

Dirección y Admón.:
RONDA SAN PEDRO, 36
BARCELONA

FELIU Y SUSANNA
EDITORES

EL MUNDO CIENTÍFICO INVENTOS MODERNOS

PRECIOS DE SUSCRIPCIÓN

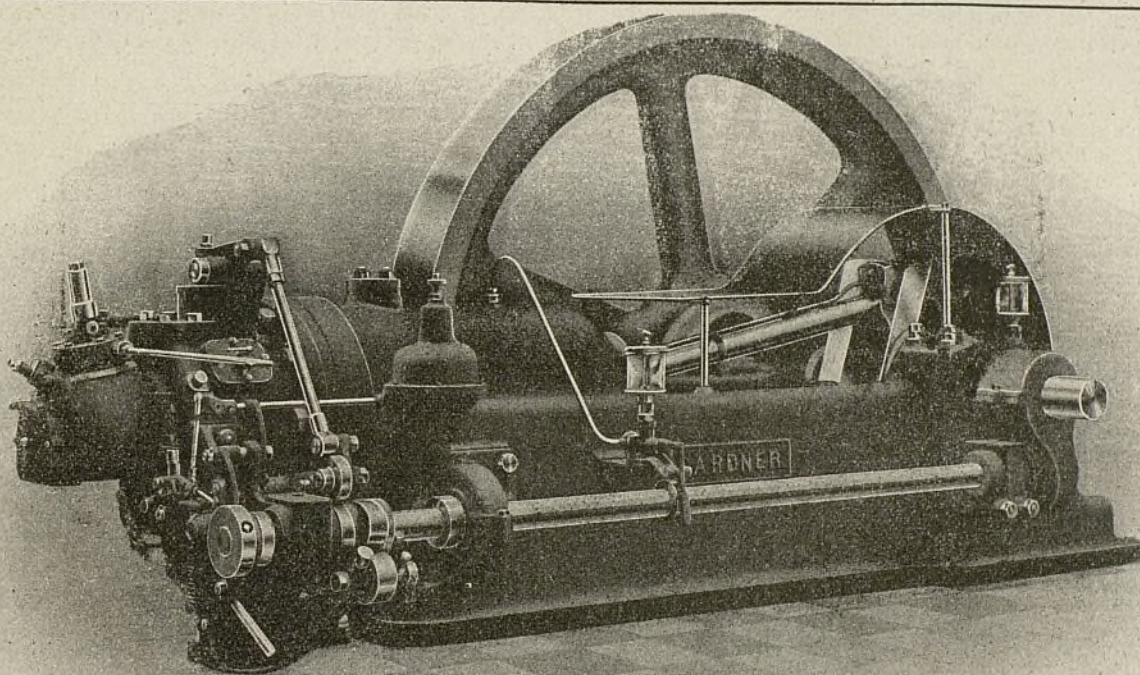
ESPAÑA { Año... 12 pts.
Semestre 6
Trimestre 3

EXTRANJERO
Fijarán el precio los señores
corresponsales.

Director
J. B. DE AGUILAR-AMAT, ING. IND.

Director de la Oficina Técnica
D. ANTONIO FERRER DALMAU, ING. IND.

Motores "GARDNER" á aceites pesados



Tipos desde 11 a 60 HP. para industria y electricidad.

Arranque por aire comprimido. = Emplazamiento reducido
Escaso consumo de agua. = Engrase por presión

Son los motores de más fácil manejo, por ser su puesta en marcha rapidísima, y no exigir durante su funcionamiento cuidado alguno.

Consumiendo combustibles españoles, resulta el caballo-hora entre 4 y 7 céntimos, según los tipos.

PARA DETALLES Y REFERENCIAS DE INSTALACIONES EN ESPAÑA:

Trafalgar, 11

A. MAÑÉ JANE

BARCELONA

OFICINA TÉCNICA DE El Mundo Científico-Inventos Modernos

BAJO LA DIRECCIÓN DEL INGENIERO INDUSTRIAL

D. ANTONIO FERRER DALMAU

EX-INGENIERO DE LA COMPAÑIA BARCELONESA
Y PROFESOR DE LA REAL ESCUELA DE INGENIEROS ELECTRICISTAS DE SARRIÀ (BARCELONA)

— Consultorio gratuito en todos los ramos técnicos industriales para los lectores de esta revista.
La Oficina se encarga de proyectos de todas clases a precios sumamente reducidos, contando con personal técnico y perfectamente apto para la ejecución de cuantos trabajos se le confíen.

CONSULTORIO

Crescencio Arrans (Madrid).—Ignoro por completo lo que Vd. dice leyó en un periódico ilustrado. Para poder constatarle sería preciso lo remitiese a esta Oficina, y quizás podría guiársele en lo que busca.

Respecto a la otra máquina de que pide noticias no existe.

José Trujillano Puerto (Zahara de los Atunes).—He leído con toda atención su carta y por lo que de ella se desprende concuerdo con Vd. que los aparatos corresponden a los pararrayos; pero como es tan difícil dictaminar a 1.000 kilómetros de distancia, sin cometer ningún error, podría Vd. remitirnos un croquis acotado del aparato en cuestión y recibiría por correo el detalle por lo que le interesa. Es muy extraño que la casa constructora A. E. G., no les hayan dado instrucciones claras y precisas, pues acostumbran a darlas.

Rafael Apolo (Jerez de la Frontera).—Agradézcole sus lisonjeras frases que nos animan aún más para el cumplimiento de nuestro deber. De lo que pide Vd. es difícil pueda complacerle pues son datos estadísticos difíciles de encontrar; sin embargo veremos si es posible hacer algo en el sentido solicitado.

Hilario Pedrajas (Almadén).—Lo que Vd. pregunta no puede ser objeto de una sencilla respuesta en el cuerpo de la revista. Por carta particular recibirá más detalles.

Ramón Carbonell (San Feliu de Llobregat).—Al igual que el anterior, su pregunta para ser contestada debidamente, exigiría un gran espacio y numerosas horas de estudio, pues lo que desea es un proyecto detallado de industria e instrucciones concretas para la manipulación; esto sobrepasa nuestros deseos de complacer a nuestros lectores y pertenece a la parte técnica de estudios de esta Oficina, que se encarga de cuantos trabajos se le confíen en ventajosas condiciones económicas para los lectores de EL MUNDO CIENTÍFICO-INVENTOS MODERNOS. Creo habré comprendido lo que queremos decir, y a sus órdenes quedamos para cuanto necesite.

Sebastián Arranz (Vitoria).—Una bobina de selfinducción determinada, es uno de los aparatos más sencillos que pueden construirse pero que exige más delicadeza en el cálculo pues no se deben despreciar las cifras decimales hasta la que ocupe el lugar sexto o séptimo.

Para su cálculo es necesario distinguir si la bobina tiene núcleo de hierro o no, principiándose en el primer caso por determinar la intensidad del campo magnético creado en el interior de la bobina mediante la fórmula:

$$H = 1.25 n i$$

en que n es el número de espiras por centímetro de longitud de la bobina e i la intensidad de la corriente que circula en amperios.

Así, si la bobina tiene 70 espiras y su longitud fuese de 12 centímetros, el valor de n será:

$$n = \frac{70 \text{ espiras}}{12 \text{ centímetros}} = \frac{70}{12}$$

y si el amperaje es de 4, el valor de H será:

$$H = 1.25 \times \frac{70}{12} \times 4 = 29,1666$$

una vez conocido este valor debe buscarse en tablas a propósito el valor del coeficiente de permeabilidad magnética μ que en el caso que Vd. consulta es:

500 si el núcleo es de fundición gris;
520 si el núcleo es de hierro forjado o acero dulce;
537 si el núcleo es de hierro dulce en planchas.

Una vez conocido el coeficiente de permeabilidad magnética, el valor del coeficiente de self-inducción de la bobina será:

$$L = \frac{4 \pi n n_1 \times s \mu}{1000000000}$$

en que n es el número de espiras por centímetro de longitud que hemos visto era $\frac{70}{12}$; n_1 , es el número total de espiras; s

la sección en centímetros cuadrados del hueco interior de la bobina y μ el coeficiente de permeabilidad magnética del núcleo, que en el caso de ser de 6 centímetros de diámetro tendrá un área o sección de 28,26 centímetros cuadrados. Aplicando estos datos en la fórmula últimamente citada, se tendrá que el coeficiente de self-inducción de la bobina será.

