

MEMORIAL DE INGENIEROS

MEMORIAL
DE
INGENIEROS DEL EJERCITO

COLECCION DE MEMORIAS

QUINTA EPOCA.—TOMO XLVII

(LXXXV DE LA PUBLICACION)

AÑO 1930.

MADRID

IMPRESA DEL «MEMORIAL DE INGENIEROS DEL EJERCITO»

1930

INDICE

de las obras sueltas que comprenden las entregas publicadas

POR EL

MEMORIAL DE INGENIEROS DEL EJERCITO

en el año de 1930.

La «Electricidad aplicada» en la Academia del Cuerpo.—Por el comandante de Ingenieros D. JOSÉ ANGEL PETRIRENA.—Consta de 40 páginas y 18 figuras intercaladas en el texto.

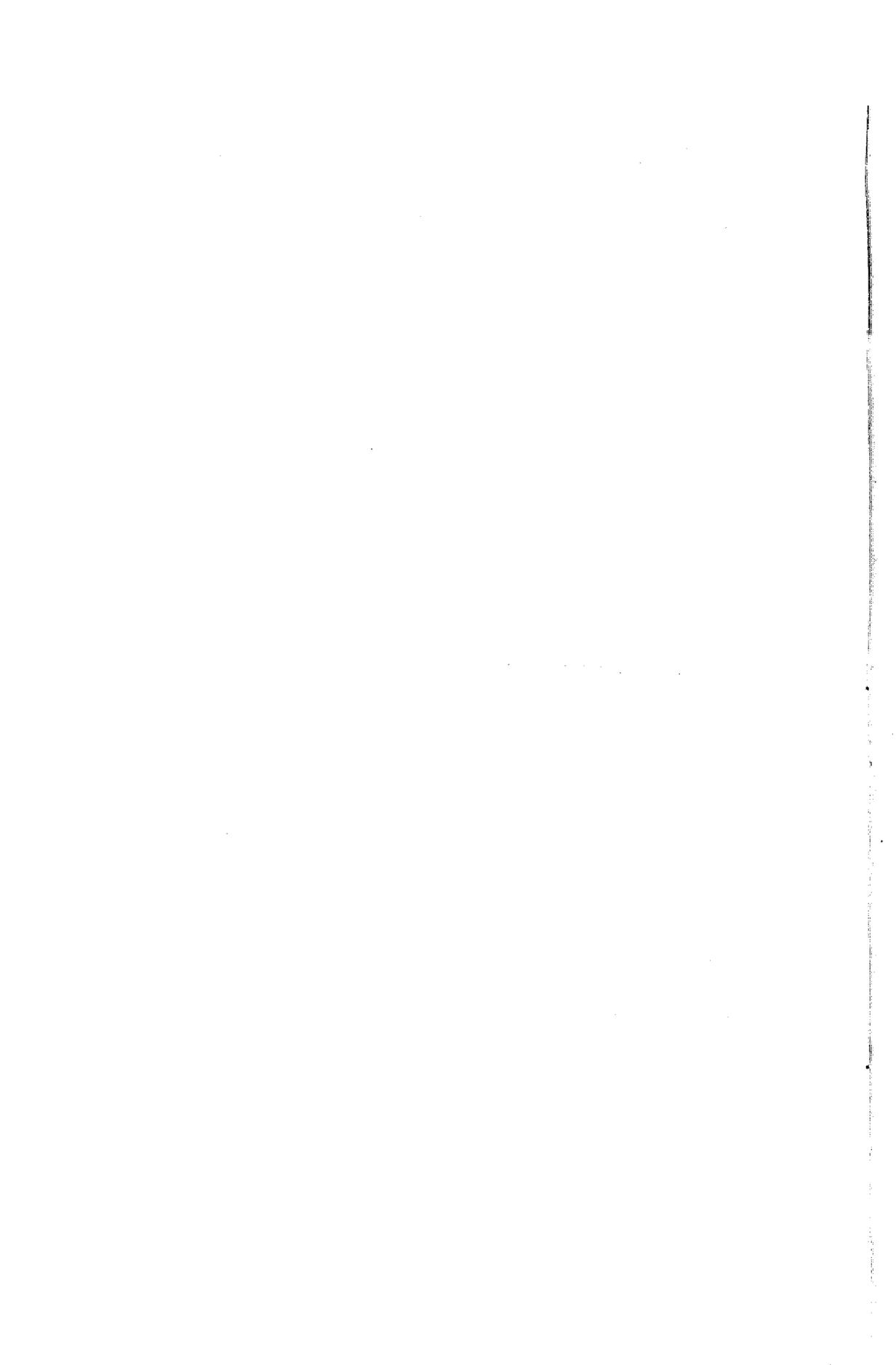
Motores de Aviación.—Por el capitán de Ingenieros D. JULIO DE RENTERÍA.—Consta de 47 páginas, 4 gráficos y 13 croquis intercalados en el texto.

La utilización de las altas presiones en las máquinas de vapor.—Por el teniente coronel de Ingenieros D. CARLOS BARUTELL.—Consta de 31 páginas.

Ciclo de conferencias sobre Industria militar y movilización industrial.
Por el comandante de Ingenieros D. JUAN PETRIRENA.—Consta de 55 páginas y 4 esquemas intercalados en el texto.

El dominio del mar y las modernas flotas de combate.—Por el teniente coronel de Ingenieros D. SALVADOR G. DE PRUNEDA.—Consta de 36 páginas y 26 figuras intercaladas en el texto.

La "Electricidad Aplicada" en la Academia del Cuerpo.



JOSE ANGEL PETRIRENA

*** COMANDANTE DE INGENIEROS ***

LA "ELECTRICIDAD APLICADA"

EN LA ACADEMIA DEL CUERPO

(Colaboración gráfica del doctor en Ciencias químicas D. Amado Inertis.)



Madrid.—Imprenta del «Memorial * * *
* * * de Ingenieros del Ejército». 1930



TODAS las asignaturas de nuestra carrera han ampliado su extensión considerablemente, y de día en día dilatan más los límites que encierran sus peculiares conocimientos. La Electrotecnia, no menos que otras ciencias, sigue esta ley general de rápido y gigantesco desarrollo y se resiste hoy a dejarse encerrar en los estrechos moldes que fijan nuestros programas de enseñanza.

Si ella debe cursarse en tantos o cuantos años, si por sí sola debe constituir una carrera, o si sus diferentes ramas han de ser estudiadas a título de especialidades, no he de entrar a discutirlo; son estas cuestiones harto complejas y que desde ningún punto de vista competen a mi escasa autoridad. Sólo me atreveré a sentar una afirmación, pues al fin poco atrevimiento basta para incurrir en lugar común, y es que desde cualquier lado que se mire la Electrotecnia, constituye materia importantísima en todas las carreras de ingeniería, y no menos que en cualquier otra, en la del ingeniero militar.

Los diferentes sistemas de telecomunicación han experimentado extraordinario progreso en muy poco tiempo y su estudio se ha dificultado intensamente; aparecen de año en año perfeccionamientos técnicos que arrastran consigo nuevas teorías, nuevas explicaciones, hermanadas no pocas veces con cálculos y trabajos analíticos de significada complicación. La tracción eléctrica brinda también abundantes objetivos de estudio al ingeniero militar; pero aún hay más, mucho más.

Todos los países civilizados han cubierto su suelo con extensa red de líneas de transporte y de distribución de energía eléctrica, y han convertido a ésta en importante necesidad de los pueblos; éstos en el día de la guerra y en el campo de batalla no sabrán prescindir de lo que en la paz fué elemento inexcusable para su vida y reclamarán el fluido eléctrico, ya para aplicarlo como medio auxiliar en el combate, ya como elemental comodidad en el imperfecto descanso que brindan los alojamientos de campaña. Pero no hablemos en futuro, pues en la guerra mundial encontramos aplicaciones prácticas en este sentido. No me refiero a la herra-

mienta eléctrica puesta al alcance del zapador minador, ni a otros problemas fáciles, como el de alumbrado, que a él le incumbe resolver; hago mención de problema de mayor alcance, tal es el aprovechamiento de centrales y líneas de transporte dentro de la zona de operaciones; lo mismo que se utilizan las vías férreas, hay que reparar y utilizar los transportes de energía y aun establecer otros nuevos; así lo han entendido varias naciones creando otra especialidad del zapador: el ZAPADOR ELECTRICISTA. En las unidades de esta especialidad, según se desprende de sus correspondientes reglamentos, se exige a gran parte de los soldados los conocimientos propios de un *obrero electricista*, y a las clases, nociones generales de electrotecnia con tendencia a convertirlos en encargados de central, ilustrados con conocimientos de tal categoría, que casi es permitido llamarles PERITOS en la materia.

Y si los conocimientos de telegrafía y telefonía se revisten cada día más de dificultad científica, siguen marcha paralela con ellos los estudios del transporte en líneas de muy alta tensión; por otra parte, los progresos de la industria brindan constantemente modificaciones y mejoras en la maquinaria eléctrica y en sus inseparables los motores hidráulicos y térmicos, así como en los medios de tracción. Todo ello exige al ingeniero militar, que después de dedicarse con cariño a su carrera, consagre su actividad de un modo asiduo a la Electrotecnia, en cuanto quiera desenvolverse en la dirección de tales servicios, máxime si se recuerda que es misión delicadísima del ingeniero del ejército mediar como enlace entre los servicios técnicos de la zona de operaciones y los ingenieros, las empresas y diversas direcciones civiles que durante la guerra desarrollan sus funciones a retaguardia de aquella zona.

Más de una vez algún compañero se ha interesado por conocer cómo se desarrolla en nuestra Academia el estudio de tan importante materia; pensando en consecuencia que puede ser tema de algún agrado para muchos lectores del MEMORIAL la respuesta a la pregunta que dicho interés provoca, he decidido escribir la presente Memoria.

Prescindiré en absoluto de detalles, tratando de expresar tan sólo los moldes y normas de la enseñanza y me extenderé algo en la noticia del gabinete, no porque él encierre aparatos de gran valor y novedad científica, pues al contrario, todo es expresión de una gran modestia, sino por cuanto se ha procurado disponer lo poco que contiene, en forma tal, que rinda el máximo de utilidad para la enseñanza.





I

Normas generales.

Según el actual programa de estudios, se explica la Electricidad en dos cursos: de ellos, el primero, corresponde al segundo año de la carrera, y el otro, al tercero. De este último se ha desglosado la tracción eléctrica para agregarla a la asignatura de Ferrocarriles, correspondiente al cuarto año, y en este mismo se da un cursillo de aplicaciones de radiotelegrafía y radiotelefonía, incluido en las terceras clases.

El primer curso, comprende los principios fundamentales: campos de fuerza magnéticos, eléctricos, corriente eléctrica, electromagnetismo, corrientes alternas, teoría electrónica y medidas, quedando para el segundo las aplicaciones en general.

Nuestro molde es el del Gerard *Leçons d'Electricité*; sobre todo, el primer curso se adapta casi por completo a este autor; no estaba lejos de nuestra idea modernizar la exposición de los principios fundamentales, orientándonos algo hacia la *Electrodinámica Industrial* del P. Pérez del Pulgar (S. J.), pero la reforma del plan de enseñanza de las Academias Militares, nos obligó a desistir de todo cambio trascendental, consintiendo en que los pocos alumnos que quedan sujetos al antiguo plan de estudios, los cursen casi al pie de la letra como los de las promociones que les preceden.

En el segundo curso la adaptación al Gerard no es tan fidedigna, aunque para facilidad de estudio del alumno nos sujetamos al referido libro tanto cuanto es posible; resulta indispensable condensar algunas materias y ampliar otras aportando conocimientos ajenos a dicha obra.

No pocas veces he visto sostener la opinión de que por regla general en los centros de enseñanza se hace un uso abusivo del cálculo al exponer la asignatura de Electricidad; suelen decir, lo que esto piensan, que con pocas fórmulas, algún sencillo problema de vectores en el plano y símiles que aclaren las ideas, se integran los conocimientos necesarios al

ingeniero en esta materia, yo me permito opinar en sentido contrario.

Tengo visto por experiencia, que en aquellas teorías en que el alumno se apodera del concepto matemático, reina para él la más absoluta claridad, y al descender a los problemas prácticos, aun en sus detalles de ejecución, las dificultades son inmediatamente vencidas; en cambio, en aquellas partes del programa en que el tiempo obliga a abreviar cálculos y a presentar fórmulas finales como hijas de la casualidad o como producto de inteligencias privilegiadas que han hollado caminos inaccesibles para nosotros, reina la confusión, y no vale el símil, las más de las veces inadecuado, ni aun lo que solemos llamar *explicación física* del fenómeno, para salvar la laguna establecida.

Como dice Lord Kelvin: «no se conoce bien un fenómeno si no es posible expresarlo analíticamente», el ideal es que así lo conozca el ingeniero. Al afirmar esto, lejos está de mí el pensamiento de que en la práctica de la ingeniería hayan de tenerse presentes las complicadas integrales, que al decir de muchos, no aparecen por las máquinas ni los cuadros, ni que se haya de recordar, en cada instante, las intrincadas transformaciones de cálculo que los libros científicos contienen; lo que sostengo es que para penetrarse bien de los principios, es indispensable atravesar con paciencia el complejo laberinto del cálculo y así apreciar el valor de los diferentes parámetros que surgen en el seno del mismo y juzgar con acierto del alcance de las fórmulas y artificios que luego directamente utilizamos en la práctica. ¿Cabe dudar de que cuanto más profunda y claramente hayamos adquirido tales principios, seremos más libres y dispondremos de más recursos en el día de mañana?

A esto se podrá responder que no es el empleo del cálculo, sino el abuso del mismo, lo que formula la protesta; entonces hay que aclarar en qué consiste ese abuso. Si por tal se entiende la tendencia hacia la práctica de exponer una teoría partiendo de una ecuación diferencial, integrarla, someter el resultado a una penosa discusión analítica y exigir al alumno la explicación casi textual de lo expuesto divorciándole en absoluto del concepto físico de lo que se explica o de la finalidad práctica que se persigue, el abuso del cálculo es manifiesto, mejor aún, lo cierto en este caso es el abuso de la ausencia de la realidad.

Ahora podía objetarse, que el estudio de la Electrotecnia a fondo, desmenuzando cálculos e interpretando bien las teorías, es labor penosa y que requiere largo tiempo; ante esta objeción, nos consideramos vencidos. La vida entera de un hombre capaz, dedicada por completo al estudio de la Electrotecnia, no sería suficiente para satisfacer sus anhelos de saber, pero tengamos presente que en la carrera sólo se trata de *iniciar al joven* y darle su formación básica.

Refiriéndome principalmente al segundo curso, he aquí la norma que se sigue para que la enseñanza tenga suficiente valor científico, sin dar al cálculo una preponderancia que desvirtúe el carácter esencialmente práctico de la asignatura.

En tanto que el tiempo disponible no se nos imponga con su autoridad irrevocable, comenzamos por explicar los fenómenos, el fundamento de las máquinas y motores, etc., dando tan sólo una noción física elemental que luego sirve de jalonamiento para una nueva explicación, llevada a cabo, voliéndonos del cálculo; este cálculo se desarrolla con todo el cuidado que el consejo del tiempo disponible dicta, y en llegando a los resultados finales se hace hincapie en su interpretación; además, cuando lo permiten los recursos del gabinete, dichos resultados y dicha interpretación se patentizan sobre las máquinas de ensayo. Nunca se exige al alumno la repetición del desarrollo del cálculo, sino que para aliviar trabajo a su memoria y no emplear en esfuerzo inútil el tiempo de que dispone para el estudio, se le pide tan sólo que sepa seguir y explicar los razonamientos sobre expresiones ya escritas en la pizarra, sin distraerle en el trabajo de mera transformación algébrica, pero sí haciéndole ponderar el alcance y significado físico de las diferentes relaciones establecidas.

Otro tema muy debatido es el de la importancia mayor o menor que suele otorgarse a lo que se llama *parte práctica*. Para muchos la práctica es todo, sólo se aprende lo que prácticamente se ejecuta y de poco o nada valen los libros; otros, por el contrario, encuentran la mayor delectación de su vida en el libro, sus más grandes satisfacciones en desembrollar la enredada madeja de una integración o dar con el sentido exacto de una teoría, pero éstos ante un asunto práctico, piensan tanto y les es tan abominable aceptar un empirismo necesario, o dejar escapar del cálculo una magnitud secundaria, que no dan solución alguna.

Ninguna tendencia extrema es buena, y creo que ante la ausencia casi absoluta de práctica que presidía nuestra enseñanza, se ha desarrollado como contraste una opinión favorabilísima en pro de la importancia del aprendizaje práctico; son los más en número los que forman este bando y no pocos extreman la nota, ya porque es fácil negar aquello que se ignora, o más bien porque olvidan que su destreza práctica adquirida en el texto que mejor la enseña, que es el libro de la vida, está fundada, como cimiento enterrado, en aquellos conocimientos abstrusos e inútiles a su propio juicio y que adquirieron en la Academia.

Bien, la teoría abandonada a sí misma, forma ideas equívocas que cuando la experiencia las corrige, hace concebir hacia aquélla una aversión sistemática. La práctica debe ser, por consiguiente, ejecutada en la

carrera y pequeño resulta todo esfuerzo, por parte del profesor, para infundir en sus alumnos lo que llamamos *sentido práctico*. Pero la teoría y el estudio profundo no estorban, al contrario, puede afirmarse que casi todas las dificultades de orden práctico que en la vida profesional se presentan, tienen su raíz en un defecto de teoría. El término medio, creo' consiste en estudiar bien ésta y ponerla inmediatamente en acción por medio del problema o por medio de la experimentación física, valiéndose de aparatos, máquinas y motores de un gabinete bien montado.

Así lo hemos entendido en la Academia y todos hemos puesto nuestra atención y cariño en formar un gabinete de electrotecnia, aspirando a que el contenido de la mayor parte del programa pueda ser experimentado con sus elementos. Mas de la aspiración a la ejecución, hay una gran distancia, ambos extremos están separados por la dificultad económica, común a todos los centros de enseñanza, cuyas exigencias son tan grandes, que no sabrían quedar satisfechas ni aun agotando casi en sus presupuestos todas las arcas del tesoro.

Durante años sucesivos se ha aumentado el tiempo disponible para prácticas de electrotecnia, hasta llegar a destinar una hora diaria.

Para la ejecución de las prácticas se procura desechar el sistema antiguo, que consistía en dedicar un período del año a dicha enseñanza, porque este modo de proceder conduce a que el alumno no relacione lo que en una parte del curso estudió, con lo que vé ejecutar en otra, máxime por cuanto en esta ocasión aquello que antes aprendió, lo habrá ya casi olvidado. Por el contrario, si a la explicación de la lección acompaña inmediatamente la ejecución práctica, el rendimiento que se alcanza es máximo, tanto de momento, como para el porvenir. Este modo de proceder requiere, desde luego, disposiciones especiales en el gabinete que permitan la resolución de gran variedad de problemas, y que los trabajos que se ejecutan puedan ser vistos y seguidos con claridad por todos los alumnos de la clase. Luego insistiremos en este punto cuando tratemos del gabinete.

Como el tiempo disponible es el invencible enemigo con quien tenemos siempre que luchar, no es posible dar en la debida intensidad y suficiente perfección todas las partes de la asignatura. Para aliviar el peso de ésta, algunas cuestiones del programa son explicadas por el profesor y realizadas en el gabinete, exigiendo tan sólo a los alumnos la repetición práctica; en otras, a la explicación del profesor sigue tan sólo la ejecución de un ejercicio o proyecto parcial y, por último, algunas noticias que podíamos decir, son casi culturales, se han reducido a una o más conferencias, bien a cargo del profesor, bien a cargo de algún especialista que se ha ofrecido a colaborar con nosotros. Solo así, matizando el

programa con tintes más o menos fuertes, según la importancia y naturaleza de las materias, es posible desarrollarlo con alguna probabilidad de éxito. Que todo ello exige un esfuerzo extraordinario por parte del profesor, es evidente. No olvido un pensamiento sentencia que en cierta ocasión oí de labios de un celoso y culto maestro de escuela, al hablar de los profundos cambios experimentados en los métodos de enseñanza: afirmaba que aún quedaba en pie el proverbio casi medioeval: «la letra con sangre entra», pero es preciso esclarecer, decía él, que hoy es la sangre del maestro la que se sacrifica.

II

Bosquejo del programa.

Para fijar mejor los pensamientos expresados en la primera parte de esta Memoria, voy a hacer una exposición sucinta del programa del segundo curso, huyendo, según antes he dicho, de detalles tales como número de lecciones, párrafos que comprenden, etc., persiguiendo tan solo reflejar una idea de las materias contenidas y forma de exposición de las mismas.

Abrese el segundo curso con el estudio de las pilas; casi tan solo con un recuerdo para las termoelectricas, y una noción del pirómetro eléctrico, pasamos a las hidroeléctricas; ya estudiados en otras clases los principios de la electroquímica, aquí se recuerda la teoría de dichas pilas, se estudia el fenómeno de la polarización, se resuelven problemas acerca de las corrientes producidas por las pilas, se ejecutan, según distintos sistemas, las medidas de sus constantes y se presenta a los alumnos los diferentes tipos midiendo la fuerza electromotriz de los mismos; se insiste algo más que en otras en el tipo Leclanché y sus variantes sin olvidar la pila Féry, todo ello según el tomo IV de la obra de Gerard.

Por la misma se estudia el acumulador de plomo, ampliando algunas normas para la vigilancia y buena marcha de las baterías, tanto industriales, como de tipo pequeño; ejecútanse medidas de aislamiento, resistencia, capacidad, etc., y se hace que los alumnos presten por turno, durante unos días, el servicio de vigilancia de la batería del gabinete. Con alguna menor atención se estudia el acumulador ferroníquel.

En las dinamos también nos guía Gerard, pero se hace una reducción en el estudio de los distintos métodos de medida del rendimiento, y en estos últimos años se ha prestado menor atención a la construcción y proyectos de dinamos, por un lado, porque no es del mayor interés esta

materia para el ingeniero militar, y por otro, porque resulta pequeña la eficacia de este estudio, si no se lleva a cabo introduciéndose de lleno en la práctica y empirismos de las casas constructoras.

En cuanto a los devanados, más que la repetición de los retorcidos razonamientos que exige el planteo de las diferentes fórmulas y sistemas de representación, se obliga a la presentación completa de un devanado con indicación de delgas equipotenciales, etc., y al estudio del devanado de las máquinas del gabinete.

Marcha análoga se sigue en la parte de alternadores; la falta del oscilógrafo para corrientes industriales nos priva de hacer un análisis serio de fuerzas electromotrices y corrientes, sólo el método de Joubert, modificado algo por el profesor de la clase, permite iniciar al alumno en este estudio.

En el transformador seguimos a Gerard al pie de la letra, salvo en algunos ensayos que se simplifican.

El estudio de los motores de corriente continua, variando algún detalle respecto de las disposiciones de seguridad, que se aprenden ajustándose a los modelos del gabinete, sigue del todo al autor citado.

Lo mismo sucede con los motores asíncromos, aunque su teoría se expone por un sistema más breve y al parecer del profesor más racional.

En los últimos años se han suprimido el diagrama del círculo de Heiland, que muy seductor a primera vista, no deja de presentar algunos inconvenientes al ponerlo en práctica. El motor serie se da tal cual lo expone el autor, y por imposición del escaso tiempo, se ha sacrificado mucho la teoría del motor de repulsión.

En la teoría del motor síncrono se agrega un estudio referente a la puesta en marcha bajo carga, que se hace extensivo y se adapta a la puesta en marcha de las conmutatrices. Se añade al texto el motor asíncrono sincronizado y la compensación de fase de motores asíncronos.

Se omite el estudio de otros convertidores, pero no el sistema «casca» para los rectificadores de mercurio, nos valemos de la Revista *B. B. C.*, mas sin dejar de mencionar otros sistemas distintos del Brown-Boveri.

Más adelante se expone la lista de ejercicios prácticos que los alumnos llevan a cabo en el gabinete; en dicha lista podrá verse cómo en la parte de la asignatura hasta aquí expuesta, son bastantes los problemas que se pueden resolver en las máquinas de ensayo. Como antes hemos dicho, se procura en cuanto es posible que las prácticas anejas a cada lección o a cada teoría, se pongan en juego en los mismos días en que aquellas se explican o repasan, o en días tan próximos como las circunstancias lo permitan.

Prosigue luego el programa con las líneas eléctricas; en esta parte se refuerzan las diferentes notas descriptivas del autor con la presentación de modelos de cables, aisladores y buen número de fotografías; algo se modifica el estudio de los medios de protección de líneas, sobre cuya teoría resbala el Gerard; explicanse los ensayos que este autor indica, y de ellos, algunos se ejecutan en el gabinete sobre las pequeñas líneas de servicio de la Academia.

Para las centrales eléctricas, la marcha consiste en presentar al alumno los diferentes modelos de aparatos que existen en la Academia, indicándole la razón de ser de cada una de sus partes; se exhiben fotografías de aparatos de gran potencia, dando una noción de disposiciones modernas, tales como interrupciones múltiples, cámaras de apagamiento, acumuladores de fuerza, etc. Luego se dan en clase una o dos conferencias de centrales con presentación de vistas adecuadas, y los alumnos llevan a cabo un proyecto *parcial* de central, en el que sólo se atiende a la parte eléctrica; en este proyecto se cuida especialmente de la colocación en detalle de todos los aparatos de medida, interrupción, acoplamiento, seguridad, etc., y de la disposición de conjunto para facilidad de servicios y buen orden de distribución, y a la forma de los cuadros.

Viene después el estudio del transporte de energía eléctrica, y aquí es donde la falta de tiempo manifiesta el apogeo de su hostilidad. Luchamos contra ella con estas normas: el profesor explica las bases económicas de un transporte y la forma de establecer las ecuaciones en que cristalizan dichas normas; concretando más, y para tener un punto de partida en los cálculos, en armonía con los precios que rigen en España, utilizamos las fórmulas del ingeniero de caminos, canales y puertos Sr. Lucía (1) (claro es que al alumno no se le exige saber el planteamiento de dichas fórmulas). Para establecer las constantes primarias de las líneas, se sigue a Gerard, modificando algo los razonamientos, por lo que se refiere a la autoinducción, no pudiendo extendernos cuanto deseamos en el estudio de la capacidad; prácticamente el alumno emplea para la determinación de ωl y ωc los abacos de Lavanchy, para las tensiones críticas el abaco correspondiente y la fórmula de Peek para las pérdidas debidas a g . En la fijación del voltaje, aparte de tantearlo con la fórmula correspondiente de Lucía, seguimos una marcha parecida a la de las tablas de «Evaluación de características», del Padre Pérez Pulgar (2). Antes de plantear las ecuaciones fundamentales que rigen a la corriente en

(1) Véase *Revista de Obras Públicas*, 15 de abril y 1.º de mayo de 1928.

(2) Véase *Anales de la Asociación de Ingenieros del Instituto Católico de Artes e Industrias*, número 39, marzo 1928, página 130.

circuitos dotados de resistencia, autoinducción, capacidad y pérdidas, se recuerdan algunas nociones de *funciones hiperbólicas*, y el establecimiento de aquellas ecuaciones, expuesto por el profesor, así como la discusión y análisis de las mismas, no se exige repetirlo al alumno. Para la comprobación de una línea elegida y para el cálculo de la regulación, en unos cursos se ha seguido el método de Blondel-Brown, y en otros, el Thielemann, por desgracia con excesivo atropello para lograr un éxito satisfactorio.

La distribución de energía, sea en redes de alterna o continua, se estudia por Gerard, aumentando la explicación del método de Buffa; y todo ello se condensa en un proyecto parcial de cálculo de una red.

Siguen después las lámparas de filamento y arco, y no correspondiendo a esta clase los proyectos de iluminación, se simplifica notablemente su estudio. Los métodos de tarificación se detallan algo más que en el autor que nos guía, y en cambio se simplifica el estudio de los contadores (1).

Después de una sencillísima disertación acerca de las aplicaciones de la electricidad en algunos servicios del Cuerpo, en especial en el de Zapadores, pasamos a las telecomunicaciones.

Voy a ser más breve en esta parte, pues advierto la fatiga que produce esta larga enumeración.

Los fundamentos, disposiciones de aparatos, centrales, líneas, etc., estudio que, más que profundidad científica, requiere orden y paciencia, se hace, según Gerard con ampliaciones del *Milhon*, el *Caro* y *Anchia* y algún otro libro; el primero de estos dos últimamente citados, sirve de base para la telefonía automática, cuyo estudio se reduce a las nociones generales, enumeración, fin y fundamento de los diferentes órganos y detalle del sistema «Western Electryc C.^o»

La corriente telefónica se da según explicación del profesor (2), aunque poco se puede hacer insistir en ella al alumno por falta de tiempo; pues si bien dicha teoría se expone con bastante detalle, el alumno llega a tener sólo noción de los fenómenos de atenuación y distorsión y de sus correspondientes coeficientes y de las ganancias y pérdidas con sus unidades de medida; también se estudia en este orden de ideas la pupinización, y se dan normas de líneas artificiales y filtros eléctricos. Dedicase

(1) No sólo en éste, sino también en algunos otros puntos del programa, resultan de gran utilidad los apuntes de la Escuela de Ingenieros Industriales de Madrid, tomados de las explicaciones del profesor Sr. Morillo.

(2) Esta explicación está inspirada principalmente en la obra *La corriente telefónica*, de D. Ignacio María Echaide, ingeniero industrial, director de la Red telefónica, de Guipúzcoa.

una lección a la telefonía por onda de alta frecuencia, y otra, a la influencia de las líneas de transporte de energía eléctrica sobre las de telecomunicación.

Por último, las lecciones de radiocomunicación comprenden un ligero repaso de los campos electromagnéticos y estudio detallado de cada una de las funciones que desempeñan los diferentes elementos de las estaciones radio, según los distintos sistemas de comunicación; algo sirve Gerard en este estudio, pero se completa en su mayor parte con explicación del profesor.

Por incluirse en el cursillo que al principio he mencionado, no se estudian aquí los diferentes tipos de estaciones radio reglamentarias y de uso en el ejército. No falta en el programa la atención que merecen las ondas cortas y algunas nociones de transmisión de dibujos y fotografías, pero nada se ha incluido aún de televisión.

III

Programa de prácticas.

No nos referimos aquí a los problemas numéricos que se realizan en el curso, ni a los ejercicios calificables de los que en el apartado anterior algo hemos citado; hacemos mención de la labor del gabinete.

Aparte de la inspección ocular de máquinas, aparatos, etc., así como de la confección de esquemas, se desarrolla durante el curso del programa que a continuación se expresa.

El contenido de este programa se desarrolla primero bajo la dirección del profesor, y luego se repite por los alumnos, divididos en pequeños grupos. Esta es la norma general, pero en muchos casos no es posible sujetarse del todo a ella.

Primera parte.

Pilas y acumuladores.—Medida de resistencia interior de pilas mediante voltímetro y amperímetro.

Lo mismo por el método del puente.

Medida de fuerzas electromotrices directamente y con el potenciómetro.

Acoplamiento de pilas.

Servicio de una batería industrial y vigilancia.

Carga de baterías de tipo pequeño.

- Primeras cargas (de formación) en dichas baterías.
- Regeneración de una batería algo sulfatada.
- Ensayo de capacidad y rendimiento de una batería.
- Medida de resistencia interior de una batería industrial con los aparatos del cuadro.
- Medida del estado de aislamiento de una batería industrial.
- Puntualización de un defecto local de aislamiento.

Segunda parte.

Máquinas de corriente continua.—Diagrama del colector (curva de voltajes) en máquinas de diferentes tipos.

Investigar la fórmula y forma de devanado de diferentes máquinas.

En una máquina que tiene cuadro con terminales desnudos dispuesto para que el alumno haga por sí mismo las conexiones, incluyendo en ellas los aparatos: montar una máquina en serie, en derivación, en compound.

Determinación de la pérdida de flujo en una dinamo.

Característica magnética.

Medidas de calentamiento (medidas de resistencias).

Medida directa del rendimiento.

Medida por pérdidas separadas.

Características a circuito abierto (reacción de inducido y caída de potencial interno).

Característica en cortocircuito y exterior en máquinas serie y derivación.

Acoplamiento de dinamos entre sí y con baterías.

En máquinas con cuadro de terminales desnudos: disponer las conexiones para arranque de motor serie, derivación y compound.

Ensayar motor serie y motor derivación determinando las curvas de potencia, rendimiento, par y velocidad.

Tercera parte.

Alternadores.—Ejecutar las conexiones para funcionamiento de alternadores.

Determinar la forma de la f. e. m. e intensidad sobre diferentes circuitos por el método de Joubert.

Medidas del $\cos. \varphi$ en diferentes circuitos con fasímetro y con vatímetros, cuyos aparatos han de montar los alumnos.

Medida directa del rendimiento con máquinas gemelas y por pérdidas separadas.

Características de circuito abierto y en cortocircuito.

Características exteriores sobre diferentes circuitos, ya directamente, ya deduciéndola de las anteriores.

Acoplamiento de alternadores: primero, sobre máquinas definitivamente instaladas, y después, en máquinas de ensayo, ejecutando por sí mismos las conexiones necesarias.

Cuarta parte.

Transformadores.—Montar un transformador en diferentes conexiones, estrella, triángulo, zig-zag.

Medida del $\cos. \varphi$ a diferentes cargas y gráfico correspondiente.

Medida directa del rendimiento.

Medida del mismo por pérdidas separadas.

Gráfico del potencial del secundario a diferentes cargas.

Medida de fugas.

Comprobación de aislamiento.

Medida de calentamiento.

Quinta parte.

Motores asíncronos.—Conexiones para marcha de motor en estrella y triángulo.

Arranque de motor instalando las resistencias en el rotor o en el estator, con transformador de arranque, disponiendo las conexiones para estrella triángulo.

Curvas de potencia, velocidad, rendimiento, $\cos. \varphi$ en función de los amperios de consumo.

Curvas análogas en función de la velocidad.

Medida del resbalamiento con amperímetro o galvanómetro y con stroboscopio.

Conexiones para inversión de marcha y regulación de velocidad.

Algunos ensayos análogos en motor monofásico, en motor serie y en motor de repulsión:

Sexta parte.

Motores síncronos.—Arranque con motor de igual velocidad y sincronizando con lámparas.

Arranque con asíncrono auxiliar de igual número de polos que el síncrono.

Arranque, como motor asíncrono.

Idem con otro síncrono como auxiliar.

Determinación del rendimiento.

Trazado de las curvas en V .

Hacer patente el mejoramiento del $\cos. \varphi$ en un circuito en que trabajan motores asíncronos.

Sincronizar un motor asíncrono.

Séptima parte.

Conmutatrices.—Arranque de la conmutatriz del lado de la continua.

Arranque con motor auxiliar sincronizando con excitación propia y con excitación independiente.

Arranque automático en asíncrono, sincronizando con excitación propia o con independiente.

Curva de rendimiento.

Característica exterior a voltaje constante en el lado de la alterna.

Regulación del voltaje en el lado de la continua.

Curvas de $\cos. \varphi$ según las excitaciones y curvas en V .

Acoplamiento de conmutatrices.

Marcha de la conmutatriz inversa, haciendo notar los cambios de frecuencia según la inductancia del circuito de consumo.

Octava parte.

Líneas.—Medida de aislamiento de cables.

Medida de resistencia de líneas.

Medida de aislamiento de las mismas.

Localización de contactos.

Novena parte.

Lámparas.—No entran en esta parte las medidas fotométricas.

Medida de resistencia variando los voltajes (en lámparas de filamento de carbón y metálico).

Curva de resistencia en función del voltaje.

Consumo en vatios.

Curvas correspondientes al arco voltaico.

Décima parte.

Comprobación de aparatos.—Comprobación de aparatos de medida con cajas-patrón o con el potenciómetro.

Instalación de diferentes tipos de contadores.

Verificación de contadores.

Algunos de estos ejercicios no han podido ser ejecutados por el estado de obras del gabinete, pero son precisamente aquéllos que revisten mínimo interés, pues como es natural, se ha puesto la máxima atención en la realización de las restantes.

Aparte del examen de pequeñas centrales telefónicas y de diferentes modelos de teléfonos, complétanse las prácticas de telefonía y telegrafía en la instrucción técnico-militar; en cuanto a la radio, la parte principal de las prácticas se ejecuta en dicha instrucción técnico-militar y en el cursillo de cuarto año.

Para completar la enseñanza de la telefonía teníamos proyecto de instalar un gabinete exclusivamente para medidas telefónicas a base de galvanómetros extrasensibles, líneas artificiales para comparación de micrófonos y comparación de desarticulación, aparatos para medida de ganancias y pérdidas (equivalentímetro), aparatos para medida de diafonía (crosstalkmetro); pensábamos también colocar un circuito con una atenuación artificial y un relevador de lámparas, alguna elemental instalación de filtros y modelos de líneas con físicos y fantasmas para estudio de la transposición; hoy por hoy, el propósito no ha pasado de proyecto.

En el pasado año nos hemos conformado con una visita a la Telefónica Nacional, en donde fuimos recibidos con solicitud y atención insuperables por parte de la Dirección y del personal técnico; allí los alumnos tuvieron ocasión de estudiar con bastante detenimiento las instalaciones interurbanas e internacionales, la central urbana de telefonía automática del edificio de la Avenida de Pi y Margall; oyeron clarísimas explicaciones de los diferentes servicios y de las normas generales que guían la instalación de la totalidad de la red en España, así como de los ensayos que habitualmente se llevan a cabo, algunos de los cuales fueron hechos en su presencia.

El estudio de centrales se completa con las siguientes visitas: una, al salto y central hidráulica de Bolarque; otra, otra, a la central térmica de Granada, del Metropolitano Alfonso XIII, y también a la central de rectificadores de mercurio de la misma empresa; todas ellas resultaron de

gran utilidad, gracias al desvelo de la Dirección y personal de dichos centros, que se pusieron por completo a nuestra disposición.

IV

El gabinete.

Para facilitar la noticia descriptiva del gabinete en su estado actual, podemos dividirlo en las siguientes salas o piezas: sala de medidas, sala de corriente continua con otra aneja para la batería de acumuladores y sala de corriente alterna. Podemos añadir otra de modelos de motores térmicos, en la que si bien no hay ningún elemento de electricidad, está incluida en el interior del gabinete; esta sala de modelos contiene repro-

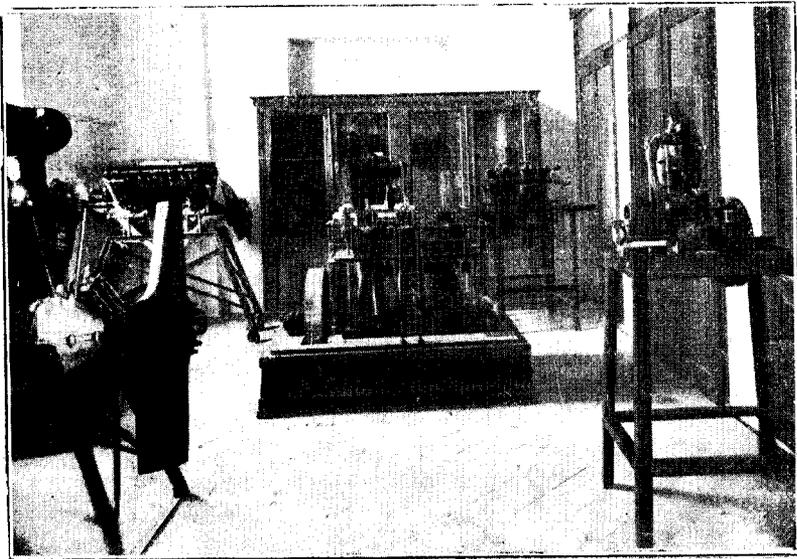


Fig. 1.— Sala de modelos,

ducciones en pequeño tamaño, diferentes partes de máquinas de vapor y motores de aviación y de automóvil, seccionados para el estudio (fig. 1).

Pasaremos por alto la sala de medidas porque es una de tantas, con aparatos, más bien de batalla; no falta algo de medidas de precisión, pero nuestra tendencia es que todo lo maneje el alumno; juzgamos inútil adquirir aparatos de extraordinario precio, que por temor al error del principiante, hayan de estar encerrados en sus urnas o vitrinas, consti-

tuyendo tan solo un elemento de idolatría para el que estudia. En esta misma sala se encierra lo poco y antiguo que tenemos de telegrafía y algo más y más nuevo de telefonía; este es el blanco hacia donde apuntábamos para ulteriores reformas.

Sala de motores térmicos y corriente continua.—La sala de motores térmicos y corriente continua comprende los elementos que siguen (figura 2): Un motor Crossley de gas pobre, horizontal y cuatro tiempos, potencia 12 caballos vapor; aparte de sus servicios para la enseñanza, constituye este motor una reserva para la carga de la batería de acumuladores.

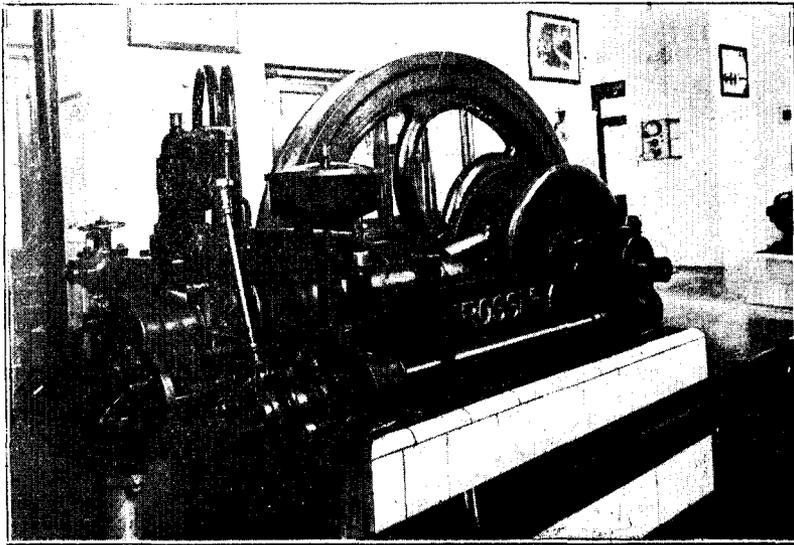


Fig. 2.—Motor Crossley de gas pobre.

Un motor Diesel Otto (figs. 3 y 4), dos cilindros, vertical y de dos tiempos, elegido así para tener variedad de tipos en la enseñanza; su potencia es de 40-42 caballos vapor; este motor presta el servicio normal de carga de la batería.

Un grupo dinamo y elevador (fig. 4); este grupo lo forman dos máquinas acopladas por embrague elástico, una es dinamo Siemens 220 voltios y 54 amperios que, unida a los extremos de la batería, hace su carga y servicios de alumbrado, gabinete y taller; la otra, es una dinamo Brown-Boveri de 15 a 115 voltios y hasta 60 amperios, acoplada al centro de los dos cuerpos de la batería, hace de elevador de tensión; su ex-

citación independiente la recibe de barras de batería y se regula por un fuerte reóstato en derivación; la máquina marcha a la perfección, aun en el caso extremo de mínimo voltaje y máximo amperaje, sin necesidad de tocar las escobillas; solemos utilizar su corriente para diferentes ensayos. También hace de motor de arranque para el motor Crossley. Ambas máquinas, atacadas por una correa, pueden ser movidas por el Otto Diesel o por el Crossley de gas pobre, y se compensa la diferencia de revoluciones con un suplemento añadido a la polea cuando actúa el segundo motor.

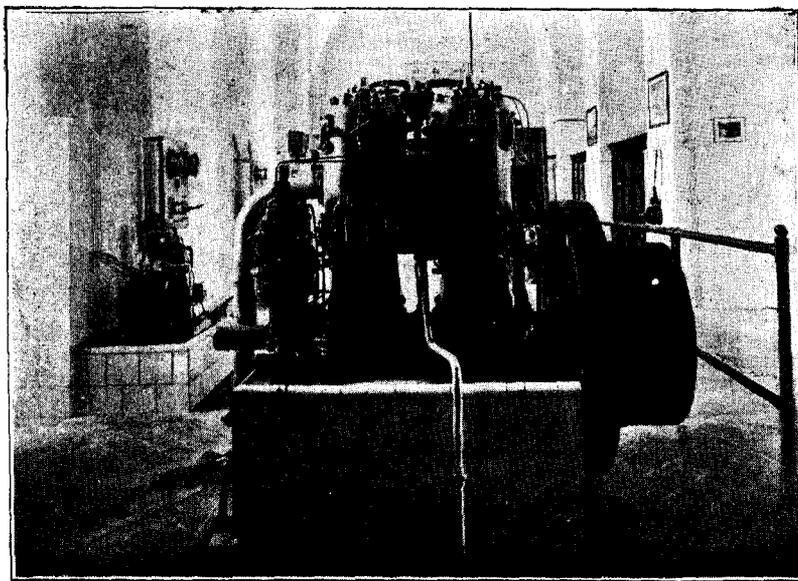


Fig. 3. — Motor Diesel Otto Deutz.

La dinamo Siemens tiene un cuadro independiente, y para la batería y el elevador se ha dispuesto otro cuadro (fig. 5); un juego sencillísimo de conmutadores permite hacer la carga total de la batería, o bien de la media, utilizando el elevador como motor que absorbe el exceso de voltaje de la dinamo, y sacar sobre terminales independientes del circuito de batería la corriente del elevador para ensayos. El cuadro va surtido de interruptores de máxima, mínima, lámparas indicadoras, etc., y se han dispuesto los diferentes servicios con el mínimo de maniobras para evitar errores en el encargado.

De la pequeña central descrita salen tres líneas (fig. 5): una, para ser-

vicios del gabinete a 220 voltios, pero tiene un neutro auxiliar para algunas máquinas a 110 voltios. Otra línea, también a 220 voltios, pasa al taller y servicios de la estación radio; esta línea se regulariza con hilo piloto y su voltímetro conmutado sirve, además, para indicaciones de estado de aislamiento de las líneas.

Otra tercera salida a tres hilos, alimenta el alumbrado de la Academia; en ésta, la regulación puede hacerse según las indicaciones de amperímetro previamente calibrado. Como quiera que el desequilibrio en las medias baterías es una gran molestia, se ha dispuesto un conmutador

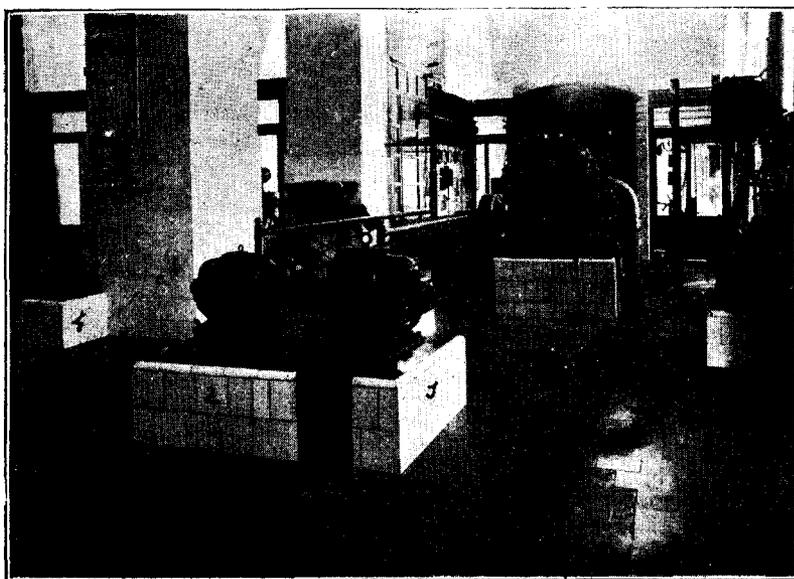


Fig. 4.—Vista parcial del gabinete de corriente continua.

- 1.—Dínamo Siemens 220 v.-54 a. 2.—Elevador Brown Boveri 15-115 v.-60 a.
3.—Motor Diesel Otto. 4.—Grupo moto-bomba.

que permite conectar cada media batería con cada uno de los dos puentes de la Academia; cambiando todos los días de punto el conmutador, es rara la ocasión en que se desequilibran las medias baterías hasta exigir cargas separadas.

La batería es Tudor, de vasos de vidrio (fig. 6), capacidad 240 amperios-hora en cinco horas; la sala tiene las disposiciones ordinarias de ventilación, etc.

En la sala de motores y corriente continua existen las siguientes máquinas de ensayos (fig. 7): Una máquina con arrollamiento en serie al

que se le puede añadir una resistencia para que pueda utilizarse el mismo inductor para derivación, mas otro pequeño arrollamiento para compound. Esta máquina carece de polos auxiliares, su inducido y ambos inductores van a parar a terminales de un cuadro; en el mismo está dispuesto voltímetro para 110 y 220 voltios, amperímetro e interruptores, pero todos los aparatos se unen también a terminales fijos en el mármol;

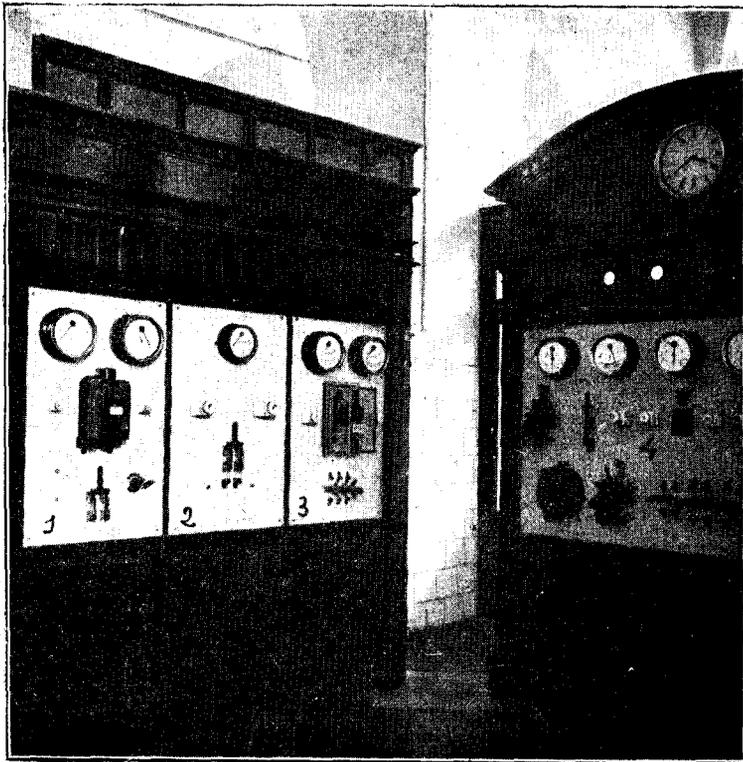


Fig. 5.—Cuadros de la central de continua.

- 1.—Salida taller. 2.—Salida gabinete. 3.—Salida Académica.
- 4.—Cuadro del elevador y batería.

mediante esta disposición, los alumnos, con flexibles, ejecutan las conexiones para todas las formas de funcionamiento, ya como dínamo, ya como motor; para este último caso el cuadro toma corriente de la batería mediante un enchufe. La polea de la máquina está refrigerada para ensayos en el freno; su movimiento como dínamo se obtiene con un motor de gasolina de dos cilindros. No se puede pedir a esta máquina regularidad

ni buen rendimiento, sólo se le exige sufrir los errores a que la enseñanza puede dar lugar.

Con igual criterio (fig. 7) está establecida otra dinamo acoplada a un motor de gasolina, acreedor al homenaje de la vejez. Esta dinamo admite conexiones como dinamo derivación, y como dinamo compound puede acoplarse a la batería mediante un enchufe, pero tan solo a título de experiencia, pues poco servicio puede esperar de ella en su carga la batería.

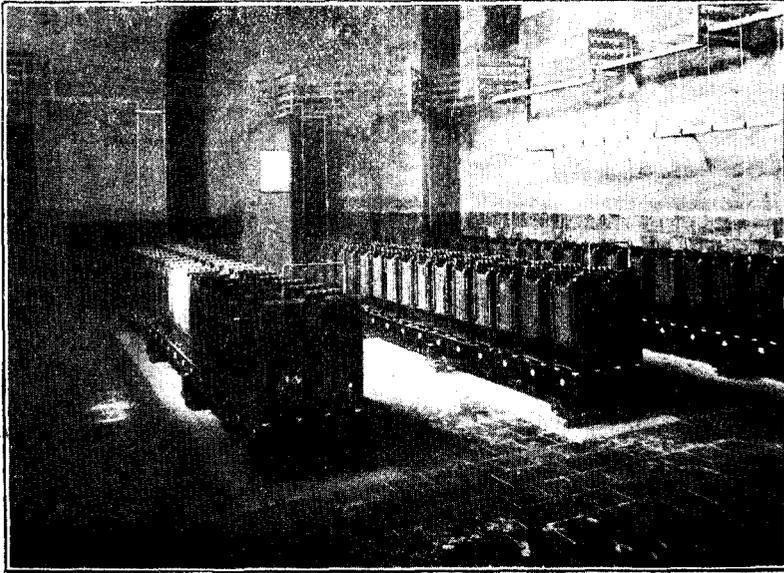


Fig. 6.—Sala de acumuladores.

Otra pequeña dinamo derivación (fig. 8) tiene su cuadro también sin conexiones, y ésta por su buena regularidad y elasticidad de voltajes se dedica con preferencia al trazado de características.

