy peligrosos porque resulta muy difícil corregirlos una vez producidos, y, para atenuarlos, ya que no para evitarlos, se han ideado las llantas anti-resbaladizas o anti-deslizantes (llamadas anti-derrapant, del francés antiderrapant), las cuales no son otra cosa que cubiertas de neumáticos ordinarios, a las que se fija una tira de goma, guarnecida de salientes de la misma goma, con los que se forma una superficie rugosa y llena de desigualdades.

*Llantas desmontables*.—Para evitar las pérdidas de tiempo que produce la inflación de un neumático du-

rante la marcha, se han ideado recientemente varios sistemas de llantas, en las que se llevan inflados los neumáticos de repuesto, bastando cambiar la llanta, merced a disposiciones especiales que facilitan esta operación, para reemplazar el neumático desinflado.

*Llantas gemelas.*—Los automóviles de gran peso suelen llevar, en cada una de las ruedas posteriores, una doble llanta, sobre la que se montan dos neumáticos con objeto de que el peso se reparta sobre una superficie mayor, disminuyendo las probabilidades de avería.

Estas llantas pueden ser también desmontables.

*Modo de elegir los neumáticos.*—Antes de explicar lo relativo a la manera de ser elegidos los neumáticos, conviene saber que, bajo la denominación de neumáticos, suelen considerarse comprendidos los dos elementos que lo constituyen: la cámara y la cubierta, y que cuando se hable de dimensiones de neumáticos, se suele referir siempre a las de la cubierta correspondiente.

En la elección de los neumáticos influyen, tanto la potencia del motor, como el peso que carga sobre cada uno de los ejes del coche, puesto que el empleo de un neumático de sección insuficiente, lejos de constituir una economía, produce el rápido deterioro del mismo.

Es asimismo conveniente que los dos juegos de ruedas tengan las mismas dimensiones, porque permite utilizar, en las de adelante, las cubiertas fatigadas por un uso continuado sobre las ruedas de atrás; pudiendo reducirse también el número de las que se lleven de repuesto, sobre todo si van montadas sobre llantas desmontables.

El cuadro que sigue indica las dimensiones que deben emplearse en cada caso.

Peso máximo que pueden soportar los neumáticos, según sus dimensiones, y presión a que deben inflarse.

Dimensiones.....	Peso máximo que pueden soportar en kilogramos....	Cuando el neumático soporte.	Es preciso inflarlo.
		Kilogramos	Kilogramos
65	275	150 a 200	3,5
		200 a 275	4,5
75	220	150 a 200	3,5
		200 a 220	4
85	300	200 a 250	4
		250 a 300	4,5
90	450	250 a 350	4 a 5
		350 a 450	5 a 5,5
105	520	300 a 450	4 a 5
		450 a 520	5 a 5,5
120	600	400 a 500	4,5 a 5,5
		500 a 600	5 a 5,5
135	675	500 a 600	5 a 5,5
		600 a 675	5,5 a 6
150	750	500 a 650	5
		650 a 750	6

*Desmontado y montado de neumáticos con válvula perno*

Prescindimos de describir el montado y desmontado de neumáticos con pernos de seguridad, porque ya se

ha desechado el uso de los mismos, concretándonos a explicarlo para los neumáticos con válvula perno, por ser los que han venido a sustituir a aquéllos.

DESMONTADO:

1.° *Levantar el coche con el gato*, para lo cual se cuidará de poner el coche sobre un suelo horizontal y bien calzadas las demás ruedas, colocando el gato sobre un firme duro, y si el suelo no lo es, se pone el gato sobre un taco de madera, plancha metálica o piedra plana, para que reparta la presión y no se hunda el suelo.

2.° *Aflojar la válvula*, se desatornillan algunas vueltas de su tapa o cubierta y se levanta de abajo a arriba con el desmontable puesto con la mano, con el fin de separar la placa de aquélla, de los talones, destornillándose por completo luego la cubierta o tapa de la válvula.

3.° *Desprender el talón exterior de la cubierta*, llevando ésta con una mano hacia el coche, mientras con la otra se hace correr el extremo de una palanca apoyada fuertemente contra la llanta, todo alrededor del talón de aquélla, teniendo cuidado de levantar la válvula (fig. 226).

4.° *Sacar de la llanta el talón exterior* (figuras 227 y 228), para lo cual se empuja con la mano izquierda la parte de la cubierta que queda en lo alto de la rueda, hasta introducir el extremo del desmontable entre el talón y la llanta. A continuación se introduce el extremo plano de la palanca acodada unos 25 centímetros a la izquierda de la otra, como indica la figura 227, y se hacen girar ambas palancas hacia el tapacubos para que pueda salir una parte del talón.

Se saca luego la primera palanca, llevándola 15 centímetros a la derecha de su primera posición, como indica la figura 228, haciéndola girar como antes para sacar otro trozo del talón; hecho esto, se retiran las dos palancas, continuando con la primera en igual forma.

Cuando al empezar la operación hubiese dificultad para introducir la palanca recta, deben emplearse las dos en el mismo punto, empujando al talón con una de ellas y apalancando con la otra hasta introducirla. Es indispensable apoyar siempre la palanca contra el fondo de la llanta, para no deteriorar la cámara.

5.° *Retirar la cámara de aire* y luego, si es preciso, la cubierta. Se tira de la cámara hacia sí, pero en el

extremo que se acaba de sacar de la cubierta, es decir, del punto diametralmente opuesto al que ocupa la válvula, hasta que aquélla quede detenida sólo por ésta, en cuyo momento se coloca la horquilla, como indica la figura 229, o sea comprendiendo con sus brazos la válvula y la cámara de aire, sin pellizcar ésta y de modo que la horquilla se apoye en el fondo de la llanta; se levanta luego la palanca hasta que la válvula pueda sacarse con facilidad de su asiento.

Cuando se piense cambiar la cubierta, es necesario, una vez sacada la cámara de aire, introducir el desmontable por el lado interior de la rueda (fig. 230), y tirar hacia sí de la cubierta hasta que se desprenda, como indica la figura 232, continuándose entonces la operación con la mano.

Si no hubiera sitio para maniobrar por detrás de las ruedas porque las aletas del coche lo impidieran, se realiza la operación introduciendo el desmontable por delante (fig. 231), y se lleva a cabo lo mismo que antes.

#### MONTADO:

1.° *Se da talco a la cámara* con un trapo impregnado en él, sacudiéndola después para que caiga el exceso e inflándola ligeramente, para hacer desaparecer todos los pliegues.

2.° *Colocar el talón interior de la cubierta.* Se introduce en la llanta por el orificio de la válvula un taco de madera o una válvula vieja, en el que se sujeta la muesca que lleva la cubierta para el paso de aquélla, del modo que indica la figura 233, empujándola luego con las dos manos, para que entre en dicha llanta la mayor parte posible del talón. A continuación se coloca la palanca acodada a unos 15 centímetros de la parte del talón últimamente introducida, conforme indica la figura 234, apalancando hacia abajo para que entre la mayor longitud posible del talón y siguiendo de igual modo hasta terminar la operación.

Por último, se empuja con las dos manos (figura 235), toda la cubierta, para que el talón tome por completo la posición debida.

3.° *Colocar la cámara de aire.* Se aplasta bien la cámara de modo que quede bien plana y se espolvorea con talco. Se retira la falsa válvula de que se acaba de hablar, empleando la horquilla en forma parecida a como se ha dicho para sacar la cámara, y se coloca la válvula de ésta en la forma que indica la figura 236); luego, se va introduciendo la cámara en

la cubierta por troz̄os (fig. 237), pero sin torcerla ni esirarla, para que después no se produzcan pellizcos ni dobleces.

Por último, se inyecta en la cámara un poco de aire para convencerse que está bien montada.

4.° *Montar el talón exterior.* Se introduce unos quince centímetros a la derecha de la válvula, y entre el talón y la misma, la punta del desmontable, haciéndolo girar después como indica la figura 238 y colocando a su lado la palanca acodada, para sujetar la parte de talón ya montada (fig. 239).

Se retira luego el primer desmontable, colocándole a unos quince centímetros a la izquierda de la válvula, haciéndole bascular en igual forma, al mismo tiempo que, con la otra mano, se levanta la válvula, para que pueda entrar por debajo de la placa que sujeta a la cámara, en la entalladura que lleva para ello el talón, continuándose de igual modo de trecho en trecho.

5.° *Comprobar el montado.* Se empuja la cubierta con una mano mientras con la otra se levanta el talón, valiéndose de la punta del desmontable (fig. 240), y se observa si aparece la cámara por alguna parte, en cuyo caso, que es producido por algún pellizco, se saca el talón en la parte correspondiente, volviéndole a colocar una vez desaparecido aquél.

Los talones deben llenar por completo las garras de la llanta; si así no sucede, es porque la llanta está deformada en algún punto y debe corregirse lo antes posible, porque rodar de ese modo es muy expuesto a un estallido.

6.° *Inflar la cámara.* Se utiliza la bomba de mano, la botella de aire comprimido o el motor, cuando tiene la disposición para ello, inyectando aire hasta que alcance la presión debida, según el peso del coche, lo que se conoce prácticamente en que el aplastamiento del neumático contra el suelo, cuando se quita el gato, es muy pequeño.

7.° *Quitar el gato.* Echar a un sitio donde no sea estorbo en la carretera las piedras que han servido de calzos a las ruedas; sacar el aire a la cámara vieja, montar su válvula, guardarla cuidadosamente doblada y recoger con orden toda la herramienta.

#### DESMONTADO Y MONTADO CON LLANTAS DESMONTABLES.

Explicaremos primero el modo de reemplazar la llanta desmontable.

DESMONTADO:

- 1.º *Levantar la rueda.*
- 2.º *Quitar la tapa o cubierta de la válvula.*
- 3.º *Aflojar las tuercas de las garras por medio de un berbiquí apropiado (fig. 241).*
- 4.º *Retirar las garras,* operación que se ejecuta a mano. Si presentan alguna resistencia, se introduce de una u otra parte entre la llanta y la rueda, de modo que abrace a aquélla lo más profundamente posible (fig. 242), los extremos afilados de dos palancas, separándolas simultáneamente (fig. 243).
- 5.º *Retirar la llanta desmontable.* Se hace girar la rueda para que la válvula quede en su parte superior, y se tira de la llanta por su parte inferior, levantándola (fig. 244), luego, para sacar la válvula.

MONTADO:

- 1.º *Preparar la válvula,* retirando su cubierta o tapa y comprobando la presión, apretando bien a fondo el tapón de aquélla.
- 2.º *Colocar la llanta sobre la rueda.* Se coloca el orificio de la válvula en alto; se introduce luego ésta y se acaba de colocar la llanta en su sitio.  
Después se fija cada garra con su perno, comenzando por una de las opuestas a la válvula, atornillando a mano las dos o tres primeras vueltas de las tuercas. Si esta operación se hace difícil, se introduce el extremo de una palanca (fig. 245), entre la llanta y la rueda, apalancando con ella para poder introducir la garra.
- 3.º *Apretar las garras,* se aprietan primero un poco las dos opuestas a la válvula, siguiendo con las inmediatas y apretándolas después a fondo en el mismo orden.
- 4.º *Colocar la cubierta o tapa de la válvula.*

# APENDICE

## Vehículos de adherencia total.

*El punto de apoyo*, de la propulsión de vehículos automóviles, reside en la *adherencia al suelo de las ruedas motoras*.

Las bandas de rodadura y el suelo, tienen asperezas a simple vista.

*La presión transmitida al suelo*, que es función de la carga total que gravita sobre la rueda, forzarán a que estas asperezas penetren las unas en las otras.

La adherencia depende, pues, de la naturaleza de las superficies en contacto (bandas y pavimento), y no habrá resbalamiento, es decir, la rueda no patinará más que en el caso de que el *esfuerzo tangencial de tracción* sea superior al *límite de la adherencia*.

El esfuerzo tangencial en la llanta, se obtiene hallando el producto de la potencia del motor, expresada en kilográmetros-segundo, en el momento que se considere, por el rendimiento de la transmisión (o sea la potencia disponible en la llanta), y, dividiendo este producto por la velocidad de la llanta, en metros por segundo.

Así, si se necesita determinar el esfuerzo tangencial en la llanta de la rueda de un camión, cuyo motor desarrolla normalmente 20 H. P., el rendimiento de la transmisión es 0'70, y con una velocidad en la llanta de cinco metros por segundo (18 km. por hora), el esfuerzo tangencial será:

$$\frac{20 \times 75 \times 0'7}{5} = \frac{1050}{5} = 210 \text{ kilogramos.}$$

Y sobre cada una de las ruedas 105 kilogramos.

FORMULA DE LA ADHERENCIA.—Esta fórmula permite resolver numerosos problemas sobre la transmisión.

Si C, representa el coeficiente de adherencia; P, la

presión en kilogramos ejercida sobre el suelo por las ruedas, y A, el esfuerzo límite de la adherencia, o, abreviadamente, la adherencia, las tres cantidades C, P y A están ligadas por la igualdad,  $A = P \times C$ .

Como P está expresada en kilogramos, y C es un coeficiente numérico, el producto,  $P \times C$ , o sea A, vendrá en kilogramos.

La determinación de C, hay que hacerla para cada tipo de bandas de rodadura, y sobre caminos diferentes y en distinto estado.

Se elige para cada caso un camión, cuyo eje motor esté cargado con un peso determinado.

Conocida la potencia del motor y el rendimiento de la transmisión, se hace variar aquélla aumentándola, y en cada momento se calcula el esfuerzo tangencial en la llanta, hasta llegar a que las ruedas patinen, con lo que habremos llegado al límite de la adherencia, y ésta tendrá por valor el del esfuerzo tangencial correspondiente.

Si con el motor que se realiza el ensayo no se llegase al resbalamiento, se montaría sobre el camión uno de mayor potencia hasta conseguirlo.

Determinada A, como se parte de un valor dado a P,

el valor de C se obtendrá por la fórmula  $\frac{A}{P}$ , que será

el coeficiente de adherencia para el tipo de bandajes empleado y en el terreno que se haya efectuado la experiencia.

De este modo se han obtenido los valores de 0,20, 0,25, 0,30, 0,32 y 0,35 para los coeficientes de adherencia de bandas macizas sobre carretera, según el estado de la misma.

*Esfuerzo de tracción al arranque (en llano).*—Este esfuerzo es superior al esfuerzo de tracción en marcha, pues hay que vencer la inercia de toda la masa del vehículo.

Como se puede llegar a la velocidad que el vehículo ha de adquirir en un plazo de tiempo mayor o menor, el esfuerzo de tracción al arranque es variable y tanto menor cuanto más tarde el carruaje en tomar dicha velocidad.

La fórmula práctica que da el esfuerzo de tracción al arranque es  $F = 100 \frac{t}{V}$  por tonelada, en la que

V, representa la velocidad normal, y t, el tiempo que se emplee en llegar a ella.

Existe la tendencia al arranque progresivo a fin de que el esfuerzo de tracción correspondiente tenga valores próximos a los esfuerzos de tracción que tienen por objeto mantener la velocidad normal.

*Esfuerzo de tracción corriente (en llano).*—Las resistencias que se han de vencer para la tracción de un vehículo automóvil, son:

1.<sup>a</sup> Las resistencias pasivas de todo el mecanismo.

2.<sup>a</sup> La resistencia del aire, que tiene importancia para vehículos cuya velocidad es superior a 10 metros por segundo, o sea 36 km. por hora, y que, por lo tanto, no hay que considerar en camiones y tractores.

3.<sup>a</sup> Las resistencias pasivas debidas al frotamiento de las manguetas de los ejes en los cubos de las ruedas.

4.<sup>a</sup> Las resistencias del camino en las viradas.

Se admite como valor del *esfuerzo medio de tracción*, en llano, para vehículos lentos (camiones y tractores), el de 30 kg. por tonelada desplazada.