Cuando el núcleo es de fundición gris:

$$L = \frac{4 \times 3,14 \times \frac{70}{12} \times 70 \times 28,26 \times 500}{1.000.000.000} = 0,0725 \text{ henrios}$$

Si el núcleo es de hierro forjado o acero dulce:

$$L = \frac{4 \times 3,14 \times \frac{70}{12} \times 70 \times 28,26 \times 520}{1.000.000.000} = 0,0754 \text{ henrics}$$

Si el núcleo es de planchas de hierro dulce aisladas:

$$L = \frac{4 \times 3,14 \times \frac{70}{12} \times 28,26 \times 587}{1.000.000.000} = 0,0826 \text{ henrios}$$

y finalmente en el caso de carecer la bobina de núcleo metálico:

$$L = \frac{4 \times 3,14 \times \frac{70}{12} \times 70 \times 28,26}{1.000.000.000} = 0,000145 \text{ henrios}$$

Como quizás a Vd. le convendrán más detalles, procuraré dárselos en un pequeño artículo que se insertará en el número próximo de esta revista en el cual expondré con la mayor claridad la teoría, cálculo y aplicaciones de las bobinas de self-inducción.

A. R. Dima (Vizcaya).—Un excelente barniz para el objeto que V. desea, puede prepararse haciendo una pasta de negro de humo o negro marfil con bálsamo del Canadá, que luego con esencia de trementina se va poniendo menos espesa hasta la consistencia de pintura ordinaria.

No tenemos noticia de la publicación del segundo fascículo de la obra que V. cita.

J. S. (Madrid).—No es tan fácil como puede parecer a primera vista el lograr un fotograbado sobre cobre, no sorprendiéndonos haya encontrado un procedimiento muy dudoso según dice. Es imposible señalar una fórmula como usted desea; la obtención del fotograbado requiere una serie de largas y delicadas manipulaciones. Consulte los catálogos de las librerías Gauthier-Villars y de Ch. Mendel de París, en los cuales hallará anunciados tratados especiales sobre la materia.

Las Pléyadas

Antes de abandonar la constelación del Toro, ilustrada en estos momentos por la presencia del planeta Saturno, conforme se indicó en el anterior artículo publicado en el MUNDO CIENTÍFICO-INVENTOS MODERNOS, permítaseme dedicar unas líneas a uno de los grupos de estrellas más conocidos y más importantes del cielo y que resplandece asimismo en la propia constelación del Toro. Me refiero a las Pléyadas.

Este denso grupo de estrellas, que ha llamado siempre poderosamente la atención de cuantas personas han dirigido alguna vez sus ojos al cielo, fué observado y descrito ya en los tiempos más remotos. Precisamente, por las Pléyadas pasaba el equinoccio de primavera 4000 años atrás, de manera que este grupo constituyó en la antigua Grecia y en la cronología china, un elemento de capital importancia para la fijación de las estaciones terrestres, correspondiendo aproximadamente el principio de la primavera a la fecha en que las Pléyadas aparecían por la mañana en el horizonte oriental y el principio del otoño cuando desaparecieron las mismas, en el horizonte Oeste, al salir el Sol. Su nombre se deriva, sin duda, de *pleias*, pluralidad.

Las principales estrellas del grupo, visibles a simple vista, en número de seis o siete, llevan por nombres Atlas, Taigeto, Alción, Celeno, Electra, Merope y Maia, nombres que en la Mitología correspondían, excepto el primero, a las hijas de Atlas.

He aquí sus magnitudes:

Alción	3,0
Electra	4,5
Atlas	4,6
Maia	5,0
Merope	5,5
Taigeto	5,8

Las personas dotadas de buena vista perciben una séptima estrella, al Sur y al exterior del grupo, de magnitud 6,1, y para vistas excelentes son perceptibles aún Pleyone, de 6,3; una estrella externa al grupo y situada al Norte, de 6,4; y, en fin, Celeno, de 6,5. Con unos gemelos, se perciben unas 14 estrellas, hasta la 7.^a magnitud. Con un antejo astronómico de mediana potencia, pueden contarse algunos centenares, y con

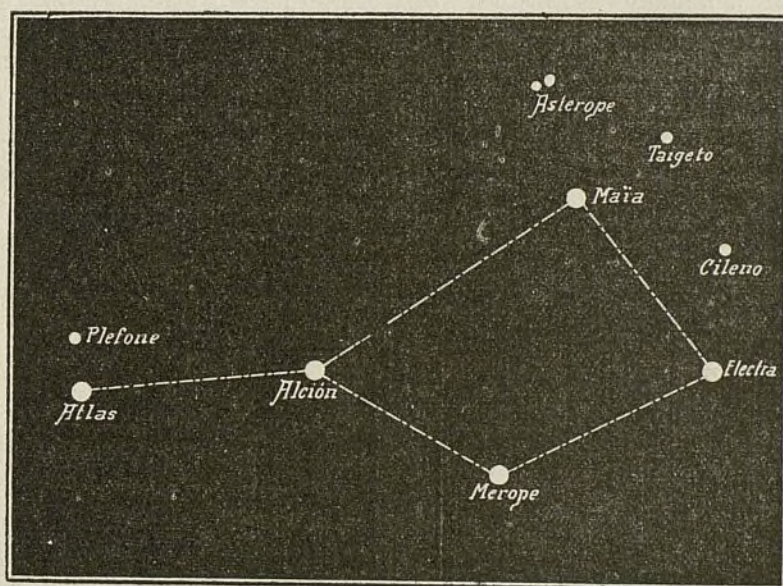
instrumentos de gran potencia o por medio de la fotografía se llega al millar.

Por la sola inspección de ese hermoso grupo, nos convencemos de que sus estrellas no están apiñadas en una reducida región celeste por un simple efecto de la casualidad. Aplicando el cálculo de probabilidades, no sería difícil demostrar, como ya hizo Mitchell, hace ya más de un siglo, que, sólo refiriéndonos a las estrellas más brillantes de las Pléyadas, es decir, a las 6 principales, se puede apostar 1 contra 500.000 a que tales estrellas no están agrupadas como resultado del azar, sino por una ley física que las enlaza, o mejor

por efecto de una comunidad de origen de las mismas. La relación de probabilidades resultaría todavía inmensamente menor si tuviéramos en cuenta todas las estrellas que forman el grupo, aparte de las que puedan existir delante o detrás del mismo, sin tener correlación con él. Pero si estas consideraciones no bastaran para demostrar que las Pléyadas constituyen una familia sideral, bastaría tener en cuenta sus

movimientos propios para convencernos de ello. En efecto; los movimientos propios de las principales estrellas de las Pléyadas se efectúan todos sensiblemente en el mismo sentido y son, poco más o menos, del mismo valor.

Es indudable, pues, que las Pléyadas constituyen un grupo sideral como tantos otros, a centenares, que observamos en el Cielo. No obstante, las Pléyadas se presentan bajo un aspecto excepcional para nosotros; en otras palabras, se diferencian de la inmensa mayoría de los cúmulos estelares por una sola circunstancia, puramente subjetiva aunque muy importante; la de que están relativamente próximos a la Tierra. Por este motivo, ocupan un espacio angular considerable en la esfera celeste, presentan un cierto número de estrellas muy brillantes y aparecen poco condensadas. Estos caracteres son completamente distintos de los cúmulos estelares lejanos, más ricos quizás en estrellas, que las Pléyadas, pero sólo visibles por medio del telescopio y presentando una fuerte condensación central, como, por ejemplo, el famoso cúmulo de Hércules, otros del Cochero, etc., hasta el extremo, algunas veces, de que los cúmulos pudieran confundirse con



Nombres dados a las principales estrellas de las Pléyadas.

