



AÑO LXXXVIII

MADRID. = MAYO 1933

NÚM. V

## **Transmisiones modernas en automóviles**

*(Conclusión.)*

### II

#### **CAMBIOS DE VELOCIDADES PRESELECTIVOS**

##### **Cambio Wilson.**

La aplicación de los trenes de engranajes epicicloidales a las cajas de cambio de velocidades tuvo lugar en los primeros tiempos del automóvil—Lanchester, Oldsmobile—. Después los utilizó Ford en su famoso modelo T, hasta 1927, en que fueron desterrados casi por completo del campo automovilista vencidos por el cambio de trenes desplazables, inventado por Panhard en 1892, y que desde su principio fué de uso universal a pesar de lo antimecánico de su concepción y manejo. “Es brutal, pero funciona”, era la frase con que lo defendía el propio inventor de los justificados reproches que se hacían a su mecanismo. Durante muchos años los esfuerzos de los constructores de automóviles se aplicaron principalmente a perfeccionar el motor; y sólo hace pocos años empezaron a preocuparse

de suavizar el trabajo y facilitar el manejo del cambio de velocidades. Resultado de estas investigaciones son las velocidades intermedias silenciosas por engranajes interiores o en toma constante, los cambios sincronizados (1), la rueda libre y el embrague automático. Muchos de estos perfeccionamientos tienden a facilitar la conducción del coche, y todos son paliativos para los defectos fundamentales de la caja de velocidades del tipo clásico, que, si actualmente es silenciosa y fácil de manejar, en cambio se ha complicado lamentablemente con servos, embragues auxiliares, válvulas, resortes, mandos, etc., etc.

Durante la guerra europea, el Mayor del Ejército inglés, míster Walter G. Wilson, ideó un cambio de velocidades de engranajes epicicloidales con coronas que tuvo sus primeras aplicaciones en los carros de combate. Hasta 1928 no hizo su aparición en los automóviles, y desde entonces su uso se ha extendido notablemente, siendo hoy utilizado por las Casas Daimler, Lanchester, B. S. A. (que lo combinan con el turbo-embrague descrito en la primera parte de este artículo), Talbot, Armstrong-Siddley (primera en usarlo), Standard, Alvis, Crossley, Isotta-Fraschini, F. N., Minerva y otras. Alguna de ellas lo monta sobre todos sus modelos. La Compañía General de Omnibus, de Londres, equipa con él sus coches; la Drewry Car Co., lo monta en sus automotrices de motor Diesel para ferrocarril; y es empleado en gran parte de los carros de asalto y tractores del Ejército inglés.

Las principales características son: supresión del embrague, pues los efectos de resbalamiento y acoplamiento o embrague se obtienen aquí por medio de las cintas de freno de los tambores; y la *preselección* de las velocidades.

**FUNCIONAMIENTO Y TEORIA.**—La figura 1 representa, en esquema, la combinación de engranajes de un cambio Wilson de cuatro velocidades adelante y marcha atrás. Consta de cuatro tambores para 1.<sup>a</sup>, 2.<sup>a</sup>, 3.<sup>a</sup> y M. A. y un embrague de cono, *D*, para la directa. Cada tambor puede inmovilizarse por medio de un freno de cinta que se aplica por el exterior y lleva su interior dentado en forma de corona, en la cual engranan los satélites—en la figura se dibujan dos para mayor claridad, pero en la práctica se usan tres para cada

(1). En el artículo del autor, "El cambio de velocidades en los automóviles", publicado en el MEMORIAL de febrero de 1930, se habla de estos perfeccionamientos, y se expone la teoría de los cambios por trenes epicicloidales sin corona (tipos Ford, Cotal, etc.), complementaria de la que en el presente trabajo se explica relativa a los de corona (tipo Wilson).

corona—, y éstos, a su vez, engranan con el piñón central o planeta. El árbol motor  $M$  lleva la parte macho del embrague de cono  $D$ , pasa libremente por el eje de giro de la parte hembra y del planeta de 3.<sup>a</sup>, y lleva enclavados sobre él los planetas de 2.<sup>a</sup> y 1.<sup>a</sup> El árbol  $T$  de transmisión al puente trasero está unido a la armadura de los satélites de 1.<sup>a</sup> y  $M. A.$  y pasa libremente a través del planeta de  $M. A.$  Las demás partes del cambio están enlazadas entre sí del modo que se ve en la figura y que se irá explicando a medida que se estudie la teoría.

Para deducir las velocidades angulares resultantes de una combinación de engranajes epicicloidales como la que nos ocupa, se estudian a continuación los dos movimientos elementales que sirven de base a los demás.

*Primer movimiento* (fig. 2).—Sean  $c$  la corona dentada interiormente,  $s$  un satélite y  $p$  el planeta. Las mismas letras designan el número de dientes de cada pieza. Suponemos la corona fija y el planeta girando a la velocidad  $\Omega_p$ ; y vamos a deducir la velocidad  $\Omega_s$  del eje del satélite alrededor del eje  $O$ .

Siendo el número de dientes proporcional al radio se tiene:

$$r_c = r_p + 2 r_s \quad \text{o sea} \quad c = p + 2s, \quad \text{de donde} \quad s = \frac{c - p}{2}$$

fórmulas que relacionan el número de dientes de las piezas que forman esta clase de engranajes.

Suponiendo la posición inicial del movimiento la de trazo lleno, cuando el planeta haya girado un ángulo  $\alpha$ , el satélite ocupará la posición dibujada de trazos, y los puntos de contacto  $A$  y  $B$  habrán pasado a ser los  $C$  y  $D$ . El satélite, en su movimiento de arrastre, rueda sobre el planeta móvil y la corona fija, girando a la vez sobre su eje en el mismo sentido de  $\Omega_p$ , y se desplaza también en este sentido el ángulo  $\beta$ . Los puntos  $A$  y  $B$  del satélite habrán pasado a  $A''$  y  $B'$ , mientras el  $A$  del planeta ha llegado a  $A'$ . Por otra parte, puesto que las tres piezas están engranadas, los recorridos periféricos en dichos movimientos de rodaje señalados en negro serán iguales y, por tanto:

$$\overline{A'C} = \overline{CA''} = \overline{B'D} = \overline{BD}.$$

Como el arco es igual al ángulo correspondiente multiplicado por el radio:

$$\alpha = \frac{\overline{AA'}}{OA} = \frac{\overline{AC} + \overline{CA'}}{r_p} = \frac{\overline{AC} + \overline{BD}}{r_p} = \frac{\beta \cdot r_p + \beta \cdot r_c}{r_p} = \frac{\beta (r_p + r_c)}{r_p}$$

Los desplazamientos angulares son proporcionales a las velocidades de giro; de modo que

$$\frac{\Omega_p}{\Omega_s} = \frac{\alpha}{\beta} = \frac{r_p + r_c}{r_p} = \frac{p + c}{p}, \quad \Omega_s = \frac{p}{c + p} \Omega_p \quad (1)$$

*Segundo movimiento* (fig. 3). — Ahora suponemos fijo el planeta  $p$  y la corona animada de un movimiento de rotación con velocidad  $\Omega_c$ . Mientras la corona gira el ángulo  $\alpha$ , el satélite rodando sobre ella y el planeta fijo pasa a la posición de trazos, habiendo girado alrededor del eje  $O$  el ángulo  $\beta$ . Aplicando el razonamiento del caso anterior se tiene:

$$\begin{aligned} \overline{AC} &= \overline{CA'} = \overline{DB''} = \overline{DB'} \\ \alpha &= \frac{\overline{BB'}}{OB} = \frac{\overline{BD} + \overline{DB'}}{r_c} = \frac{\overline{BD} + \overline{AC}}{r_c} = \frac{\beta (r_c + r_p)}{r_c} \\ \frac{\Omega_c}{\Omega_s} &= \frac{\alpha}{\beta} = \frac{r_c + r_p}{r_c} = \frac{c + p}{c}, \quad \Omega_s = \frac{c}{c + p} \Omega_c \quad (2) \end{aligned}$$

*Primera velocidad.*—Se frena e inmoviliza (fig. 1) la corona de primera velocidad, estando libres todas las demás y separado el embrague  $D$ . El motor, unido al planeta de primera velocidad y girando con velocidad  $\Omega$ , obliga a rodar los satélites sobre la corona de primera, y el árbol de transmisión  $T$  unido a la armadura de los satélites girará a una velocidad  $\Omega'$ , que se deduce por la fórmula (1), estando el esquema de esta marcha dibujado en la figura 4.

$$\Omega' = \frac{p_1}{c_1 + p_1} \Omega \quad (3)$$

*Segunda velocidad* (fig. 1).—Se frena la corona de segunda estando las demás libres. El árbol motor lleva enclavado el planeta de segunda que obliga a rodar a los satélites sobre la corona quieta. La velocidad de rotación del tren de satélites se deduce (fig. 5) aplicando al engranaje de segunda la fórmula (1):

$$\Omega_1 = \frac{p_2}{c_2 + p_2} \Omega$$

La armadura de este tren de satélites está unida a la corona del

engranaje de primera, que girará, por tanto, con velocidad  $\Omega_1$ . Como a su vez el planeta de primera está enclavado sobre el árbol motor y gira con velocidad  $\Omega$ , al tren de satélites de primera y al árbol de transmisión unido a él les resultará una velocidad de rotación suma de estas dos:  $\Omega_c$ , resultante de suponer fijo  $p_1$  y girar  $c_1$  con velocidad  $\Omega_1$  (fórmula 2); y  $\Omega_p$ , que resulta de suponer fijo  $c_1$  y girar  $p_1$  con velocidad  $\Omega$  (fórmula 1).

$$\Omega'' = \Omega_c + \Omega_p, \quad \Omega_c = \frac{c_1}{c_1 + p_1} \Omega_1 = \frac{c_1 p_2}{(c_1 + p_1)(c_2 + p_2)} \Omega,$$

$$\Omega_p = \frac{p_1}{c_1 + p_1} \Omega, \quad \Omega'' = \Omega \left( \frac{c_1 p_2}{(c_1 + p_1)(c_2 + p_2)} + \frac{p_1}{c_1 + p_1} \right) \quad (4)$$

*Tercera velocidad.*—La corona de tercera es de menor diámetro que las de primera y segunda. A través del eje de su planeta  $p_3$  pasa libremente el árbol motor. La corona está unida al tren de satélites de segunda, y el tren de satélites  $s_3$  lo está a la corona de segunda  $c_2$ . El planeta de tercera es el que está aquí unido al tambor del freno. Cuando se emplea esta velocidad se inmoviliza, pues,  $p_3$ . Los demás elementos del cambio están libres para girar. La velocidad en la transmisión será, también ahora, la que le resulte al tren de satélites de primera. En la figura 6 se dibuja el esquema de esta combinación. Supuesto el conjunto en movimiento, cada elemento girará con la velocidad que le corresponde según los engranajes que le afecten:  $p_2$  y  $p_1$  con  $\Omega$ ;  $s_3$  y  $c_2$  con  $U$ ;  $c_3$ ,  $s_2$  y  $c_1$  con  $V$ ; y  $s_1$  con la resultante general buscada  $\Omega'''$ .

Aplicando la fórmula (2) al tren de tercera se tiene:

$$U = \frac{c_3}{c_3 + p_3} \cdot V$$

A su vez  $V$ , en el tren de segunda, es la suma de las velocidades debidas al giro de  $p_2$  (fórmula 1) y al de  $c_2$  (fórmula 2):

$$V = \frac{p_2}{c_2 + p_2} \Omega + \frac{c_2}{c_2 + p_2} U;$$

y sustituyendo el valor de  $U$ ,

$$V = \frac{p_2}{c_2 + p_2} \Omega + \frac{c_2}{c_2 + p_2} \cdot \frac{c_3}{c_3 + p_3} \cdot V$$

de donde

$$V \left( 1 - \frac{c_2}{c_2 + p_2} \cdot \frac{c_3}{c_3 + p_3} \right) = \frac{p_2}{c_2 + p_2} \Omega$$

$$V = \frac{\frac{p_2}{c_2 + p_2}}{1 - \frac{c_2}{c_2 + p_2} \cdot \frac{c_3}{c_3 + p_3}} \cdot \Omega$$

Conocida  $V$  en función de  $\Omega$ , y aplicando en el engranaje de primera las fórmulas (1) y (2), se conocerá el valor de  $\Omega'''$ , que es la suma de las rotaciones debidas al giro de  $c_1$  con velocidad  $V$  (fórmula 2), y de  $p_1$  con velocidad  $\Omega$  (fórmula 1).

$$\Omega''' = \Omega_c + \Omega_p \quad , \quad \Omega_c = \frac{c_1}{c_1 + p_1} \cdot V =$$

$$= \frac{c_1}{c_1 + p_1} \cdot \frac{\frac{p_2}{c_2 + p_2}}{1 - \frac{c_2}{c_2 + p_2} \cdot \frac{c_3}{c_3 + p_3}} \cdot \Omega \quad , \quad \Omega_p = \frac{p_1}{c_1 + p_1} \cdot \Omega$$

$$\Omega''' = \Omega \left( \frac{p_1}{c_1 + p_1} + \frac{c_1}{c_1 + p_1} \cdot \frac{\frac{p_2}{c_2 + p_2}}{1 - \frac{c_2}{c_2 + p_2} \cdot \frac{c_3}{c_3 + p_3}} \right) \quad (5)$$

*Directa* (fig. 1).—Todos los tambores están libres para girar; el embrague de cono  $D$  se cierra, y, por tanto, el motor en su giro arrastra al tambor y planeta de tercera. Como también giran los planetas de primera y segunda resultan imposibles movimientos relativos de rotación entre los satélites, coronas y planetas de las tres marchas, y el conjunto girará todo con velocidad  $\Omega$ , sin que ningún engranaje se mueva con relación a otro.

*Marcha atrás*.—El árbol motor obliga a girar al planeta de primera con su misma velocidad  $\Omega$ . Los satélites de primera y de  $MA$  girarán a la velocidad de marcha atrás  $\Omega_a$  puesto que sus armaduras están unidas a la transmisión (figs. 1 y 7). La corona de  $MA$  está inmovilizada por su freno exterior. La corona de primera y el planeta de  $MA$  (loco sobre el árbol de transmisión) están enlazados y girarán a una cierta velocidad de rotación  $W$ .

Aplicando en el tren de  $MA$  la fórmula (1), se tiene:

$$\Omega_a = \frac{p_a}{c_a + p_a} \cdot W.$$

En el tren de primera el giro de los satélites es la suma de rotaciones debidas a los movimientos del planeta con velocidad  $\Omega$  (fórmula 1) y de la corona con velocidad  $W$  (fórmula 2).

$$\Omega_a = \Omega_p + \Omega_c = \frac{p_1}{c_1 + p_1} \Omega + \frac{c_1}{c_1 + p_1} W.$$

Igualando ambos valores de  $\Omega_a$ :

$$W \frac{p_a}{p_a + c_a} = \Omega \frac{p_1}{c_1 + p_1} + W \frac{c_1}{c_1 + p_1}$$

$$W = \frac{\frac{p_1}{c_1 + p_1}}{\frac{p_a}{c_a + p_a} - \frac{c_1}{c_1 + p_1}} \cdot \Omega,$$

y sustituyendo en el primer valor de  $\Omega_a$ ,

$$\Omega_a = \frac{\frac{p_1}{c_1 + p_1} \cdot \frac{p_a}{c_a + p_a}}{\frac{p_a}{c_a + p_a} - \frac{c_1}{c_1 + p_1}} \cdot \Omega \quad (6)$$

Las fórmulas (3), (4), (5) y (6) son las generales para un cambio epicicloidal de esta clase.