*El esfuerzo de tracción en rampas ascendentes y descendentes.* *Esfuerzo de tracción corriente.*—Para obtenerlo prácticamente, se aumenta o disminuye un kilogramo por milímetro de pendiente y por tonelada al esfuerzo medio de tracción (30 kg. por tn.).

Así, para subir una rampa de 1'5 por 100 o sea de 15 mm. por m., el esfuerzo de tracción será por tonelada; 30 kg. + 15 kg. = 45 kg.

Si la rampa estuviera en descenso, se retirarían los 15 kg.

Se calcula el esfuerzo necesario para arrancar en pendiente ascendente, tomando en consideración el tiempo que se ha de emplear para que el vehículo adquiera la

velocidad normal, y por la fórmula  $F = 100 \frac{t}{V}$  se

determina el esfuerzo de arranque en llano, añadiendo a éste el suplemento de esfuerzo calculado conforme se acaba de indicar.

## Tractores

Se da este nombre a los automóviles de carga que están dispuestos, además, para remolcar a otros carruajes, formando trenes con ellos. Sus características

principales son: el *tener sus cuatro ruedas motoras*, y el estar provistos de un torno o de un cabrestante con su cable, que accionado por el motor del carruaje, sirve para sacar el camión de los atolladeros, para subir pendientes muy fuertes, para remolcar los carruajes del tren en los sitios difíciles y para ciertas maniobras de fuerza.

Los tractores en el Ejército, se emplean para el arrastre de vehículos de gran peso que carecen de medios para moverse por sí mismos, como los remolques de los Parques móviles (camiones talleres, almacenes, etc.), y en especial para remolcar el material pesado de Artillería, para el artillado de baterías y para el transporte de municiones de grueso calibre. En los trabajos civiles se usan para el transporte a remolque de grandes pesos indivisibles, como calderas de máquinas de vapor, piezas de sillería, maderos de grandes dimensiones y viguería de hierro.

El motor y los mecanismos de estos automóviles son análogos a los de los camiones, si bien más robustos, para que puedan estos carruajes desempeñar su misión satisfactoriamente.

Como sus cuatro ruedas reciben el movimiento del motor, tienen que estar dispuestas de manera que en las curvas tomen, cada una, la velocidad que les corresponda, y con este objeto se las dota bien de un diferencial en cada eje, que funciona independientemente uno de otro, o bien de un sólo diferencial que sirva para las cuatro ruedas, y hace que las de cada lado tengan en las curvas la misma velocidad. Existe también algún tipo de tractor con tres diferenciales, uno en cada eje, y otro central.

Hay tractores en que las cuatro ruedas, además de motrices, son, a la vez, directrices, y en este caso, las ruedas de cada lado toman en las curvas la disposición indicada en la fig. 246.

La transmisión del movimiento a las cuatro ruedas se efectúa desde la caja de velocidades a los dos ejes, por cadenas o por engranajes, variando la disposición de estos mecanismos, como se verá en los siguientes modelos de diferentes constructores.

*Tractor Daimler* (Mercedes, fig. 247).—De la caja de velocidades, 1, salen dos ejes, 2, con juntas de cárdan, 3, en cada extremo; estos ejes están unidos a los diferenciales, 4, de los dos ejes. Los semiejes del delantero terminan en dos piñones cónicos, 5, que engranan con los 6, montados en el mismo eje que

otros, 7, los cuales engranan en una corona, 8, que tienen las ruedas en su parte interior. El eje de piñones, 6 y 7, es, en cada lado, el eje de giro de la mangueta movable de las ruedas delanteras, que en este carruaje son las únicas directoras, y, por consiguiente, cualquiera que sea la posición de estas ruedas con respecto al bastidor, se efectúa la transmisión del movimiento en las mismas condiciones que cuando están paralelas a él.

Las ruedas posteriores están montadas en un eje independiente, 9, y reciben el movimiento por los semiejes de su diferencial, que es del tipo corriente, y por los engranajes rectos, 10, análogos a los de la figura 151.

*Tractor Skoda* (Austro-Daimler, fig. 248).—Es también de dos ruedas directrices. Tiene un sólo diferencial, 1, situado debajo de la caja de velocidades, 2; las ruedas, 3 y 4, que engranan con las coronas del diferencial, están unidas a los ejes, 5 y 6, respectivamente; estos ejes terminan por sus extremos en piñones cónicos, que dan movimiento a las cuatro ruedas; a las delanteras, por medio de otro piñón, 8, y un engranaje, 9, análogo al del *Mercedes*, ya explicado, y a las posteriores, por el piñón cónico, 10, y engranaje recto, 11.

Este tractor y el *Mercedes*, se emplean en nuestro Ejército para el arrastre del material de Artillería pesada.

*Tractor Panhard*.—En este carruaje (fig. 249), las cuatro ruedas son motoras y directoras; a la caja de velocidades, 1, está unido el diferencial, 2, que sirve para las cuatro ruedas; en los semiejes, 3, están montados sus piñones, 4, que engranan con otros, 5, montados en los extremos de los ejes, 6, que hacen girar a los engranajes, 7, de las ruedas, los cuales son análogos a los de las directoras del *Skoda* y del *Mercedes*.

En otro tipo de esta casa, cada uno de los ejes, 6, termina por un husillo, que engrana con una corona, suprimiéndose así los piñones, 7.

*Tractor Latil*: Las cuatro ruedas (fig. 250), son motrices y directrices. La caja de velocidades, 1, está unida al diferencial, 2, del eje delantero; los semiejes, 3, tienen juntas cárdan de dados en el arranque, 4; del diferencial y de rótula, 5, en su unión con las ruedas; éstas giran por el empuje de un engranaje recto, formado por corona en la rueda y piñón, unido

a la rótula, 5. La transmisión a las ruedas posteriores se efectúa por el árbol, 7, que une a la caja de velocidades con el diferencial, 8, de las ruedas posteriores. Los diferenciales de los dos ejes son independientes de éstos y están colocados encima de ellos.

*Tractor F. W. D.*—Las cuatro ruedas (fig. 251), son motoras, pero sólo son directoras las delanteras; tienen tres diferenciales, uno en cada eje y otro central.

La caja de velocidades, 1, está unida al diferencial central, 2, por una ancha cadena encerrada en la caja; de este diferencial salen dos ejes de transmisión, 4 y 5, con juntas de cárdan, 6, que dan movimiento a los diferenciales, 7 y 8, de los ejes de las ruedas; las ruedas directoras están unidas a los semiejes por rótulas, 9.

Por medio de las llaves, 10 y 11, se puede aislar del diferencial central uno u otro de los ejes de transmisión, 4 y 5, y, en ese caso, dejan de ser motoras las ruedas respectivas, marchando el carruaje por la impulsión de las otras.

De este tipo hay algunos en servicio en varias de nuestras unidades de Artillería.

*Camión ligero Jeffery.*—Las cuatro ruedas (figura 252), son motrices y directrices; de la caja de velocidades, 1, salen dos árboles de transmisión, 2, a los diferenciales, 3, que están colocados encima de los ejes, 4, de las ruedas. Los semiejes, 5, de los diferenciales, transmiten el movimiento a las ruedas por medio de los piñones rectos, 6, que están unidos a ellos por las juntas de cárdan, 7, y que engranan con las coronas de las ruedas.

Existen algunos otros tipos franceses y americanos que difieren poco de los explicados.

*Dirección.*—Si solamente son directoras las ruedas delanteras, la dirección del tractor será como en los automóviles ordinarios.

Si las cuatro ruedas son motrices y directrices (figura 253), cada uno de los ejes forma parte de un cuadrilátero de dirección diferente, 1 y 2, análogos a los ya explicados; estos cuadriláteros se mueven simultáneamente por medio de las bielas, 3, accionadas por los dedos, 4, que salen del eje común, 5, unido al bastidor; este eje termina en un piñón, 6, que engrana con el husillo de la columna 7.

Al girar el eje, 5, los cuadriláteros, 1 y 2, se mueven

hacia el mismo lado y las ruedas de cada eje quedan orientadas en sentido inverso.

*Transmisión al torno.*—La transmisión al torno o al cabrestante (fig. 254 y 255), se hace desde la caja de velocidades, 1, en la que hay un tercer eje con un piñón, que se hace engranar por medio de una palanca especial, 2, con otro del eje que esté en movimiento; este tercer eje se prolonga hasta el torno o el cabrestante, al que mueve por medio de un engranaje, 4, de husillo y corona.

También se puede tomar la fuerza (fig. 256), desde el eje de embrague, 1, en el que hay un husillo engranado con una corona, 2, en cuyo mismo eje está montado el piñón, 3, que por medio de una transmisión de cadena y rueda dentada, 4, mueve el cabrestante, 5.

Se conecta o desconecta el engranaje de husillo y corona, por medio de la palanca 6.

*Accesorios para las maniobras.*—Con objeto de facilitar las maniobras de fuerza y el paso en los sitios difíciles, los tractores suelen estar dotados de diversos accesorios, que llevan en sus cajas o colocados convenientemente en las plataformas.

Para evitar que las ruedas se hundan en los terrenos blandos, hay unos tambores (fig. 257), de palastro, 1, que se fijan a los bordes de las ruedas, sujetándolos a los radios por medio de tornillos, 2; estos tambores llevan, además, unos nervios, 3, que, clavándose en el barro, impiden que patinen las ruedas.

Con este último objeto se colocan también unas cadenas (fig. 258), rodeando las llantas; se fijan a las ruedas, uniendo sus extremos con un perno, 2, o bien en unos pitones de que están provistas algunas ruedas metálicas. Estas cadenas, que se emplean también en los camiones ordinarios, se utilizarán cuando haya que recorrer terrenos helados, nevados o con barro arcilloso.

Para sacar los carruajes de los atolladeros, se usan zarzos de bejuco de unos dos metros de largo por medio metro de ancho (fig. 259); colocados debajo de las ruedas les proporcionan buen asiento para facilitar el arranque, impidiendo se hundan. También se emplean tablones, que tienen sus extremos cortados en bisel y guarnecidos de chapa de hierro.

Las vigas de acero de sección en U de la figura 260, sirven para facilitar el paso de zanjas, cunetas y terrenos blandos, constituyendo con ellas un puentecillo para las ruedas de cada costado; estas vi-

gas se llevan atornilladas a los costados del carruaje, sirviéndole de ordinario como estribos.

Las cuerdas *sin fin* de 4 ó 5 centímetros de diámetro (fig. 261), se utilizan en los amarraderos, bien naturales, 1, como árboles, peñas, etc., o bien artificiales, 2, hechos con los elementos que lleva el carruaje, los cuales pueden ser barras corrientes de acero, que se clavan a golpe de maza o retorcidas en hélice (figura 262), para introducir las en tierra, dando vueltas como si fuesen tornillos. La *rana*, 3, une por medio de sus ganchos y pernos, la cuerda con el cable del tractor.

Los tractores suelen llevar también una polea adecuada al grueso del cable del tractor, para emplearla, cuando sea necesario, en la forma de la figura 263, como polea móvil, y, además, gatos de 8 toneladas, cuñas, espeques y cables sueltos, necesarios para las maniobras de fuerza.

*Tractores orugas (caterpillar).*—Para el arrastre de las piezas de artillería pesada, se emplean los tractores *orugas*, que se usaban ya anteriormente en los Estados Unidos de América para trabajos agrícolas y forestales, fuera de los caminos y terrenos blandos y desiguales.

Estos carruajes no tienen ruedas (figs. 264, 265 y 266); están provistos, a cada lado del bastidor, de unas anchas tiras *sin fin*, 1, formadas por elementos articulados, 2, de acero, cuyas partes interiores tienen unos nervios, 3, que constituyen dos carriles continuos a cada lado del bastidor; por encima de estos carriles corren las ruedas, 4, de los carretones, 5, sobre los que, con el intermedio de unos muelles, 6, se apoya el bastidor, 7. El movimiento del carruaje se consigue por el engranaje de las ruedas dentadas, 8, en los ejes o empalmes de los elementos, 2, de las tiras, las que, a medida que la rueda avanza, van pasando adelante por la parte superior del bastidor, guiadas por los rodillos, 9, y la rueda loca, 10. Para que puedan plegarse mejor las tiras al suelo y salven con facilidad los obstáculos, los carretones, 5, están articulados en su parte media.

El motor, en el tractor que se describe, es de cuatro cilindros, de un tipo corriente de 45 C. V.

Inmediato al volante del motor está la caja de velocidades, 11, cuyo eje principal termina por un piñón cónico, 12, que engrana constantemente con otros dos, 13, montados locos sobre cojinetes de bolas en el eje, 14; por medio del embrague central, 15, el conductor hace que uno u otro de los piñones, 13, sea solida-

rio de dicho eje, y se consigue así la marcha adelante o atrás, 2, cada una de las cuatro velocidades que tiene el carruaje; el eje, 14 da movimiento a los engranajes, 16, cuyas ruedas de engrane mayores tienen unidos a sus centros los ejes de las ruedas dentadas, 8.

El carruaje no tiene diferencial y la dirección se da aflojando ligeramente con una palanca uno de los embragues laterales, 17, que unen el eje central con los engranajes, 16; entonces, el embrague aflojado, patina, y los engranajes de su lado marchan tanto más despacio cuanto más se afloje aquél.

Al desembragar por completo un lado, funciona sólo la tira del costado opuesto y el carruaje gira casi en su propio terreno.

Llevando a un lado o a otro la palanca 18, el conductor acciona los dos embragues y guía el carruaje.

Para parar el carruaje, no hay más que zafar el embrague central, 15, con lo cual quedan locos sobre su eje los dos piñones, 13.

La velocidad máxima del carruaje (4.<sup>a</sup>), es de 6'5 kilómetros por hora.

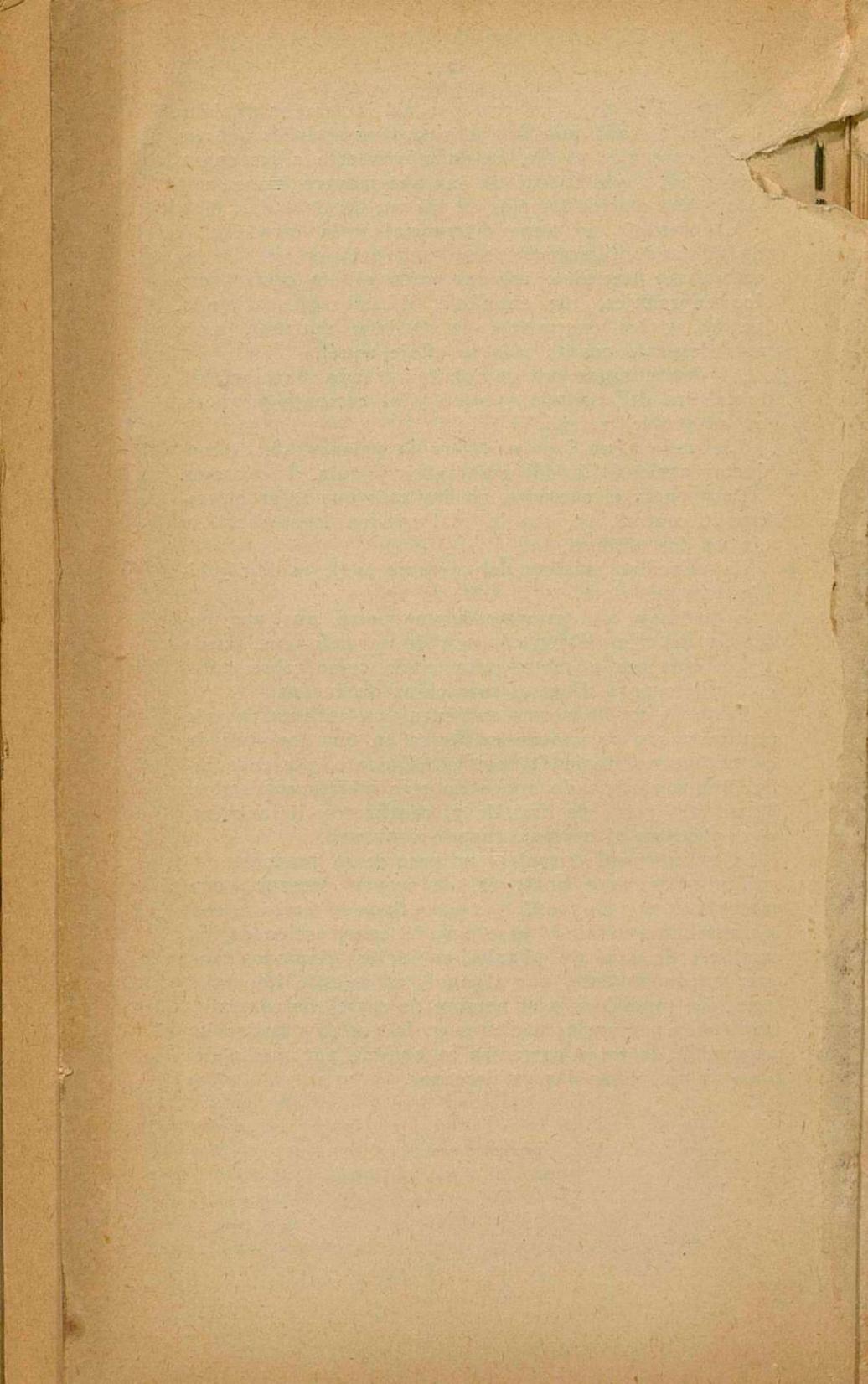
El carruaje está provisto de una polea, que, por medio de una transmisión cónica y de un embrague, puede ser movida por el motor para usarla como cabrestante, con cables para diversas maniobras de fuerza.