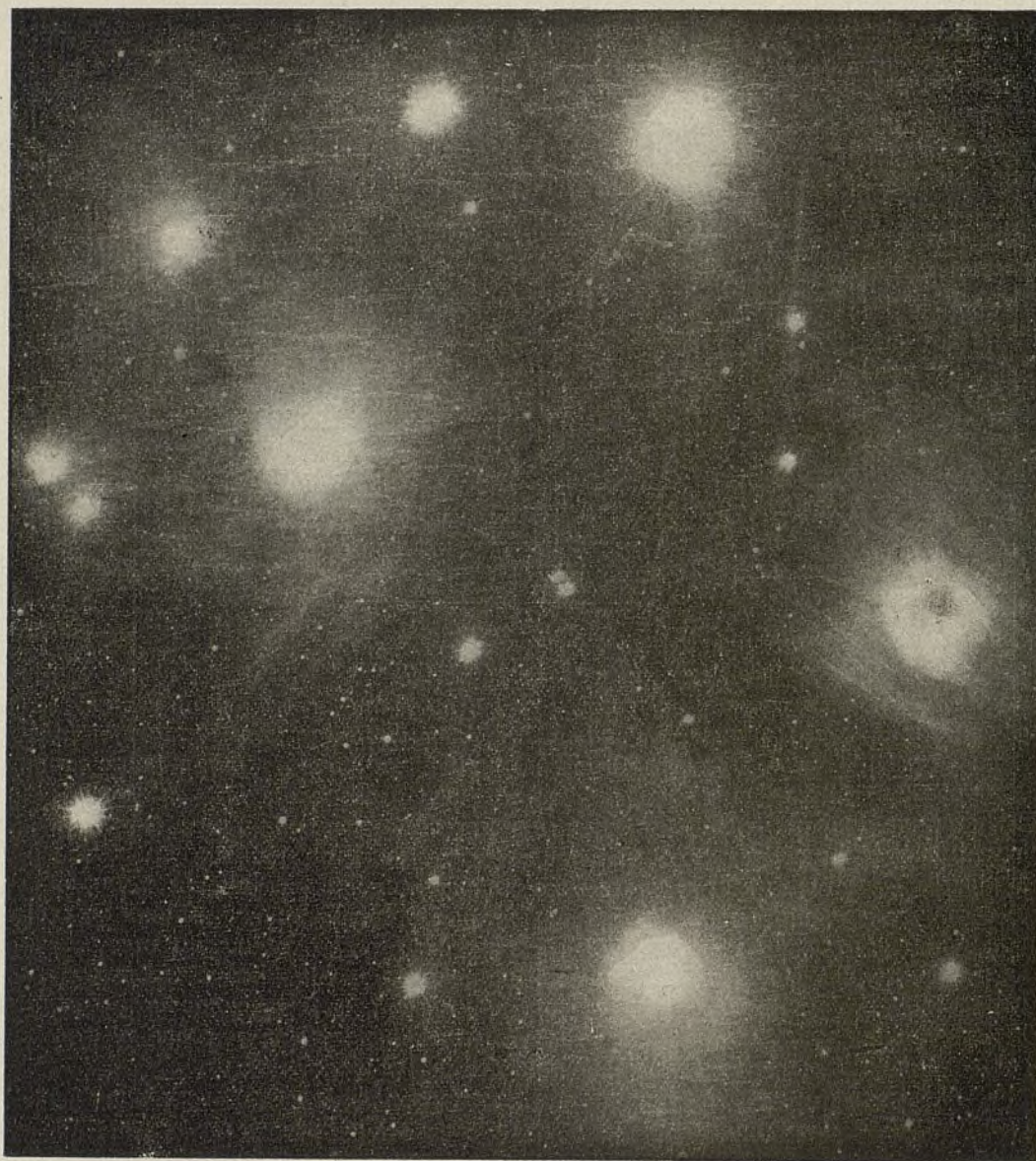
nebulosas gaseosas. Para contemplar en toda su belleza el grupo de las Pléyadas, es aconsejable un instrumento de pequeña o de mediana potencia, y sobre todo el hacer uso de un ocular de muy poco aumento, al objeto de que el campo telescópico resulte extenso y aparezcan las estrellas muy brillantes y poco separadas.

Sin embargo, y a pesar de que la distancia relativa de las Pléyadas a la Tierra es pequeña, no ha sido

es posible dar a tales resultados completo crédito, ni mucho menos.

Aun cuando sean importantísimas todas las observaciones y estudios realizados sobre el grupo de las Pléyadas, nuestra admiración y sorpresa llega al colmo si nos fijamos en las extensas nebulosidades que envuelven el grupo.

Fué Tempel, en 1859, quien descubrió la existencia de una vaga nebulosidad entre dichas estrellas; Golds-



Las Pléyadas según una fotografía obtenida por Mr. Keeler en el Observatorio de Lick.

posible revelar la existencia, en ninguna de sus componentes, de paralaje anual, por lo cual no es nada aventurado afirmar que la distancia de dicho grupo a nosotros es, por lo menos, de 100 años de luz. Por la posición del ápex de nuestro sistema solar, es decir, considerando la dirección del movimiento del Sol y de sus planetas por el espacio, Madler, a mediados del siglo pasado, creyó poder afirmar que el centro de gravedad del Universo coincidía con la estrella Alción, llegando a deducir que dicha estrella estaba a unos 130 años de luz de nosotros. Pero hay que advertir que aquellas consideraciones se fundaban en elementos poco sólidos de observación, por lo que no

chmidt, en 1863, describió cuidadosamente la propia nebulosidad. En realidad, no es difícil observarla, y hasta podríamos decir que, a simple vista, durante una noche bien limpia y oscura, se adivina que dentro de ese grupo, además de una gran cantidad de estrellas, existe un cierto fulgor especial, de origen nebuloso. Por lo demás, no son necesarios instrumentos poderosos para distinguir esas nebulosidades; si alguna dificultad presentan débese, principalmente, a que el brillo de las estrellas mayores deslumbra la vista del observador.

Pero todas las observaciones que pudieran hacerse visualmente de esas nebulosidades, son insignificantes;

pobrísimas, ante la esplendidez inconcebible que se ha alcanzado por medio de la fotografía. En los primeros ensayos fotográficos llevados a cabo por los hermanos Henry, hacia 1885, ya aparecieron las Pléyadas envueltas en extensas y complicadas nebulosidades. Pero los instrumentos empleados por aquellos célebres astrónomos no eran los más apropiados para este género de trabajos, aparte de que ni la turbia atmósfera de París ni la sensibilidad de las placas en aquella fecha se prestaban para reproducir los débiles detalles de dichas nebulosidades.

Posteriormente, gracias al empleo de potentes telescopios, de placas de gran finura y sensibilidad y de trabajar en un diáfano ambiente, se han obtenido resultados maravillosos, sobre todo por los Isaac Roberts, los Keeler y los Richtey, etc. Aquí se reproduce una espléndida fotografía de las nebulosidades de las Pléyadas obtenida por Keeler (director que fué del Observatorio Lick) con 4 horas de exposición. Ante esta imagen sorprendente, huelga toda descripción. Diríase que las estrellas principales, como otras tantas inmensas arañas luminosas, hubiesen tejido haces de finísimos hilos que las ligaran entre sí. Destácanse, asimismo filamentos luminosos rectilíneos que aparecen enlazar vastas alineaciones de estrellas. Imposible es calcular la longitud, inconcebible desde luego, de los filamentos de esas gigantescas cabelleras de luz; pero bien puede asegurarse, suponiendo para distancia

de las Pléyadas unos 100 años de luz, que tal longitud es del orden de los 30 años de luz, es decir, que es comparable a la propia distancia que nos separa del grupo estelar y bastante mayor de la distancia que nos separa de las estrellas α del Centauro, β del Cisne y algunas otras.

Si es imposible calcular estos elementos por falta de datos suficientes, mucho más imposible es explicar los orígenes y el dinamismo de este formidable sistema nebuloso-sidereal. Ninguna ley mecánica o física conocida puede explicarnos tan extraordinarios aspectos. Delante de este espectáculo nos sentimos tan ignorantes como el hombre primitivo.