*Ejemplo.*—La figura 8 representa un cambio Wilson en sus verdaderas proporciones y construcción. Los planetas de primera y segunda son un solo piñón central, y los tambores de primera y segunda son también iguales entre sí. Por tanto, en las fórmulas anteriores deben hacerse  $p_1 = p_2$  y  $c_1 = c_2$ . Las (3) y (6) permanecen iguales, y las (4) y (5) toman esta forma:

$$\Omega'' = \Omega \left[ \frac{p_1}{c_1 + p_1} \left( 1 + \frac{c_1}{c_1 + p_1} \right) \right] \quad (4')$$

$$\Omega''' = \Omega \left[ \frac{p_1}{c_1 + p_1} \left( 1 + \frac{\frac{c_1}{c_1 + p_1}}{1 - \frac{c_1}{c_1 + p_1} \cdot \frac{c_3}{c_3 + p_3}} \right) \right] \quad (5')$$

Aplicando las fórmulas (3), (4'), (5') y (6) a un caso práctico como el de la figura 8, en el que

$$\left. \begin{array}{l} p_1 = p_2 = 24 \text{ dientes} \\ c_1 = c_2 = 72 \text{ dientes} \end{array} \right\} s_1 = s_2 = \frac{c-p}{2} = 24 \quad \cdot \quad c_1 + p_1 = 96$$

$$p_3 = 20 \quad \cdot \quad c_3 = 60 \quad \cdot \quad s_3 = \frac{60-20}{2} = 20 \quad \cdot \quad c_3 + p_3 = 80$$

$$p_a = 32 \quad \cdot \quad c_a = 68 \quad \cdot \quad s_a = 18 \quad \cdot \quad p_a + c_a = 100$$

se obtiene:

$$\Omega' = 0,25 \Omega \quad \cdot \quad \text{Demultiplicación } d' = \frac{\Omega}{\Omega'} = 4$$

$$\Omega'' = \frac{24}{96} \left( 1 + \frac{72}{96} \right) \Omega = 0,43 \Omega \quad \cdot \quad d'' = 2,33$$

$$\Omega''' = \frac{24}{96} \left( 1 + \frac{\frac{72}{96}}{1 - \frac{72}{96} \cdot \frac{60}{80}} \right) \Omega = 0,68 \Omega \quad \cdot \quad d''' = 1,47$$

$$\Omega_a = \frac{0,25 \times 0,32}{0,32 - 0,75} \Omega = -\frac{0,08}{0,43} \Omega = -0,186 \Omega \quad \cdot \quad d_a = -5,37 \Omega$$

cuyos valores son los correspondientes al cambio Wilson de que van provistos los coches Lanchester 18 CV. y Daimler 16 CV., entre otros.

*Mando.*—Los frenos que inmovilizan cada uno de los tambores son de la forma de la figura 9: la mitad de la anchura del tambor *T* es frenada por una cinta *X* con un extremo fijo en la barra *G*, y la otra mitad es frenada por la cinta envolvente *Z* que, con un extremo fijo a *F* y accionada por la biela *I*, oprime la cinta *X*, frenando e inmovilizando entre las dos el tambor *K*. De esta forma se consigue una presión uniforme sobre toda la periferia del tambor, no se ejercen esfuerzos de flexión sobre los ejes contenidos en el interior de los tambores, y no son necesarios cojinetes intermedios entre los diferentes trenes de coronas y satélites. Los frenos tienden a enrollarse y apretarse sobre los tambores cuando el motor "tira" del coche. El desgaste de las cintas es inapreciable, habiéndose comprobado que a los 300.000 kilómetros de recorrido los ferodos estaban en perfecto estado; su apriete es muy enérgico y no patinan, aunque van, como todo el cambio, sumergidas en un baño de aceite fluido.

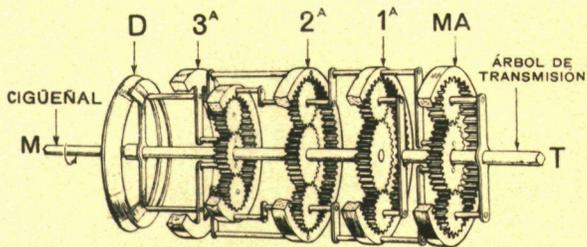


Fig. 1.

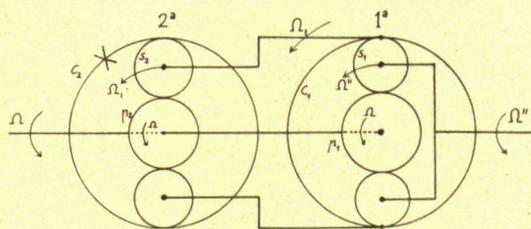


Fig. 5.

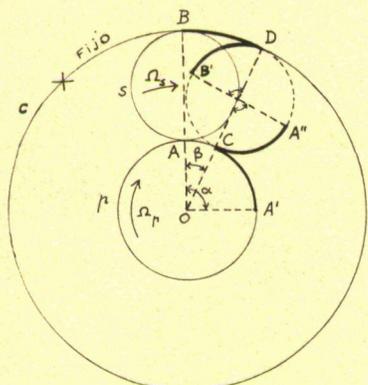


Fig. 2.

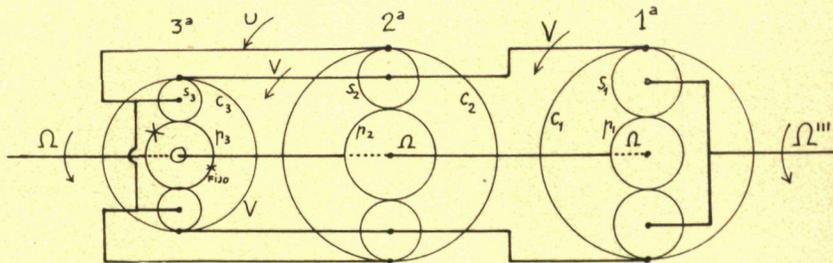


Fig. 6.

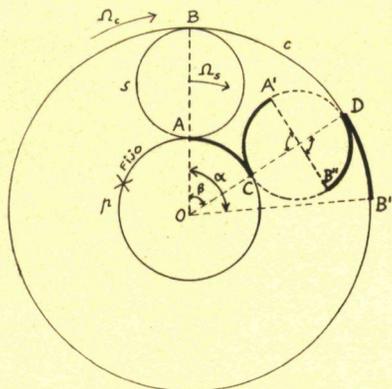


Fig. 3.

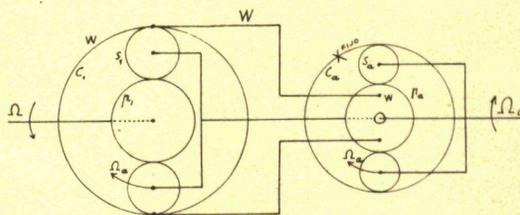


Fig. 7.

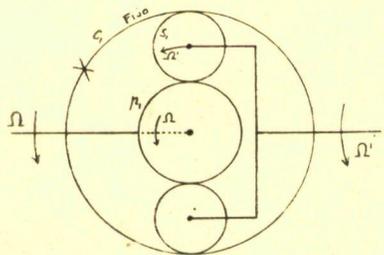


Fig. 4.

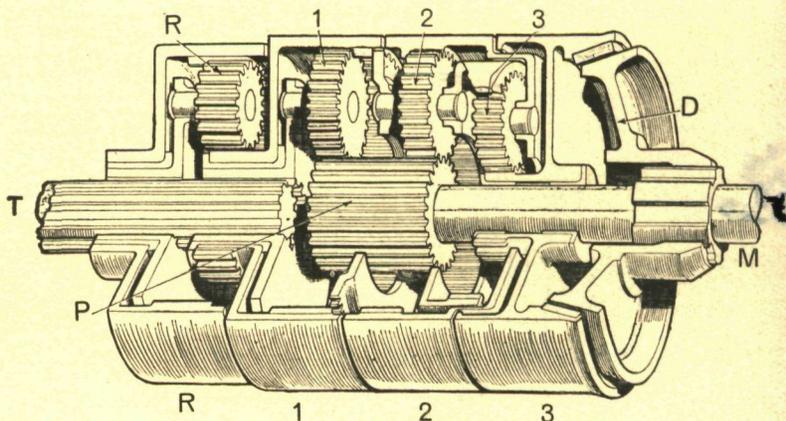


Fig. 8.—M, árbol motor.—T, árbol de transmisión.—P, planeta de 1.<sup>a</sup> y 2.<sup>a</sup> R, 1, 2 y 3, engranajes y tambores de M A, 1.<sup>a</sup>, 2.<sup>a</sup> y 3.<sup>a</sup> velocidades.

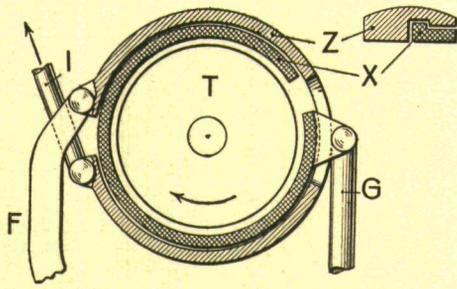


Fig. 9.

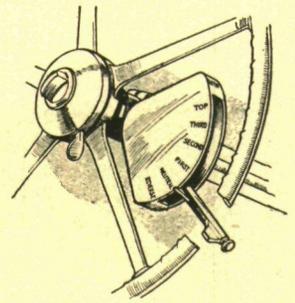


Fig. 10.

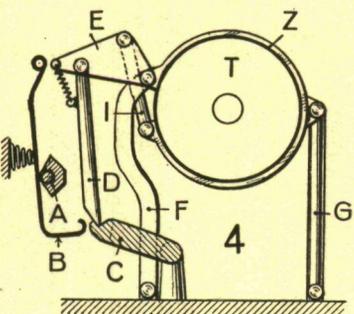
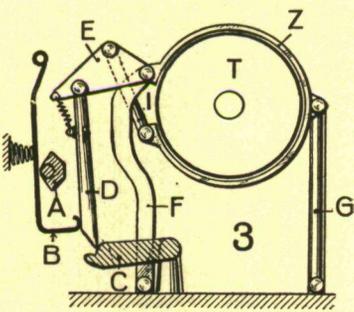
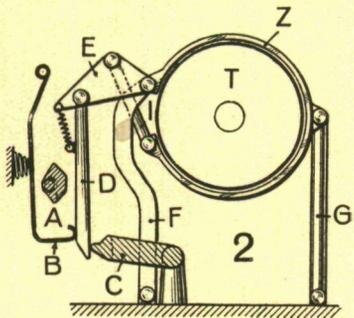
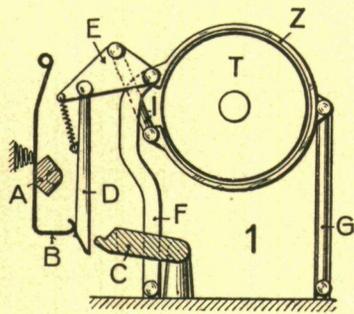


Fig. 11.

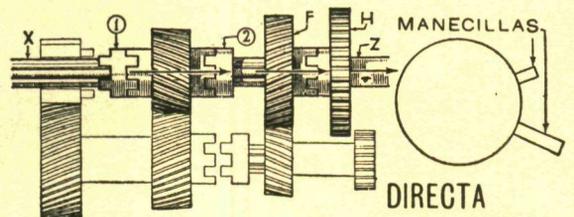
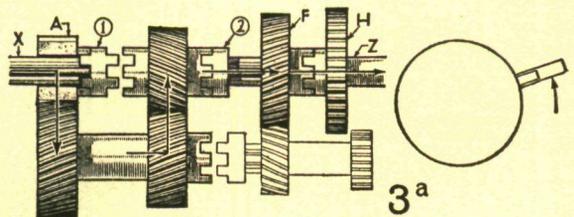
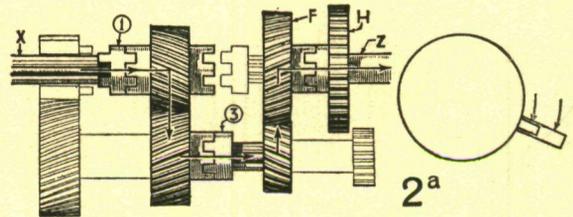
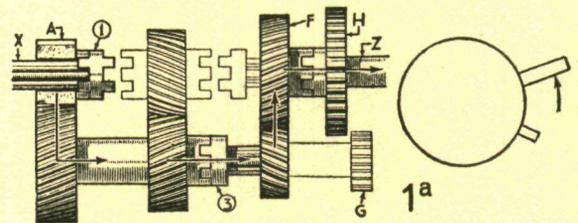
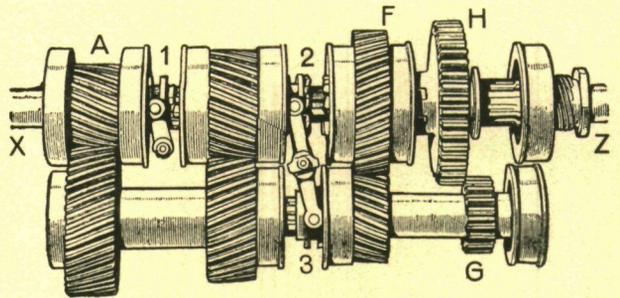


Fig. 12.

El mando de los frenos, o sea de las diferentes velocidades, se hace desde el volante de dirección (fig. 10) con una manecilla *preselectora* que, por medio de una transmisión adecuada, *prepara* la combinación de velocidades que se desea girando el árbol de levas proyectado en *A* en las figuras 11. En estas figuras se representan las diferentes posiciones que puede tener el mecanismo de acción de frenos colocado al lado de cada uno de los tambores. Una vez *preparada* la velocidad, se acciona el cambio por medio del pedal que en los coches ordinarios corresponde al embrague. (Con este cambio ya se dijo que los automóviles no llevan embrague.) El pedal mueve el eje portador de los brazos *C*, quienes por la acción de un fuerte resorte tienden a estar levantados.

La figura 11-1 es la posición de punto muerto. Todas las levas *A* mantienen apartadas a la izquierda los selectores *B*, y todos los frenos están flojos.

Al moverse la manecilla de la figura 10, la leva correspondiente a la velocidad marcada gira y deja que su selector *B* (fig. 11-2), empujado por su resorte, venga a la derecha y apoye la palanca oscilante *D* contra el brazo *C* correspondiente. La velocidad queda *preparada*, pues cuando se aprieta a fondo el pedal venciendo la acción de su fuerte resorte (fig. 11-3), el brazo *C* baja, y en la entalladura de su extremo encaja el bisel de *D*, y al soltar el pedal se levanta de nuevo el brazo *C* (fig. 11-4) que empuja con fuerza la palanca oscilante *D* hacia arriba, hace girar la pieza triangular *E* sobre el eje colocado en el extremo de *F*, al que también se sujeta la cinta de freno, y la biela *I* tira de dicha cinta, quedando el tambor inmovilizado.