Las tiras sin fin normales tienen una anchura de 32'5 centímetros y se apoyan en tierra en una longitud de cuatro metros, teniendo, por consiguiente, por cada lado, una superficie de apoyo de 1'30 metros cuadrados. Tiene otro juego de tiras de 75 centímetros de anchura para sustituir al normal, cuando convenga.

El tractor puede remolcar un peso de 40 toneladas.

Hay otros tipos análogos, de mayor potencia, con motores de 75 y de 120 C. V.; estos tipos de tractores son los que han servido de base para la construcción de los camiones de combate (Tanks, en inglés; llamados tanques impropriamente, por algunos, en nuestro idioma); conocidos también por el nombre de carros de combate, empleados por varias naciones en la guerra pasada; la propulsión de estos carruajes se obtiene por medio de tiras sin fin, como las ya descritas.

---



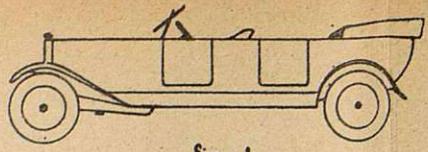


fig. 1

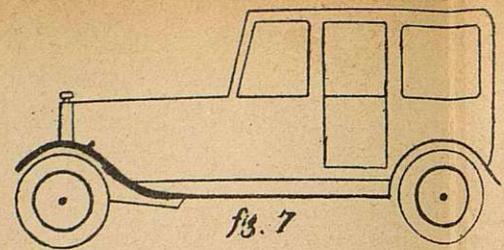


fig. 7

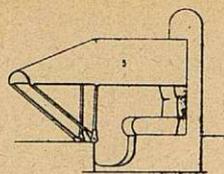


fig 12

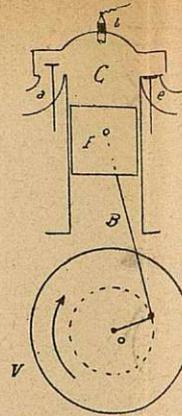


Fig. 13

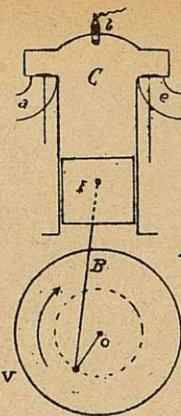


Fig. 14

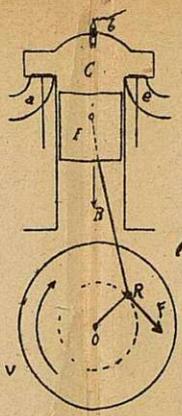


Fig. 15

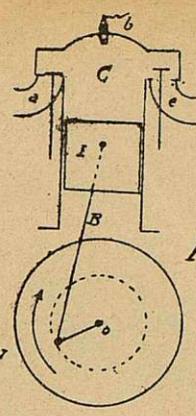


Fig. 16

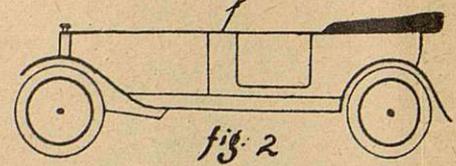


fig. 2

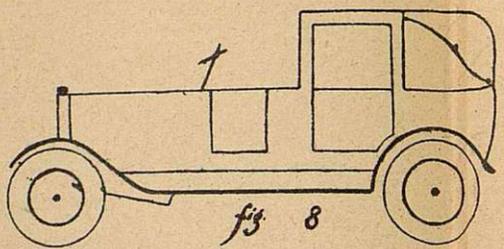


fig 8

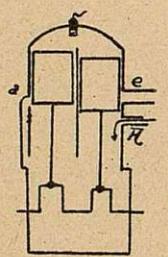


Fig. 18

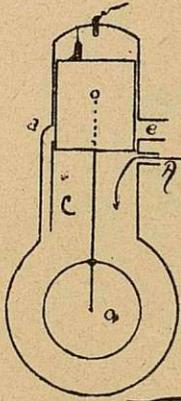
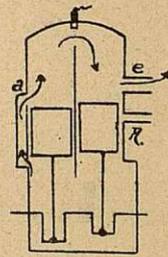


Fig. 17

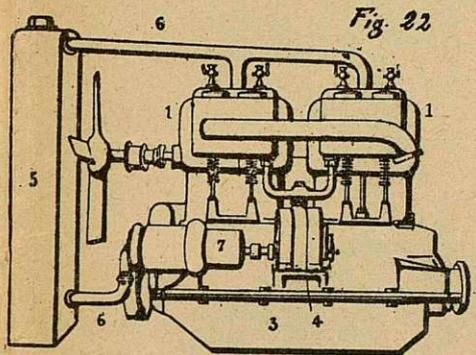
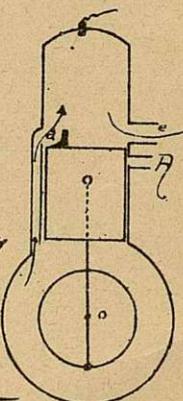


Fig. 22

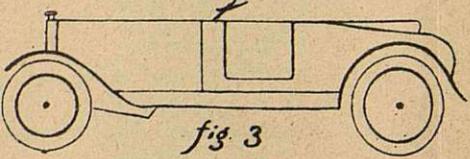


fig. 3

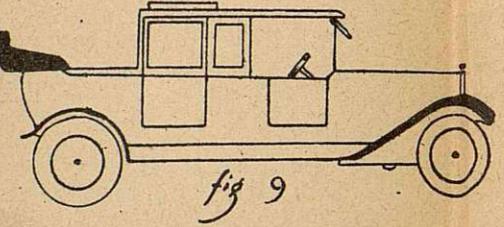


fig 9

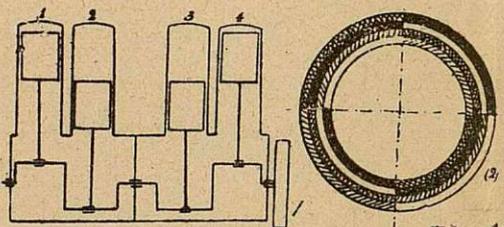


Fig. 19

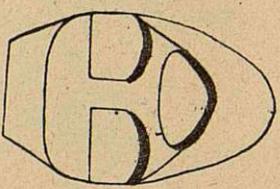


fig 4

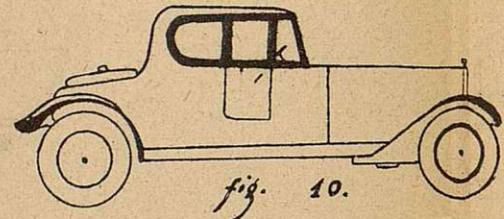


fig. 10.

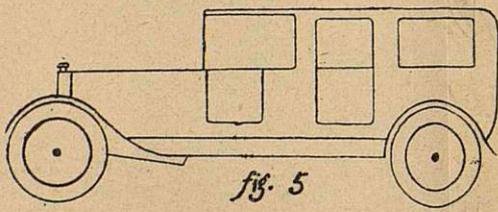


fig. 5

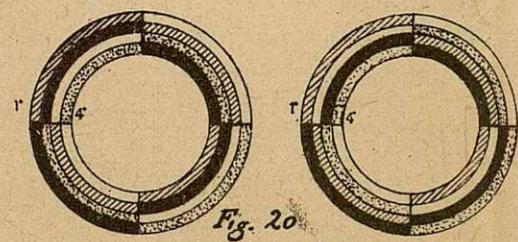


Fig. 20

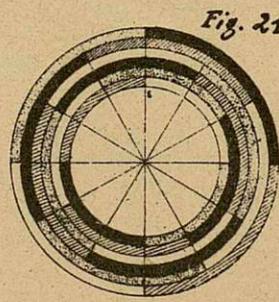


Fig. 21

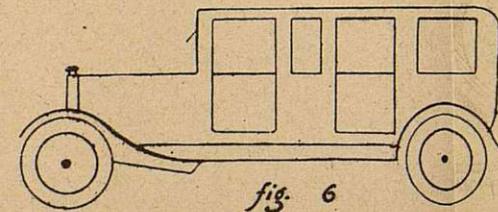


fig. 6

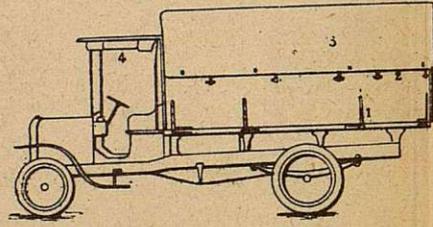


fig. 11

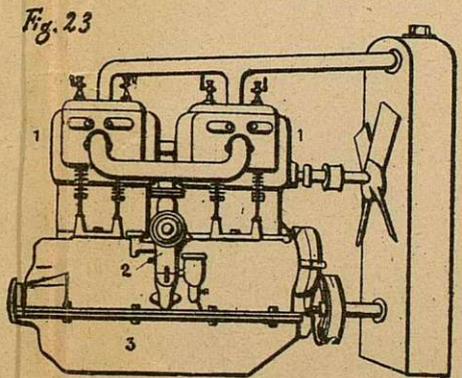


Fig. 23

Admission. Compression Trabajo Escape

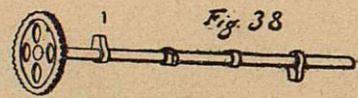
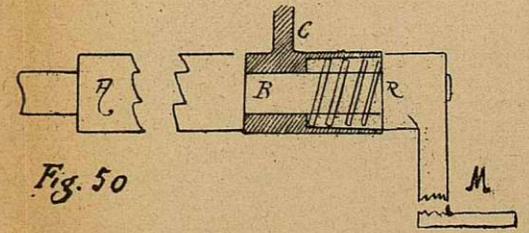
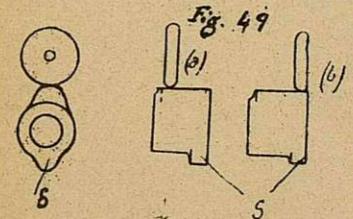
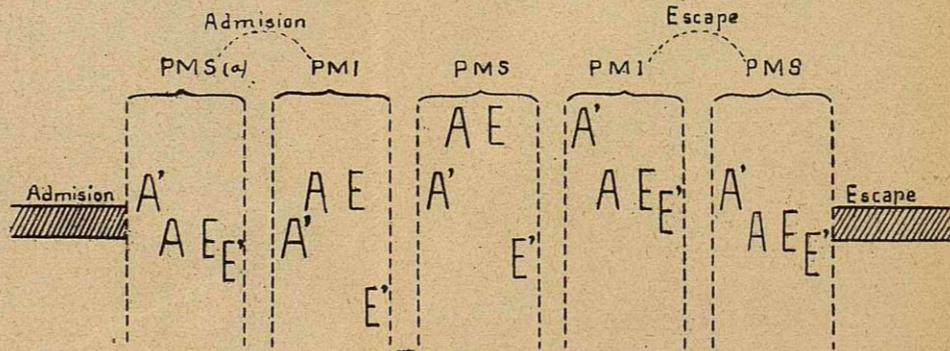
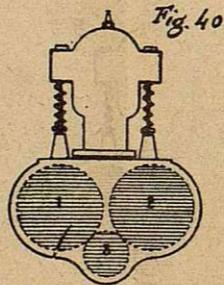
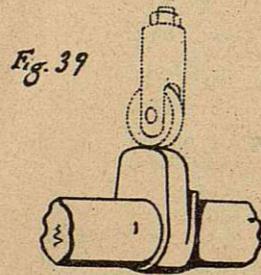
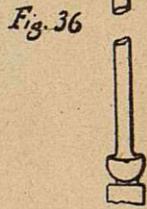
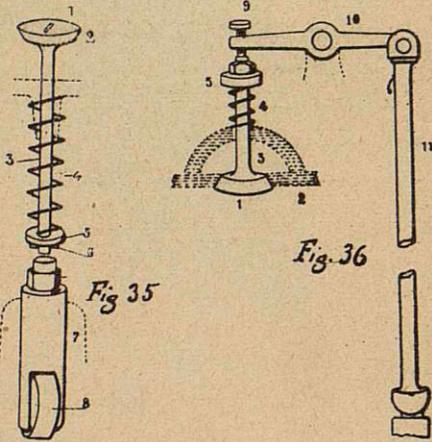
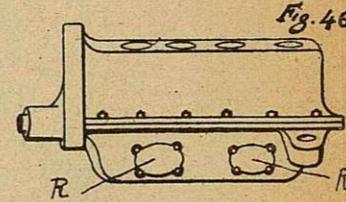
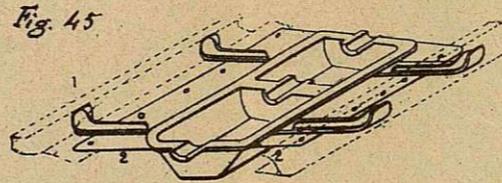
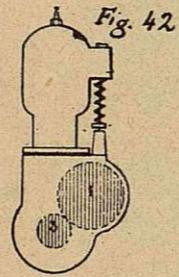
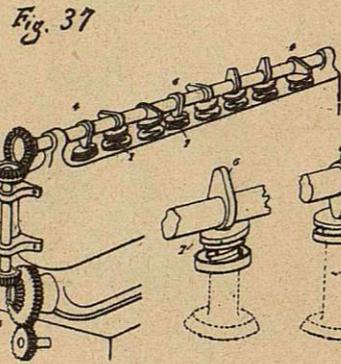
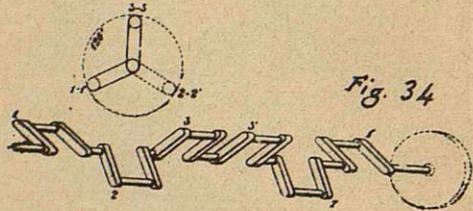
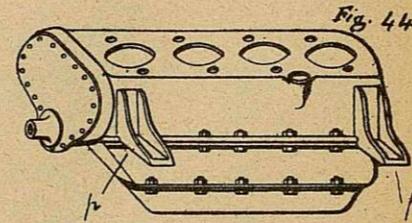
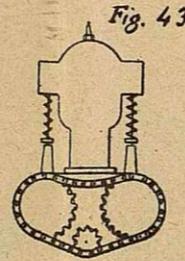
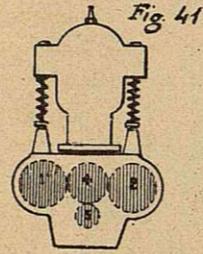
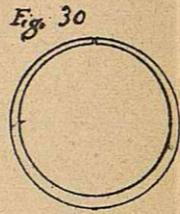
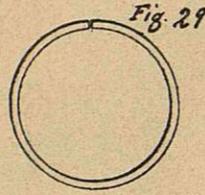
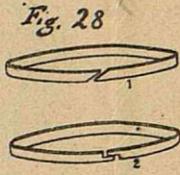
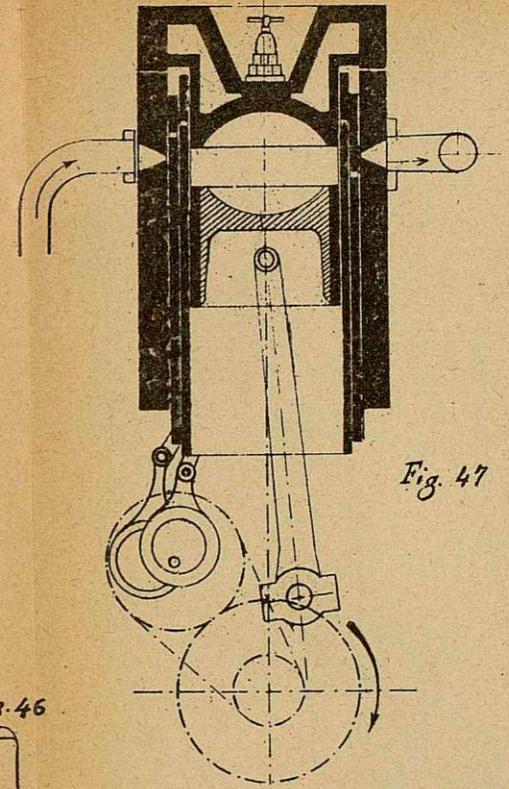
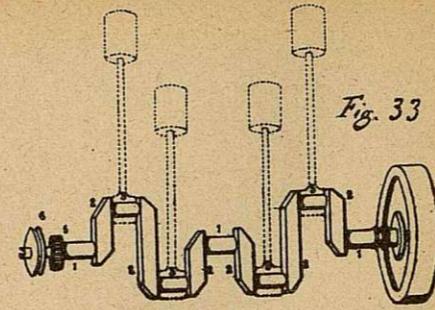
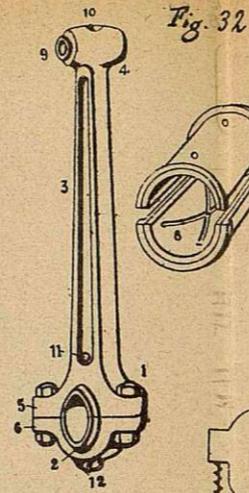
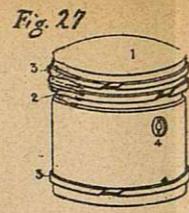
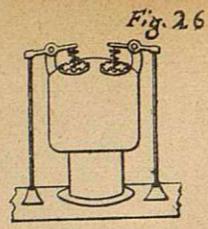
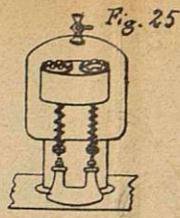
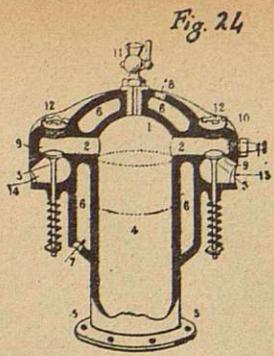