La contemplación detenida de este conjunto sólo nos permite formular la conclusión de que la ciencia humana es absolutamente incapaz de abarcar la Realidad del Universo o que delante de nuestra vista se extiende un panorama infinito de esplendores que jamás la inteligencia humana podrá concebir en toda su belleza y en toda su grandiosidad. Pero ante esta reconocida ignorancia nuestra es precisamente cuando se siente más elevado y optimista nuestro espíritu, puesto que ve por el estudio del Cosmos, los signos indelebles, inconfundibles, de la existencia de un plan supremo en la organización del Universo.

JOSÉ COMAS SOLA
Director de la Sección Astronómica
del Observatorio Fabra.

Combustión por contacto de las superficies

II (1)

El horno de fusión contiene un lecho de materiales refractarios caldeados al rojo; la mezcla de aire y de gas circula con una gran velocidad y es conducida por una abertura emplazada en la parte inferior y de diámetro muy pequeño. Tan pronto la mezcla llega en contacto con los gránulos incandescentes la combustión sin llama se produce (figura 4).

La superficie en la que la combustión es más intensa hállase en la parte inferior; los gases incandescentes, escapándose, circulan por los intersticios existentes en los productos refractarios, que caldean y hacen incandescentes. La figura 5 muestra un dispositivo destinado a caldear las mufas.

Es evidente que este procedimiento puede recibir aplicación en otros muchos casos, por ejemplo en el caldeo de las retortas, etc. De otra parte, no es indispensable que los materiales refractarios se hallen en el

exterior del recipiente que se trata de caldear; pudiéndose perfectamente disponer estos materiales en tubos em-

plazados en el interior del espacio por caldear. Este dispositivo es utilizado, como veremos a continuación, para fundir las aleaciones o los metales fusibles a una temperatura inferior a los 600° y también para producir vapor en las calderas tubulares. Pudiéndose también, con este procedimiento, obtener, con un gas determinado, temperaturas más elevadas que con la combustión con llama ordinaria, sin recuperación. Se ha comprobado, en efecto, que el límite de altas temperaturas que es posible alcanzar con gases de poder calorífico elevado, (gas de alumbrado, gas de agua, gas natural), es dado más por la resistencia de la materia de que el recipiente

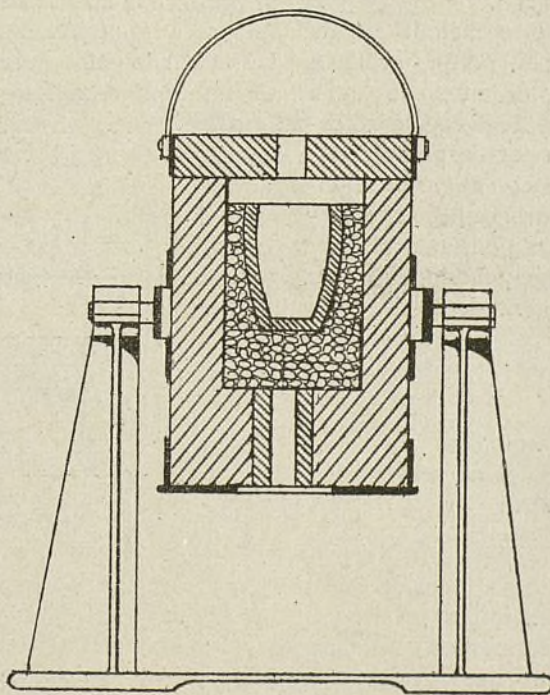


Fig. 4.

está constituido que por el límite de la energía calorífica que se puede utilizar.

Bastará decir que se ha podido, con un horno de

(1) Véase págs. 39 a 44.

fusión alimentado por gas del alumbrado, fundir la prueba n.º 39 de Seger, cuyo punto de fusión es de 1880°, y se ha podido también fundir fácilmente el platino, lo que muestra la importancia del nuevo procedimiento para la obtención de elevadas temperaturas.

A decir verdad, en el curso de estos experimentos se ha tropezado con muchas dificultades en la elección

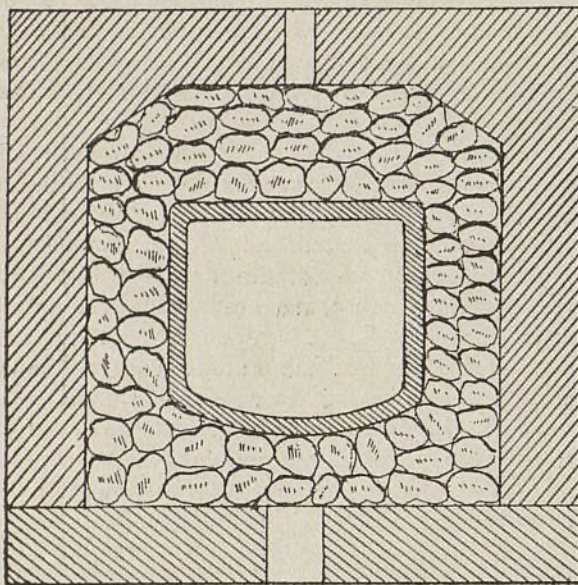


Fig. 5.

de la materia que ha de servir para la construcción de muflas o los hornos de fusión alimentados con gas del alumbrado. Se puede, no obstante, construir con relativa facilidad muflas que soportan 1400° y 1500°. Es evidente que hay que elegir la materia granulada destinada a formar el lecho de sustancia porosa suficientemente refractaria para que no se funda al contacto de las paredes de la mufla o del horno.

Como hemos dejado dicho, este método puede aplicarse a todos los gases y vapores, pero es evidente que la temperatura máxima que en cada caso se pueda alcanzar dependerá del volumen y de la capacidad calorífica del horno y del grado de calor desprendido de la capa refractaria. Mientras que con el gas de alumbrado, el gas de agua y el gas natural se llega a temperaturas de 2.000°, el máximo que podría alcanzarse sin recuperación con un gas de generador de poder calorífico, como el gas Mond, no excedería sin duda de 1.500°. Utilizando el sistema de recuperación, es probable alcanzar temperaturas aún más elevadas.

Aplicación de la combustión al contacto de las superficies a las calderas tubulares de vapor

Llegamos ahora a la aplicación importante del procedimiento a las calderas tubulares y a la fusión de las aleaciones o metales. Vamos a examinar primero la producción de vapor, y nos esforzaremos para hacer comprender la construcción de una nueva caldera de vapor, en la cual se utiliza el principio de la combustión al contacto de las superficies. Sabido es que, hasta aquí, el caldeo de las calderas por el gas no ha sido favorable, ni por lo que hace referencia a la utilización de la potencia calorífica del combustible ni en la rapi-

dez de la vaporización del agua. En Alemania se dispone de diversas fuentes de gas, que pueden ser utilizadas en la vaporización, por ejemplo:

1.º Los gases de los altos hornos, de que se dispone en todas las instalaciones metalúrgicas;

2.º El gas procedente de los hornos de coque, en los que se obtiene un exceso;

3.º Los gases de generadores de diversos sistemas, pero particularmente de aquellos en los que se recupera simultáneamente amoníaco. Todos estos gases son utilizables en el procedimiento mencionado. Un eminente ingeniero metalúrgico inglés ha demostrado que el rendimiento útil en las calderas tubulares caldeadas por los gases procedentes de los altos hornos no excede del 55 por 100, y en casos muy excepcionales llega a alcanzar el 60 por 100. Con los gases de los hornos de coque este rendimiento puede alcanzar 65-70 por 100. Con el procedimiento objeto del presente artículo se ha podido llegar a utilizar en las calderas tubulares, gas de hornos de coque con un rendimiento del 95 por 100 de la energía contenida en el combustible. Vamos a examinar la construcción de una de estas calderas.