Durante la marcha en la velocidad metida se puede accionar la manecilla de la figura 10, preparando otra combinación (fig. 11). Las levas *A* mantendrán separados los selectores *B*, excepto el de la nueva velocidad marcada; para que ésta sustituya a la anterior, basta pisar el pedal (fig. 11-3), con lo que todos los brazos *C* bajan, dejando escapar el que estuviera ocupando su palanca oscilante *D* (que es retirada a la izquierda por su pequeño resorte), y al soltar el pedal y subir los brazos *C*, uno de ellos cogerá en la forma explicada sobre la figura 11-4 la palanca *D* correspondiente a la velocidad elegida.

*Conducción.*—De las explicaciones anteriores se deduce la extrema facilidad y seguridad de maniobra, pues resulta imposible producir una avería por descuido en el manejo. Si, por ejemplo, yendo en directa se mete la marcha atrás, se producirá un fuerte patinado

en el tambor de M A, con el brusco frenado del coche; pero no hay temor de romper engranajes ni árboles de transmisión. El paso correcto de unas a otras velocidades, si es de menor a mayor, requiere soltar el acelerador como de costumbre; y si es de mayor a menor, debe conservarse el acelerador a fondo para que el motor se acelere durante el breve momento en que está desembragado por pisar el pedal de mando. La maniobra es más rápida que con los cambios de trenes desplazables, y, como consecuencia, las aceleraciones del vehículo son superiores. Probados dos coches idénticos, uno con cambio clásico y otro con el Wilson, de análogas demultiplicaciones, a los diez segundos de arrancar el primero había alcanzado la velocidad de 30 kilómetros por hora y el segundo 50; a los quince segundos las velocidades eran de 40 y 65, respectivamente; a los veinticinco segundos el coche con cambio ordinario marchaba a 60 kilómetros por hora, contra 85 del provisto de caja Wilson. La utilización del motor como freno es más fácil por el rápido y seguro paso a las combinaciones inferiores. Todas las maniobras se dulcifican aún más si entre el motor y el cambio se intercala el embrague hidráulico (transmisión Daimler).

El funcionamiento es silencioso en todas las velocidades por estar todos los engranajes en toma constante. Las velocidades de giro de satélites y coronas son inferiores a la del giro del motor (característica propia de este cambio epicicloidal) y el esfuerzo a transmitir se reparte en mayor superficie de dientes que en cualquier otro cambio.

Los rendimientos, según ensayos oficiales, son: en primera, 98 por 100; en segunda, 99 por 100; en tercera y directa, 99,2 por 100; superiores a los de cajas análogas de tipo clásico, que varían de 96,5 a 98 por 100. El peso de la caja Wilson es análogo al de un cambio normal. Su coste es superior; pero si se la compara con un cambio moderno provisto de rueda libre, tomas sincronizadas, etcétera, la diferencia no es sensible. Combinada con el embrague hidráulico, el peso y coste resultan un 50 por 100 superiores a los de los elementos que sustituyen.

#### **Cambio preselectivo Maybach.**

Hay otro cambio de velocidades, por engranajes en espiral de toma constante, también preselectivo, usado por la Casa Zeppelin sobre sus coches Maybach y por los coches de *sport* ingleses Lagonda. La figura 12 muestra su fundamento: X es el árbol prima-

rio procedente del embrague; *Z* es el secundario que va al puente trasero. Los desplazables de tetones que combinan las diferentes velocidades son: el *1*, en el extremo del árbol primario; el *2*, que une o separa los dos trozos en que está dividido el secundario; y el *3*, que hace lo mismo sobre el intermediario. Los desplazables *2* y *3* se mandan simultáneamente de modo que cuando uno está en toma el otro está desempalmado. Los movimientos de estos desplazables se preparan por dos manecillas colocadas sobre el volante de la dirección: la mayor actúa sobre el *1* y la pequeña sobre los *2* y *3*. El movimiento de los desplazables se obtiene por medio de unos cilindros-servos, en los que los pistones son movidos a uno u otro lado por el vacío de la tubería de admisión, de tal modo que, accionadas las válvulas de los servos por el movimiento de las manecillas, basta levantar el pie del acelerador para que la fuerte depresión de la admisión del motor mueva los pistones de los servos y se corran los desplazables en la forma deseada.

Para cambiar no es necesario desembragar, sobre todo si se baja de velocidades. Al levantar el pie del acelerador cambia de sentido la torsión que aprieta lateralmente los dientes de los engranajes por pasar el motor de tirar del coche a ser arrastrado por éste, y durante ese instante los dientes de los engranajes están libres de presiones laterales que dificulten su desplazamiento; simultáneamente, la fuerte depresión de la tubería de admisión, producida por haber soltado el acelerador, pone en funciones los servomotores de vacío que mueven los desplazables, y éstos pueden soltarse o engranar sin necesidad de haber desembragado.

Para facilitar el engrane de los tetones del desplazable *3*, único que puede presentar dificultades por llevar los dientes a engranar velocidades muy distintas, se dispone de un pequeño embrague sincronizador mandado por el mismo servo de vacío que mueve el desplazable.

El coche lleva una palanca de cambio que tiene cuatro posiciones: una, de *marcha normal*, que permite las cuatro combinaciones de la figura 12, para las cuales el desplazable *H* tiene sus tetones engranados con los de *F*; otra, de *marcha reducida*, con dichos tetones desempalmados y engranando, en cambio, *H* con *G*, con lo que se obtienen otras cuatro combinaciones hacia adelante (en total hay ocho); otra, de *punto muerto*, en la que el desplazable *H* está libre y la última es la de *marcha atrás*. Como cada posición de la palanca permite cuatro demultiplicaciones distintas por medio de las manecillas, hay, por tanto, cuatro marchas atrás, y podría caminarsé a

100 kilómetros por hora en esta forma si tal cosa fuera aconsejable.

El conjunto de este cambio es bastante complicado y resulta costoso. Por estas razones su aplicación hasta ahora se ha limitado a las dos marcas citadas.

MANUEL ARIAS PAZ.

---

## La unidad alemana

Ya decía Jomini: "si los principios de la estrategia son inmutables, no sucede lo mismo con las verdades de la política de la guerra, que sufren modificaciones según el estado moral de los pueblos, de las localidades, y de los hombres que se hallan a la cabeza de los Ejércitos y de los Estados".

Viene a cuento esta cita, porque justifica mi idea de que al milite no pueden dejarle indiferente los cambios en la estructura política de un gran país europeo, cambio que, cuando no es de mera forma, denota una evolución en el espíritu del pueblo, que si tiene índole guerrera como el germano, puede producir una conflagración, en cuya vorágine podremos vernos metidos, como ya indicaba en el artículo titulado *La independencia de España*, publicado pocos meses ha en estas mismas columnas. Por eso voy a indicar cuál es la estructura política que tiene el Reich a partir del 7 de abril del año corriente, fecha en que parece ha dado fin una evolución secular, cuya fase definitiva empezó hace más de un siglo.

La generación del autor que estudió la historia después del 70, y con más motivo la actual, que ha vivido la guerra del 14 al 18, han identificado erróneamente los conceptos de Alemania y Prusia, cual si las dos fueran la misma cosa; y hay necesidad de desterrar este error inicial si quiere entenderse algo de lo que ha ocurrido hasta hoy, porque es lo cierto que Alemania no ha correspondido jamás en la Historia exactamente al concepto de un Estado, sino era una cosa algo vaga, sin contornos precisos, con un desarrollo muy especial. Esto era en tiempos pasados; con el Tratado de Versalles, primero, y el de Francfort, después, la unificación da un gran paso, que acaba de afirmarse el 7 del pasado mes de abril.

Para entender algo del cambio de estructura que quiero indicar en este artículo, es forzoso empezar por una síntesis histórica, que haré brevísima, aunque con ello pierda claridad.

Todo el centro de Europa, del Báltico a los Alpes y del Mosa a Hungría y Polonia, formaba parte en los siglos medios, de aquel Sacro Romano Imperio—del que decía Voltaire “que no era ni sagrado, ni romano, ni Imperio”—, hasta que el año 1806 el emperador de Austria que ceñía entonces la corona, la abandonó sin pompa ni solemnidad. Absorbida entonces Europa en las guerras napoleónicas, no paró mientes en la importancia de este hecho.

Ese Imperio mantuvo su esplendor hasta mediado el siglo XVIII; empezó a decaer en esta fecha, cuando la modesta marca de Brandeburgo se convirtió en el reino de Prusia; y a fines de ese siglo el Imperio se extinguió de hecho, quedando al Sur el Imperio de Austria, al norte el Reino de Prusia y al centro y oeste un mosaico de Estados, principados, ducados y villas libres que eran nada menos que 360 a principios del XIX. Todos estos últimos estadillos formaron, en 1812, por decisión de Napoleón, la Confederación del Rin, que sólo duró hasta 1815, en que después del Congreso de Viena, desaparece este nombre, sustituido por el de Confederación Germánica, que se extendía del Rin a Hungría, no comprendiendo a ésta y dándose el caso extraño políticamente de que el Imperio austriaco (que todavía no se llamaba de Austria-Hungría) tenía una sola cabeza, su emperador, pero una parte formaba parte de Alemania y su Confederación, y la otra no. La Santa Alianza, que creó ese mismo Congreso de Viena, sustituyó al antiguo Imperio, y de su existencia no podemos tener buen recuerdo los españoles, y mucho menos la España republicana y democrática de hoy día, pues gracias a aquella entraron en España en 1823 los 100.000 hijos de San Luis, para defender la corona que se tambaleaba de Fernando VII. Y no es inoportuna esta cita para demostrar a mis lectores, que no es sensato pensar en que nada nos importa lo que se resuelva y haga por las cancillerías en el centro de Europa, que por muy inverosímil que parezca, lo que hizo la Santa Alianza hace un siglo no hay razón alguna para pensar no pueda repetirse, y por eso mismo trato hasta con pesadez de interesar a mis compañeros en esos problemas de política internacional, que tan poco interés despiertan y tan ajenos parecen a nuestra profesión.

En esa Conferencia Germánica disminuyó notablemente el número de Estados a consecuencia de la Revolución del 48, pero los que quedaban tenían casi absoluta independencia, que conservaron hasta 1866, en que al triunfar Prusia de Austria la perdieron todos los del Norte, que eran, además de los Reinos de Sajonia y Hanover, seis grandes ducados, cinco ducados, siete princi-



electores (1), pero no ha tenido hasta 1871 capital, en el sentido moderno de esta palabra, pues no lo era Francfort, aunque allí se celebraban en los siglos medios las elecciones de emperadores y reuniones de la Dieta. A partir del siglo XVII, coincidiendo con la guerra de 30 años, la superior cultura del archiducado de Austria, englobado en el reino de Bohemia, hizo de Viena la ciudad directora, carácter que ha mantenido hasta 1866, en que Berlín asumió de hecho la dirección de la política del centro de Europa, y tomó el rango de capital al constituirse el nuevo Imperio en 1871.

Todo este cuerpo germánico, dirigido por Prusia desde 1870, estaba compuesto de Estados que tenían Gobiernos y Parlamentos, con libertad casi ilimitada en todas las cuestiones locales, de política interior y administración, y aun en el aspecto internacional conservaban cuando querían alguna independencia, pues Babiera, que era el más importante después de Prusia, mantenía embajadores en varias Cortes de Europa, cuyo papel no era meramente decorativo, pues se ocupaban de asuntos comerciales, a más de los dinásticos y casamenteros, a los que han sido siempre tan aficionadas las familias reinantes. Con las ideas y aspiraciones de todos esos Estados, tenían que contar el canciller del Reich y el emperador, y aunque al exterior Alemania parecía un poco homogénea, no lo era tanto, pues quedaban particularísimos que dificultaban el Gobierno, si bien la prosperidad general, el prestigio internacional del Imperio y el personal del Kaiser suavizaban dificultades y limaban asperezas. Francia y Bélgica contaban, sin embargo, en 1915, con esta falta de homogeneidad, que favorecía una ruptura si la guerra se prolongaba, y lo que no consiguieron durante ésta cerca estuvieron de lograrlo después del armisticio, pues con la derrota se enardecieron los antiguos antagonismos, y a punto estuvo de que se declararan independientes Babiera por el sur y Renhania al norte; pero la Constitución de Weimar en 1919 agrupó toda Alemania, pues por extraña paradoja la misma derrota creó la unidad, que no había podido lograr Guillermo triunfante en Versalles, y que surge en el Reich derrotado, precisamente a consecuencia del Tratado de Versalles.

Esa Constitución de Weimar borra ya el nombre de Estados: el Reich republicano sólo se compone de 17 "países", con una carta fundamental que es una transición entre el Imperio federal y mo-

(1) Los siete electores eran: los obispos de Colonia, Maguncia y Tréveris, el rey de Bohemia, el conde Palatino del Rhin, el príncipe de Sajonia y el Margrave de Brandeburgo. Este número aumentó a fines del 18, poco antes de desaparecer el Imperio.

nárquico de Bismarck y otro democrático y unificado que sólo pudo crearse por medio de equilibrios. Esta Constitución, obra laboriosa de eruditos que cogieron aquí y allá las teorías más bellas, tomando de Suiza el referendum, de los Estados Unidos los amplios poderes del presidente y de Francia el régimen parlamentario, no tenía demasiado en cuenta el temperamento alemán en sus manifestaciones políticas, pero sí tuvo las militares, pues quitó a los países el nervio de la guerra, el dinero, no dejándoles la libertad, que antes tenían, para establecer impuestos, reservándose el Imperio el derecho a establecerlos y distribuirlos; pero aún quedaban los Parlamentos con bastantes facultades políticas en todos los "países".

La crisis mundial, con todas sus consecuencias, ha hecho que los pueblos, encontrándose tan mal, 'quieran cambiar de postura, dándose cuenta entonces los alemanes de que su organización política y administrativa era arcaica, complicada y costosa, por la superposición de empleos y funciones, que daban lugar a interferencias. Ya el canciller Von Papen trató de resucitar una vieja fórmula, pero pareció demasiado caduca, y el actual canciller Hitler ha impuesto otra nueva norma de vida política. En lo sucesivo, 'los países estarán gobernados por una especie de virreyes, que sólo dependerán del canciller; los Parlamentos de cada país sólo serán algo semejante a nuestras Diputaciones Provinciales. Este cambio hacia la unificación, rompiendo con el ideal tradicional alemán, encuadra bien en la ideología democrática y socialista moderna, y consagra la hegemonía de Prusia sobre casi todo el pueblo alemán, consiguiendo sea realidad el sueño que hace siglo y medio pesaba sobre 'todo prusiano.