Fig. 48

Fig. 50

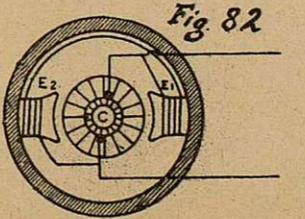
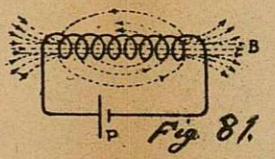
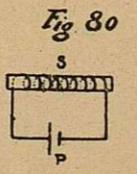
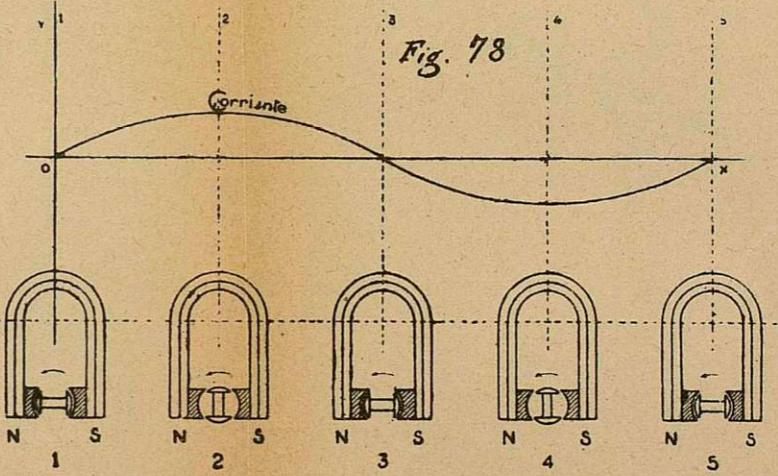
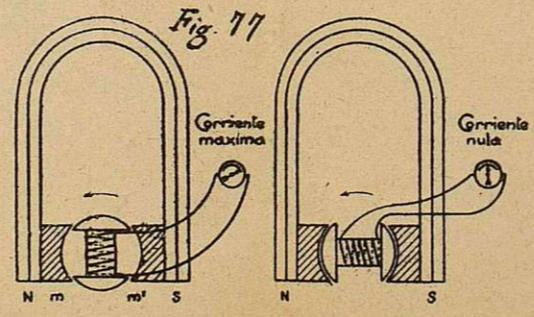
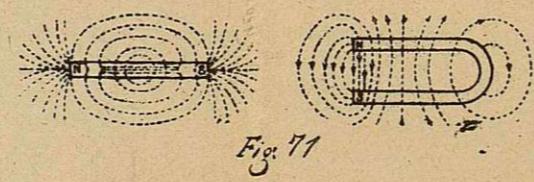
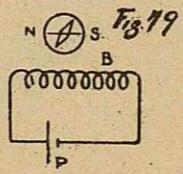
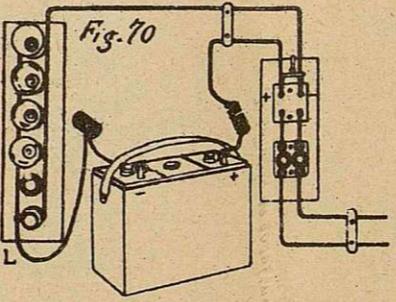
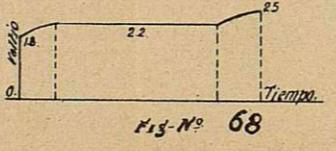
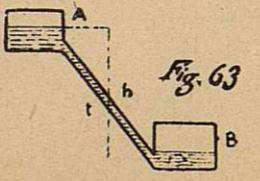
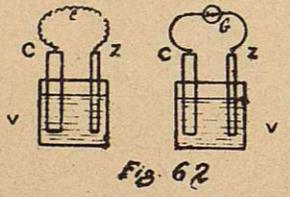
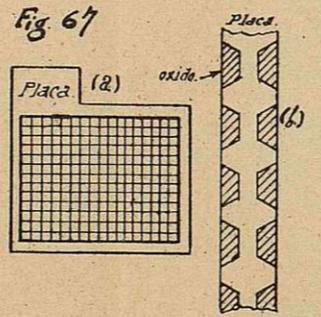
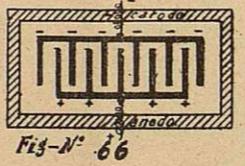
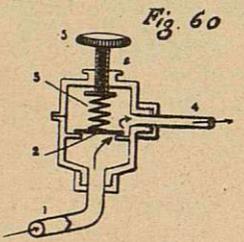
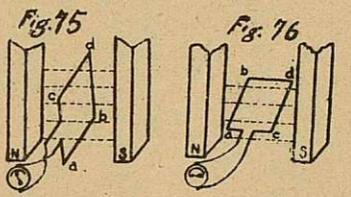
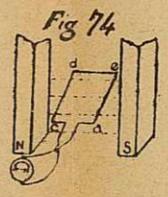
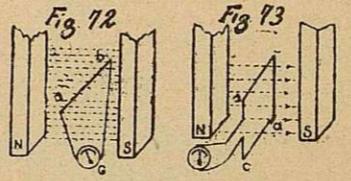
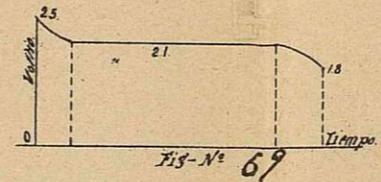
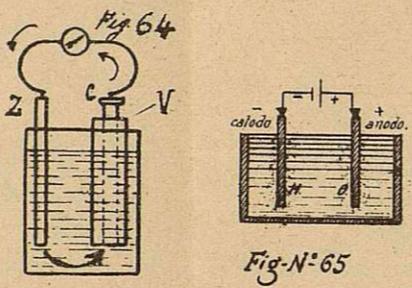
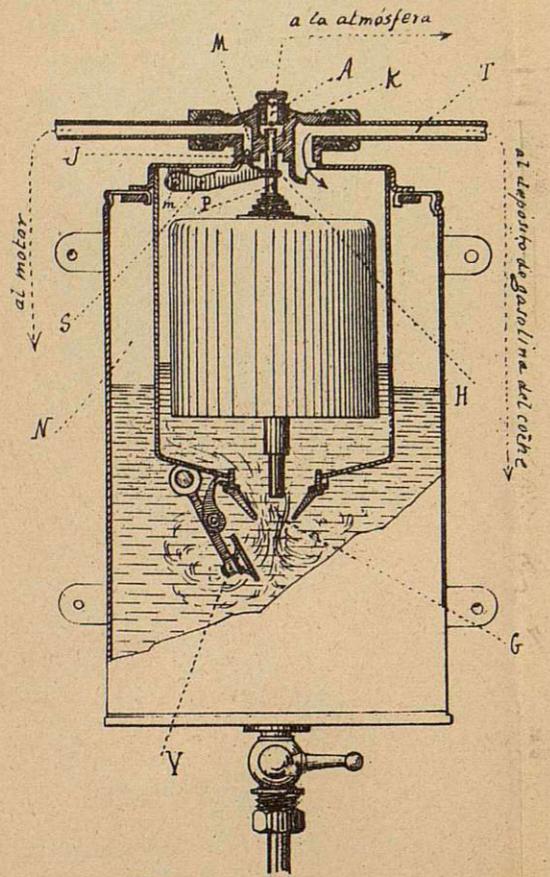
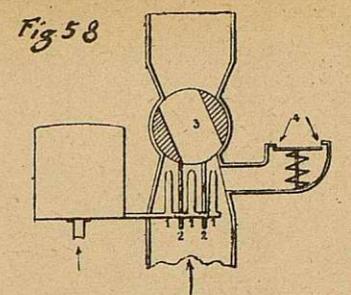
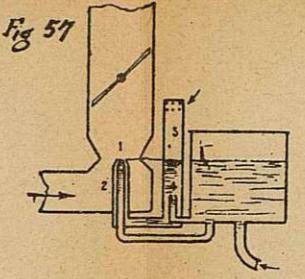
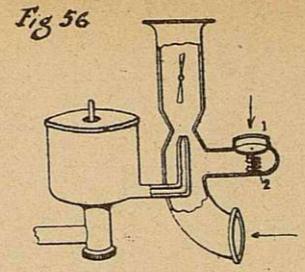
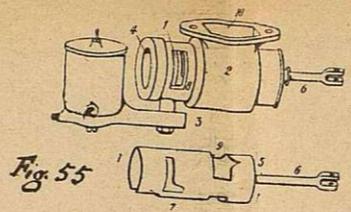
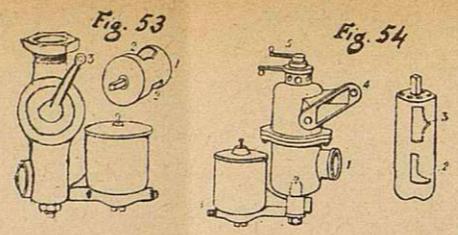
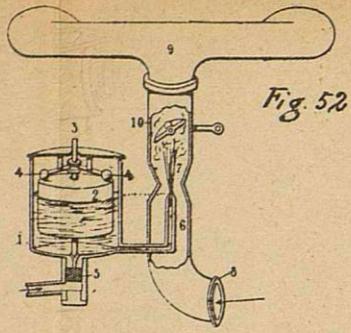
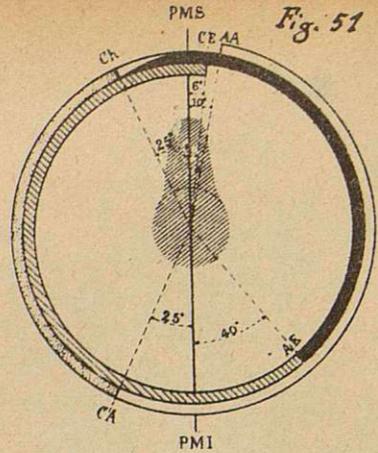


Fig. 61

Fig. 63

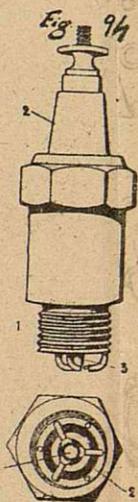
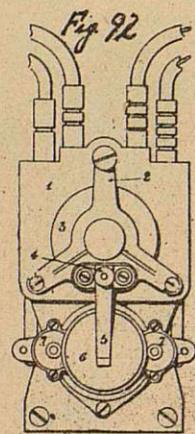
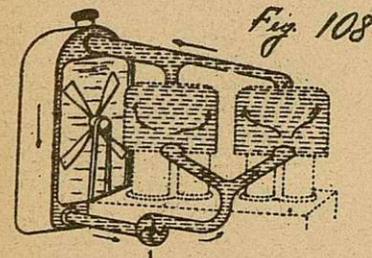
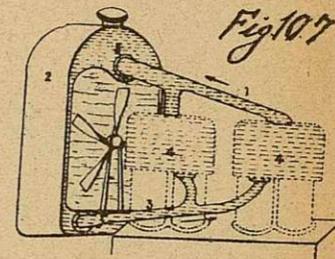
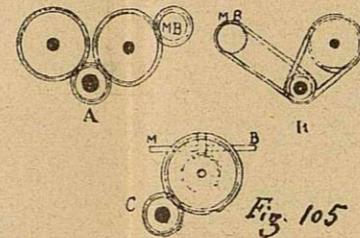
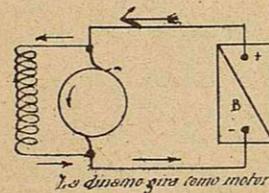
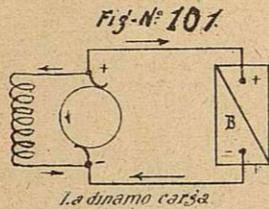
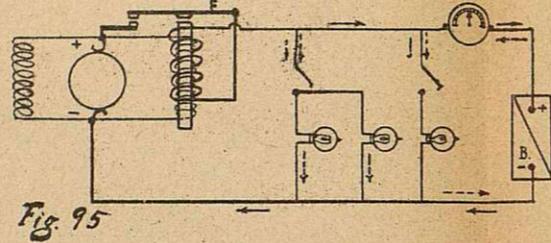
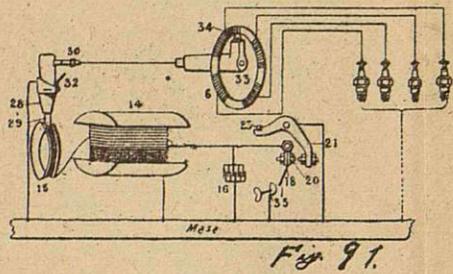
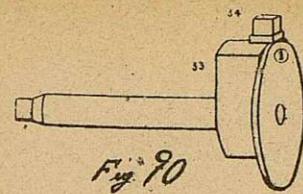
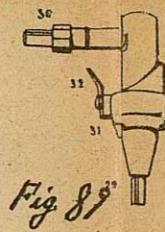
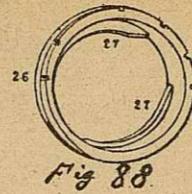
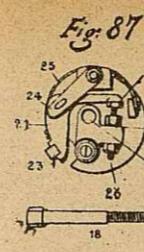
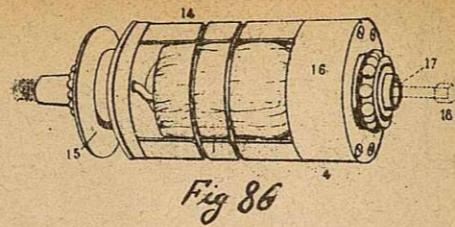
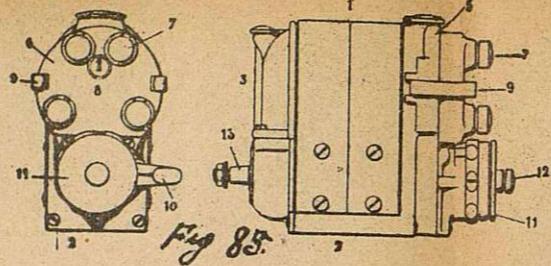
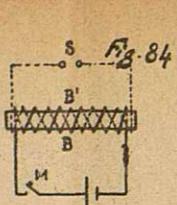
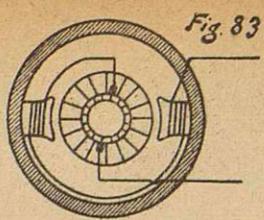
Fig. N° 68