La figura 6 representa una caldera cilíndrica atravesada horizontalmente por una serie de tubos de acero de 1 metro de longitud y de un diámetro de 75 milímetros. Estos tubos se hallan repletos de material refractario apropiado y de grosor conveniente. En la parte anterior, estos tubos se hallan obturados por un tapón refractario, con un orificio circular de 20 milímetros de diámetro. Este tapón tiene por objeto enfriar primero la parte anterior de los tubos, y luego forjar a la corriente gaseosa a atravesar una abertura de pequeño diámetro, lo que le da una velocidad suficiente para impedir el retroceso de las llamas en la mezcla combustible de gas y de aire. En la parte frontal de la caldera se halla una cámara dentro de la cual se produce la mezcla de los gases: esta mezcla contiene una proporción de aire algo mayor de lo que la teoría señala como necesaria. La mezcla llega a través de los tapones a los tubos horizontales hacia las

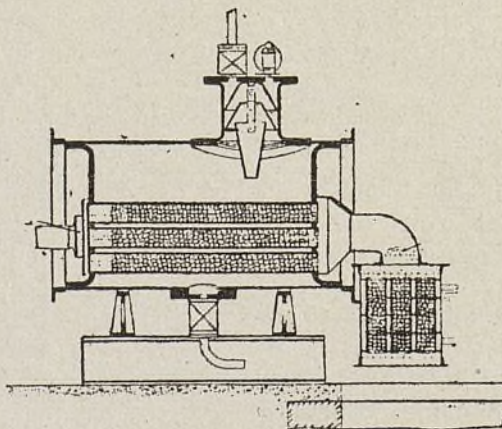


Fig. 6.

sustancias refractarias caldeadas, ya sea por compresión, ya por aspiración. La combustión de la mezcla al contacto de la sustancia inerte es muy rápida y ya después de un recorrido de 15 centímetros se halla terminada. Resulta de ello que la materia porosa se halla en el comienzo de los tubos, llevada a una temperatura muy elevada, a pesar de que por el contacto de estas

partes con las paredes que se hallan refrigeradas por el agua, la temperatura de los tubos no llega jamás al rojo.

Terminada la combustión, la columna de materia refractaria obliga a los gases quemados a recorrer lentamente su camino y los lleva frecuentemente en contacto con las paredes. La velocidad con la cual los gases penetran en el aparato corresponde aproximadamente a 3 metros cúbicos de gas de alumbrado más 6 veces aproximadamente su volumen de aire para cada tubo, o bien un volumen correspondiente a esta energía calorífica de todo otro gas. En una caldera de 10 tubos, con la que se realizaron los primeros ensayos, el consumo fué de 30 metros cúbicos por hora más 170-180 metros cúbicos de aire. Ello permite apreciar la velocidad con la cual los gases son obligados a circular por los tubos.

Se ha medido la temperatura de los humos a la salida de los tubos del aparato; ésta en ningún caso ha sobrepasado de más de 70° a la temperatura del agua en la caldera. Esta temperatura es en mucho inferior a la que presentan estos gases en la combustión habitual con calderas tubulares. Pero para aumentar aún más el rendimiento en vapor, los productos de la combustión son conducidos a un recalentador tubular en el que el agua de alimentación se caldea, construido bajo el mismo principio que la caldera tubular.

De este modo se ha podido hacer descender la temperatura de los humos de escape del aparato a las proximidades de los 100°. Describiremos el funcionamiento de una caldera de 10 tubos, con la cual se realizaron en Leeds los primeros ensayos. Las canalizaciones en la parte anterior de la caldera se componen esencialmente de un tubo de conducción de gas de alumbrado y de otro para la conducción del aire. El gas y el aire son mezclados antes de su llegada al aparato de distribución emplazado ante la caldera. La mezcla es seguidamente quemada en las tuberías, y los productos de la combustión se escapan por la otra extremidad a un pequeño espacio y de allí al recalentador del agua de alimentación. Este último contiene 9 tubos de 0,33 metros de longitud y de un diámetro de 75 milímetros. Estos tubos se hallan repletos de una materia granulada para favorecer los cambios de temperatura.

La mezcla de gas y de aire es introducida en el aparato de distribución bajo la presión de 44 centímetros de agua, necesaria para vencer la resistencia que ofrece el guarnecido interno de los tubos. La presión de los gases que llegan al recalentador de agua de alimentación era de 5 centímetros de agua, mientras que la presión que es utilizada para vencer la resistencia interna de los tubos es de 39 centímetros. En el ensayo de vaporización el agua fué vaporizada bajo una presión de 8,1 kg. por centímetro cuadrado y a una temperatura de 168°. La temperatura de los humos a la salida de los tubos de la caldera fué de 230°, la de los gases a la salida del recalentador de 95°, la temperatura del agua de alimentación a su entrada en el recalentador de 5°5 y a su entrada en la caldera de 58°, resul-

tado alcanzado únicamente por medio de los gases quemados.

Examinemos ahora el balance térmico de esta caldera mientras se prolongó este ensayo. La cantidad de gas de alumbrado introducida en la caldera fué de 28,20 metros cúbicos de gas seco, medido a 0,760 por hora: su poder calorífico era de 5001 calorías, de suerte que la energía calorífica total suministrada por hora a la caldera fué de 141.028 calorías.

Por lo que se refiere a la cantidad de agua vaporizada, las cifras que siguen se refieren al sistema de la caldera y su recalentador, porque ambos constituyen el sistema de vaporización. La temperatura del agua de alimentación era de 5°5, formándose el vapor bajo una presión de 8,1 at. La cantidad de agua realmente vaporizada fué de 204'2 kg. por hora, o, si consideramos el agua vaporizada a 100°, 249'2 kg. La cantidad de calor suministrada al agua fué, pues, de 133.014 calorías, y la relación de la cantidad de calor transmitido al agua con el calor total suministrado al aparato fué igual a 0,942.

Lo que constituye una de las ventajas principales de este sistema es el hecho de poder quemar completamente un gas utilizando un exceso mínimo de aire. Durante este ensayo, el tenor en CO² de los humos resultantes de la combustión alcanzó por término medio un 10,6 por 100, mientras que el tenor en oxígeno sólo fué de 1,6 por 100. A pesar del detenido examen de los humos procedentes de la combustión, no llegó a encontrarse vestigio de CO, H² o CH⁴; los restantes gases estaban constituidos por el nitrógeno. Bastó, pues, un exceso de oxígeno de 0,5 por 100 en los humos para que la combustión en los tubos fuese completa y para que no se hallasen trazas de gases combustibles.

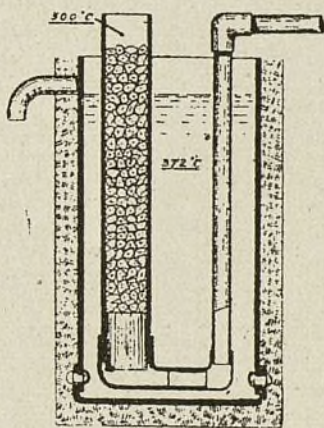


Fig. 7.

Fusión de los metales fácilmente fusibles y aleaciones

Es evidente que el principio que preside el ejemplo de la caldera puede recibir numerosas aplicaciones, por ejemplo, la concentración de soluciones y caldeo de líquidos en general, el caldeo de grandes volúmenes de aire y la fusión de metales fácilmente fusibles y aleaciones. La desmesurada extensión dada al presente estudio nos privará de insistir en cada uno de estos particulares. El método se aplica, en general, a todos los metales y aleaciones cuyo punto de fusión sea inferior a 600°. La figura 7 representa un recipiente de hierro lleno de plomo caldeado a 50° por encima de su punto de fusión. En el baño de metal fundido se halla un tubo de hierro de 0,70 m. de longitud y de un diámetro interior de 75 milímetros. Este tubo está relleno en la misma forma que un tubo de la caldera antes descrita, por una materia granulada y provisto de un dispositivo conveniente para la admisión de la materia gaseosa explosiva constituida por aire y gas de alumbrado que debe ser quemada dentro de este tubo. Cuando el aparato ha sido puesto en marcha, puede funcionar día y noche sin interrupción. Se alimenta el recipiente proyectando plomo sólido, y el metal fundido puede ser evacuado por una tubería lateral. Para

mayor simplicidad, no consideramos más que un recipiente de débil capacidad, encerrando un solo tubo, pero se han realizado ensayos con sistemas que contenían ocho toneladas de metal y más, en los cuales se hallaban montados varios tubos de combustión.