Ese dominio prusiano puede tener una enorme importancia militar, y ésa es la razón de escribir este artículo. Aventurado sobremanera es dogmatizar sobre las ideas de un pueblo; no son las columnas del MEMORIAL la más adecuada 'tribuna para ello, ni el autor se atrevería a sentar afirmaciones; mas, sin embargo, hay consideraciones político-militares que invitan a 'la reflexión. El alemán Bielfled dice en sus Instituciones que "el carácter predominante de los prusianos es una fuerte pasión hacia 'la guerra, a la que sacrifican hasta la libertad"; la misma idea expresan bastantes historiadores modernos, entre los que 'descuella Guillermo Ferrero, el más pacifista de todos, y por eso mismo expulsado de su país, Italia. Ese estado de espíritu, que 'parece innato del germano, y mucho más en el prusiano, el dolor y la humillación de la derrota, el vasallaje a que ha querido 'someterlos durante algunas generaciones el Trata-

do de Versalles, el empobrecimiento mundial y la crisis por que pasa el Mundo, son causas propicias para una acción guerrera, cuya iniciativa es muy fácil encubrir con el socorrido pretexto de una justa reivindicación; y todo esto es más fácil de lograr en un país completamente unificado, como ahora parece el Reich, en que manda una sola voluntad, sin temor a veleidades, que fácilmente pueden presentarse en cuanto surja un Parlamento independiente, como eran antes los de los reinos alemanes. Tan intenso es el deseo del actual canciller de conseguir esa unificación, y su voluntad de llevarla a cabo, que acaba de tomar unas medidas desconcertantes al negar la igualdad a sus minorías políticas y étnicas, tratando de suprimirlas, no ya sólo anexionándolas, lo cual sería disculpable, sino sencillamente suprimiéndolas por expulsión al negarlas el derecho a la vida, impidiéndoles el trabajo. Y es un tanto peregrino que Alemania haga esto al mismo tiempo que en la Conferencia del Desarme reclama la revisión de los tratados, el derecho a la igualdad internacional, y simultáneamente, en el interior, abomina de esa igualdad.

La actitud de Alemania pidiendo esa igualdad y tratando de imponer la revisión de los tratados apuntando contra Polonia, pues hace bien poco ha declarado el nuevo canciller "hemos abandonado la idea de expansión alemana en ultramar, no debemos entrar en discusiones con Inglaterra por las fuerzas navales; nuestro destino no está ligado a costas ni colonias sino al este de nuestra frontera", son aspiraciones que, llevadas con la fuerza que le da la unión de la gran mayoría de los ciudadanos, han creado en Europa un mal-estar, con reacción en Inglaterra, que militarmente puede ser grave; pues ya se habla nada menos que de ocupar de nuevo la orilla izquierda del Rhin. Sabido es (1) que el Tratado de Versalles creaba en ese lado del río tres zonas que debían ocupar los aliados, para abandonarlas en plazos fijos, el último de los cuales no vence hasta el 18 de junio del 34, en cuyo día debe abandonarse la tercera zona, que comprende dos poderosas cabezas de puente sobre el Rhin, Maguncia y Kehl enfrente de Strasburgo; mas esta fecha no es completamente fija, pues el Tratado establece que si las garantías contra una agresión no fueran suficientes a juicio de los Gobiernos aliados, éstos podrían continuar la ocupación.

Acabada la guerra ocuparon los aliados toda esa orilla y aun un poco de la otra, pero Inglaterra dejó bien pronto de cooperar en

(1) Véase el artículo publicado en el MEMORIAL de mayo de 1927 titulado "Las zonas desmilitarizadas en la orilla izquierda del Rhin".

esa ingrata función, dejando solos a los franceses que después del inútil y costoso gesto de ocupar el Rhur, abandonaron no sólo este territorio, sino toda la orilla izquierda mucho antes de la fecha en que venían obligados a hacerlo. Consiguió este gran éxito la política apaciguadora de Briand y Stresseman; pero desaparecidas estas dos figuras y cambiado el panorama espiritual de Europa, que de pacífico y cordial se ha trocado en agresivo y adusto, ha variado también la actitud del pueblo inglés, que al vislumbrar posible recrudescimiento del ideal bélico teutón, habla de hacer efectivas las sanciones del Tratado, una de las cuales, indicada hace unas líneas, es el abandono de esa orilla del Rhin por cuya posesión llevan los franceses batallando un par de siglos. Sólo el pensamiento de ocupar crea un peligro de conflagración, pues no es de creer que Alemania permanezca arma al brazo antes de que comiencen los preparativos, pues si se sometió en 1919 fué a raíz de la derrota y el derrumbamiento del Imperio, cuando se habían roto los resortes morales y todos ansiaban la paz como único medio de que acabaran los horrores y el hambre que causaba la guerra; pero ahora hay hambre a pesar de la paz, han pasado tantas cosas en una década que la guerra aún próxima parece ya remota, el pueblo alemán tiene una homogeneidad política que antes no tenía y una cabeza directora de que hace años carecía. En esas condiciones el problema militar aparece con toda su rudeza y sobre él debe meditar la oficialidad, para tratar de llegar a soluciones nacionales españolas y evitar que, como otras veces, nos cojan los acontecimientos mientras sesteamos.

SALVADOR GARCÍA DE PRUNEDA.

---

## El diagrama circular aplicado a circuitos no simétricos

En otro artículo de esta Revista, con el título "El diagrama circular para el cálculo de líneas de muy alta tensión" (1), expuse extensamente la aplicación de este artificio de cálculo a líneas homogéneas y, por tanto, simétricas. El artículo que hoy trato de desarrollar es un complemento de aquél; por esta razón evitaré la repetición de algunos razonamientos allí expuestos, y en el curso del

(1) MEMORIAL DE INGENIEROS. Noviembre. 1930, pág. 491.

presente trabajo, más de una vez, me permitiré hacer referencia al que acabo de citar.

Las ecuaciones que expresan el régimen de todo circuito, aun cuando se trate de un conjunto no homogéneo y asimétrico, son:

$$\begin{aligned} |V_1| &= |A|V_2 + |B| |I_2| \\ |I_1| &= |C|V_2 + |D| |I_2| \end{aligned} \quad (1)$$

y ya sabemos cómo se deducen las magnitudes  $|A|$ ,  $|B|$ ,  $|C|$  y  $|D|$ , en el caso del clásico circuito formado por una línea de muy alta tensión y sus transformadores de partida y llegada.

### Diagrama de las potencias.

Eliminemos  $|I_2|$  y llegaremos a

$$V_2 = |D| |V_1| - |B| |I_1| \quad (2)$$

considerando el sistema formado por la primera de las ecuaciones (1) y la (2), después de divididas por  $|B|$  dan

$$|I_2| = \frac{|V_1|}{|B|} - \frac{|A|}{|B|} V_2 \quad \text{e} \quad |I_1| = \frac{|D|}{|B|} |V_1| - \frac{V_2}{|B|}$$

Pongamos este sistema en forma de módulo argumento; recordemos que en otras ocasiones hemos expresado la magnitud  $|V_1|$  bajo la forma  $V_1 |\psi_v|$ , y usemos estas nuevas notaciones  $|A| = A |A_a|$ ,  $|B| = B |B_a|$ ,  $|C| = C |C_a|$  y  $|D| = D |D_a|$ ; con ellas llegamos a:

$$\begin{aligned} |I_2| &= \frac{V_1}{B} |(\psi_v - B_a - \frac{A V_2}{B} |A_a - B_a|) \\ |I_1| &= \frac{D V_1}{B} |(\psi_v + D_a - B_a - \frac{V_2}{B} | - B_a|) \end{aligned} \quad (3)$$

De estas ecuaciones, fácilmente se pasa a las que siguen:

$$\begin{aligned} V_2 |I_2| &= P_2 + j Q_2 = \frac{V_1 V_2}{B} |B_a - (\psi_v - \frac{V_2^2 A}{B} |B_a - (A_a) \\ V_1 |I_1| &= P_1 + j Q_1 = \frac{V_1^2 D}{B} |B_a - D_a - \frac{V_1 V_2}{B} |(\psi_v + B_a) \end{aligned} \quad (4)$$

que son las ecuaciones fundamentales del diagrama de las potencias, y recuerdan por su forma aquellas que presentamos al aplicar el

diagrama circular a los circuitos homogéneos (2). Eran dichas ecuaciones:

$$\begin{aligned} |V_2| |I_2|' &= P_2 + j Q_2 = \frac{V_1 V_2}{m \beta} \left| \frac{-\phi_v + \gamma + \eta}{m \beta} - \frac{V_2^2 \alpha}{m \beta} \right| \gamma + \sigma \\ |V_1| |I_1|' &= P_1 + j Q_1 = \frac{V_1^2 \alpha}{m \beta} \left| \gamma + \sigma - \frac{V_1 V_2}{m \beta} \right| \phi_v + \gamma + \eta \end{aligned} \quad (4')$$

Mas existe entre los sistemas (4) y (4') una diferencia que conviene poner de relieve. Antes demos a las ecuaciones (4) nueva estructura empleando notaciones ya conocidas.

Sabemos que las constantes del circuito pueden escribirse así:

$$\begin{aligned} |A| &= \frac{1}{|S|} Ch|P| = \frac{\alpha}{S} |\varepsilon - \Sigma| \cdot |B| = |M| Sh|P| = M \beta |\gamma + \eta| \\ |C| &= \frac{1}{|M|} Sh|P| = \frac{\beta}{M} |\eta - \gamma| \cdot |D| = |S| Ch|P| = S \alpha |\varepsilon + \Sigma| \end{aligned}$$

y las ecuaciones (4) podrán recibir esta forma:

$$\begin{aligned} P_2 + j Q_2 &= \frac{V_1 V_2}{M \beta} \left| \frac{-\phi_v + \gamma + \eta}{M S \beta} - \frac{V_2^2 \alpha}{M S \beta} \right| \gamma + \sigma + \Sigma \\ P_1 + j Q_1 &= \frac{V_1^2 S \alpha}{M \beta} \left| \gamma + \sigma - \Sigma - \frac{V_1 V_2}{M \beta} \right| \phi_v + \gamma + \eta \end{aligned} \quad (5)$$

La analogía de este sistema con el (4') es palpable. La única diferencia estriba en que las ecuaciones últimamente escritas tienen carácter más general que las de dicho sistema, pues en realidad  $|m|$  y  $|n x|$  son valores particulares de  $|M|$  y de  $|P|$  y formas expresivas de la homogeneidad; y los valores particulares  $S = 1$  y  $\Sigma = 0$  que caracterizan al sistema (4') son las condiciones de simetría, las que, según vamos a ver, se acusan en el diagrama.

Adviértase la figura 1, cuyo contenido nos es conocido. El triángulo  $O O_2 M_2$  es la composición vectorial correspondiente a la primera de las ecuaciones (4); suponiendo fijo el voltaje  $V_2$  a la llegada  $O O_2 = \frac{V_2^2 A}{B}$  es fijo;  $O M_2$  representa los voltios-amperios de llegada orientados conforme al factor de potencia ya corregido por los sincros y después de aumentar la potencia magnetizante de los transformadores de partida;  $O M_2$  representa  $\frac{V_1 V_2}{B}$ , o en esca-

la apropiada,  $V_1$ ; los ángulos  $\phi_v$  se miden a partir de la recta  $O_2 S_2$ , en el sentido de los ángulos negativos; la graduación previa

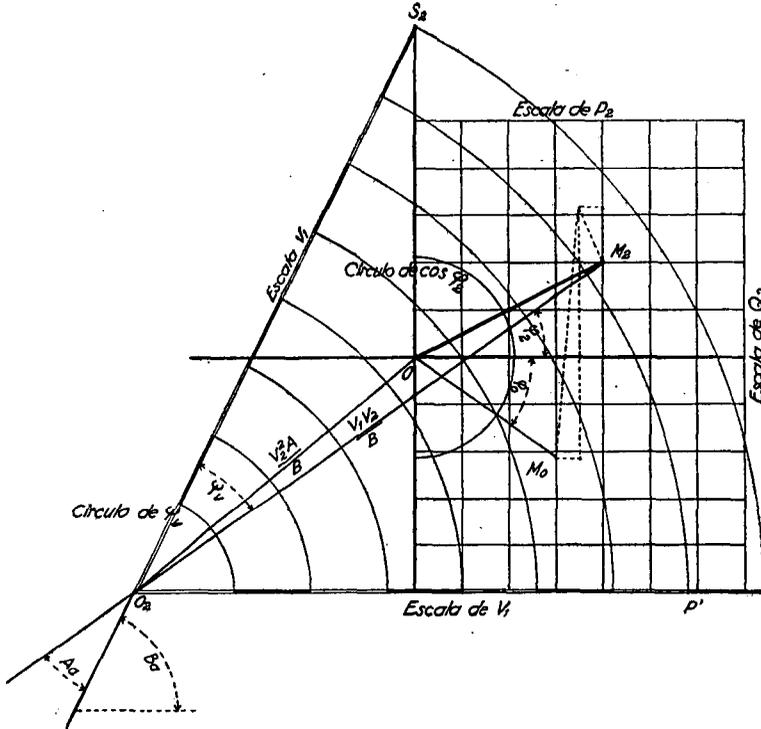


Fig. 1

de círculos según valores de  $V_1$ , permite estudiar rapidísimamente los diferentes regímenes por lo que se refiere a los valores de partida de  $|V|$ .

La figura 2 corresponde igualmente a la segunda de las ecuaciones (4) y nos proporciona las potencias a la partida, pues como ya conocemos  $|V_1|$ , fácil es su determinación; ella nos da también inmediatamente  $\phi_1$  defasaje a la partida.

Pero notemos ahora que la línea de los centros  $O O_1$  no es prolongación de  $O O_2$ , como es el caso de circuito simétrico; el argumento de la  $O O_2$  es  $B_a - A_a = |\gamma + \sigma + \Sigma|$  y el de  $O O_1 = B_a - D_a = |\gamma + \sigma - \Sigma|$ ; forman, por tanto, un ángulo  $2 \Sigma$ , nulo sólo en el caso de simetría. El coeficiente que afecta a  $V_2$  no es el mismo que el que acompaña a  $V_1$  la relación entre ambos es  $\frac{1}{S^2}$ . Pero estas diferencias entre los sistemas (4') y (5) rara vez en la práctica llegan a





Procediendo como en el caso de circuitos simétricos, escribamos las expresiones de las potencias de partida y de llegada y restemos de la primera la segunda.

$$P_1 = \frac{V_1^2 D}{B} \cos. (B_a - D_a) - \frac{V_1 V_2}{B} \cos. (\phi_v + B_a)$$

$$P_2 = \frac{V_1 V_2}{B} \cos. (B_a - \phi_v) - \frac{V_2^2 A}{B} \cos. (B_a - A_a)$$

$$P_1 - P_2 = \frac{V_1^2 D}{B} \cos. (B_a - D_a) + \frac{V_2^2 A}{B} \cos. (B_a - A_a) -$$

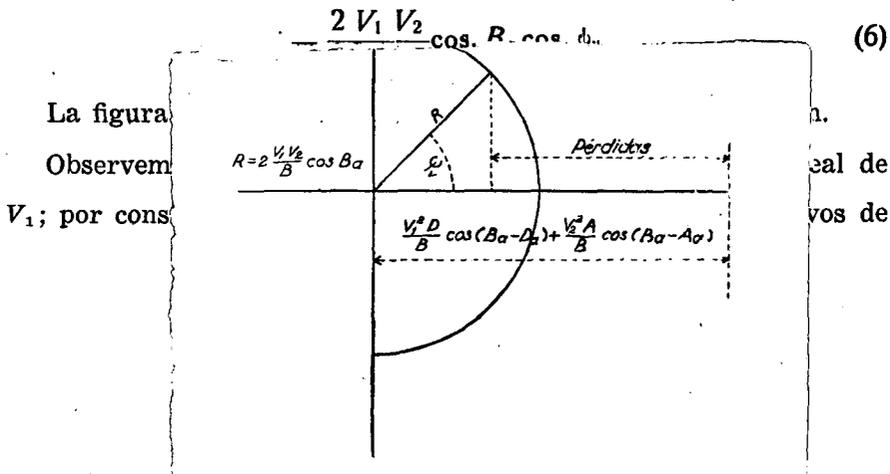


Figura 4 de la página 194

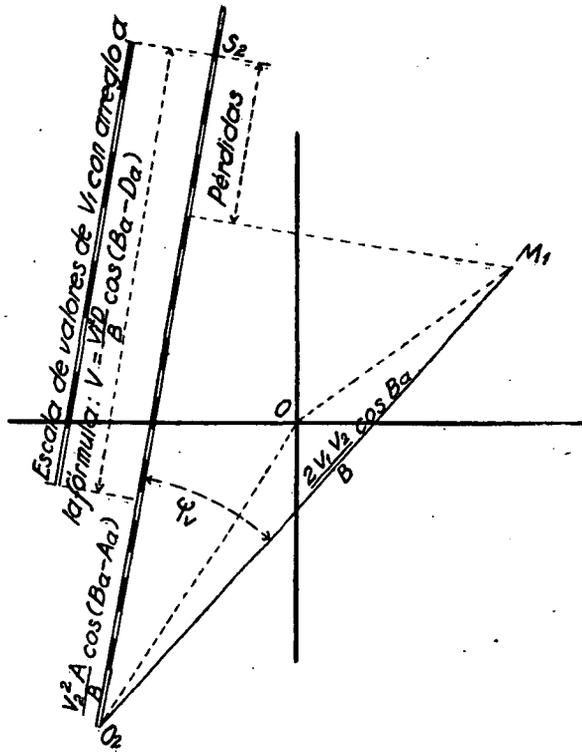
Por error de ajuste se puso la que figura en dicha página.