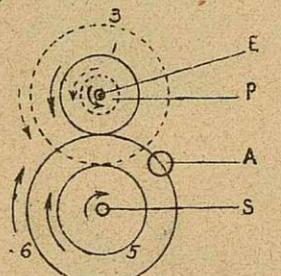
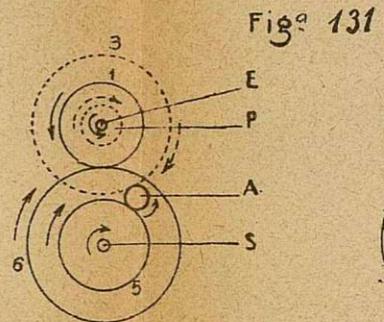
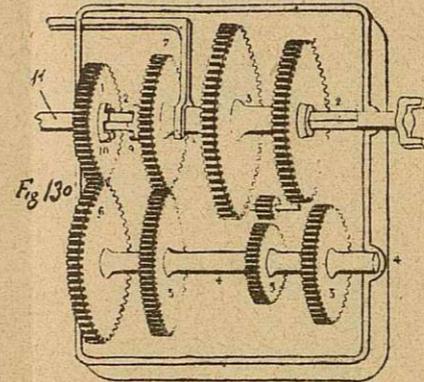
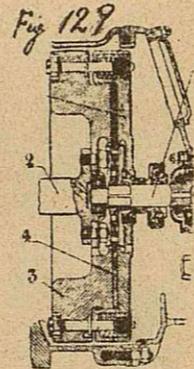
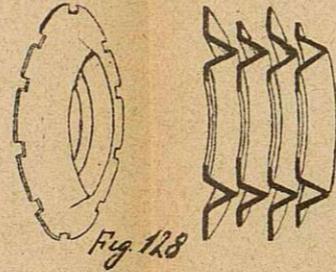
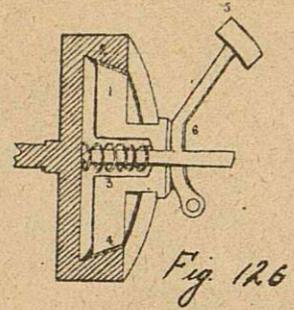
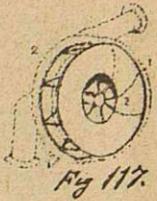
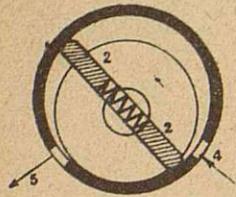
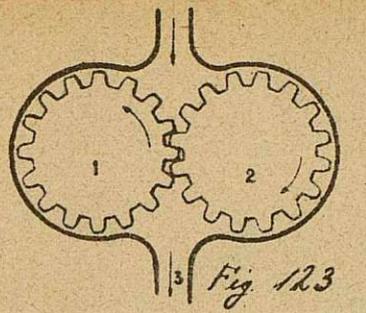
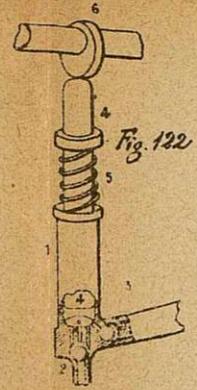
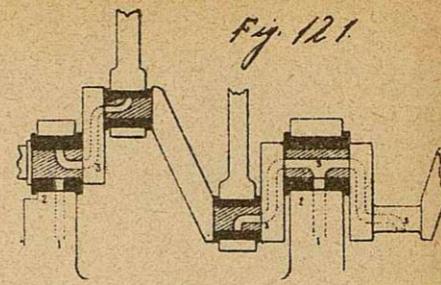
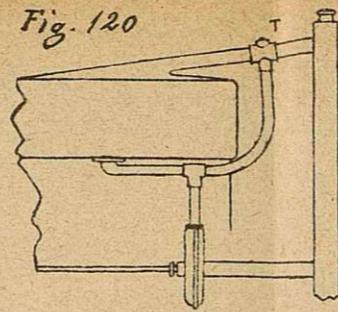
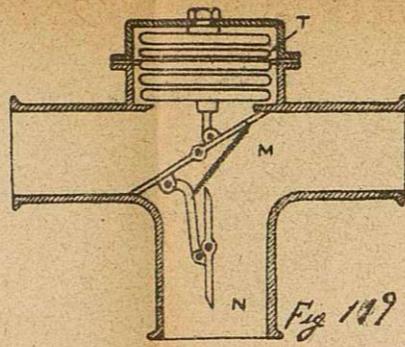
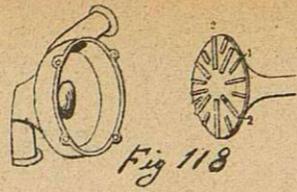
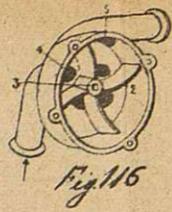
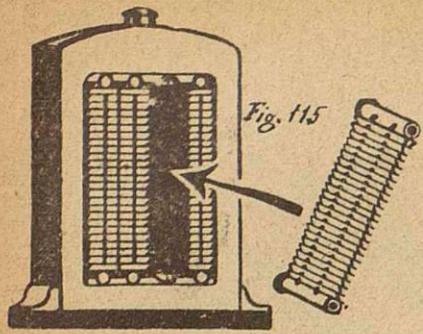
Fig. 77

Fig. 78

Fig. 81

Fig. 82



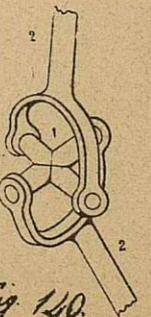
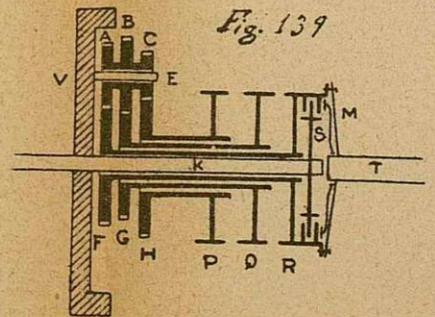
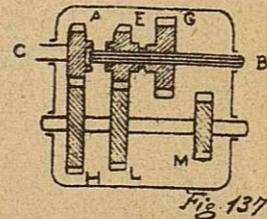
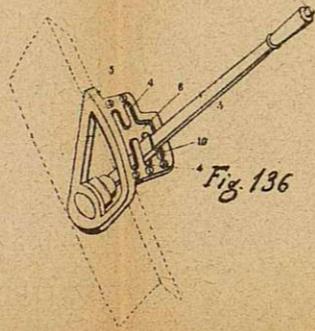
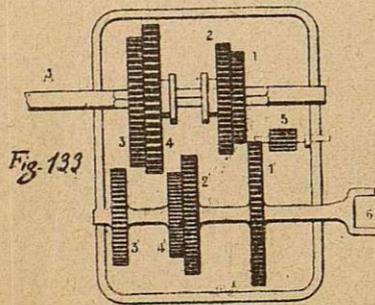
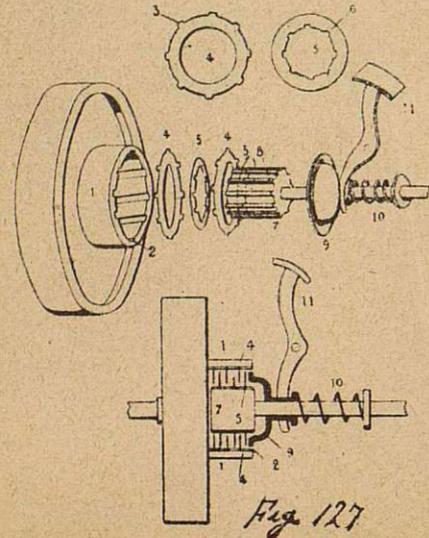
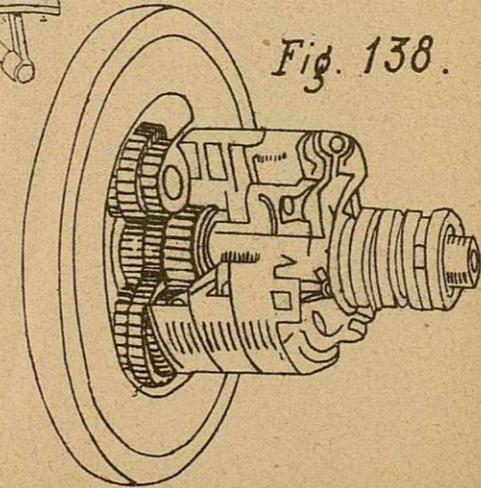
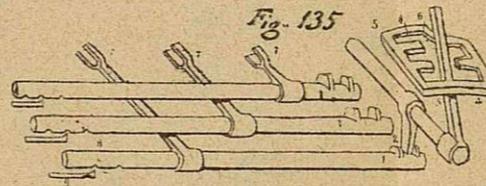
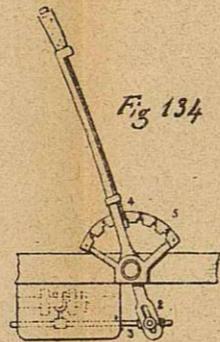
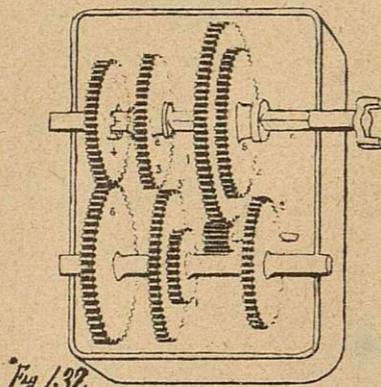
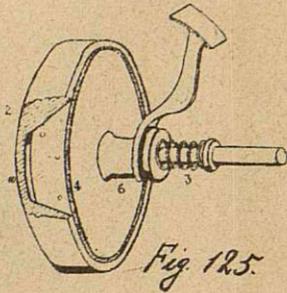
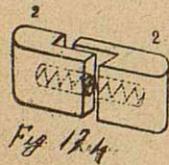