Un pequeño grupo motor bomba (fig. 4) excitado en derivación, con instalación definitiva, tiene reóstato sólo en el inducido y disyuntor de mínima combinado con el reóstato.

Es interesante (fig. 9), principalmente desde el punto de vista de las protecciones, otro grupo motor Oerlikon de 220 voltios, 12 kilovatios, acoplado a una bomba, la cual impulsa el agua a una turbina de eje horizontal en cuyo desagüe se han dispuesto compuertas y medios adecuados para aforos.

El motor eléctrico de este grupo está excitado también en derivación, tiene su reóstato inserto entre el inductor y el inducido, y cuenta su cuadro con las siguientes medidas de protección: un interruptor automático de máxima corriente, sistema térmico, una bobina de tensión nula que actúa por mínimo de tensión en la línea (el circuito de esta bobina es el que queda abierto por la disposición térmica de máxima intensidad) y un interruptor de mínima de excitación (combinado también con dicha bobina).

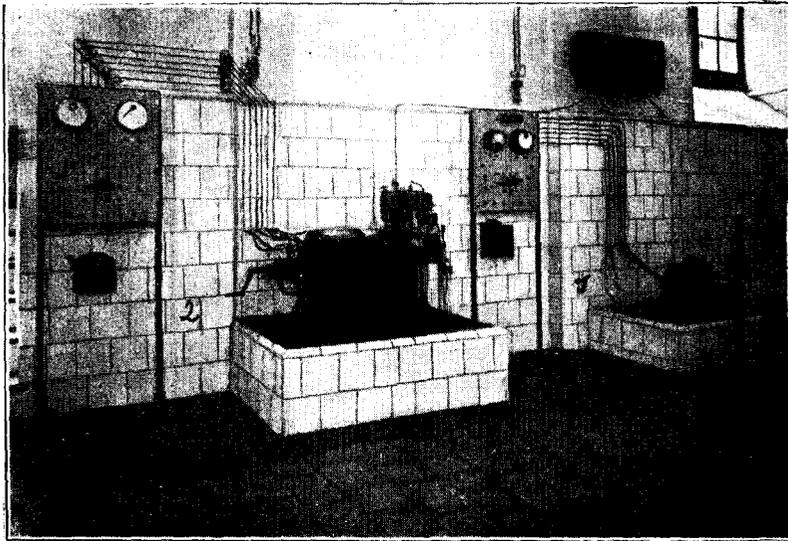


Fig. 7.—Máquinas de ensayo de corriente continua con terminales libres.

1.—Máquina derivación-serie y compound. 2.—Máquina derivación-compound.

Para terminar con la parte de continua, haremos notar que todos los elementos de la sala tienen fácil inspección: los alumnos se colocan delante de las máquinas de ensayo en forma que pueden seguir la explicación del profesor o las conexiones o experiencias que haga alguno de sus compañeros. Detrás de los cuadros hay espacio y suficiente luz para la visita de éstos; en especial, a espaldas del cuadro de la batería, que es el más interesante por las combinaciones que admite, se abren dos puertas corredizas en combinación con la sala de modelos, desde la cual pueden seguir muchas personas la explicación del cuadro. Esta disposición permite tomar corriente a diferentes voltajes y llevarlo con facilidad a la sala de medidas, inmediata a la de modelos; aparte de esta precaución,

en el cuadro de salida para el gabinete (fig. 5), hay tomas a 220 voltios que se utilizan con mucha frecuencia.

También el cuadro de salida para el taller permite introducir en esta arteria el elevador de tensión o un reóstato de regulación que se guía

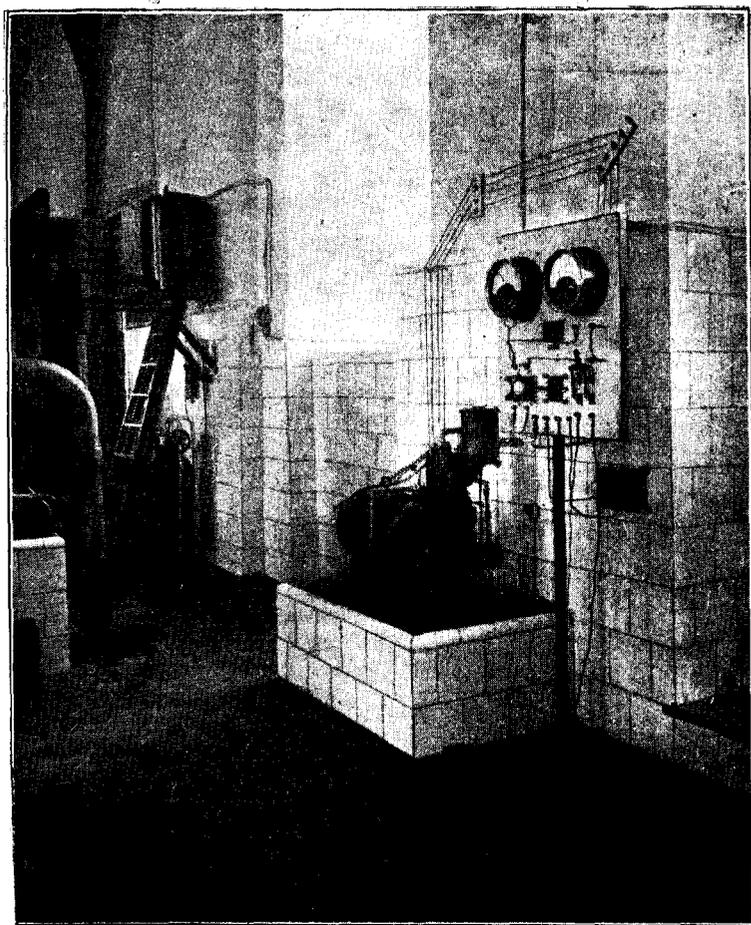


Fig. 8.—Dinamo de ensayos (excitación derivación).

por el piloto; se vé, pues, que en las salidas se ha puesto al alcance de los alumnos distintas disposiciones curiosas para la enseñanza.

Gabinete de alterna.—Pasemos ahora al gabinete de alterna; para facilidad de descripción del mismo acompaña a esta memoria un croquis que expresa el conjunto de sus líneas eléctricas (figs. 10 y 11).

Desde la salida de la pequeña central de continua vienen al gabinete de alterna dos hilos (220 voltios) que van a parar al cuadro de dos motores (figs. 10 y 12). De dicho cuadro sigue la línea a las barras de continua del cuadro de dos dinamos universales movidas por los citados motores (figs. 10 y 12); dos interruptores unifilares permiten unir o separar las dichas barras de los dos hilos de la línea de 220 voltios; la tercera barra de continua del cuadro de las universales puede conectarse al neutro de la central de continua; lámparas indicadoras dan a conocer la posición de los interruptores evitando falsas maniobras.

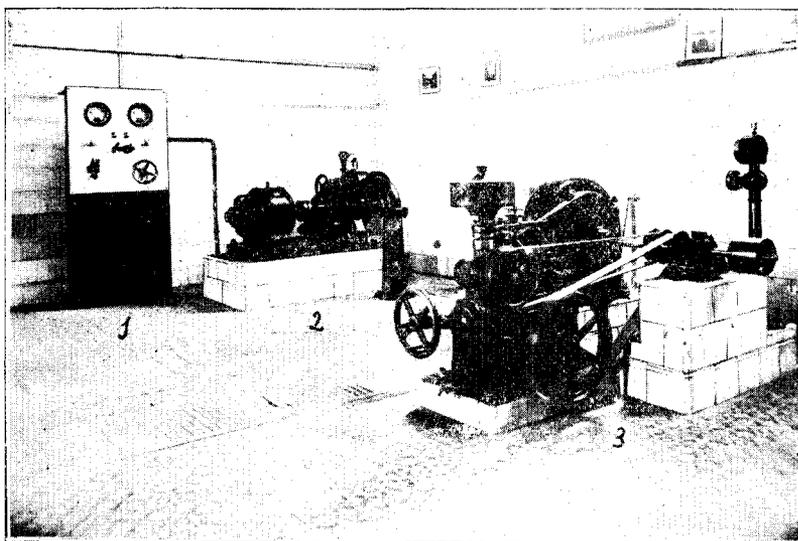


Fig. 9.—Grupo motor-bomba-turbina.

- 1.—Cuadro del motor. 2.—Motor Oerlikon 220 v.-11 kw.-c. c. y bomba.
3.—Turbina.

Las máquinas universales tienen en su cuadro, además de las barras de continua, dos órdenes de barras para dos sistemas monofásicos que en conjunto forman un sistema difásico a cuatro hilos y tres barras para el sistema trifásico.

Las barras de monofásica se prolongan hasta un cuadro de salida (figs. 10 y 13) en el que existen terminales para ensayos y un conmutador que pone en comunicación una de las monofásicas con un motor monofásico.

Las barras de trifásica llevan hilos que las unen a un transformador

trifásico (fig. 10) cuyo primario puede conectarse sirviéndose de un conmutador en estrella o en triángulo; obtiéndose así en la alta (en estrella con neutro a tierra) voltajes de 120 y de 210 voltios. La corriente de

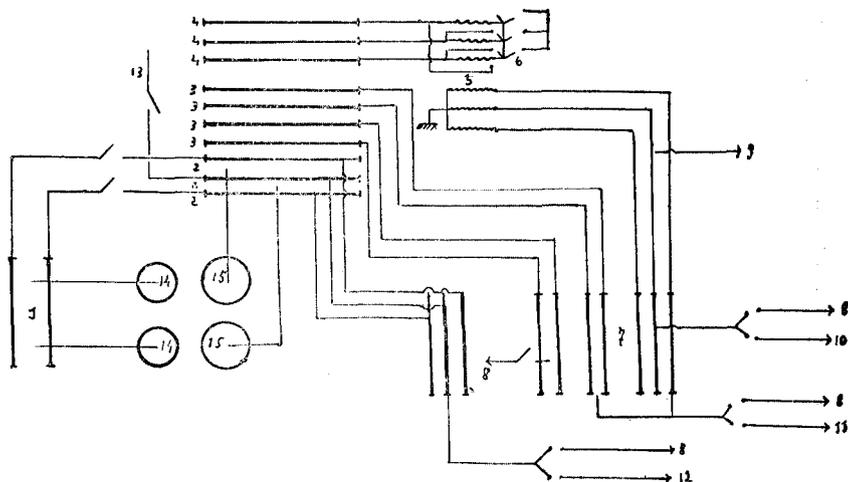


Fig. 10.—Esquema de líneas del gabinete de alterna.

1. Barras de continua en el cuadro de motores.
2. Barras de continua en el cuadro de las máquinas universales.
3. I lem de monofásicas.
4. Idem de trifásica.
5. Transformador de trifásica con la baja en estrella o triángulo.
6. Conmutador correspondiente.
7. Barras en los cuadros de salidas.
8. Salidas para terminales de tomas para ensayos.
9. Salida para un motor asíncrono trifásico a 120 v.
10. Salida para el pupitre, puesto de transformación y resistencias de lámparas.
11. Salida para un transformador monofásico y motor.
12. Salida de continua para el pupitre.
13. Neutro de continua.
14. Motores de continua.
15. Máquinas universales.

alta pasa por los cuadros de salida (figs. 10 y 13), en los que puede tomarse el flúido en cuatro terminales para experiencias, o bien pueden conectarse sus barras a una línea que alimenta el pupitre de ensayos de alterna (figs. 10 y 14) la pequeña central de transformación, resistencias formadas por cuadros con lámparas y un motor asíncrono.

Falta decir que las barras de continua del cuadro de las universales siguen también a los cuadros de salida en los que aparecen terminales de ensayos para corriente continua y una línea que va al pupitre.

Completan la instalación algunas pequeñas dinamos, libres de conexiones, para que las hagan los alumnos, y que se destinan como excitatrices de las máquinas del pupitre de alterna y en especial para dar corriente continua al motor asíncrono cuando se sincroniza.

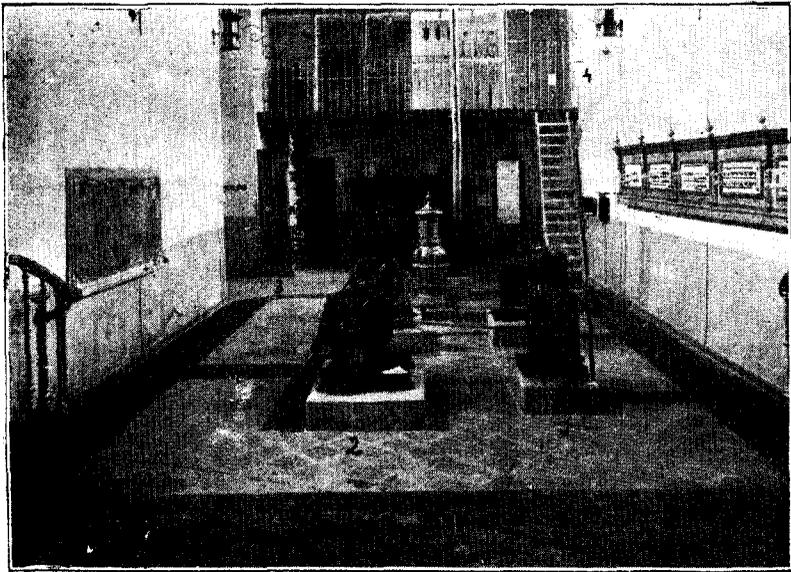


Fig. 11.—Vista general del gabinete de alterna.

1.—Motores de continua. 2.—Máquinas universales. 3.—Cuadro del puesto de transformación. 4.—Cabinas de dicho puesto; de izquierda a derecha: *a*), transformador; *b*), interruptor de alta; *c*), transformadores de medida; *d*), seccionadores y protecciones; *f*), cabina destinada a los transformadores de consumo.

Hecha esta descripción general de la sala de alterna, detallaremos su contenido, pues existen elementos que no carecen de interés.

Los motores (fig. 11) de continua que constituyen la fuente de energía de este gabinete tienen en su cuadro un interruptor de mínima, común a ambos, y reóstato de regulación de velocidad dispuesto de modo que al aumentar la del uno se aminora la del otro; forma favorable para el acoplamiento de las máquinas universales que ellos mueven. Estos motores son ya muy antiguos, se ha modificado el sistema de sus esco-

billas y los cuadros, cuya disposición simplificada responde a las naturales exigencias de estas máquinas.

Las dinamos universales (figs. 11 y 15) cuentan los mismos años de servicio que los motores, también han sido dotados de un nuevo sistema de escobillas, pues sus primitivas eran de cobre y estaban montadas en forma inadmisibles para prestar un servicio serio; sus cuadros también se han cambiado, modernizándoles algo. Pero hay que advertir que para el fin a que estas máquinas están destinadas, son casi insustituibles por

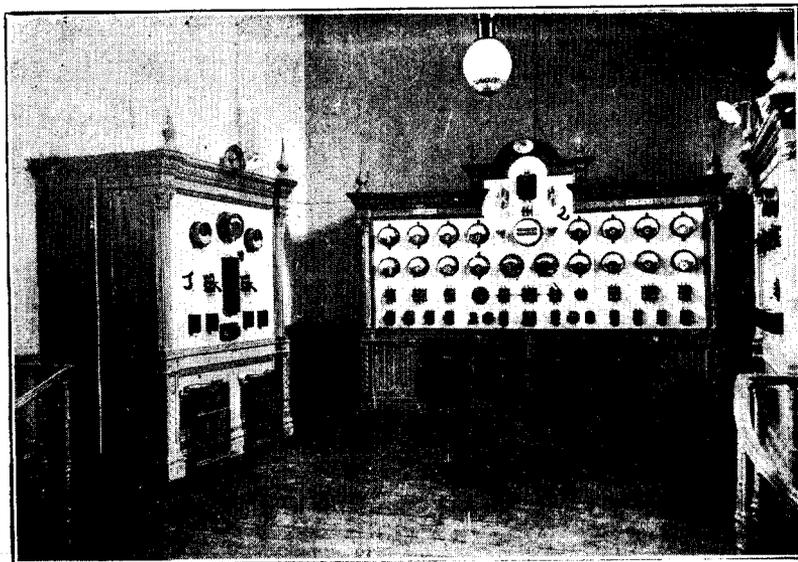


Fig. 12.—Cuadros del gabinete de alterna.

1.—Cuadro de motores continua. 2.—Cuadro de las máquinas universales.

la solidez de su construcción, propiedad que las permite sufrir, sin la menor queja, cualquier maniobra falsa.

Es inútil dar más noticias de estas máquinas, sin embargo, recordaremos la mucha utilidad que prestan, por permitir que el alumno advierta en ellas las diferentes relaciones de conmutación entre la continua y la alterna, según el número de fases de la primera corriente, también por la facilidad que dan para practicar acoplamientos y, por último, porque pueden marchar como conmutatrices, bien directas o bien inversas. Como medios de acoplamiento cuentan en su cuadro: el frecuentímetro, sincronoscopio, lámparas de acoplamiento, voltímetros diferencia-

les, uno con transformador y otro conectado directamente. A los cuadros pueden añadirse aparatos portátiles, tales como vatímetro y fasímetro de tanta utilidad para muchas pruebas.

Dedicaremos mayor atención al pupitre de ensayos de corriente alterna: este es a modo de un gran mueble transportable sobre ruedas y que un solo hombre puede llevarlo de uno a otro punto de la sala, su frente es algo superior a 2 metros, y su altura aproximada, 1,80 metros.

En su parte superior (figs. 14 y 16) lleva cuatro máquinas de peque-

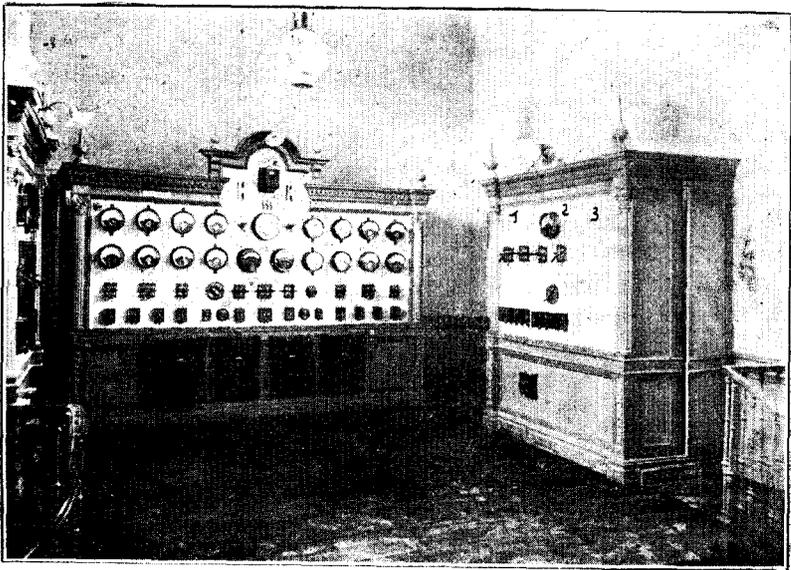


Fig. 13.— Cuadros de salidas de altern.

- 1.— Panel de trifásica y continua. 2.— Panel de monofásicas.
3.— Panel de reserva.

ña potencia, a saber: un motor asíncrono, dos máquinas síncronas y una conmutatriz; las cuatro máquinas tienen sus ejes bien alineados y están dotadas de embragues que permiten acoplarlas entre sí, o las dejan trabajar con independencia. Todos los devanados de sus diferentes partes acaban en terminales provistos de tornillos de presión sujetos al frente del pupitre; este frente es de material aislante y descansa sobre el esqueleto metálico; en él van también colocadas resistencias adecuadas para el arranque de las máquinas cuando trabajan como motores, y otras aptas para regularizar la excitación de las mismas.

Todas las conexiones para los diferentes ensayos se hacen mediante trozos de flexible de colores con terminales preparados para acoplarlos fácilmente a los tornillos de las tomas de corriente, de los extremos de los devanados de las máquinas y de los reóstatos y aparatos de medida.

Facilitanse estas conexiones mediante barras metálicas, que en direcciones y con longitud bien estudiadas, recorren el frente del pupitre; por

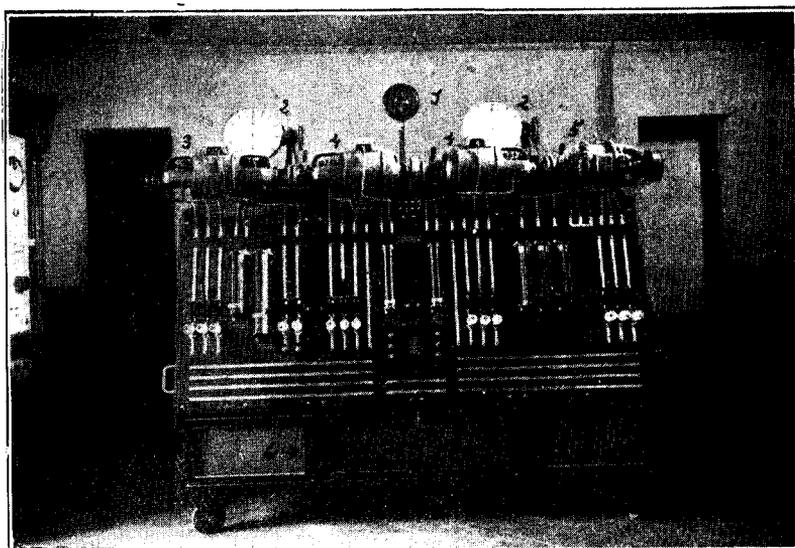


Fig. 14. - Pupitre de ensayos de alterna.

- 1.—Sincronoscopio. 2.—Cuentarevoluciones. 3.—Conmutatriz (con contacto para ensayos Joubert). 4.—Máquinas síncronas gemelas.
- 5.—Motor asíncrono (dotado de polea para ensaycs). 6.—Lámparas para resistencias no inductivas.

En el frente del pupitre se advierten los reóstatos, interruptores, cortacircuitos y barras con terminales para las diferentes conexiones.

último, en él aparecen como seguridad los interruptores automáticos Elfa que evitan el uso de fusibles.

Complementan este pupitre dos juegos de lámparas como circuitos de ensayo no inductivos, uno formado por un sistema de tres órdenes de bombillas que pueden acoplarse en estrella o en triángulo y otro sistema de un sólo orden de lámparas de 220 voltios exclusivamente para la conmutatriz.

Como accesorios tiene un pequeño freno dinamométrico de barra (tipo Prony) que en la Academia lo reemplazamos por uno de banda,

con el que se obtiene más fijeza y mayor rapidez y seguridad en las lecturas; cualquiera de estos frenos se aplica a una polea sujeta en el extremo del motor asíncrono. En el extremo opuesto de los ejes, o sea en la conmutatriz, existe un contacto para los ensayos Joubert. Nosotros hemos instalado un sincronoscopio y una lámpara de acoplamiento, todo con terminales libres; se evita con ello la confusión que se producía al acoplar las máquinas por los muchos hilos que exige la maniobra, tam-

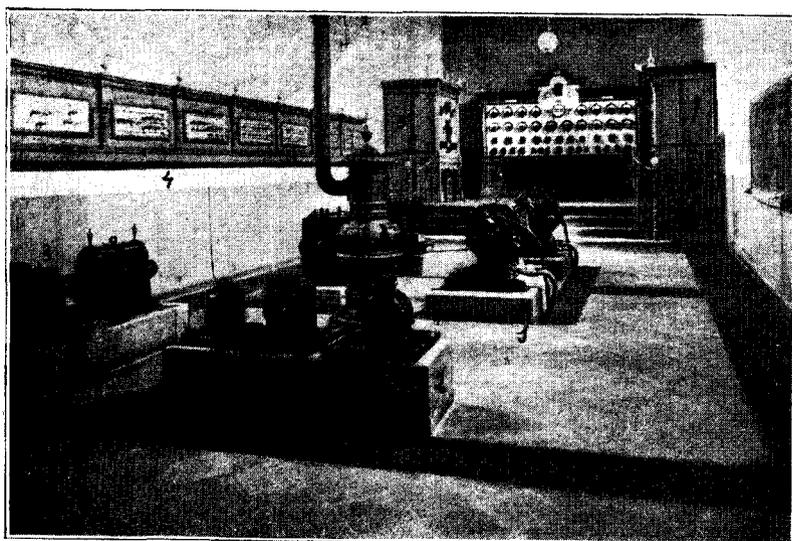


Fig. 15.—Vista del gabinete de alterna.

- 1.—Dínamos universales. 2.—Motor asíncrono monofásico y dínamos para excitación del pupitre de alterna. 3.—Motor asíncrono trifásico.
- 4.—Cuadros de lámparas para consumo y resistencias. 5.—Cuadro de motores de continua. 6.—Cuadro de las universales. 7.—Cuadro de salidas.

bién hemos puesto un disco stroboscópico para medidas de resbalamiento.

Completan el pupitre una colección de aparatos, a saber: dos amperímetros de bobina móvil para medidas de corrientes de excitación, un voltímetro con su conmutador, dos amperímetros para medida de corrientes de consumo, dos vatímetros gemelos y un fasímetro, este último no pertenece a la colección suministrada por la A E G, que es la casa constructora del pupitre, nosotros le hemos añadido con la utilidad consiguiente.

Estos aparatos (fig. 16) van montados en soportes de madera muy estables y sirven para corrientes de características diferentes (sea voltajes distintos o intensidades distintas), sus lecturas pueden apreciarse desde bastante distancia.

El motor asíncrono se puede disponer de modo que trabaje en estrella o en triángulo y arranca en ambas disposiciones con resistencias en el rotor o en el estator; con un conmutador independiente del pupitre

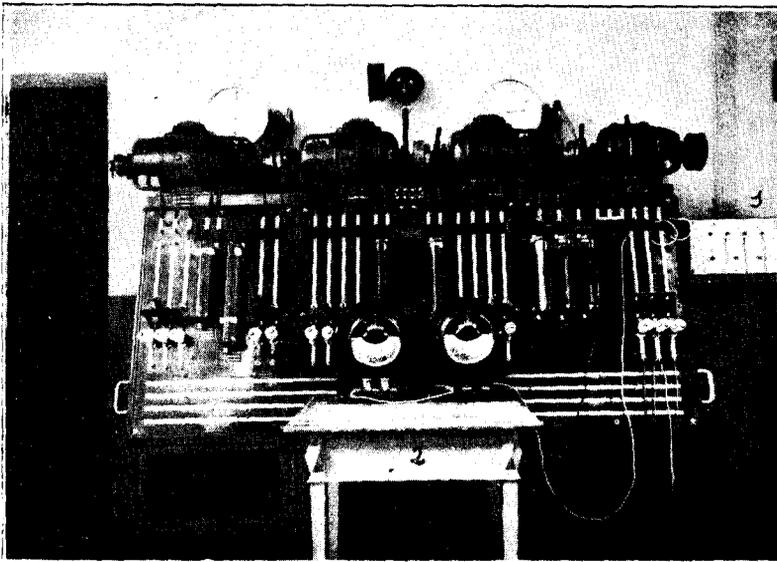


Fig. 16.—El pupitre con conexiones para la marcha del motor asíncrono.

1.—Cuadro de tomas de corriente. 2.—Aparatos de medida portátiles.

puede arrancar en estrella-triángulo, y también puede hacerlo a tensión reducida, valiéndose para ello del conmutador 6 de baja del transformador 5 (fig. 10). Casi todos los ejercicios prácticos que se indican en la parte anterior de esta Memoria referentes a motores asíncronos, se realizan en esta máquina. También ella se presta a la marcha como asíncrono sincronizado.

Las máquinas síncronas permiten una infinidad de combinaciones, ya marchan como alternadores, arrastrada una por el asíncrono y la otra por la conmutatriz (como motor de corriente continua), ya como motores arrancando con ayuda del asíncrono o de la conmutatriz, o bien rompiendo la marcha por sí mismos como asíncronos para luego sincronizar.

Con lo dicho, se deja traslucir la variedad de interesantes experimentos que permiten estas máquinas.

Igualmente la conmutatriz puede arrancar por sí sola como asíncrono, o bien ayudada por una de las otras máquinas como motor; en uno y

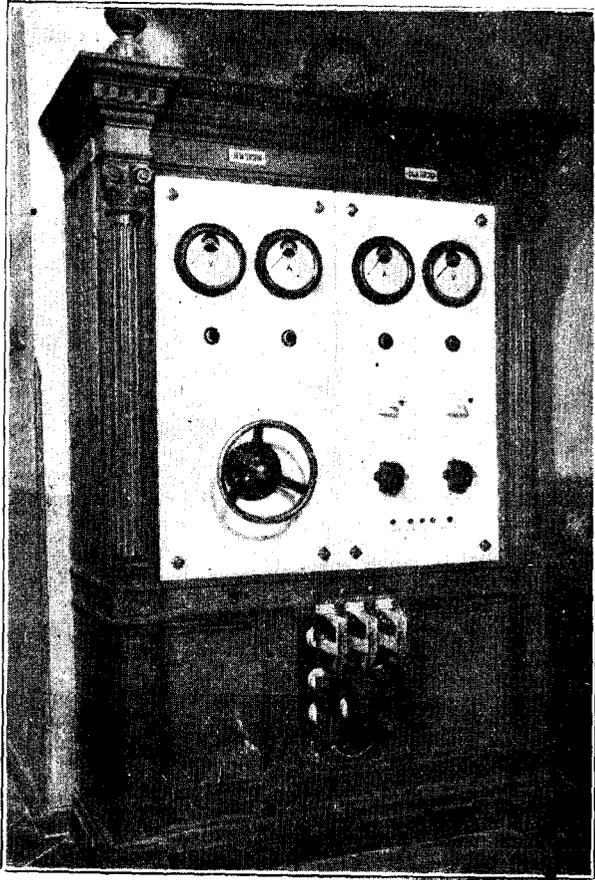


Fig. 17.—Cuadro del puesto de transformación para ensayos.

otro caso se sincroniza la máquina con excitación propia o independiente.

Sin entrar en más detalles, con decir que todos los ensayos de motores asíncronos y alternadores trifásicos así como de conmutatrices que constituyen el programa antes citado y algunos más, pueden ser ejecutados en el pupitre, a la vista de un crecido número de alumnos, queda hecho el elogio mejor de este elemento del gabinete.

Aparte de que los reóstatos y arrollamientos de algunas de sus máquinas pueden ser empleados como circuitos inductivos para ensayos, disponemos de un pequeño motor asíncrono de jaula de ardilla, portátil, que lo destinamos a servir como circuito con autoinducción para diversos ensayos del gabinete de alterna.

Describamos ahora la pequeña central de transformación de 210 a 5.000 voltios (figs. 11 y 18). Al hacer esta instalación se ha atendido a dos fines principales: uno, presentar a los alumnos los elementos que constituyen una central transformadora de alta tensión y la forma en que deben disponerse dichos elementos, y otro, llevar a cabo ensayos de transformadores y pruebas de interruptores automáticos.

Aprovechando una tribuna alta que existía en la sala de alterna y que por hallarse en mal estado invitaba a colocar en ella todos los trastos viejos del gabinete, se han instalado cinco compartimientos: el primero, destinado al transformador del puesto; el segundo, al interruptor de alta; el tercero, a los transformadores de medida, y el cuarto, a los seccionadores y protecciones; el quinto, aún no ocupado, se dedicará a dos transformadores que harán las veces de circuitos de consumo para los ensayos que se practiquen en el transformador del puesto, ya que en la baja de los mismos podrán montarse motores o lámparas que formen distintas resistencias e inducciones y, por consiguiente, defasajes diversos; también con ellos podrán hacerse visibles las condiciones que deben cumplir los transformadores para su acoplamiento.

Todos los compartimientos o cabinas llevan contactos de seguridad, cuyo modo de funcionar se desprende del examen de la figura 18.

Un cuadro con dos paneles (fig. 17), uno de alta y otro de baja, recibe los aparatos de la instalación. La corriente de baja que llega a ella pasa primeramente por un interruptor puesto en el centro del cuadro, y en su parte anterior, se sacrifica con ello la estética en favor de la facilidad de inspección y estudio. Este interruptor tiene dos bobinas de máxima intensidad y acción instantánea y una bobina de tensión nula; en el circuito que alimenta a esta última van colocados en serie los contactos de tres compartimientos, a saber: el de transformadores de medida, el de desconectores y protecciones y el de transformadores de consumo y un contacto que se maneja con una llave de bolsillo para evitar que cualquier persona haga uso de la instalación; si no están cerrados todos los contactos, el interruptor de baja no se sostiene en la posición «conectado».

La corriente de baja desde el interruptor y previo recorrido de cortacircuitos y aparatos de medida, va a las puertas de la cabina del transformador del puesto y a la del interruptor de alta y no se cierra su cir-

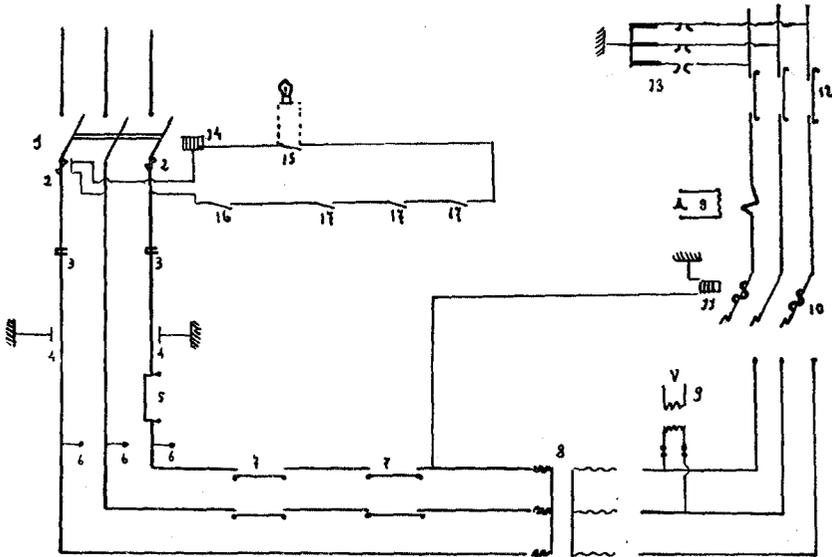


Fig. 18.— Puesto de transformación para estudio y ensayos.

1. Interruptor de baja.
2. Disyuntores de máxima intensidad (obran sobre el circuito de la bobina 14 de tensión nula).
3. Interruptores de seguridad Elfa (reemplazan con ventaja a los fusibles).
4. Condensadores de seguridad (ponen la línea a tierra en el caso de un contacto de alta con baja).
5. Terminales amperimétricos (para vatímetro y fasímetro portátiles).
6. Idem voltimétricos (para el mismo objeto que 5).
7. Seccionadores en las puertas de las cabinas del transformador y del interruptor de alta.
8. Transformador.
9. Transformadores de medida.
10. Interruptor de alta con bobinas de máxima intensidad y tiempo.
11. Bobina de tensión nula (impide la entrada del interruptor de alta si no está conectado el de baja).
12. Seccionadores del puesto.
13. Protecciones.
14. Bobina de tensión nula del interruptor de baja (impide su entrada salvo en caso de estar cerradas todas las puertas).
15. Contacto para apagar la lámpara de indicación de «puertas cerradas y desconectado».
16. Contacto movido por llave de bolsillo.
17. Contactos de las puertas de las cabinas (transformadores de medida, protecciones, transformadores y resistencias de ensayo).

cuito mientras dichas puertas no estén firmes en su posición de cerradas.

Se ha adoptado esta disposición, porque cuando se mete el interruptor de baja, no estando preparado el circuito de su bobina de tensión nula, las cuchillas llegan a tocar un momento en los contactos, aun cuando no quedan en la posición de cierre; este momento sería peligroso si las puertas de las primeras cabinas no impidiesen (por sus desconectores abiertos) llegar la corriente de baja al transformador.

El interruptor de alta tiene también bobina de tensión nula, la cual no retira su armadura de seguridad mientras no haya corriente en la baja del transformador; este interruptor de alta está mandado por cadenas desde el cuadro y tiene dos bobinas de máxima intensidad que se gradúan para la corriente y para tiempos.

El cuadro de baja lleva terminales que llamamos amperimétricos y voltimétricos destinados a recibir los arrollamientos de los mismos nombres de vatímetros y fasímetros portátiles. Los cortacircuitos son del tipo Elfa; para dar sensación de completa seguridad, en el panel de baja se han colocado dos condensadores, cada uno en una fase y que tienen una de sus armaduras a tierra y la otra en contacto con la fase correspondiente; el dieléctrico soporta la tensión de 220 voltios, pero no voltajes mayores, de modo que en el caso fortuito de un contacto entre la alta y la baja, ésta, automáticamente, se pone a tierra, pues se tocan entre sí las armaduras del condensador cuando el exceso de tensión perfora su dieléctrico.

Esta última seguridad en nuestro caso no es indispensable, pues el neutro de la baja de la instalación está unido a tierra, pero dado el fin a que se destina el gabinete se multiplican las medidas de seguridad tanto más por cuanto pueden ser útiles para la enseñanza.

El transformador, que es de la casa A E G, como casi todos los elementos de esta instalación, tiene sus arrollamientos primarios y secundarios divididos en dos partes; principios y finales de estos medios arrollamientos salen a terminales exteriores, con objeto de que el alumno pueda practicar los diversos montajes de transformación (triángulo, estrella, zig-zag y derivados), así tiene ocasión de ver palpablemente las propiedades de esas diferentes conexiones.

Los transformadores de medida no presentan nada de particular y tampoco las protecciones que se reducen a pararrayos de antena con resistencias de carborundum; aquí estos elementos desempeñan un papel meramente representativo, ya que no existe línea exterior para la alta tensión.

Completan la instalación las lámparas de señales de los interruptores

y una lámpara de aviso de puesta en servicio que brilla en la entrada de la tribuna de las cabinas.

Para acabar la descripción de esta sala, haremos saber que existe en ella un pequeño grupo para carga de baterías portátiles, el motor es serie y puede tomar corriente continua o alterna; el grupo está instalado en la inmediación de la sala de la batería de acumuladores, y los elementos que han de cargarse se colocan dentro de ella.

Nada de particular presentan los motores asíncronos monofásico y trifásico que antes hemos mencionado: el monofásico tiene anejo a él un transformador y arrastra las dínamos que suelen utilizarse como excita-trices para el pupitre (fig. 15).

*
* *

En toda la descripción que precede se podrá observar que hemos puesto especial empeño en dos cosas: una, es que el aprovechamiento de los ensayos sea colectivo, es decir, que cada operación que se verifica en el gabinete puede ser seguida por buen número de alumnos, y otra, que se llegue a sacar el mayor partido posible de todos los elementos que tenemos instalados. En la formación del gabinete hemos atendido, más que adquirir los tipos muy prácticos o corrientes de la industria, a disfrutar de pequeños modelos dispuestos precisamente para la experimentación; en esta forma el presupuesto se dilata con el mismo gasto, y llegamos a tener mayor número de fuentes de estudio; claro es que en las máquinas, que además del servicio de enseñanza, han de prestar otros servicios permanentes de carácter industrial, miramos más sus cualidades de regularidad, buen rendimiento, etc.

Y doy por terminada esta Memoria con la tranquilidad de haber sido del todo sincero al cumplir el propósito que me propuse, que es: satisfacer los deseos de algunos compañeros por saber cómo nos las arreglamos en la Academia para resolver el problema harto difícil de la enseñanza de la Electrotecnia.

Motores de Aviación.

JULIO DE RENTERIA

:-: CAPITAN DE INGENIEROS :-:

== MOTORES DE AVIACION ==

ESTADO ACTUAL. PORVENIR



Imprenta del «Memorial de Ingenieros
* del Ejército».—Madrid, 1930. *



INTRODUCCION

Uno de los fenómenos más notables de la post-guerra, es la internalización cada día más completa de la técnica; los sabios y los especialistas de los diferentes países ponen bajo un régimen común su ciencia y su experiencia para el bienestar de todos, productores y consumidores, asociados en la prosperidad general, hasta en los períodos de máxima depresión.

El bienestar producido por esta colaboración es de tal orden, que creemos poder decir, que ella por sí, realiza una labor pacifista, superior a la que puedan realizar los organismos políticos creados para la supresión de la guerra.

Si esto es así entre las distintas naciones, vemos la necesidad absoluta, si no queremos en España quedar atrás de la corriente universal, de excitar esta colaboración entre la técnica nacional para adquirir la fuerza necesaria que la permita ser atendida y escuchada en el concierto mundial.



Estado actual del problema.

Los progresos de la Aviación pueden delimitarse por la velocidad, seguridad, regularidad, rendimiento económico, carga transportada y condiciones de comodidad con que se efectúe la navegación aérea.

Los perfeccionamientos de los aviones no pueden quedar aisladamente de los necesarios para sus medios propulsores.

Se mejoran las condiciones aerodinámicas y constructoras de las células, se modifica su arquitectura propia para el empleo racional y ventajoso de los metales, lo que en estos últimos años ha permitido un notable beneficio en pesos, y, sin embargo, todos estos progresos no bastarían para ser por sí solos representantes del adelanto de la Aviación.

Deben ir acompañados de los constantes mejoramientos de sus motores en lo que se refiere a ligereza, seguridad, resistencia y rendimiento específico.

La industria aeronáutica tiende a crecer continuamente; todos los países del mundo procuran fabricarse ellos mismos sus aviones asegurándose un material tan necesario para su protección militar, como para su expansión comercial.

La construcción de células, sobre todo en madera, que no necesita tanto utilaje, la emprenden casi todos los países. La de motores queda aún reservada a los países que disponen de la suficiente organización técnica.

Puede decirse que hoy día sólo son productoras de motores de aviación: Inglaterra, Francia, Italia, Estados Unidos de América, Japón, Checoslovaquia, Alemania y España; Rusia y Bélgica empiezan ahora con este género de fabricaciones, pero con una producción limitadísima, y Argentina, después de haber montado una fábrica del Estado en Córdoba, provista de los mejores elementos, parece dispuesta a abandonar la empresa, por carecer de las organizaciones técnicas complementarias.

La diferencia entre los motores comerciales y los empleados para fines militares es tan poco acentuada, que se pasa de una a otra catego-

ría, reduciendo en un mismo motor, el régimen de utilización y la compresión; la diferencia esencial es el empleo de motores, cada vez más potentes, en la aviación de guerra. La Aviación comercial da corrientemente preferencia a la solución polimotor con potencias variables de 200 C. V. a 400 C. V. y la Aviación de turismo emplea usualmente potencias variables desde 20 C. V. hasta 100 C. V.

Por cierto, que aunque corrientemente empleemos la palabra caballo como unidad de potencia, hacemos resaltar nuestra opinión de que debe generalizarse el empleo del kilovatio con el mismo objeto; aunque se sale de los límites de esta Memoria, no por eso queremos dejar de manifestar públicamente nuestra opinión, en apoyo de lo solicitado por Guillaume, premio Nobel de Física en 1920, por considerarlo más racional, de perfecta aplicación en la Mecánica, en la Electrotécnica y en la Termodinámica; es, pues, una medida de mayor universalidad.

Casi todos los motores de aviación funcionan bajo el régimen o ciclo de cuatro tiempos.

Absolutamente todos *los disponibles* hoy día emplean gasolina como combustible, ya sea sola o mezclada con benzol en proporciones variables.

De motores dos tiempos se han realizado estudios, y algunos llevados a la práctica, pero a nuestro juicio necesitan para afianzarse la colaboración de los especialistas de compresores y carburadores, y éstos hasta ahora no le han prestado a este problema el debido apoyo.

Sus consumos han sido siempre elevados del orden de los 300 gramos por C. V.-hora, y esto ha sido casi siempre la causa de su fracaso.

De los motores con otros ciclos diferentes, Diesel, etc., estudiaremos más adelante la situación actual.

En cuanto al dibujo mecánico y agrupación de sus elementos, diremos que los motores de aviación no causan excepción en la regla de que «la belleza en la forma y armonía en las proporciones, son por sí solas una guía admirable para alcanzar la corrección mecánica». En general, belleza y eficiencia son sinónimos; por lo tanto, imponer estética a un dibujo, es hacerle una verificación automática.

Una de las formas que más caracterizan un motor de aviación es la agrupación de sus cilindros.

Esta suele ser en línea, en V, en W y en estrella; en algunos motores en uso de pequeña potencia se emplea la disposición de cilindros opuestos.

Los más corrientes son en V, en W y en estrella.

La tendencia actual es a conservar solamente la disposición en W para los motores de enfriamiento por agua, y en estrella, para los motores refrigerados por aire.

La disposición de 12 cilindros en V a 60°, si bien es excelente como equilibrado, conduce a largos totales excesivos, y aunque está extendidísimo su uso, prevemos su descenso para un tiempo no lejano y su reemplazo por la fórmula en W.

Algunas firmas, y para motores de gran potencia, han aplicado una disposición en X (Packard, Napier y Peugeot), y en España, recientemente, el capitán de Ingenieros Lozano ha dibujado un motor 20 cilindros en cinco filas de a cuatros cilindros, montados en estrella, muy interesante.

Hace algún tiempo se ha empezado a emplear motores con cilindros invertidos.

Esta disposición, pese a sus ventajas de accesibilidad, visibilidad para el piloto aumentada y abajamiento del centro de gravedad, no parece ganar mucho terreno.

En la discusión entre el motor refrigeración por agua y refrigeración por aire, nada nuevo puede decirse como no sea en favor de la segunda solución.

El único inconveniente grave que pudiera achacárseles, era su mayor resistencia al avance que presentan por su forma general en estrella, pero más adelante veremos que hoy día por estudios recientemente realizados, puede disminuirse y obtenerse al mismo tiempo el control necesario para la temperatura en caso de vuelos planeados de alguna duración.

Quedan, pues, en su balance solo ventajas por disminución de pesos, si no en el motor en sí, en los accesorios, radiadores, bombas de agua, tuberías, etc., y con la supresión de estos elementos queda aumentada la seguridad.

El uso de los motores enfriados por agua queda limitado a los aviones extremadamente rápidos, combate y carreras; en los primeros, por la mejoría de su perfil aerodinámico y por disponer de acumulador de calor necesario para obtener buenas aceleraciones después de vuelos picados de duración en el combate aéreo; en cuanto a las segundas, la razón es sólo de orden aerodinámico de fineza del avión, más de cuidar en las grandes velocidades.

En la Aviación comercial parece indiscutible el empleo de los motores refrigerados por aire, ya que no se necesitan grandes variaciones de régimen a lo largo de un viaje, y la diferencia que se pueda ganar en peso con el empleo de estos motores, puede dedicarse a obtener motores cuyo desgaste sea menor por emplear motores de menor potencia másica.

Aunque los consumos son algo superiores a los de refrigeración por agua, podemos observar que en los Estados Unidos de América, donde

tanto desarrollo ha tomado la aviación postal y comercial, sólo se emplean motores refrigerados por aire para estos casos.

Terminadas estas consideraciones preliminares, pasemos a estudiar separadamente estos dos tipos de motores.

Motores de enfriamiento por agua.

Observamos entre los motores de aviación dos concepciones distintas y perfectamente definidas:

1.^a *Concepción alemana.*—Se caracteriza por ser la primera que empleó la refrigeración por agua para motores de aviación (siendo la visión clara la francesa, que desde los primeros tiempos de Aviación empleó los motores refrigerados por aire, ya fijos, ya rotativos) en motores lentos y pesados.

2.^a *Concepción francesa: Motores rápidos y ligeros.*—Consecuencia de estas dos y tomando lo bueno de las dos es la concepción inglesa que, con la ligereza y rapidez de los franceses, supo dar a la hélice su debido rendimiento, con el empleo de reductores de velocidad.

Esta solución está hoy día adoptada en los mejores tipos de motores conocidos, y así comparamos en el siguiente cuadro un motor alemán y un motor francés con reductor (cuadro núm. 1).

CUADRO NUMERO 1.

Características comparadas de un motor alemán y un francés.

Características.	Junker L 55.	Hispano 12 L b.
Potencia.....	500 C. V.	600 C. V.
Revoluciones por minuto.....	1.300.	2.000/1.000 reductor.
Diámetro del émbolo.....	160 milímetros.	140 milímetros.
Recorrido del émbolo.....	190 milímetros.	170 milímetros.
Cilindrada total.....	45,8 litros.	31,4 litros.
Peso con buje, agua y aceite...	590 kilogramos.	440 kilogramos.

Vemos en el mismo que el motor alemán tiene una cilindrada superior en más de 14 litros para una potencia menor de 100 C. V.; en cuanto a los pesos, la diferencia es de 150 kilogramos.

La velocidad media del émbolo es de 8,20 metros por segundo en el Junkers y de 11,40 en el Hispano.

Si el motivo de conservar la concepción alemana era la aviación comercial, parece que hoy día no debe persistir, toda vez que no es en esta clase de motores donde en la actualidad reside la mayor eficiencia para estos fines.

Por lo tanto, en las aplicaciones limitadas del motor de refrigeración por agua hemos de considerar como muy superior la orientación francesa e inglesa, adoptada igualmente en los motores de este tipo norteamericanos.

Hemos, pues, de buscar en motores refrigerados por agua motores rápidos, ligeros, y en la mayoría de los casos con reductor para poder aumentar la potencia sin comprometer el rendimiento y la seguridad de la hélice y sin que pierdan su condición de rápidos.

En la construcción de los motores enfriados por agua también encontramos dos escuelas claramente definidas:

- 1.^a Mercedes.
- 2.^a Birkigt (*Hispano-Suiza*)

Todos los motores de tipo clásico y normal en el mundo pertenecen a una de estas dos escuelas, que forman para la construcción la base de los archivos de las secciones de estudios y proyectos, pudiendo decirse que en la refrigeración por agua, raro es el motor que no está inspirado en uno u otro, y en ocasiones, en los dos a la vez.

1.º ESCUELA MERCEDES.—Se caracteriza por el empleo de cilindro de acero y camisas estancas para el enfriamiento, de chapa de acero soldadas a la autógena.

El conjunto que proporciona esta solución es ligero, pero de fabricación costosa (croquis 1).

Otra de las características de esta escuela es el mando de válvulas por balancín atacado por la leva por el intermedio de rodillo y pulsador para el ataque de la cabeza de la válvula; desde luego, los motores de aviación son siempre de válvulas en cabeza (croquis 1).

Derivados de esta escuela son los motores actuales siguientes:

Alemania:

- Mercedes, 1.000 C. V. Tipo F. 2.
- B. M. W., Va-VI-VII a U.
- Junkers, L. 5. y L. 55.

Francia:

- a) Lorraine, 400 C. V., 450 C. V. y 650 C. V.
- b) Salmson, C. M. 18 en estrella.
- c) Renault. Todos sus tipos de refrigeración por agua.

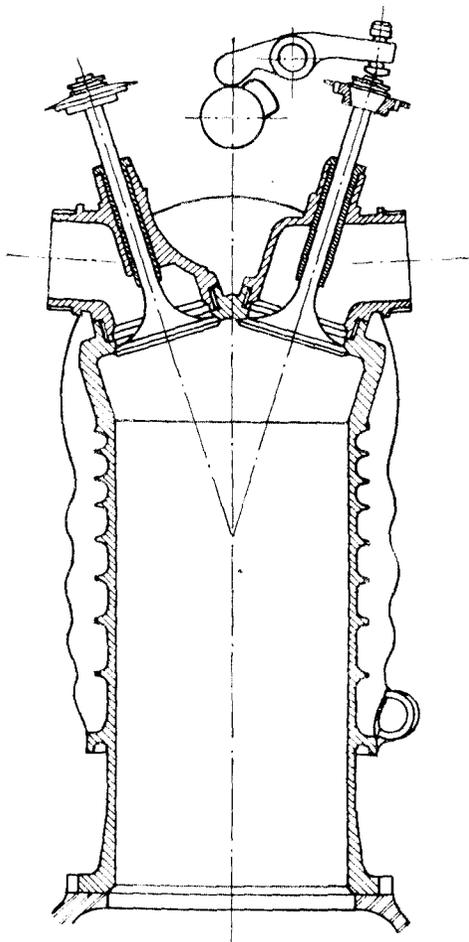
Ingleses:

Rolls. Todos los tipos Aguila y Falcón.

U. S. A.:

Liberty.

Haremos un pequeño juicio crítico de ellos.

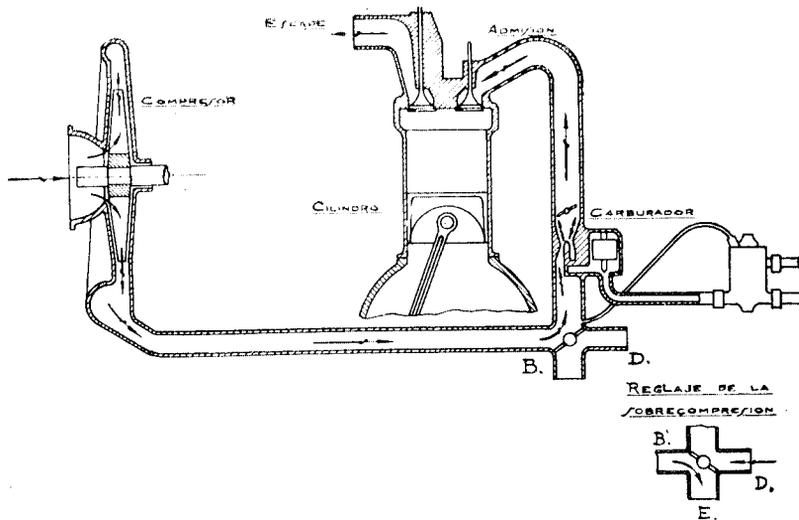


Croquis núm. 1.—Cilindro Escuela Mercedes.