$V_1$ , pueden servir, en otra escala, para representar esos radios (1); si tomamos como origen para los ángulos  $\phi_v$ , la misma recta  $O_2 S_2$ , y en ella marcáremos la magnitud

$$\frac{V_1^2 D}{V} \cos. (B_a - D_a) + \frac{V_2^2 A}{V} \cos. (B_a - A_a)$$

a partir de  $O_2$  y en la escala conveniente, y si después proyectamos el punto  $M_2$  sobre dicha recta, el segmento limitado por los puntos así señalados representa las pérdidas.

(1) La relación de las escalas será:  $\frac{V_1 V_2}{B} : 2 \frac{V_1 V_2}{B} \cos. B_a = \frac{1}{2 \cos. B_a}$



Todas las magnitudes deben tomarse multiplicadas por  $\frac{1}{2c \cos B_a}$

Fig. 5

Puede graduarse el diagrama como indica la figura 5. Con sólo marcar en la graduación de la recta  $O_2 S_2$  la magnitud binomia

$$\frac{V_1^2 D}{B} \cos. (B_a - D_a) + \frac{V_2^2 A}{B} \cos. (B_a - A_a)$$

y proyectar el punto  $M_2$ , según antes se ha dicho, pueden leerse inmediatamente las pérdidas en la escala. El término

$$\frac{V_2 A}{B} \cos. (B_a - A_a).$$

puede dejarse señalado de una vez para siempre, y es fácil trazar una escala de valores de  $V_1$ , según la expresión

$$\frac{V_1^2 D}{B} \cos. (B_a - D_a)$$

### Regímenes especiales

a) *Circuito abierto.*— Si en la ecuación  $|V_1| = |A| V_2 + |B| |I_2|$  suponemos  $I_2 = 0$ , queda  $|V_1| = |A| V_2$ , que expresa la condición de circuito abierto. Introducida esta condición en la ecuación primera del sistema [4] queda  $P_2 + j Q_2 = 0$ , como naturalmente debe de ocurrir. Mirando el diagrama de potencias a la llegada (fig. 1) notaremos que el punto  $M_2$  coincide ahora con 0.

La potencia a la partida toma el siguiente valor:

$$P_1 + j B_1 = \frac{A^2 V_2^2 D}{B} |B_a - D_a| - \frac{A V_2^2}{B} |A_a + V_a|$$

Las pérdidas toman esta otra forma:

$$P_1 - P_2 = \frac{A^2 V_2^2 D}{B} \cos. (B_a - D_a) - \frac{2 A V_2^2}{B} \cos. B_a \cos. A_a + \frac{V_2^2 A}{B} \cos. (B_a - A_a)$$

o bien

$$\frac{A^2 V_2^2 D}{B} \cos. (B_a - D_a) - \frac{A V_2^2}{B} \cos. (A_a + B_a)$$

que indica que la totalidad de la potencia a la partida se disipa en pérdidas.

b) *Máximo de la potencia.*—Admitiendo un cierto valor de  $V_1$  como límite, o dicho de otro modo, fijando un valor para la caída de tensión en el transporte, siempre en el supuesto de  $V_2$  constante, existe un máximo de la potencia recibida.

Mientras  $V_1$  y  $V_2$  sean fijos, el punto  $M_2$  (fig. 1) se desplaza según una circunferencia, y el máximo de la potencia recibida corresponderá a la intersección de la circunferencia con la recta  $O_2 P'$ ; ahora,  $\phi_v = B_a = \gamma + \tau$ , condición ya conocida.

c) *Máximo del rendimiento.*—Si a partir del origen  $O$  trazamos una recta cuya inclinación sea tal que:

$$\text{sen. } \varphi_2 = \frac{1}{2\alpha\beta} \frac{\alpha^2 \text{sen. } 2\Sigma + \beta^2 \text{sen. } 2\gamma}{\sqrt{\cos. (\psi - \Sigma) \cos. (\xi + \Sigma)}}$$

y una circunferencia con centro en  $O$  representativa de los  $KVA$  correspondientes a un valor modular de la impedancia:

$$Z_r = MS \sqrt{\frac{\cos. (\psi - \Sigma)}{\cos. (\xi - \Sigma)}}$$

el punto de intersección será el de máximo *maximorum* del rendimiento (1). La circunferencia citada es un lugar de máximos relativos.

d) *Máximo del rendimiento definido por la potencia reactiva.*— Consideremos repetidos los razonamientos hechos en el artículo citado al principio de este trabajo para llegar a deducir los círculos de pérdidas constantes y el valor de la potencia reactiva que determina un lugar de máximos relativos del rendimiento.

Las pérdidas mínimas corresponden necesariamente a la condición  $\phi_v = 0$  (ecuación 6); corresponden, por tanto, a la forma:

$$p_o = \frac{V_1^2 D}{B} \cos. (B_a - D_a) + \frac{V_2^2 A}{B} \cos. (B_a - A_a) - \frac{2 V_1 V_2}{B} \cos. B_a$$

El mínimo con relación a  $V_1$  se deduce fácilmente como sigue:

$$\frac{d p_o}{d V_1} = \frac{2 V_1 D}{B} \cos. (B_a - D_a) - \frac{2 V_2}{B} \cos. B_a = 0$$

y de aquí

$$V_1 m = \frac{V_2 \cos. B_a}{D \cos. (B_a - D_a)}$$

que da para el mínimo de  $p_o$  el siguiente valor:

$$p m = \frac{V_2^2 \cos.^2 B_a}{B D \cos. (B_a - D_a)} + \frac{V_2^2 V}{B} \cos. (B_a - A_a) - \frac{2 V_2^2 \cos.^2 B_a}{B D \cos. (B_a - D_a)} = \frac{V_2^2 A}{B} \cos. (B_a - A_a) - \frac{V_2^2 \cos.^2 B_a}{B D \cos. (B_a - D_a)}$$

Restemos ahora esta expresión de la expresión general de las pérdidas y tendremos:

(1) Véase MEMORIAL DE INGENIEROS año 1931, pág. 206.

$$p_s = \frac{D}{B} \cos. (B_a - D_a) \left[ V_1^2 + \frac{V_2^2 \cos.^2 B_a}{D^2 \cos.^2 (B_a - D_a)} - \frac{2 V_1 V_2 \cos. B_a}{D \cos. (B_v - D_a)} \cos. \psi_v \right] = \frac{D}{B} \cos. (B_a - D_a)$$

[cuadrado del vector resultante de  $V_1$  y  $V_{1m}$ ];  $p_s$  es la cantidad que hay que añadir al mínimo de las pérdidas para tener las pérdidas totales.

La figura 6 representa el diagrama de pérdidas constantes; la horizontal  $\rho\rho$  es el lugar de los puntos de igual potencia reactiva que gozan de la propiedad de determinar para cada potencia activa en fin de línea el mínimo de pérdidas.

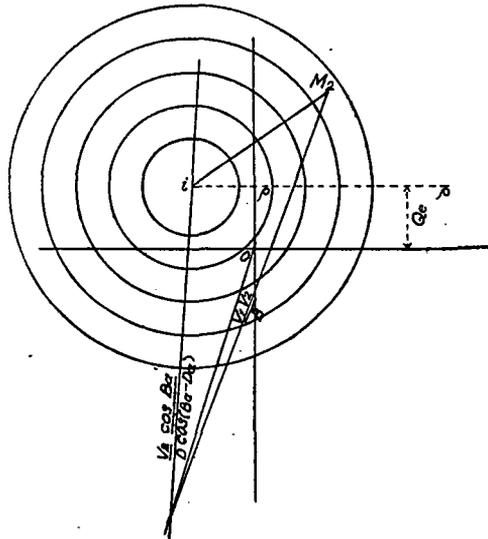


Fig. 6

Puede deducirse fácilmente el valor de esa potencia reactiva singular.

El que sigue es el valor de la potencia reactiva a la llegada

$$Q_2 = \frac{V_1 V_2}{B} \text{sen. } B_a - \frac{V_2^2 A}{B} \text{sen. } (B_a - A_a);$$

si en él introducimos la condición de  $V_1$  que hacen mínimas las pérdidas conseguiremos nuestro objeto.

$$Q_e = \rho\rho \text{ (fig. 6.ª)} = \frac{V_2^2}{B} \left[ \frac{1}{D} \frac{\text{sen. } B_a \cos. B_a}{\cos (B_a - D_a)} - A \text{sen } (B_a - A_a) \right] \quad (7)$$

esta expresión, empleando notaciones ya conocidas, puede escribirse así:

$$Q_e = \frac{V_2^2}{M\beta S} \left[ \frac{1}{\alpha} \frac{\text{sen.}(\gamma + \eta) \cos.(\gamma + \eta)}{\cos.(\gamma + \sigma - \Sigma)} - \alpha \text{sen.}(\gamma + \sigma + \Sigma) \right] \quad (8)$$

ambas formas, bastante enojosas, en especial la segunda.

Pero nuestro objeto al deducir esta última es comparar el valor de  $Q_e$  en el caso de circuitos no simétricos, con el correspondiente a líneas uniformes.

Este último es:  $Q_e = \frac{V_2^2}{2\alpha m} \cdot \frac{-\text{sen.} 2\gamma}{\cos.(\sigma + \gamma)}$ ; a primera vista sorprende la alteración tan grande que produce en esta última expresión su generalización al caso de asimetría.

Pero hagamos  $S \mid_{\Sigma} = 1$  (condición de simetría) en (8) y tendremos:

$$Q_e = \frac{V_2}{2M\beta} \left[ \frac{1}{\alpha} \text{sen.}(2\gamma + 2\eta) - \alpha \text{sen.}(2\gamma + 2\eta - 2\varepsilon) \right] \frac{1}{\cos.(\gamma + \sigma)}$$

Esta expresión es la proyección vertical de la vectorial siguiente:

$$\frac{V_2}{2M\beta} \frac{1}{\cos.(\gamma + \sigma)} \left[ \frac{1}{\alpha} - \alpha \mid_{-2\varepsilon} \right]; \text{ pero } -\beta^2 \mid_{-2\eta} = 1 - \alpha^2 \mid_{-2\varepsilon}$$

puesto que  $C h^2 - S h^2 = 1$ , y de aquí esta nueva forma:

$$\frac{V_2}{2M\beta\alpha} \frac{-\beta^2 \mid_{-2\eta} + 2\gamma + 2\eta}{\cos.(\gamma + \sigma)} = - \frac{V_1^2 \beta \mid_{2\gamma}}{2M\alpha \cos.(\gamma + \sigma)}$$

que proyectada sobre la vertical da:

$$Q_e = \frac{V_2^2 \beta \cdot -\text{sen.} 2\gamma}{2M\alpha \cos.(\gamma + \sigma)}$$

(circuito simétrico no uniforme).

Esta expresión sólo se diferencia de la correspondiente a circuito constituido por línea uniforme en la letra  $M$  que aparece en lugar de  $m$ , que es divisa de la uniformidad del circuito.

En los trabajos de oficina sólo la expresión (7) puede resultar interesante.

JOSÉ PETRIRENA.



## El maestro Grau

El día 2 de mayo cumplió la edad reglamentaria para el retiro el suboficial maestro de Banda, del Regimiento de Ferrocarriles, D. Mariano Grau García.

Este suboficial, modelo entre los de su clase, llevaba veintiún años en dicho Regimiento, y lo conocerán muchos de los jefes y oficiales del Cuerpo, pues muchos son también los que en este lapso de tiempo pasaron por dicha Unidad de Ingenieros y por otras donde él prestó sus servicios.

Su comportamiento y el cariño de que se hizo merecedor han dado lugar a que tanto los jefes y oficiales del Regimiento como sus compañeros y sargentos, se lo demostraran en esta fecha.

Aprovechando el acto de la Revista de Comisario, y antes que la tropa desfilara a sus locales, el primer jefe del Regimiento llamó al suboficial Grau, y ante la tropa, formada en el patio del cuartel, le dió un abrazo de despedida, le entregó un reloj de plata con dedicatoria grabada, recuerdo costeadó entre los jefes y oficiales de dicho Regimiento, y animó a todas las clases y soldados para que imitaran la conducta del maestro de Banda.

Ese mismo día, y previa la autorización superior reglamentaria, se celebró un banquete, con el que sus compañeros de Regimiento y de otros de la guarnición quisieron demostrar al maestro Grau el recuerdo que deja en el Ejército.

A dicho banquete asistió el capitán ayudante del Regimiento, superior inmediato del festejado, el cual, llevando también la representación de los jefes y oficiales del Regimiento, presidió el homenaje, al que concurrieron ochenta comensales, entre maestros, suboficiales y sargentos.

La comida fué una continua manifestación de cariño al suboficial Grau y una demostración más de la unión perfecta que, dentro de la más estricta disciplina, existe en el Cuerpo entre jefes, oficiales y clases.

A los postres, el capitán Moreno se levantó para repasar y recordar a todos la vida militar que en ese día se cerraba, haciéndolo, aproximadamente, con estas palabras:

“Por razón de mi cargo y empleo, y por ser—en estos momen-

tos—el representante y delegado de mis jefes y compañeros, me cabe la honra de presidir este banquete-homenaje al suboficial Grau.

Más que banquete, esta comida resulta ser la expresión del cariño y sentimiento con que vemos separarse del servicio activo a quien, desde joven, ha prestado sus servicios a la Patria y en todo momento ha demostrado su acendrada disciplina (principal característica de Grau) y sus inmejorables condiciones y dotes de mando.