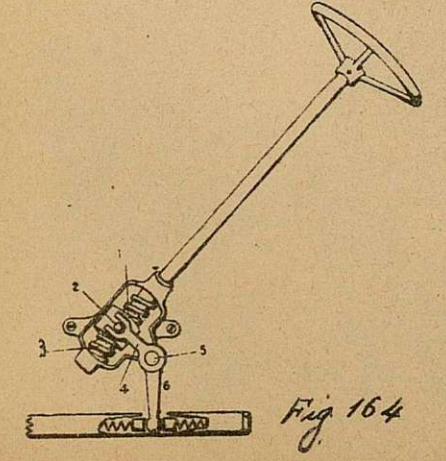
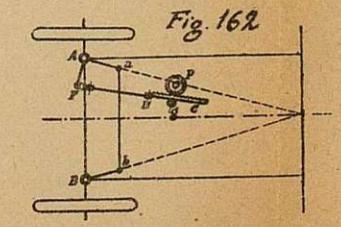
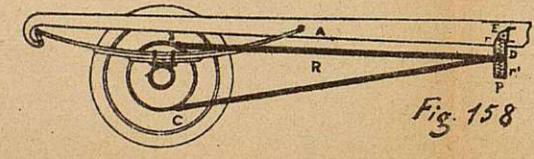
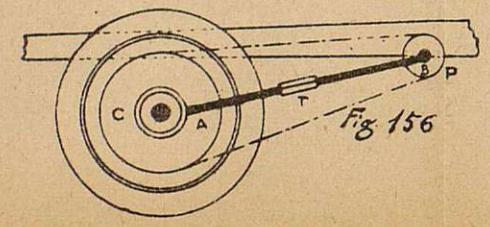
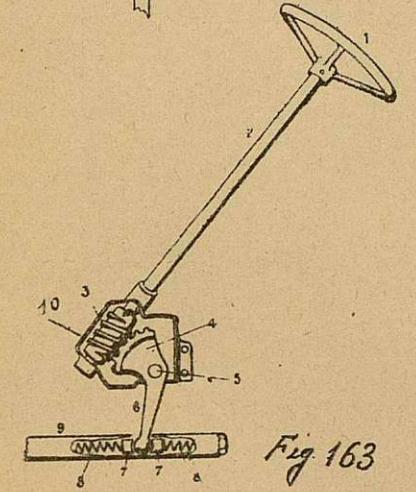
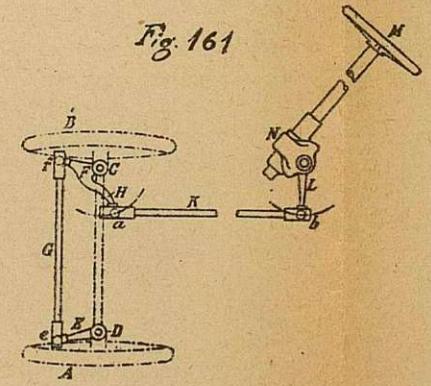
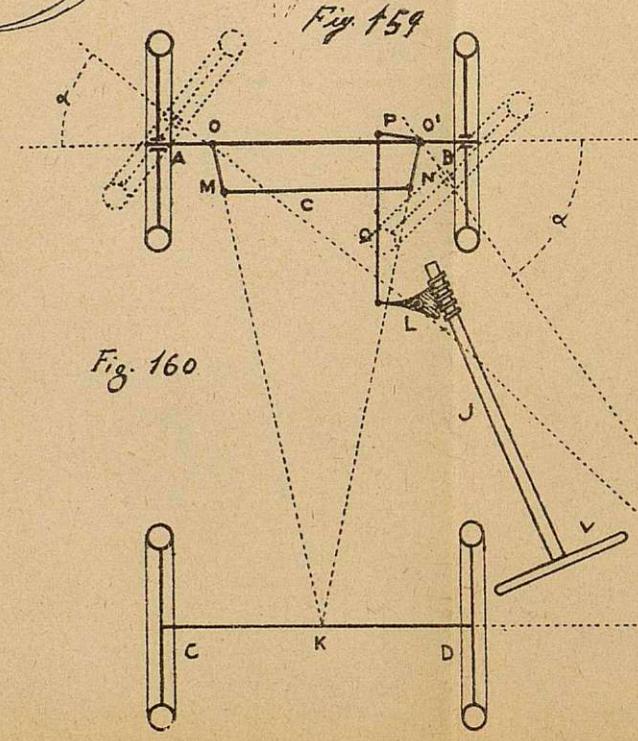
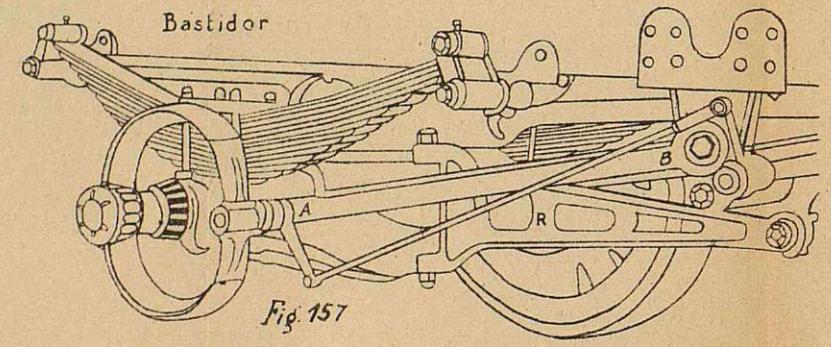
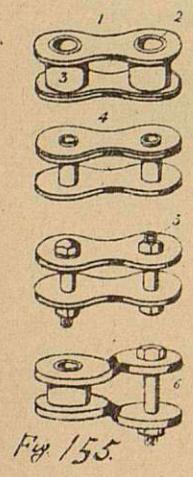
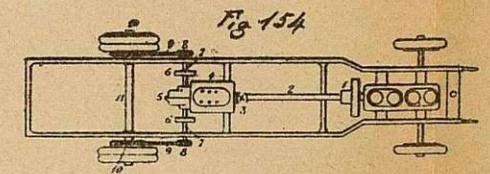
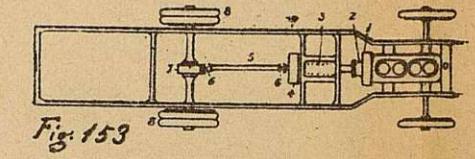
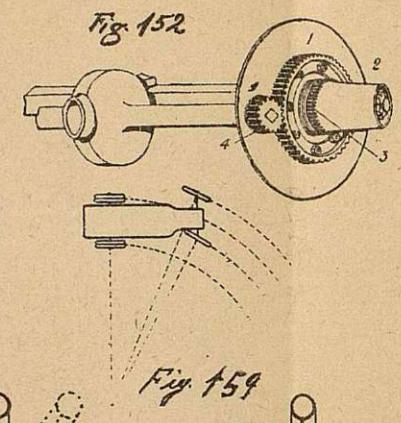
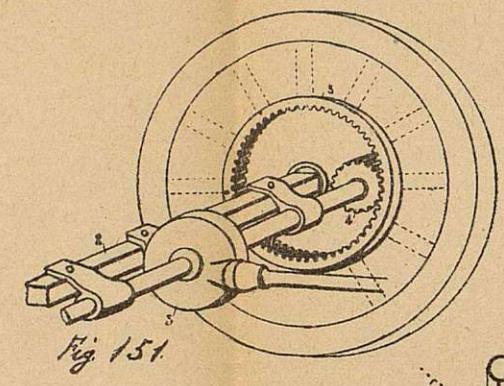
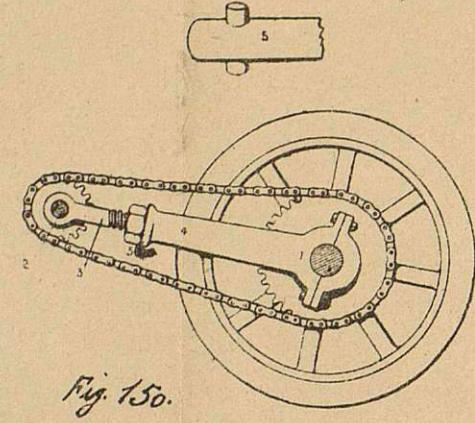
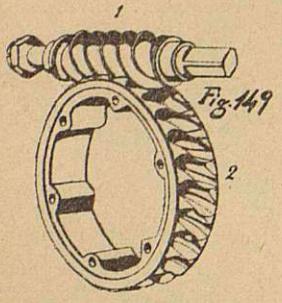
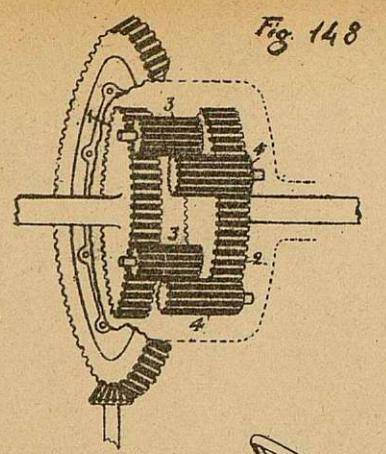
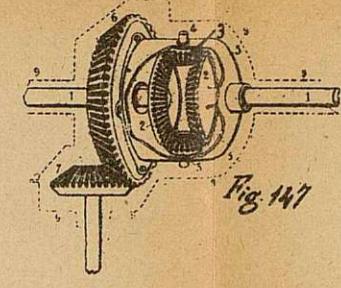
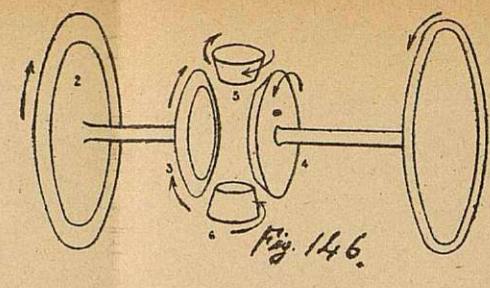
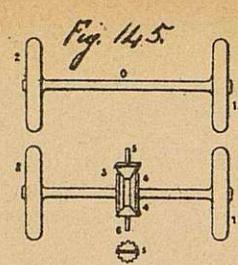
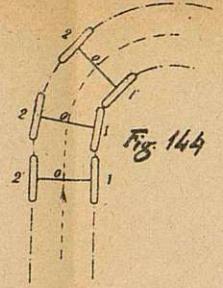
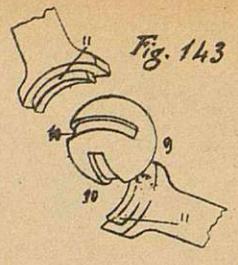
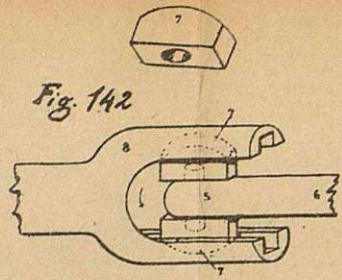
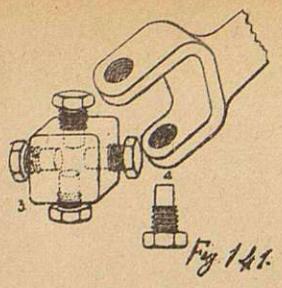
Marcha atrás

Marcha normal

A. Piñón de marcha atrás.  
E. Arbol del embrague

P. Arbol principal.  
S. Arbol secundario





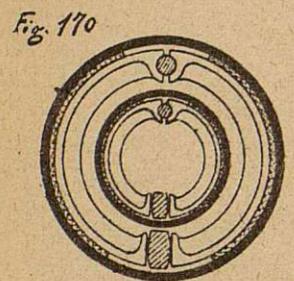
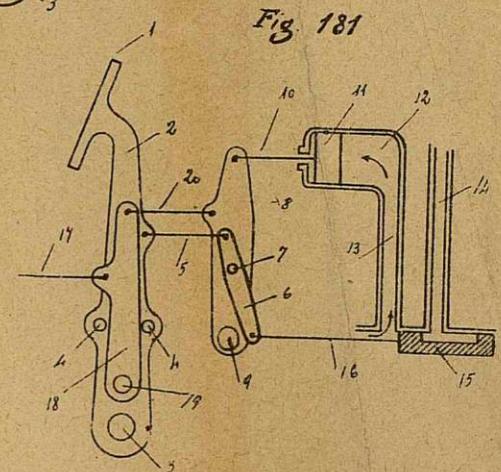
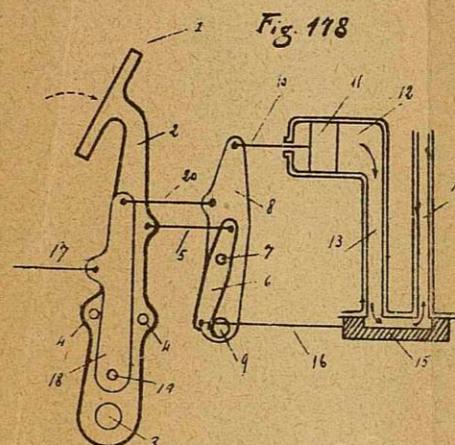
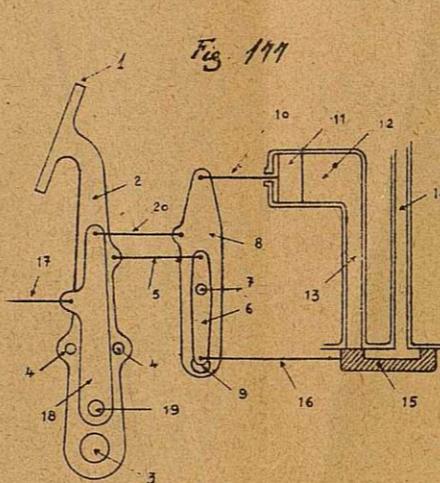
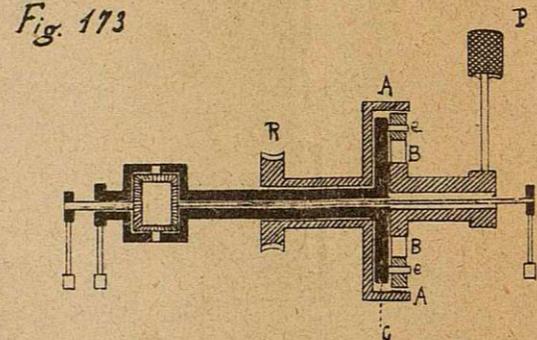
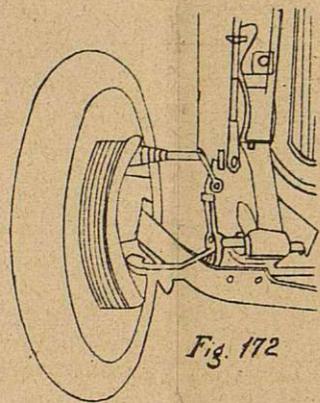
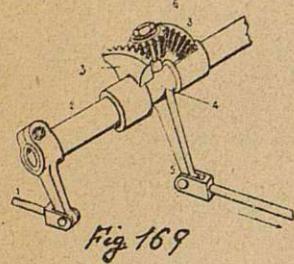
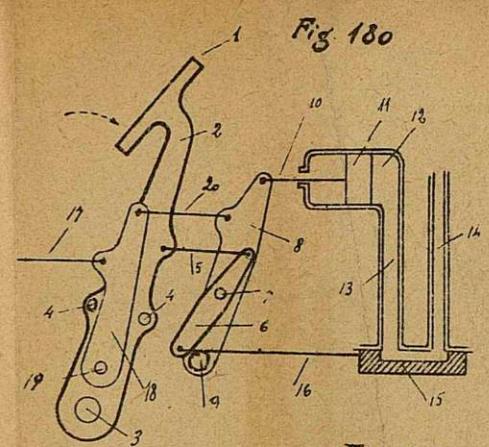
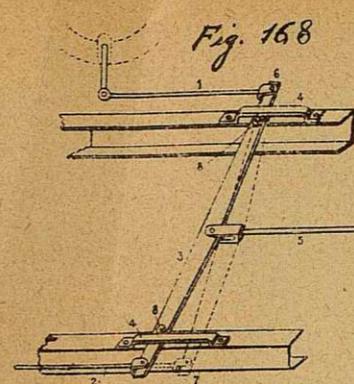
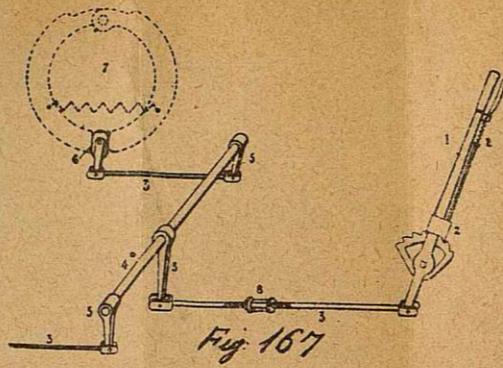
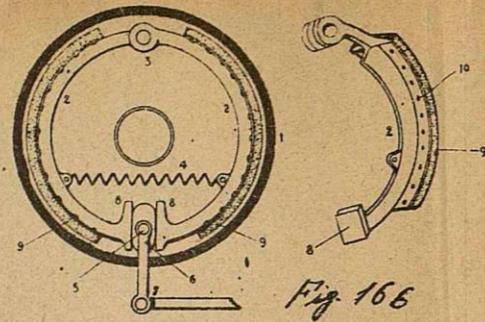
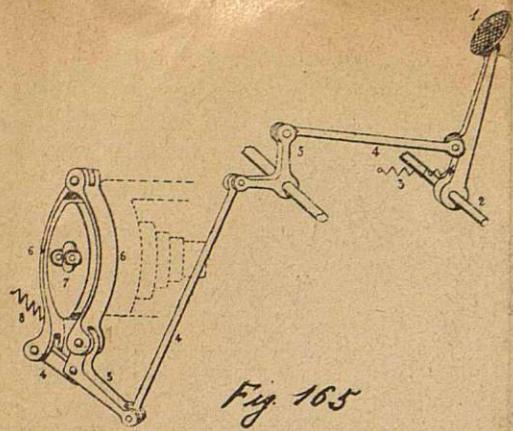
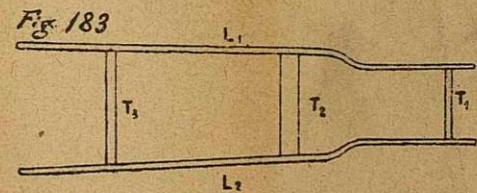
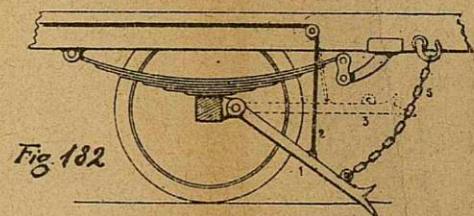
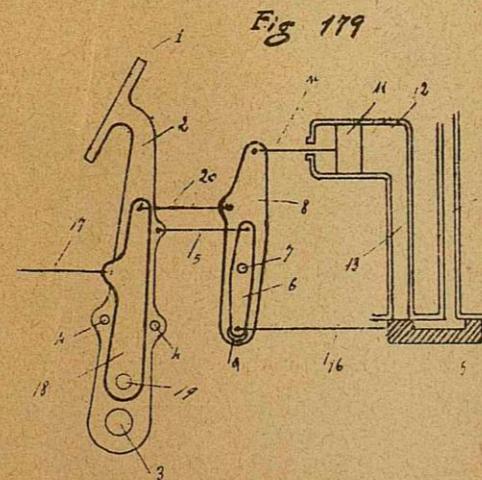
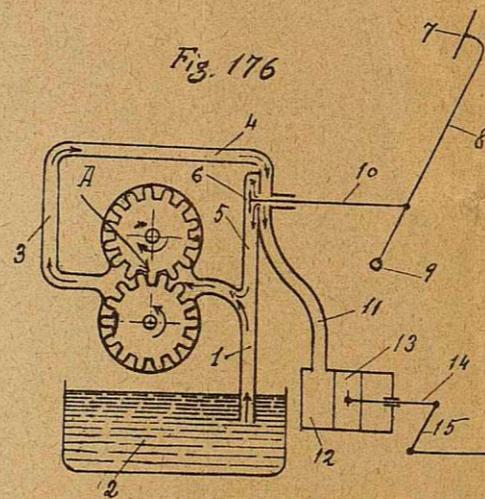
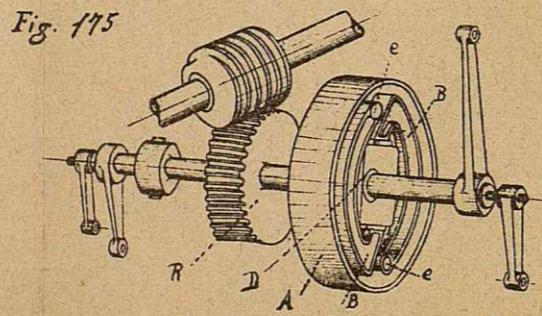