Mercedes, en su último modelo, ha conservado íntegramente sus características esenciales, que datan de 1913, y sólo puede anortarse como diferente el empleo de reductor y que el mecanismo del mando de válvulas va todo él encerrado en un cárter.

Como más notable, puede verse en este motor la colocación del carburador entre un turbo-compresor y los cilindros, lo que permite un perfecto reglaje en marcha trabajando siempre en las condiciones más económicas y con la sobrealimentación deseada (croquis 2).

El compresor comprime aire puro. La llave de paso *B* permite reglar la sobrecompresión. A medida que se reduce el paso de aire comprimido, se abre la toma de aire *D*, que funciona como una toma corriente.



Croquis núm. 2.—Esquema de montaje del compresor en el motor Mercedes 1.000 C. V.

Funcionamiento.—El compresor comprime aire puro. La llave de paso *B* permite reglar la sobrecompresión. A medida que se reduce el paso de aire comprimido, se abre la toma de aire *D* que se puede considerar como una toma de aire corriente. En *B* se vé la llave en posición de máxima sobrecompresión. En *B'*, en posición de toma de aire corriente. En este último caso todo el aire del compresor se escapa por la salida *E*.

En *B*, llave en posición de máxima sobrecompresión.

En *B'*, posición de toma de aire corriente (todo el aire del compresor se escapa por la salida *E*).

B. M. W. Aunque recientemente parece abandonar esta Casa la escuela pura Mercedes, aún conserva ésta en sus tipos Va-VI y VII a U, y como tales, son motores de régimen lento, de pequeño rendimiento volumétrico y no gran potencia másica; claro es que de atenerse solamente a lo que decimos podría deducirse que eran motores anticuados y cuyo uso haya de proibirse; no es así en absoluto.

En primer lugar, Alemania no se ha preocupado desde el final de la guerra de obtener motores muy rápidos y potentes, por no interesarle directamente más que la aviación comercial, y en estas condiciones obtenía motores de poca presión media, lo que le permitía efectuar revisiones de motores en plazos largos de tiempo, y además que estos motores son capaces de dar más potencia que la que normalmente se les asigna.

Así vemos que el tipo B. M. W. VII a U tiene 45,8 litros de cilindrada, y aunque sólo se le emplea como 600 C. V., puede dar perfectamente 800 C. V. con sólo llevar un régimen a 1.800 revoluciones por minuto.

Nada original presentan estos motores ni nada digno de especial mención.

Otro tanto podemos decir de los Junkers, y sólo a título informativo podemos añadir que tienen tal seguridad los alemanes en estos motores, empleados en las condiciones de bajo régimen antes indicadas, que les hace descuidar un poco su fabricación en cuanto a contraste de materiales y verificación de la mano de obra que no es muy rigurosa.

Hagamos constar, sin embargo, que Junkers, en su tipo L. 55, parece garantizar no necesitar revisión alguna hasta después de 500 horas de marcha; claro es que esto es consecuencia lógica de su pequeña presión media y de su bajo régimen, y disponiendo de aparatos con alas de perfil muy sustentador, resulta posible sacrificar la potencia másica a la economía que resulte de la duración.

Junkers, por otra parte, en la fabricación de motores representa una personalidad interesante, dotando a sus motores de una serie de accesorios de invención propia que, si bien no representan grandes adelantos en esta clase de motores de ciclo normal, indica su enorme capacidad creadora; tal ocurre con el carburador y con la bomba de alimentación.

Nosotros creemos, sin embargo, preferible la resolución de cada problema por especialistas en el mismo.

Con los motores *Lorraine*, que pertenecen por completo a la escuela constructiva Mercedes, entramos de lleno en la concepción opuesta, y que hemos designado con el nombre de francesa.

Así, por ejemplo, el tipo 450 C. V., con una cilindrada mitad que los motores antes citados Junkers L. 55, da sólo 50 C. V. menos, y la diferencia de pesos es verdaderamente notable: 190 kilogramos.

Nos encontramos de lleno ante motores creados para fines militares, pudiéndose usar en fines comerciales reduciendo notablemente su régimen de utilización a 1.400 revoluciones por minuto, siendo un excelente motor comercial con 350 C. V. de potencia útil.

En cuanto a su construcción, no presenta nada digno de mención,

como no sea su reducida longitud debido al empleo de la fórmula en W para la colocación de los cilindros y a la supresión de apoyos intermedios en el cigüeñal.

Su par motor es elevadísimo (175 kilogramos), su presión media también lo es, lo que trae como consecuencia la necesidad de revisiones cada 100 horas en servicios militares y comerciales; nosotros creemos, sin embargo, que de este tipo de motor puede llegarse, en relación de compresión 5,5, a revisiones cada 200 horas, como lo justifican ciertas Compañías francesas de navegación aérea. De este tipo de motor se han construido 5.000 en el mundo y es uno de los más extendidos actualmente.

Salmson continúa fabricando motores refrigeración agua en estrella; no le encontramos a esta fórmula otra ventaja que la facilidad de instalación en los aviones, pero obliga a la construcción de cilindros Mercedes, con todos los inconvenientes de soldaduras, mayor número de tuberías para la distribución del agua, etc. Creemos que esta solución en estrella es sólo recomendable para los motores enfriados por aire.

Renault, a pesar de la gran potencia de sus fábricas, está en decadencia en cuanto a motores refrigeración por agua, y nosotros creemos que igual ocurre a la escuela Mercedes en general, de la que ha sido uno de los más fieles mantenedores.

En Inglaterra, *Rolls-Royce* admitió la escuela Mercedes en sus conocidos tipos *Aguila* y *Falcón*, y posteriormente en el *Condor 600 C. V.*

Las fórmulas aplicadas por *Royce* han sido siempre acertadas y se han impuesto, en primer lugar, por la conciencia de su fabricación, no pudiendo achacarle otros defectos que su gran peso por caballos vapor y el haber multiplicado, inútilmente, los mandos accesorios: tal, por ejemplo, el empleo de cuatro magnetos de dos chispas por vuelta en lugar de dos magnetos de cuatro chispas por vuelta, aumentando la complicación del mecanismo para obtener un mismo resultado.

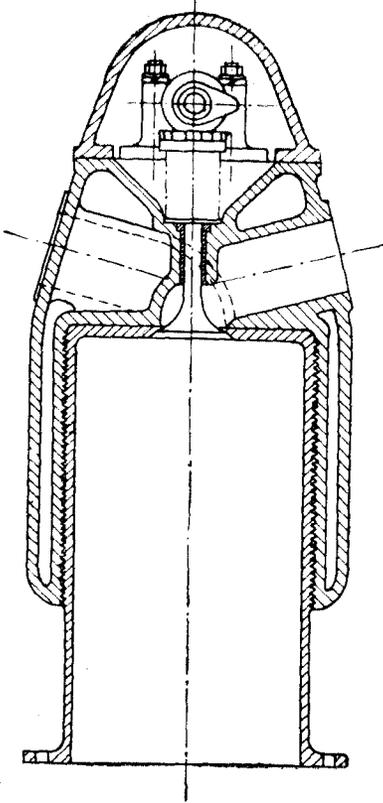
En aviación debe, en general, tenderse a soluciones sencillas, por la seguridad que ofrece la disminución de mecanismos y por la ligereza consiguiente que ello lleva consigo.

En América sólo representa la escuela Mercedes el antiguo *Liberty*, que sólo presenta como original el tener sus cilindros colocados en V a 45 grados, disposición que, según parece, tiene por objeto disminuir las vibraciones aun a trueque de no haber igualdad en la superposición de los tiempos motrices de los 12 cilindros.

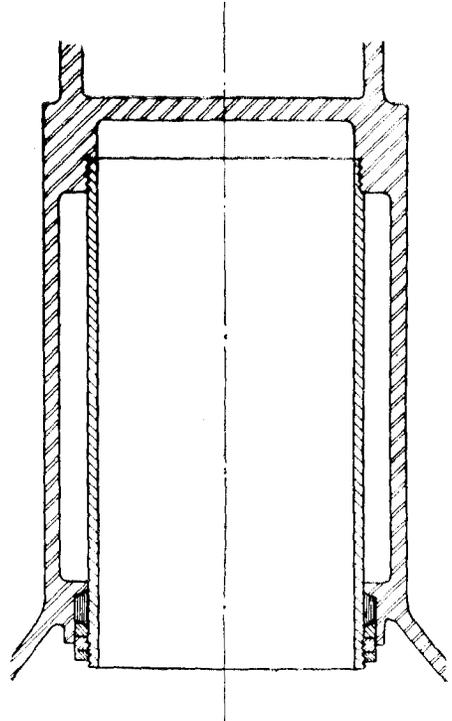
En Italia se construyeron también motores con las normas de esta escuela por *Fiat*, *Issotta*.

Terminaremos exponiendo nuestro juicio de que esta escuela Mercedes la creemos llamada a desaparecer.

2.º ESCUELA BIRKIGT. TIPO HISPANO-SUIZA.—En el año 1914 una nueva escuela se creó en motores de aviación refrigeración por agua, teniendo España la honra de ser la cuna de tan importante acontecimiento técnico; fué el entonces director-técnico de la Hispano-Suiza de Barcelona Mr. Marc Birkigt, quien poniendo a contribución sus grandes dotes creadoras, lanzó al mundo la siguiente idea:



Croquis núm. 3.—Cilindro y mando de válvulas Escuela Birkigt.



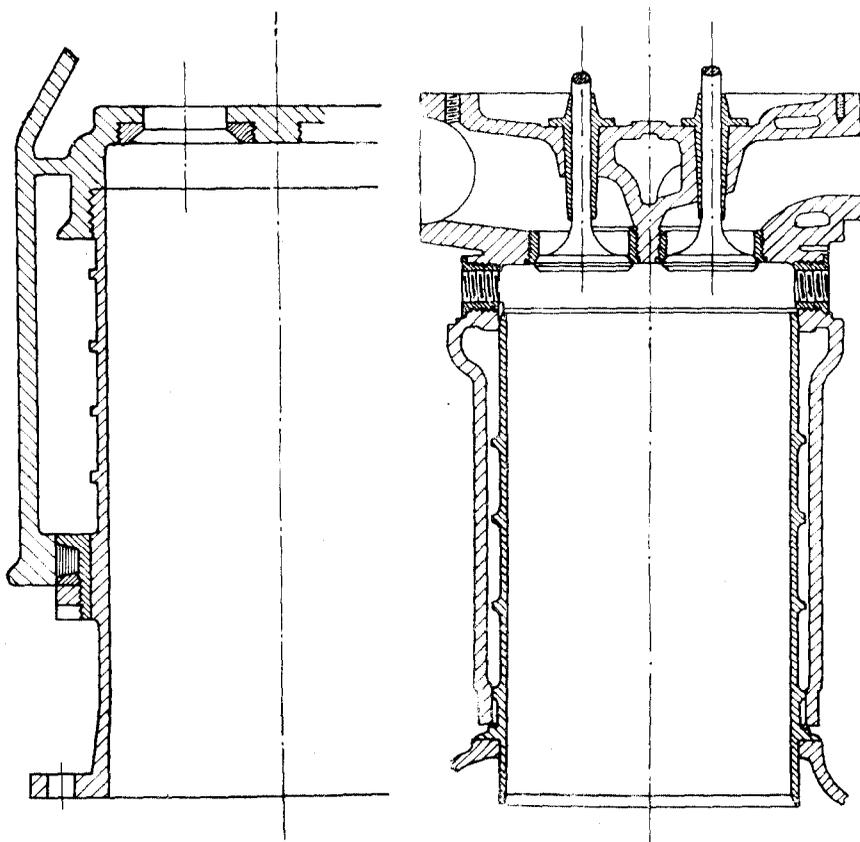
Croquis núm. 4.—Cilindro moderno Hispano.

Rosca en la parte superior. Prensaestopas en la parte inferior.

Construir el bloque completo de aluminio donde se atornillaban los cilindros de acero.

Se caracteriza, pues, esta escuela por la supresión absoluta de la soldadura autógena, toda vez que el bloque de aluminio llevaba en su interior las cámaras de agua, que realizaba el enfriamiento por el contacto entre el cilindro y el aluminio (6 por 100 de cobre) que envolvía a aquél (croquis 3).

La fabricación de esta escuela es francamente más sencilla, quedando solamente como dificultad la fundición complicadísima de este bloque. Esto fué formidablemente resuelto por la fundición española «Grau», de Barcelona, bastando este timbre de gloria para que pueda ser considerada



Croquis núm. 5.—Cilindro «Lorraine» moderno.

Croquis núm. 6.—Cilindro y culata escuela moderna. Rolls-Royce.

como una de las mejores del mundo; sus realizaciones posteriores nos lo confirmaron.

Aunque actualmente pueden encontrarse soluciones más interesantes que las aplicadas primeramente por esta escuela, hemos de reconocer que son consecuencia de ella y, por lo tanto, hemos de considerarlas dentro de la misma.

Otra característica de esta escuela es el mando de válvulas, que se

efectúa atacando la leva directamente la cabeza de la válvula (croquis 3) por el intermedio de una seta roscada a la parte superior de la misma.

Este procedimiento, si bien de una gran sencillez, tiene inconvenientes de carácter mecánico, toda vez que el empuje lateral producido por el ataque de la leva se transmite íntegro a la válvula que se traduce en un mayor rozamiento sobre la guía de ésta.

El éxito de esta escuela fué tal, que durante la guerra mundial se construyeron más de 50.000 motores de este tipo bajo licencia Hispano-Suiza en 21 fábricas repartidas por todo el mundo.

Hoy día, sin embargo, se le encuentran algunos inconvenientes, lo que ha hecho que se modifique en parte.

Esta modificación que consiste en hacer el bloque parcialmente abierto, sometiendo el cilindro al contacto directo con el agua en la mayor parte de su superficie, ha sido adoptado por Hispano-Suiza, Lorraine y Rolls, en su nuevo tipo F.

La estanqueidad va asegurada de varias maneras (croquis 4, 5 y 6):

- a) Con rosca en la parte superior e inferior del cilindro y las partes correspondientes del bloque.
- b) Por rosca en la parte superior y prensaestopas de caucho en la inferior (*Lorraine*).
- c) Por prensaestopas de caucho en la parte superior e inferior (Rolls, tipo F).

En cuanto al cilindro y su contacto con la parte superior del bloque (culata), también tiende a desaparecer la solución primitiva de esta escuela, que hacía el cilindro con fondo de acero, sobre el que estaban los asientos de válvulas, apoyando sobre dicho fondo el aluminio de la culata y fiando a este contacto la evacuación de calor de esta parte de la cámara de combustión.

Y aunque esta solución hoy subsiste en algunos tipos de motores, está en franca decadencia para dejar paso a otra antigua patente española (Elizalde) usada por casi todos los nuevos motores, tanto de refrigeración por aire, como por los últimos modelos de enfriamiento por agua.

Consiste ésta en hacer desaparecer el fondo de acero del cilindro, constituyendo el fondo de la cámara de combustión una aleación de bronce en sus principios y hoy de aluminio-bronce, en el que se fijan los asientos de válvula; antes eran éstos de la misma culata, puesto que era todo de bronce, y hoy día se hacen postizos, también de bronce, en la mayor parte de los casos forjados.

Las ventajas de esta solución son innegables, ya que siendo el coeficiente de conductibilidad del aluminio cinco veces mayor que el del acero, puede con ella obtenerse una mayor evacuación del calor, permitien-

do mayores compresiones y por tanto mayor rendimiento, así como suprime el inconveniente de fiar dicha evacuación del calor al ajuste y contacto perfecto entre el fondo del cilindro y la culata.

Consecuencia de estas dos escuelas han sido creados muchos tipos de motores reuniendo soluciones de una y otra que llamaremos *escuela mixta*.

Consiste ésta en el empleo de camisa de agua soldada a la autógena y culata postiza de aluminio en la parte superior.

Han adoptado esta disposición:

Isotta-Fraschini, en sus tipos Asso.

Fiat, en el A 22 T.

Packard, en sus tipos 1.500 y 2.500.

Curtiss, en el G V 1.570.

Napier, en sus diferentes tipos Lyon.

B. M. W., en su tipo VIII U.

Todos, excepto B. M. W., usan cilindro cerrado y culata de «contacto».

B. M. W. en este grupo mixto ha sabido evitar los puntos criticables de los demás, entrando además de lleno en la concepción francesa, creando este seis cilindros en línea 160 de diámetro y 180 de carrera para un régimen de velocidad de utilización de 2.250 revoluciones por minuto con un reductor de 2 : 1.

La velocidad del émbolo es para su marcha normal de 13,5 metros por segundo, dando 400 C. V. con un peso de 330 kilogramos y susceptible de dar una potencia de 530 C. V. a un régimen de 2.400 revoluciones por minuto.

Representa en el momento actual el motor más moderno y eficiente en la refrigeración por agua.

Motores de enfriamiento por aire.

Ya hicimos resaltar antes que el balance de ventajas e inconvenientes que pueden representar estos motores, demuestra que están llamados a substituir al enfriamiento por agua en la mayor parte de los casos.

Subsistirá el motor refrigerado por agua y tal vez tengan nuevamente preponderancia si la diferencia de consumos específicos en combustible y lubricante que hoy existe se acentuase aún más, aunque es de suponer que los adelantos que en este sentido se obtengan serán independientes de la forma de enfriamiento del motor y, por lo tanto, puedan ser aplicados a ambos.

Claro está que el consumo de aceite de lubricación será siempre ma-

por en los de aire por ser también llamados estos motores «refrigeración por aceite», ya que éste se lleva un importante número de calorías; este aumento de calor se traduce en disminución de viscosidad del aceite y, por tanto, en mayores pérdidas de éste por el escape, y de ahí su mayor consumo.

Sin embargo, creemos que con cilindros endurecidos por nitruración y construyendo el mismo con ligera conicidad para tener en cuenta la dilatación de la cámara de combustión, podrá bajarse el consumo de aceite de un modo notable; las experiencias realizadas, así lo demuestran.

En Europa existen más de 50 tipos distintos de motores de refrigeración por aire, y en América (Estados Unidos), más de 25.

En la última Exposición de Aviación Comercial en Chicago, de 72 aparatos presentados, 71 iban equipados con motores de refrigeración por aire; es un dato lo bastante significativo y que permite predecir lo que antes exponemos, y aún hemos de añadir que en los ensayos y estudios que se ejecutan para la aplicación del ciclo Diesel, también se prevé este género de refrigeración.

Al hablar de estos motores refrigerados por aire, queremos hacer una ligera observación referente al modo cómo en Norteamérica se realizan los estudios para la fijación de un prototipo.

Mediante estudios realizados en común por laboratorios oficiales y particulares, asociaciones y escuelas especiales, se fijan normas que sirven de base a los constructores para elegir sus tipos de motores.

La «Society of Automotive Engineers», realiza una labor de discusión de las ideas de los distintos ingenieros con un amplio sentido de colaboración, muy digno de alabar, por los resultados positivos que de ello se obtienen.

Desgraciadamente en Europa, en esta rama de la técnica, aún existe demasiada preocupación por «las patentes de invención», guardándose el mayor secreto de todos los estudios que se realizan, de los que siempre se espera una «revolución mecánica».

Tal vez, y no otra, sea la causa de nuestro retraso en cuanto a realizaciones prácticas se refiere, esperando y deseando ardientemente que se modifiquen estas actitudes y entremos por el buen camino que nos enseñan otras ramas de la Ciencia y de la Industria y aun esta misma en los Estados Unidos de América.

Otro tanto podemos decir de la colaboración de la técnica oficial y de la que presta sus servicios en la Industria; del mismo modo que ocurre en Norteamérica, daría en Europa resultados que a primera vista parecen sorprendentes y que sin embargo no son más que fruto de esta colaboración.

Para el estudio y juicio crítico de estos motores enfriados por aire, les dividiremos en familias, según su potencia, ya que excepto uno, que citaremos especialmente, no encontramos diferencias esenciales ni en su concepción ni en su ejecución.

Las diferencias esenciales únicas son las que provienen de las diferentes formas de colocación de cilindros.

Las condiciones generales que deben cumplir estos motores, son:

- 1.^a Orden regular del encendido.
- 2.^a Equilibrado.
- 3.^a Superficie frontal mínima.
- 4.^a Superficie suficiente para la evacuación del calor.

Las familias que formamos para el estudio comparativo son *cuatro*:

- a) Motores hasta 100 C. V.
- b) Idem de 200 a 300 C. V.
- c) Idem de 350 a 450 C. V.
- d) Idem de más de 500 C. V.

Del examen de los distintos tipos existentes, pueden sacarse las siguientes conclusiones:

Motores hasta 100 C. V.

Estos motores, en uso de aviones de turismo y escuela, se presentan en varios tipos:

El *cuatro* cilindros en línea, a pesar de su defectuoso equilibrado, da un excelente resultado en servicio; en esta categoría de motores el factor preponderante es el *precio*, y de ahí su popularidad y gran empleo en aviones de turismo.

El tipo de *seis* cilindros tiene necesariamente que resultar más caro, sin embargo, sus ventajas son innegables y esperamos una reacción a favor de este tipo de motor, cuya realización más brillante ha sido un Isotta Fraschini, presentado en el último Salón de Aeronáutica de Berlín.

Sin embargo, su alimentación es más difícil que la del *cinco* cilindros en estrella, solución por la que manifestamos nuestra predilección.

Reune esta solución las ventajas de un buen equilibrado, una gran facilidad de fabricación y de instalación a bordo de los aviones; representa, a nuestro juicio, la solución ideal para motores refrigerados por aire, de potencia hasta de 150 C. V.

Sin embargo, entre los motores de esta categoría merece párrafo aparte un motor en X, cuatro cilindros, construido por la Fairchild-Caminez, en Norteamérica.

Su mecanismo motor es original y completamente distinto de los corrientes.

La transformación del movimiento rectilíneo del émbolo en movimiento circular por el intermedio de levas, en lugar de hacerlo por bie-las, es la característica que separa este motor de los concebidos con ar-ré-glo a las normas clásicas (croquis 7).

Hace tiempo fué ensayado este sistema por Clerget y más reciente-mente por Conill en 1908 en Inglaterra y aún posteriormente en Italia en el motor Eolo.

Hasta que Camínez se puso en 1926 en comunicación con la Casa americana Fairchild, nada serio se pudo obtener, y es un caso clásico de la influencia del *optimismo* (llamémosle así) americano para el resultado práctico de una excelente idea.

Cada émbolo hace cuatro recorridos de la carrera en una sola vuelta del eje motor, y aunque su funcionamiento es por el ciclo de cuatro tiem-pos, realiza de este modo una explosión por vuelta, de cigüeñal, cada ci-lindro.

Equivale, por tanto, a un motor de ocho cilindros en cuanto a sus tiempos motores, con el consiguiente aumento de rendimiento mecánico, y dicho en otra forma, el cigüeñal gira a la mitad del número de vueltas que corresponde a las explosiones o tiempos motores, con lo que es posi-ble tener un reductor automático, toda vez que nos permite una hélice montada directamente en el cigüeñal a un número de vueltas compatible con el buen rendimiento de la misma.

Las fuerzas de inercia están absolutamente equilibradas sin necesi-dad de contrapesos y la disposición de sus cilindros en X es buena para el enfriamiento por aire.

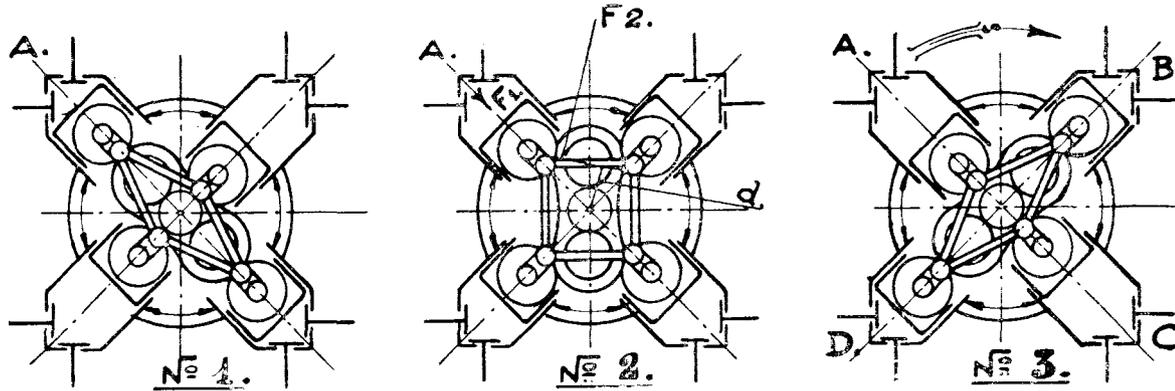
Los émbolos actúan sobre la leva por intermedio de cojinetes de bo-las, y cuatro barras de acoplamiento aseguran el contacto permanente de estos rodamientos con la leva, montada directamente sobre el eje motor.

El régimen de vueltas de este eje es de 1.120 revoluciones por mi-nuto, y a este régimen da 142 C. V., con una cilindrada total de 7,3 li-tros, es decir, unos 20 C. V. por litro de cilindrada y 1.000 vueltas, resul-tado magnífico y no alcanzado por otros motores todavía.

Sus ensayos en vuelo han confirmado su excelente funcionamiento y rendimiento.

Motores de 200 a 300 C. V.

En esta potencia se encuentra el campo ideal de los motores enfria-dos por aire, y el tipo preferido por nosotros es el siete cilindros en estre-



Croquis núm. 7.—Esquema del motor Camérez.

El movimiento del émbolo es parecido al de un motor corriente, en que el cigüeñal gira con un ángulo doble del ángulo de giro de la leva. De 1 a 2 la leva ha girado 45° bajo la acción de la fuerza F_1 , desarrollada por el cilindro **A**, determinando una fuerza F_2 y un momento $F_2 d$. En 3, el émbolo del cilindro **A** ha llegado al punto muerto, bajo del tiempo de expansión, después de un giro de la leva de 90° .

La supresión de las bielas permite reducir considerablemente la superficie frontal y, por consiguiente, la resistencia al aire.

CARACTERÍSTICAS

Constructor, Fairchild-Camérez.
 Motor tipo 417 - C.
 Enfriamiento por aire.
 4 Cilindros en X.
 Potencia, 135 C. V. a 1.000 r. p. m.
 Diámetro del cilindro, 142,9 mm.
 Carrera del cilindro, 114,3 mm.

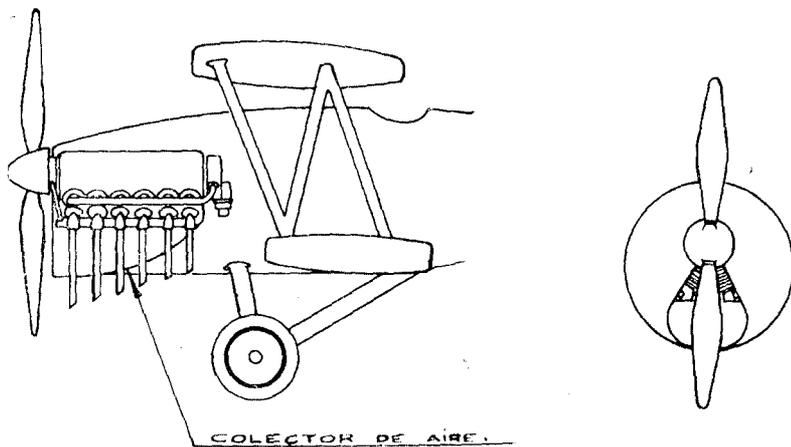
Cilindrada total, 7,33 litros.
 Peso total, 158 kilogramos.
 Peso por C. V., 1,13 kilogramos.
 2 Válvulas por cilindro.
 2 Bujías por cilindro.
 2 Magnetos.
 Precio 2.920 dólares en fábrica.

lla. La solución Camérez sería, a nuestro juicio, perfectamente aplicable a motores de esta potencia con sólo prever cuatro válvulas por cilindro, ya que el aumento necesario de cilindrada obligaría a ello; sin embargo, no debemos olvidar que la potencia crece como el volumen, es decir, como el cubo del diámetro del cilindro, mientras que la superficie de radiación no lo hace más que con el cuadrado, lo que nos lleva a limitar la potencia para un número de cilindros limitado.

Motores de 350 a 450 C. V. y de 500 C. V. en adelante.

Las condiciones requeridas en estas dos categorías son similares, y únicamente nos queda hacer constar nuevamente que en esta clase de motores el aumento de potencia debe ir acompañado de un aumento de cilindros, toda vez que es preciso aumentar la superficie radiante según hemos indicado anteriormente.

Creemos más interesante, sencilla y eficaz la solución del radial *nueve cilindros* hasta 450 C. V.



Croquis núm. 8.—Motor Curtiss V - 1.460. Esquema con capot.

De esta potencia en adelante hay que pensar en motores 12 o más cilindros, o bien en estrella doble, bien en línea o bien en W, solución todavía no ensayada y que seguramente daría excelentes resultados.

El Curtiss «Chieftain» y el Wright, tipo 1.460, son los más moder-

nos y los que parece ser consecuencia de más meditado estudio en esta última categoría de más de 500 C. V.

El Curtiss es un 12 cilindros en exágono.

Esta disposición de cilindros en seis filas radiales de dos cilindros cada una ha permitido prescindir del clásico sistema de mando de válvulas por balancín y varillas, haciéndose por árbol de mando y árbol de levas en cabeza de cada fila de dos cilindros; su resultado parece ser muy bueno.

En cuanto al Wright, tipo 1.460, es de 12 cilindros en V, con cilindros invertidos estando asegurado el enfriamiento de los cilindros traseros de un modo sencillo y seguro (croquis núm. 8).

Además de los tipos enumerados existen en las pequeñas potencias un cierto número de pequeños motores en dos y tres cilindros, soluciones que, a nuestro juicio, no ofrecen las necesarias garantías de seguridad y regularidad; creemos que son soluciones económicas para pequeñas avionetas no llamadas a salir nunca de las proximidades del aeródromo, y aun así con las debidas precauciones por las peligrosas trepidaciones que puede producir la parada de un cilindro.

Acompañamos relación de los motores refrigeración por aire que existen hoy en el mercado, tanto europeo como americano (tablas números 1 a 3).

TABLA PRIMERA

Motores de aviación europeos enfriados por aire.—Características.

FABRICANTE	Tipo.	Número de cilindros.	Disposición.	Potencia en C. V.	Revoluciones por minuto.	Peso en kilogramos.	Diámetro.	Recorrido.	Cilindrada.
Ursinus.....	Ursinus...	2	Opuestos.	20	2 400	27,8	85	96	1,09
A M B (ruso).....	A M B....	2	Id.	20	2.500	32	80	96	0,97
Mercedes-Benz.....	F. 7.502...	2	Id.	20	3.000	48	100	75	0,895
Cyclone.....	Cyclone...	2	Id.	25	2.000	»	85	105	1,200
Bristol Aeroplane C.º.....	Cherub...	2	Id.	28	2.500	40,5	85	96,5	1,095
Mercedes-Benz.....	F. I.....	3	En Y.	30	3.000	»	100	75	1,77
A B C Motors Ltd.....	Scorpion..	2	Opuestos.	35	2.300	50	»	»	»
S F F A.....	S F F A....	3	En Y.	40	»	»	»	»	»
Société des moteurs Salmson.....	9 A D.....	9	En estrella.	40	2.000	70	70	86	2,97
Siemens-Halske.....	Sh. 10....	5	Id.	55	1.600	112	100	120	4,73
Walter.....	Walter...	5	Id.	60	1.400	102	105	120	5,93
Pobjoy.....	Pobjoy...	7	Id.	60	3.000	51	72	87	2,5
Société des moteurs Salmson.....	5 A C.....	5	Id.	60	1.800	110	100	130	5,105
A B C Motors Ltd.....	Hornet...	4	Opuestos 2 × 2.	75	1.875	102	»	»	»
Siemens-Halske.....	Sh. 11....	7	En estrella.	77	1.600	188	100	120	6,62
A D C Aircraft Ltd.....	Cirrus II..	4	En línea.	80	2.000	127	110	130	4,96
Colombo.....	Id.	4	Id.	80	1.700	120	114	140	5,72
Isotta-Fraschini.....	Asso 80 T.	6	Id.	80	1.400	110	100	140	6,60
Armstrong Siddeley.....	Genet.....	5	En estrella.	80	»	»	»	»	»
Fiat.....	Fiat A 50.	7	Id.	85	1.600	125	100	120	6,59
Walter.....	Walter....	7	Id.	85	1.400	130	105	120	7,22
De Havilland Aircraft.....	Gipsy....	4	En línea.	90	1.900	130	114	128	5,22
S F F A.....	S F F A....	7	En estrella.	90	»	»	»	»	»
A D C Aircraft Ltd.....	Cirrus III.	4	En línea.	95	1.900	127	110	130	4,96
Société des moteurs Salmson.....	7 A C.....	7	En estrella.	95	1.800	134	100	130	7,147
Siemens-Halske.....	Sh. 12....	9	Id.	99	1.600	157	100	120	8,5
Bristol Aeroplane.....	Lucifer...	3	En Y.	100	1.700	150	144	159	7,77
Aviation Michel.....	A M 14....	4	En línea.	100	»	»	»	»	»
Renard.....	.....	5	En estrella	100	»	»	»	»	»
Société Lorraine.....	.....	5	Id.	100	1.600	170	125	140	8,59

TABLA SEGUNDA

Motores de aviación europeos enfriados por aire.—Características.

FABRICANTE	Tipo.	Número de cilindros.	Disposición.	Potencia en C. V.	Revoluciones por minuto.	Peso en kilogramos.	Diámetro.	Recorrido.	Cilindrada.
Société des moteurs Salmson.....	9 A C....	9	En estrella.	120	1.800	175	100	130	9,19
Walter.....	"	9	Id.	120	1.550	160	105	120	9,35
Elizalde S. A.....	A 6.....	5	Id.	120	1.700	170	125	140	8,59
Armstrong-Siddeley.....	Mongoose.	5	Id.	125	1.620	154	127	140	8,8
Renard.....	"	9	Id.	200	"	"	"	"	"
De Havilland Aircraft.....	Ghost....	8	En V.....	200	"	"	114	128	10,45
Armstrong Siddeley.....	Lynx.....	7	En estrella.	200	1.900	217	127	140	12,4
Bristol Aeroplane C.....	Titán.....	5	Id.	220	1.700	225	146	165	13,8
Société des moteurs Salmson.....	9 A B....	9	Id.	230	1.700	230	125	170	18,8
Walter.....	Castor....	7	Id.	240	1.750	248	135	170	17,01
Elizalde S. A.....	A 7.....	7	Id.	250	1.800	255	135	150	15,05
Société Lorraine.....	"	7	Id.	250	1.800	275	135	150	15,05
Renault.....	"	9	Id.	250	"	"	125	150	15,6
Skoda.....	Skoda 14.	10	D. estrella.	250	1.600	"	120	145	16,4
Farman.....	Farman..	9	En estrella.	280	2.700	230	115	120	11,2
Skoda.....	Skoda 20.	14	D. estrella.	340	1.600	350	120	145	23
Armstrong Siddeley.....	Jaguar... 14	14	Id.	385	1.700	348	127	140	24,8
Siemens-Halske.....	Sh.....	7	En estrella.	420	"	"	"	"	"
Elizalde S. A.....	Dragón... 9	9	Id.	425	1.800	350	150	150	23,85
Gnome 8 Rhone.....	Júpiter... 9	9	Id.	460	2.000	330	146	190	28,7
Bristol Aeroplane C.....	Júpiter... 9	9	Id.	460	1.800	365	146	190	28,7
Issota-Fraschini.....	Caccia... 12	12	En V.....	500	2.600	315	125	140	20,64
Elizalde S. A.....	A 8..... 14	14	D. estrella.	500	1.800	350	135	150	30,1
Société Lorraine.....	" 14	14	Id.	500	1.800	440	135	150	30,1
Société des moteurs Salmson.....	" 18	18	Id.	500	"	"	"	"	"
Hornet.....	" 9	9	En estrella.	525	1.900	347	156,6	162	27,04
Siemens-Halske.....	Sh..... 9	9	Id.	560	"	"	"	"	"
Armstrong Siddeley.....	Leopardo. 14	14	D. estrella.	700	1.500	637	150	187,5	46,2

TABLA TERCERA

Motores de aviación americanos enfriados por aire.—Características.

FABRICANTE	Tipo.	Número de cilindros.	Disposición.	Potencia en C. V.	Revoluciones por minuto.	Peso en kilogramos.	Diámetro.	Recorrido.	Cilindrada.
O. E. Szekely Corp.....	S R-3. . .	3	En estrella.	40	1.800	69,3	104,8	120,7	3,1
National Aero Corp.....	Cameron.	4	En línea	60	1.800	81,6	104,8	120,7	4,2
Velie Motors Corp.....	Velie M 5.	5	En estrella.	70	2.000	95,2	104,8	95,2	4,1
Brownback Motor Lab. Inc.....	Anzani...	6	Id.	80	1.700	108,8	105	126	6,55
Le Blond.....	.....	5	Id.	80	2.400	90	109	95	4,42
Aeronautical Product Corp.....	Scorpion 4	4	En línea.	100	1.800	133,3	120,5	127	6,1
National Aero Corp.....	Cameron..	7	En estrella	100	1.800	127	104,8	114,3	6,88
Warner Aircraft Corp.....	Scarab....	7	Id.	110	1.850	122,4	108	108	6,9
Dayton Bear.....	.....	4	En línea.	110	1.500	171	114	178	7,3
Kinner Airplano y Mor. Corp.....	Kinner K 5	5	En estrella.	113	1.880	118	108	132,4	6,02
Quick Air Motors Co.....	Quick....	9	Id.	125	1.450	161	104,8	139,7	10,9
Fairchild Caminez Engine Co.....	447-C. . .	4	Id.	135	1.000	258,7	142,9	114,3	7,33
Kimball Aircraft Corp.....	Beetle....	7	Id.	135	1.850	181,4	114,3	132,4	9,45
Wright Aeronautical Corp.....	R 540.....	5	Id.	140	1.800	168	127	140	7,85
Axelson Machine Co.....	.....	7	Id.	150	1.800	195	114,3	140	10
Marchetti Motor Patents Inc.....	.....	8	Id.	160	1.400	158,7	101	108	6,9
Curtis Aeroplane Motor Co.....	Challenger...	6	Id.	170	1.800	181,4	130	124	10,1
Velie Motors Corp.....	Velie L 9.	7	Id.	180	1.900	216,1	114,3	114,3	8,15
Lycoming.....	.....	9	Id.	185	1.900	213,4	114	114	10,45
Wright Aeronautical Corp.....	Whirlwind....	9	Id.	200	1.800	230,4	114,3	139,7	12,9
Wright Aeronautical Corp.....	R 760....	7	Id.	225	1.900	196	127	140	12,45
Rocky Mountain Steel Products I.	Pegasus...	9	Id.	225	"	"	120,5	140	14,4
Menasco Motors Co.....	Salmson...	9	Id.	260	1.650	245,8	125,4	171,5	18,8
Wright Aeronautical Corp.....	R 975....	9	Id.	300	1.900	222	127	140	16
Pratt y Whitney Aircraft Co.....	Wasp.....	9	Id.	400	1.900	299,3	146,1	146,1	22
Pratt y Whitney Aircraft Co.....	Hornet....	9	Id.	500	1.900	344,7	155,6	161,9	27,7
Wright Aeronautical Corp.....	Cyclone...	9	Id.	525	1.900	344,7	152,4	174,6	28,7
Curtis Aeroplane Motor.....	Chieftain R 150.	12	Id.	600	2.200	408,2	143	140	26,4

La gran diversidad de tipos nos hace pensar en que debe frenarse un poco el capricho o fantasía del proyectista de motores, fijándose por los laboratorios y técnicos, todos en colaboración, normas sobre las que se

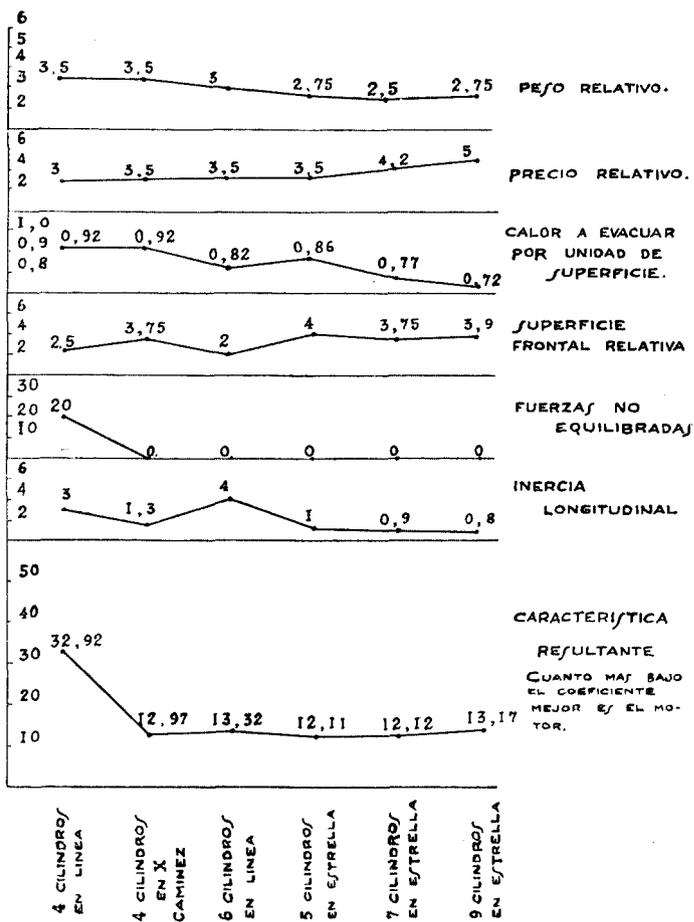


Gráfico Inúm. 1.

Diagrama de cualidades. Motores enfriados por aire hasta 100 C. V.

desenvuelvan el dibujo de motores refrigerados por aire. (Gráficos 1, 2, 3 y 4.)

Como consecuencia de los gráficos, resumen de características de estos motores, nosotros propondríamos:

- 1.º Potencias menores de 100 C. V., cuatro cilindros en línea.

- 2.º Potencias menores de 100 a 200 C. V., cinco cilindros en estrella.
- 3.º Idem de 200 a 300 C. V., siete cilindros en estrella.
- 4.º Idem de 350 a 450 C. V., nueve cilindros en estrella.

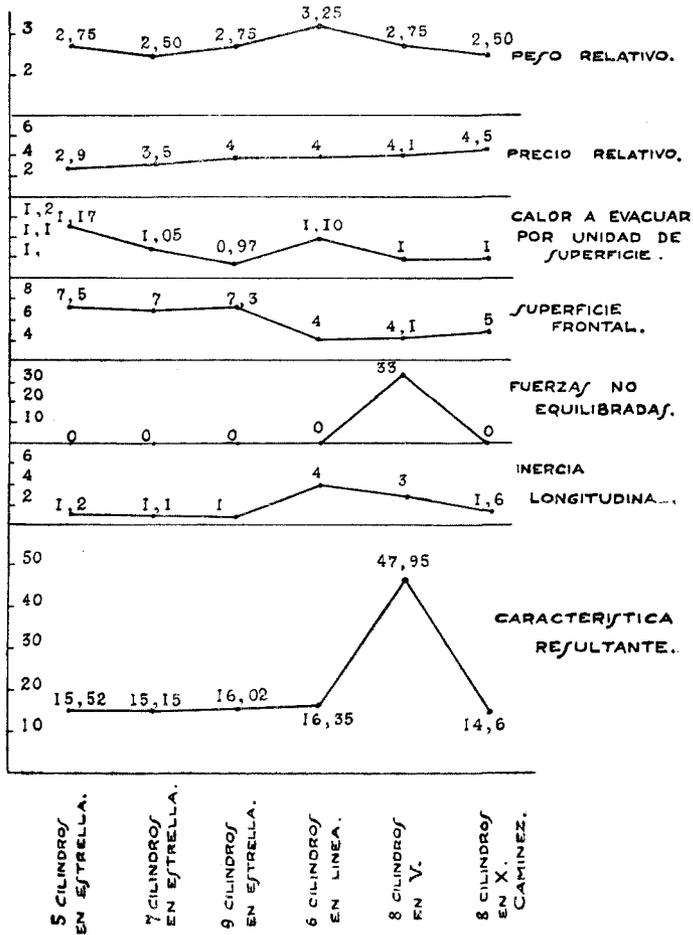


Gráfico núm. 2.

Diagrama de cualidades. Motores refrigerados por aire de 200 a 300 C. V.

- 5.º Idem superiores a 500 C. V. . .
- 12 cilindros en V.
- 12 ídem en W.
- 12 ídem en exágono.
- 16 ídem en octógono.
- 18 ídem en nonágono, según vaya acrecentando la potencia.

En España, que se empieza ahora la resolución de este problema, podrá encauzarse debidamente.

Del examen de los tipos americanos se deduce que se mueven dentro

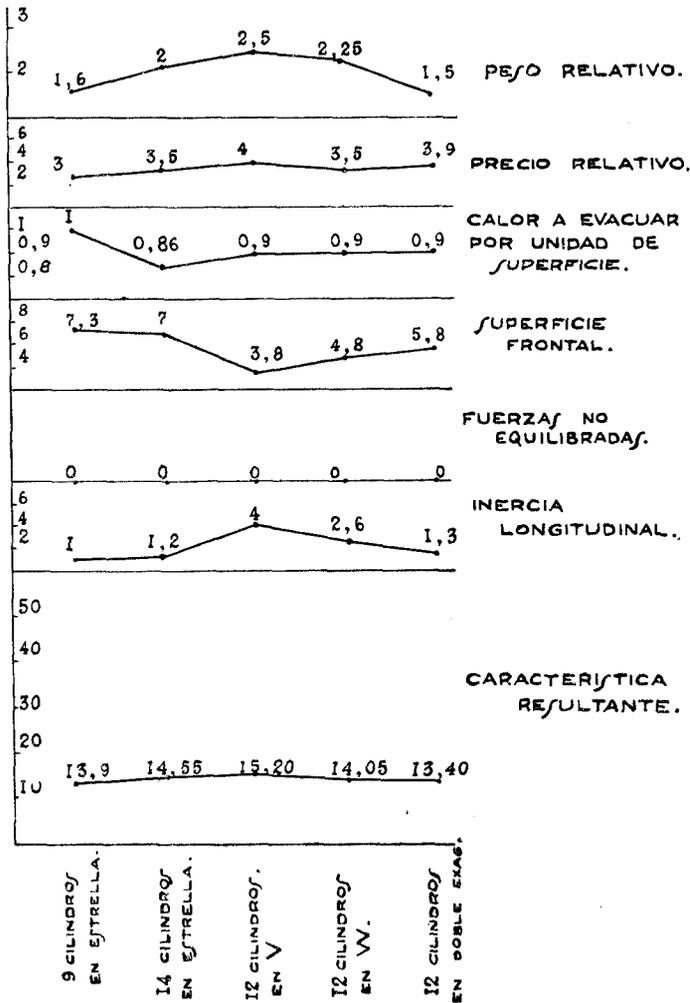


Gráfico num. 3.

Diagrama de cualidades. Motores enfriados por aire, de 350 a 450 C. V.

de un reducido número de tipos, lo que nos indica proceden con el espíritu práctico tantas veces reconocido en ellos y que sólo puede conducirles a resultados beneficiosos para la industria y el consumidor.

Por otra parte, la construcción de los motores de este tipo de motores de aviación no es muy distinta de la de los motores agua; suprimida la envuelta del cilindro y sustituida por aletas de enfriamiento, generalmente sacadas a torno de la misma masa del cilindro, queda decir unas palabras sobre las culatas, siempre de una aleación de aluminio.

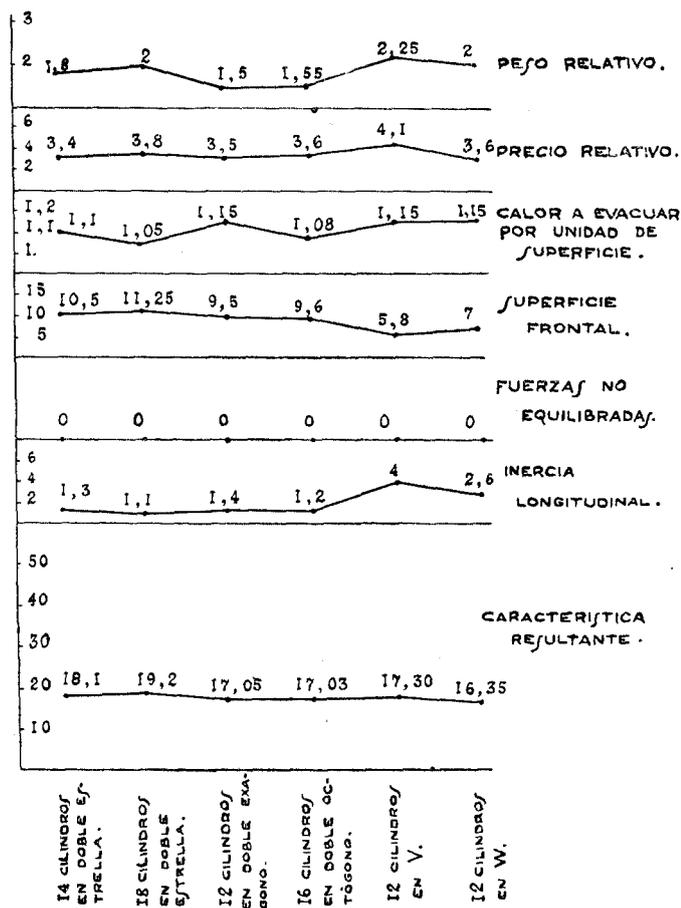


Gráfico num. 4.

Diagrama de cualidades. Motores enfriados por aire, de más de 500 C. V.

Aquí la patente ya citada de Elizalde se emplea en casi todos los motores, sirviendo la culata de fondo de la cámara de combustión, llevando los asientos de válvula en bronce forjado y postizos en ella.

La unión de la culata al cilindro se hace generalmente por rosca in-

terior de la culata y exterior de la parte superior del cilindro, usándose varios dispositivos de contratuerca, a mi juicio innecesarios, y así nos lo demuestra el que últimamente se está prescindiendo de ellos, limitándose a efectuar la operación de montaje de la culata en caliente sobre el cilindro frío; de este modo se asegura una presión suficiente entre uno y otro elemento, ya que en trabajo la dilatación será con pequeña diferencia, teniendo en cuenta el poder calorífico de la culata constituida en todos los casos de aleaciones de aluminio, como hemos indicado.

Aunque todavía quedan algunos motores con fondo de cilindro en acero, tienden a desaparecer, siendo absolutamente natural que tal ocurra.

Hasta hoy, uno de los mayores defectos de los motores de enfriamiento por aire, era su gran superficie frontal y, por lo tanto, su resistencia al avance. Numerosos ensayos han permitido establecer un tipo de capotaje que la reduce al mínimo, compatible con un buen enfriamiento.

Los ensayos en túnel se han efectuado con modelos en verdadero tamaño y a base del motor Wright-Whirlwind. Las temperaturas del motor se tomaron en 69 puntos distintos por par termo-eléctrico,

El mejor *capot* determinado tiene una resistencia al avance de 1,87 veces mayor que el fuselaje sin motor, y en cambio la de fuselaje con motor sin capotar es de 3,13 veces mayor.

La mejora obtenida es por lo tanto muy notable (croquis 9).

Claramente se vé que con el empleo de estas envueltas es posible, dotándolas de persianas con mando mecánico a disposición del piloto, ejercer el control de la temperatura de enfriamiento, pudiéndose efectuar entonces vuelos planeados de alguna duración sin temor al enfriamiento absoluto del motor.

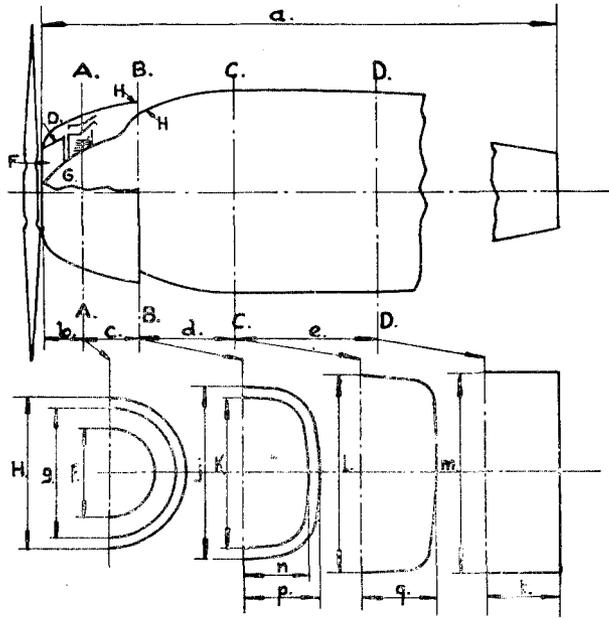
Los ensayos en vuelo han confirmado que el beneficio en velocidad es aproximadamente de 15 por 100.

Estos resultados demuestran una vez más la ventaja de la experimentación metódica y procuran un aumento considerable del rendimiento y de los aviones equipados con motores enfriados por aire.