Todos conocéis la historia militar del suboficial Grau; mas en estos momentos en que la ley natural de la vida hace que este buen hombre y este brillante suboficial tenga que alejarse de nosotros, no está de más que demos un repaso a su vida y a su conducta, llena de notas laudatorias y exenta de toda nube que pudiera eclipsar su brillantez, digna de todo elogio.

Mariano Grau García nació—hoy hace cincuenta y un años—en Alcañiz (provincia de Teruel).

Alcañiz es patria de muchos prohombres: de Fr. Tomás Ramón, que escribió en castellano una historia de Alcañiz; de Fr. Jaime Samper; de Juan Sobario, que escribió—en latín—varias poesías; de Juana Sobario, latina y poetisa; de José Gericó, que tradujo del francés la historia de Don Jacobo II, rey de la Gran Bretaña. En los tiempos antiguos fueron muchos los hijos de Alcañiz que se distinguieron en la carrera de las armas.

Pues bien; Alcañiz es patria también de Mariano Grau, y ante la historia de su pueblo natal se formó el espíritu de todo un hombre.

Entre las plazas de San Francisco, de las Herrerías, del Carmen, de Almudines Viejos y otras, el niño fué creciendo, y ya de muy joven tuvo su oficio—el de zapatero—, con el cual ingresó en el Ejército.

El 1.º de agosto de 1902 entró en Caja, y siguiendo las normas de aquel entonces, el día 1.º de marzo de 1904 se le concentró y se le leyeron por primera vez las Leyes Penales... “Para que nunca alegue ignorancia, etc...” Trámite obligatorio en nuestro Ejército, trámite, naturalmente, establecido para éso: para que nunca pueda alegarse ignorancia, pero trámite—también—que podía haberse suprimido, de ser cosa voluntaria, tratándose de Mariano Grau, quien desde aquella fecha no ha tenido en las Leyes Penales un castigo que temer, sino un catecismo que cumplir y que hacer cumplir.

Desde el 4 de marzo de 1904, día de su ingreso en el 4.º Regimiento de Zapadores Minadores, viste Grau este honroso uniforme del Ejército Español, y desde esta misma fecha lleva al cuello las

torres de plata, sobre las cuales, como sobre dos robustas e inalterables columnas, ha sabido asentar la conducta de todo buen militar y formar parte del engranaje de esta maravillosa máquina de mando y obediencia, que, perfectamente engrasada y sin un solo roce, funciona desde su creación, y que es el Cuerpo de Ingenieros del Ejército.

Apenas es dado de alta en su instrucción, al día siguiente ya empieza a sembrar de buenos recuerdos aquellos destinos por donde pasa; el 14 de mayo—como digo—embarca en el vapor *Cataluña* con rumbo a Palma de Mallorca, destacamento del 4.º Regimiento, donde estuvo hasta el 26 de agosto, en que vuelve a Barcelona.

Desde octubre de este año, fecha en que ascendió a corneta, tenemos—hasta hoy mismo—al buen Grau alegrando los días de fiesta con sus dianas floreadas y formando a la cabeza de las Unidades de Ingenieros para con las notas que salían de su corneta llamar la atención del pueblo, que con sus aplausos tanto ha demostrado su cariño a los Ingenieros, y para que cuando dió y enseñó a dar el punto de ejecución de cualquier movimiento, se sintiera esa satisfacción tan gloriosa del Ejército de que cuando algo se ordena—sea lo que sea—, con sólo un instante para enterarse de lo ordenado, basta con un punto alto dado por el cornetín para que centenares, millares de hombres, cumplan sin vacilación el mandato superior.

Grau tenía siempre en la imaginación la nota del cornetín. Recibía una orden..., punto alto..., inmediatamente a cumplirla.

En septiembre de 1905, con un año y pico de servicios, ya ha hecho méritos bastantes para ascender a cabo. Primera recompensa a su comportamiento.

Asistió a diversas escuelas prácticas en los años 1906, 7 y 8, y recibió la distinción entre los de su clase. La Corona vallar, las diez pesetas en metálico y su correspondiente Diploma, premio que, como todos sabéis, es el del Español Incógnito, instituido para premiar a individuos que por su celo, laboriosidad e inteligencia se distinguen en los diversos trabajos que constituyen las escuelas prácticas de nuestros Regimientos.

En 1907 acudió al salvamento de las víctimas e inmuebles de las inundaciones de San Juan Despi, y fué propuesto para la Cruz de Beneficencia. También en 1907, cuando ya tenía cumplido su compromiso con la Patria, pide su primera continuación en filas.

En el año 1909, en julio, cuando los calores hicieron hervir la sangre en Barcelona, sostiene intenso tiroteo con los rebeldes, que hacían fuego desde las barricadas y azoteas de las calles de San

Ramón y Conde del Asalto. Unos días más tarde forma parte de la columna del general Bonet para restablecer y mantener el orden. Su brillante actuación y su buen comportamiento se premian con la Cruz del Mérito Militar.

Esta actuación militar sigue alternando con su comportamiento en las escuelas prácticas de los años 1909 y 10, y por su labor, por su manera de ejecutar cuanto se le ordenó y se le enseñó, es premiado nuevamente con otra Corona vallar, quince pesetas en metálico y su segundo Diploma. De este modo va acumulando certificaciones de quién es y quién será mientras viva Mariano Grau.

Nuevo reenganche en el año 1911, nuevas escuelas prácticas, comisiones de confianza—como las de conducir fuerza a nuestro territorio de Marruecos—y el 20 de abril de 1912 asciende a sargento maestro de Banda y lo destinan al Batallón de Ferrocarriles.

Desde esta fecha—acaban de cumplirse hace pocos días los veintidós años—el maestro Grau presta sus valiosos servicios en este Regimiento, pues aunque con distinta organización, el actual Regimiento de Ferrocarriles es hoy día el descendiente directo, si bien en su cuarta generación, de aquel Batallón del año 12.

Primer período de reenganche; huelga de ferrocarriles del año 1912, en la que el sargento maestro de Banda actúa de sargento de Ferrocarriles, y en la que nuevamente pone de manifiesto su conducta, disciplina y despejo, y se le recompensa no sólo con una Cruz del Mérito Militar, sino que también se le concede y otorga la Medalla de Plata de Isabel la Católica.

Año 1916: Segundo período de reenganche, y el tercero en el año 1921.

Año 1924: Sus veinte años de servicios ininterrumpidos le conceden el derecho de asimilación a suboficial.

Año 1926: Cuarto período de reenganche.

Toda su vida enseñando, educando, haciendo hombres de niños, inculcando las leyes militares a aquellos que por su edad menos condiciones tienen para comprenderlas y ayudando siempre, siempre, a que las Unidades de Ingenieros no pierdan ni un ápice de su eterna gloria y galardón: sacrificio, subordinación y lealtad.

Año 1933: El tiempo ha pasado; el suboficial ha cumplido la edad reglamentaria para el retiro; pero no le retira su espíritu, ni sus energías, ni sus condiciones...: le retira la Ley.

El cornetín da un punto alto, amigo Grau. Hay que cumplir la orden sin vacilar, sin hacer un gesto, con pena, sí, pero orgulloso de que, repasada esta vida, la vida entera de un hombre, todo son

méritos, todo son recompensas, y mientras tanto, la hoja de castigos sigue limpia y sin una sola nota, cierra la vida militar del que siendo un chiquillo, zapatero en su Alcañiz, vuelve hoy día, a los treinta y un años de milicia, a descansar con su hogar formado en el pueblo de Arnés para contar, recordar estos años pasados y servir de ejemplo a sus descendientes.

Un abrazo, amigo Grau."

Después se levantaron: el subayudante D. Angel Checa Villa, para ofrecer el banquete y entregar al maestro Grau un estuche con cartera, petaca y monedero de piel de cocodrilo, que le regalaban sus compañeros; y el subteniente D. Gerardo Carvajal, para hacer resaltar que sobre todas las cualidades que le adornaban, sobresalía una digna de todo elogio e imitación que dejaría recuerdo entre sus jefes y compañeros, y que era su altísimo espíritu militar, que no había decaído en sus treinta y un años de servicio, y que hoy, lo mismo que en el año 1904, podía servir de ejemplo a cuantos le rodeaban.

Después de transcurrir un largo rato en animada conversación, se terminó este simpático acto, que, unido al de la mañana, hicieron que por las mejillas del suboficial Grau corriesen lágrimas de alegría, emoción y tristeza, naturales en quien, después de treinta y un años de servicios al Ejército, ve que su último día está lleno de demostraciones de cariño y de recompensa.

A.

---

## SECCIÓN DE AERONÁUTICA

### El último tipo de autogiro.

Desde los primeros ensayos que nuestro compatriota el ingeniero La Cierva efectuó con el sistema original del avión ideado por él y denominado autogiro, ha venido experimentando sucesivas modificaciones que ha hecho que este invento sensacional se vaya acercando cada vez más al avión ideal dotado de todas las ventajas de los demás aparatos más pesados que el aire y desprovisto de todos sus inconvenientes.

Los primeros tipos de autogiros eran análogos a un aeroplano en que parte de sus alas estaban sustituidas por el "rotor" o siste-

ma de palas giratorias por la acción del viento relativo que reciben en vuelo, pero conservando sus órganos de estabilidad, de mando, de motopropulsión y de partida y aterrizaje iguales a las de un aeroplano.

El problema de evitar la tendencia del rotor a inclinarse hacia el costado por donde se mueve con igual sentido que el viento relativo que recibe, debido a la menor sustentación que obtiene en ese lado, fué resuelto primeramente por medio de un rotor doble, dotado de palas giratorias en sentidos contrarios, pero no siendo esta solución suficientemente eficaz porque uno de los sistemas de palas predominaba sobre el otro, fué resuelto definitivamente por la ingeniosa disposición de hacer que las palas estuvieran articuladas en su unión al eje de giro, de modo que pudieran moverse dentro del plano mismo del eje, tomando cada una de ellas, en cada posición de su giro, la dirección resultante de la gravedad, la sustentación y la fuerza centrífuga. De este modo se consiguió que la resultante de las fuerzas producidas por el rotor pasara siempre por la unión de su eje con las palas y fuera, sensiblemente de dirección coincidente con el eje. Posteriormente, se ha dotado también a las palas de otra articulación que las permite moverse perpendicularmente al eje con independencia unas de otras, adoptando cada una la posición normal al eje desde su punto de articulación por efecto de la fuerza centrífuga, pero no por estar obligada rígidamente por su montaje.

El procedimiento de poner en marcha el rotor ha sufrido también numerosas modificaciones: primero, a mano; después, por una cuerda arrollada de la que se tiraba desde fuera; después, por la acción del viento proyectado por la hélice tractora y reflejado hacia arriba por un deflector situado en la cola; y últimamente, por un engranaje movido por el motor.

El tren de aterrizaje ha debido adaptarse a las condiciones especiales del autogiro, en que la velocidad con que toca en el suelo es mucho menor que en el aeroplano, y, por tanto, la deriva puede ser muy considerable, lo que obliga a aumentar mucho la base de sustentación, abriendo los montantes de tren para evitar el vuelco en los aterrizajes con viento lateral.

Por último, los mandos, que en un principio eran iguales a los de un aeroplano, han sufrido las más radicales transformaciones. Primero se suprimió el mando lateral, constituido por unos alerones montados en un ala situada debajo del rotor y que contribuía a la sustentación; luego se suprimió el equilibrador de cola que proporcionaba el mando longitudinal; y, últimamente, se ha suprimido

también el timón de dirección, efectuándose todos los mandos con sólo variar la inclinación del eje del rotor en el sentido deseado. Si se inclina hacia delante, la acción de las palas al pasar, en su rotación, por delante o detrás del eje, no varía porque su articulación no permite que llegue a ellas al movimiento que ha tenido este eje; pero al pasar por los costados, su posición, y, por tanto, su ángulo de ataque, ha variado por la nueva inclinación del eje de giro, haciendo que la resultante de sustentación que originan se incline también hacia delante, con lo cual, pasando por encima del centro de gravedad del autogiro, hace que éste *pique*. Del mismo modo, al inclinarse hacia atrás el eje, se origina *el encabritamiento* del aparato.

El mando lateral resulta innecesario puesto que el sistema de articulación de las palas del rotor hace que la resultante de sustentación pase siempre por el punto en que el eje se une a las palas, quedando el autogiro como colgado de ese punto.

Para el mando de dirección se emplea el mismo sistema que para el longitudinal, aunque el efecto no es exactamente igual. Inclínándose el eje a la derecha, por las mismas razones dichas anteriormente, la sustentación se inclinará también a la derecha y dejará a la derecha al centro de gravedad, originando un par y una fuerza que hará inclinarse y derrapar al autogiro hacia este lado. El viento relativo creado por este derrape, actuando sobre el plano de deriva situado en la cola, hace que el autogiro vire a la derecha, que es el movimiento que se trataba de conseguir.

El mando, tanto longitudinal como de dirección, obtenido por el rotor, es aún más enérgico que el que producen los timones de cola, los cuales, como es sabido, actúan por el par que crean; pero teniendo que contrarrestar la acción de una fuerza y de un derrape contrario al movimiento pretendido.

El par motor del autogiro se compensa por la acción del plano horizontal de cola que tiene sustentación positiva por un costado del fuselaje y negativa por el otro.

El tipo más reciente construido es el representado en la figura 1. Tiene un rotor compuesto de tres palas, 1, de 5,60 metros de longitud, que giran a 180 revoluciones por minuto bajo la acción del viento relativo de la marcha, cuando el autogiro está en vuelo.