En un aparato de este género se puede fundir plomo y aleaciones, no solamente con rapidez sino con grandes ventajas. Como ejemplo tomaremos un aparato monotubular, que dió el siguiente resultado:

Fusión de plomo

Temperatura del metal cargado.	15°	
» » » fundido.	372°	
» » gas a la salida del aparato	500°	
Poder calorífico del gas	4975 calorías	Temperatura y presión normales
Gas consumido por hora	2831 m. ³	
Plomo fundido » » »	533,4 kg.	

El caldeo del metal de 15 a 372° absorbe:

$$533,4 \times 18,14 = 9674 \text{ calorías.}$$

Calor contenido en el gas — $4975 \times 2831 = 14084$ calorías*

$$\text{Cociente } \frac{14084}{9674} = 0,687.$$

Las condiciones fueron tales que la temperatura media del metal fundido en el aparato fué de 372° mientras se prolongó el experimento. Se cargaban en el baño lingotes de plomo de 13,500 kg. a intervalos de 90 segundos y el metal fundido expulsado se evacuaba directamente a los moldes. Tomáronse grandes precauciones para que la temperatura del baño no ex-

cediese de la normal media. Fué posible, quemando 2831 m.³ de gas, de un poder calorífico de 4975 calorías elevar por hora la temperatura de 533,4 kg. de plomo de 15° hasta 372°, y los gases a la salida del aparato estaban a 500°, es decir, a una temperatura superior sólo en 128° a la del baño de metal fundido. Según las últimas determinaciones del calor específico del plomo, a las temperaturas yendo hasta su punto de fusión y más allá (Sprig) y teniendo en cuenta el calor de fusión ordinariamente adoptado, puédesse calcular que el calor necesario para llevar 1 kg. de plomo desde 15° hasta 372°, comprendida la fusión, es igual a 18,14 calorías.

Como el calor de combustión del gas es determinado admitiendo que los productos de la combustión son llevados a 15°, resulta que el cociente de 0,687 no representa en modo alguno fielmente las ventajas de este sistema. En las condiciones ideales, la temperatura de los gases a la salida de los aparatos no debería exceder de 372°; en realidad los gases se escaparon a una temperatura de 128° de exceso sobre la ideal. Teniendo en cuenta este hecho, puédesse calcular que el efecto termodinámico del proceso de fusión, alcanza a un 80 por 100 de la teoría.

En ensayos análogos efectuados con aluminio que se cargaba a una temperatura de 15° y se evacuaba fundido a 765°, con una velocidad de 60 kg. por hora, el efecto termodinámico alcanzó el 55 por 100.

La importancia innegable de estos resultados se acrecentará desde luego cuando el procedimiento se aplique en gran escala.

Transformaciones de la materia sometida a fuertes presiones y bajas temperaturas

En dos conferencias que dió en la «Royal Institution» de Londres, el Dr. Walter Wahl, de Helsingfors, dió a conocer algunos recientes trabajos relativos a los fenómenos y reacciones que tienen lugar en la materia, al hallarse ésta sometida a temperaturas y presiones extremas. El Dr. Wahl ha logrado la cristalización del hidrógeno, oxígeno y otros elementos, así como la de numerosos compuestos orgánicos que antes sólo habían podido ser reducidos al estado líquido, y las investigaciones a que personalmente se dedicó en el laboratorio Davy-Faraday han tenido por principal objeto las relaciones entre la estructura cristalina y la constitución química.

El conferenciante hizo ver en primer lugar como la presión modifica el volumen y la densidad, y especialmente el punto de fusión de varias sustancias como el agua, el p-xileno y el cloruro de fosfonio, PH_4Cl . Cuando la modificación es regular, la separación entre la fase líquida y la fase sólida aparece como una línea recta en un diagrama en el cual la temperatura esté figurada como ordenada y la presión como abscisa, elevándose el punto de fusión a medida que la presión crece. En casos más complejos, las curvas aparecen ramificadas; hay curvas que se dividen en tres ramales en su extremidad, lo que significa que las sustancias que representan, bajo la presión correspondiente, pueden existir en estado sólido, líquido o gaseoso. La

complejidad del diagrama puede aumentarse más todavía por el hecho de que una misma substancia puede pasar de una modificación a otra. Por ejemplo, los cristales rojos del ioduro de mercurio se cambian a + 130° C. en otros cristales, de color amarillo, y tales cambios, aunque habitualmente no acompañados de un cambio de color, son frecuentes. Hay substancias de que se conocen cinco variedades o más, y según E. Cohen, de Utrecht, muchos metales, en su estado usual, se hallan mezclados con dos modificaciones alotrópicas.

Sólo desde pocos años ha podido realizarse la aplicación de presiones verdaderamente altas. Cailletet, cuando hacia el año 1870, consiguió realizar la liquefacción de los llamados gases permanentes, empleó una prensa de tornillo con aceite como agente de compresión. Esta bomba fué perfeccionada luego por Dewar y otros. Amagat logró idéntico resultado por medio de dos émbolos, uno mucho mayor que el otro. Barus, lo mismo que Amagat, realizó una presión superior a 3.000; entre 1890 y 1900, Walther Spring, de Lieja, se dedicó especialmente al estudio de los efectos de las fuertes presiones sobre las sales pulverizadas, los metales y las aleaciones. Poco después, G. Tammann, de Göttingen inició sus estudios sistemáticos de numerosas substancias en un aparato de Cailletet modificado, accionado por un volante a mano, en el que

la empaquetadura de cuero había sido sustituida por acero blando en el cual puntas de acero duro penetraban progresivamente cuando la presión excedía de 4.000 atmósferas.

Los recipientes que habitualmente se usan para estudiar los efectos de la compresión sobre los líquidos presentan la forma de termómetros de caña corta y bulbo largo; el bulbo está lleno de mercurio, el líquido objeto del experimento descansa sobre el mercurio y el aparato entero se encierra en la cámara en la cual se comprime el aceite. Estos recipientes son muy cómodos, pero siendo necesariamente de vidrio grueso, la uniformidad de la temperatura no puede establecerse sino lentamente. Con tales recipientes, se han realizado también mediciones de conductibilidad electrolítica bajo altas presiones.

Para la mayor parte de las soluciones salinas, existe una determinada presión o temperatura con la cual se obtiene el máximo de conductibilidad, pero la viscosidad del disolvente, que se halla también afectada, debe tenerse en consideración. Recientemente, E. Cohen demostró que, en contra de lo que anteriores experimentos parecieron indicar, la rapidez con que se realizan ciertas reacciones puede aumentarse en un 20 por 100 aproximadamente, aplicando una presión próxima a 1.000 atmósferas. Para verificar sus estudios, empleó un aparato construido especialmente para mantener una presión constante durante 24 horas.

Para estudiar las particularidades a que pueden dar lugar los metales y las sales que, bajo una fuerte presión, se presentan en un estado de fluidez, Kurnakow, de Petrogrado, realizó la compresión de tales sustancias en una cámara de acero en cuya pared había sido practicado un diminuto agujero, de modo que el material comprimido saliera de dicha cámara en la forma de un delgado filamento. En tales casos, las curvas de compresión, después de haberse elevado, aparecían horizontales, siendo similares a las curvas de dureza. Algunas sales, por ejemplo las sales orgánicas de plata, no fluyen por el agujero abierto en la pared de la cámara, pero, alcanzada cierta presión, daban lugar a una explosión que rechazaba el émbolo de la bomba; reanudando la compresión, se reproducía también la explosión, y así sucesivamente, obteniéndose por lo tanto una serie de explosiones intermitentes que se traducía en una curva en zig-zag.