Antes de terminar con los motores de enfriamiento por aire, séanos permitido hacer una observación de carácter nacional.

En el concurso de motores recientemente organizado por el Consejo Superior de Aeronáutica, se presentaron varios tipos de motores de esta clase.

En la última Exposición de Aeronáutica de Berlín hemos podido admirar los motores construidos por el ingeniero industrial español don Julio Adaro, director del departamento de motores de aviación de la



Croquis núm. 9.

CAPOTAJE DE LOS MOTORES

Cortes y cotas del capotaje: Arriba, corte longitudinal parcial; abajo, medias secciones transversales correspondientes a las secciones **A-A**, **B-B**, **C-C** y **D-D**.

Las cotas son las siguientes, en milímetros: **a** = 8.421; **b** = 324; **c** = 486; **d** = 740; **e** = 1.120; **f** = 660; **g** = 1.168; **h** = 1.205; **j** = 1.390; **k** = 1.205; **l** = 1.555; **m** = 1.625; **n** = 552; **p**, **q**, **t** = 608.

Áreas de las diversas secciones: **F** = 0,423 metros cuadrados; **G-G** = 0,223 ídem; **H-H** = 0,243 ídem.

TIPO DE CAPOTAJE	Resistencia al avance.	Reducción de resistencia avanzada.	Resistencia relativa.
Fuselaje con motor sin capot.....	56,6	>	1,000
Con motor y capot A	34,0	22,6	0,602
Fuselaje sin motor, nariz redonda.....	18,1	38,5	0,318

La resistencia del fuselaje con motor sin capot es 3,13 veces mayor que la del fuselaje sin motor. Con capot corriente (antes de conocer el **A**), era aún de 2,65 veces mayor. Con capot **A** no es más que de 1,87 veces mayor.

En cambio, con el capot **A**, la temperatura de las culatas es de 30°, superior a las temperaturas de las culatas con motor sin capotas, y en iguales condiciones, la temperatura de los cilindros, 60° superior, y la del aceite, 5° también superior.

Casa checoslovaca Skoda, cuyos planos fueron presentados a este concurso, y en las exposiciones de Barcelona y Sevilla se han presentado los tipos Dragón, ganadores del concurso proyectado por D. Salvador Elizalde, cuyas pruebas se realizarán próximamente.

Unos y otros nos demostrarán seguramente la potencialidad técnica española.

Otros ciclos diferentes.

Frecuentemente el encendido de los motores es causa de averías en los mismos. Desde hace tiempo los inventores se han esforzado en suprimir el encendido eléctrico, y esto ha llevado consigo a estudiar para los motores de aviación la aplicación de otros ciclos de combustión. Son éstos dos los más interesantes, y daremos una ligera idea de ellos:

1.º Motores dos tiempos de auto-encendido.

2.º Motores de combustión interna, tipo Diesel, rápidos.

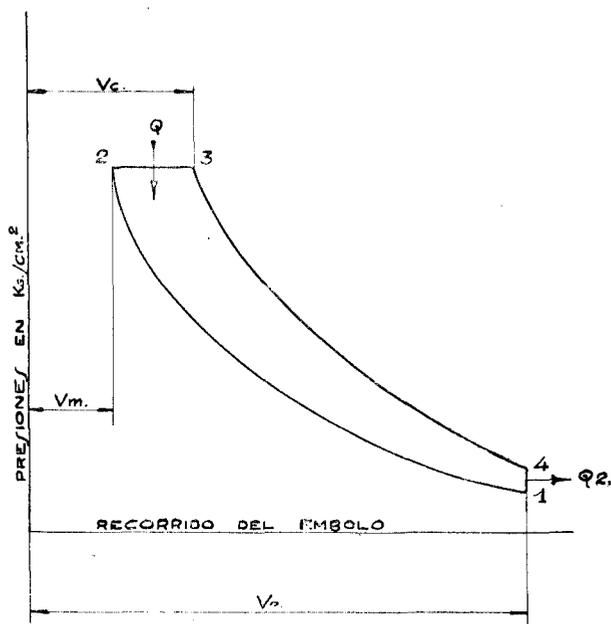
En marzo de 1928 se hicieron algunas pruebas en Francia lo suficientemente satisfactorias para determinar la puesta en fabricación de un motor de aviación «Leroy» a base de este sistema. Desde luego, en estos motores se aumenta la relación de compresión alrededor de 7 (según el combustible) y *se hace la inyección de éste al final de la compresión*. No hay que confundir este motor con el Diesel, pues aunque se inyecta el combustible a presión como en aquél, la combustión se efectúa a *volumen constante*, característica principal de los motores de explosión. El combustible es gasolina como en éstos. La relación de compresión, al pasar de 5 (motores normales actuales) a 7 (motores de auto-encendido), lleva consigo un aumento de la presión de explosión y, por lo tanto, un aumento del peso necesario del motor en la proporción aproximadamente de 7/5. En cambio, este sistema es ideal para el dos tiempos con compresor, ya que el barrido se efectúa con *aire puro*. En las pruebas efectuadas en Francia se alcanzó un consumo de 250 gramos C. V. por hora, cosa muy notable en un dos tiempos. La simplificación producida por la supresión del encendido es también digna de tener en cuenta.

A pesar de todo, el peso total del motor dos tiempos de simple efecto no es inferior al de un cuatro tiempos con encendido moderno. Por eso somos algo pesimistas en cuanto al porvenir de este sistema, que no suprime ni el peligro de incendio ni el inconveniente del combustible caro. Por los estudios realizados por nosotros confiamos más para el porvenir en el

Motor Diesel.

Este asunto ha sido ya la base de numerosas discusiones técnicas, y no menos libros o artículos. En Alemania, en Francia, en Inglaterra, en los Estados Unidos los ingenieros siguen trabajando en el silencio de las oficinas de estudios en este apasionante y tan interesante problema; muchos, y entre ellos el famoso aviador de los tiempos heróicos Santos-Dumont, anunciaron varias veces habían resuelto el problema. En España también el ingeniero D. Juan Kindelán trabaja hace algún tiempo en este problema. No ha salido aún al comercio ningún motor de este estilo, pero ya no puede tardar.

Como Junkers, Packard y Beardmore, Elizalde trabaja hoy el Die-



Croquis núm. 10.—Diagrama teórico de ciclo Diesel.

sel y podemos asegurar que si estos estudios en España se ayudasen eficazmente, dentro de un año volaría un Diesel español; el estado actual de los mismos permite asegurarlo. Si examinamos un diagrama de ciclo Diesel (diagrama teórico) (croquis 10), vemos que el ciclo comprende:

1.º Una compresión adiabática de aire puro reduciendo el volumen de V_0 , volumen inicial a V_m y volumen del espacio muerto (1,2).

2.º Una combustión a presión constante (2,3) con elevación de temperatura, durante la cual el volumen pasa de V_m a V_c correspondiente a la producción de calor por la combustión Q_1 .

3.º Una expansión adiabática (3,4) durante la cual el volumen crece de V_c a V_o .

4.º Una pérdida de calor Q_2 por escape (4,1) de los gases quemados. El rendimiento del ciclo es:

$$\varphi = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}.$$

Sean T_1, T_2, T_3, T_4 , las temperaturas absolutas respectivas en los puntos 1, 2, 3, 4.

Designemos por $\rho = \frac{V_o}{V_m}$ la relación de compresión.

Por $\delta = \frac{V_c}{V_m}$ la relación entre los volúmenes a final y principio de la combustión. Tendremos:

$$\begin{aligned} Q_1 &= C_p (T_3 - T_2) & k &= \frac{C_p}{C_r} \\ Q_2 &= C_r (T_4 - T_1) \end{aligned}$$

$$Q_1 - Q_2 = C_p \left(T_3 - T_2 - \frac{T_4 - T_1}{k} \right)$$

$$\varphi = 1 - \frac{T_4 - T_1}{k(T_3 - T_2)}.$$

Pero,

$$\frac{T_3}{T_2} = \frac{V_c}{V_m} = \delta.$$

(ley de Gay-Lussac). Por otra parte

$$\frac{T_4}{T_3} = \left(\frac{V_c}{V_o} \right)^{k-1} \quad \frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{V_o}{V_m} \right)^{k-1} = \rho^{k-1}$$

(ley de Poisson).

Por lo tanto, sacando T_4 y T_1 , y luego dividiendo el uno por el otro:

$$\frac{T_4}{T_1} = \frac{T_3}{T_2} \left(\frac{V_c}{V_m} \right)^{k-1} = \left(\frac{V_c}{V_m} \right)^k = \delta^k$$

y

$$\varphi = 1 - \frac{T_1 (\delta^{k-1})}{k T_2 (\delta - 1)} = 1 - \frac{1}{k \rho^{k-1}} \frac{\delta^{k-1}}{\delta - 1} \quad [1]$$

Hemos guardado los mismos valores de k para las dos adiabáticas. Se puede admitir el valor 1,4 en lugar de 1,41, que sería el del aire fresco.

Vemos por la relación [1] que el rendimiento aumenta cuando aumenta la relación de compresión ρ , que depende de la relación

$$\frac{\text{Calor específico a presión constante}}{\text{Calor específico a volumen constante}} = k$$

y de la relación $\delta = \frac{V_c}{V_m}$, es decir, de la duración de la combustión.

ρ , δ , k , siendo mayor que 1, el rendimiento φ disminuye cuando δ aumenta o cuando k disminuye (al calentarse el aire k disminuye de 1,41 a 1,40).

En el Diesel, por lo tanto, al revés de lo que se produce en el motor de explosión, el rendimiento *térmico* aumenta cuando disminuye la potencia. En efecto, el reglaje de la potencia se efectúa en el Diesel por reglaje de la cantidad de combustible inyectada en una masa de aire constante. Para disminuir la potencia se reduce la cantidad de combustible, lo que tiene un doble efecto; la relación $\delta = \frac{V_c}{V_m}$ disminuye y la relación $k = \frac{C_p}{C_v}$ aumenta un poco, ya que la cantidad de aire inicial queda constante, los productos de la combustión CO_2 y H_2O , para los cuales k es más bajo, disminuyen.

Si admitimos cilindros de 2 litros de cilindrada, la cantidad de combustible necesaria es de 0,073 gramos (1 gramo por 27,3 litros de cilindrada), es decir, 80 metros cúbicos a la densidad de 0,842. Este volumen representa aproximadamente una embolada de 5 milímetros de diámetro y recorrido de 4 para la admisión máxima.

Conviene que el orificio de inyección tenga un diámetro de 0,3 milímetros. Esta dimensión está determinada por la necesidad de una buena pulverización, pero evitando la posibilidad de obstrucciones, y por lo tanto, ha sido fijada por ensayos.

Conociendo el volumen a inyectar, se admite la velocidad de inyección del combustible para favorecer la pulverización de 100 metros por se-

gundo y queda determinada la presión de inyección necesaria, que es del orden de 800 a 850 atmósferas, según la viscosidad del combustible.

Siendo la superficie del émbolo de la bomba de inyección de 0,19 centímetros cuadrados, la fuerza sobre él será de 200 kilogramos aproximadamente, perfectamente admisible.

El gasto de la bomba por segundo, supuesto continuo, es

$$D = \frac{d^2}{4} \cdot v.$$

$V =$ velocidad en milímetros por segundo $= 0,0706 \times 100000 = 7060$
milímetros cúbicos por segundo.

Necesitamos por inyección 80 milímetros cúbicos; ésta durará, por lo tanto,

$$t = \frac{80}{7060} = 0,0113 \text{ segundos.}$$

A un régimen de 1.200 revoluciones por minuto, el cigüeñal gira:

$$R = \frac{1200 \times 360}{60} = 7200^\circ \text{ por segundo.}$$

Durante la inyección, el cigüeñal ha girado de

$$= 7200 \times 0,0113 = 81,36 \text{ grados.}$$

En un Diesel de ciclo normal, la inyección empieza en el punto muerto alto.

Con la duración de inyección encontrada, la combustión se terminaría a plena admisión 90° después del punto muerto alto, es decir, a medio recorrido del émbolo. Es *inadmisible*, pues el rendimiento sería pésimo. En los Diesel corrientes lentos se admite que la combustión puede terminarse a los 0,15 del recorrido. Si admitimos una relación

$$\frac{\text{Largo de biela}}{\text{Recorrido del émbolo}} = 2$$

un 0,15 de recorrido corresponde a 41° de rotación del cigüeñal. No cabe más solución, por lo tanto, que repartir el tiempo de inyección de una parte y otra del punto muerto alto, y el reglaje es entonces

Avance a la inyección, 41°.

Retraso a final de inyección, 41°.

Veamos lo que pasa en estas condiciones:

Todo el combustible inyectado antes del punto muerto alto se quema espontáneamente, es decir, se produce explosión sensiblemente a volumen constante como en un motor de gasolina actual. A consecuencia de esta explosión (combustión a volumen constante) y aplicando la ley de Gay Lussac (a volumen constante la presión varía como la temperatura absoluta del gas), podemos determinar la presión máxima al final de la combustión a volumen constante.

La presión a final de compresión es

$$P_c = \rho^k \quad \ll \quad \rho = \text{relación de compresión } k = 1,4$$

$$P_c = 18^{1,4} = 57,2 \text{ kilogramos por centímetro cuadrado}$$

y la temperatura a final de compresión

$$T_2 = T_1 \rho^{k-1} \quad (\text{ley de Poisson})$$

$$T_2 = 288 \times 18^{0,4} = 288 \times 3,18 = 915,84^\circ \text{ absolutos}$$

$$T_1 = 273 = 15^\circ = 288^\circ \text{ absolutos,}$$

o sea:

$$915,84 - 273 = 642,84^\circ \text{ centígrados.}$$

Ya hemos visto antes que en plena admisión introducíamos en el cilindro 0,073 gramos de combustible de 10.500 calorías por kilogramo.

También recordaremos que antes del punto muerto alto sólo se introduce la mitad del combustible. La elevación de temperatura por la combustión a volumen constante es, por lo tanto,

$$t = \frac{Q}{p \times c}$$

$$Q = \frac{10,5 \times 0,073}{2} = 0,38325 \text{ calorías}$$

y

$$t = \frac{0,38325}{0,00258 \times 0,24} = 618^\circ$$

t = temperatura en grados absolutos.

Q = calorías aportadas.

p = peso del fluido (aire) contenido en el cilindro.

c = calor específico = 0,24 a volumen constante.

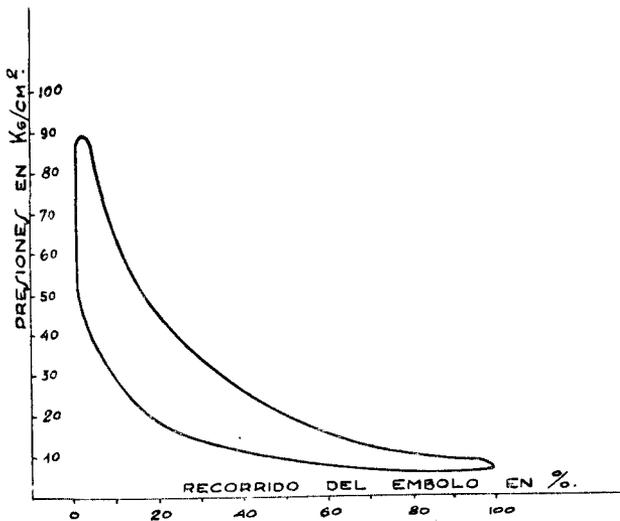
Al final de compresión el aire estaba a 915° absolutos. Después de la combustión a volumen constante esta temperatura ha subido a

$$T_2 = 915 \quad 618 = 1533^\circ \text{ absolutos,}$$

es decir,

$$T_{2c} = 1533 - 273 = 1260^\circ \text{ centígrados.}$$

La presión al final de la compresión era de 57,2 kilogramos por cen-



Croquis núm. 11.—Diagrama de ciclo mixto.

tímetro cuadrado. Aplicando la ley de Gay-Lussac, tenemos:

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2}, \quad \text{es decir,} \quad P_2 = \frac{P_1 T_2}{T_1}.$$

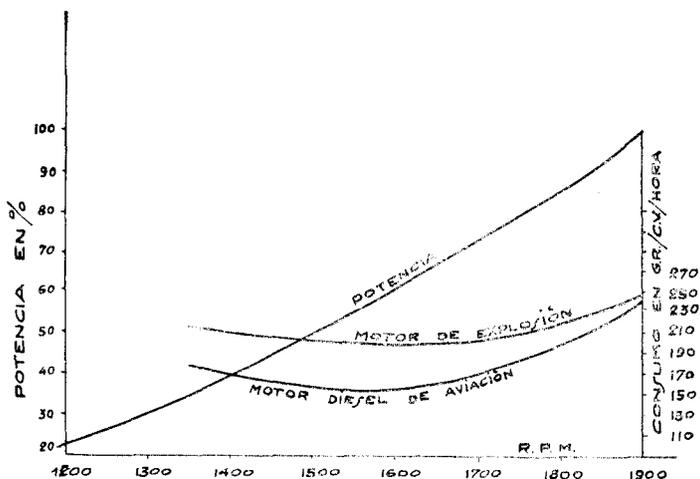
Desde luego hay que considerar que, por efecto del enfriamiento, las temperaturas serán algo más bajas y, por lo tanto, también la presión, máxima. Esta, en realidad, queda a 90 kilogramos.

En pruebas efectuadas, las curvas obtenidas con manómetro, lo confirman. (Croquis 11.)

La segunda mitad del combustible que se inyecta después del punto muerto alto, sigue las condiciones normales del Diesel de combustión a presión constante.

Es por lo tanto, pura convención llamar Diesel a estos motores rápidos de aceite pesado, ya que el ciclo no es ni mucho menos el ciclo Diesel. La designación de *ciclo mixto* nos parece más exacta y usaremos en adelante la de *ciclo Diesel* por haberse generalizado su empleo en este tipo de motores.

La eficiencia del ciclo mixto ha sido confirmada en el terreno de la práctica por el consumo mínimo de un motor actualmente en pruebas



Croquis núm. 12.—Curva de potencia y consumo.

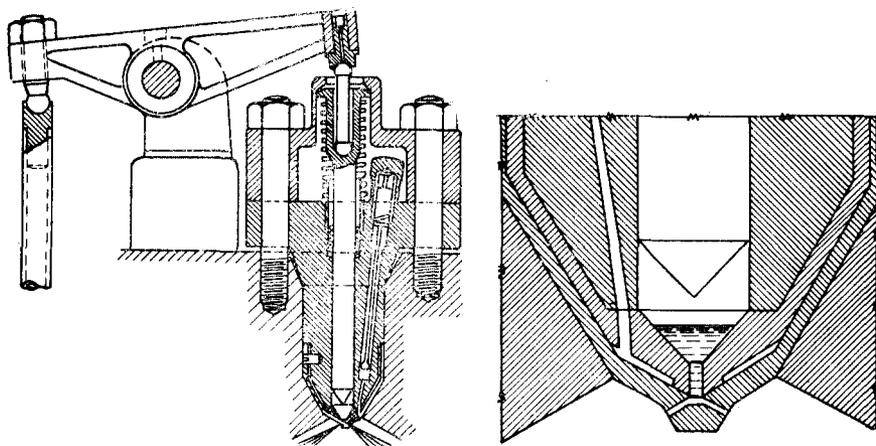
(Packard, nueve cilindros, refrigeración por aire), consumo que llega a ser de 160 gramos C. V.-hora; este resultado ha sido obtenido también en Inglaterra en estudios recientes (croquis 12). Aparece, por lo tanto, claramente la *necesidad* de emplear este ciclo en motores rápidos de aceite pesado y autoencendido en lugar del ciclo Diesel normal, el cual está condenado a velocidades muy reducidas e incompatibles con aviación. Nos encontramos, por lo tanto, con la necesidad de construir un motor en el cual la presión máxima alcanza el valor formidable de 85 a 90 kilogramos por centímetro cuadrado, cuando en los motores de gasolina actuales la presión máxima con relación de compresión 6 es del orden de 40 kilogramos por centímetro cuadrados.

Desde luego, la técnica de construcción difiere poco de la de los habituales motores de aviación. No pueden admitirse presiones de 85 kilo-

gramos por centímetro cuadrado sin cambiar en parte el empleo de algunos materiales de los motores corrientes. En general, es suficiente aplicar material excelente para resistir las tensiones y calcular todas las piezas para asegurar la mayor seguridad con el menor peso, pero desde luego es preciso suprimir las aleaciones ligeras fundidas, por no tener este material características y homogeneidad suficientes para el nuevo sistema de motores.

La seguridad es actualmente el factor más interesante para los motores de aviación. En este terreno el motor de ciclo mixto aventaja al motor actual de explosión, por la supresión de los órganos más delicados: encendido y carburador.

La supresión del encendido es una ventaja considerable; es la supre-



Croquis núm. 13.—Motor de aviación Diesel. Inyector-bomba de alimentación.

sión de las magnetos con sus mandos, de las bujías, hilos, rampas de hilos, etc. En el nuevo sistema el encendido se hace únicamente por compresión de aire. Además, el sistema de encendido es completamente independiente en cada cilindro; hasta podemos compararlo a un sistema individual de encendido, sistema casi infalible.

Si comparamos los sistemas de alimentación, aparece la segunda ventaja principal del motor de ciclo mixto: la alimentación individual de cada cilindro. Los que emplean un carburador sencillo han de complicar forzosamente el motor con un ventilador o compresor de alimentación. Si se emplean dos o tres carburadores, una avería en uno de ellos supone en seguida la pérdida de la mitad o el tercio de la potencia.

En el motor Diesel la alimentación de un cilindro no influye para nada ni es dependiente en nada de la de otro cualquiera (croquis 13).

En cuanto a posibilidad de incendio, no cabe duda que el Diesel supone una notable mejora sobre el motor de explosión, sin que por eso desaparezca completamente su posibilidad:

	Gasolina de aviación.	Aceite de Diesel.
Punto de inflamación.....	Más bajo que 0.	70° centígrados.
Peso específico (grados Baumé)..	65 (0,724 gr./c.)	37 (0,842 gr./c.)

Un hecho concreto demostrará la relativa seguridad contra incendio del Diesel. En una galería de pruebas de motores de gasolina es muy corriente que se produzca un pequeño incendio; en cambio, en un año de pruebas de un Diesel de aviación no se ha producido ni uno sólo.

Son datos tomados igualmente de la información publicada por Mr. Woolson, de la casa Packard.

Es casi seguro que en caso de caída de un avión no se produzca nunca incendio, cosa muy frecuente y no menos desastrosa con los motores actuales.

Y ahora sólo hablaremos del consumo, cosa que todos presentan como la mayor ventaja de este sistema. Nosotros estimamos, sin embargo, como factor más importante, la seguridad que el precio. Ya que el factor seguridad está demostrado, la economía ayudará a admitir el Diesel universalmente como único motor de aviación.

Como se ve en las curvas, el consumo de motor de gasolina indicado es un mínimo, alcanzable sólo en algunos motores reglados especialmente para un régimen económico. La curva de consumo de Diesel es la media de numerosos ensayos, con una relación de compresión de 18 : 1, compresión que asegura un arranque fácil y rápido y da excelentes resultados en vuelo.

Con gasolina de aviación a 0,70 pesetas el litro, densidad 0,724, el caballo vapor-hora cuesta, con un consumo de 200 gramos-C. V.-hora, 0,19 pesetas.

Con aceite de Diesel a pesetas 0,25, densidad 0,842, el C. V.-hora cuesta, con un consumo de 160 gramos-C. V.-hora, 0,04 pesetas, es decir, aproximadamente 1/5. La doble ventaja del Diesel es emplear un combustible mucho más barato y necesitar menos carga de combustible para un recorrido dado, o si se quiere, con un motor Diesel se aumentará notablemente el radio de acción con la misma carga.

Si ahora comparamos un motor de gasolina de 400 C. V. con peso de 320 kilogramos y consumo normal de 230 gramos-C. V.-hora, con un 400 C. V. Diesel nuevo, de peso 480 kilogramos y consumo 160 gramos-caballo vapor-hora, tendremos:

Diferencia de peso de los motores:	160 kilogramos	
Consumo hora motor gasolina.....	92 kilogramos.	
Consumo hora motor Diesel.....	64	—
<i>Diferencia por hora</i>	28	—

Cuando la duración del vuelo llegara a $160/28 = 5 \frac{3}{4}$ horas, el avión equipado con Diesel será de igual peso que el avión equipado con motor de explosión, y si se prolonga más el vuelo, siempre se irá acentuando la ventaja en peso del Diesel. El peso de 1,20 kilogramos por C. V. es perfectamente realizable. Hay que tener en cuenta que el nuevo Packard de 200-250 C. V. pesa 1,360 kilogramos por C. V., peso que iguala al de muchos motores de gasolina de esta potencia.

Otra ventaja más del Diesel es que el aceite de engrase que se escapa en el cilindro no perjudica en nada, sencillamente se transforma en potencia. En cambio, en un motor de gasolina, un exceso de engrase del cilindro es siempre perjudicial.

El *enfriamiento por aire* de un motor Diesel presenta *muchas menos dificultades* que el de un motor de explosión.

Una alta temperatura de la culata que en un motor de explosión produciría auto-encendido y detonación, en el Diesel no ofrece inconveniente. La válvula de escape trabaja en condiciones térmicas mucho más favorables por la baja temperatura de los gases de escape, debida a la expansión tan prolongada. Por la misma razón las averías producidas por la elevada temperatura de escape son mucho menos frecuentes. Además, la llama que sale del orificio de escape es muy pequeña, hasta tal punto, que permitirá a la aviación de guerra vuelos de noche sin silenciosos. Otra ventaja del Diesel, es que trabaja en buenas condiciones en todas las posiciones. No hay ningún órgano como un carburador que funcione a base de un nivel y flota lor. La aceleración del Diesel, ciclo mixto, es excelente, según ha podido comprobarse.

El motor Diesel es indiferente a la lluvia o al agua, lo cual no se puede decir del motor de gasolina con encendido eléctrico y con carburador.

Desde el punto de vista de potencia por litro de cilindrada, el Diesel queda bastante más bajo que el motor de explosión. En estos últimos se observan, con frecuencia, presiones medias efectivas de 9 a 10 kilogramos por centímetro cuadrado. En cambio, un Diesel que diese 7 a 8 ki-

logramos por centímetro cuadrado puede considerarse como bien desarrollado.

En el avión no hay que efectuar modificaciones esenciales por la aplicación del motor Diesel, pues sólo varían los órganos de mando del motor, que resultan simplificados notablemente. La marcha del motor se regula por la cantidad de combustible inyectada, y lo demás queda fijo. Desaparece la preocupación del corrector de altura y reglaje del avance de magnetos, etc.

La mayor influencia que tendrá el Diesel en el dibujo de los aviones será en la cantidad de motores a emplear por aparato. Aerodinámicamente es preferible el aparato monomotor. Se han hecho bimotores, trimotores, etc., para buscar más seguridad en caso de avería en un motor. También se precisan aviones multimotores, por no existir unidades de la suficiente potencia. La casa Packard ya dibuja un Diesel aviación de 3.000 C. V., pero con enfriamiento por agua en lugar de entriamiento por aire, como el motor 200 C. V.

La multiplicidad de motores en aviación se aplicó persiguiendo la seguridad. El motor de explosión, sin embargo, es de los más delicados. A pesar de aumentar la resistencia de las partes principales, siempre quedan órganos delicados susceptibles de avería. Uno de los más lo es sin duda el sistema de encendido, y después de éste, el sistema de carburación. Con la desaparición de estos dos se obtiene una enorme mejoría por la aplicación de motores Diesel en aviación, en cuanto a seguridad.

Hay que considerar que, si bien hay tantos sistemas de alimentación como cilindros, no representa un inconveniente, ya que las bombas no tienen ningún órgano delicado de funcionamiento dudoso.

En resumen, las distintas ventajas más importantes del motor Diesel de ciclo mixto, aplicado a aviación, son:

- 1.^a Seguridad, aumentada por la supresión del encendido eléctrico y sistemas corrientes de alimentación (carburadores, etc.).
- 2.^a Supresión casi absoluta del peligro de incendio.
- 3.^a Reducción de 20 por 100 de consumo específico de combustible.
- 4.^a Reducción del 75 por 100 del precio de combustible.
- 5.^a La seguridad del Diesel justifica la supresión de la solución multimotor y lleva consigo una notable reducción de precio de coste de los aviones grandes y al mismo tiempo una mejora aerodinámica de estos aparatos.

- 6.^a Rendimiento total, 30 por 100 en lugar de 25.

Establecida la teoría del Diesel de aviación, examinemos sus realizaciones: tres casas pretenden haberlo resuelto; una sola lo ha hecho en realidad satisfactoriamente, según nuestras noticias, y puede hoy día

garantizar consumos, pesos y potencias: es la Packard, en los trabajos hechos por Mr. Woolson, jefe de su Sección de Estudios. Junkers, a pesar de todo lo que se habla de su motor y haber volado, no puede pretender haber encontrado una solución definitiva. Por el aspecto solo, y hasta prueba de lo contrario, estimamos que su motor pesa de 2 a 3 kilogramos por C. V. El tercero, Beardmore (inglés), llama Diesel «de aviación» un motor de 4,5 kilogramos por C. V. Nosotros exigimos algo más para conceder esta designación.

En España, el ingeniero D. Juan Kindelán hizo un estudio detenido del asunto que le llevó también (era forzoso) al ciclo mixto. Hizo su estudio a base de un seis cilindros en línea de 145 C. V. a 1.350 revoluciones de 108 de diámetro y 155 de recorrido, de alimentación mecánica. Como es natural, empleó el ciclo de dos tiempos. Las bases fundamentales son excelentes. Se concretó este estudio en la realización de un dos cilindros en V, en el cual se guardaron las características esenciales del proyectado seis cilindros.

El peso de 1,9 kilogramos-C. V. es muy interesante en esta potencia. Podíamos citar motores de explosión que no son más ligeros. Deseamos ardientemente ver seguir estas pruebas para desarrollo del Diesel de aviación en España.

Elizalde S. A., por su parte, trabaja el asunto actualmente a base del ciclo mixto. Desde luego la alimentación está asegurada por bombas individuales, combinadas por el inyector mismo. El motor es un dos tiempos barrido en equicorriente, admisión por lumbreras al fondo de la carrera y escape por válvula en la culata del cilindro. Alimentación de aire por compresor Root multiplicado. La construcción, en su mayor parte, será de acero de alta resistencia, cárter incluido.

Por el momento no podemos entrar en más detalles de este nuevo motor.



La utilización de las altas presiones en las máquinas de vapor.

CARLOS BARUTELL

TENIENTE CORONEL DE INGENIEROS

La utilización de las altas presiones

en las máquinas de vapor



MADRID.—IMPRESA DEL «MEMORIAL
DE INGENIEROS DEL EJÉRCITO».—1930.



Preliminar.

Si se agrega como subtítulo «La competencia con el Diesel», es decir, la verdadera lucha entablada entre ambos sistemas, entre los defensores de uno y de otro ciclo, se tendrá expresado, en pocas palabras, el objeto del presente estudio, que es el de resumir una innovación esencial y progreso de las máquinas de vapor para resistir, a su vejez gloriosa, con el Diesel, llegado al mundo de la industria, lo que se dice hace cuatro días (1.)

Hay razones para entablar la lucha. Los grandes talleres europeos de maquinaria especializados en la construcción de locomotoras y máquinas de vapor, atraviesan una crisis de importancia ante esa competencia, cada vez más pujante, agravada además con la tracción y maquinaria eléctrica. Por ello no es extraño que se busque la novedad, con el doble fin de buscar clientes y el de encontrar quién sabe qué inesperada solución económica que compense los efectos de las luchas de los sistemas. Estos son, sin duda, los orígenes de las aplicaciones del vapor a alta presión, de las locomotoras de turbinas, y de otros más recientes de la misma locomotora de alta presión, de la que se han realizado pruebas recientemente con un modelo construido de 1.000 H. P. de potencia.

Entre las innovaciones esenciales de la moderna maquinaria de vapor, figura el empleo del mismo a altas y medias presiones. Desde los 20 kilogramos que pudieran titularse como máximos de presión en el tipo clásico, se ha llegado a los 105 por centímetro cuadrado de presión trabajo en la entrada en las turbinas en una central inglesa; y aunque esta presión sea aún actualmente exagerada, son frecuentes en instalaciones americanas 28, 35, 42, 60 y hasta 84.

Sin descender al detalle orgánico de estas transformaciones, vamos a exponer y comentar el estado actual de la cuestión presentando los datos posibles de consumo y rendimientos.

A fin de seguir con método este ligero estudio, los dividiremos en los siguientes apartados:

(1) En 1898 se patentó en Munich el primer motor vertical de este ciclo.

I. Consideraciones térmomecánicas sobre la aplicación del vapor a alta presión.

II. Aplicaciones a las máquinas fijas.

III. » a la propulsión marina.

IV. » a la tracción ferroviaria.

Estas instalaciones de vapor a alta presión, en España, son tema de revista, por no existir ninguna hasta el presente como no sea muy reciente; conviene sin duda reseñarlas, a título de conocer los principios de esta evolución que, con el tiempo, cristalizará en utilizar de lleno una presión determinada de trabajo, superior a la de los límites actuales.

I

Consideraciones termomecánicas.

Como queda dicho, la aplicación del vapor que la industria utiliza como motor ha sufrido en estos años últimos un cambio brusco, mejor que una evolución, en cuanto a las características principales. Las presiones de trabajo oscilaban para todas las aplicaciones de las máquinas de vapor entre 10 y 16 kilogramos por centímetro cuadrado, lo mismo en las máquinas fijas que en las de la marina y que en las locomotoras. Se ha dado un salto considerable, que se puede simbolizar de manera expresiva en la locomotora Winterthur, de reciente construcción, que trabaja a 60 kilogramos, cuando las «Montañas» que hoy remolcan nuestros trenes lo hacen a 14 o a 15, y cuando hace un siglo, exactamente, la «Cohe-te» lo hacía a 3,5.

Al estudiar la nueva modalidad de la moderna industria, conviene ante todo resumir los principios teóricos que sirven de base a esta transformación de las características primarias.

Es sabido que el rendimiento total (consumo de combustible por caballo efectivo), el llamado rendimiento industrial, resulta del producto de otros tres: el del generador, por el térmico, por el orgánico; estos dos últimos, propios del motor y derivados del ciclo del agente de la evolución, de la organización y de las transmisiones (rozamientos, laminaciones, fugas, radiaciones, etc.) Llamando r al total, tendremos: $r = r_1 \times r_2 \times r_3$.

Se gradúa el que cada uno de estos factores oscila, experimentalmente, entre los límites siguientes:

$$r_1 \text{ (generador), } 0,65 \text{ y } 0,85; \quad r_2 \text{ (térmico), } 0,20 \text{ y } 0,50;$$

$$r_3 \text{ (orgánico), } 0,65 \text{ y } 0,85.$$

Las cifras superiores, son los mínimos, y las inferiores, los máximos. Por consiguiente, el valor del rendimiento total oscilará entre la cifra que señale el producto de los mínimos y la de los tres máximos, o sea entre 0,381 y 0,085.

Si en mano del instalador se ofreciera la facultad de poder aumentar a uno de los tres rendimientos un cierto tanto por ciento, por ejemplo, un 0,05, el efecto del aumento, en el valor del producto, se advertiría tanto más cuanto que ese aumento se pudiera llevar al menor. (Se vé con facilidad en el producto de enteros, por ejemplo 15×10 . Si al 15 aumentamos 2 unidades, resultará el producto 170, y si al 10, $15 \times 12 = 180$, lógica consecuencia de la definición aritmética de multiplicación).

En los dos valores límites que se expresan para el valor total de r aparece que aumentando en 0,05 el valor de r_1 , aquel resulta igual 0,091; y agregado ese mismo valor al de r_2 , resulta 0,1056.

Por consiguiente, el progreso, el perfeccionamiento del motor térmico está ligado estrechamente al menor de aquellos tres, al del rendimiento térmico de su ciclo, o sea al valor $\frac{A T i}{Q_1}$ en el que $A T i$ representa las calorías equivalentes al trabajo indicado (indicado, no útil) y Q_1 , las puestas en juego por el agente y recogidas de los Q_0 del combustible quemado en el hogar.

Para que aumente $A T i$ es preciso que aumente $T i$, y para ello hay que recurrir como medio más eficaz a elevar las ordenadas del ciclo Rankine, o sea la presión, aumento que trae consigo el de t_1 temperatura inicial, y, por tanto, el del coeficiente económico derivado del principio de Carnot. A su vez, el valor de t_1 se puede aumentar por medio del recalentado independiente, lográndose con ello, no sólo el aumento del expresado coeficiente, sino también la regularidad del proceso de las expansiones sucesivas, disminuyendo las condensaciones, tan importantes en el trabajo de las turbinas. Aparece también, como antecedente de gran interés, el que los aumentos de la presión resultan convenientes por la llamada economía de las grandes presiones

Según datos experimentales, se puede resumir:

1.º La fórmula de Regnault que enlaza en función directa el calor total de vaporización con la temperatura, que a su vez lo es de la presión, experimentalmente se ve que no es exacta más que hasta un cierto límite, que unos experimentadores fijan en la temperatura correspondiente a la vaporización a 35 kilogramos por centímetro cuadrado, y otros, como Marchis, a 28. Generalmente se acepta en los gráficos la presión de 30 como límite.

2.º A partir de este límite, se inician los menores calores totales, y

con ellos la economía, llegándose a una presión media de 86 kilos, en la que el calor total del vapor saturado es el mismo que el que corresponde a 5 kilogramos de presión (1).

3.º La representación gráfica de la función de Regnault, determinada experimentalmente tomando como origen el valor total de las $Q = 606,5 + 0,30 \times 100$, o sean 636,5 calorías, correspondientes a la presión atmosférica, no es, por consiguiente, una recta, como lo sería si dicha función fuese exacta; es más bien una parábola, aunque no completa, en la que esa curva, trazada desde el origen, vuelve a cortar el eje de las x (presiones) alrededor de los 120 kilogramos.

Examinaremos sucesivamente la economía de las altas presiones, en cuanto a la producción de vapor; después, la economía del combustible, derivada de la elevación de los límites del ciclo; y, por último, la reducción de pérdidas de condensación, que proviene del enlace del recalentamiento con la utilización de las altas presiones del vapor.

*
* *

Un litro de agua convertido en cierto número de litros de vapor recalentado absorbe las calorías correspondientes al calor total de vaporización a la temperatura inicial de saturación, más las del recalentado, calculadas por el producto $C(t' - t_1)$, siendo C el calor específico del vapor recalentado (que, según tablas de Knobloch y Jacok, y otras de Marchis, oscila entre grandes límites, pero que permiten aceptar el valor de 0,60 como promedio general), y t' y t_1 , las temperaturas respectivas del recalentado y saturación. Según estas deducciones y datos de las tablas de Fliegner (Manual de locomotoras Henschel) y Goodenungh.

(Características de las centrales térmicas; ingeniero García Mercadal) resultan, con gran aproximación, las siguientes calorías totales para el vapor con el recalentamiento corriente a 350º que se utiliza en las locomotoras:

(1) Una Comisión científica instituída en los Estados Unidos, «Steam Table Research Committee», es la designada para trabajos analíticos definidos sobre esta segunda cuestión, algo imprecisa.

Presión — Kilogramos por centímetro cuadrado	A Temperatura de vaporización — Grados centígrados	B Calor total de vaporación — Calorías	C Calor de recalentamiento — A 350° centígrados	D Calor total por kilogramo de vapor
1	99,09	636,73	156,46	793,13
5	150,99	x x 652,55	119,4	771,99
10	179,00	661,06	102,6	763,66
15	197,24	666,66	91,65	758,31
20	211,34	670,00	83,18	753,96
28	229,1	x 667,40	88,54	745,94
35	241,7	667,20	65,01	732,24
50	262,0	664,50	52,80	717,30
63	277,8	601,00	43,32	704,32
84	297,6	x x 654,00	30,44	685,4

Del atento examen de este cuadro, resulta:

1.º La relación entre la presión y la temperatura A, es conocida. De seguir este cuadro, se llegaría al punto crítico 374° C. y 224 kilogramos por centímetro cuadrado, en el que el agua se vaporizaría sin hervir (tipo caldera Benson).

2.º La columna B señala en x el límite próximo a los 30 kilogramos de presión, a partir del cual se inicia la economía del calor, y los valores x x y x x indican también la limitación próxima a 80 que, como la anterior, quedaron apuntadas para el calor total de vaporización en el apartado 2.º anterior.

3.º La columna C señala la economía del recalentamiento a mayor presión, lógica consecuencia de la columna A, puesto que a mayor presión, el vapor se acerca más al límite superior.

4.º La columna D resume la doble economía: Entre obtener vapor recalentado a 350° desde 1 kilogramo a obtenerlo a 84, median casi 100 calorías de diferencia. Con el kilogramo de nafta de 10.500 calorías se podrían obtener (rendimiento del generador aparte) 2 kilogramos más de vapor a la mayor de las presiones apuntadas.

* * *

Para formarse exacta idea de lo que implica un tan pequeño, al parecer, aumento del 0,05 ó 0,06 en el rendimiento térmico, que antes se indica, examinemos las siguientes cifras:

El equivalente calorífico de un caballo-hora es de 630 calorías en números redondos, deducidas de la fracción

$$\frac{75 \text{ kg.} \times 3.600}{425}$$

El rendimiento total o industrial se puede expresar por la fracción

$$R = \frac{630}{\text{Consumo} \times \text{Poder calorífico}}$$

de donde

$$\text{Consumo} \times \text{H. P.} = \frac{630}{P \times \text{Poder calorífico}}$$

Pues bien: según datos experimentales que cita el coronel Baulino, ingeniero naval italiano, en su obra tan notable *Progresos industriales de las máquinas de vapor* (1), resultan para C, aplicando nafta de 10.500 calorías:

Presión de 20 kilos por centímetro cuadrado	C = 477	gramos.
» 40 » » » »	C = 421	»
» 60 » » » »	C = 398	»

Las diferencias se derivan de que en los tres supuestos 20, 40 y 60 kilogramos por centímetro cuadrado, los valores de r_2 son, respectivamente, 0,30, 0,34 y 0,36.

Por tanto, la economía obtenida en gramos de nafta, se graduará por la relación

$$\frac{477}{477 - 398} = \frac{100}{x}; x = \frac{7.900}{477} = 16,5,$$

es decir, un 16,5 por 100 de economía total de combustible debida a la mejor utilización del ciclo de Rankine.

El procedimiento para determinar los valores apuntados de r_2 en los tres supuestos que se citan ha sido el mismo que pudiera titularse clásico, que siguió Hirn para la determinación del equivalente del calor en trabajo, o sea calcular la relación

$$\frac{\text{Calor utilizado}}{\text{Calor total consumido}} = \frac{\text{Calor total} - \text{Calor cedido a condensador}}{\text{Calor total consumido}}$$

(1) Traducción, capitán de fragata D. I. Núñez.

Pero además existe una mayor y motivada ventaja del vapor a gran presión y recalentado, en el orden del rendimiento del motor, en cuanto a reducción de las condensaciones; a continuación insertamos un cuadro en el que figura el grado de condensación teórica de un vapor saturado a 20 kilogramos por centímetro cuadrado de presión, que, sucesivamente, se va expansionando en una turbina.

Presiones sucesivas.	Grados de humedad.
10 kilogramos por centímetro cuadrado.....	4,5 por 100 de agua.
5 ídem por ídem.....	8,5 por 100 de ídem.
3 ídem por ídem.....	13 por 100 de ídem.
1 ídem por ídem.....	16 por 100 de ídem.
0,5 ídem por ídem.....	19 por 100 de ídem.
0,1 ídem por ídem.....	24 por 100 de ídem.

Es decir, que con vapor saturado sale de la turbina una mezcla de vapor con la cuarta parte de agua. Ese mismo vapor recalentado a 350 grados centígrados, al llegar a la presión de 2,5, pasaría al estado de saturado, y al terminar la última expansión tendría un 15 por 100 de líquido.

Los valores que se indican para graduar el título del vapor después de sucesivas expansiones son fáciles de calcular si se hace abstracción del efecto de las paredes. Es sabido que dentro del proceso de una expansión adiabática, al aumentar el volumen una cantidad infinitamente pequeña, se produce un trabajo exterior; por este mismo hecho varían en cantidades infinitesimales la temperatura, la presión y el calor interno.

La ecuación que interpreta el fenómeno es la tan conocida de Clausius, transformada por Zeuner,

$$\omega + \frac{r x}{T} = \omega_0 + \frac{r_0 x_0}{T_0} = \text{constante},$$

en la que $\omega = \int_0^T \frac{dQ}{T}$ y r el calor de vaporización, el que los antiguos físicos titulaban calor latente. Para mayor claridad aplicaremos la fórmula a un ejemplo. Sea el vapor, por ejemplo, a 10 kilogramos, que se dice contiene 4,5 por 100 de agua, su título será: $1 - 0,045 = 0,955$. Si se expansiona hasta la presión 0,5, la ecuación anterior, empleando las tablas de Zeuner (A. Witz: *Termodinámica*, capítulo VI), resulta:

$$0,51 + 0,955 \times 1,05 = 0,26 + 1,54 \times \varphi$$

(0,51 y 1,05, valores respectivos de ω y $\frac{r'}{T}$ para $p = 10$ kilogramos; 0,26 y 1,54, valores respectivos para $p = 0,5$ kilogramos.)

De esta ecuación se deduce $\varphi = 0,805$, lo que supone una dosificación de agua ($1 - 0,805 = 0,195$), o sea el 19 por 100 que se indica, quedando confrontado el penúltimo valor del cuadro último.

La pérdida de energía derivada de la humedad del vapor se puede, si no calcular con exactitud, por lo menos tantearla con aproximación, si se tiene en cuenta que al pasar por sucesivas expansiones del título 1, o muy próxima al 0,8, el agua incorporada es de 200 gramos por kilogramo de vapor. Esta agua es proyectada por las paletas móviles sobre las paredes, por efecto de su fuerza centrífuga, perdiéndose el valor de su fuerza viva graduable por el factor $\frac{1}{2} \times \frac{200 \text{ gramos}}{9,80} \times (\text{velocidad peritérica})^2 = 225$ kilogramos.

Como este valor es relativamente considerable y el número de coronas es también de consideración, resultan pérdidas que se elevan por encima del 5 por 100 del trabajo disponible en cada kilogramo de vapor. Aunque parezca paradójico, elevar las presiones exige mantener y hasta elevar el recalentamiento, debido a que en las primeras expansiones desde altos límites se producirían condensaciones importantes, y el rendimiento de las turbinas bajaría por la razón anteriormente apuntada y por el rozamiento del fluido con las paletas.

El límite superior del recalentado es función de los materiales que se utilizan. En el acero no conviene pasar de los 400 grados. Y de éste no se pasa. Las temperaturas de 500° C exigen aleaciones de acero, cromo y níquel, prácticamente inaplicables hasta el presente.

*
* *

El vértice de la aplicación del vapor a elevadas presiones se encuentra en el modelo Benson, caldera instalada en una importante industria de caucho, Siemens-Schukert, en Berlín. Su forma, octogonal y vertical, y el aislamiento del resto de la fábrica, recuerda la silueta de un alto horno. El fundamento teórico quizás tenga parentesco o precedente en la patente francesa Serpollet, de 1887, que conseguía el vapor instantáneo haciendo pasar el agua por una tubería al rojo; pero esta aplicación sólo fué utilizada en tracción de vehículos pequeños por ser antieconómica; como dice el ingeniero M. Labadie: «Era solución audaz; pero no lo bastante...» En el modelo Benson se obtiene el vapor en el punto crítico,

o sea sin ebullición; pero en seguida se expansiona hasta 180 kilogramos y se recalienta a 400° C, para seguir el curso de las turbinas de alta y luego de las de baja.

El sistema de las altas presiones se puede juzgar, en conjunto, como ventajoso en el caso de que constando una instalación en grande de otras varias de menores características, el vapor pueda escalonadamente, o con recalentamientos intermedios, ir pasando en orden sucesivo por varias caídas térmicas, cada una a su vez utilizable. Pero en un elemento de fábrica, cambiar, por ejemplo, una caldera de 20 kilogramos por otra de 60 sólo porque una instalación motora rinda un 6 por 100 más térmicamente, sería casi un absurdo mecánico, si se tiene en cuenta el que ese pequeño incremento se puede obtener con mucha mayor sencillez intensificando el vacío del condensador. Si se recuerda que el ciclo de Rankine enlaza en coordenadas cartesianas, las presiones como ordenadas y los volúmenes como abscisas, se ve, desde luego, que los aumentos de la expansión adiabática, por bajo la línea atmosférica, traen consigo positivos aumentos del área interior, aumentos más apreciables al generalizarse el uso de las turbinas que expansionan el vapor hasta la presión del condensador.

A continuación se expone una tabla (1) en la que figuran los rendimientos del ciclo citado, a medida que disminuye la contrapresión del escape, tendencia a tener muy en cuenta para juzgar sobre la aplicación de las más bajas presiones en el condensador, en contraposición de las altas, de que nos venimos ocupando:

Presión absoluta en calderas. — Kilogramos por centímetro cuadrado.	Presión absoluta en el condensador. — Kilogramos por centímetro cuadrado.	Limites de las temperaturas del condensador.	Rendimiento del ciclo de Rankine.
20	0,20	60°,0 — 60,45	0,279
20	0,15	53°,5 — 54,37	0,387
20	0,10	45°,5 — 46,21	0,301
20	0,08	41°,0 — 41,92	0,310
20	0,06	36°,0 — 36,56	0,320
20	0,04	28°,0 — 29,35	0,332
20	0,02	17°,0 — 17,84	0,350

(1) *La Energía Eléctrica*. 1927.

De los datos precedentes se deduce que al pasar el grado de vacío de 0,2 a 0,02 kilogramos por centímetro cuadrado, el rendimiento aumenta 0,07 kilogramos, es decir, el 25 por 100 de su valor inicial.

Ahora bien: estos aumentos en el grado de vacío no se pueden considerar ilimitados. Si se pudiera, mecánicamente, por un dispositivo especial llevar la exhaustación por bajo del cero tórmométrico, indudablemente el rendimiento térmico, el deducido del ciclo de Rankine, se elevaría a límites insospechados; pero el trabajo útil de la máquina quedaría muy disminuído, pues tal grado de vacío se desenvuelve, térmicamente, en condiciones contradictorias.

El kilogramo de vapor a la presión, por ejemplo, del escape y temperatura te cede un número de calorías graduables por la fórmula de Regnault, $606,5 + 0,305 te - tc$, siendo tc la temperatura de régimen del condensador. Estas calorías caldean un número R de kilogramos de agua desde su temperatura inicial ti hasta la tc ; por tanto, la ecuación que establece el régimen de condensación, es la siguiente:

$$R = \frac{606,5 + 0,305 te - tc}{tc - ti} .$$

De ella se deduce: primero, que R aumenta a medida que desciende te , o sea que a menor temperatura (y menor grado de vacío, por tanto) crece la cantidad de agua a extraer; segundo, que R aumenta también con el valor de te , o sea con el grado menor de expansión de la máquina (vapor más caliente); y tercero, que R disminuye con el aumento de ti , o sea con el agua más fría de ingreso. Dado un límite fijo para ésta, en virtud de la primera consecuencia, para disminuir el grado de vacío, hay que elevar la cantidad total del agua de inyección. En varios cuadros calculados con arreglo a las fórmulas que se cita se vé que, para una temperatura de inyección en el condensador de 10° C y el escape atmosférico del cilindro, o sea a 100° C para condensar el kilogramo de vapor de $20^{\circ},6$, por ejemplo, se requieren 60 litros de agua, y sólo 11 si la temperatura de régimen del condensador es de 60° C. Rebajar el grado de vacío equivale al aumento del trabajo de las bombas de alimentación y, por consiguiente, a una pérdida de trabajo útil. Pero aún existen otros motivos para no rebajar, por bajo de cierto límite, el referido grado de vacío, como se va a ver a continuación.

La verdadera contrapresión se gradúa por la suma $pc + p'$, siendo pc la correspondiente al vapor saturado a la presión de régimen del condensador y p' la del aire desprendido en el agua de inyección; para que pc descienda es preciso aumentar el caudal del agua, y por tanto, p' ; en

ello reside el principal antagonismo de las condiciones del condensador. Boulvin, en su tratado clásico de *Máquinas de vapor*, admite que el agua disuelve $\frac{1}{15}$ de su volumen, de aire, sean cualquiera las condiciones de presión y temperatura; pero ese dato lo admite con reservas, puesto que indica que exige comprobación. Otros autores suponen que disuelve un 0,02 en vez del 0,06 anterior a la temperatura de 15° C y presión atmosférica. Por este género de razones, el citado Boulvin estima que el grado de vacío no debe rebasar de 0,06 kilogramos, al que corresponde una temperatura de 35° C. Dentro de esta hipótesis se observa que el rendimiento del ciclo de Rankine aumenta $0,320 - 0,279 = 0,041$, es decir, que rebajar el grado de vacío desde 0,20 a 0,06 casi basta para suplir el efecto termomecánico del aumento de presión de trabajo de 20 a 40 kilogramos. Esto confirma cuanto antes se indica: que las utilizaciones de las altas presiones del vapor convienen para grandes masas de diferentes consumos; pero no por lo que respecta a tipos unitarios de caldera simple aplicada a un motor corriente, ya sea oscilante o de turbina. En estos casos conviene tantear los mayores rendimientos térmicos por aumentos relativamente cortos de las presiones iniciales, y por otros, en sentido inverso de los grados de vacío del condensador. No se debe perder este último punto de vista al estudiar la aparatosa cuestión de la utilización de las altas presiones del vapor.