El mando, tanto longitudinal como en dirección, lo efectúa el piloto, 20, por medio de la palanca acodada, 2, que tiene un alojamiento, 3, para fijarle, cuando sea conveniente, otra palanca de doble mando para el observador, 21. Los montantes, 4, forman la

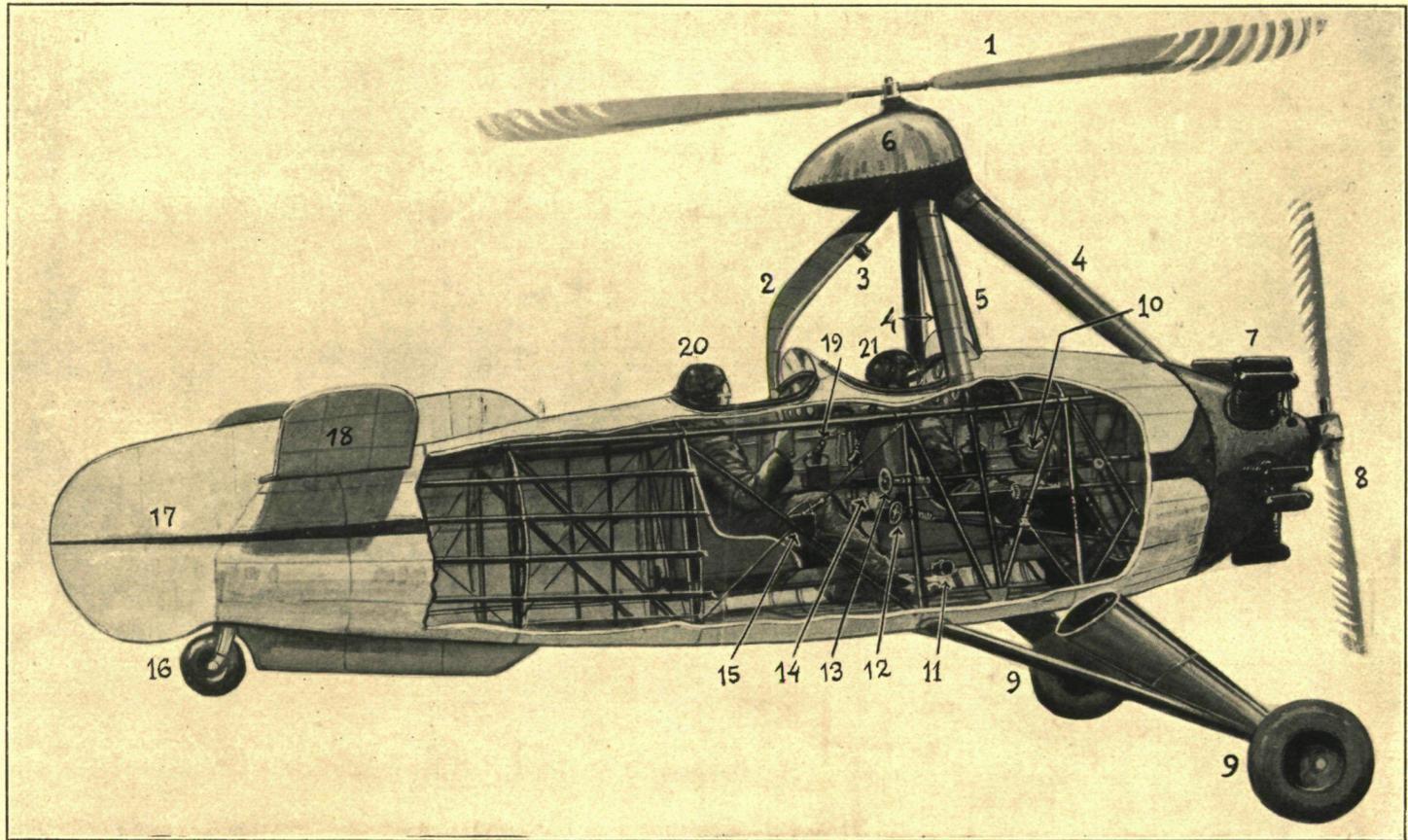


Fig. 1.

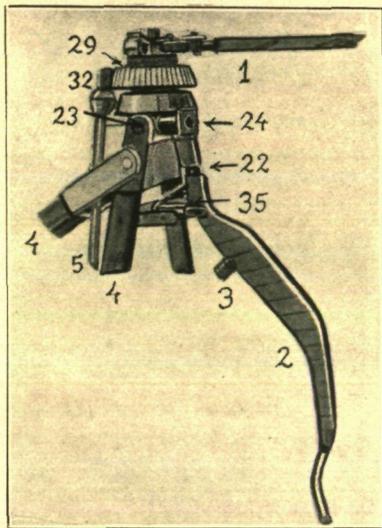


Fig. 2.

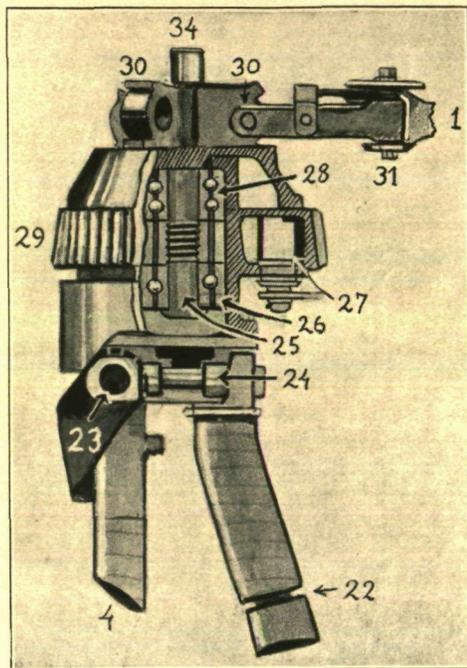


Fig. 3.

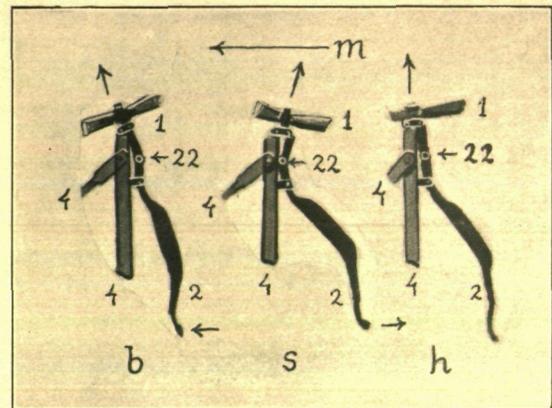


Fig. 4.

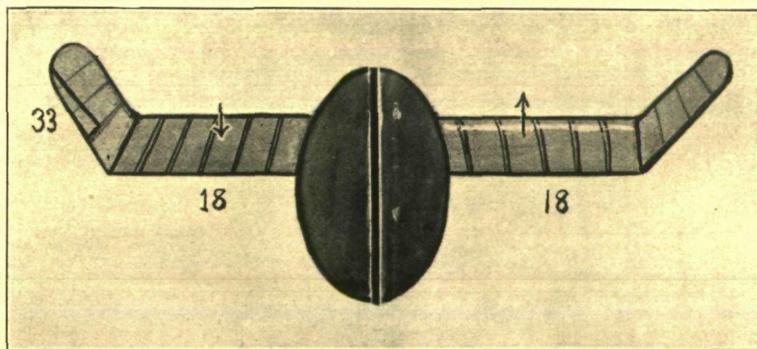


Fig. 5.

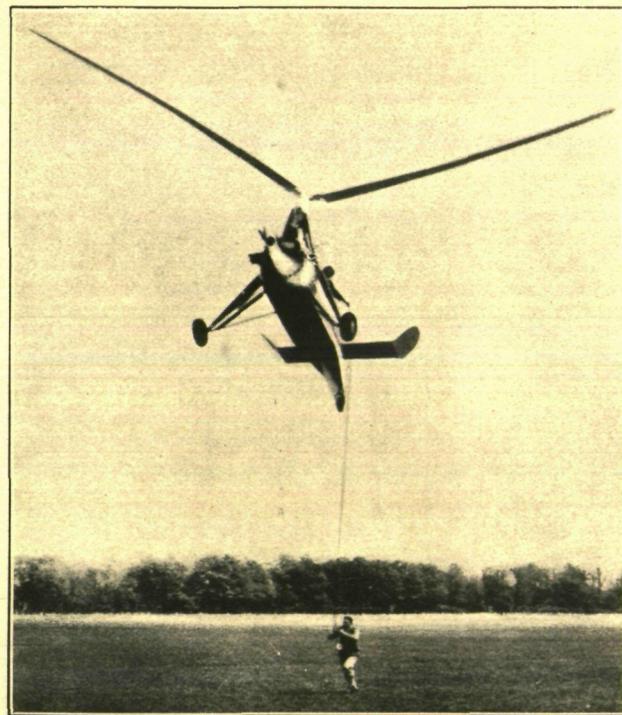


Fig. 6.

pirámide que sostiene al rotor con sus articulaciones y engranajes para poner en marcha las palas por el eje de transmisión, 5, accionado por el motor. Todo el cuerpo del eje del rotor, en sus articulaciones y engranajes, está cubierto por un *carter* fuselado, 6, para disminuir la resistencia del aire e impedir que se ensucien u oxiden los mecanismos encerrados en él.

El motor, 7, es un "Armstrong-Siddeley Genet" de 100 caballos; que acciona la hélice tractora, 8, metálica, y mediante el embrague, 10, mandado por la palanca, 15, el eje, 5, que pone en marcha al rotor.

El tren de aterrizaje tiene dos ruedas, 9, sujetas a montantes muy abiertos, para dar gran base de sustentación en el suelo.

La palanca de pedales, 11, sólo actúa sobre la rueda de cola, 16, para dirigir al autogiro rodando por el suelo, pero no tiene ninguna acción en vuelo.

Para reglar la posición del rotor en vuelo normal hay dos volantes, 12 y 13, que actúan respectivamente sobre el equilibrio transversal y longitudinal.

El volante, 14, es para la gasolina y la manecilla, 19, para regular los gases del motor.

Este autogiro, como se ve, no tiene ningún mando en los planos de cola. Estos son fijos, destinados únicamente a la estabilidad, y son dos: uno vertical o de deriva, 17, y otro horizontal, 18, con los extremos levantados.

En la figura 2 está representado el eje del rotor, provisto del engranaje de la rueda dentada, 29, con el piñón, 32, unido al eje, 5, que acciona el motor para poner en marcha las palas, 1.

La palanca de mando, 2, gira alrededor de una articulación doble, 35, y, por medio de la articulación de rótula, 22, comunica el movimiento al cuerpo del eje del rotor, haciéndole inclinarse longitudinalmente alrededor del eje, 23, y, transversalmente, alrededor del 24.

En la figura 3 está representado con mayor detalle el cuerpo del rotor. Las palas, cuyo arranque es 1, están montadas sobre el brazo del rotor mediante dos articulaciones: una, 30, que les permite el movimiento vertical, y otra, 31, para el giro transversal, manteniéndose en la posición próximamente normal al eje por la acción de la fuerza centrífuga.

La rueda dentada, 29, es la que engrana en el piñón, 32, de la figura 2; que en la 3 no está representado. La articulación de rótula de la palanca de mando es la 22; los ejes para la inclinación

longitudinal y transversal del rotor son los 23 y 24; el cuerpo del eje del rotor es el 25, y está montado sobre dos juegos de bolas, inferior y superior, 26 y 28. Hay, por dentro de la rueda dentada, 29, un freno, 27, para fijar la posición de las palas cuando está en tierra el autogiro; y el conjunto del cuerpo del rotor, con sus mecanismos, está engrasado por el depósito de aceite, 34.

En la figura 4 están representadas las posiciones de la palanca de mando, 2, y del rotor, 1, para el vuelo horizontal, *h*, para la subida, *s*, y para bajar, *b*, siendo la dirección de la marcha la indicada por la flecha, *m*.

La figura 5 indica la disposición del plano horizontal de cola; 18, que, al lado derecho del fuselaje, produce sustentación positiva, y, al lado izquierdo, tiene perfil de ala invertido, dando sustentación negativa. De este modo se origina un par de torsión sobre el fuselaje, que equilibra al par motor. Para reglar el equilibrio entre estos dos pares existe una pequeña aleta, 23, en la parte relevada del plano horizontal izquierdo.

Por último, la figura 6 representa este autogiro en vuelo, a velocidad tan reducida que un hombre corriendo a pie le acompaña para atar a una cuerda que pende del aparato una valija con correo, que es izada a bordo sin necesidad de tomar tierra.

La velocidad de este autogiro en vuelo puede variar desde 160 kilómetros por hora, que es la máxima, hasta la necesaria para hacer esta experiencia, pudiendo reducirse a cero en el momento de aterrizar, operación que hace sin rodar nada sobre el suelo.

La maniobra de despegar requiere un espacio que depende del viento que haga, pero que siempre es muy inferior al que necesita un aeroplano en iguales condiciones.

†

## REVISTA MILITAR

### Ideas rusas sobre el empleo de gases por la Artillería.

En repetidas ocasiones hemos hecho referencia en esta sección a la gran importancia que en Rusia se da a la preparación de la guerra de gases; en aquel país es donde existe la más completa bibliografía moderna sobre el asunto, y dada su absoluta separación ideológica y política con el resto del Mundo, hace pensar en la inanidad de los acuerdos que para suprimir tan cruel medio de guerra puedan tomar las demás naciones, mientras exista la ame-

naza de que un conjunto humano: tan importante pueda recurrir en un momento dado a cuantos medios guerreros crea conveniente para imponer su organización social. Por esto es conveniente recoger el mayor número de datos, desgraciadamente escasos por lo inabordable del idioma, lo que exige hacerlo por intermedio de traducciones y extractos más o menos completos.

Durante la guerra no llegó a cristalizar un sistema de normas concretas sobre el empleo táctico de los proyectiles tóxicos por las siguientes razones:

a) La diversa naturaleza de las sustancias empleadas.

b) La pequeña cantidad de explosivo contenida en los proyectiles que no podía reaccionar sobre la fuerza de inercia en el momento de la caída y, por tanto, no podía evitar se enterrase, disminuyendo el efecto tóxico.

c) La colocación de las sustancias dentro del proyectil no siempre podían asegurar su buena salida y difusión.

d) Los distintos coeficientes de dilatación de las sustancias influían en las propiedades balísticas de los proyectiles.

e) Los mismos proyectiles químicos daban resultados muy distintos, según las condiciones topográficas y meteorológicas.

De aquí las grandes diferencias encontradas respecto a consumos y efectos y la dificultad para deducir leyes.

En una de las más importantes revistas militares rusas apareció hace meses un trabajo sobre el empleo militar de los gases lanzados por medio de proyectiles de Artillería, cuyos principales datos técnicos y tácticos vamos a resumir:

Los proyectiles químicos llevan, para producir la rotura y la salida de la materia tóxica, una carga explosiva que es normalmente un 3 por 100 de aquélla, cantidad determinada por la condición de que la expansión de la nube de gas y su concentración sean las adecuadas.

Los gases de acción temporal (fosgeno y difosgeno) se han empleado en todos los calibres, desde 75 a 240 mm. El gas permanente (iperita) hasta el de 150 mm. Para estos últimos las superficies intoxicadas son con cada proyectil de 75 = 40 metros cuadrados; de 105 mm. = 80 m.<sup>2</sup>; de 120 milímetros = 200 m.<sup>2</sup>; y de 150 mm. = 250 m.<sup>2</sup> La duración de la acción es muy variable, según las condiciones meteorológicas, el terreno y la vegetación; en verano no pasa de cinco a seis horas, y en otoño y primavera puede llegar hasta siete días.

Los tipos de proyectiles citados son a modo de *portadores* del gas; pero hay otros en los que se combina el efecto dañino de los cascos con el químico; se usan los de acción lacrimógena, irritante y vomitiva (adamsita, difenilclorarsenina y cloracetofenona), con una relación 1 : 5 de la materia tóxica respecto a la explosiva. Esta clase distinta de proyectiles eran los que en la Artillería alemana se distinguían por la diferente coloración de que iban teñidas las ojivas, y según el orden de su empleo, para obtener distintos efectos (por ejemplo, vomitivos primero para obligar a quitarse las caretas, seguido de otros de acción tóxica más intensa), daba lugar a los distintos tiros de colores o de arco iris.

El empleo táctico de los distintos tipos de proyectil depende de la duración de sus efectos. Los cargados con fosgeno, cuya acción tóxica dura de cinco a quince minutos, se emplean inmediatamente antes de que las tropas propias hayan de ocupar las posiciones enemigas; los cargados con difosgeno, de acción más permanente, que pasa de una hora, se usan para una preparación de

ataque que no haya de ser seguido de una ocupación material inmediata del terreno.

La acción es más duradera cuanto menor sea la velocidad del viento, mayor la humedad del aire, más fría la superficie del suelo y menos intensa la luz solar, datos que tienen una gran importancia en la preparación técnica del tiro.