Especial interés ofrecen las investigaciones sobre el agua y el aceite, iniciadas por Tammann y continuadas recientemente por P. W. Bridgman, del Colegio Harvard. El agua, como es sabido, se distingue de la mayor parte de los demás líquidos en varios conceptos, especialmente en que aumenta su volumen, en vez de disminuir, al pasar del estado líquido al estado sólido, y en que su punto de fusión se rebaja, en vez de elevarse, cuando la presión crece. El aumento de volumen que sufre el agua cuando se hiela tiene considerable importancia en la Naturaleza, ya que este fenómeno hace que el hielo se sostenga en la superficie del agua en vez de hundirse. Pero, esta propiedad sólo pertenece al hielo ordinario. Tammann observó, en efecto, tres modificaciones del hielo, y Bridgman seis con certeza, tal vez hasta diez; la mayor parte de estas eran más densas que el agua, es decir que se hundían en el agua, en vez de flotar en la superficie. Bridgman verificó experimentos sobre el hielo sometido a una presión

alcanzando hasta 20.500 atmósferas y pudo realizar presiones de hasta 40.000 atmósferas, aunque en este caso no le fué posible hacer observaciones exactas. Los recipientes que empleaba eran del acero más resistente que se conoce, de acero al tungsteno en los últimos experimentos; como empaquetadura, se usaban anillos cónicos de acero dulce adaptados sobre conos de acero duro. Tammann había observado que el descenso del punto de fusión del hielo, al elevarse la presión, queda detenido cuando ésta alcanza 2.100 atmósferas; si se aumenta la presión más allá de este límite, el punto de fusión vuelve a elevarse. Bridgman descubrió una variedad de hielo que se forma bajo una presión de 25.000 atmósferas y pasa al estado líquido a $+35^{\circ}\text{C}$. Estas diferentes variedades de hielo se transforman una en otra muy lentamente a una temperatura de -180°C . El hielo ordinario, fuertemente comprimido a -30°C , y luego enfriado en aire líquido, se convierte en hielo denso; si entonces se suprime la presión, vuelve a su primitivo estado de hielo ligero, pero esta segunda transformación es muy lenta. El Dr. Wahl realizó durante el curso de su conferencia varios experimentos que pusieron en evidencia estas transformaciones. Trajo cierta cantidad de hielo denso conservado en tubos de plomo. Al hallarse estos tubos expuestos al calor de la sala y al de los rayos de la linterna, el hielo pasando del estado denso al estado ligero, y aumentando por lo tanto de volumen, era proyectado al exterior de los tubos, haciendo saltar su fondo. El experimento siguiente resultó muy instructivo. Un trozo de hielo ordinario era sumergido en aire líquido durante algunos minutos y colocado después en el rayo de luz de la linterna: inmediatamente se lo veía hincharse hasta adquirir un volumen aparentemente mucho mayor, mientras otro trozo de hielo, no enfriado previamente, no sufría variación alguna, aparte de su liquefacción paulatina. Para que el hielo denso conserve su densidad, es necesaria una presión de 2.500 atmósferas aproximadamente, o sea una presión de 2,5 veces equivalente a la que, probablemente, reina en el fondo del Océano. El carácter excesivamente complejo del diagrama representativo del estado del hielo resulta en parte de la formación de agregados moleculares; pero las investigaciones de Bridgman y otros sobre los efectos de las altas presiones sobre diferentes compuestos demostraron que los fenómenos que tienen lugar bajo fuertes presiones son a menudo completamente distintos de lo que podrían hacer esperar las experiencias hechas con bajas presiones.

En cuanto a la estructura de la materia sometida a bajas temperaturas, el aire líquido se transforma en un líquido viscoso que hierve con violenta formación de burbujas, cuando se hace el vacío en el recipiente que lo contiene mediante una bomba de Gaede. Finalmente, el aire se transforma, algunas veces sin formación de burbujas, en una masa blanquecina, parecida a nieve medio derretida.

Esta nieve contiene todos los gases que se hallaban mezclados con el aire, incluso vapor de agua, bióxido de carbono y otros gases cuya presencia en el aire es menos frecuente.

El bióxido de carbono se solidifica fácilmente en forma de una hermosa nieve blanca constituida por diminutos cristales cúbicos; esta nieve se sublima a la temperatura de -78° ; bajo una fuerte presión, pasa al

estado líquido a -51°C . Ni el oxígeno, ni el nitrógeno cristalizan fácilmente.

La formación de núcleos de cristalización y la velocidad de cristalización han de estudiarse en relación con el descenso de la temperatura. Fácilmente puede demostrarse el modo en que se produce la cristalización de una disolución intensamente enfriada al entrar en contacto con un fragmento cristalizado de la sustancia disuelta. Para ello se proyecta un pequeño cristal, con preferencia de acetato de sodio, en una disolución de esta misma sal (que corrientemente se usa para tales experimentos) contenida en altos cilindros de vidrio, viéndose como la cristalización se propaga de arriba hacia abajo con una velocidad que puede ser mantenida constante, a razón de 40 mm. por minuto, por ejemplo. La velocidad de cristalización aumenta cuando la temperatura baja; existe, sin embargo, una determinada temperatura a la cual corresponde el máximo de dicha velocidad y, pasado este límite, un descenso ulterior de la temperatura tiene un efecto inverso, retrasando la cristalización en vez de acelerarla. El alcohol, enfriado en el aire líquido, se vuelve siempre más viscoso, sin helarse realmente; varios otros compuestos orgánicos sufren análogas modificaciones, pero algunos de ellos se hielan finalmente.

El nitrógeno líquido, sometido a la aspiración de una bomba, se transforma en una especie de jalea blanca y, al pararse la bomba, vuelve a su primitivo estado. Esta jalea es constituida por un reducido número de pequeños cristales cúbicos flotando en un líquido. Para poder observar esta cristalización, el enfriamiento debe ser muy lento, pero aun así es prácticamente imposible efectuar mediciones de dichos cristales por procedimientos experimentales. El examen cristalográfico debe por lo tanto hacerse bajo el punto de vista de las propiedades ópticas, refracción y polarización. El doctor Wahl construyó a tal objeto un pequeño recipiente de vidrio de cuarzo que consiste en un tubo que se termina, en una de sus extremidades, en un bulbo aplastado, en forma de disco. El tubo es muy ligeramente cónico; el bulbo plano está formado de dos discos de cuarzo pulidos y luego soldados al tubo. Durante la construcción, se coloca entre los dos discos un delgado hilo de platino destinado a mantener entre los dos el espacio necesario, o sea unos $0,04\text{ mm}$. Se sueldan luego los dos discos vertiendo cuarzo fundido alrededor de su circunferencia, quedando así formada una cámara cuya anchura es igual al diámetro del hilo de platino colocado previamente entre los discos. La subs-

tancia con que se quiere llenar el recipiente, para someterla a experiencia, es introducida en el tubo, fundida en él y luego atraída por aspiración en la cámara, antes de haberse cerrado ésta. Una vez lleno el recipiente, la misma sustancia puede servir para varios experimentos. El recipiente, una vez lleno, se coloca en un vaso dispuesto para poder hacerse el vacío en su interior, lleno a su vez de aire líquido y emplazado en el foco de un aparato de polarización. En estas condiciones, cuando los rayos tienen que atravesar las paredes de cuarzo y las de vidrio, y el líquido refrigerante, además de la sustancia a examinar, las observaciones se hacen en extremo difíciles. El Dr. Wahl pudo sin embargo, por este procedimiento, averiguar que el oxígeno es dimorfo; esta observación ofrece especial interés porque el azufre, el selenio, el telurio, elementos químicamente análogos al oxígeno, se presentan también bajo dos o más formas cristalinas. El hidrógeno se solidifica en masa amorfa a 14°C . absolutos, pero en este estado cristaliza fácilmente y con una brusquedad tal que su cristalización reviste casi los caracteres de una explosión; los cristales pertenecen al sistema regular o cúbico. El metano cristaliza también en el sistema regular, pero algunos de sus homólogos presentan la particularidad de la doble refracción: el hexano posee esta propiedad en un grado extraordinario. El alcohol etílico ordinario, como es sabido, no se solidifica; algunos otros alcoholes pueden obtenerse al estado sólido. El etileno forma grandes y hermosos prismas dotados también de doble refracción. El acetileno pertenece al sistema regular, como el monóxido y el bióxido de carbono; los cristales de clorina son amarillos, pero se vuelven blancos cuando están sometidos a temperaturas muy bajas, a las cuales los cristales de bromina y otros pierden también sus colores. En cuanto a los puntos de fusión de los elementos de la atmósfera, los datos consignados en el siguiente cuadro son debidos al Dr. Wahl:

	Presión	Temperatura Grados C. absolutos
Helio. . .	Debajo de 2 mm	Debajo de $2^{\circ},5$
Neon. . .	350 mm	35
Argon . .	628 »	85
Kriptón . .	158 »	104
Xenón . .	86 »	133
Hidrógeno.	50 »	14
Nitrógeno .	90 »	59
Oxígeno .	$0,9\text{ mm}$	53

E. LOZANO, Ing. Ind.

La teoría de la disociación electrolítica

La teoría de la disociación electrolítica, que la generación madura considera todavía como una innovación sospechosa, tiene casi el valor de un «credo» para los jóvenes hombres de ciencia quienes, desde el principio de su carrera, han sido acostumbrados a considerar esta teoría, sea o no perfecta, como un medio seguro, desde el punto de vista de un físico o un químico, para comprender y coordinar ciertos hechos que, partiendo de otros principios, aparecen como aislados y sin unión con los demás.