II

Aplicaciones a las máquinas fijas.

Respecto a las máquinas de vapor fijas, en el terreno teórico están, desde luego, admitidas y recomendadas las altas presiones del vapor. En el experimental, las afirmaciones no son tan absolutas. Se aporta como dato práctico que una turbina que trabaja con 15 kilogramos de presión y una temperatura límite de 350° C, consume 0,70 kilogramos de carbón por kilovatio-hora, rindiendo en total el 17 por 100. Si esa misma turbina pudiera trabajar a 100 kilogramos y 460° C, con el recalentado posterior, el consumo se reduciría a 0,50 kilogramos por kilovatio-hora y el rendimiento se elevaría al 24,25 por 100. Dentro de supuestos económicos de tipo corriente, aparece que, para una elevación del coste inicial de 50 pesetas por kilovatio (400 pesetas en máquina monocilíndrica y presión de 16 kilogramos, y 450 pesetas para la turbina de tres saltos y vapor vivo a 60 atmósferas, aplicados estos datos a tipos de 30.000 kilovatios trabajando anualmente 3.000 horas), el precio total del gasto del

kilovatio-hora es de 5,5 céntimos en el primer caso y 4,4 en el segundo. Es decir, que en dos años se amortiza el mayor coste de la instalación primera.

Pero una cosa es citar cifras y estudios económicos de optimismo deslumbrante y otra es la realidad de las aplicaciones, que en este caso concreto ofrece dudas de importancia: unas que se refieren al conjunto general de la instalación y otras al detalle, al órgano propiamente dicho, que cambiando de límites cambia de estructura, arrastrando peligros en su empleo. Examinaremos brevemente ambas particularidades. Las calderas de 60 atmósferas, para que se totalice su utilización, requieren acoplamientos con otras de menor potencia y con elementos o anexos a estudiar en conjunto. Si una fábrica actual dispone de un grupo de calderas de 20 kilogramos, por ejemplo, así como así no es procedente cambiarlas por otras de mayor potencia, aun en el supuesto de la renovación oportuna de las máquinas en que ese vapor ha de trabajar. Paralelamente al aumento de presión hay que proceder a las nuevas instalaciones de otros elementos de menor potencia para acoplar exhaustaciones con alimentaciones directas. Uno de los sistemas es llevar el vapor directamente a máquinas Borsig, por ejemplo, de 800 H. P. y cuyos límites de compoundaje sean 59 y 38 en alta y 38 y 16 en baja. Este vapor de escape, llevado a los acumuladores, de los cuales brevemente nos ocuparemos, puede reunirse con el procedente de calderas de 16 kilos y a tal presión utilizarse, para llegar más tarde a otra caída de 10, y por último, como escalón final a la calefacción del edificio. Estos nuevos órganos acumuladores tienen la aplicación esencial del volante o acumular energía para devolverla en los momentos de mayor consumo, y consisten en tanques de acero, cilíndricos, terminados en casquetes esféricos. En una noticia referente a una instalación de una refinería de azúcar (1) se cita un modelo de diámetro de 4,90 metros y longitud de 16,17, capaz de acumular 20.400 kilogramos de vapor a presión mínima de 1 kilogramo; la correspondiente carga a 6 atmósferas se deduciría del valor del volumen específico a esa presión (tabla Fliegner; volumen específico, a 1 kilogramo; valor, 1,702; a 6: valor, 0,316).

En cuanto al órgano en sí, conviene estudiar y tantear mucho sobre las muchas y también costosas disposiciones de que es preciso valerse para la completa utilización del vapor a alta presión, señalándose que en algunas se requiere la extracción total del vapor de la turbina para introducirlo otra vez nuevamente recalentado; en otras, la eliminación parcial de la humedad del vapor al paso por las ruedas últimas, o tam-

(1) *Ingeniería y Construcción*, núm. 75.

bién la extracción de vapor en varios puntos de la turbina para caldear el agua de la alimentación.

Esta última se deriva de la consideración de que al condensarse el vapor en el órgano propio, cede al agua de circulación un gran tanto por ciento del calor recibido en la caldera. Se comprende perfectamente que reportaría gran ventaja utilizar parte del calor perdido en el condensador, en calentar el agua de alimentación.

Supuesto un vapor de alta temperatura correspondiente a una presión alta y expansionándose en turbina de tres saltos, si en los tránsitos intermedios se extrae el vapor, todo él puede condensarse cediendo su calor al agua de alimentación. Si el vapor en vez de extraerse hubiese seguido el ciclo, hubiera rendido cierto trabajo útil; pero al final, se vería que rendía menos beneficio que en la forma supuesta. Este sistema, de reciente aplicación americana, se titula «regeneración del calor». Si las presiones de trabajo se limitan entre 20 kilogramos por centímetro cuadrado y 0,1, dícese que el rendimiento del ciclo aumenta desde 0,301 a 0,318 con una sola extracción, y con dos (a 12 y a 1 kilogramo por centímetro cuadrado, respectivamente), el rendimiento se eleva a 0,341. Ya tenemos por este camino, también alcanzado, un aumento de 0,04 en el rendimiento térmico, acercándonos al 0,06 que se indica en el Capítulo I. Una presión de 28 kilogramos, por ejemplo, autorizaría a realizar tres extracciones (por ejemplo, a 20, 12 y 1), y seguramente el rendimiento alcanzaría ese incremento del 0,06; pero no debe olvidarse que todo esto, sin duda, ocurre en el terreno teórico del proyectista; en la práctica, las dispersiones forzosas del calor a través de paredes metálicas y el trabajo de las bombas, necesarias en cada salto-extracción, han de reducir considerablemente dicho incremento. Por otra parte, así resultan «instalaciones no sólo costosas y complicadas, sino poco flexibles e inadecuadas para alimentar cargas muy variables; su empleo aparece indicado en las centrales destinadas a alimentar la base de las curvas de carga y, como consecuencia, trabajar con factores de carga muy altos y con variaciones de la carga insignificantes...» (1).

Otra dificultad proviene de los espesores parciales de colectores y tubos. Todas las fórmulas empíricas de ingenieros franceses y alemanes para tubos sometidos a presiones interiores son del tipo $e = 0,0015 n \cdot d + 2,6$, en las que e (espesor) y d (diámetro) se expresan en milímetros, y n , presión en kilogramos por centímetro cuadrado. Para espesores comprendidos en 7 y 25 milímetros es corriente la llamada fórmula de Hamburgo:

(1) *Características del vapor en las modernas centrales térmicas*, García Mercadal, obra ya citada.

$s = \frac{n D}{40 \cdot R \cdot z}$, en la que, aparte los valores citados, figura en denominador el valor de R , coeficiente de trabajo del hierro o acero y un factor z , cuyo valor mínimo es altamente significativo, puesto que se gradúa en:

0,56 para palastros unidos con roblonado sencillo,
0,70 para palastros unidos con roblonado doble;

quiere esto decir que ese valor del divisor sería máximo y, por tanto, el espesor mínimo, si llegara al valor unidad, caso que se podría admitir en piezas uniformemente forjadas. La solución que de estas cifras se deriva es la que se busca en la práctica, como vamos a ver en el siguiente tipo.

La caldera Borsig, apta para la presión de 60 kilos, consta de cuatro grandes colectores de 900 milímetros de diámetro, forjados, sin costura y con un espesor de 48 milímetros. Según estos datos y validos del método de cálculo corriente que se cita en casi todos los textos de Mecánica (1), se puede deducir el valor del coeficiente de trabajo mediante los cálculos siguientes:

$$e = \frac{p \cdot d}{2 \cdot R}, \quad R = \frac{p \cdot d}{2 \cdot e}, \quad R = \frac{60 \times 90}{2 \times 4,84} = 562 \text{ kgs.} \times \text{cm.}^2,$$

que resulta algo por bajo de los 6 kilogramos que se recomiendan como máximo para estos trabajos, por milímetro cuadrado.

Para la composición de estos colectores parece convenir la del palastro de acero *muy dulce* de la clasificación de Firminy, con dosis de carbono entre 0,15 y 0,20 por 100, coeficientes de fracturas entre 40 y 48 kilogramos por milímetro cuadrado y alargamientos comprendidos entre el 24 y el 30 por 100 (2).

Para evitar las acumulaciones locales de calor, origen de muchas ex-

(1) E. Gabriel: *Traité de Mécanique*.

(2) La construcción de estos colectores exige partir desde el bloque homogéneo para llegar, por embutición, hasta el diámetro y longitud requeridas, pues no serían admisibles ni posibles las soldaduras ni los roblonados o remachados, aun supuestos éstos, efectuados a presión con el escariador. Generalmente, la masa a trabajar pesa unas 100 toneladas, en forma de gran lingote prismático de sección octogonal. Previo recalentado, por medio de prensa, se punzona, luego se estira y, por último, se recuce. Se trata, por tanto, del procedimiento llamado «por embutición», a cuyas dificultades hay que agregar las que corresponden a las uniones de los tubos de agua, que tienen que realizarse perforando el colector y remachando, en caliente, las cabezas de dichos tubos, con el operador dentro del colector y valido de martillo neumático.

plosiones, se proveen estas calderas de tubos especiales, destinados, con exclusión de otro objeto, para que el agua descienda por ellos, mientras que en los haces, si la circulación es la corriente, el agua y el vapor sólo deben ascender. Es decir, que no son aplicables, por ejemplo, las dobles circulaciones dentro del mismo elemento como ocurre en el tipo Niclausse. Se trata, por consiguiente, de separar el doble haz, que en conjunto se encierran dentro de cada uno de ese tipo.

Estos peligros, indudables, son un punto de vista que conviene no perder, por tratarse de calderas de uso relativamente reciente. Hasta el presente no ha cristalizado esta innovación en los países del Sur de Europa, por varias razones. Francia y España, por ejemplo, son países esencialmente hidráulicos. De las grandes centrales térmicas, muchas lo son a título de costosas reservas. Las de los grandes centros fabriles pertenecen a diversas compañías. El carbón suele ser caro y estar lejos. En cambio, las altas presiones del vapor se abren paso en Inglaterra y Alemania; una central inglesa produce vapor a 220 kilogramos por centímetro cuadrado, para trabajar luego inicialmente en las turbinas a 105. En los Estados Unidos, más divulgado el sistema hasta 28 kilogramos por centímetro cuadrado, se consideran como presiones bajas o corrientes; hasta 35, medias, y desde ese límite, se titulan altas.

III

Aplicaciones a la propulsión marina.

El problema de la aplicación de las altas presiones del vapor en las máquinas de propulsión de los buques ha sido cuidadosamente estudiada ante la seria competencia del motor Diesel para esta clase de trabajo. El *espaldarazo*, valga la frase, lo recibió ese motor al aplicásele al transatlántico italiano *Auyustus*, de 30.000 toneladas de desplazamiento.

Los estudios para mejorar el rendimiento de las máquinas de vapor de los buques se han orientado en varios sentidos: Uno, aumentar la presión de las calderas; otro, y unido al anterior, utilizando los máximos grados de recalentamiento; otro, aumentar el vacío del condensador, y otro, recalentar el aire comburente y el agua de alimentación, llevando ésta, bien a los órganos especiales llamados economizadores, bien mezclándola con el vapor extraído de las máquinas en distintos grados de condensación, lo que se titula «regeneración del calor».

En el antes citado trabajo del coronel Baulino se exponen estudios comparativos de potencias y consumos en la maquinaria de buques rápi-

dos de guerra del tipo llamado hoy «conductores de flotillas». En éstos se encuentran, generalmente, calderas a presiones de régimen de 18,5 kilogramos por centímetro cuadrado, que corresponde a la absoluta de 20 kilogramos, sin utilizarse los recalentadores. Las comparaciones se efectuaron con maquinaria correspondiente al mismo tipo de buque aplicándole presiones de 40 kilogramos y recalentado de temperatura a 350°, adoptando también (y esto es importante como detalle revelador) un recalentamiento intermedio a 10 atmósferas y 260° C de temperatura.

A 20 kilogramos, con 0,1 de presión en el condensador, y a un consumo de 469 gramos por caballo, la potencia, en pruebas deducidas, fué de 45.667 H-P.

A estos datos corresponden próximamente:

$$r_1 = 0,65; \quad r_2 = 0,301; \quad r_3 = 0,68; \quad r \text{ total} = 0,130.$$

Con vapor a 40 kilogramos y doble recalentamiento supuesto, resultan:

$$r'_1 = 0,60; \quad r'_2 = 0,343; \quad r'_3 = 0,830; \quad L' \text{ total} = 0,170.$$

Las deducciones de estas cifras obedecen a una disminución de 0,05 en el valor del rendimiento de la caldera y a un aumento en el rendimiento mecánico de 0,03 por cada 40° de recalentamiento; tratándose de 2 a 100°, resultan $5 \times 0,03 = 0,15$, que sumados a los $r_3 = 0,68$, dan el valor de $r_3 = 0,830$.

Calculado el consumo en la forma antes indicada aparece en este segundo caso el de 357 gramos por caballo, con economía de $469 - 357 = 112$ gramos (nafta de 10.500 calorías). Estos datos concuerdan con los que da la experiencia.

En el nuevo vapor *Ausonia*, que cita el coronel Baulino, con calderas de nafta, trabajando a 28 kilogramos por centímetro cuadrado y recalentado a 370° y aplicadas a dos motores de tres turbinas sin recalentamiento intermedio, garantizan sus armadores un consumo de 315 gramos para los 18.500 caballos-eje, inferior, como se vé, al límite antes citado, si bien hay que tener en cuenta que figuran en la instalación el recalentado del aire comburente y el del agua de alimentación como elementos a sumar para la elevación del rendimiento del sistema.

De todos modos el progreso es gigantesco; pues no hará todavía veinte años se acusaban consumos de carbón por caballo-hora: 3,22 libras hasta 1,85 en marchas de diez horas, bien se tratara de las máquinas de cilindros, bien de turbinas; y hace unos diez años se consideraban

como resultados realmente sorprendentes y admirables los que expresa el siguiente cuadro (1) referente a buques americanos:

Velocidad, 21 nudos.

Unidad.	Año de construcción.	Desplazamiento. <i>Toneladas.</i>	Motor.	Consumo de combustible líquido por H.P. <i>Gramos.</i>
Delavare.....	1908	20.320	Turbinas Curtis.....	720
Floridad.....	1910	21.800	Idem Parsons.....	800
Utach.....	1910	20.320	} Propulsión eléctrica.	730
California.....	1918	32.000		568
Nuevo México.....	1918	32.000		512

La cifra apuntada de consumo de 315 gramos de nafta por caballo, utilizando las altas presiones, viene a poner en tela de juicio ese aforismo económico que dice que «el caballo Diesel es el más barato de cuantos mueven la industria.» En la maquinaria de los buques se tenía por axiomático ese modismo de catálogo, admitiéndose entonces que gracias a esos caballos había podido ser práctico el submarino. Se reconocían al Diesel de potencia media, las inequívocas ventajas de la economía, el poco espacio, el fácil arranque y falta de consumo en las paradas. Se citaban como cifras definitivas las siguientes:

Consumo por caballo efectivo: A plena carga, 200 gramos; a tres tercios de carga, 240 ídem; a mitad de carga, 275 ídem; a cuarto de carga, 260 ídem.

La aplicación al *Augustus*, que antes se indica, revela que el motor Diesel es apto para los grandes desplazamientos y que en la maquinaria de los buques se ha presentado en competencia franca y resuelta, no ya con la antigua máquina de vapor, sino con la moderna turbina aliada con el más moderno combustible, sin que por ello la turbina se considere en decadencia y sin posibilidad de nuevos perfeccionamientos. Como advierte el citado ingeniero naval italiano:

«Actualmente la máxima parte del calor se transmite por convección; este proceso requiere grandes superficies de caldeo y larga perma-

(1) *El sobrecalibre de la artillería de Marina*, MEMORIAL, 1920.

nencia de los productos gaseosos de la combustión en contacto con tales superficies. La transmisión de calor por radiación tiene lugar instantáneamente, y, dada la notable diferencia de temperatura entre la que reina en el haz de tubos y en la cámara de combustión, el coeficiente de transmisión resulta elevadísimo. Por consiguiente, es preciso extender la superficie que recibe el calor de radiación, sustituyendo el actual altar y la parte posterior de la cámara de combustión, que son de material refractario, por tubos calentadores.»

Como se vé, ya existen nuevos caminos a explotar para sucesivos perfeccionamientos. El referido autor indica que en los buques de guerra no se estiman, hasta el presente, como útiles más perfeccionamientos que los derivados de las altas presiones y del recalentado. La falta de espacio y el exceso de peso, complican adaptaciones como la de regeneración del vapor, si bien deben estimarse convenientes para aquellos casos de propulsión eléctrica en los cuales la maquinaria naval se encuentra en condiciones de marcha semejantes a las de las terrestres fijas.

IV

Aplicaciones a la tracción.

Las presiones altas del vapor han llegado a la tracción en ensayos teóricos y prácticos, realizados en los ferrocarriles suizos, y en ellos circula en pruebas un modelo de este tipo.

El presente estudio no tiene por objeto, como en un principio se indica, la reseña del detalle orgánico de las aplicaciones del vapor a alta presión. Por este motivo no se describirán más que ligeramente las innovaciones que supone el modelo en el ciclo de utilización total.

Aunque el motor Diesel, también ha invadido el campo de la tracción ferroviaria, no es, ciertamente, donde mejor puede competir, hasta el presente, con la clásica locomotora Stephenson. La potencia del Diesel, cualquiera que sea su aplicación, depende, con relación fija, del número de revoluciones que desarrolla. En las paradas, como especie de pecado original de todos los motores de explosión, no arranca solo y es más difícil arrancar, cuando, como sucede en los trenes, hay que hacerlo con plena carga. Esta es la parte flaca de todos los sistemas, y en la que ninguno admite la competencia con la locomotora eléctrica, y aun con la Stephenson, en la que debido, de un lado, al regulador, con sus variaciones, y de otro, al distribuidor de corredera, puede variar entre amplios límites la presión media de trabajo en los cilindros y con ello el esfuerzo que actúa sobre el émbolo. En la locomotora de vapor es sabido que

para el arranque se prolonga la admisión y con ello no sólo se hace más viva la acción del vapor, en cantidad, sino que el escape, siendo más vivo también, actúa sobre el tiro y éste sobre la producción de vapor, resultando en definitiva que la máquina se regula a sí misma. Ya se advierte que por esta causa de no responder del todo las locomotoras de vapor, en general, a las fuertes variaciones de la potencia de tracción, es o será uno de los motivos por los cuales la tracción eléctrica absorberá con el tiempo todo el tráfico futuro, a despecho: de las innovaciones de las turbinas, que menos flexibles que la Stephenson, se dan casi como fracasadas; de estas que vamos a tratar y de las tres clases de Diesel: Diesel puro; Diesel con «embrague» eléctrico, o Diesel con arranques neumáticos, pues es de señalar que este motor y sus aplicaciones a la tracción se estudian cada vez con más ahinco.

La locomotora proyectada sobre las bases de las aplicaciones de la alta presión, ha sido construída por la fábrica suiza Winterthur, con potencia de 1.000 C. V, presión de 60 kilos, y recalentado hasta 400° C. con peso adherente de 62 toneladas métricas.

Responde el tipo a la notación $2 = 6 = 2$. Su disposición general obedece a colocar el motor delante de la caldera y que aquél accione a través de un mecanismo de engranajes y de bielas de acoplamiento, los tres ejes motores. Las bielas principales, articuladas sobre un falso eje, atacan, por su parte media, a las que unen los dos primeros ejes motores.

En orden de marcha aparecen: *a*), cilindros; *b*), caja de humos y separación del vapor de escape, parte para el tiro forzado, parte para calentar el agua de alimentación en órgano separado; *c*), economizador, continuación de la elevación de temperatura del agua de alimentación; *d*), recalentador del vapor; *e*), cajón de fuegos. Es de advertir que el primer calentamiento eleva el agua desde la temperatura del ténder hasta 80° ó 90° C; y el economizador, y a expensas de los gases calientes, sube la temperatura hasta 250°, yendo a mezclarse con el agua en la caldera a los 257° que corresponden a la vaporización a 60 kilogramos. Con ello se pretende que la caldera propiamente dicha no se llene de incrustaciones y que todas las sales vayan depositándose en los recalentadores, donde es más fácil verlas y eliminarlas y no ofrecen el peligro de los contactos directos con la llama.

La caldera consta de un gran tubo hervidor, de otros dos inferiores, paralelos los tres, y en conjunto unidos por tubos vaporizantes, armándose todo ello sobre tres grandes paredes metálicas transversales desigualmente distanciadas. Entre las dos primeras y los tubos vaporizantes de costado se forman las cuatro paredes verticales del cajón de fuego.

Los hervidores son de acero forjado, de una sola pieza, con espesor

máximo de 46 milímetros. Las paredes transversales rodean a los hervidores y se forman por dos planchas de hierro que se unen por la periferia, soldadas interior y exteriormente, atirantándose entre sí.

Todos los elementos de la caldera se someten previamente a presiones de 200 kilogramos por centímetro cuadrado, enfriándose bruscamente después en agua.

La máquina de vapor va situada delante en sentido de la marcha; consta de tres cilindros en paralelo, de un diámetro relativamente pequeño: 215 milímetros, y una carrera de 350. No lleva condensador como las de turbinas; el escape se realiza a 4,5 kilogramos, presión media.

La distribución difiere de la clásica en la locomotora Stephenson, regulable con la varilla del distribuidor plano o barra del cilindro. Se asimila más bien a las de válvulas «comandadas», según el galicismo, también clásico. En este mecanismo de distribución entran resortes y entran levas que les oprimen, disposición característica del motor de explosión. Y como esas levas son distintas y pueden variar corriendo un árbol para producir distintos grados de admisión, quiere decirse que un mecanismo de regulación parecido al del automóvil se lleva a este nuevo modelo.

Cada cilindro lleva dos cajas de válvulas de fundición, con válvulas de simple asiento. El escape lo produce el mismo pistón por el centro. Un eje de excéntricas, con seis grados de marcha adelante y seis de marcha atrás regula la acción de las válvulas. Sus grados corresponden a otros tantos de admisión, que no pueden variar de modo continuo, como en la Stephenson, varían con la palanca del regulador. Para efectuar un cambio de admisión durante las paradas, un aparato de aire comprimido levanta las válvulas de los asientos y lleva hacia atrás los rodillos suficientemente lejos para los desplazamientos posibles del árbol de excéntricas. Durante la marcha es aplicable el mismo dispositivo a regulador cerrado. Para que la semejanza con el mecanismo automóvil sea mayor, no falta, como tampoco falta en la locomotora de turbinas, el mecanismo de reducción de velocidad, que por medio de ruedas dentadas tiene que desarrollar una reducción de 1 a 2,5. Estos mecanismos, son también propios de las locomotoras eléctricas (1).

(1) Conviene recordar que en las locomotoras eléctricas hubo en principio dos tendencias: una, la de la línea Berthond-Thone, con engranajes considerables, puesta en servicio en 1893, y otra, la de tipo Sampson, de impulso directo por bielas. La duda entre un sistema u otro determinó una paralización; pero más tarde, y por otros derroteros, se encontró factible en la marcha de las turbinas de vapor, la reducción de velocidad por engranajes, fuera cual fuesen velocidades y potencias, y ello trajo consigo el progreso de la locomotora eléctrica, resueltamente en este sentido; por tanto, este escollo no existe, ni para locomotora de turbinas, ni para la de altas presiones, ni mucho menos para la eléctrica.

A mediados de enero de 1928 se efectuaron viajes comparativos en ciertas secciones de los Ferrocarriles Federales Suizos, con la nueva locomotora de vapor «Winterthur», de alta presión, de 60 atmósferas y una locomotora común de vapor recalentado y simple expansión de 12 atmósferas de dichos ferrocarriles, a fin de averiguar el grado de superioridad de la locomotora de alta presión sobre la Stephenson, en cuanto a economía en hulla y agua. Las dos locomotoras, cuyas características se dan más adelante, podían ser consideradas como equivalentes en cuanto a potencia desarrollada y radio de acción, y sus provisiones de combustible y agua eran también equivalentes. La locomotora de baja presión había sufrido una reparación general tres meses antes de estos viajes, estando, por consiguiente, en buenas condiciones de marcha.

Los siguientes datos (que debemos a la amabilidad de la representación española de dicha casa suiza) indican, comparativamente, la analogía de características precisas para los ensayos.

Locomotora de alta presión «Winterthur».		Locomotora de baja presión del tipo común.
60	Presión en la caldera, atmósferas.....	12
1,33	Superficie de parrilla, metros cuadrados.....	2,3
97	Idem de calefacción en contacto con agua, metros cuadrados.....	120
20	Superficie del recalentador, metros cuadrados.....	32,2
2,7	Agua en la caldera, metros cúbicos.....	4,9
3	Número de cilindros.....	2
215	Diámetro de los cilindros, milímetros.....	540
350	Carrera del émbolo, milímetros.....	600
1 : 2,5	Reducción en los engranajes de transmisión.....	—
1 520	Diámetro de las ruedas motoras, milímetros..	1.520
80	Velocidad máxima en kilómetros-hora.....	75
62,8	Peso en vacío con tender, toneladas.....	64,2
75	Peso en servicio, toneladas.....	90,8
6,2	Provisión de agua, metros cúbicos.....	16
2,7	Provisión de hulla, toneladas.....	4

Los ensayos fueron efectuados en días consecutivos, cada vez en iguales condiciones atmosféricas y con la misma composición de tren, en las secciones comprendidas entre Winterthur y Romanshorn y Winterthur y Stein-Säckingen con paradas en las estaciones terminales solamente.

Los viajes de ensayo fueron efectuados bajo el control de los Ferrocarriles Federales Suizos, con su personal de tracción y vagón dinamómetro. Se usaron únicamente briquetas de una capacidad térmica de 7.300 calorías por kilo. Los resultados de los viajes de ensayo se reúnen en la siguiente tabla:

	Sección Winterthur-Roman- shorn, ida y vuelta		Sección Winterthur-Stein- sackingen, ida y vuelta	
	Alta presión.	Baja presión.	Alta presión.	Baja presión.
Trayecto en kilómetros.....	112		149	
Rampa máxima en %.....	12		8	
Peso del tren remolcado (sin locomotora). toneladas.....	242		300	
Número de ejes.....	31		40	
Velocidad término medio, kilómetros. hora.....	61,8	60,7	55	53,5
Consumo de hulla, kilogramos.....	776	1.176	1.012	1.449
Consumo de agua, litros.....	5.250	9.700	6.550	12.200

Reduciendo estos valores a caballos-horas en el gancho de la locomotora, resulta una economía de hulla del 35 al 40 por 100 y una economía de agua del 47 al 55 por 100.

Parece más oportuno comparar este tipo de locomotoras con las de turbinas, que con la Stephenson; las dos primeras tratan, si no de derrocar a la tercera, por lo menos de alternar con ella. En este sentido se inserta el siguiente cuadro (1):

Características.	Turbinas Krupp.	Alta presión Winterthur.
Notación.....	4-6-2	2-6-2
Potencia.....	1.100	1.000
Diámetro ruedas motrices.....	1,65	1,52
Peso máquina.....	112 toneladas métricas.	75 toneladas métricas.
Presión del vapor.....	50 kilos.	60 kilos.
Consumo de carbón por H. P....	600 gramos.	770 gramos.

(1) «La locomotora industrial». (La locomotora Stephenson y la de turbinas.) Congreso Asociación Española para el Progreso de las Ciencias, de Cádiz, 1927.

Como se vé, esta nueva tentativa representa la tendencia iniciada del menor consumo, pues la cifra de la última línea no hay que olvidar que es la unidad, el kilogramo para las modernas «Montañas», o sea el vértice superior de los perfeccionamientos de la máquina Stephenson.

Dícese que las ventajas de la locomotora de alta presión sistema «Winterthur» se resumen como sigue:

1.^a Economía importante de combustible; reducción de los gastos de servicio y del trabajo del fogonero. 2.^a Economía importante de agua y reducción correspondiente de la incrustación en los calentadores; por tanto, aumento del radio de acción o reducción del peso muerto para un mismo radio de acción. 3.^a Contrariamente a la locomotora de turbinas o a la locomotora Diesel, el precio de coste y el peso no son más elevados que para locomotoras de vapor ordinarias. 4.^a Servicio más simplificado que con locomotoras de vapor ordinarias. Construcción sencilla de la caldera y de la máquina; mínimo de aparatos auxiliares y de posibilidades de desorden. Reducción de los gastos de entretenimiento. 5.^a La caldera puede ser inspeccionada desde el exterior y desde el interior. 6.^a No hay incrustaciones en la caldera misma. Las incrustaciones se precipitan en forma de fango, únicamente en los recalentadores que pueden ser fácilmente limpiados. 7.^a Trabajo de deshollinar en depósito menos frecuente. 8.^a Máquina de vapor fácilmente accesible por todos los lados; bielas y mecanismo de distribución encerrados en un cárter; menos desgaste y duración prolongada. 9.^a La reducción por engranajes permite un arranque suave y reduce el grado de irregularidad del momento de rotación. 10. Mecanismo perfectamente equilibrado. Mejor utilización de las cargas admisibles por eje y posibilidad de construir unidades de gran potencia. Existe proyectada una locomotora de alta presión de 60 atmósferas y 3.000 caballos, con peso total de 193 toneladas (incluidas las 63 del tónder) y capaz de rendir, sin paradas, el viaje directo de París-Bruselas (300 kilómetros).

Por último, conviene advertir que la construcción de este nuevo tipo de locomotora, por casa tan prestigiosa, no debe ser motivo ni de extrañeza ni de asombro, si se tiene en cuenta que a la locomotora se llevan todas las mejoras posibles y favorables de las máquinas de vapor.

Por ejemplo: una innovación, poco divulgada, que reviste importancia, muy especialmente desde el punto de vista de lograr una gran economía sin recurrir al sistema Compound, es la aplicación a la locomotora de la máquina de vapor *equicorriente* de Stumpf. Sistema poco conocido, se destaca su principio de que el vapor, con relación a cada una de las caras del pistón, lleva siempre el mismo sentido, igual corriente... Imagínese un cilindro muy alargado y dentro de él un pistón grueso. La

admisión del vapor se realiza por los extremos y la exhaustación por el centro; en vez de superponerse los diagramas por cada cara, como de ordinario, se yuxtaponen en línea recta por el punto de menor presión que corresponde al escape común. (La patente es del ingeniero inglés Tood en 1886, pero el perfeccionamiento es del alemán Stumpf en 1910.)

La ventaja que este tipo de máquina ofrece, desde el punto de vista del cambio de calor entre el vapor y las paredes de los cilindros, permite luchar en buenas condiciones a la máquina de simple expansión con la máquina Compound, tanto si se emplea vapor saturado como vapor recalentado. Se comprende que en cuanto la máquina equicorriente salió del terreno experimental para ser llevada a la construcción, se intentase aplicarla a la construcción de locomotoras, y se dice que también con excelentes resultados.

Resumen.

Los sistemas que acaban de reseñarse no cabe discutirlos aisladamente. Hay que referirlos a sus aplicaciones concretas. Entre éstas, hay dos que preocupan especialmente a la moderna industria: La primera, es la que se llama «cubrir picos de cargas», refiriéndose con ello, a los momentos del máximo consumo de energía que se piden a las centrales en contraste con otros de escasas cargas, y el segundo, a la tracción ferroviaria.

Para resolver la primera cuestión, se recurre: a los acumuladores eléctricos, solución corriente; a los grupos Diesel (que rápidamente se ponen en marcha) y a los acumuladores de agua y de vapor de que vamos a ocuparnos. El ingeniero doctor Schumacher, ha publicado un estudio interesantísimo sobre las orientaciones de la economía eléctrica en Alemania (1) y entre ellas y por ser representativa la exponemos, cita la llamada «acumulación hidráulica», entendiéndose por tal, el que durante los periodos de cargas escasas, la energía se utiliza en elevar agua por medio de bombas, que más tarde y accionando turbinas, reintegran la energía acumulada.

Hay que fijar, por ser este punto de excepcional interés, que estos proyectos de recuperación ofrecen cifras verdaderamente gigantescas, hasta el punto de citarse varias instalaciones de ese tipo, una de ellas en Dresde con capacidad de acumulación de 1,9 millones de metros cúbicos.

(1) *La Energía Eléctrica*. 1928,

cos, 140 metros de desnivel que corresponde a unos 560.000 kilovatios-horas—punta—diario.

Dentro de programas tan extensos, ya no pueden chocar ni extrañar que se proyecten instalaciones térmicas de alta presión, para acumular toneladas de vapor que se utilicen con idéntico resultado. En ese modelo que se cita de acumulación hidráulica, existe inmediato el río Elba, en donde se pueden instalar las bombas-resortes de elástica energía. Pero de no existir ese manantial de recuperación, entre los más accesibles de instalar, es el del grupo de calderas de 60 a 70 kilos, de vapor, cuyo gasto de explotación será relativamente corto si se cuenta con carbones de escaso poder calorífico, previamente pulverizado.

Esta es, sin duda, la aplicación más clara y más concreta que se ofrece a las altas presiones del vapor: la acumulación de éste en órganos (que se han citado en el curso de este trabajo) para «cubrir puntas», advirtiéndose, para terminar, que no deben extrañar las complicaciones que suponen, pues la citada central sobre el Elba, que se cita, requiere para utilizar el agua elevada, cuatro turbinas de 30.000 H-P. cada una, cuatro bombas de 27.000 H-P. y cuatro generadores de 21.000 kilovatios, que ya es decir bastante....

*
*
*

En cuanto a la tracción ferroviaria, ni las locomotoras de turbinas, ni la de alta presión que se ha reseñado, ni las Diesel con distintas soluciones, ni la Stephenson, que se supone agotada, pueden competir técnicamente con las eléctricas. Se parte de principios tan precisos como los de que el motor continuo, serie, se caracteriza por un gran par motor para el arranque, y en marcha, su velocidad es función inversa del par resistente; y si se trata de motores de inducción, las maniobras están tan simplificadas eléctricamente, que introduciendo o quitando polos, se varía el efecto del flujo rotatorio engendrado en el campo inductor, y con ello se varían, según las necesidades del trazado, los factores de la potencia. Además, no da humos, se facilita la maniobra y gozan de la propiedad del llamado freno reostático que pueden evitar las zapatas (1), ventajas, en suma, que justifican el mayor y más considerable gasto de primera instalación y que a pesar de ello, se haya pasado desde el primer tranvía eléctrico en Berlín en 1879, con tres caballos de fuerza, hasta la locomotora Oerlikon de 5.400 H-P., de construcción reciente,

(1) Padre P. del Pulgar. Conferencia en la Asociación de Maestros electricistas 1929.

lo mismo que otra A. E. G. de 3.500, análogas a otras que en los Estados Unidos han llegado al transporte de trenes de 3.000 toneladas métricas con cuatro unidades de esas locomotoras.

Claro es que se puede presentar como pecado de origen del motor eléctrico, que no utiliza elementos directos que hoy por hoy se puedan captar, pues como dice D. José Echegaray con certera frase, «la dinamo es una especie de Banco de energías que especula con otras fuerzas naturales: caídas de agua, carbón, petróleo...»; pero es de advertir que la energía hidráulica tiene cierta afinidad electiva, simpatía o atracción por la energía eléctrica, regulable con acumuladores de este tipo, y en este sentido influye esencialmente la configuración del país, que, como el nuestro, parece estar indicando el camino a nuestros ferrocarriles y a nuestras industrias lo mismo que esos letreros, esas flechas o esas manos que representan huellas a seguir; y a seguirse sin miedo, pues los a modo de grandes ensayos previos que la Compañía de nuestro ferrocarril del Norte, puede decirse que ha realizado con su instalación de la electrificación del Puerto de Pajares, no pueden ser más brillantes y pronto tendrán repercusión en casi todas las líneas de esa Compañía (1).

Sin embargo, no todo son ventajas para la tracción eléctrica. Como señala con gran acierto el ingeniero español Sr. Serrat y Binastre (2): «la electrificación absoluta de los ferrocarriles ofrece un inconveniente que los hombres de Estado han de tener muy en cuenta, si no se quiere que en un momento dado, una agresión extranjera o una mano criminal puedan suspender las comunicaciones de un país, y es la facilidad con que puede ser interceptada la transmisión y hasta destruidas las fuentes de energía. Esta sola razón es bastante poderosa para que la electrificación de los ferrocarriles, por adelante que se lleve, no deba considerarse como un medio único, sino que ha de dejarse el recurso de poder funcionar en caso necesario con medios propios...»

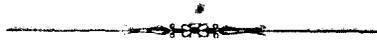
La instalación de centrales térmicas de reserva, escalonadas a lo largo de la vía es costosa y complicada. El ideal sería generalizar la locomo-

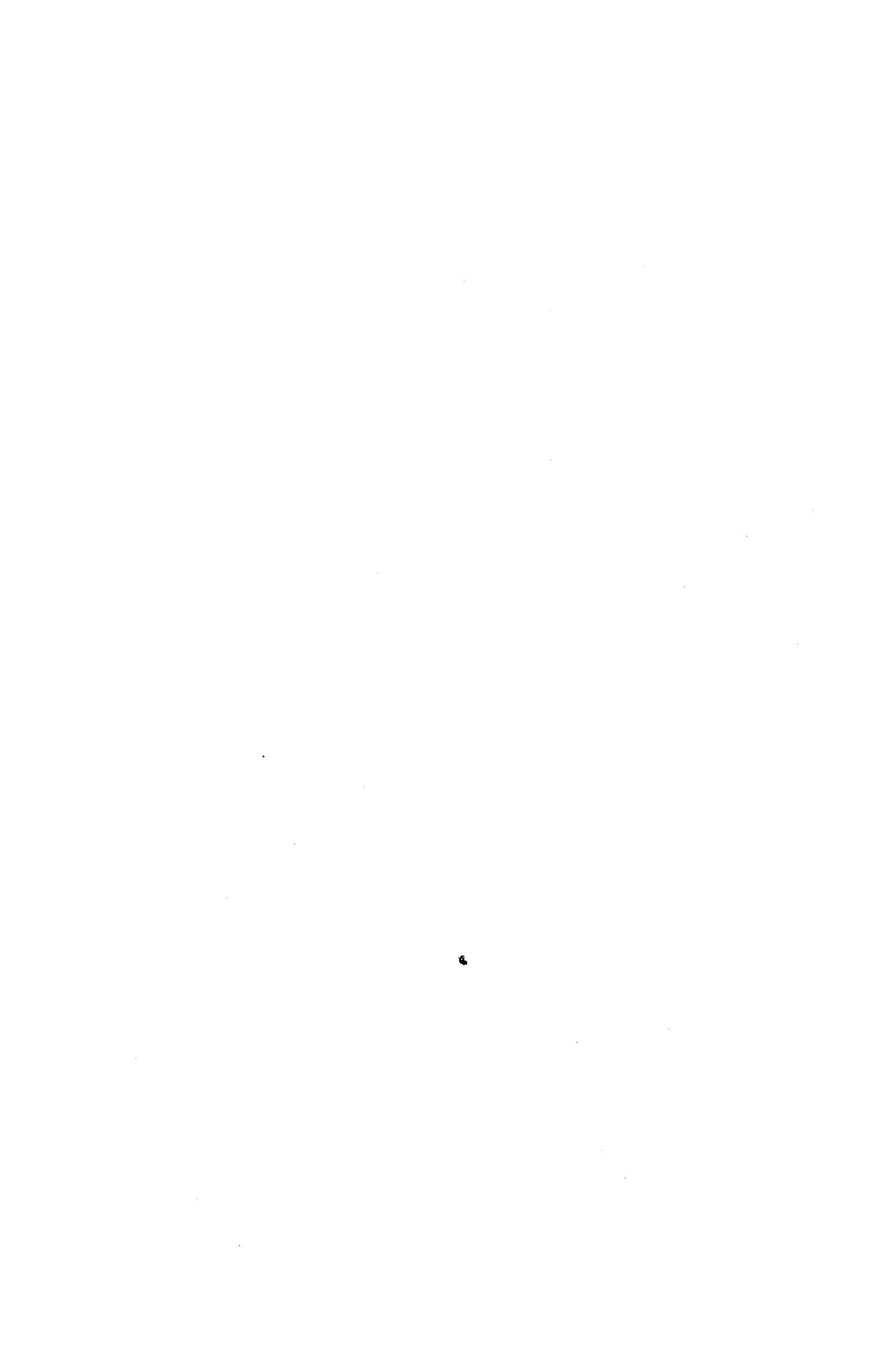
(1) La tracción de vapor de las líneas españolas requiere, término medio, 150 gramos por tonelada kilométrica bruta. Las más modernas locomotoras llegan a los 100 gramos. A 60 pesetas tonelada resultan 0,006 de peseta por tonelada kilómetro. En tracción eléctrica, se establece que con 1 kilovatio se arrastran 30 toneladas brutas; una tonelada, por tanto, requiere 33,3 vatios; las 10, supondrán 333 y las 30, el kilovatio. Si los 33,3 vatios valieran igual que el carbón, o sea 0,6 de céntimo, el kilovatio valdría 30 veces más, o sean $6 \times 3 = 18$ céntimos, coste desde luego inferior al que se dice de 7 céntimos, por ejemplo en que lo paga el Norte en la línea Barcelona-Manresa. Se admite 0,10 el precio medio admisible del kilovatio para la tracción.

(2) *La evolución moderna de la locomotora*. Barcelona, 1921.

tora termo-eléctrica automotriz, que puede hacerse tan potente como se desee, para que la corriente engendrada en ella alimente no sólo los electromotores montados sobre sus ejes para utilizar todo su peso adherente, sino que además la corriente en exceso pueda alimentar uno o más tractores independientes que, incluso en circunstancias normales, puedan funcionar en forma ordinaria por una vía electrificada.

Con esta disposición, advierte dicho autor, también podría resolverse un problema que se presenta casi como insoluble en Europa, cuando se trata de formar trenes colosales al estilo de los que se usan en América, sobre todo para el transporte de mercancías, y es la debilidad de los enganches de los vagones, ya que de nada sirve disponer de un esfuerzo de tracción de 30.000 kilogramos, por ejemplo, en el gancho de una locomotora, si los enganches de los vagones no resisten en buenas condiciones más de 15.000 ó 20.000 a lo sumo. Esta dificultad se resuelve, aunque de un modo algo imperfecto, con la interposición de tractores en medio del tren, de tal manera, que si la locomotora de cabeza arrastra una parte, en cuanto el número de vagones que la siguen puede oponer una resistencia desproporcionada al enganche, el tractor interpuesto pueda tirar del resto. Sin fantasías de ninguna clase, se observa que queda mucho por ver en cuestiones de tracción, bien sea eléctrica, térmica o termo-eléctrica. Al cumplirse ahora el primer centenario de la marcha industrial de los ferrocarriles, se puede decir que más que nunca se perciben para sus elementos de tracción, horizontes nuevos y más extensos.





CICLO DE CONFERENCIAS
sobre Industria Militar y Movilización Industrial.

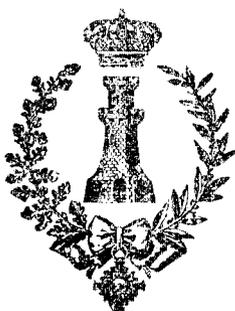
COMISION DE MOVILIZACION DE INDUSTRIAS CIVILES
DEL MINISTERIO DEL EJERCITO

6.^ª REGION

CICLO DE CONFERENCIAS SOBRE
INDUSTRIA MILITAR Y MOVILIZACION
INDUSTRIAL, CORRESPONDIENTE
AL AÑO DE 1929

POR EL COMANDANTE DE INGENIEROS

DON JUAN PETRIRENA AURRECOECHEA



Madrid.—Imprenta del «Memorial * * *
* * * de Ingenieros del Ejército». 1930



EXORDIO

Por Real orden de 28 de diciembre de 1928 se dispuso que en las distintas regiones se celebraran conferencias sobre Industria Militar y Movilización Industrial, para hacer propaganda entre los elementos productores y el Ejército sobre tan importante problema. De las tres que debían desarrollarse en la 6.^a Región, le correspondió la primera a nuestro compañero el comandante D. Juan Petrirena, y además tuvo que suplir al compañero de la misma Comisión de Movilización, que tenía a su cargo la tercera, y que hubo de preparar inesperadamente. Por el interés que ambas presentan se publican reunidas en el MEMORIAL DE INGENIEROS, creyendo que el mejor exordio es reproducir las siguientes palabras, pronunciadas por el Capitán General de la 6.^a Región, el día 28 de mayo, como presentación del conferenciante, antes de que diera lectura a la última:

“Con el fin de divulgar entre el Cuerpo de oficiales y los elementos productores de España las cuestiones que afectan a la industria de guerra y a la colaboración con ella desde el tiempo de paz de toda la industria nacional, se ha organizado, por la Dirección Superior Técnica de la Industria Militar Oficial del Ministerio del Ejército, en cada Región un ciclo de conferencias a cargo de los jefes y oficiales con destino en las Comisiones regionales de movilización de Industrias civiles y personal civil especializado en estas cuestiones, que voluntariamente se ha prestado a colaborar en esta labor de divulgación.

Tres son las conferencias que han correspondido a esta 6.^a Región: dos de ellas desarrolladas en Bilbao, los días 13 y 22 del actual, a cargo, respectivamente, del Comandante de Ingenieros D. Juan Petrirena, y del Ingeniero Industrial, profesor de la Escuela de Ingenieros de dicha capital, D. Pedro Mendizábal, y la tercera, que hoy va a tener lugar en este Salón, cedido galantemente por el Sr. Director del Instituto y que desarrollará el Comandante de Ingenieros citado, sobre el tema "Movilización Industrial obrera. Estadística militar y personal requisado. Censo militar obrero y especialistas movilizados.

El Comandante Petrirena, culto Ingeniero y distinguido jefe, especializado en estas cuestiones relacionadas con la industria, a las que viene dedicándose desde hace tiempo con noble empeño y tesón, se ha ofrecido voluntariamente a divulgar sus conocimientos aquí en Burgos, sustituyendo a otro compañero que estaba designado para dar esta Conferencia, y que por razones circunstanciales no ha podido concurrir.,,



PRIMERA CONFERENCIA

Concepto y necesidad de la movilización.
Su preparación en tiempo de paz.
Organización actual y medios de que se dispone.

EXCELENTÍSIMOS SEÑORES. SEÑORES:

Dispuesto por Real orden circular de 28 de diciembre de 1928 la celebración de ciclos de conferencias relativas a Industria Militar y Movilización Industrial, he sido designado por la Superioridad para desarrollar, en el día de hoy, ante vosotros, el anunciado tema.

Excuso decirlos que por el espíritu que informa a mi profesión militar, por cariño hacia el Cuerpo a que pertenezco y, sobre todo, porque vosotros lo merecís, he puesto toda mi buena voluntad en el cumplimiento del honroso, a la par que difícil para mí, deber que se me ha impuesto; pero debo confesaros, que falto de experiencia y escaso de erudición que la supla, pocas son, aunque buenas ciertamente, *las canteras* de que he dispuesto para obtener materiales para mi obra. Por otra parte tan desmañado soy, que seguramente al explotar aquéllas y al tallar y aparejar por propia cuenta los elementos que me brindaron, lo he hecho tan desacertadamente, que el edificio que voy a presentaros, carece por completo de la *solidez y belleza* que cualquiera otro de mis compañeros de Comisión, que se encargara de ello, le hubieran proporcionado.

A) La industria y la guerra.

La industria ha contribuido en todo tiempo a la mayor eficiencia de la acción del hombre en las funciones bélicas, poniendo a su disposición los medios materiales adecuados para infligir a su adversario el mayor

daño posible (las armas ofensivas), con la máxima garantía posible de protección para su persona, contra una, naturalmente, malévolas correspondencia, recibida de parte de su enemigo (los elementos defensivos).

Esta contribución de la inteligencia humana al servicio de su valor personal ha ido intensificándose al compás del progreso de la civilización, que permite introducir nuevos perfeccionamientos en los productos de la industria de guerra; perfeccionamientos, que si bien no han modificado los principios inmanentes del arte militar, han hecho sentir su influencia en los métodos de combate, introduciendo variaciones en la modalidad de la aplicación de aquéllos é imprimiendo en consecuencia, juntamente con otros factores, a las guerras de cada época, características especiales, cuyo inteligente análisis permite deducir a la técnica militar los fundamentos o normas para la acertada preparación de las futuras contiendas.

B) Concepto y necesidad de la movilización industrial.

Tres meses tan sólo habían transcurrido desde que se inició la Gran Guerra, cuando ya el arrollador avance del Ejército alemán en la región del norte de Francia, a través de Bélgica, y que parecía alcanzar con brillante éxito su objetivo—la ocupación de París—, era detenido sobre la línea del Marne por los aliados, viéndose obligado a retirarse tras del Aisne, al amparo de la poderosa organización defensiva, que previsora-mente había preparado. A raíz de esta retirada, ambos bandos realizan los mayores esfuerzos para resolver a su favor la situación de equilibrio creada en el sentido del frente, desbordando el ala descubierta de la línea contraria para envolverla; pero esta maniobra simultánea, que ha pasado a la Historia con la gráfica denominación de «La carrera al mar», no alcanza éxito, por quedar paralizada para siempre, después de la batalla de Flandes, al ponerse en contacto los flancos de ambos ejércitos con la costa, en la que encuentran firme apoyo hasta el final de la campaña. Y desde entonces quedan grabados sobre el terreno, por una línea ininterrumpida de atrincheramientos, de más de 700 kilómetros de longitud, y que se extiende desde el mar del Norte hasta Verdun y desde esta plaza de guerra hasta los Vosgos, los *caracteres* que adquiere la contienda en este frente Occidental: de *estabilización del frente* y de *guerra de desgaste*; a imprimir los cuales, han contribuido en gran escala, como acertadamente señala el comandante de Artillería italiana Carlos Rostagno, en su interesante escrito «El esfuerzo industrial de Italia en la reciente guerra»; la saturación de las fronteras con los millones de sol-

dados que proporciona la organización militar de las naciones y que contribuye enormemente a dificultar las maniobras estratégicas; el equilibrio de las fuerzas enfrentadas y el agotamiento casi simultáneo de los beligerantes, después de los choques sufridos en aquellos primeros meses de lucha.

Por las mismas razones, a las que a mi juicio ha de sumarse, por lo que al frente Oriental respecta, la falta para los austro-alemanes—que en último término son los que allí dominan—de objetivo militar inmediato, que permita dar solución al conjunto de la guerra—por lo que para ellos se convierte en teatro de operaciones secundario—y lo abrupto del terreno en que pelean austriacos e italianos, multiplicando en grado sumo las dificultades logísticas; reviste en mayor o menor escala la guerra en ambos frentes, aquellas mismas dos características que se han señalado en el Occidental. Hago merced, por no cansar más vuestra atención, de la descripción somera de los hechos de guerra conducentes a tal estado de cosas en estos dos últimos frentes, pues además de ser ello sin duda de vosotros conocido, me llevaría fuera del programa de esta conferencia, defecto en el cual voy ya incurriendo en demasía.

Los productos industriales que hasta el año de 1914 integraban el *material de guerra*, es decir, aquéllos cuya aplicación es privativa a fines militares: cañones, fusiles y ametralladoras, proyectiles, cartuchos, explosivos y pólvoras especiales empleadas en la confección de municiones y en el servicio de destrucciones; los artificios consiguientes; las cúpulas, carapachos, escudos y manteletes; los trenes de puentes; los armoes de artillería y carruajes militares, etc., se venían produciendo en muchas de las naciones europeas, en los Estados Unidos de Norteamérica y en el Japón, en factorías de los estados respectivos, establecidas al efecto. Algunas poderosas firmas industriales de fama universal, repartidas por Europa—que no nombro, pues están presentes a vuestra memoria—concurrían con aquéllas a satisfacer las necesidades, no sólo de los ejércitos de los países en que están instaladas, sino también de los de las potencias extranjeras, cuya capacidad industrial militar fuera insuficiente; proveyendo, además, de toda clase de elementos de guerra, a los pequeños Estados europeos y a los del resto del mundo, carentes de industria apropiada a su producción.

Hasta que la realidad de los hechos no vino a demostrar su error, todos los técnicos militares, aun los más avisados y prudentes, estaban de acuerdo al opinar que la lucha que se iniciaba había de ser de corta duración. La concepción de ésta por los Estados Mayores se concretaba por entonces, como irónicamente dice el general francés Pédoya: «Tres meses de campaña, tres batallas, y se acabó la guerra». Por ello, aun

preveyendo un elevado consumo de *material de guerra* con relación a las campañas anteriores, se conceptuaba bastarían a cubrir las necesidades de los ejércitos durante la guerra, los *depósitos* que se habían constituido al efecto desde el tiempo de paz, limitándose la misión de las fábricas de producción militar a las recomposiciones del material y a la reposición de los aprovisionamientos de determinados elementos de gran consumo, tal como las municiones de fusil y de artillería de campaña.