El efecto eficaz sólo se puede lograr batiendo zonas de alguna extensión, un mínimo de un kilómetro cuadrado, área defensiva de un batallón; para cubrir esta superficie de una nube de sustancias tóxicas con un grado suficiente de concentración, son necesarios en dos minutos 2.000 proyectiles de 75 ó 500 de 120 mm., lo que representa 200 piezas del primer calibre ó 120 del segundo, haciendo fuego simultáneamente, lo que equivale a decir que para el tiro con proyectiles cargados de gases efímeros hay que emplear una masa de Artillería. Esto sólo cabe hacerlo en una guerra estabilizada y sólo, excepcionalmente, en la de movimiento.

En muy distintas condiciones se encuentran los que contienen gases de acción permanente, que por la gran duración de su efecto tóxico y menor importancia de las condiciones atmosféricas, no exigen la acumulación de impactos en breve tiempo, y permiten hacerlo con menor número de piezas. Se aplicarán de un modo especial en las acciones defensivas y sobre zonas de acumulación de tropas, puntos de paso obligado, estaciones, puestos de mando y observatorios y más principalmente, sobre las posiciones artilleras, siendo el medio más eficaz de reducir las baterías enemigas al silencio.

Los proyectiles de acción mixta (explosiva y venenosa) se emplean contra objetivos animados. En condiciones atmosféricas normales y con viento que no pase de 10 a 15 kilómetros por hora, basta, para neutralizar la acción enemiga en una zona de 2.400 m.<sup>2</sup> un tiro con el número de disparos que se indican según los calibres, durante media hora, conservando el efecto con la mitad de disparos en cada una de las medias horas siguientes. Para calibre 75 milímetros = 70 disparos; para 105 = 40; para 150 = 20. □

### La guerra mecánica, según un autor inglés.

El capitán del Ejército inglés Liddel Hart, entusiasta propagador de la mecanización a ultranza y fundador de la que empieza a llamarse Joven Escuela en aquel Ejército, a semejanza de la que hubo en la Armada al terminar la gran guerra, ha publicado un trabajo que, aunque redactado para ingleses, y desde un punto de vista netamente inglés, tiene ideas interesantes sobre la futura táctica y modalidad de los Ejércitos.

Empieza por un estudio histórico de las campañas realizadas por Inglaterra desde que es gran potencia, en el que muestra que ésta ha buscado el medio de herir a sus adversarios en sus puntos débiles, huyendo de empeñarse en una acción a fondo en los teatros de operaciones del continente, sistema que le ha dado secularmente el éxito y que ha sido abandonado en la última guerra, con la lamentable consecuencia de perder la flor de una generación.

Del estudio de la guerra europea deduce una consecuencia radical, y que en la mayor parte de los medios militares se juzgará atrevida: la impotencia absoluta de la Infantería ante el fuego de las armas automáticas, los grandes despliegues de Artillería y la ofensiva aérea; cree indispensable desprenderse

de la idea, que sólo sigue imperando por inercia mental, de seguir buscando el éxito con una Infantería, embarazada por una masa de vehículos y cargas.

La única arma que posee movilidad táctica y estratégica completa es la aérea; pero también en las fuerzas terrestres se debe perseguir hasta el grado que sea posible; esto sólo se consigue con la mecanización, de la cual es una primera fase la motorización que se va implantando en todos los Ejércitos.

La adopción del *tankete* Carden Lloyd, de peso 2,5 toneladas, dotado de ametralladora, servido por dos hombres y que con su coraza de 9 mm. resiste al fuego de fusil a 150 metros, alcanza velocidad de 60 kilómetros por hora y puede atravesar ríos importantes, da una gran flexibilidad al ataque con carros armados. Se constituye con ellos una verdadera guerrilla que forma una cortina delante de los tanques y actúa con fuego muy preciso contra las piezas anticarro; los carros medios avanzan a través de esta primera línea y realizan el ataque principal.

En un ataque concebido así, con medios caracterizados por la movilidad y la independencia, no tiene cometido la Infantería clásica, que quedará reducida a actuar en terrenos cortados (bosques, poblaciones, etc.), donde su mayor facilidad de infiltración tenga aplicación. Esta Infantería recuperará sus cualidades de siempre, su equipo será ligerísimo y estará formada por hombres escogidos y entrenados especialmente; su aproximación al campo de batalla se hará sistemáticamente en automóviles blindados.

También la Artillería de campaña sufrirá una radical transformación según estas ideas, pues el calibre 7,5 es poco apto para marchar con las unidades mecanizadas, por lo que será sustituido por otros de 5,7 ó de 4,7 montados sobre tanques, que actuarán sobre las tropas y carros enemigos. La destrucción de las organizaciones más sólidas estará encomendada a una Artillería pesada arrastrada por tractores, equivalente a los antiguos parques de sitio, y aún puede preverse que este cometido lo asumirá la Aviación de bombardeo.

Dentro de lo que estas ideas tengan de futurismo exagerado responden a una idea que se viene abriendo camino en el Ejército inglés y cuyos fundamentos ya iniciamos en esta sección en octubre de 1926 (pág. 434). Las condiciones sociales y la tradición militar de un Ejército voluntario, unido al carácter especial de la guerra marítima, que es la que mejor siente aquel pueblo, hacen que se busquen soluciones diferentes de la guerra de masas en que ha venido a degenerar el arte militar como aplicación del sistema de la nación en arma.

---

## CRONICA CIENTIFICA

### El camino recorrido por las ondas radioeléctricas.

En una reciente conferencia del ciclo Kelvin, cuyo título es el que antecede, hizo el disertante Sir F. Smith apreciaciones de sumo interés, de las que daremos aquí una breve referencia, aunque la materia requeriría uno o más artículos.

La historia del camino recorrido por las ondas radioeléctricas es la de una

sorpreza continua para el radiotelegrafista y para todo el mundo al verse capaz de ejecutar cosas que no esperaba, al mismo tiempo que el físico intentaba explicaciones de estos resultados, y el matemático cubría, por decirlo así, la retaguardia en un esfuerzo continuo para que su mundo, demasiado elemental, de teoría, adquiriera complicación suficiente para estar de acuerdo con los hechos experimentales.

Cuando se aplica a una antena vertical, apoyada en la superficie de la tierra—que se considera como un conductor perfecto—un campo eléctrico producido por una corriente alternativa de gran frecuencia, las líneas magnéticas de fuerza son horizontales y la energía se transmite en todas direcciones, según líneas eléctricas, a la velocidad aproximada de trescientos mil kilómetros por segundo, esto es, la velocidad de la luz. Se puede disponer la antena en forma que gran parte del campo eléctrico sea dirigido hacia arriba y que algunas de las líneas de fuerza no tengan contacto con la tierra, constituyendo así lo que podemos llamar ondas espaciales; está claro que a no ser por la difracción, la refracción y la dispersión, estas ondas no podían alcanzar ningún punto de una esfera, como es la tierra, que no fuera visible desde la antena. La cuestión que se presenta, por tanto, es la de si la difracción y la refracción de las ondas podían ser tan intensas que bastaran para explicar el hecho comprobado de su transmisión alrededor del mundo, y otra cuestión era la de si las ondas largas se transmitían exactamente como las ondas luminosas. Muchos años de trabajos realizados por los más eminentes matemáticos fueron insuficientes para alcanzar la solución de este problema, al parecer fácil, pero se vió que no sólo el efecto de las ondas que pasan al través de la tierra era insignificante en comparación con el de las que la circuyen, sino que el efecto calculado de estas últimas era también insignificante comparado con los valores realmente medidos: las mediciones de intensidad de las señales recibidas eran mucho mayores que las deducidas de las consideraciones puramente teóricas. También se vió que entre los valores diurnos y nocturnos existían notables discrepancias, así como entre el orto y el ocaso u operando con distintas longitudes de onda. Pero la mayor sorpresa para los teorizantes fué la producida por los trabajos de los aficionados, quienes, operando con ondas muy cortas y por experimentos sistemáticos, hicieron ver que con tales ondas se conseguían resultados mejores que con las largas, sobre todo para grandes distancias, y que la intensidad de las señales recibidas era billones de veces mayor que la calculada. Era evidente, por tanto, que algún factor desconocido entraba en juego, y se hacía necesario descubrirlo.

La necesidad de una región reflectora en la alta atmósfera para explicar tales hechos había sido reconocida por Kennelly y Heaviside en 1902, y en 1912, Eccles insinuó que el recorrido de las ondas puede estar influido por la ionización de las capas elevadas de aire; sugirió también que las variaciones diurnas de intensidad eran debidas a cambios de ionización causados por la radiación solar.

Según la geofísica, la tierra forma el fondo de un océano gaseoso cuya capa inferior es la tropoesfera; de los procesos que se verifican en esa capa, sólo el de formación del rayo tiene importancia para el estudio de las ondas radioeléctricas. El techo de la tropoesfera se conoce con el nombre de tropopausa, y su característica, a la que debe su nombre, es la repentina cesación, cuando se llega a ella, de la disminución de temperatura que antes se observa

al elevarse en la tropoesfera: está situada a una altura de diez u once kilómetros sobre Europa y a quince o dieciséis sobre el Ecuador. Sobre la tropopausa está la estratoesfera, cuya región superior puede ser llamada propiamente la ozonoesfera, aunque no existe un límite definido entre una y otra. Muy por encima de la capa de ozono existe probablemente oxígeno atómico susceptible de ionización. Las observaciones practicadas con las auroras boreales han demostrado no sólo que por encima de los 90 kilómetros existe una capa conductora ionizada, sino que su conductividad varía según la dirección, de modo que las ondas electromagnéticas que en ella penetran resultarán polarizadas.

Appleton imaginó un método para medir la altura de las capas ionizadas, en las cuales se transmitía una onda de 400 metros, cuya frecuencia no se mantenía constante, sino que variaba continua y uniformemente. Por este medio se demostró la existencia de una capa reflejante a una altura media de 100 kilómetros, según habían predicho Kennelly y Heaviside. Cuando la densidad de ionización es mínima, esto es, poco antes de la aurora, la altura parece cambiar repentinamente, alejándose hasta 250 y aun 350 kilómetros; al salir el Sol se restablece la altura de 100 kilómetros. Para ondas más cortas, la altura reflejante es mayor. Ultimamente se admite que las capas reflejantes son dos: la de Kennelly-Heaviside y la de Appleton. Las ondas muy cortas, de diez metros aproximadamente, penetran las dos capas, lo que conduce a admitir una capa de reflexión más elevada para éstas, puesto que, según los experimentos más recientes, las ondas ultracortas, de cincuenta centímetros o menos, son aptas para la transmisión a grandes distancias, y, por tanto, no se difunden rectilíneamente en el espacio, sino que siguen la curvatura terrestre, sea por reflexión o por refracción.

Respecto a cuál sea la causa de la ionización, las investigaciones de Chapman parecen demostrar que el agente lo forman partículas neutras emitidas por el Sol, y cuyo vehículo es la luz ultravioletada en su región superior. Estas teorías fueron puestas a prueba durante el eclipse solar total, ocurrido el 31 de agosto de 1932, con resultado afirmativo.  $\Delta$

### La pesca del arenque y la génesis del petróleo.

Los términos del epígrafe parecen tan antitéticos que su asociación suena como un despropósito; no obstante, un descubrimiento realizado poco ha en Alaska, nos hace ver que la incoherencia aparente no es real, es decir, que entre el arenque y el petróleo puede existir una relación de causa a efecto. Hará como unos treinta años, un barco cargado de arenques naufragó a lo largo de la Isla del Almirantazgo, correspondiente a Alaska; recientemente, en el lugar del naufragio se han recogido con la draga varios depósitos marinos, que han sido enviados al Servicio Geológico de los Estados Unidos al fin de que, mediante un análisis, se determine de qué naturaleza es una sustancia semejante a la cera contenida en dichos depósitos. El Servicio mencionado practicó el análisis, del cual resultó que la sustancia examinada era un compuesto bastante complejo, formado por descomposición de la grasa del pescado en combinación con las sales de calcio y magnesio contenidas en el agua del mar. La destilación a temperatura elevada de dicha cera dió por resultado un aceite que presenta afinidades con el petróleo. En todas las teorías basadas en el ori-

gen orgánico del petróleo, lo más difícil de entender es cómo la materia original pudo experimentar su transformación en el aceite hidrocarburado que se encuentra en el petróleo bruto; fenómenos como el observado en Alaska pueden conducir al descubrimiento del proceso químico que transformó los grandes bancos de pescado (si la hipótesis es cierta) en los preciados hidrocarburos actuales. △

### Irregularidades superficiales de los metales y su determinación.

Entre los varios métodos que pueden emplearse para medir las pequeñas irregularidades de una superficie plana metálica, finamente labrada, se señala especialmente el procedimiento de la aguja, que consiste en lo siguiente: Una aguja, cuya dirección es normal a la de la superficie metálica cuyas irregularidades queremos determinar, recorre sistemáticamente la superficie con su punta aplicada sobre ella, y los movimientos de la punta se proyectan amplificados sobre una pantalla o se registran en una cinta movable de papel fotográfico, que se impresiona con el hacecillo de luz reflejado por un pequeño espejo, unido rígidamente con la aguja; es el procedimiento usual para las pequeñas desviaciones en multitud de aparatos eléctricos y otros. Con frecuencia se emplean para el objeto de que tratamos agujas de fonógrafo, y los diámetros de sus puntas, cuyo promedio es de 0.0635 mm., impide que en las grietas muy finas pueda llegar la aguja al fondo mismo de la irregularidad, sino que se detiene donde la anchura es igual al diámetro de la punta; cuando esto ocurre, el perfil de la curva registrada es menos accidentado que el real. Esta dificultad ha sido resuelta ingeniosamente por un inventor alemán: de la superficie del metal se saca una amalgama de cobre, que al retirarla constituye una regativa en la que los salientes son entrantes, y viceversa; de este modo, las grietas a cuyo fondo no alcanzaba la aguja son aquí picos que la aguja recorre hasta su misma punta, quedando así registrado con toda precisión el entrante, ahora saliente, de la grieta. Una combinación de las dos curvas obtenidas, una de la superficie en estudio y otra de la amalgama, da el perfil verdadero que se busca. △

### La "Gunita" para protección de estructuras metálicas.

Hace unos catorce años se empleó para protección de un puente metálico de Pittsburgh, ahora demolido, un producto denominado *gunita*, que no es sino hormigón líquido aplicado bajo presión; al demoler el puente, se ha visto que la gunita estaba perfectamente incorporada al hormigón antiguo, y en las pruebas acusó una resistencia al aplastamiento de 1.175 kg. por cm.<sup>2</sup> en ejemplares de 3 cm. de grueso. El puente original era de acero y fué construído hace cincuenta años; después de veinticinco años, los tramos de acceso recibieron pisos de hormigón, y los elementos inferiores de las vigas y viguetas fueron cubiertos de cemento, operaciones que se hicieron en vista de los defectos observados; para impedir mayor deterioro se empleó, en 1919, la protección de gunita; es de advertir que el deterioro era debido a los gases de escape de las locomotoras a su paso por el puente. Los ejemplares sometidos a prueba fueron sacados de losas procedentes de la cara inferior del puente. Se vió que en ningún punto la gunita se había separado del hormigón y que una vez aplicada la protección, no había continuado el deterioro. △