Fig. 171



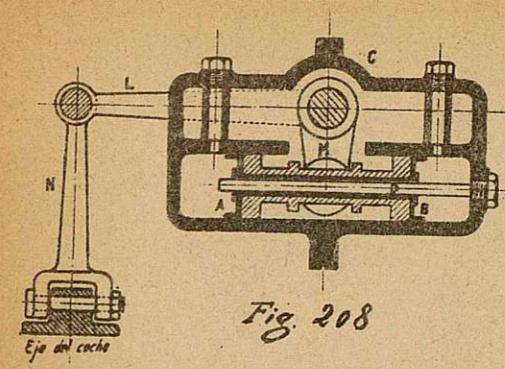
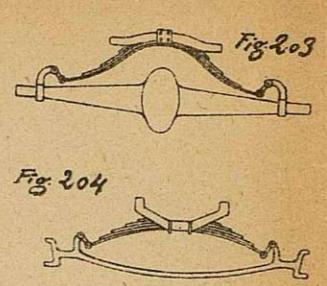
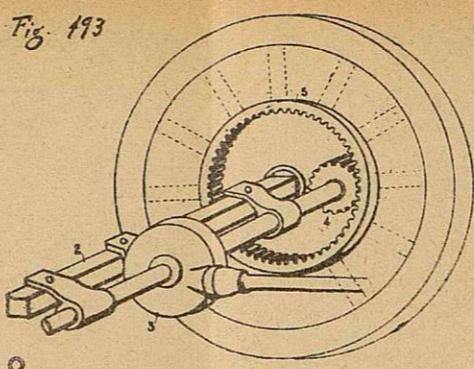
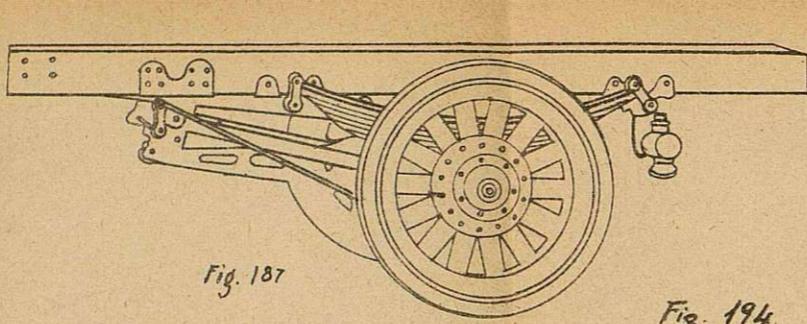
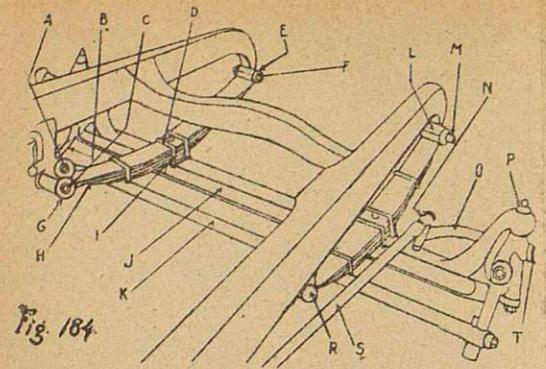


Fig. 184

Fig. 187

Fig. 193

Fig. 204

Fig. 208

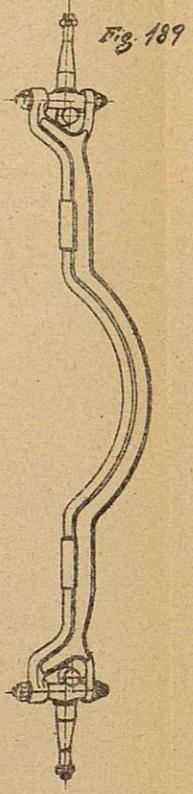
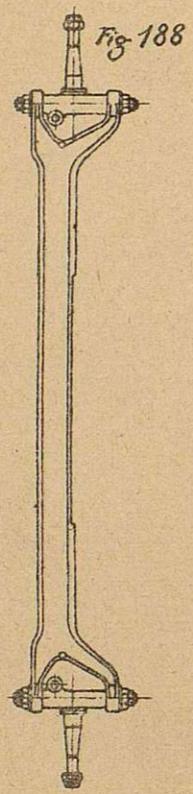
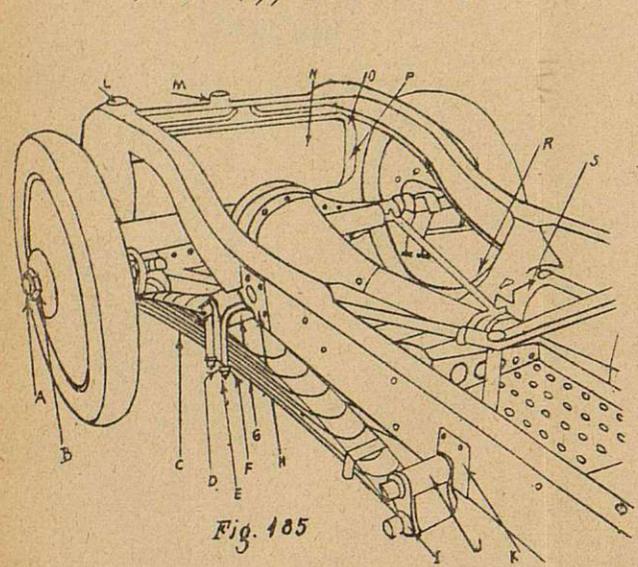


Fig. 194

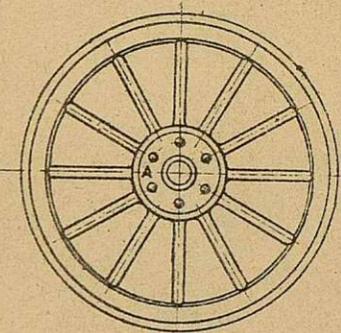
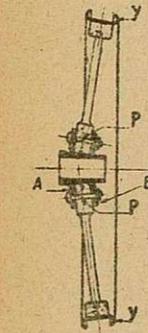
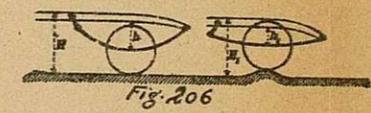
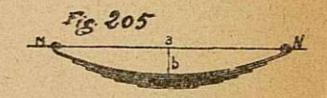
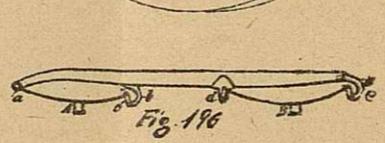