Examinemos—con el ya citado comandante Rostagno—cada una de las dos características denunciadas en la Gran Guerra:

«*La estabilización de los frentes*, al permitir una relativa tranquilidad de movimientos a su retaguardia, ha venido a borrar todo límite al empleo de medios mecánicos en el curso de la lucha. El proceso de mecanización, iniciado ya en todos los ejércitos en el período prebélico, experimentó desarrollo rapidísimo en el curso de la guerra. Se vió tomar parte en las operaciones de campaña a calibres cada vez mayores; el consumo de municiones alcanzó límites jamás soñados; todas las organizaciones de combate se perfeccionaron en sus menores detalles, haciéndose extraordinariamente densas y requiriendo un concurso siempre notable de medios mecánicos y bélicos; intervinieron nuevos factores en la lucha, cual los medios químicos; y la organización logística fué adquiriendo, de modo creciente, un carácter y una modalidad industriales en relación con el notable aumento de instalaciones fijas. Puede, pues, afirmarse que, gracias a la estabilización de los frentes, han podido tener aplicación en la guerra tal variedad de *medios materiales* y en cantidad tan ingente. A su vez, la característica de *desgaste*, de que la guerra aparece revestida, ha ejercido esencial influjo sobre el *aumento de los consumos*. La producción bélica ha llegado a asumir el doble carácter de elemento compensador del agotamiento progresivo de los ejércitos y de elemento desintegrador del equilibrio establecido entre los beligerantes. Por ello se acrecentó enormemente la importancia del elemento económico en la dirección de la guerra; y si, por una parte, el usufructo de la potencialidad nacional—llevado hasta el límite extremo que las mínimas exigencias de vida del país permitían—condujo a un incremento notabilísimo en los *consumos de material* por aumento de las dotaciones y reposición de las agotadas, por otra, en sentido inverso, el elemento económico vino a incidir y a hacer pesar, de manera muy sensible, su influencia en el desarrollo de las operaciones militares, haciendo depender la eficiencia del esfuerzo militar, de la seguridad de los aprovisionamientos en material y de la cuantía de su suministro.»

Bastarían estas breves y jugosas reflexiones para patentizar el importante papel que jugó el *material de guerra* en la pasada contienda y

lo insuficientes que resultaron ya desde los primeros meses de la guerra las *medidas de previsión* que señalé como adoptadas por las naciones, para hacer frente a sus necesidades en dicho *material*. Sin embargo, para afirmar todavía más en vosotros la convicción que ya poseéis de tal *insuficiencia*, permitiendo al mismo tiempo concretar algo su valor, voy a molestar vuestra atención con el árido, pero abrumador argumento de la estadística, citando al efecto algunos datos, conocidos seguramente por muchos de vosotros, puesto que habiendo de referirme a Francia—por ser la nación de la que naturalmente los poseo más completos—han sido publicados en Memorias, artículos y noticias de nuestras revistas profesionales. Son sus fuentes, en la mayoría de los casos, dos interesantes publicaciones: *Recuerdos de un director de Artillería*, del general Baquet, quien desempeñó tal cargo en la primera parte de la guerra, se titula una de ellas, y es autor de la segunda—*La comisión del ejército durante la guerra*—el general Pédoya, por mí antes citado, que fué presidente de tal comisión durante todo el curso de la campaña.

a) Fusiles.

Al empezar la guerra existían en Francia 2.800.000 fusiles, modelo 1886; de ellos, una tercera parte—900.000—debía constituir el efectivo de los depósitos o reservas, después de terminada la movilización. A fines de diciembre de 1914—a los cinco meses de guerra—tales reservas no alcanzaban más que a 458.000 fusiles. Habían quedado, por tanto, reducidas a la mitad.

Hubo mes que se perdieron en el frente más de 40.000 fusiles.

En el plan de movilización no se había previsto ninguna construcción de armas de esta clase durante la guerra.

La fabricación de fusiles y mosquetones en ese tiempo, fué de 2.897.000.

b) Ametralladoras.

Figuraban como dotación del ejército, al principio de la guerra, 5.100 máquinas, de las cuales, efectivamente, no existían nada más que 4.560.

Estaban dedicados a tal fabricación los establecimientos industriales militares de Châtellerault y de Saint Etienne, que producían tres y siete máquinas, respectivamente, al día.

La fabricación de ametralladoras durante la guerra fué de 93.000, perdiéndose e inutilizándose 26.421.

c) Cañones de campaña de 75 milímetros.

En el mes de agosto de 1914 había en servicio, en el ejército, 4.778 piezas de esta clase.

No se había creído necesaria ninguna fabricación, únicamente se contaba con un centenar de tubos y la mitad de manguitos para reparaciones.

El número total de cañones perdidos o inutilizados fué de 16.700.

Se construyeron durante la guerra 17.739 cañones completos y se repararon 14.551, enviándose, pues, al frente, unos 31.290 cañones.

d) Municiones de infantería.

Preveía el plan de movilización:

1.º Un *stock* de 1.330 millones de cartuchos.

2.º Una producción mensual de 78 millones.

El consumo total—incluyendo las municiones proporcionadas a los aliados—alcanzó la cifra de 5 800 millones; por tanto, con arreglo a aquellas previsiones, al cabo de los 50 meses de guerra, hubiera habido un déficit poco inferior a 2.000 millones de cartuchos.

De acuerdo con los resultados de tal cálculo, al ver ya en el mes de septiembre de 1914 la cantidad de municiones consumidas, se estimó necesaria una producción mensual de 100 millones, y más tarde se elevó tal estima hasta las cifras de 120 y 210 millones; esta última, correspondiente al máximo alcanzado por la producción.

e) proyectiles de artillería.

Limitándose a los de los cañones de 75 y de 155 milímetros, únicos en servicio en el ejército de campaña al declararse la guerra, tenemos: En reserva 4.866.167 granadas de 75 y 218.000 de 155; en los cuadernos de movilización se prescribía el reanudar la fabricación a los dos meses de empezada la guerra y a razón de 13.600 proyectiles de 75 y 465 de 155 por día.

Se consumieron durante la guerra unos 284 millones de 75 y 33 y medio de 155.

Por tanto, se aprecian los siguientes déficits: 260 millones de 75 y 33 y medio de 155.

En consecuencia, todas las naciones para resolver la crítica situación que se les creó, hubieron de recurrir, en plazo más o menos breve y con

rapidez creciente, a medida que las necesidades iban siendo más sentidas:

1.º A aumentar la capacidad productora de las fábricas oficiales y particulares, proveedoras desde el tiempo de paz del *material de guerra*; capacidad, que por el hecho de la movilización general del ejército, había disminuido notablemente, como más tarde diré, con respecto a la que tenían en tiempo de paz.

2.º A hacer intervenir, conjuntamente con los establecimientos comprendidos en el apartado anterior, en las construcciones de elementos *puramente militares*, a muchas fábricas y talleres particulares, que nunca los habían producido.

3.º A intensificar la producción de muchos efectos empleados para satisfacer *necesidades pacíficas*, que en el curso de la guerra iban hallando aplicaciones militares, algunos muy interesantes: el automovilismo.

4.º A establecer de nueva planta establecimientos fabriles dedicados a la producción de nuevos elementos, que adquirieron gran relieve en su empleo durante el conflicto: fábricas de aviación.

5.º A *monopolizar* las primeras materias necesarias para la fabricación de los distintos elementos del material de guerra, distribuyéndolas entre los diversos talleres oficiales y particulares a ella dedicados; evitando así las competencias que surgían entre unos y otros industriales, y aun entre los directores de los distintos servicios, dentro de la industria del Estado —cuando se los proporcionaban directamente—, con perjuicio de la prelación que el Mando daba a unos pedidos sobre otros, y ocasionando el alza de los precios de dichas primeras materias en el mercado, ante las fuertes demandas que de ellas se hacían y con ventaja únicamente para los intermediarios.

6.º A incautarse de la maquinaria de algunos talleres, completando con ella y con adquisiciones hechas en el mercado, la de otros que trabajaban para el material de guerra.

7.º A proveer de obreros especialistas a los diversos establecimientos, sustituyendo a aquellos otros que no eran indispensables en la industria y podían prestar sus servicios en el frente, por personal no sujeto al servicio militar, incluso mujeres y niños, por inválidos sometidos a una previa reeducación, por emigrados extranjeros y hasta por prisioneros de guerra.

8.º A coordinar entre sí los trabajos de los talleres, que debían agruparse para producir un determinado elemento; agrupación exigida en muchas ocasiones, por la ejecución de trabajos en serie.

El conjunto de todas las medidas indicadas constituye la *Movilización Industrial*, resultante de la integración de la potencialidad produc-

tora nacional y a la que contribuyen, proporcionalmente a su capacidad, desde los centros productores de materias primas—minas, canteras, bosques—hasta las comunicaciones que permitan su transporte a las fábricas y el de los productos elaborados a los puntos de consumo; desde el establecimiento más amplio y perfeccionado, hasta el taller más modesto.

La experiencia, con fuerza convincente, ha evidenciado la necesidad surgida en la pasada guerra de acudir a la movilización de la industria; pero podrá preguntarse: ¿no cabe poner en duda dicha necesidad para lo futuro, aduciendo que lo mismo que los técnicos se equivocaron al profetizar antes del año de 1914, una guerra muy breve y que resultó interminable, pudiera ocurrir que en la venidera se llegue rápidamente a su resolución? Sin oponer una negativa a la hipótesis de una guerra breve—pues ello fuera muy aventurado—, defiende el comandante Rostagno la necesidad de la *Movilización de las Industrias*, como sigue: «Cualquiera que pueda ser la situación real de una futura guerra, la densidad de las grandes masas empleadas—las naciones en armas—, la saturación de las fronteras—dificultad de maniobra estratégica—, la imponente cuantía de los avituallamientos de todas clases requeridos por las tropas—relativa lentitud en la preparación de la batalla—, obrarán siempre como elementos retardatrices de las operaciones; de manera que, aun cuando éstas asuman un ritmo más acelerado que en una guerra de posiciones, no podrán desarrollarse con la rapidez y flexibilidad características de las del siglo XIX»—guerras austro-alemana y franco-alemana—. Y coincidiendo con la descripción que de la futura guerra hacía el eminente general Rocchi, allá en el año de 1910, al estudiarla en sus célebres *Normas para el estudio de la fortificación de campaña*, a la luz de los efectos de las entonces armas de fuego más modernas, y recogiendo las enseñanzas de la guerra ruso-japonesa, añade: «Tendremos, por tanto, batallas de larga duración, las cuales, más que una batalla generalizada en todo el frente, se nos presentará, muy probablemente, como un conjunto de combates parciales de intensidad muy varia, y sucediéndose unos a otros de maneras muy diversas en el transcurso del tiempo. La característica de guerra de *desgaste* intervendrá, por tanto, en el concepto director de las operaciones, pero no ya bajo un aspecto estático, sino más bien dinámicamente, como intensidad de desgaste en relación con el tiempo. Renacen así, bajo otro aspecto, los dos elementos clásicos de toda maniobra: el *tiempo* y el *espacio*. No es sólo la cuantía de la producción bélica lo que interesa, sino la rapidez de su producción, como instrumento que es de la resistencia del país, al mismo tiempo que de decisión del conflicto.

»De todo lo cual se deriva, que ahora más que nunca, frente al aumento en número y especie, al perfeccionamiento y a la complejidad alcanzada por cada uno de los elementos del material de guerra y a la necesidad de acelerar cuanto se pueda el ritmo de la producción bélica, *no se puede hablar de industrias especialistas en material de guerra.*» El concepto entrañado por este *vocablo militar*, se amplía hasta tal punto, que hoy deben considerarse dentro de su campo: «Todos aquellos elementos materiales que concurren a constituir y aumentar la eficiencia netamente bélica de un ejército.» Muchos de estos elementos son de uso más o menos corriente en la vida civil: El autecamión empleado como transporte de mercaderías en tiempo de paz, aplicado al transporte de soldados para un desplazamiento exigido por la situación militar, *es verdadero material de guerra*; el humilde alambre de espino, que cerca la propiedad rural, vedando la entrada en ella de los extraños, empleado en la constitución de alambradas en las posiciones fortificadas, cumpliendo análoga finalidad respecto al enemigo, aumenta la eficiencia del armamento de las tropas que la guarnece, *luego es también material de guerra.* Y, por tanto, «también bajo este aspecto se concibe, que la fabricación del *material de guerra*, no puede ser localizada en un corto número de factorías, montadas únicamente con dicha finalidad».

«Dicha producción requiere, por el contrario, la colaboración armónica de numerosos establecimientos industriales, tanto más amplia, cuanto más complicada y compleja sea la fabricación del material. Requiere, además, una gran elasticidad para adaptarse fácilmente a los aumentos imprevistos de producción. Por último, exige unas dimensiones apropiadas en las instalaciones para hacer frente a pedidos de importancia.

»La posibilidad de producción de la industria bélica; más que de la potencialidad de cada uno de los establecimientos, depende del grado de preparación alcanzado por el *ambiente industrial*, de los resultados obtenidos en las aplicaciones experimentales de orden técnico-industrial y de la habilidad técnica que posea el personal.»

No puede, pues, pensarse, en hacer frente, de manera exclusiva, a las necesidades en *material de guerra*, por medio de la industria militar oficial. Habría que dar a sus fábricas tal amplitud, que en tiempo de paz estarían paralizadas, resultando enormemente onerosas al Estado. Cumple a estos establecimientos otros cometidos—alguno de los cuales indicaré más adelante—aparte del ya tradicional, de satisfacer, en unión con los depósitos de material de guerra, a las primeras necesidades de la campaña, interin se lleva a cabo la movilización industrial. Desempeñan en ésta, misión análoga a la de las *tropas de cobertura* en la del ejército propiamente dicho.

Pero si las exigencias de la producción bélica aconsejan no recurrir para satisfacerlas, de manera exclusiva, a las factorías del Estado, análogas consideraciones imponen el no confiar la resolución del problema de los suministros a organizaciones industriales de orden privado especializadas a tal fin, *sino basarla sobre una transformación de industrias afines, las cuales, en tiempo de paz, se dediquen a producir elementos de utilización en la vida civil.*

El sostenimiento de una industria particular especializada en material de guerra, acarrea cargas sobre el Estado en forma de subvenciones y la obligación de efectuar encargos continuos y de importancia para que pueda sostenerse. Únicamente, en el caso de que dicha industria halle medios de vida en el comercio exterior, presentará verdadera utilidad su existencia al país en que se halle instalada.

El mantenimiento de grandes depósitos organizados desde el tiempo de paz, aplicable únicamente para algunas materias básicas de la producción requeridas en cuantía relativamente pequeña, no es admisible como norma general, sino en el concepto antes expresado. Aparte de lo aleatorio de su cálculo, suponen un capital muerto de gran cuantía, y los elementos que los forman están expuestos a envejecer ante nuevas producciones más perfeccionadas.

C) Preparación de la movilización industrial en tiempo de paz.

Sentada pues, si no de manera absoluta, que no caben afirmaciones de este género ante futuras contingencias, por lo menos sí racionalmente, la necesidad de movilizar las industrias; entrañaría, a mi juicio, grave error, después de lo ocurrido en la pasada guerra, el sostener la opinión: De que no deben las naciones preocuparse en el tiempo que preceda a un conflicto armado, de preparar la tal movilización, bastando, y hasta siendo conveniente, esperar a que aquél estalle, para entonces, con el conocimiento exacto de las circunstancias reales en que se produce —potencialidad del enemigo, facilidad mayor o menor de aprovisionarse cerca de los aliados o neutrales, etc.— estudiar y dictar de manera sucesiva las medidas oportunas, para que la organización del trabajo nacional dé el máximo rendimiento, haciendo entretanto frente a las necesidades de la campaña con los depósitos o stocks preparados de antemano.

En mis lecturas sobre la improvisada movilización industrial francesa, me han impresionado singularmente, incitándome, a pesar de mi falta de autoridad, a emitir atrevidamente el juicio que dejo sentado, los siguientes hechos:

1.º Desde el mes de agosto de 1914 hasta fin del mismo año, se dispararon por la artillería tres millones de granadas de 75 milímetros, que habían sido confeccionadas antes de la guerra; habiéndose registrado la explosión de seis cañones, es decir, uno por cada 500.000 disparos. Mientras tanto, en el 4.º Ejército, que empleaba proyectiles procedentes de la industria movilizada, dichos accidentes se produjeron en la proporción de uno por cada 5.000 disparos, *cien veces mayor* que la precedentemente consignada. El general de Artillería Gossot, en su informe al Ministro de la Guerra, atribuye principalmente estas explosiones, a la inflamación de la carga interior de los proyectiles, por infiltración de los gases de la carga de proyección a través de los poros del metal, que constituye el culote de aquéllos. La existencia de este defecto no es de extrañar, si se considera: Que faltando en Francia el acero necesario para su fabricación, hubo que recurrir a la fundición acerada, producto que algunos años antes se había obtenido por vía de ensayo, no habiéndose generalizado su uso en la industria, por lo cual era poco conocido por los siderurgistas; tanto, que fué necesario que la Dirección de la Artillería organizase la enseñanza de fabricación de esta fundición. Que más adelante, el mercado extranjero se encargó de proporcionar el acero necesario; Inglaterra, Italia, los Estados Unidos, España... fueron proveedores; pero el material que remitían, siendo aceptable para otra fabricación, tal como la de material ferroviario, era impropio para el uso a que se le destinaba.

Las necesidades eran urgentes; había que tener tolerancias en la recepción; no se efectuaban pruebas químicas ni metalográficas, quedando reducidas únicamente a las mecánicas más elementales.

A todo esto, siendo escaso el número de prensas suficientemente potentes de que disponía la industria privada no especializada, para la fabricación de proyectiles por embutición (método normal), se debió apelar a construirlos perforando redondos de acero de diámetro igual al del proyectil. La falta del tratamiento mecánico consiguiente hubiera requerido un tratamiento térmico apropiado, para el cual no fué tampoco posible dar normas, dada la heterogeneidad de aceros que se entregaban a cada industrial.

2.º Decretada la movilización del Ejército, las fábricas y talleres vieron por este hecho decaer enormemente, cuando no paralizarse por completo, su capacidad productora. Patronos, ingenieros, maestros, contra maestros y obreros marcharon al frente, los unos para tomar parte activa en los combates, los otros, para encuadrarse en las unidades afectas a servicios técnicos (Parques de Artillería, Ingenieros, Aeronáutica y Automovilismo); por lo cual, cuando interesó se reanudara la vida

industrial para proveer al ejército en peligro del material de guerra que el Mando supremo demandaba, pudo el director de una de las grandes factorías exclamar, lleno de razón y de amargura: «Si la movilización no ha matado a la Industria, le ha ocasionado grave enfermedad». Como ejemplo concreto haré constar, que como consecuencia de la movilización en el Creusot, el número de obreros se redujo de 11.600 a 7.000; ¡poco más de la mitad!

Cuando se quiso disponer la reintegración del personal a sus fábricas, es cuando se tocaron más de lleno las fatales consecuencias de la movilización, en orden al pronto resurgir de la industria. De aquéllos a quienes se ordenó volver del frente, unos, habían muerto, otros, quedaron inutilizados, y otros, por último, eran retenidos por sus jefes militares, los cuales, como es corriente en todos los órdenes de la vida, creían la misión a ellos encomendada ser la primordial, considerando a todos los demás servicios como de menor categoría. Y así, con un egoísmo disfrazado de intenso amor al servicio que desempeñaban, estimaban crimen de lesa patria el desprenderse de aquellos subordinados que a su lado tan buenos oficios prestaban, y que a su modo de ver se les llevaba a emboscarse en la retaguardia. Y es lo cierto que el proceder de algunos malos ciudadanos, protegidos por la influencia de otros peores que ellos —puesto que servían a la patria en más altos puestos—, disfrazándose de obreros para rehuir los deberes militares, justificaron en ocasiones aquella presunción.

Continuando con el ejemplo antes expuesto del Creusot, es de notar que el día 1.º de abril de 1915, a los ocho meses de guerra, sólo disponía esta fábrica de 9.778 obreros. Había recuperado, pues, tan solo 2.778, de los 4.600 que perdió en la movilización.

Entrando ya de lleno en la exposición del segundo punto del tema, me acogeré al contenido de un artículo que el capitán de Ingenieros, diplomado de la Escuela de Guerra, D. José Estevan, publicó en el MEMORIAL DE INGENIEROS DEL EJÉRCITO, correspondiente al mes de marzo de 1927, en el que desarrolla, con la gran cultura que le es propia, de manera clara y precisa, el «Planteo del problema de la movilización industrial», asunto que es, bajo otro título, el mismo que ahora nos ocupa. La organización de la Movilización Industrial, como problema que es de índole militar, sólo puede tener acertada solución fundamentándola en el conocimiento de la guerra, probable o posible, a cuyas necesidades en material debe de atender; pero como al mismo tiempo es un problema industrial, deben también pesar en su resolución las condiciones que permiten el desenvolvimiento de la economía toda del país. Expresándome en lenguaje algébrico, diré: nos encontramos con un sistema de dos

ecuaciones con una sola incógnita, cuyas condiciones de compatibilidad habrán de determinarse actuando sobre los numerosos y complicados parámetros que en cada una de ellas intervienen.

Dejando a un lado la segunda ecuación, tratemos de preparar la movilización teniendo sólo en cuenta la primera. Para ello, el *plan de guerra*, sobre el cual dejarán sentir ciertamente su influencia muchos de los parámetros de la ecuación descartada, con lo que estaremos más cerca de obtener la solución única satisfactoria para ambas, nos dará a conocer: la zona de concentración del ejército y la línea de *covertura* a ocupar por las tropas que protejan aquella función; los lugares amenazados por el ataque enemigo; la línea de repliegue en caso de retirada; la situación de las estaciones, almacenes y asentamiento de grandes parques; las fuerzas que se movilizan en el primer momento y las reservas; la disposición de la segunda línea de defensa, etc. La *organización de los servicios* descubrirá las diversas clases de material de la competencia de cada uno. Del estudio de las campañas modernas, se obtendrán: datos de consumo de cada uno de los materiales en tiempo determinado y por unidad (distinta según el elemento de que se trate); la vida o duración de cada elemento; la proporción existente entre el consumo medio y la reserva que debe existir. Todo este conjunto de datos permite el conocimiento de la cuantía de cada una de las variedades del material, que por unidad de tiempo (por ejemplo, por mes) se precisa disponer y *dónde* debe de ser entregado. Falta determinar ahora *cómo* ha de ser obtenido, lo cual constituye el objeto inmediato de la *Preparación de la Movilización Industrial*.

Los factores que intervienen en la producción por la industria de un determinado objeto, son: las primeras materias; la energía necesaria para la transformación de aquéllas en su constitución, en su estructura o en su forma; las máquinas y artefactos en que se realizan las expresadas transformaciones y el personal técnico y obrero encargado de prepararlas, dirigirlas y ejecutarlas. Por tanto, la Preparación de la Movilización Industrial debe abarcar cuanto concierne a satisfacer las necesidades sentidas por la fabricación del material para el ejército en cada uno de los cuatro puntos indicados.

Para ello precisa, ante todo, efectuar una labor estadística cerca de las minas y canteras; de las explotaciones forestales, agrícolas y ganaderas; saltos de agua; industrias siderúrgicas y metalúrgicas; químicas, mecánicas y manufactureras de todas clases. Los resultados de esta estadística darán una idea de conjunto de las posibilidades nacionales.

Pero el trabajo anterior carece de valor mientras no se le complete con el estudio de la distribución geográfica de los centros de trabajo que

fueron objeto del mismo; pues de la comparación de dicha situación con la de las zonas objeto de la actividad militar—conforme al plan de guerra—resultará que a los fines de la movilización industrial muchos de aquellos centros perderán de su valor intrínseco, el cual para algunos de ellos quedará anulado. Recordemos a este propósito a los departamentos del norte de Francia que, por defecto del plan guerra—, en el cual, confiándose en que la neutralidad de Bélgica sería respetada por Alemania, no se atendió a la defensa de aquella frontera—cayeron en poder del enemigo desde el principio de la guerra, privándose a la industria siderúrgica francesa del 60 por 100 de su producción de paz. Y por efecto reflexivo meditemos—con el mismo acierto que mi respetado jefe el teniente coronel de Artillería D. Justo de Legorburu, pone en su interesante libro, que muchos de vosotros conocéis: *La industria y la Guerra. Un problema nacional*—en el de la misma categoría que tenemos planteado aquí en esta industriosa y rica zona minera vizcaína y en otras regiones españolas que revisten análogos caracteres.

Conocidas por una parte las necesidades del Ejército y por otra las disponibilidades productoras del país, así como su correspondiente distribución sobre el territorio nacional, cumple finalmente efectuar los estudios para la debida coordinación entre unas y otras, así como para los acoplamientos entre los elementos de los cuatro grupos que constituyen el conjunto de dichas disponibilidades, dando satisfacción a aquellas necesidades.

Ahora bien, en el curso de tales estudios, se evidenciará el grado de impotencia actual de la industria para proporcionar solución plena al problema, a cuyo fin no queda más remedio que abordar la magna cuestión que hoy preocupa a tantos pueblos: *la nacionalización de las industrias*, en tanto y en cuanto sea compatible con la vida de la economía del país. Y aquí entra en juego la segunda ecuación de nuestro sistema, cuyos parámetros, como los de orden militar, tienen sus límites, que no pueden ser forzados a capricho para conseguir que el valor de la incógnita proporcionado por la primera ecuación, satisfaga también a la segunda. La arbitrariedad en los valores de tales parámetros económicos, no sólo acarrearía grave herida a la vida de la nación en el tiempo de paz, sino que falseando la ecuación militar, la industria creada en virtud de ésta sobre bases ficticias, se presentaría en el tiempo de su movilización, anquilosada e incapaz de rendir el fruto de ella esperado en tan críticas circunstancias. Procuraré aclarar ideas tan abstractas, y por mí tan mal expresadas con un ejemplo.

Supongamos una nación que cuenta con un subsuelo escaso en recursos carboníferos, y que para resolver el problema de la producción de

aceros, que como primera materia le precisa para la fabricación—entre otros elementos—del material de guerra, de su armamento y de sus municiones, decide nacionalizarla. Para ello impulsa el desarrollo de la industria siderúrgica protegiéndola con aranceles elevados, con lo que las industrias de transformación que utilizan como primera materia el acero, faltas de tan favorable apoyo aduanero, que no es posible les sea otorgado, ya que de hacerlo, el índice de vida alcanzaría para aquel pueblo valores insostenibles, languidecen en su perfeccionamiento ante la competencia extranjera. ¿Qué ocurrirá cuando la realidad de una guerra exija de la Industria el máximo esfuerzo? Que los altos hornos, escasos de carbón, a duras penas sostendrán su producción en tiempo de paz, mientras las industrias transformadoras, que deberán ante aquella penuria ser alimentadas por aportaciones exteriores, se sentirán incapaces de hacer frente al violento trabajo que se les demande.

El comandante Rostagno, siempre clarividente, se expresa a este propósito: «No es suficiente hoy día la simple fórmula de *ser necesario a la defensa nacional* para justificar una línea de conducta que conduce a entorpecer o a desviar el desarrollo normal de la economía de una nación. Solamente cuando tal línea de conducta, vista a la luz de sus efectos y de sus consecuencias actuales y futuras resulte definitivamente conveniente, podrá parecer verdaderamente útil a la colectividad. Ya que solo, de tal modo, será posible conciliar los intereses de la vida con los de seguridad de una nación.»

Con esta saludable advertencia por delante, enunciaré rápidamente algunos medios para conseguir la anhelada nacionalización de las industrias en relación con las necesidades de la guerra.

La falta en primeras materias cabe salvarla acudiendo al estudio de otras que se poseen y que puedan reemplazarlas. Ejemplo de ello tenemos en el empleo de la fundición acerada por los franceses—de que ya antes os hablé—para remediar la escasez de aceros en la producción de proyectiles de artillería; el de tejidos de papel, en la confección de vestidos y de sacos, por lo alemanes; el de mezclas de alcohol y de benzol, en sustitución de la gasolina como carburante, etc. En otros casos, podrá apelarse a extraerlas de fuentes, cuya explotación no sea posible, hasta el momento, por retraso de la técnica. Así el ácido nítrico, básico para la fabricación de explosivos, obtenido tradicionalmente de los nitratos chilenos, ha llegado a obtenerse, ante las dificultades de la importación de tales productos durante la guerra, a partir del nitrógeno del aire, gracias al desarrollo de la técnica y a las disponibilidades en la energía eléctrica exigida. Por último, algunos productos de industrias existentes contienen en sí materias de primera necesidad y cuya separación no

hace desmerecer el valor de los primeros. Así pueden obtenerse cantidades apreciables de benzol, separándolo del gas del alumbrado, que no sufre por ello pérdidas sensibles en su poder térmico ni lumínico.

Cuando no existan en la nación factorías adecuadas para la producción de determinados elementos del *material de guerra*, se estudiará ésta por los establecimientos industriales militares, que sin el ahogo económico de los civiles de propiedad particular y por el carácter profesional de sus ingenieros, podrán hacer estos ensayos en ventajosas condiciones para las cualidades del producto. Simultáneamente se fomentará la implantación de *industrias pacíficas*, cuyos productos guarden en los métodos de fabricación y maquinaria correspondiente, la mayor semejanza con el que se pretende obtener; así con la adición de alguna maquinaria y con un simple cambio en la forma de realizar algunas operaciones, quedarán transformadas en fábricas de guerra. Ejemplo interesantísimo de esta clase nos ofrece la industria de colorantes, transformable de manera facilísima, en productora de explosivos y de gases de guerra.

Finalmente, así como en el orden puramente militar se practican en el tiempo de paz continuos ejercicios por las tropas y servicios, apreciándose los defectos que presentan los Reglamentos, con arreglo a cuyas prescripciones aquéllos se realizan, lo que permite, corrigiéndolos, mejorarlos, y a la par se adiestran los ejecutantes en el manejo de los diversos elementos que deben de utilizar; igualmente, en el orden de la movilización industrial, conviene llevar a cabo ensayos de producción de guerra por las fábricas y talleres civiles de conformidad con lo que el plan de movilización tenga determinado. Con tal objeto, cuantos suministros ocurran de material para el ejército en tiempo de paz, se distribuirán total o parcialmente, según convenga, de manera obligatoria entre la industria particular. Esta los servirá, aprovechando para hacerlo, aquella época del año en que se encuentre más desahogada del trabajo que le es normal.

El herramental y maquinaria complementaria, que le precisa adquirir para servir dichos pedidos, será garantizado por el Estado y conservado por el industrial en la forma que se acuerde. Los oficiales encargados de la inspección de fabricación y de las pruebas de recepción, intervendrían en las mismas condiciones que en caso de guerra, sirviendo de enlace entre diversos talleres, cuando un determinado producto no puede ser terminado por completo dentro del mismo establecimiento.

D) Organización actual de la movilización industrial y medios de que se dispone.

Las hondas conmociones que sufrieron las naciones empeñadas en la guerra—al tratar de prevenir y de hacer frente a la crisis de producción que, al plantearse, amenazaban con romper en favor de sus contrarios el equilibrio mantenido en los frentes de batalla, a fuerza de los enormes consumos de material que hemos considerado—fueron desde un principio aldabonazos que sonaron en las fronteras y hasta en el interior en las potencias neutrales, atrayendo la atención de sus gobernantes hacia el grave problema de los suministros de material para el ejército y del mantenimiento de la vida del país en caso de guerra. Su resolución podía pesar sobre ellos de un momento a otro; circunstancias independientes de su voluntad podían conducir forzosamente a la nación, por ellos regentada, a que abandonando su actitud pacífica, formara en las filas de uno u otro bando de beligerantes. Ello era cada vez más verosímil, pues la contienda llevaba camino de adquirir el carácter de *universal*.

En líneas generales, cumple de siempre en nuestra Patria a los servicios de Artillería proporcionar al Ejército en operaciones de campaña: el armamento y sus municiones; los explosivos y artificios para su empleo; los gases de guerra y los carruajes militares. A los Ingenieros: los elementos precisados por la organización del terreno, la guerra de minas, los ferrocarriles, caminos y pasos de ríos y toda clase de cortaduras; el material de enlaces y de iluminación; los barracones para alojamiento y hospitalización de las tropas y el abastecimiento de aguas. A los de Intendencia: cuanto se refiere a vestuario, equipo y alimentación; las tiendas de campaña y mobiliario de los abrigos de las fortificaciones, campamentos y hospitales. A los de Sanidad: los medicamentos y efectos de curación; material quirúrgico y de higiene. Finalmente, la Aeronáutica y el Automovilismo, erigidos en servicios autónomos desde hace algún tiempo, se proveen asimismo del material que les es peculiar.

La importancia primordial que en su esencia revisten los suministros encomendados al Cuerpo de Artillería y las extraordinarias dificultades que, por otra parte, entraña la improvisación de la producción de los elementos, objeto de ellos, explican perfectamente que el primer paso dado oficialmente en España en pro de organizar la movilización industrial, lo fuera por los artilleros. Al efecto, el 28 de septiembre de 1915 se dictó una Real orden, en la que se disponía la investigación de las fábricas y talleres, apropiadas para la producción del material de guerra, a los fines de formación de una estadística industrial básica para trabajos más

concretos. A principio de 1916 se recabaron por vez primera de los gobernadores civiles, delegados de Hacienda y presidentes de las Cámaras de Comercio e Industria, relaciones de los establecimientos fabriles de alguna importancia, cerca de los cuales se realizaron trabajos de investigación por comisiones regionales, constituidas, accidentalmente, por un jefe y un oficial de Artillería las que, como resultado de su gestión, llevada a cabo con gran celo y acierto, redactaron para cada uno de aquéllos una ficha o cuestionario con arreglo a uno de dos modelos (el primero para las fábricas o talleres importantes, y el segundo para los talleres pequeños, o que revistieran poco interés) que les fueron oportunamente remitidos por la Sección de Artillería del Ministerio de la Guerra, en el seno de la cual se creó un Negociado, especialmente dedicado a centralizar estos trabajos.

Al cumplirse los dos años de existencia de este embrionario organismo de movilización, reconociendo el Gobierno una vez más la importancia excepcional del asunto a que se dirigía y la efectiva y fecunda labor por aquél realizada, le dió nueva vida, dando carácter de permanencia a las comisiones regionales, bajo el título de «Comisiones investigadoras de la Industria civil», el cual, como hace muy bien observar el anónimo autor de un artículo publicado en el *Memorial de Artillería*, correspondiente a diciembre de 1918, parece poco apropiado, ya que la misión que desempeñaban no era meramente la de una estadística más o menos técnica, sino que debían realizar, como efectivamente lo hicieron, trabajos de otra índole, tales como anteproyectos de movilización de determinadas industrias a fines especificados, informes sobre posibilidades de fabricación de ciertos productos, etc.

En el año de 1918 se crearon las Inspecciones a cargo del Cuerpo de Ingenieros, con análoga finalidad acerca del material de la incumbencia de sus servicios, que la perseguida por las comisiones de Artillería respecto de los que les es propio.

Publicada en el mes de junio del año citado la Ley de Reorganización del Ejército, en cuya base 6.^a se expresan los diferentes extremos a que ha de subordinarse cuanto se refiere a preparar y realizar, llegado el momento, la movilización industrial, y teniendo en cuenta la conveniencia de unificar los trabajos de estadística, de clasificación de industrias y de preparación de las mismas, llevados a cabo hasta el momento, con independencia por los dos organismos técnicos citados, a fin de acrecentar su rendimiento en favor de los fines para que fueron creados, se dispuso por Real decreto de 21 de junio de 1920, la constitución de un gran organismo de movilización, figurando como cabeza del mismo la Junta Central de Movilización de Industrias Civiles, con las siguientes misiones:

1.^a Regir cuantos trabajos tengan por finalidad investigar, clasificar, distribuir y preparar la industria civil para su adecuada movilización cuando sea preciso.

2.^a Proponer lo necesario o conveniente para la debida nacionalización de aquellas producciones, exclusivas en la actualidad de industrias extranjeras y que sean indispensables a la elaboración de nuestro material de guerra o de empleo conveniente para la mejor manufactura de éste.

Su composición, a base de altas personalidades civiles y militares, estaba cuidadosamente estudiada, dándose cabida, dentro de la misma, a una representación de la Comisión Protectora de la Producción Nacional, en las personas de dos de sus vocales de la mayor significación industrial, con lo que se garantizaba la armonía de todas las propuestas de la Junta, con las disposiciones de la «Ley de ordenación y nacionalización de industrias servidoras de la Defensa Nacional», conocida vulgarmente, por el nombre de Ley de Maura, por ser una de las más valiosas que incorporó a la legislación española nuestro gran estadista.

Como órgano de trabajo de la Junta Central, secundándola en la acción a la misma, encomendada y afecta al Estado Mayor Central—en quien por entonces recaía todo lo concerniente a la preparación de la guerra—se creó la Sección de Movilización de Industrias Civiles, dándose representación en este Centro no solo a Artillería e Ingenieros, sino también, como era muy lógico y justo, a Intendencia y Sanidad para cuanto a su material respectivo se refiere y al Estado Mayor como coordinador entre todos los servicios y enlace con el resto del ejército. La sección se componía de una secretaría y dos negociados, encargado uno de éstos de cuanto concierne a trabajos estadísticos y teniendo el segundo por cometidos: el estudio de la capacidad fabril de la industria nacional y su acoplamiento a las necesidades previstas para caso de guerra y la redacción de proyectos generales de movilización por regiones y por industrias; el estudio y examen de los detallados, que de fábricas, talleres y laboratorios determinados, le fueron remitidos por las comisiones regionales; el acopio de plantillaje, utillaje y planos que hubieran de prepararse y su distribución adecuada con arreglo a los proyectos de movilización; el estudio de elementos para completar determinados establecimientos civiles, cuya urgente movilización fuera de especial importancia para el más rápido acrecentamiento de la producción de municiones, proponiendo los medios de efectuar esto mediante los convenios correspondientes entre el Estado y los particulares. La información propuesta e intervención en los pedidos de labor, que de acuerdo con la industria civil, pudieran y debieran ser objeto de convenios con el Estado o con

las fábricas de éste. Iguales funciones respecto a las industrias necesarias para la nacionalización total de los materiales de guerra y sus primeras materias.

En tiempo de guerra centralizaría cuanto hiciera referencia a cuestiones sociales en las fábricas movilizadas, para lo cual habría de catalogar, desde el tiempo de paz, todo lo tocante a la legislación del trabajo.

Las Comisiones investigadoras de la Industria civil y las Inspecciones de Industrias se refundieron en cada Región, constituyéndose las actuales Comisiones de Movilización de Industrias civiles, a las cuales está afecto un oficial de Intendencia como delegado del jefe administrativo. Estas comisiones, dependiendo directamente de la Sección de Movilización para realizar todos los trabajos que ésta les encomendara, deben ser al mismo tiempo los organismos auxiliares de las Juntas Regionales de Movilización, las cuales a su vez, integradas por tres industriales de la región, uno de los cuales asume la presidencia; dos ingenieros civiles con destino en la industria regional, representantes del Estado Mayor, de la Intendencia y de la Marina, y el jefe y un oficial de la Comisión Regional respectiva, coadyuvarían al propósito que informaba la creación de la junta central.

Al disponerse la supresión del Estado Mayor Central, reorganizándose el Ministerio de la Guerra con arreglo al Real decreto de 14 de diciembre de 1925, desapareció la Sección de Movilización de Industrias Civiles, pasando a ocuparse de sus funciones el cuarto Negociado de la Sección de Estado Mayor de la Dirección general de Preparación de Campaña.

En noviembre de 1927 nació la «Dirección Superior Técnica de la Industria militar oficial», a la cual se le confirieron, entre otros, los cometidos siguientes: la alta dirección en la organización de los establecimientos fabriles de la industria militar oficial en general; la centralización de los proyectos que afectan a las construcciones y fabricaciones de las citadas factorías, colaborar de común acuerdo con la Junta Central de Movilización de Industrias civiles, en la nacionalización de las industrias convenientes a la defensa nacional; ejercer igual acción en la organización del trabajo de fabricación del material de guerra no reglamentario en España, así como en la de los anteproyectos de preparación militar de las fábricas transformables y en la clasificación y distribución del personal técnico, que los organismos oficiales de la movilización tienen en sus estadísticas.

La dicha Dirección se halla constituida por un general presidente, un jefe secretario y nueve jefes u oficiales especialistas en Metalurgia, Química, Pólvoras y Explosivos, Armamento y Municiones, Electrotecnia, Mecánica y Aeronáutica.

En el año de 1927 desaparece la Junta Central de Movilización, atribuyéndose el ejercicio de las altas e interesantes funciones que le competen a la Dirección Técnica Superior de la Industria militar oficial, a la cual, en el mismo año, se le asignan funciones ejecutivas, constituyéndose a tal fin en el Ministerio de la Guerra una Sección dependiente directamente del ministro, denominada de «Industrias y Construcciones militares», y cuya jefatura debe ser desempeñada por el general director.

La Sección comprende—recordando a la que antiguamente existió—una secretaría y dos negociados. La secretaría es el órgano de enlace entre la Dirección y la Sección. El primer negociado se titula de «Estudios, Proyectos, Experiencias y Fabricación de material de guerra», teniendo a su cargo cuanto se refiere a experiencias y ensayos del material, pruebas de adquisición y recepción, régimen de trabajo y organización industrial de las fábricas y talleres militares. El segundo negociado denominado de «Movilización y Estadística», tiene a su cargo:

- a) Recoger, ordenar y clasificar las fichas, datos, antecedentes e informes que remitan las Comisiones regionales de movilización.
- b) Redactar los gráficos de disponibilidades en carbón, minas metalíferas, aprovechamientos para energía eléctrica, redes de energía eléctrica, industria metalúrgica, etc., etc.
- c) Formar la estadística y el censo del personal técnico, pericial y obrero.
- d) Efectuar trabajos de movilizaciones industriales.
- e) Intervenir en la distribución de los pedidos de material de guerra.

En suma, cuantas funciones tenía asignada la antigua Sección de Movilización de Industrias civiles.

Las Comisiones regionales de Movilización de Industrias civiles, que han continuado desde su creación con la misma organización, dependen directamente de este Negociado y están subordinadas asimismo a la Dirección Superior Técnica de la Industria militar oficial, de la cual dependen directamente todas las Juntas regionales de movilización.

La función estadística, básica del plan de movilización industrial, es desarrollada de manera preferente por las Comisiones regionales, con relación a los centros de trabajo enclavados en sus zonas respectivas, procurando tener al día los datos relativos a aquéllos. De acuerdo con los preceptos del Reglamento por el que provisionalmente se rigen—que es el que se dictó «para el Servicio de investigación de la Industria civil y su organización y relaciones con la militar, en cuanto afecta a la

fabricación del material de guerra a cargo del Cuerpo de Artillería (11 de junio de 1919)—, solicitan periódicamente de los centros oficiales, de las Cámaras de Industrias y de Comercio, noticias que les puedan orientar acerca de las modificaciones sufridas por el conjunto de la industria en cada una de las provincias de su demarcación. Es sensible quede incumplido el artículo 3.º del expresado Reglamento, que preceptúa que, cuando se trate de implantar una industria, estableciendo una fábrica o taller, o se proceda á un traspaso de un establecimiento de esta clase, o se modifiquen sus métodos de fabricación, o se introduzcan variaciones en la maquinaria, no se dé cuenta al Ministerio del Ejército. Este defecto, afortunadamente, ha sido salvado en lo que respecta a las industrias que necesitan de autorización del Comité regulador de la Producción Industrial—que son las más interesantes—, ya que en este caso la Dirección Superior Técnica, que tiene su representación en el mismo en la persona de su jefe, centraliza dichos datos remitiéndolos a las comisiones respectivas.

Todos los datos estadísticos obtenidos acerca de una industria son vaciados en las fichas que en los archivos regionales y central existen abiertas para cada una, habiéndose dispuesto recientemente por la Superioridad, que en lo sucesivo, un tercer ejemplar sea entregado a la industria respectiva, a fin de que *quede un enlace estadístico permanente* entre los Centros oficiales y la Industria.

El Censo militar obrero, actualmente en período de implantación, al dotar, como preceptúa su Reglamento, de una cartilla personal a cada uno de los individuos que, sujetos al servicio militar, posean título de ingenieros y peritos, o sean contra maestros, maestros u obreros especializados, da origen a la formación de un archivo independiente para este extremo, que lleva sus enlaces mediante las correspondientes fichas, a los centros militares donde radica la documentación de los interesados, a fin de que en un caso de movilización militar, pueda quedar dicho personal, si conviene a los fines de la defensa nacional, exento de acudir al llamamiento, quedando afecto a las comisiones regionales, para ser destinado a trabajar en la industria que lo requiera para la fabricación de material de guerra.

La presencia del general director de la industria militar oficial en el Consejo de la Economía Nacional, proporciona el enlace entre las necesidades militares por una parte y las económicas del país por otra, tan necesarias de mantener equilibradas, como hice constar anteriormente en otro punto de esta conferencia. Por lo que respecta a la práctica en la fabricación del material de guerra, la orientación actual es la de cargar gran parte de los suministros de dicho material a la industria

privada; y para ello se dispuso, simultáneamente a la creación de la Dirección Superior Técnica de la Industria militar oficial, que todas las adquisiciones de material de guerra, que no tengan el carácter de reservadas y que se produzcan en el país, se harán mediante el informe de la Junta Central de Movilización, hoy reemplazada por dicha Dirección, la que debe señalar las fábricas y talleres civiles capaces de elaborarlos y la proporción en que los pedidos deben hacerse a la industria oficial y a la privada.

Finalmente, por lo que se refiere a la nacionalización de las primeras materias básicas y aprovechamiento mejor de la energía, como se sabe, se han creado diversos organismos, en todos los cuales, de una manera más o menos directa, hace sentir su acción reguladora el organismo de la Movilización Industrial.



TERCERA CONFERENCIA

Movilización industrial obrera.
Estadística militar y personal requisado.
Censo militar obrero y especialistas movilizados.

EXCELENTÍSIMOS SEÑORES. SEÑORES:

Todos conocéis la extraordinaria importancia que la producción del *material*, requerido por los ejércitos beligerantes, alcanzó durante la sin igual contienda en que se vieron sumidas, más o menos pronto, más o menos intensamente, las grandes potencias mundiales y la mayor parte de los pequeños Estados europeos en el transcurrir de cincuenta meses, desde agosto de 1914 a octubre de 1918. Cifras verdaderamente fantásticas acusan la cuantía de aquellas producciones—¡a qué citarlas, si de seguro las más interesantes están profundamente grabadas en vuestra memoria!—y llama poderosamente la atención la variedad de elementos de combate que desde entonces han tomado carta de naturaleza en los modernos ejércitos, en los que basta, para cerciorarse de ello, dirigir una mirada a su Infantería, la que antes de la Gran Guerra apenas osaba romper su sencilla organización y la homogeneidad de su armamento, dando entrada en sus formaciones a las compañías de ametralladoras, y hoy se presenta integrada, en feliz consorcio, por fusileros y granaderos; ametralladores, lanzallamas y bombarderos; artilleros, zapadores y telegrafistas propios, dotados de adecuado material y hasta con sus movimientos mecanizados dentro de la misma zona del combate próximo, en sus unidades de tanques ligeros y automóviles blindados.

No es de extrañar, por tanto, que para satisfacer tales necesidades, resultara francamente insuficiente la capacidad de las factorías, así oficiales como privadas, especializadas en la fabricación del *clásico material de guerra*, y que para hacer frente a ellas, se vieran obligados los gober-

nantes a *movilizar la industria toda del país*, desde los grandes centros productores de primeras materias—minas, canteras y bosques—hasta los más pequeños talleres, en cuanto éstos pudieran aportar algo útil a la comunidad industrial, aumentando su potencialidad productora, siquiera con la prestación de sus máquinas-herramientas y la prestación de la pericia de su personal. Así se constituyeron aquellos poderosos ejércitos industriales en el interior de las naciones; ejércitos, en cuya oscura actuación se cifraba la consecución del triunfo, tanto como en la de las masas combatientes, cuya *fuerza moral* solamente le alcanzaba de manera más brillante y efectiva en el campo de batalla, en cuanto y en tanto era sostenida y alentada por el *poder material* que de la industria recibía. Muy acertadamente escribe a este propósito el teniente coronel de Artillería Sr. Fernández Ferrer—profesor que ha sido de Industria, hasta hace poco, en la Escuela Superior de Guerra—: «Nadie duda ya de que la Industria es quizá la potencia bélica más formidable de un país. La fuerza moral es la principal, pero esa fuerza moral no existe y se desvanece en seguida, en cuanto el hombre adquiere el convencimiento de que su poder material es decididamente inferior al del adversario. No es prudente, pues, entonar constantemente himnos a la fuerza moral sin preocuparse de la material, porque no puede existir más que de un modo efímero y transitorio la primera sin la segunda.»

Como la organización militar de los pueblos continúa presentando la misma condición de universalidad—naciones en armas—que durante la pasada guerra, es de temer que la futura, que quiera Dios esté muy lejana, se presente revestida en su esencia, aunque tal vez no bajo la misma forma, de las peculiares características de aquélla, siendo de presumir que en ella haya lugar a una participación de todas las actividades nacionales, alcanzando como resultado: «el de la síntesis de contiendas violentas, sostenidas por las fuerzas militares, políticas, morales, literarias, artísticas, financieras, comerciales e industriales de los países beligerantes» (1). Por tanto, es en el presente medida de elemental prudencia la de preparar, desde el tiempo de paz, la movilización para la guerra, no sólo de los elementos puramente militares, sino también la de los propios a cada una de las actividades citadas.

La movilización de la industria de un país, supone la de cada uno de los cuatro grandes grupos de elementos, por los que fundamentalmente se halla aquélla constituida, a saber: Las *primeras materias* con que se alimenta; la *energía*, que poniendo en movimiento la maquinaria, o en otra forma más o menos directa, contribuye a la transformación de aqué-

(1) Teniente Coronel Fernández Ferrer.

llas, a los fines a que se encamina la fabricación; el *conjunto de dicha maquinaria* y de todos los artefactos en que se realizan tales transformaciones, y, por último, el *personal obrero*—comprendiendo bajo esta denominación, desde el ingeniero que, con sus conocimientos técnicos, organiza y dirige las operaciones que allí se efectúan, hasta el último peón, que, con la aportación de su inteligente esfuerzo corporal, lleva a cabo racionalmente las faenas más sencillas—que imprime vida a aquel conjunto de fuerzas materiales y elementos del mismo orden, clasificados en los tres grupos anteriores.

Dejando a un lado el estudio de la movilización industrial en general, así como el particular que pudiera hacer relativo a la de las primeras materias: la energía, la maquinaria y elementos análogos de trabajo y aun de los medios de transportes ferroviarios, carreteros, aéreos y fluviales, en cuanto están al servicio de la industria, me limitaré en la presente conferencia, sujetándome al tema que encabeza estas líneas y que por la Superioridad se me ha señalado.

A) Movilización industrial obrera.

En el curso de una conferencia que, dentro de este mismo ciclo, tuve el honor de dar en Bilbao, al tratar de la «preparación de la movilización industrial en tiempo de paz», hube de citar dos hechos que, en mis lecturas sobre la materia, me habían causado honda impresión, y era uno de ellos, precisamente, la tremenda herida inferida a la industria francesa por la movilización militar decretada a raíz de la declaración de la Gran Guerra, arrebatándola una grande y selecta porción de su personal—ingenieros, maestros, contramaestres y obreros—que abandonando las fábricas y talleres en que trabajaban, acudió solícita a cumplir con sus deberes militares. La realidad de la guerra, al poco tiempo de iniciada, demostrando con imperiosa e irrefragante argumentación la enorme equivocación sufrida en cuanto a previsiones en material para el ejército se habían hecho en la anteguerra, hacía pasar al plano de las primeras necesidades en el camino de la victoria, la de comunicar a todo el conjunto de la industria nacional, no sólo su pérdida eficiencia, sino intensificada en su capacidad y hasta modificada en parte de sus medios de producción y en la naturaleza de ésta. Ello exigió, como primera medida, la reintegración de aquel personal a su funciones de tiempo de paz, haciéndose patente una vez más, al ser llevada a la práctica tal determinación, la verdad—tan amarga en este caso—encerrada en nuestro conocido refrán: «más vale prevenir, que no corregir».

Efectivamente, se tropezó en seguida con la mala fe de algunos jefes

de industrias que, olvidando deberes sacratísimos, se aprovecharon de la crítica situación creada por la penuria de material de guerra, para reclamar en concepto de obreros, necesarios a la marcha de sus establecimientos productores, a deudos y amigos que se hallaban en el frente. El general Pédoya, presidente de la Comisión del Ejército en la Cámara de los Diputados, escribía en enero de 1915 al ministro de la Guerra: (*La Commission de l'armée pendant la grande guerre*). «La Comisión ha comprobado durante sus visitas a las industrias que trabajan para el Ejército, que el personal que en ellas se encuentra empleado, no reúne siempre las aptitudes exigidas por las funciones que desempeña; así ha encontrado trabajando como torneros, a tenedores de libros, ayudas de cámara, peluqueros... a quienes corresponde servir en el Ejército.»

Nuevas dificultades se encontraron en la pugna entablada y continuada por todo el tiempo que duró la lucha, entre las necesidades sentidas por los servicios técnicos del Ejército en el frente, por una parte, y las de la Industria en el interior, por otra, ya que los primeros se mostraron reacios a desprenderse, en favor de la segunda, del personal especialista a ellos afectado por la movilización militar. El ministro del Armamento, M. Alberto Thomas, declarando ante la Comisión del Ejército, antes mencionada, decía en marzo de 1917: «Desde hace treinta y un mes que empezó la guerra, el debate sobre las necesidades del frente y las del interior se ha entablado en diversas ocasiones, este debate no cesará, y actualmente reviste carácter bastante agudo, por no considerar cada bando, sino sus necesidades como las más urgentes.

» *El frente* solicita un día obreros para sus secciones de reparaciones de automóviles o de aviones, es preciso concedérselas; pero en otra ocasión para responder a la intensificación de la producción, solicitada con vivacidad por las comisiones parlamentarias, a fin de dar cumplimiento a un nuevo programa adoptado para la construcción de artillería, es *el interior* quien reclama especialistas; por ello hemos considerado necesario la vuelta de 6.000 a 7.000, que eran solicitados por tres grandes factorías de producción artillera. *El frente* se negaba a enviarlos pretextando le eran indispensables. Han llegado a señalarse verdaderos abusos. Para no citar más que un solo hecho: el servicio de Ingenieros no quería devolver, al cabo de diez y ocho meses, un obrero de precisión reclamado por Saint Chamond; dicho obrero se ocupaba en el frente en machacar balasto; me ha sido preciso dar la orden terminante de que se manden al interior los hombres reclamados, cualesquiera que sea su especialidad. Entonces he recibido alegatos en que se me decía: «Con retirar hombres del frente podréis favorecer, ayudar a vuestras fabricaciones del interior, pero desorganizáis las de vanguardia.»

Por otra parte, algunos jefes de cuerpo, poco propicios a dejarse privar del concurso de un personal que prestaba a sus órdenes excelentes servicios, no ponían gran empeño en dar satisfacción a las demandas que se les hacía para que buscaran entre sus tropas los obreros especialistas que la industria solicitaba con insistencia. Habiéndose decidido por la subsecretaría de Estado el establecer un *censo obrero* en el cual podrían inscribirse cuantos se consideraran especialistas, llenando a tal fin la correspondiente ficha, en la que harían constar, bajo su responsabilidad, la profesión que ejercían antes de la movilización, el tiempo durante el cual la habían desempeñado y el establecimiento en que hubiesen trabajado, fueron enviadas las correspondientes fichas en blanco a los distintos cuerpos y servicios. La Comisión del Ejército, en 22 de diciembre de 1915, en vista de informes recibidos, llamaba la atención del ministro «sobre las dificultades que en ciertos Cuerpos, unidades especiales y servicios, encuentran los obreros especialistas para hacerse inscribir como tales».

Y si a lo que dejo dicho se añade: que cuando se dispuso la vuelta a los centros de trabajo de procedencia, de los obreros que en agosto de 1914 se incorporaron a Banderas, algunos de ellos habían muerto o sido hechos prisioneros, y otros, para entonces, desaparecieron o quedaron inutilizados para su trabajo habitual, y que la falta en los primeros momentos de una adecuada ordenación para llevar a cabo la distribución de la importante masa obrera que regresaba del frente, originó que obreros especialistas de unas fábricas, llegaran a mal emplearse, como simples peones, en otras, a las que fueron incorporados; ya nadie podrá mostrarse sorprendido de que todavía en el mes de marzo de 1915, una factoría artillera oficial como la de Bourgues, no hubiera podido organizar el trabajo nocturno, y que durante el día viera parte de sus tornos inmovilizados; que el Creusot, por entonces, no llegara a completar su dotación en personal del tiempo de paz, por lo cual, los poderosos medios de producción con que contaba esta gran fábrica, no alcanzaron a dar, ni con mucho, su máximo rendimiento; que la Comisión de Armamento, en informe dirigido a la del Ejército, pudiera expresarse: «hemos podido comprobar a los diez y seis meses de guerra, que talleres dedicados a la fabricación de cañones han de parar cada noche faltos de obreros; que más de 3.000 obreros, reclamados por una fábrica, sean por ella en vano esperados; que el tonelaje de carbón extraído en la cuenca del Loire, sea inferior al del tiempo de paz; que las industrias están faltas de maquinaria, porque los talleres que podrían producirla carecen de obreros; que otros talleres estén cerrados cuando podrían trabajar para la defensa nacional.....»

Meditemos un momento delante del cuadro que queda bosquejado y llegaremos de manera indefectible a convenir en la manifiesta necesidad de preparar cuidadosamente, desde el tiempo de paz, *la movilización industrial obrera*:

1.º Para que la actividad productora de la industria que, precisamente en el momento de romperse las hostilidades, se verá obligada en muchos de los establecimientos que la integran a intensificarse y a transformarse, no halle nuevas dificultades—¡que muchas son ya las propias de tales circunstancias!—en la privación de parte de su personal, quizá el más apreciado.

2.º Para hacer frente al aumento de personal exigido por las fábricas movilizadas con el de otras, a las que no alcance tal medida, sustituyendo al compás que las circunstancias lo exijan y la naturaleza del trabajo lo permita, la mano de obra de los hombres a quienes corresponde servir a la Patria en las filas del ejército combatiente, por la de otros a quienes no alcancen los deberes militares por la femenina y hasta por la de inválidos reeducados.

3.º Para que cada ciudadano preste sus servicios allí donde sea más útil al bien general, llegando en este sentido a eximir de la incorporación al ejército a ciertos obreros especialistas, cuya pérdida fuera irreparable o entrañara difícil solución.

4.º Para compaginar las necesidades en personal de la industria movilizada con los del buen funcionamiento de determinados servicios y unidades especiales en la zona de operaciones de guerra: parques de artillería, de ingenieros, automovilismo, aeronáutica; servicios de puentes, minas, ferrocarriles, carreteras y enlaces; unidades de artillería pesada, electricistas, de alumbrado, etc.

B) Estadística militar y personal requisado.

Sabido es de vosotros que la movilización del ejército no se efectúa de una sola vez llamando a sus filas a todos los ciudadanos sujetos a la ley militar, sino que su desarrollo comprende dos fases o períodos. En la primera, que se inicia con la ruptura de hostilidades—y aun se anticipa a ella, en apoyo o en frente a un enérgico ultimátum, siendo último pretexto para la declaración de guerra—y que debe ser realizada en un corto número de días—pues en su mayor brevedad, radica el triunfo las más de las veces—se convoca únicamente al grupo de contingentes o reemplazos que se conceptúen necesarios para constituir el ejército de primera línea, capaz de realizar por sí las operaciones de guerra previstas en el plan formado de antemano para resolver felizmente el conflicto.

Durante esta primera parte de la movilización, que ha debido ser estudiada hasta en sus menores detalles de ejecución, para que una vez ordenada se realice de manera casi automática; las tropas en servicio activo, que constituyen el ejército en pie de paz, son las encargadas de soportar el peso de toda la acción militar contra el adversario, *cubriendo y protegiendo* el ordenado desarrollo de las operaciones que la movilización requiera. La segunda fase se extiende por todo el tiempo que resta de guerra y sólo puede estar estudiada previamente en líneas generales, lo cual no es inconveniente, pues se dispone de tiempo para dictar en cada momento las medidas apropiadas, al fin de hacer frente a las necesidades nacidas de la realidad de los hechos.

Por manera análoga ocurre en la movilización industrial, que ni puede ni debe pretenderse que, desde el primer momento de la guerra, todas las actividades productoras del país se orienten hacia la producción de material para el ejército. El plan de movilización industrial determina, de acuerdo con la *naturaleza y cuantía* de las necesidades previstas para el ejército de primera línea y de los *lugares* y del *tiempo* en que deben quedar satisfechas, cuáles son los centros productores que deben ser por ella comprendidos en su desarrollo, en correspondencia con la primera fase de la movilización militar, los cometidos que a cada uno de ellos compete y las medidas detalladas que han de adoptarse para que puedan debidamente cumplirlos. Y entre tanto estas providencias se van haciendo efectivas, actúan a modo de ejército industrial de *cobertura* , atendiendo a la reposición del material consumido y a la reparación del inutilizado, los depósitos constituidos desde el tiempo de paz, en concurso con la industria militar oficial y aun con algunos establecimientos privados dedicados a la fabricación de material de guerra desde aquel tiempo y que tienen, por tanto, sus talleres dispuestos para ello. En la actualidad, dentro de nuestra región se encuentran en este caso: las factorías de la Constructora Naval; la de cañones, en Placencia de las Armas; Esperanza y Compañía; talleres de Guernica, etc. Ciñéndonos al tema que nos ocupa, entre las medidas a que aludí deben hallarse las consiguientes a que cada uno de los centros movilizados disponga, en número y especie, del personal que le precise. Resalta a tal fin la necesidad de poseer una *estadística militar del personal obrero* lo más exacta posible—por lo cual, deberá renovarse periódicamente—en la que aparezcan consignados fábrica por fábrica, taller por taller, el número de individuos de cada profesión u oficio que existan en el conjunto de la Nación. Pero para que tal clasificación sea utilizable a los fines a que se la destina, es necesario que en ella se relacionen las profesiones u oficios con las edades, sexos y nacionalidades de los obreros:

1.º Porque solamente uno de los dos grandes grupos en que se puede dividir aquel conjunto, el constituido por aquellos obreros cuyas edades estén comprendidas dentro de los límites que abarca el servicio militar en sus diversas situaciones de actividad y reserva, puede ser *normalmente obligado* a prestar sus servicios en los centros industriales, donde las necesidades de la defensa nacional lo requiera; mientras que el segundo grupo, del que forman parte el restante personal masculino de la propia nacionalidad, todo el personal femenino y los obreros extranjeros neutrales, gozará hasta cierto punto de libertad para el trabajo.

2.º Porque el espíritu de justicia—que debe presidir en la exigencia del cumplimiento del deber, para que a pesar de las molestias y de los perjuicios que trae aparejados para los sujetos al mismo, se haga llevadero y hasta satisfactorio—, debe lógicamente resplandecer tanto más, cuanto que aquellas penalidades sean mayores y más graves aquellos daños. Y como en el orden ciudadano ninguna obligación hay más penosa ni rodeada de mayores peligros que la de servir en el ejército en campaña, nace la necesidad de llevar al primero de los dos grupos citados una subdivisión por situaciones militares, ya que con arreglo a tal criterio deberán ser, *en lo posible*, reemplazados en la industria para incorporarse al ejército combatiente, en primer término, los obreros de los reemplazos más modernos.

Pero no es esto suficiente todavía. No es igual el valor que para la industria tienen todos los individuos que poseen un mismo oficio, no son por tanto dignos todos ellos, por este concepto, de igual estima. Así hay fresadores, torneros mecánicos, ajustadores, carpinteros, etc., que por sus conocimientos en dibujo, aritmética, geometría, interpretación de planos, etcétera, y que por su habilidad manual son difícilmente reemplazables, constituyendo, como suele decirse, el alma del taller en que trabajan, y su ausencia determina forzosamente una reducción en el rendimiento y una depreciación en la calidad de la producción, y hasta en muchas ocasiones una paralización completa de la industria. Esta fué una de las causas que determinaron en Francia, en los primeros meses de la guerra, un gran cierre de talleres, dejando en paro forzoso hasta el 40 por 100 de la población obrera. Otros obreros de los oficios citados, por su poca instrucción general y por su poca destreza, son por el contrario incapaces de efectuar el menor trabajo que se salga del que para ellos es corriente y normal, si no se les dirige y presta ayuda de manera inmediata, llevándoles como de la mano; se comprende que puedan ser fácilmente sustituidos aun por personal ajeno a dichas actividades, que por tener

una regular inteligencia y capacidad, puede alcanzar en breve plazo su mismo y hasta superior grado de pericia.

Entre los cometidos asignados en España a la actual «Sección de Industrias y Construcciones del Ministerio del Ejército» para el cumplimiento de una de las altas misiones que le está encomendada—la de preparar la movilización de la industria civil—, figura el de llevar a cabo la formación de la estadística y el censo militar obrero, que permitan efectuar la debida clasificación y distribución de los movilizados para el servicio industrial en tiempo de guerra.

Desde los primeros pasos dados por el Cuerpo de Artillería en el año de 1916 y el de Ingenieros en el de 1918 para registrar estadísticamente las industrias que por su producción interesan al desenvolvimiento de los respectivos servicios, se consignaron en los cuestionarios redactados para cada uno de los centros de trabajo, investigados, relaciones numéricas del personal, clasificado exclusivamente por oficios. En noviembre de 1923 se publicaron los Reglamentos provisionales para la implantación de la «Estadística militar del personal obrero» y del «Censo militar obrero» que más tarde han adquirido el carácter de definitivos.

Refiriéndome ahora al primero de ellos, cumplen sus preceptos: a todas las industrias y laboratorios militares y civiles, al ramo de construcción y similares, a las industrias manufactureras y de primeras materias utilizables para toda clase de material—tanto de guerra como sanitario, de alimentación, de vestuario o equipo—directa o indirectamente necesario para el sostenimiento del Ejército o de la Armada en períodos de movilización parcial o total.

La clasificación de los individuos que deben figurar en la estadística, se fundamenta en su distribución en tres grandes grupos:

- 1.º Personal director técnico.
- 2.º Personal auxiliar práctico.
- 3.º Personal obrero propiamente dicho.

El primer grupo comprende dos subdivisiones y tres el tercero, definiéndose cada uno de tales apartados—de acuerdo con las instrucciones últimamente dictadas por la Sección de Industrias y Construcciones, en julio último—en la forma siguiente:

Primer grupo: Primera categoría.—Ingenieros con título del Estado, doctores y licenciados en Ciencias Físicas, Químicas, Naturales y en Farmacia.

Segunda categoría.—Ingenieros con títulos que no sean del Estado, maquinistas navales, ayudantes, peritos y demás personal con título profesional del Estado.

Segundo grupo.—Maestros, sobrestantes y contra maestros.

Tercer grupo: Oficiales aventajados.—Los que acrediten tal habilidad profesional, que les permita emplear los útiles de su oficio para trazar y construir, fabricar o trabajar con arreglo a planos u órdenes técnicas que se les entregue, y que por tanto, tendrán aptitud suficiente para ser empleados en la dirección de un grupo de obreros de su profesión. A esta categoría pertenecen los delineantes.

Oficiales.—Los que con práctica en la especialidad a que se dedican dentro de su profesión, no llegan a los conocimientos técnicos de los de la categoría anterior, necesitando por regla general el auxilio de modelos piezas o la dirección de los oficiales aventajados para poder ejecutar los trabajos que se les encomienden.

Ayudantes y peones.—Los que aun teniendo un oficio claro y definido no se hallan formados en él, pudiendo ser fácilmente sustituidos en sus funciones por personal que no posea conocimientos del oficio. Además, los braceros y peones.

Con arreglo a las mismas normas, se clasifican por separado las mujeres y niños por una parte y el personal extranjero por otra.

La estadística se realiza anualmente, y a tal fin, en los primeros días de enero, se remiten por las Comisiones de Movilización a cada una de las industrias, cuyos cuestionarios o fichas obran en sus archivos, un duplicado ejemplar de una hoja estadística en blanco, en cuyo anverso, el jefe de la industria debe clasificar al personal ocupado en ella, distribuyéndole numéricamente en las 16 agrupaciones siguientes—correspondientes a la diversidad de edades, sexos y nacionalidades—y dentro de cada una, con arreglo al grado de aptitud profesional antes definido.

Sujetos a las leyes militares... ..	}	Incluidos en los dos primeros años de servicio.	}	Ejército... (1)
				Armada... (2)
	}	Inscriptos en el censo obrero militar.....	}	Ejército. . . (3)
				Armada... (4)
No sujetos a las leyes militares...	}	Varones... ..	}	Menores de 16 años (5)
				Entre 16 y 20 años (6)
				Entre 21 y 38 años (7)
				Entre 39 y 40 años (8)
				Mayores de 44 años (9)
	}	Hembras.....	}	Menores de 14 años (10)
				Entre 14 y 22 años (11)
				Mayores de 22 años (12)
Extranjeros....	}	Varones....	}	Menores de 16 años (13)
				Mayores de 16 años (14)
		Hembras . .	}	Menores de 23 años (15)
				Mayores de 23 años (16)

En el reverso debe efectuarse el desdoblamiento entre los diversos oficios y profesiones, de cada uno de los datos consignados en el anverso: Ingenieros industriales, de Minas, etc. Maestros fundidores, forjadores, etcétera. Obreros ajustadores, ebanistas, herreros, etc.

Una vez llenadas las hojas, el industrial las devuelve a la Comisión, la cual vacía sus datos en el Cuestionario correspondiente, previo examen y aprobación hecho de los mismos por la Junta regional respectiva, dando curso a continuación a uno de los ejemplares al Ministerio del Ejército y enviando el otro, nuevamente, a la industria de procedencia, para ser conservado por ésta.

Vemos, pues, cómo nuestro Reglamento de Estadística militar obrera permitiría conocer los detalles que se precisan para poder efectuar de una manera perfectamente racional: el mantenimiento en su puesto, la sustitución y el refuerzo del personal en los centros movilizados en tiempo de guerra, si no fuera, porque en él aparecen englobados, todos los obreros sujetos a las leyes militares en las cuatro agrupaciones: (1), (2), (3) y (4), que en realidad se reducen a dos, ya que las (1) y (2) y las (3) y (4), solo difieren, en que en las impares se incluye al personal que pertenece al Ejército, y en las pares, están inscriptos los obreros alistados en la Marina.

A llenar tan importante y voluntario vacío, se encamina la formación del Censo militar obrero, objeto del segundo Reglamento citado.

C) Censo militar obrero y especialistas movilizados.

Antes he indicado, que de las dos grandes agrupaciones—que atendiendo a la sujeción o no sujeción a la obligación militar—pueden formarse con todo el conjunto del personal empleado en la industria' el Estado puede disponer del primero—a los fines de la defensa del país—con entera libertad, según convenga, reteniéndole en la vida industrial o enviándole a nutrir las filas del ejército combatiente. Por tal motivo, este grupo ofrece especial interés en orden a la movilización industrial y es, naturalmente, objeto de medidas especiales.

Las lamentaciones de falta de personal registradas en la interesante historia de la movilización de la industria francesa en la pasada guerra, algunas de las cuales he presentado a vuestra consideración, se refieren más bien que a la escasez de mano de obra en general—sin negar con ello que la hubo en determinados momentos, salvándose por medios, alguno de los cuales: mano de obra femenina y reeducación de inválidos, analizaré más adelante—a la de *obreros especialistas*, es decir, a la de

aquel personal en posesión de adecuados conocimientos teóricos y prácticos, cual los exigidos en nuestra clasificación para los obreros conceptuados como *oficiales aventajados* y aun simplemente como *oficiales* y los representados por los títulos, que admiten a sus poseedores en los *dos primeros grupos* de aquélla.

Con el conjunto de este personal hay que atender a las justas demandas de los servicios técnicos del Ejército y a las de la Industria. No pueden sentarse reglas en abstracto para esta distribución; tan dignas de atención son las de los unos como los de la otra, pero lo que a mi juicio no cabe duda, es: «que debe ser *norma de conducta para el estudio de la distribución mencionada*, el hacerlo en forma que se eviten las reintegraciones de personal desde el frente al interior, *si no es como medida general para todo un cupo o reemplazo*». Los que se quedan en la zona de operaciones al ver que marchan a retaguardia—aunque sea a trabajar en provecho de ellos en la industria de guerra—a compañeros de su misma quinta o de otras más modernas, sufren una depresión moral de consecuencias más graves, si cabe, que la falta de *material* que se trata de remediar.

Todo este *personal especialista* debe de ser registrado individualmente en las oficinas de ambas movilizaciones—militar e industrial—, las cuales deben seguir, paso a paso, los cambios de situación que, en el curso de su vida de trabajo, va sufriendo el obrero-soldado. Así mismo, los títulos y certificados que justifiquen tal inscripción, deben de ser debidamente comprobados por medios que ofrezcan suficiente garantía.

Veamos cómo tales extremos se hallan estudiados en nuestro *Reglamento del Censo militar obrero*.

La libreta de movilización industrial es el documento complementario de la *Cartilla militar o naval*, que garantiza a aquél, a cuyo nombre sea extendida, su posible adscripción en tiempo de guerra a servicios de índole técnica o industrial. Un juego de tres fichas para cada libreta, idénticas entre sí y caracterizadas por el mismo número ordinal asignado a aquélla, forma el *material de enlace* con los organismos regional y central de movilización industrial—la Comisión de Movilización de Industrias Civiles de la Región en que se halle establecido el poseedor de la libreta y el segundo negociado de la Sección de Industrias y Construcciones del Ministerio del Ejército—y con la dependencia en que radique su documentación militar y a la cual está directamente subordinado para cuanto se relaciona con el cumplimiento de sus deberes militares: Batallón de Reserva, compañía de Depósito, Comandancia de Artillería, de Marina, etc.

Todos los obreros comprendidos en los dos primeros grupos y en las

dos primeras categorías del tercero—oficiales aventajados y oficiales—de nuestra clasificación profesional, deben de recibir, al reintegrarse a la vida civil, después de cumplido su servicio activo en el Ejército o en la Marina, juntamente con la *cartilla militar o naval*, la correspondiente *libreta de movilización industrial*.

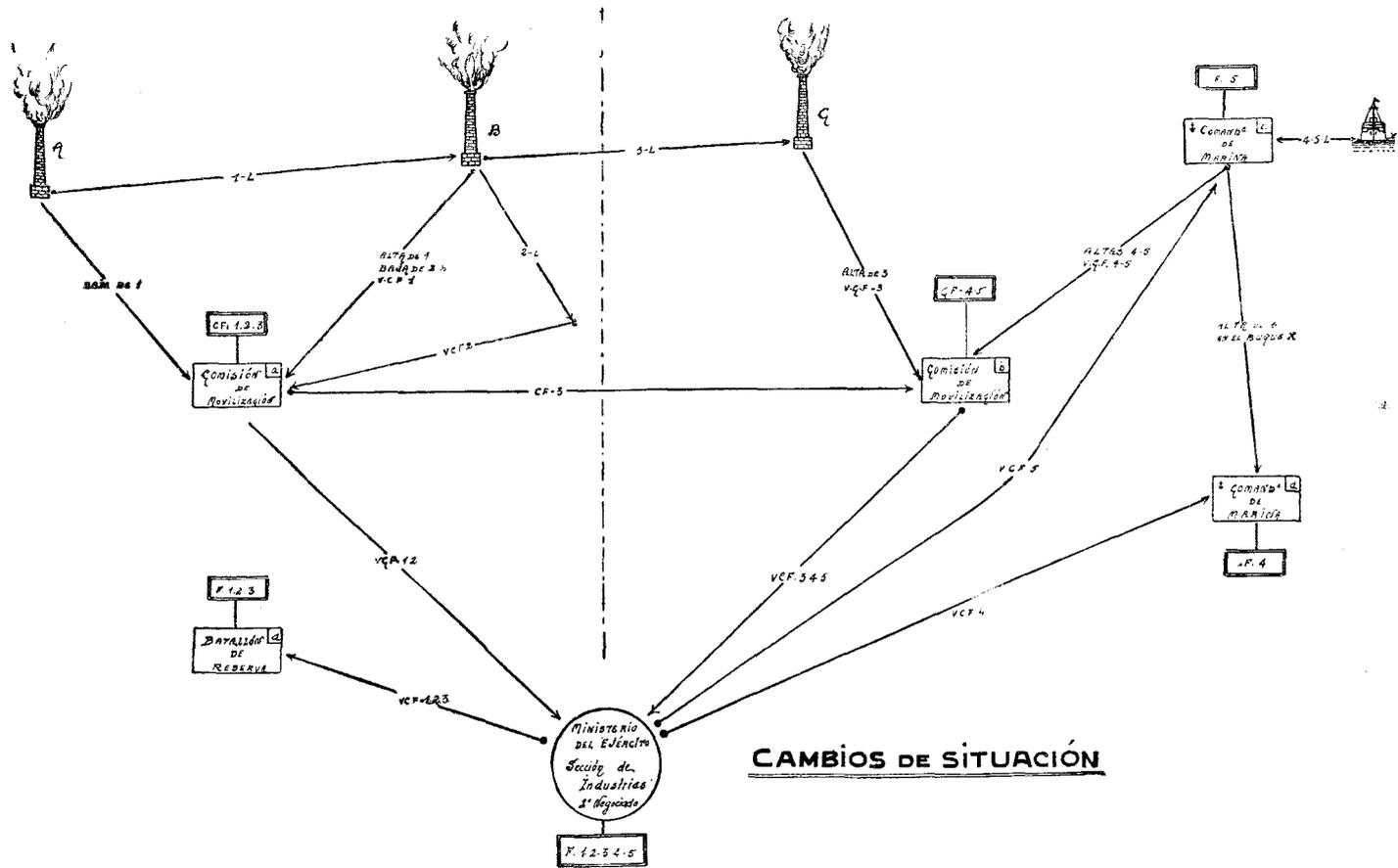
En el esquema 1 se vé cómo los obreros 1, 2, 3 y 4, procedentes de la fábrica A, presentan a su ingreso en filas en los cuerpos activos del Ejército 1, en los de la Marina 2, o al entrar a servir en los establecimientos fabriles militares (fábricas, laboratorios, arsenales, etc.) 3 y 4, los correspondientes certificados acreditativos de aptitud profesional C V, que visado por la Junta Regional de Movilización, en cuya demarcación está enclavada la fábrica A, les han sido entregados por el director o gerente de la misma.

Al pasar a la segunda situación de activo, el obrero 1 recibe su *libreta de movilización 1 L*, pasando a trabajar en la fábrica C; el obrero 2, licenciado en la Marina, provisto de su *libreta 2 L*, pasa a la fábrica B, y a los obreros 3 y 4, al cesar en el establecimiento industrial militar, les son entregadas sus libretas 3 L y 4 L, ingresando en aquellos centros de trabajo.

Si por los trabajos ejecutados durante su permanencia en el Ejército o en la Marina, los primeros jefes de los cuerpos, buques o establecimientos, creyesen que algunos de sus subordinados eran acreedores a recibir la *libreta de movilización*, les proveerán de ella aunque no hubiesen aportado certificado alguno de aptitud profesional.

Dichas autoridades, con la debida anticipación, habrán solicitado y recibido de la Comisión de Movilización de Industrias Civiles de la Región militar en que radiquen, el número de *libretas* que hayan juzgado les precisen, acompañadas cada una de dos de las tres fichas F del Censo obrero que forman juego con ellas. Remitirán—como se expresa en el gráfico que examinamos—por cada libreta extendida a favor de un individuo perteneciente al Ejército, una de dichas fichas a la Comisión de Movilización de la Región en que va a establecer su residencia el poseedor de aquélla, y la otra, a la dependencia en que se archive su documentación militar. Tratándose de la Marina, ambas fichas deben de ser enviadas al Estado Mayor del Departamento Marítimo, el cual, en la época del licenciamiento, las remitirá a la Comandancia de Marina o Trozo en que esté inscripto el obrero. Dicha dependencia, a su vez, cursará una de ellas a la Comisión de Movilización a que corresponda con arreglo al criterio antes expresado, uniendo la otra a la documentación del interesado.

Las Comisiones, después de llenar las terceras fichas C F de cada



Esquema 2.

libreta, remitirán las originales, que sirvieron para su redacción, al segundo negociado de la Sección de Industrias y Construcciones del Ministerio del Ejército.

Los obreros que, con ocasión del servicio militar activo en mar o en tierra, no hubiesen sido inscriptos en el Censo militar obrero, o los que no hubiesen pasado por aquella situación, pueden serlo, en cualquier tiempo, en una de las formas siguientes:

a) Por las Comisiones de Movilización directamente, con ocasión de sus visitas a los diversos centros de trabajo, o por intermedio de los directores de aquellos en que se encuentran empleados, los cuales lo solicitarán de las Comisiones. Obrero 5 del esquema.

b) A petición del capitán de un barco mercante en cuyo rol figure el obrero. Dicha solicitud se efectuará ante la Comandancia de Marina. Obrero 6.

c) Por conducto de la Guardia Civil de la localidad en que habita el obrero solicitante, cuando éste se encuentre desacomodado o trabaje por cuenta propia. Obrero 7. Si el obrero pertenece a la Marina, se tramitará y llevará a cabo la inscripción por la Comandancia de Marina a que corresponda. Si residiera el interesado en la misma población en la que tiene sus oficinas la Comisión de Movilización, recabará la libreta directamente de ésta.

Los directores, jefes o patronos (esquema 2) que sufran en sus establecimientos variaciones en el personal inscripto en el Censo militar obrero, remitirán en los primeros días del mes siguiente al en que ocurra la alteración, una *relación de altas y bajas* al jefe de la Comisión de su Región. Véase fábricas A, B y C en el referido esquema.

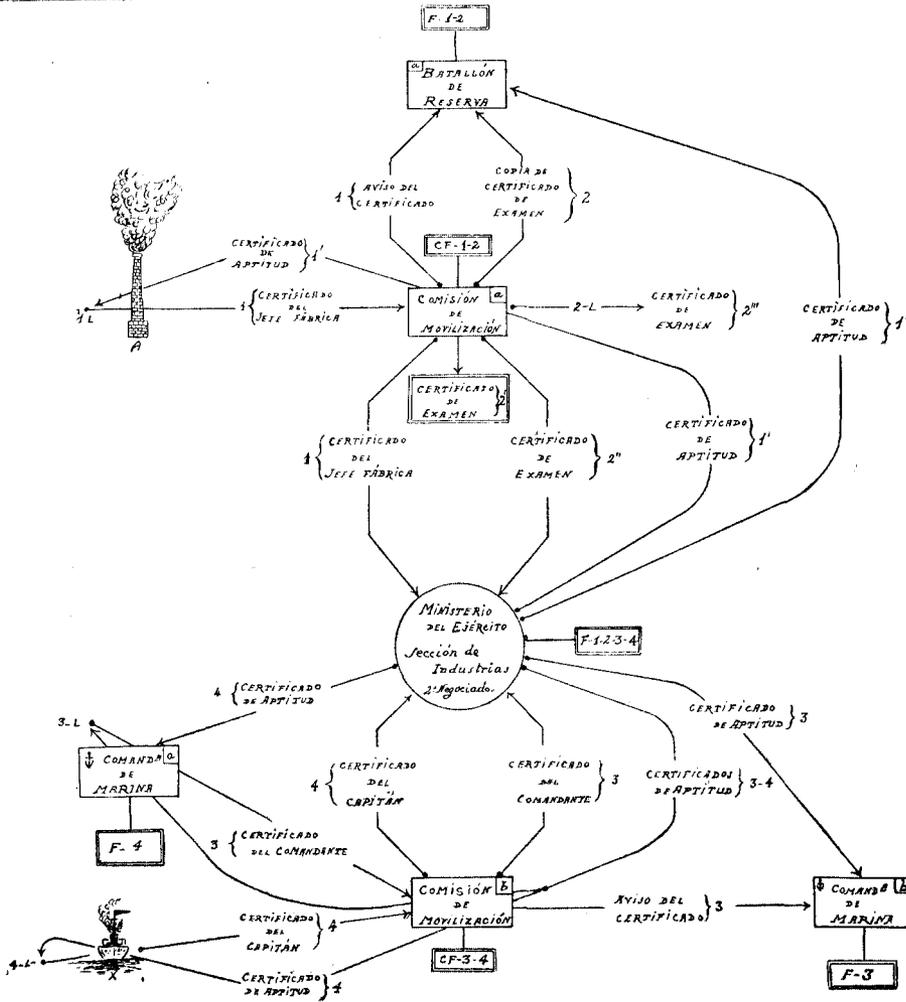
A esta relación acompañarán los *vales de cambio de fábrica V C*, correspondientes a los individuos que causen alta en sus talleres o dependencias, utilizando a tal fin los de los talonarios, que a su petición, les hayan sido remitidos por las Comisiones respectivas. Si carecieren de *talonarios de vales de cambio de fábrica*, aprovecharán uno de los vales de que cada libreta está provista.

Si se trata de obreros embarcados, buque X, se procederá análogamente por intermedio de las Comandancias de Marina.

Si el obrero pasa a trabajar por cuenta propia, obrero 2, remitirá el *vale de cambio de fábrica*, utilizando uno de los de su libreta, por conducto de la autoridad militar o del comandante del puesto de la Guardia Civil más próximo a su domicilio.

Los *vales de cambio de fábrica*, recibidos por las Comisiones, son cursados al Ministerio del Ejército y desde éste a las dependencias militares, en cuyos archivos obran las *terceras fichas de las libretas* a que co-

CAMBIO DE CATEGORÍA



Esquema 3.

rresponden los *vales*. Por cada una de las entidades citadas, se sientan las anotaciones pertinentes en las *fichas* respectivas.

Cuando un obrero, obrero 3, pasa desde la fábrica *B* a otra *C*, situada en región militar distinta, la Comisión de Movilización (*b*), en cuya demarcación está situada la fábrica *C*, reclamará de la Comisión (*a*), la *ficha* relativa a la *libreta* de dicho obrero.

Con ocasión de pasar la revista anual el personal inscripto en el Censo militar obrero (esquema 3), las autoridades, ante las cuales se formalice dicha obligación militar, deben de llenar los *vales V R* de que al efecto están provistas las *libretas*. Dichos *vales de revista* se tramitan en forma análoga a la acabada de indicar para los de cambio de fábrica, y al mismo tiempo de registrar su recepción, tanto en el Ministerio como en las Comisiones y dependencias militares en posesión de las *fichas* relativas a tales *vales*, se procede a efectuar las rectificaciones a que hubiere lugar en punto a la verdadera situación en la esfera industrial de cada uno de los obreros, ya que los datos referentes a tal extremo, que se posean hasta el momento, pudieran resultar erróneos, por haberse incumplido los requisitos reglamentarios a raíz de la ocurrencia de variaciones dentro de aquélla.

Cuando se trata de individuos pertenecientes a la Armada, las Comandancias remiten *relaciones de situación* a las Comisiones respectivas.

En los cambios de Cuerpo o de situación militar, se procede de igual manera que para la revista anual. Las *libretas* contienen *vales* especiales a tal efecto.

Si algunos obreros, 5 y 6, provistos de *libreta de movilización* abandonaran el territorio patrio para desenvolver su vida en el extranjero (esquema 3), entregarán en la Inspección de emigración los oportunos *vales V E*, los que sellados por la Junta local de Emigración, serán remitidos a la Comisión de Movilización (*b*) de la Región en que se halle establecido el último taller *B* en el que trabajaron los emigrantes, es decir, a aquella en la que están archivadas las *fichas* de sus *libretas*. A ese mismo organismo—Comisión de Movilización (*b*)—se enviarán por las autoridades militares (*b*) y (*c*) o por los jefes de los puestos de la Guardia Civil de las localidades en las que, al repatriarse, fijen su residencia los emigrantes 5 y 6, los correspondientes *vales de repatriación V I 5* y *V I 6*.

Tanto los *vales de emigración V E* como los de *repatriación V I*, siguen la tramitación natural para que las incidencias por ellos representadas queden registradas en las tres *fichas* que forman juego con cada *libreta*. Es de observar que, cuando un inmigrante (*b*) se establece en la

región (a), la Comisión de Movilización de la (b), en la que radica su ficha *C F G*, la endosa a la Comisión (c), dando cuenta de ello al Ministerio. (Remitida ficha *C. M. c.*)

Los jefes de las Comisiones hacen constar, en las fichas remitidas al Ministerio, el grupo y la categoría de la clasificación profesional en que se incluye a sus titulares, en relación con los diplomas y certificados presentados por éstos.

Cualquier obrero puede mejorar de clasificación, pasando de la categoría de oficial a la de oficial aventajado, conforme se indica en el esquema 4:

a) Mediante certificados expedidos por los jefes de las fábricas o talleres, obrero 1, por los comandantes de Marina, obrero 3, o por los capitanes de los barcos, obrero 4, de que los obreros a que se refieren, poseen los conocimientos objeto del programa fijado por el Reglamento.

b) En virtud de examen dado por los interesados ante las Comisiones de Movilización con sujeción al referido programa, obrero 2.

El Ministerio del Ejército libra, en el primer caso, los correspondientes certificados de aptitud, que son remitidos a los interesados por conducto de las Comisiones, siendo valederos, únicamente, mientras aquéllos desempeñan su oficio en las fábricas o buques donde los han obtenido.

En el segundo caso, se extiende *acta de examen* triplicada y se reconoce vigencia a la aptitud en ella consignada, aun cuando el obrero pase a prestar sus servicios en otra fábrica comprendida en la movilización industrial que el Gobierno decreta, siempre que el cometido desempeñado en esta última, sea similar al que ejercía cuando sufrió el examen.

Tanto las Juntas Regionales de Movilización como las Comisiones, están facultadas para comprobar en cualquier momento, mediante el correspondiente examen, la validez de los certificados de aptitud expedidos por los jefes de fábrica.

Cuando un obrero fallezca o quede inutilizado de manera permanente y absoluta para el trabajo, se dará cuenta de este suceso a la Comisión de Movilización respectiva por el director de la industria terrestre o naval en que trabajó, o por la familia del fallecido. Tanto la Comisión como el Ministerio, al cual se dará noticia por aquélla, inutilizarán las fichas correspondientes.

A todo obrero del que se carezca de noticias en un lapso de tiempo superior a dos años, se procederá a darle provisionalmente de baja en el Censo militar obrero.

D) Mano de obra femenina.—Reeducación de inválidos.

A facilitar la difícil conciliación en la lucha, que de manera necesaria ha de entablarse entre las necesidades de la movilización militar por un lado y las de la industria por otro, y que lleva a los organismos encargados de cada una de dichas movilizaciones a tratar de restarse mutuamente una parte notable de sus correspondientes efectivos, contribuyen poderosa y eficazmente las aportaciones hechas a la segunda, de la mano de obra de un personal de suficiente eficiencia para la ejecución de muchas de sus operaciones, y que es en cambio inaprovechable a los fines de la primera.

En tal sentido se ha revelado como de excepcional interés la participación de la mujer en los trabajos industriales más diversos, participación que fué aumentando rápidamente en el transcurso de la guerra, y que hoy, en circunstancias normales, a pesar de que la crisis, por la falta de obreros varones, no lleva camino de reproducirse, antes al contrario, se mantiene todavía para muchos trabajos, a los que no tenía acceso la mujer antes del año 1914, por el apoyo que encuentra tal intervención en el sector patronal, por razones de orden económico. El jornal de la mujer es inferior al del hombre y el rendimiento relativo se presenta mejorado.

Para que os forméis alguna idea de la amplitud de la contribución de la mujer en el trabajo industrial, citaré algunos datos entresacados de un notable trabajo del inspector general de minas, M. Fontaine, titulado «La industria francesa durante la guerra»:

Antes de la guerra trabajaban en los establecimientos industriales franceses 1.524.959 obreros, de los cuales 1.037.485 varones y 487.474 mujeres.

Al final de la guerra, los números respectivos alcanzaron los valores 1.559.393, 932.512 y 626.881, lo que supone un aumento en el total de obreros de 34.434, una disminución en los obreros varones de 104.973 y un aumento, en cambio, en las mujeres, de 139.407.

Entre los trabajos que no eran habituales a la mujer en tiempo de paz y que lo fueron en la guerra, pueden citarse los siguientes:

Alimentación.—Fabricación de pañ, manejo de prensas para pastas alimenticias, laminado de pastas, cocción de galletas...

Industrias químicas.—Carga de retortas, trituración de materiales, ensacado, fusión de sebos, fabricación de cartuchos, de mechas Bickford, carga de proyectiles.

Papel y cartón.—Manejo de las tinas y molinos para pasta de papel.

Industrias del libro.—Conducción de grandes rotativas.

Industrias textiles e industria del vestido.—Manejo de la maquinaria.

Cueros y pieles.—Operaciones de tinte y corte.

Industrias de la madera.—Trabajo en sierras mecánicas y tornos; de pintura y ensamblaje.

Metalurgia y trabajos de metales.—Conducción de máquinas de vapor, de puentes-grúas eléctricos; moldura y pulimento; manejo de martillos pilones y prensas hidráulicas; trabajos auxiliares en laminación; trabajos en tornos, fresadoras y otras máquinas-herramientas; trabajos de ajuste; alimentación de hornos y conducción de los mismos.

Trabajo de materiales pétreos.—Ladrillería, manejo de tornos en alfarería, moldes.

Transportes.—Conducción e intervención en servicios de tranvías y automóviles; facturaciones, carga y descarga.

La participación de la mujer en tantos y tan varios trabajos, algunos penosísimos, que exigen contar con naturalezas excepcionalmente robustas, fué hecha posible, gracias a la especial organización dada por los industriales a sus establecimientos, mecanizando las operaciones cuanto era posible por una parte y dividiendo extremadamente el trabajo con su organización en serie por otra, con lo cual, las obreras estaban empleadas en tareas muy limitadas y sencillas, reservándose a los hombres los trabajos para los que se precisa un largo aprendizaje. Por ejemplo: para una serie de tornos servidos por mujeres, afectaban un obrero para el utillaje por cada cuatro o cinco máquinas. En España hemos seguido también con mayor o menor puridad tal criterio. Hace un par de años, con ocasión de visitar en Bilbao una importante factoría, dedicada a la fundición de hierro y metales y al trabajo mecánico de tales productos, me llamó en ella la atención un taller dedicado a la maquinación de pequeños objetos de bronce y latón, producidos en serie, con destino a grifería, válvulas para bombas, etc., el cual se halla servido exclusivamente por mujeres—unas 40 ó 50—con asistencia únicamente de dos obreros, que atienden al entretenimiento de la maquinaria. El trabajo de la mujer, en tal forma, aparece sencillamente mejorado respecto al realizado en *talleres mixtos*, en los que se originan conversaciones entre obreros y obreras, que originan pérdidas en el rendimiento.

En todas las naciones, los obreros que, a consecuencia de accidentes del trabajo, resultaban inutilizados para laborar en su oficio, se empleaban hasta hace pocos años, de manera exclusiva, en menesteres que exigen una acción meramente de presencia, dentro de los mismos centros de trabajo en que resultaron lesionados: listeros, porteros, almaceneros,

etcétera, y cuando no hallaban tal ocupación, se veían forzados a buscar en la mendicidad un nuevo medio de subsistencia. La Gran Guerra por un lado, al dejar en herencia, a muchos de los que en ella tomaron parte, la inutilidad para su trabajo habitual (se calculan en unos 10.000.000 el número de inválidos en el conjunto de los países beligerantes) y por otro, el imponente desarrollo alcanzado por la actividad industrial en todo el mundo, dando origen a un número de accidentes que horroriza (sólo en los Estados Unidos de Norteamérica se calculan unos 30.000 muertos y unos 20.000 inválidos, anualmente, por esta causa), han hecho imposible resolver el problema con la antigua y defectuosa solución. Se recurrió, en principio, a otorgar a muchos de aquellos infelices colocaciones en puestos públicos; pero muchos más quedaron sujetos a mal vivir, a cuenta de las modestas pensiones que les fueron concedidas. La cuantía que representaba la suma de dichas pensiones—gravando enormemente los recargados presupuestos de la post guerra—y la entidad de la energía nacional perdida—que supone la inactividad de tantos individuos en la creación de la riqueza derivada de la producción—, se dejaron sentir hasta tal punto en la economía de los pueblos, que inmediatamente hubo de pensarse en utilizar en nueva forma las facultades que restan a los inválidos en provecho de la agricultura, de la industria y del comercio.

Ya en el año de 1872, el filántropo danés Han Knudsen, fundó en Copenhague una policlínica ortopédica y una Escuela profesional para la reeducación de inválidos, y durante el curso de la última guerra se emplearon en la industria, tanto alemana como francesa, inválidos rehabilitados para el trabajo; pero por las estadísticas que conozco relativas a Francia, por lo menos en esta nación, fué relativamente escaso el número de los registrados oficialmente por la Inspección del Trabajo, como presentes en las fábricas y talleres.

El asunto ha tomado excepcional incremento desde hace unos diez años, multiplicándose los Institutos de reeducación profesional, en los que aparte de someter a los acogidos a un debido tratamiento médico, se estudian científicamente sus aptitudes bajo el triple aspecto: fisiológico, psicológico y psicotécnico, a fin de aprovechar de la mejor manera las facultades que conservan, mejoradas muchas veces, por la aplicación de la prótesis correspondiente. Una instrucción esmerada y cultural y un nuevo aprendizaje en los talleres que forman parte del Instituto o de Escuelas profesionales anejas, permiten dar forma práctica a los estudios realizados cerca de cada individuo, devolviéndole a la vida de trabajo en condiciones de ser útil, bien en el desempeño de su antiguo oficio, bien en una nueva profesión.

En muchas naciones se impone a los patronos la obligación de dar

colocación a un determinado tanto por ciento de estos individuos rehabilitados para el trabajo.

En la finca de Vista Alegre, asiento del Asilo de Inválidos del Trabajo, fundado bajo los auspicios de la malograda infanta María Teresa (q. D. h.), se ha montado en nuestra Patria el Instituto de Reeducación Profesional, con arreglo a los últimos adelantos en la materia. Funciona autónomamente, bajo la tutela del Ministerio de Trabajo y Previsión.

El número de inválidos para el trabajo en España, puede valorarse en unos 80.000, renovándose cada año unos 2.000. Esta cifra ha servido de base para el cálculo de las necesidades de nuestro Instituto. En Bilbao se ha constituido una Institución análoga: «La Escuela de Lisiados y Tullidos», que dentro de la industriosa provincia de Vizcaya, contribuirá a resolver tan interesante problema económico-social. Nuevas fuentes para alimentar en hombres sus ejércitos industriales, sin detrimento de los contingentes militares, hallaron los beligerantes: en la emigración de las naciones neutrales, en las poblaciones de sus colonias y hasta en los prisioneros de guerra.

Falto de tiempo, me veo obligado a abstenerme de estudiar cuanto a ellas se refiere, y que por cierto tan interesante resultaría para alguna de ellas—los prisioneros de guerra—bajo más de un aspecto.

CONCLUSION

Para terminar; a cuantos me honrais con vuestra atención, y que asistiendo a estos actos—organizados por la Superioridad para difundir el conocimiento de cuanto respecta a la movilización de la industria civil—dais firme prueba de la buena voluntad que os anima, me permito rogaros—perdonadme mi atrevimiento—nos prestéis vuestra colaboración, cada uno dentro de su esfera de acción, en el desarrollo de la labor que, en punto a la preparación de la movilización del personal militar obrero, nos está encomendada a los que formamos parte del organismo a quien compete realizarla. A los que por vuestro cargo de primeros jefes de Cuerpo, o porque ejercéis la dirección de alguna entidad industrial, os afecta directamente el cumplimiento de algunos de los principales preceptos de los Reglamentos que hoy hemos estudiado, os encarezco de modo muy especial, veléis para que no quede paralizada la organización del Censo militar obrero. Instruid y educad a vuestros subordinados soldados obreros y obreros-soldados, para que cuando estén en posesión de la libreta de movilización industrial, en todos sus cambios de situación, cumplan con los requisitos previstos. Y los que estáis exentos de

responsabilidades legales por el desprecio o desconocimiento que de la citada legislación hiciéreis, no os desentendáis de ella por completo. Muchas veces, con vuestros consejos e instrucciones, podréis facilitar el que cumplan con ella aquellos que estén obligados.

El teniente coronel de Ingenieros D. Carlos Requena, que prestó sus servicios como agregado en el Ejército alemán, refiriéndose al espíritu de que se hallaba poseído aquel pueblo—modelo en cuanto era pertinente a la preparación para la guerra—y que llevaba a sus nacionales, cualesquiera que fuera su profesión y hasta su condición social, a prestar su personal auxilio para la mejor realización de ejercicios, aun puramente militares, nos contaba, había presenciado en repetidas ocasiones, que ordenándose, por vía de práctica, formara extemporáneamente un determinado regimiento, cuando su personal se hallaba ausente del cuartel, todo el público que circulaba por calles, paseos—y en los mismos tranvías—, al oír la proclama que en alta voz se hacía por los portadores de la orden: «Tal regimiento, orden de reunión en tal sitio y a tal hora», se apresuraba a transmitirla a cuantos jefes, oficiales y soldados del expresado Cuerpo hallaba a su paso.

¿Por qué inspirados por un espíritu igualmente patriótico, no haréis una labor difusiva de los preceptos reglamentarios, en asunto de tanta transcendencia, como lo es el de la Movilización Obrera?



El dominio del mar y las modernas flotas de combate.

SALVADOR G.^A DE PRUNEDA

: Teniente coronel de Ingenieros :

El dominio del mar y las

modernas flotas de combate

CONFERENCIA

PRONUNCIADA ANTE LA OFICIALIDAD DE GUADALAJARA
EN EL CICLO ORDENADO POR
EL EXCMO. SR. CAPITÁN GENERAL DE LA REGIÓN



IMPRESA DEL «MEMORIAL DE
INGENIEROS». - MADRID, 1930.



PROEMIO

El poder marítimo es indispensable a todas las naciones: a las imperialistas, por serlo; y a las que no lo son, para evitar la humilde condición de satélites sometidos a la voluntad de aquéllas. (Frase italiana).

La guerra no se hace solamente en tierra; en el mar y en el aire se desarrollan fases de la lucha que en el mar han sido decisivas, y en el aire lo serán en el porvenir. No es una mera frase el dicho inglés de que la guerra mundial la ganó un cabo de ancla.

Este proemio es una perogrullada, pero es necesario decir esa verdad, porque es lo cierto que España casi nunca ha pensado en el mar ni ha mirado al mar, y el oficial que forma parte de la sociedad española piensa como ella, como ella ignora los problemas marítimos y, al pensar en su función guerrera, solo se acuerda del Ejército. Ese error nos ha traído males sin cuento. Es objeto de esta conferencia hacer pensar a mis compañeros en la importancia del mar y en los medios modernos de combatir en las aguas.



La Geografía manda en la Historia.

Situada España entre el Mediterráneo y el Océano, con costas de gran desarrollo y sin más contacto con Europa que el corto istmo pirenaico, nos ha dado la Naturaleza una obligación marítima que cumplimos hasta el siglo XIII en el Mediterráneo, ya que los levantinos, guardadores de las costumbres fenicias, habían conservado la tradición marinera; pero la Naturaleza que nos puso entre dos mares, fué esquivada con nosotros al dar a la Península litoral casi rectilíneo, sin profundas bahías ni mares interiores, agravado este mal con nuestra orografía de una alta meseta central, aislada casi toda ella del mar por elevadas cordilleras, que hacen papel de parapeto y sin arterias fluviales navegables.

Todo ello contribuyó a aislar al castellano del mar, cosa agravada con la separación de Portugal (el absurdo histórico-geográfico mayor que existe), que nos restó costa y los dos únicos ríos con tramos navegables de la Península. Ese jirón de España mantuvo tradición marítima demostrada, como suele hacerlo el pueblo, de modo episódico en los nombres de sus reyes, que en España son sabios, o grandes, o crueles, pero ninguno lleva el sobrenombre de *navegante* como Enrique IV de Portugal.

Y es tal la unidad racial profunda de los dos estados ibéricos que forman un solo pueblo (1), que hubo coincidencia en las aventuras de Colón y de Vasco de Gama, y en el paralelo desarrollo de nuestras conquistas ultramarinas y nuestra caída.

España hasta mediados del siglo XVI no estaba de frente al mar, se contentaba con estar de costado; pero la política continental que por razones dinásticas impusieron los Austrias, nos hizo volverle la espalda; precisamente cuando más falta nos hacía y empezaba a tener el Océano el mismo papel primordial que el Mediterráneo tuvo en la edad antigua!, y como la Geografía manda en la Historia de modo inexorable, cuando algún pueblo falta de modo flagrante a su destino histórico, la Geografía

(1) Oliveira Martins. *Historia de la civilización ibérica.*

se venga. Eso nos pasa en la edad moderna; para comprobarlo pasaremos una ligera ojeada a nuestra historia militar de cuatro siglos.

Siglo XVI.

Desde el siglo X al XV, el único mar que a España importaba era el Mediterráneo, y como en sus costas estaba la Coronilla aragonesa, de vieja tradición marítima y comercial, si no fuimos durante ese tiempo dueños del mar, al menos tuvimos libertad de movimiento que nos permitió la conquista de Mallorca, mantener comunicaciones con el reino de Nápoles y no dejar completamente aisladas las huestes de Roger de Flor y sus sucesores, que en los años 1303 a 95 escribieron aquella gesta maravillosa de la expedición de catalanes y aragoneses a Oriente, tan magistralmente historiada por el insigne general Banús. Esta epopeya, sin embargo, estuvo en duro trance algunas veces por la falta de flota, que no podía competir con las genovesa y veneciana.

Llega el siglo XVI. Con la descubierta de América cambia el centro de la civilización mundial que, siguiendo ley histórica, marcha hacia Occidente; adquiere valor el Océano, y casi de golpe, como los españoles sabemos hacer las cosas, nos trocamos de labradores en marinos, y con esa coincidencia histórica, que mucho se presta a la meditación, a un tiempo los dos pueblos españoles—España y Portugal—, cursando «mares nunca de antes navegados», como dice Camoens, ocupan India y América. En casi todo el siglo Inglaterra no nos inquieta, pues vino tarde a ser navegante de altura y comercial; nuestras naves y luego las portuguesas eran las únicas que cruzaban el Océano, lo que permitió libertad de comercio durante los reinados de los católicos de Doña Juana y Don Carlos. Tan seguro era el Cantábrico, que el César no vacila en cruzarlo, cuando después de las Cortes de La Coruña, se embarca allí para tomar posesión de la corona de Alemania. Ese viaje por lo rápido debe tenerse en cuenta: diez días tardó tan sólo de La Coruña a Malinas (1).