Fig. 185

Fig. 188

Fig. 189

Fig. 194

Fig. 196

Fig. 205

Fig. 206

Fig. 211

Fig. 209

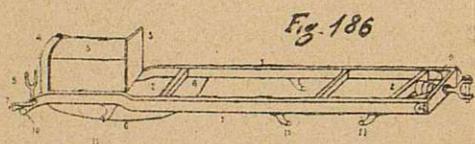


Fig. 186

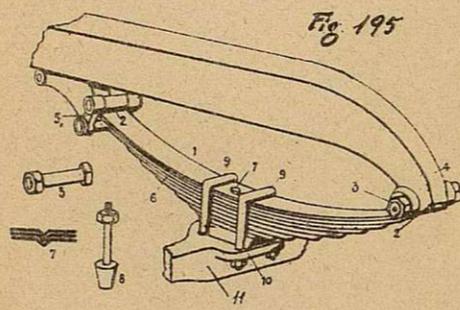


Fig. 195

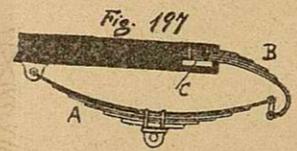


Fig. 191

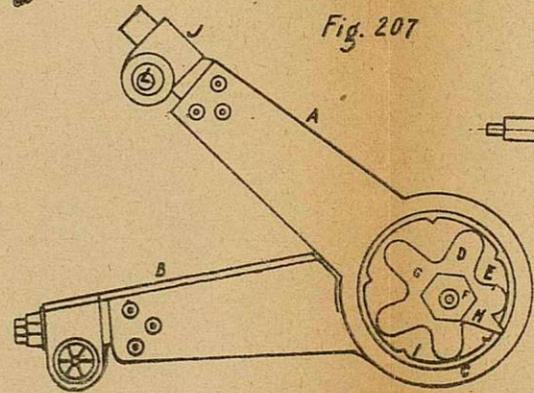


Fig. 207

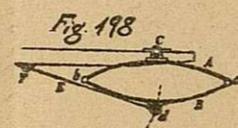


Fig. 198

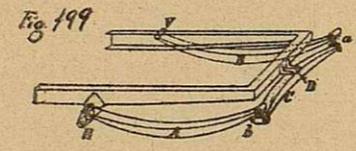


Fig. 199

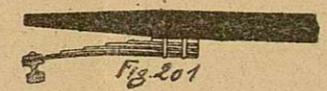


Fig. 201



Fig. 200

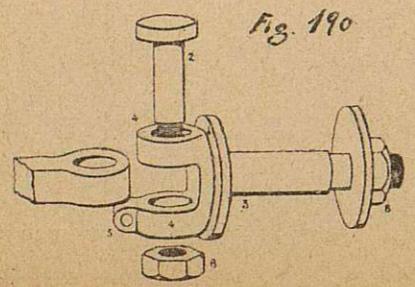


Fig. 190

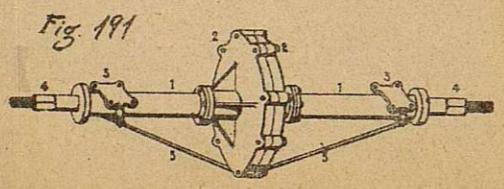


Fig. 191

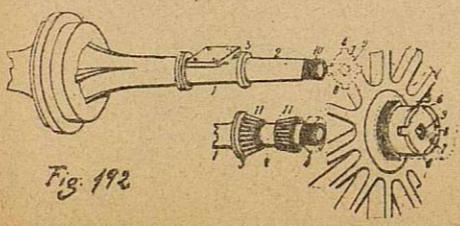


Fig. 192

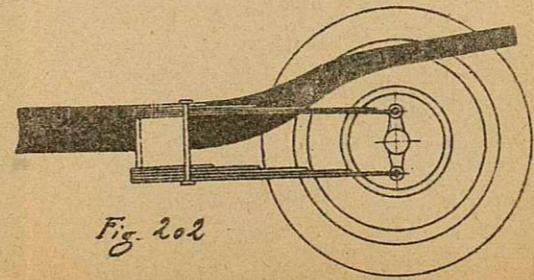


Fig. 202

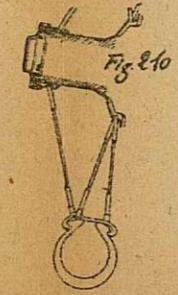
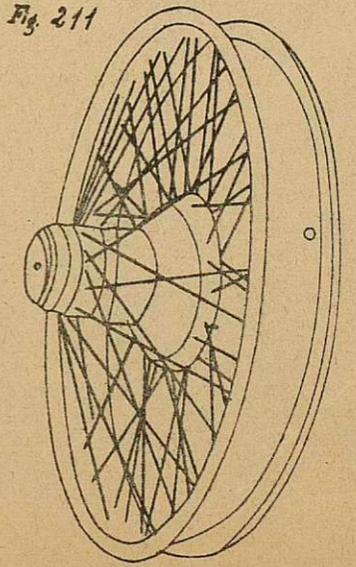
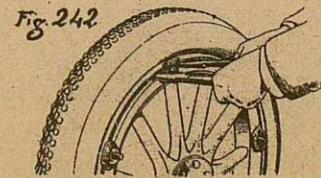
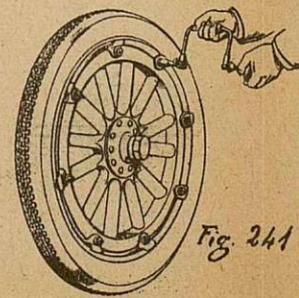
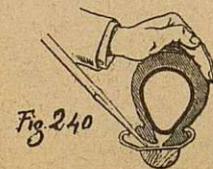
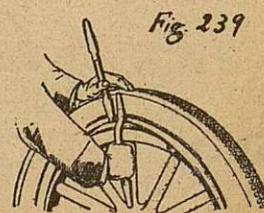
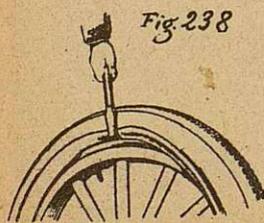
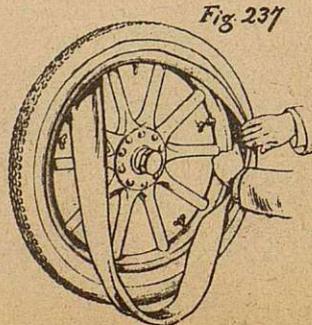
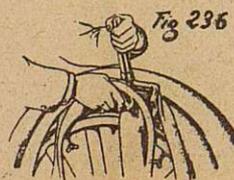
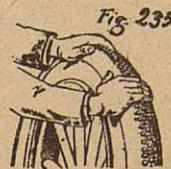
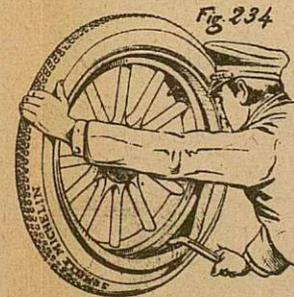
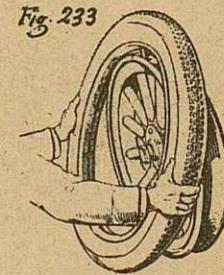
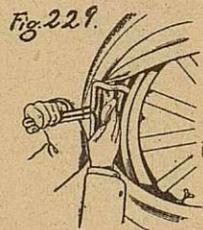
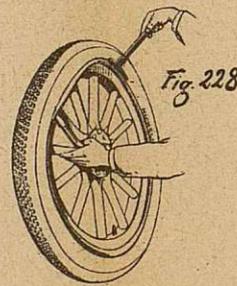
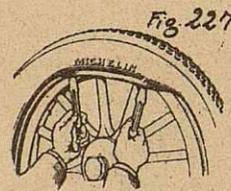
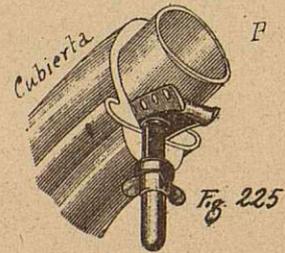
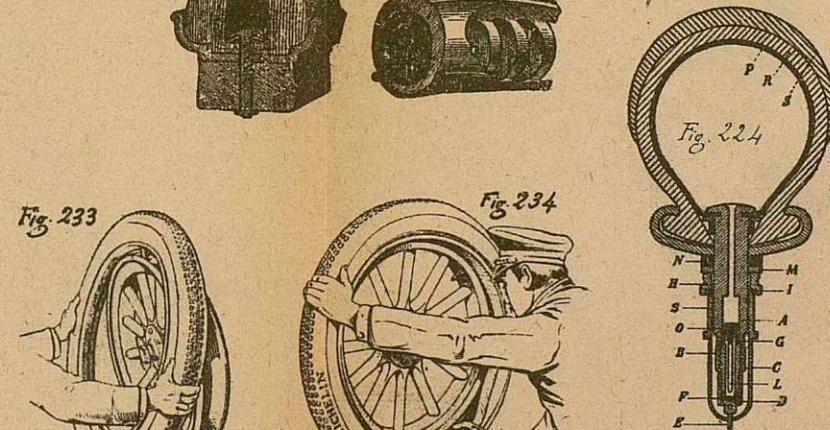
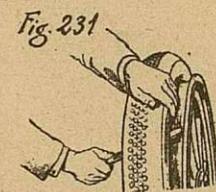
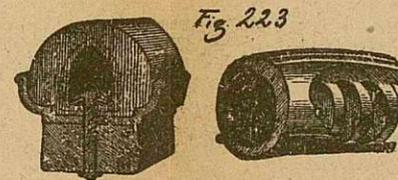
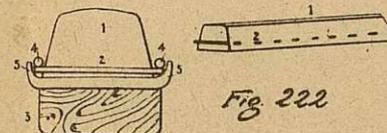
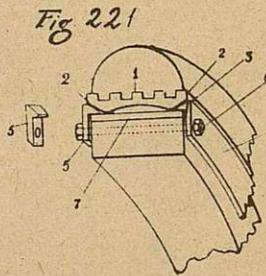
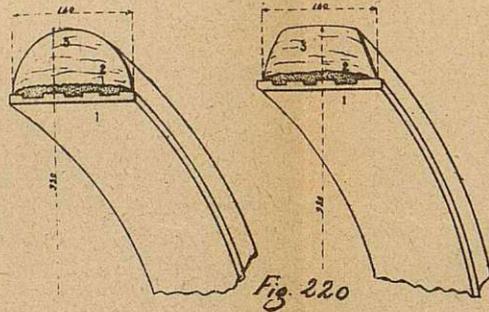
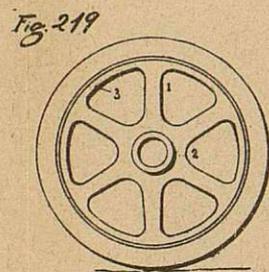
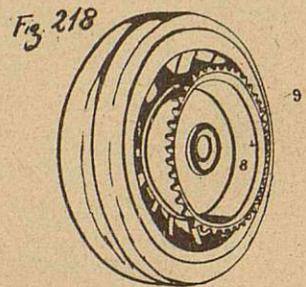
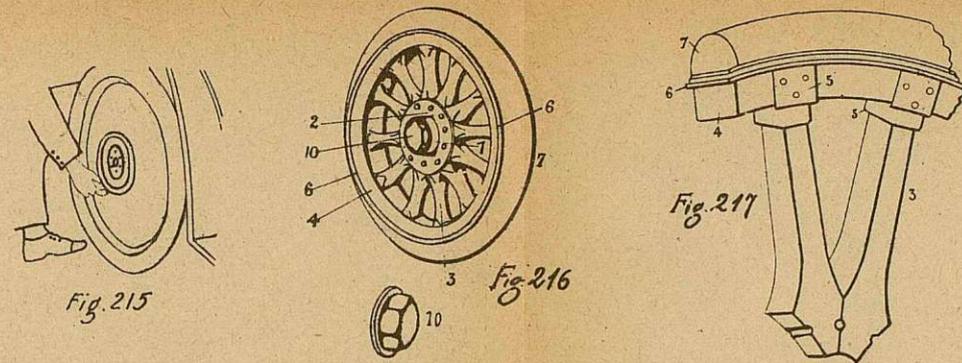
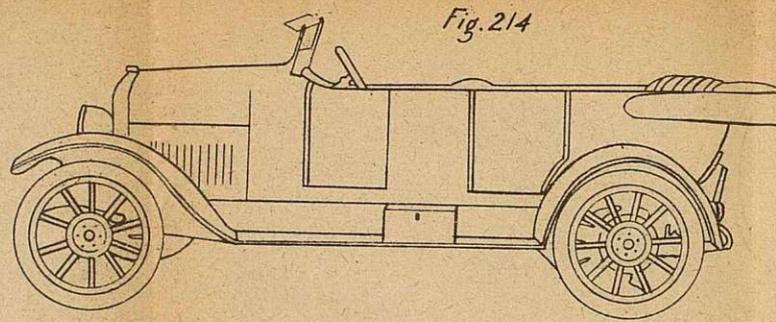
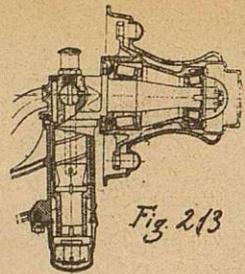
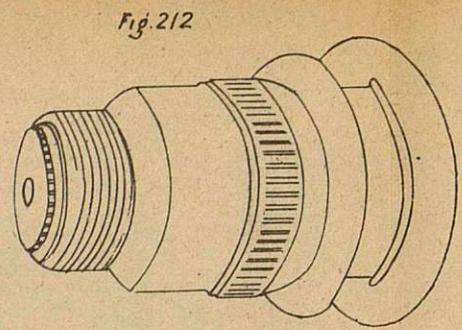
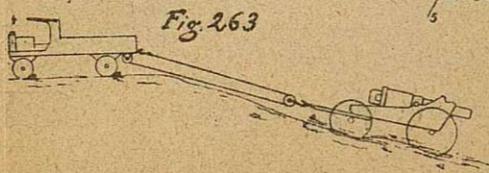
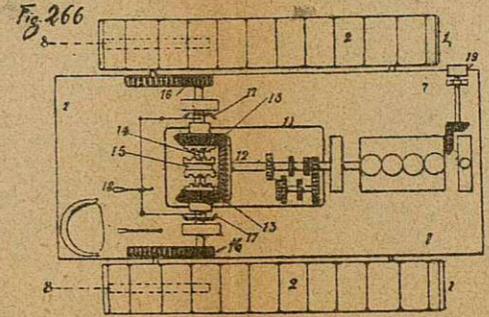
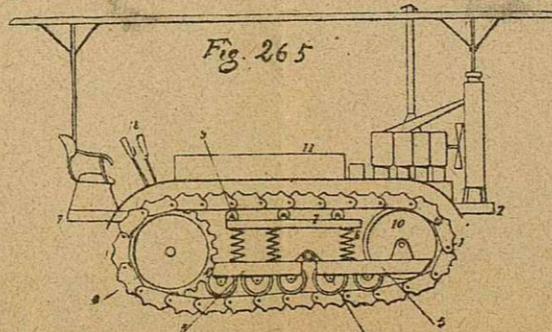
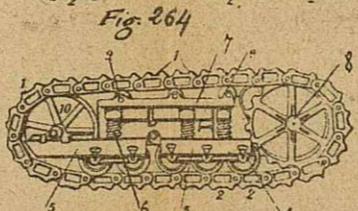
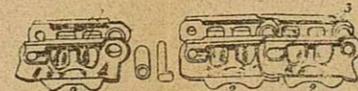
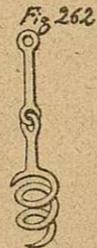
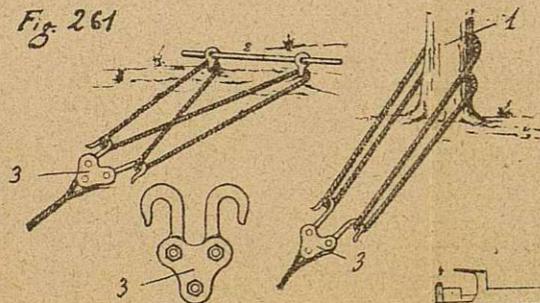
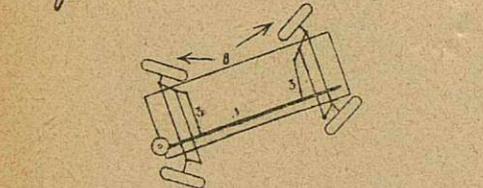
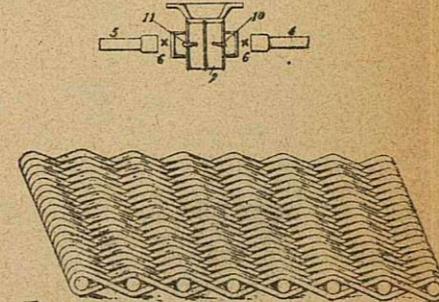
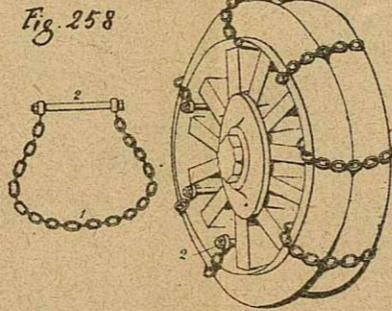
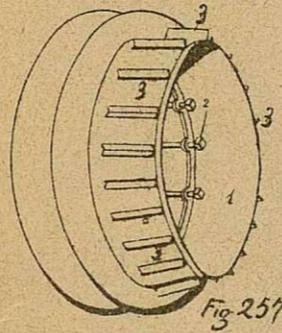
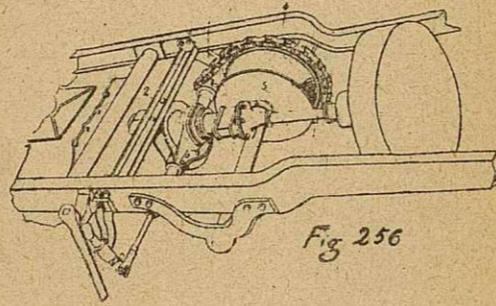
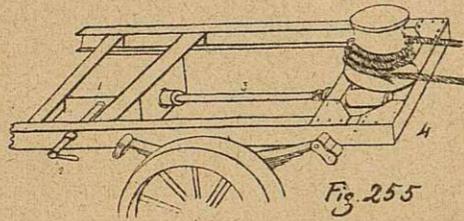
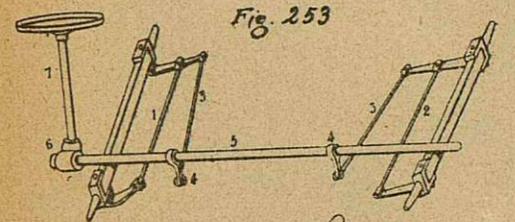
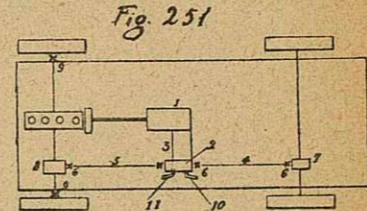
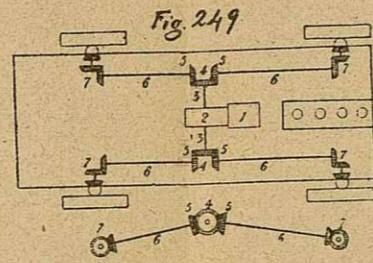
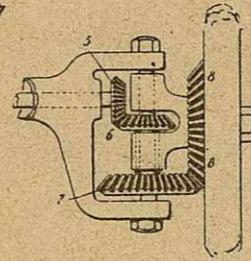
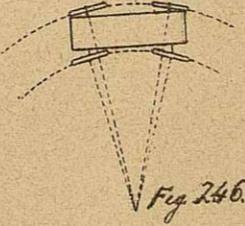
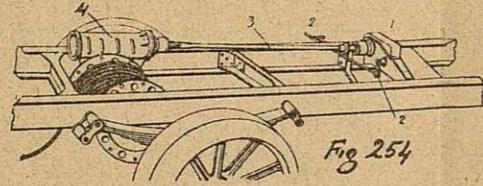
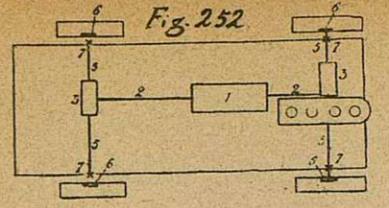
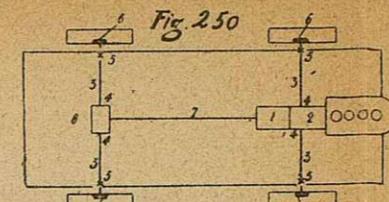
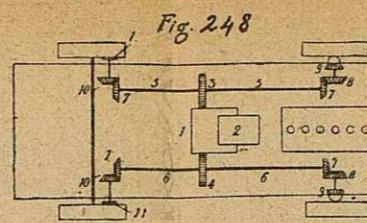
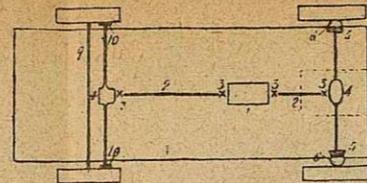
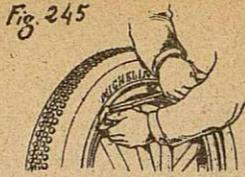
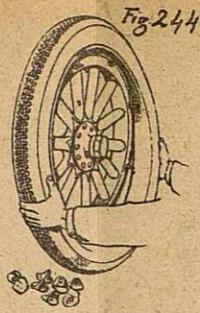
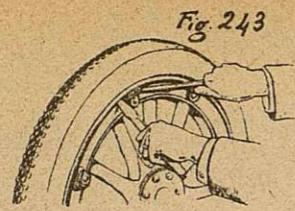


Fig. 210







## INFANTERIA

Instrucción táctica: Tomo I.....	1926	1,00
Apéndice VI. Manejo y empleo táctico del fusil ametrallador Hotchkiss ligero, tipos I y II.....	1927	0,25
Anexo I. Instrucción y empleo táctico de las unidades de ametralladoras.....	1926	0,75
íd. III. Instrucción y empleo táctico de los carros ligeros. ....	1928	0,75

## CABALLERIA

Instrucción táctica. Tomo I.....	1926	1,60
íd.    íd. Tomo II.....	1926	1,00
Equitación militar .....	1926	2,00
Juego del Polo militar.....	1926	1,50

## ARTILLERIA

Instrucción táctica (a pie).....	1926	1,00
íd.    íd. (de carreteo).....	1927	0,50
íd.    íd. de Artillería de montaña .....	1927	1,85
Reglamento Topográfico Artillero. Tomo I.....	1928	1,75
íd.    íd.    íd. Tomo II.....	1928	1,50
Empleo de la Aeronáutica en la observación del tiro de la Artillería y reconocimiento de objetivos.....	1926	1,00

## INGENIEROS

Señales y circulación.....	1926	1,50
Personal del movimiento de trenes.....	1926	1,50
Capataz y obrero de vía.....	1926	0,60
Instrucción de las tropas de Pontoneros. Tomo I.....	1928	1,50
íd.    íd.    íd. Tomo II.....	1928	1,50
íd.    técnica del personal de Telegrafía eléctrica.....	1928	1,75
íd.    íd.    íd. de    íd.    óptica.....	1928	1,75

## INTENDENCIA

Instrucción táctica. Tomo I.....	1926	1,50
íd.    íd. Tomo II .....	1926	1,50
íd.    para el suministro de carne por los parques de ganado de Ejército .....	1928	0,50
Reglamento de los servicios de Intendencia en campaña.....	1929	1,25
Reglamento para la instrucción técnica de las panaderías de campaña .....	1929	0,75

## SANIDAD

Instrucción de Camilleros.....		0,50
Servicio de Veterinaria en campaña.....	1907	0,25