Pero poco después surge la guerra con Francisco I, y luego con Inglaterra; la ruta del mar ya no es segura. ¿Qué camino seguían entonces las tropas y los correos para ir a Flandes? Esta materia tan interesante me parece está sin estudiar; aunque el autor no ha hecho su análisis, puede adelantar algo sobre ello de datos aislados que andan en algunos libros.

Sin poder cruzar el Cantábrico, ni Francia, ni Suiza; dueño el César de Flandes, que comprendía el Luxemburgo, y del Franco Condado

(1) Foronda. *Estancias y viajes del Emperador Carlos V.*

(llamado condado de Borgoña por los franceses), que juntamente con el país de Gex al norte del Ródano le quedaba de los dominios borgoñones; del ducado de Milán, procedente del Imperio, y aliado con los duques de Saboya y Lorena que, aun cuando feudatarios del Rey de Francia, eran sus enemigos, el camino posible era el siguiente, que desde luego advierto al lector va a parecerle absurdo; pero le pido se cure de espanto, pues más absurdo le parecerá el que hubo de adoptarse en el siglo XVII (véase el croquis de la página 10).

Embarcado el expedicionario en Cartagena o Barcelona y corriendo el riesgo de combatir con los corsarios de Argel o con el turco, llegaba a Génova, constituida entonces en república independiente, pero que mediante un tributo que, aun siendo depresivo, era necesario pagar, permitía el desembarco de fuerza armada que atravesaba su territorio hasta cruzar los Alpes Ligúricos, donde empezaba el valle del Pó y con él el ducado de Milán. Cruzado el Tanaro, en Asti, se subía por el Po a Turín, no siendo posible ir a esta ciudad directamente desde Génova, para evitar el principado de Monferrato, independiente y guerrero. Turín en el Piamonte formaba parte entonces de las posesiones del Duque de Saboya. De Turín salían dos caminos: por el Doria Riparia al Coll de Mont Cenis (2.060 metros), para cruzar allí los Alpes y bajar a Chambery, capital de Saboya, evitando el Delfinado que era Francia, o por el Doria Baltea, valle de Aosta y el pequeño San Bernardo (2.188 metros), también a Chambery. De esta ciudad, ya en el rico valle del Ródano, se pasaba al país de Gex, que era borgoñón, se llegaba por Nantua al Franco Condado, se cruzaba Lorena por Metz, luego se entraba en el Luxemburgo y al fin se llegaba a Flandes, si se llegaba, con quince días de marcha desde Génova para los correos de gabinete más rápidos, que no en balde tenían que atravesar los Alpes Ligúricos, los grandes Alpes y el Jura y ríos como el Pó, Ródano y Mosela. El ejército del duque de Alba tardó dos meses desde Asti, cerca de Turín, a Flandes en 1567.

Siglo XVII.

Pues este camino, ya de suyo muy malo, no se pudo seguir a partir de 1605 en que conquistado por Enrique IV el país de Gex, quedó aislada Saboya del Franco Condado, y aunque los correos pasaban por Suiza, de Saboya a Lausanne, Neuchatel y Besancon, las tropas no podían atravesar Suiza y seguían una ruta disparatada, que era la siguiente:

A partir de Milán, se subía al lago de Como, que se cruzaba frente a Menaggio, no siendo posible evitar el cruce, porque la orilla opuesta era de Venecia hasta ese punto; remontado el lago, se seguía el famoso valle

de la Valtelina hasta su origen, donde por el puerto de Tonale, a la formidable cota 1.884 metros, se pasaba al alto Adigio en el Trentino, que era del Papa; después, por el puerto de Brenner, a 1.370 metros, se pasaba al Ynn, ya cuenca del Danubio, que se seguía hasta Insbruck; luego se torcía al W. venciendo los contrafuertes de la orilla derecha del Danubio para salvar la Selva Negra, bajar al Rhin, cruzarlo por Strasburgo y por Alsacia, que era tierra del Imperio, subir a Lorena y llegar a la cuenca del Mosela. Pero tampoco ese camino, con enorme rodeo de 1.000 kilómetros, pudo seguirse a partir de 1681, en que Luis XIV ocupa Alsacia y toma Strasburgo, esa ciudad que llamaba Carlos uno de los baluartes del Imperio.

Desde ese momento, aún fué más largo el viaje, pues después de salvar la Selva Negra, era preciso remontar el Rhin por su orilla derecha hasta Maguncia, atravesar el Palatinado hacia Treveris y el Luxemburgo.

Este enorme rodeo que obligaba a cruzar los Alpes por el Brenner, sólo practicable ocho meses al año, era el único camino para llegar a Flandes desde Milán, pisando tierras de la Casa de Austria, que desde este punto al Rhin era territorio de la rama austriaca; pero tampoco estaba exento el camino de dificultades políticas, pues había ciudades libres que ponían trabas.

Todos los conflictos de Flandes, la falta de dineros, crónica en nuestras tropas, la pérdida de efectivos que algunas veces se evaporaban, todo ello se explica con tan largo recorrido, que favorecía la desertión y la indisciplina, excitando la gente al merodeo, para lo que no necesitaban estímulo, pues lo encontraban en la propia necesidad y falta de paga. Y ese viaje tan caro y largo explica también la frase castellana: «Eso es más difícil que poner una pica en Flandes», cosa que efectivamente era cara, y la propensión al merodeo está expuesta de modo magistral por el gran Cervantes en su famoso soneto, que empieza:

Un valentón de espátula y gregüesco
que a la muerte mil vidas sacrifica,
cansado del oficio de la pica
mas no del ejercicio picaresco

.....

Siglo XVIII.

Hasta que perdimos Flandes, las dificultades fueron en aumento, pero las del Océano llegaron a dificultar de tal modo el comercio con las Antillas, que se encareció el flete, perdimos muchos buques, y si no quedamos aislados de América fué gracias a la pericia de nuestra gente de mar,

que, como siempre ha pasado en España, constituía con la acción individual maravillosa, la falta de la colectiva.

Siglo XIX.

En este siglo España, preocupada con las luchas políticas intestinas, no tuvo, por variar, ocasión ni tiempo para mirar al mar, y sin embargo, éste nos fué propicio alguna vez.

Si el año 1810 se libró Cádiz de la planta del invasor, fué gracias a que los ingleses dominaban el mar, abastecían la ciudad sitiada, que no perdió contacto con el resto del mundo, y pudo celebrar sus famosas Cortes con diputados americanos que por el mar llegaron. En 1866 la absurda guerra del Pacífico dió gloria a nuestra bandera, precisamente en el mar, pues dominábamos en la costa del Perú; en 1860 la guerra de Africa pudo mantenerse gracias al mar, y si no tuvo digno remate en Tánger, fué por el veto de Inglaterra que dominaba el mar.

Llega al fin del siglo la pérdida de las colonias. Ello era fatal que en la mayor edad, los hijos se emancipan del padre; pero la forma disparatada como se condujo la negociación con los Estados Unidos, la absurda declaración de guerra, todo ello no hubiera ocurrido, como ocurrió, si España hubiera alguna vez pensado y mirado al mar. Y al decir España no aludimos al Gobierno de entonces, ni al Pueblo, ni al Ejército, ni a la Marina, ni al Clero, sino a todo ello reunido, cuya ignorancia en materia naval era tan absoluta, que aún se reputaban barcos de combate las viejas fragatas de madera, y la Prensa, probablemente con sinceridad, decía que un cañonero de 200 toneladas podía servir de algo y se formaba una *escuadra* con un acorazado viejo y un par de barcos que no andaban. La gloriosa derrota ¡triste sino el nuestro!, fué consecuencia natural de nuestra ignorancia y ceguera, malamente aliados con el legendario y torpe orgullo.

Basta de historia. El ligero bosquejo que antecede, demuestra los sinsabores sin cuento y los caudales que costó a España en sus andanzas por Flandes y América el no dominar el mar. Sirvanos de ejemplo.

Clasificación de los buques de guerra.

Para dar una idea de la composición de las modernas flotas, es necesario empezar por decir algo de la clasificación de los buques. La general ignorancia en estas materias, disculpa al autor de lo elementales que son las ideas que expone:

La clasificación es consecuencia de la relación entre tres elementos: potencia ofensiva, capacidad defensiva y velocidad.

La potencia ofensiva se deduce del armamento, cañones, torpedos y aeroplanos.

La capacidad defensiva ha de ser contra los proyectiles, bombas de aeroplano, torpedos y minas; se consigue con la robustez del buque, corazas y división en compartimientos estancos.

La movilidad se caracteriza por la velocidad y la autonomía de que es capaz.

La velocidad es táctica y estratégica; aquélla es la máxima, que sólo puede mantenerse algunas horas; la segunda, es la que permite recorrer la mayor distancia sin abastecerse de combustible, o sea la que consume menos cantidad por unidad recorrida; varía entre $\frac{1}{2}$ y $\frac{1}{3}$ de la máxima. También influyen en la movilidad táctica las condiciones marineras para navegar en tiempos duros, el radio táctico de giro mínimo y la aptitud de cada buque para pasar de una velocidad de régimen a otra y de la marcha adelante a atrás.

No siendo posible reunir en un solo buque las tres características, se han creado diversos tipos que tienen en grado óptimo una o dos de estas cualidades. De estas consideraciones se deduce la clasificación, que no puede ser rigurosa, pues sobre todo en los buques de combate, no es unánime la opinión en las distintas marinas, y el desarrollo de la técnica naval puede hacer variar las características de cada clase. Es la siguiente:

Acorazados: Constituyen el grueso de la flota. Tienen máxima potencia ofensiva con el cañón, máxima capacidad defensiva, velocidad moderada.

Cruceros de batalla: Se idearon en 1907 para los reconocimientos ofensivos, dar apoyo a los buques ligeros destacados en exploración estratégica. Tienen máxima potencia ofensiva con el cañón, gran velocidad, protección inferior a los acorazados.

Cruceros: Son buques destinados a atacar o defender las líneas de comunicación marítima y hacer la exploración. Tienen gran velocidad, protección muy débil, en los de pequeño desplazamiento ninguna; capacidad ofensiva escasa con el cañón.

Conductores de flotilla: Pueden cumplir las mismas misiones que los cruceros y además la que indica el nombre; tienen máxima velocidad, gran potencia ofensiva con el torpedo, protección nula.

Torpederos: Tienen por función atacar los buques grandes con el torpedo y las líneas de comunicaciones enemigas a pequeña distancia; por sus características son semejantes a los conductores de flotilla.

Submarinos: Misiones iguales a los torpederos; los de gran tonelaje, llamados también de alta mar, pueden atacar las líneas de comunicación enemigas muy lejos de sus bases. Tienen máxima potencia ofensiva con el torpedo y gran capacidad defensiva con la ocultación; velocidad escasa.

Buques auxiliares: No son buques aptos para el combate de un modo directo, pero tienen enorme importancia, pues sin ellos no puede constituirse ninguna escuadra importante que haya de desempeñar función bélica lejos de sus bases. Entre ellos ocupan el primer lugar los buques portaaeronaves, indispensables en el campo estratégico y el táctico; son buques de gran desplazamiento, sin protección y con armamento solo antiáereo, que puede emplearse contra las fuerzas sutiles. Su capacidad ofensiva depende del número de aviones que puede transportar.

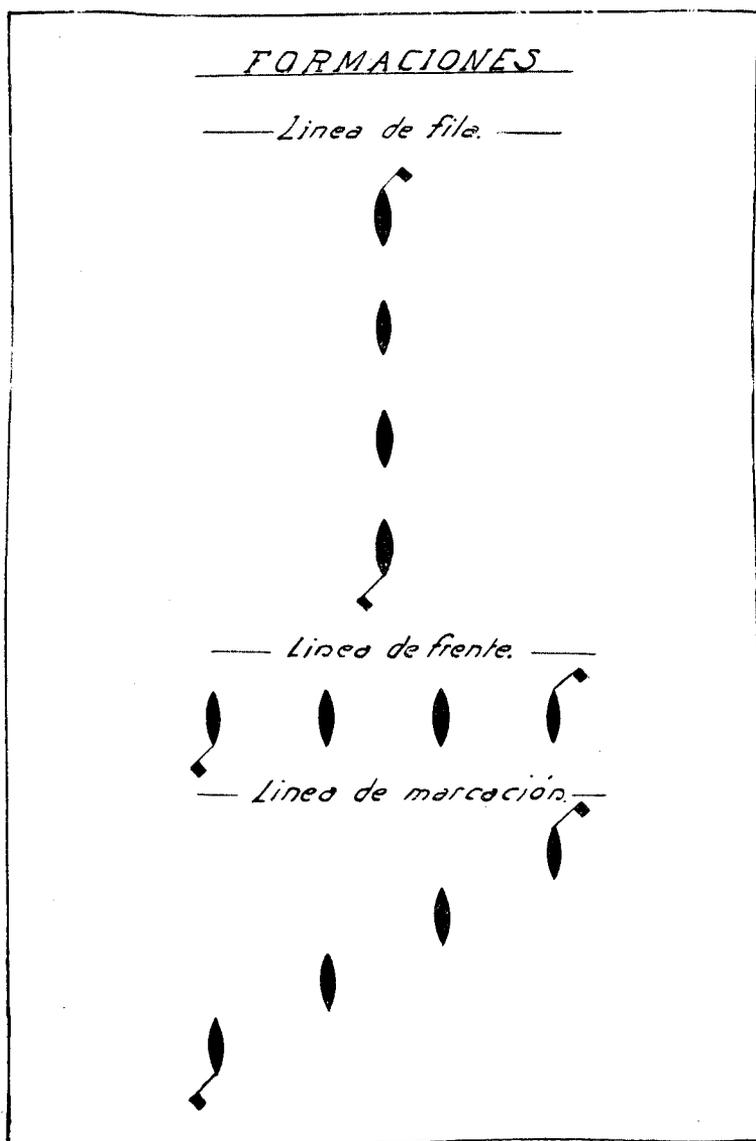
Deben también mencionarse los barcos petroleros, especialidad de los de transporte, barcos taller, portaglobos, dragaminas, etc.

Formaciones tácticas.

Del mismo modo que el oficial de tierra debe conocer la táctica de cada Arma para trabajar con todas, el que quiera saber algo de marina tiene que conocer las formaciones; como éstas son consecuencia del modo de combatir, es necesario empezar por dar una idea muy sucinta del modo de hacerlo. El escaso interés que de ordinario se tiene por estas materias disculpa el intento de esta explicación, que a los versados les parecerá huelga y a los ignorantes les sabrá a poco. Siendo nuestro intento dar a conocer algunas nociones, nos quedamos en un término medio, aun a riesgo de no contentar a unos ni a otros.

El modo de combatir de los buques desde que apareció la propulsión a vapor, es marchando los barcos enemigos en líneas sensiblemente paralelas y a la máxima velocidad. La razón de combatir marchando es consecuencia del deseo de obtener concentración de fuegos de varios buques sobre uno solo, con lo que la destrucción de éste es segura, supuestas iguales condiciones de armamento y pericia artillera en ambos contendientes. Para conseguir eso hay un solo medio: ganar en velocidad al contrario para envolver la cabeza de su columna, batiendo el matalote con el fuego simultáneo de varios buques; maniobra clásica y única hace cerca de un siglo, llamada en todas las marinas cruzar la T y que ha sustituido a la de cuña para romper la línea enemiga (Trafalgar) y otras similares. Se comprende que en dos escuadras, A y B, de igual número de buques, seis por ejemplo, si una de ellas, la A, consigue envolver a la B, cuando el movimiento envolvente comienza, podrá aquélla—A—

emplear tres buques contra el matalote de B, que luchará en condiciones desventajosas; los otros tres de la A batirán número igual de la B, y los



tres últimos de ésta verán aumentadas sus distancias quizás fuera del alcance eficaz de su artillería y serán ineficaces en el combate, con lo que

la A tendrá gran ventaja. Consecuencia de este modo de combatir es la formación de combate única, que es la llamada en tierra, columna, y en marina, *línea de fila*.

Las formaciones de marcha y aproximación son: la *línea de frente*, es la llamada línea en el Ejército, y la *línea de marcación* en que los buques marchan en líneas paralelas retrasados unos respecto a otros. El ángulo que forma la línea que une los centros de los buques con la dirección de la marcha, se llama ángulo de marcación. Es en general formación preparatoria de combate, análoga a la que en tierra se llama escaqueada.

El intervalo entre buques en las distintas formaciones es muy variable; como límite mínimo, puede señalarse el que indica el vicealmirante Bacon en su obra *The scandal of Jutland*, que dice no debe pasar de eslora y media para los grandes buques en la formación de combate para conseguir concentración de fuegos (420 metros entre las proas de dos buques consecutivos).

Estas formaciones elementales no pueden adoptarse para la marcha cuando el número de buques es grande. Las divisiones, compuestas de seis buques a lo sumo, adoptan una de ellas, y el conjunto de la flota toma formas combinadas, columnas dobles o triples, que se llaman dientes de peine líneas múltiples, etc. (véase figura de formación, pág. 15).

Agrupación de las unidades navales.

La composición de la unidad táctica, que ha de ser con buques homogéneos, está determinada por dos condiciones: tener un gran poder ofensivo capaz de concentrarse en un solo objetivo y asegurar la transmisión de órdenes. Con el moderno armamento se ha llegado a la siguiente composición tipo, que no es, claro está, rigurosa.

En los buques grandes la división está compuesta de tres o cuatro unidades, la escuadra de dos divisiones. En los cruceros, la división puede tener hasta cinco. Estas cifras son en realidad máximas, generalmente no se pasa de tres.

Para los torpederos, la unidad es la flotilla de cuatro o seis unidades, más su conductor. En los submarinos, sólo cabe agrupación orgánica; en la función táctica trabajan aisladamente.

La unidad estratégica es la flota compuesta de clases diversas de buques, incluso transportes.

Flotas que combatieron en Jutlandia.

Tratar de materias navales, ocuparse de las modernas flotas de combate y no referirse a la batalla de Jutlandia (31 mayo-1.º junio 1916),

que ha sido la más cruenta de la historia naval y en la que se encontraron mayor número de buques, sería falta imperdonable. No vamos a ocuparnos de la batalla en sí, tan sólo daré una nota de las flotas en presencia, con indicación del armamento global de cada una y agrupamiento de las unidades:

FLOTA INGLESA

Buques de combate.	Número de buques.	Piezas de más de 30 cms.	Toneladas.	
Cruceros de batalla	{ 1. ^a escuadra	4	32	108.600
	{ 2. ^a ídem	2	16	38.200
	{ 3. ^a ídem	3	24	60.900
	{ Buque Almirante	1	10	28.000
Acorazados	{ 1. ^a escuadra	8	82	193.600
	{ 2. ^a ídem	8	80	199.400
	{ 4. ^a ídem	7	68	196.500
	{ 5. ^a ídem	4	32 (1)	114.000
	TOTAL BUQUES DE COMBATE	37	344	919.200

(1) Estas piezas de 38 centímetros.

	Número de buques.	Toneladas.
Cruceros protegidos	4	56.400
Cruceros ligeros, agrupados en escuadras de cuatro a cinco buques	22	97.800
Conductores de flotilla y torpederos, agrupados en flotillas de ocho unidades, más el conductor. Un portaaviones	76	81.300

Resumen: 139 buques, más un portaaviones; 344 piezas grandes; 1.154.700 toneladas.

FLOTA ALEMANA

Buques de combate.	Número de buques.	Piezas de más de 28 cms.	Toneladas.	
Cruceros de batalla	5	40	152.000	
Acorazados	{ 1. ^a escuadra	8	96	184.000
	{ 2. ^a ídem	6	36	82.000
	{ 3. ^a ídem	8	80	208.000
Total buques de combate	27	212	626.000	
Cruceros ligeros en dos escuadras	11		50.000	
Conductores de flotilla y torpederos, en escuadri-llas hasta de seis unidades, más el conductor	62		50.000	
RESUMEN DE FUERZAS ALEMANAS	100		726.000	

Limitaciones impuestas en la construcción de buques de guerra por los Convenios internacionales.

Antes de hablar de los tipos de buques y sus principales características, es preciso dar alguna noticia de las trabas que a su construcción ponen los convenios suscritos, pues sin conocer éstos, no pueden comprenderse los límites de tonelaje y armamento que han adoptado las principales marinas.

Son esos convenios el Tratado de Versalles, el de Washington y el de Londres.

Al estudiarse en 1919 el Tratado de Versalles por los aliados, fué la principal preocupación de Inglaterra destruir la flota de alta mar alemana e impedir su posible reconstrucción. Antes de firmarse el tratado desapareció el primer fantasma con el voluntario hundimiento en Scapa Flow de los buques alemanes internados. Para conseguir lo segundo, limitaron los buques que en lo sucesivo podía construir el Reich a seis buques de 10.000 toneladas; no se le ocurrió al Almirantazgo inglés limitar el calibre de las piezas. Pero, apenas empezada la paz, al entrar en servicio el buque inglés *Hood*, comprendió Inglaterra la imposibilidad económica de tener flotas de buques tan caros, coincidieron en la idea los distintos aliados, y, como descartaban la posibilidad de un renacimiento marítimo alemán, se pusieron fácilmente de acuerdo para reunirse y acordar, no una limitación de armamentos, sino una limitación del armamento máximo naval que cada una podría tener.

La conferencia de Washington, que se celebró en 1921 para ese objeto y a la que asistieron EE. UU., Inglaterra, Francia, Italia y Japón, marca una etapa en la historia, pues es la primera vez en que varios países, posibles antagonicos algún día, se ponen de acuerdo para limitar algo sus armamentos.

Tratáronse en Washington muchos puntos guerreros de la tierra, el aire y el mar, que quedaron sin resolver. En lo que sigue me ocuparé tan sólo del aspecto naval en los puntos fundamentales sobre los que hubo acuerdo. Este fué el siguiente:

Desplazamiento tipo.— Este será el del buque acabado con su tripulación, máquinas, caldera, cargas de armamentos y municiones, listo para hacerse a la mar, con víveres, agua dulce para la dotación, útiles y piezas de recambio que debe llevar en tiempo de guerra, pero sin combustible ni agua para máquinas y calderas.

Tonelaje total.—Será como máximo:

	Navios de línea T. W. (1).	Portaaeronaves
Estados Unidos.....	525.000	135.000
Inglaterra.....	525.000	135.000
Francia.....	175.000	60.000
Italia.....	175.000	60.000
Japón.....	315.000	81.000

LIMITACIONES DEL TONELAJE UNITARIO Y CALIBRE DE LA ARTILLERÍA
PRINCIPAL

Los buques de línea tendrán un tonelaje máximo de 35.000 toneladas, armados a lo sumo con piezas de 16 pulgadas, 406 milímetros.

Los cruceros serán de 10.000, con piezas de 8 pulgadas, 203 milímetros.

Los buques portaaeronaves, máximo 27.000, con piezas de 8 pulgadas, 203 milímetros.

A partir del momento de la firma del Tratado—febrero 1922—, los países contratantes establecieron de hecho unos tipos de buques que ellos creyeron *standard*. Cruceros de batalla o acorazados de 35.000 toneladas con piezas de 40,6 y cruceros de 10.000 T. W. con piezas de 20. Ningún país los construiría mayores porque no podía, ni menores porque no le convenía. Pero eran tan caros los barcos de 35.000 toneladas, que sólo Inglaterra ha construido dos, el *Nelson* y el *Rodney*; ni los Estados Unidos se han atrevido a seguir ese camino. Tampoco empezó en seguida la construcción de cruceros de 10.000 toneladas, que, a pesar de su reducido tonelaje, cuestan muy caros, y surgió un nuevo tipo de 8.000 toneladas.

De 10.000 toneladas, Inglaterra tenía en 1928 siete en servicio y dos empezados; Francia, cuatro y uno; Italia, dos y dos; España, dos; Japón, dos y seis; Estados Unidos tenía en 1928 dos acabados y seis en grada, cuando de modo inopinado sorprendió al mundo el presidente Coolidge

(1) Se llama así a la tonelada, definida como queda dicho, 10 por 100 aproximadamente menor que la métrica.

con una ley para construir 15 buques más de esa clase. El público americano no acogió bien la ley, que aun para ellos, suponía un desembolso enorme, y después de conversaciones entre ellos e Inglaterra, como consecuencia del *non-nato* pacto naval anglo-francés, se convocó la Conferencia de Londres.

En esa flamante Conferencia no se han resuelto ninguno de los grandes problemas navales que preocupan al mundo: libertad de los mares, seguridad, equilibrio naval europeo o mediterráneo siquiera; pero el problema del desarme ha dado un gran paso económico, al disminuir de modo considerable el tonelaje a flote, inglés, americano y japonés, y renunciando tanto estas naciones, como Francia e Italia, a construir algunos buques a que tenían derecho a partir de 1930, con arreglo a lo acordado en Wáshington, si bien estas últimas mantienen el que tenían antes de esta fecha y del que aún no han hecho uso. Con arreglo a eso, Inglaterra desguaza cinco buques con 133.900 toneladas; Estados Unidos tres con 69.600, y Japón uno de 27.500, que, desarmado, destina a buque escuela.

El tonelaje en buques de combate que quedará a flote, es el siguiente:

Inglaterra, 15 unidades, 477.300 toneladas y 118 cañones de más de 381 milímetros.

Estados Unidos, 15 unidades, 488.500 toneladas y 160 cañones de igual calibre.

Japón, 9 unidades, 273.800 toneladas y 88 cañones de más de 355 milímetros.

En los cruceros quedarán los siguientes:

Inglaterra 50: 15 de 10.000 toneladas, 150.000, todos con piezas de 203 milímetros; menores, 192.000 toneladas, con piezas de 152 milímetros.

Estados Unidos, 18 de 10.000 toneladas, 180.000, con piezas de 203 milímetros; menores, 143.500 toneladas, con piezas de 152 milímetros.

Japón, 12 de 10.000 toneladas, 120.000, con piezas de 203 milímetros; menores, 100.500, con piezas de 152 milímetros.

El número de cruceros pequeños queda libre dentro del tonelaje concedido a cada estado.

En conductores de flotilla y torpederos, Inglaterra y Estados Unidos pueden llegar a 150.000 toneladas, con desplazamiento máximo 1.850, y Japón a 105.000. Submarinos, las tres naciones el mismo tonelaje: 52.700, con desplazamiento máximo de 2.000 y piezas de 127 milímetros. Este tonelaje supone disminución grande para todas y enorme para Norteamérica, en relación al hoy existente.

Francia podrá realizar—si puede—su programa de 390.000 tonela-

das de buques pequeños y las 124.800 toneladas de submarinos a que aspira, y lo mismo Italia. Sabida es, respecto a ésta, su respuesta al Tratado poniendo las quillas de unas 40.000 toneladas; pero este gesto, muy Mussolini, más bien parece un acto de política interior, pues mientras esos buques se construyen no falta trabajo en los astilleros, se mantiene el fuego sagrado y suena bien la trompeta imperialista, pero cuando al cabo de dos años se hayan acabado los buques y en vez de dar jornales, el trabajo falte en tierra, siendo preciso en cambio aumentar las dotaciones, pagar sueldos a la Marina y gastar en combustible *no nacional*, es posible baje el diapasón la alegre trompetería que tanto ruido ha metido en Liorna y Milán, cediendo el paso a una realidad económica que se impondrá en definitiva.

En opinión del autor, se deducen de la conferencia de Londres dos hechos sustanciales. Es el primero, la condenación absoluta del buque de línea gigante de 35.000 toneladas que cuesta sumas astronómicas y resulta en la práctica casi inútil, pues es muy difícil haya Almirante que se atreva a emplearlos a fondo, única manera de sacarles fruto, cuando no hay buque similar a qué oponerlo y un ataque audaz de torpederos puede hundirlo. La segunda, es la imposibilidad económica actual para cualquier país, de mantener con eficiencia las modernas flotas; ese factor es el que ha impuesto su fuerza en Londres, donde se calcula en 70 millones de libras (unos 3.000 millones de pesetas) la economía anual que supone la disminución de tonelaje acordada, aunque en realidad es modesta.

Un problema de técnica naval no se ha discutido públicamente en Londres, con sorpresa del autor: la disminución del calibre de la artillería principal. Las piezas monstruosas de 406 milímetros que pueden tirar más lejos de la visibilidad posible, aun teóricamente, desde la cofa de un buque, no pueden tener eficacia bastante para su enorme precio; dado el número reducido que hay montadas a flote, 16 inglesas, 24 americanas, no parece fuera imposible su supresión para lo por venir, y al desaparecer, podría bajar el tonelaje unitario indispensable, quizás a las 25.000 toneladas de que se hablaba al principio de la Conferencia.

Este desplazamiento ha ganado adeptos en los últimos meses; parece muy probable que Francia se decida a construir tres buques de 23.000 toneladas, repartiendo así las 70.000 toneladas de buques de línea que le quedan disponibles con arreglo al Tratado de Washington; buques que sin un coste desmesurado podrán hacer frente con ventaja a los nuevos buques alemanes, ya que el buque similar que proyectaba de 14.800 toneladas, 31 millas, artillería de 30,5, no llevaría protección eficaz o carecería de radio de acción.

Los nuevos cruceros alemanes.

Al limitar el Tratado de Versalles la marina alemana sólo por el número de buques y su tonelaje, no contó con la huésped, que era la capacidad técnica tedesca, que asombró a Europa a fines del año 1928, al anunciar emprendía la construcción de un buque de guerra bautizado con el nombre de *Ersatz Preussen*, que, sin pasar de las 10.000 T. W. permitidas, iría armado con 6 piezas de 28 milímetros, alcanzaría velocidad de 26 millas, con 10.000 de radio a 20 millas. Y como los ingleses no habían conseguido construir cruceros de ese tipo con armamento tan poderoso, aunque de velocidad algo mayor, se mostraron preocupados, pues aunque no se sabe de modo definitivo, o a lo menos no lo sabe el autor, parece ser que el crucero alemán lleva protección algo seria, que le permitirá entablar combate con buques armados con piezas de 20 centímetros a 15.000 metros, en la seguridad de salir indemne; y en cambio estos buques, cruceros *Washington*, sin protección alguna eficaz, no pueden enfrentarse con el alemán. En tales condiciones, es indudable la superioridad táctica del tipo *Ersatz-Preussen*, que tiene, además, la estratégica por su gran radio de acción.

De todos los buques de combate a flote, solamente le son superiores algunos ingleses, pero como la mayor parte tienen menos velocidad, resulta que el nuevo crucero alemán sólo puede temer al *Hood*, pues de los otros, los de armamentos más potentes le son inferiores en velocidad y podrá escapar de ellos, y los de tonelaje igual y aún mayor, pero más veloces que él, tienen artillería notablemente inferior y menos protección.

Parece ser que los alemanes han llegado a este resultado por el empleo de la soldadura eléctrica en todo el casco, que supone una disminución del 20 por 100 en el peso y gran disminución en la resistencia al avance, por la supresión de cabezas de remache y aristas de las planchas. También se obtiene economía en el peso de las máquinas, cuyos motores Diesel sólo pesan, según parece, 8 kilogramos por caballo, cuando el peso normal es 25. Ese adelanto en la técnica introduce una revolución en la arquitectura naval, por lo que puede presumirse una probable disminución en el tonelaje máximo unitario, cosa que se impone por razones económicas, reducción que no levantará objeciones en los poderosos, si pueden armar los buques pequeños con piezas bastante grandes.

Tipos de buques y características.

Para dar una idea de ellos, hemos escogido algunos barcos característicos en los distintos tipos. De unos reproducimos las siluetas, en las que se aprecia la posición de la artillería; de otros, las fotografías. Todos se han puesto por orden de tonelaje. En estos barcos incluimos algunos que no son modernos, pero que prestan servicio en las principales Marinas y tienen por delante bastantes años de vida. Prescindimos de los japoneses, que tienen para nosotros interés muy remoto, y de Norteamérica, tan sólo ponemos la silueta de uno—el *Colorado*—que difiere mucho de los europeos.

Cruceros de batalla.

Hood.—42.000 toneladas, en servicio desde 1920; 8 piezas de 38 en torres dobles y 12 de 15. Velocidad, 32 millas (1). Este buque, empezado a construir en 1916, se modificó después de Jutlandia aumentando su protección y velocidad.

Nelson.—35.000 T. W., en servicio desde 1927; 9 piezas de 40,6 en torres triples; 12 de 15 en torres dobles. Velocidad, 23 millas. Este buque, con su gemelo el *Rodney*, son los únicos construidos después de la Conferencia Wáshington y aprovechando las lecciones de Jutlandia que hicieron ver la necesidad de aumentar armamento y protección a costa de la velocidad. Como indica la fotografía y silueta, se diferencia este buque de todos los demás de combate en la posición de la artillería principal, toda ella en posición de caza, situada casi en el centro del barco, y de la secundaria en la popa; lleva gran blocaos único donde se concentran los órganos de mando y dirección de tiro.

Tiger (2).—29.000 toneladas, 8 de 34; 30 millas.—Este crucero de batalla, construido en 1914 y modificado después de la batalla de Jutlandia, es el único que queda a flote de los buques de este tipo, que no es probable se reproduzca. Tomaron parte en las grandes batallas navales de la Gran Guerra *Faklands*, *Heligoland*, *Dogger Bank* y *Jutlandia*, en las que decidieron el resultado de la acción, cuando lo hubo, pues los grandes acorazados sostuvieron, en realidad, el fuego cortos instantes; su acción fué de presencia tan solo, o más bien potencial.

(1) Aunque la milla es unidad de longitud y no de velocidad, que es el nudo, empleamos aquélla por ser más corriente; al decir millas, se quiere decir millas horas.

(2) Este barco debe desguzarse a consecuencia del tratado de Londres.

Acorazados.

Colorado.—32.600 toneladas. 1923, 8 de 40,6 en torres dobles; 12 de 15; 21 millas.

Royal Oak.—29.000 toneladas. 1916, 8 de 38; 14 de 15; 23 millas.

Provence.—23.000 toneladas. 1915, 10 de 34; 18 de 14; 20 millas.

Andrea Doria.—21.500 toneladas. 1915, 13 de 30,5, 9 en torres triples, 4 en dobles; 16 de 15; 22 millas. Este buque con el *Alfonso XIII*, nuestro, son los que llevan más armamento en relación con el tonelaje.

Alfonso XIII.—15.700 toneladas. 1915, 8 de 30,5 en torres dobles; 20 millas.

Cruceros.

Kent.—10.000 toneladas. 1927, 8 de 20 en torres dobles; 31 millas. Este buque es el primer crucero llamado tipo *Washington*. Los tipos españoles en construcción, *Baleares* y *Canarias*, es de suponer sean muy parecidos.

Cruceros ligeros.

Príncipe Alfonso.—7.050 toneladas. 1927, 8 piezas de 15; 34 millas. *Cervantes* y *Cervera*, iguales.

Conductores de flotilla.

Sánchez Barcáiztegui.—1.650 toneladas. 1926, 5 de 12,7 y seis tubos; 36 millas. Un buque de este tipo ha alcanzado en ensayos la velocidad de 39 millas.

Torpederos.

Le Mars.—1.390 toneladas. 1926, 4 de 13; seis tubos; 33 millas.

Submarinos.

En estos buques cabe una clasificación: de alta mar y costeros. Los de alta mar tienen desplazamientos hasta 4.300 3.225—en sumersión o flotando—, el radio de acción llega a 7.000 millas. Los costeros varían desde 1.400-1.100 a 700 600.

Buques auxiliares.

Portaaviones.

Estos buques requieren tener cubierta absolutamente despejada, para que pueda salir y aterrizar (1) un aeroplano de ruedas y puente cubierto, desembarazado de obstáculos, que sirva de hangar, con ascensores para elevar los aparatos completamente listos para emprender el vuelo. Estas necesidades llevan consigo un aspecto muy original. Su capacidad guerrera es función del número de aparatos que pueden llevar, pero esta cifra es desconocida casi siempre. Las que damos van con todas reservas. Llevan artillería antiaérea que puede utilizarse también contra las fuerzas sutiles.

Eagle.—22.600 toneladas. 1918, manga en la cubierta 32 metros, cuatro escuadrillas, 36 aparatos (esta es la cifra confesada, pero parece lleva el doble). Es un acorazado en construcción transformado. Puente de mando lateral fijo.

Bearn.—22.500 toneladas. 1920, 20 aparatos confesados; puente de mando en consola lateral.

Argus.—14.000 toneladas. 1927, 27 aparatos confesados. Manga en la cubierta 20 metros. Antiguo trasatlántico transformado. Puente de mando con ascensor.

Hermes.—10.350 toneladas. 1928, 18 aparatos. Manga en la cubierta 27 metros. Es el primer buque proyectado como portaaeronaves. Puente de mando lateral fijo.

Petroleros.

Entre los barcos auxiliares tienen hoy día importancia excepcional los buques petroleros, que se distinguen por llevar la maquinaria y chimenea a popa, resaltando sobre el casco solamente el puente, y aun no en todos los ejemplares, pues en algunos tipos está éste a popa cerca de la chimenea. Como estos buques son grandes y por lo tanto largos, su aspecto general es achatado.

Barcos portaglobos.

Sirve para el caso cualquier buque pequeño, pero de buen andar y marinero, para aguantarse en el mar con tiempos duros. A título de cu-

(1) Empleamos este verbo a falta de otro más apropiado.

riedad reproducimos un tipo francés igual al empleado en el desembarco de Alhucemas, si no fué el mismo.

*
*
*

Para acabar este estudio, es interesante dar a conocer la evolución de las fuerzas navales de las principales potencias en el siglo actual, y para ello hemos establecido los siguientes cuadros: unos se refieren a la flota de superficie, entendiéndose por tal la compuesta por buques armados con piezas de 10 centímetros como *mínimum* y otro a los submarinos. De estos buques formamos tres cuadros: uno en 1900, otro en 1914 y el último en 1930. Para los submarinos sólo damos el dato actual, pues al principio de siglo no lo había, y en 1914 era arma que todavía estaba en período de prueba. El estudio de esos cuadros aclara algunas dudas de lo que ha pasado en la Conferencia de Londres; por ejemplo, la propuesta inglesa de supresión de submarinos, dado el gran desarrollo de esa clase de barcos en Francia, que aún es mayor de la que el gráfico indica, pues éste se refiere a los buques *en servicio*, y Francia tiene en grada tonelaje grande (unas 32.000 toneladas).

Los armamentos navales de las principales potencias.

Flota de superficie. Escala: 4 milímetros, 100.000 toneladas.

1900		
Inglaterra	_____	1.440.000
Estados Unidos	_____	228.000
Japón	_____	212.000
Francia	_____	621.000
Italia	_____	225.000
Alemania	_____	250.000
España	_____	62.000
1914		
Inglaterra	_____ (1)	2.439.000
Estados Unidos	_____	893.000
Japón	_____	550.000
Francia	_____	755.000
Italia	_____	423.000
Alemania	_____	990.000
España	_____	70.000

(1) La longitud de la línea debía ser mayor, pero no cabe en la caja.

1930

Inglaterra	_____	1.307.000
Estados Unidos	_____	1.206.000
Japón	_____	827.000
Francia	_____	525.000
Italia	_____	267.000
Alemania	_____	181.000 ⁽¹⁾
España	_____	95.000

Submarinos. Escala: 1 milímetro, 2 000 toneladas.

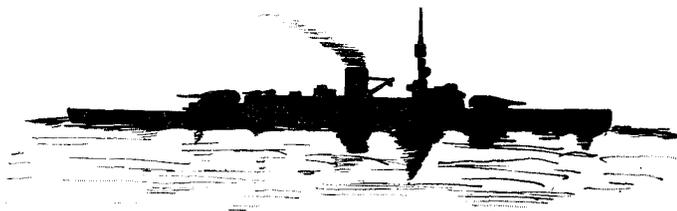
Inglaterra	_____	64.000
Estados Unidos	_____	88.000
Japón	_____	74.500
Francia	_____	82.800
Italia	_____	36.800
España	_____	10.200

CONCLUSION

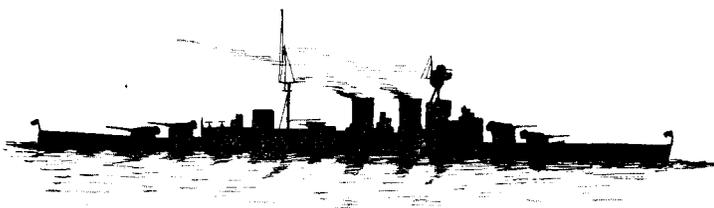
Demostrada queda la importancia que ha tenido el mar en los destinos de España y los males que le ha ocasionado el no pensar en él. Pero errará quien crea ese problema como histórico, propio tan sólo para eruditas discusiones. Es al contrario de actualidad, porque las necesidades de la vida moderna hacen la civilización más marítima cada día; el aumento de velocidad en los buques acerca los mercados; un pabellón nacional flameando en el tope de un buque majestuoso, que con su mole achica y se impone a los demás, es anuncio comercial insuperable, y ¡ay de los países que desdeñan ese modo de propaganda!

Por esas razones, el español debe pensar en el mar, y con mayor razón el oficial, que la guerra y su preparación no se hace sólo en tierra, sino en el aire y en el mar. Para imponer su voluntad en paz al posible enemigo, y en guerra, al enemigo cierto, es preciso contar con los tres elementos.

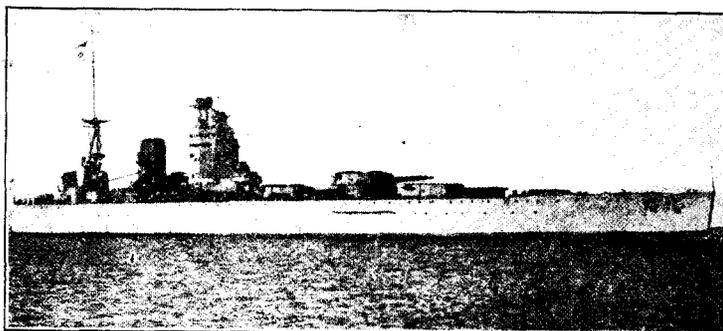
(1) Antiguas sin valor militar, 120.000.



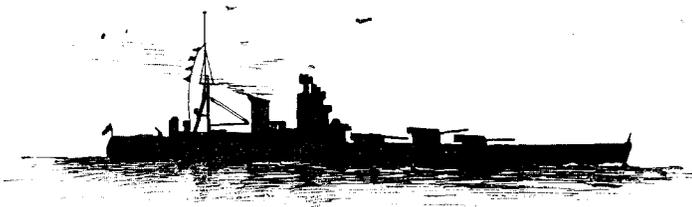
Crucero «Ersatz Preussen»



Crucero de batalla «Hood»



Crucero de batalla «Nelson»



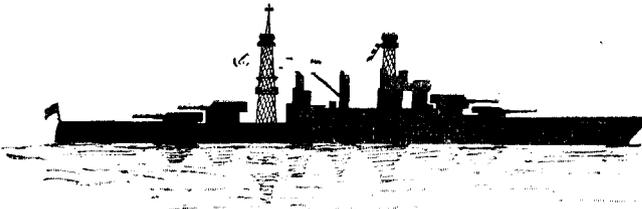
Crucero de batalla «Rodney»



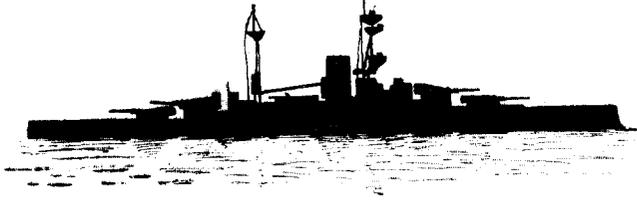
Crucero de batalla «Rodney»



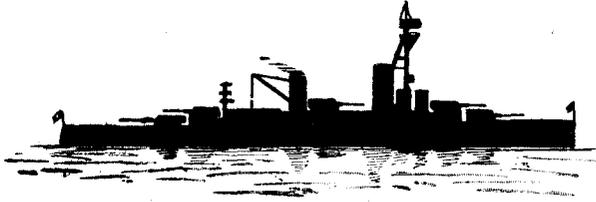
Crucero de batalla «Tiger»



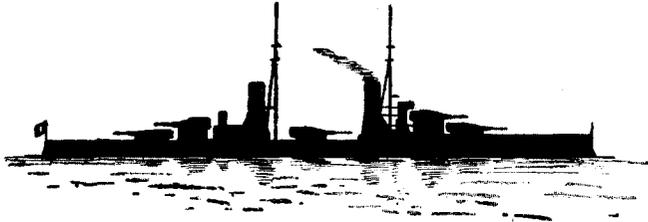
Acorazado «Colorado»



Acorazado «Royal Oak»



Acorazado «Provence»



Acorazado «Andrea Doria»



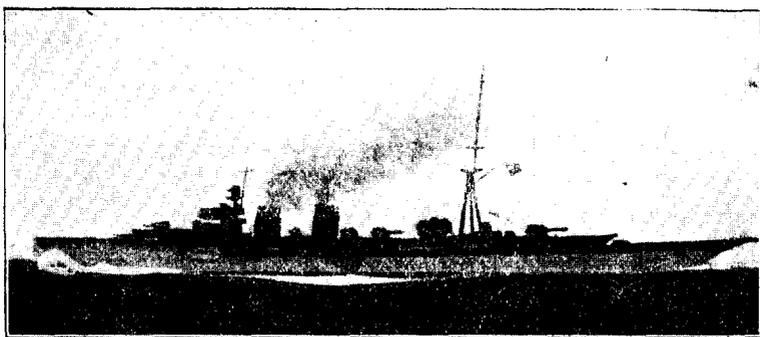
Acorazado «Alfonso XIII»



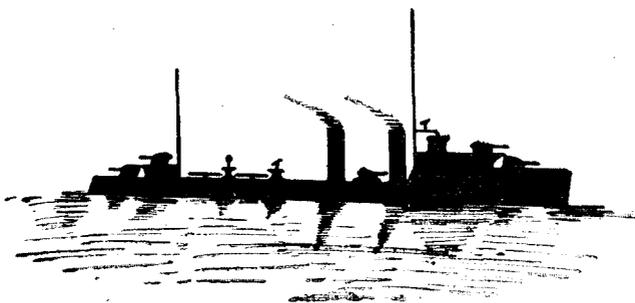
Crucero «Kent»



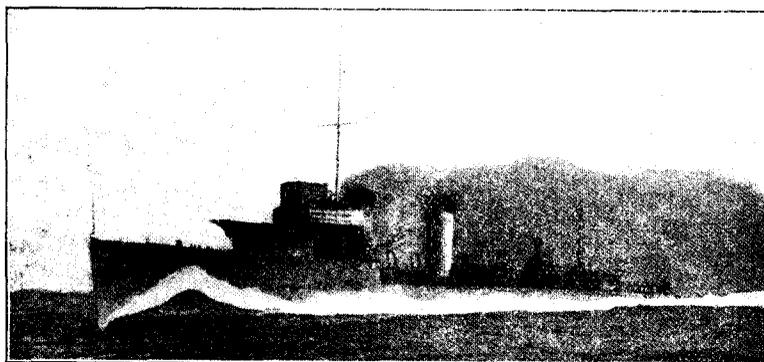
Crucero «Príncipe Alfonso»



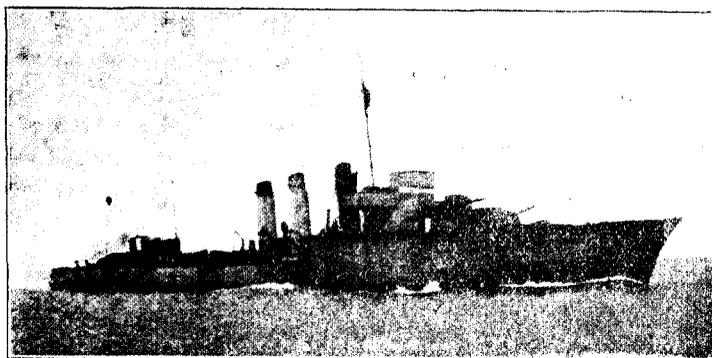
Crucero «Príncipe Alfonso»



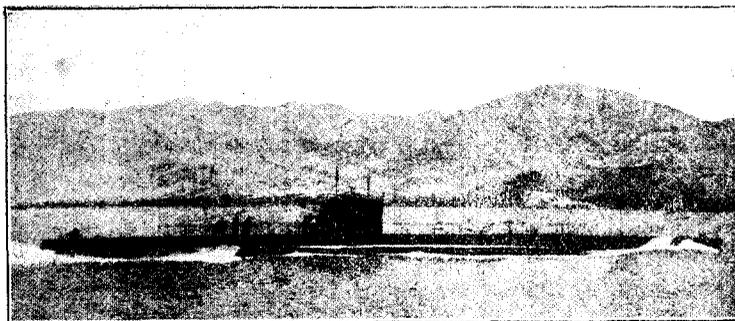
Conductor de flotilla «Sánchez Barcáiztegui»



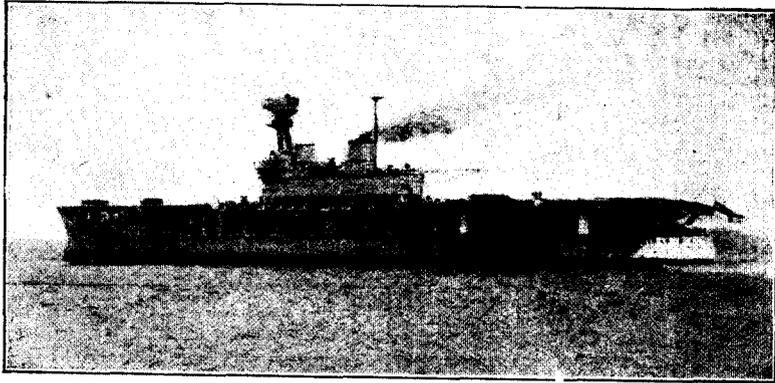
Conductor de flotilla «Sánchez Barcaiztegui»



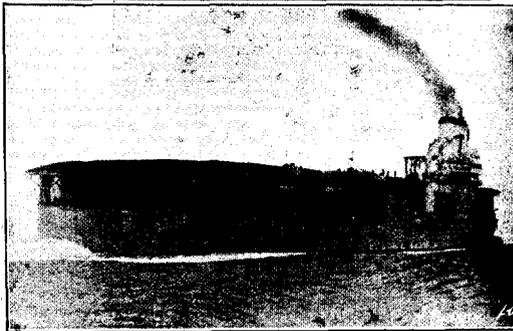
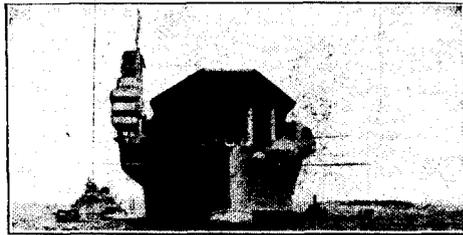
Torpedero «Le Mars»



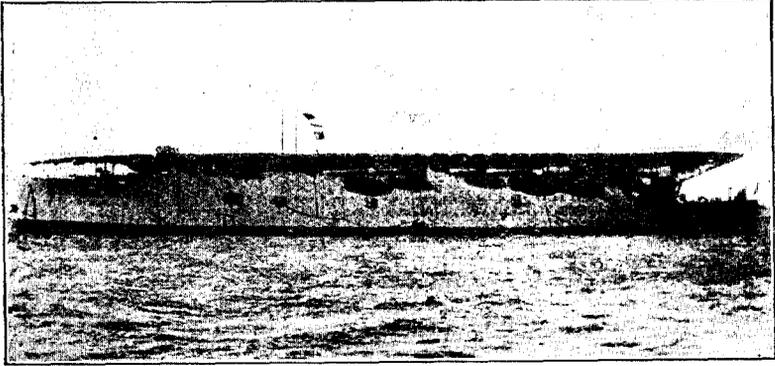
Submarino



Portaaviones «Eagle»



Portaaviones «Bear»



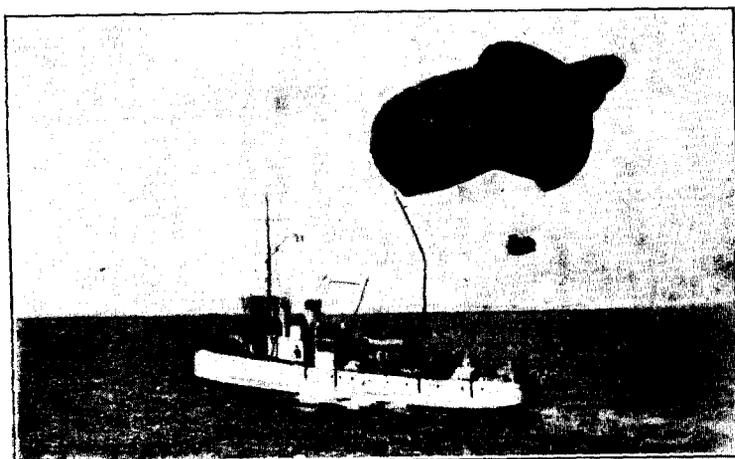
Portaaviones «Argus»



Portaaviones «Hermes»



Petrolero



Porta globos