Las teorías, en general, antes que producto de un

solo ingenio, suelen ser, al menos en su forma definitiva, fruto de la cooperación de varios investigadores, esencia de los resultados de una larga y generalizada experimentación. La idea de la división de las moléculas de electrolitos en iones, al disolverse aquéllas, es, sin embargo, verdaderamente propia del Profesor Svante Arrhenius, del Instituto Nobel de Estocolmo, aunque los datos sobre los cuales fundó su teoría habían sido adquiridos por otros.

A medida que se fué perfeccionando el conocimiento de los fenómenos de la Naturaleza aumentó la

importancia atribuída por los físicos y químicos a las soluciones. Según Thales, el agua era origen de todas las cosas. Los antiguos egipcios daban al plomo y al estaño, ya que no hacían distinción entre uno y otro, el nombre de su diosa Osiris, en atención a la facilidad con que estos metales pasan al estado líquido y a su propiedad de disolver y colorear otros metales. En el siglo xv, Isaac Hollandus escribió que los filósofos, siguiendo las instrucciones de la Naturaleza, habían transformado todos los cuerpos en agua, esto es, los habían disuelto. Las sales, con las cuales se clasificaban los ácidos y las bases, fueron estudiadas también en la Edad Media, y el conocido aforismo «*Corpora non agunt nisi soluta*» fué completado por el siguiente: «*Salis non agunt nisi dissoluta, nec agunt si dissoluta nimis*» (las sales solo son activas cuando están disueltas, y no lo son cuando están demasiado diluídas). La piedra filosofal y el elixir de vida no eran otra cosa que el «alcahesto» de Paracelso, es decir, el líquido que fuera capaz de disolver todos los cuerpos. La relación que existe entre la disolución y la evaporación fué puesta en evidencia por Gay-Lussac en 1839, cuarenta y cinco años antes de que Van't Hoff demostrara la analogía del estado disuelto con el estado gaseoso de la materia. Gay-Lussac hizo ver que cuando se mezclan una con otra soluciones de dos sales, conteniendo dos ácidos y dos bases, todas las combinaciones salinas posibles se forman realmente en la mezcla. Williamson propuso la hipótesis de que un intercambio de «radicales» (llamados hoy iones) es la causa de la precipitación del sulfato de plata por el ácido clorhídrico. Luego, Clausius, en 1859, tratando de dar una explicación de la conductibilidad eléctrica de las soluciones salinas, supuso que todas las soluciones, no solamente las de electrólitos, daban lugar a una disociación que, químicamente, pasaba inadvertida. Los químicos, sin embargo, se resistieron, y se resisten todavía, a aceptar esta explicación.

Los experimentos de Raoult y otros relativos a la determinación del punto de congelación condujeron a otras conclusiones. El agua se hiela 0° C.; cuando se le agrega una sal, el punto de congelación se halla rebajado y Raoult creía que para cada radical existe una determinada depresión molecular del punto de congelación. Según este investigador (experimentos de 1885) esta depresión, en soluciones de concentración normal, es de 2° para los radicales univalentes negativos (Cl, Br, NO₃), de 1,5° para los radicales univalentes positivos (K, Na, NH₄), 1,1° para los radicales bivalentes negativos (SO₄, ClO₃), de 0,8° para los radicales bivalentes positivos (Ba, Pt). Esta depresión, según el mismo autor, sería una propiedad acumulativa, lo que significa que un compuesto como el ácido clorhídrico (HCl) rebajaría el punto de congelación del agua de 3,5°: en otros términos, la depresión debida al hidrógeno (2 grados) se adicionaría a la depresión debida al cloro (1,5 grado). Esta regla se aplica a numerosas soluciones, pero hay también otras muchas a las que no se aplica; por ejemplo, el compuesto PtCl₄ sólo determina una depresión de 2,9°, en vez de los:

$$(0,8 + 4 \times 2) = 8,8 \text{ grados}$$

que, teóricamente, le corresponden; por otra parte, la depresión producida por los ácidos débiles, como el ácido cianhídrico, es solamente la mitad de la que

marca la regla de Raoult. Este observador explicaba esta anomalía por la hipótesis de que la molécula de estas substancias era doble de lo que se había supuesto.

Como resultado de sus investigaciones sobre el aumento de conductibilidad eléctrica de los electrólitos, al aumentarse el grado de dilución de las soluciones acuosas, Arrhenius sentó la conclusión de que la conductibilidad aumenta porque el número de moléculas conductoras (disociadas) aumenta a expensas de las otras moléculas no disociadas, y que si el electrólito se halla en un estado de dilución infinita, todas sus moléculas son conductoras. Según esta teoría, la conductibilidad es una propiedad acumulativa para todos los electrólitos; en un estado de dilución infinita, todos los ácidos tendrían la misma energía, las moléculas conductoras serían las mismas que las moléculas químicamente reactivas, la rapidez de las reacciones sería proporcional al número de las moléculas conductoras, y el calor de neutralización de los ácidos enérgicos por las bases fuertes sería el mismo para todos los ácidos muy diluídos. Estas conclusiones, observó el Profesor Arrhenius, eran sacadas de un corto número de datos experimentales y no es de extrañar que la mayor parte de los físicos se resistan a admitir ideas que parecen en absoluto incompatibles con las teorías reinantes. Pero, no tardaron en verse confirmadas por los experimentos de Ostwald sobre la conductibilidad de los ácidos orgánicos y sobre la velocidad de la reacción en ciertos procesos catalíticos (inversión del azúcar de caña), así como por los datos aducidos en la Memoria publicada por Van't Hoff sobre la analogía de las soluciones diluídas con los gases.

En aquella Memoria, que revolucionó las ideas corrientes, se establecía que la influencia ejercida sobre el punto de congelación por una molécula de una sal como el cloruro de potasio era doble de la ejercida por una molécula no disociada (amoníaco, alcohol) porque, según la interpretación de Arrhenius, el cloruro de potasio se divide en iones de potasio y iones de cloro que contribuyen, independientemente unos de otros, a rebajar el punto de fusión, exactamente del mismo modo que ciertos vapores, como el cloruro de amoníaco, ejercen una presión doble que los vapores ordinarios no disociados, porque la sal se divide en amoníaco y ácido clorhídrico.

Así fué posible determinar el grado de disociación electrolítica por medio de observaciones hechas sobre la conductibilidad eléctrica y la depresión del punto de congelación. Los resultados obtenidos por dos investigadores, como Kohlrausch y, más recientemente, A. A. Noyes y Falk, aplicando separadamente este procedimiento, concuerdan a menudo con una aproximación del 1 por 100. En muchos casos, sin embargo, la coincidencia de los resultados obtenidos por el uno y por el otro no fué perfecta, pudiendo atribuirse las diferencias a la naturaleza higroscópica de ciertas sales y a su aptitud para formar compuestos complejos. El punto principal es que las sales (ácidas o básicas) consistentes de dos iones univalentes dan la depresión molecular: $2 \times 1,85 = 3,7$; las sales consistentes de un ion bivalente y dos iones univalentes dan $3 \times 1,85 = 5,55$, etcétera, mientras que las que no sean electrólitos dan 1,85, todas en estado de extrema dilución. Un tercer método, empleado por primera vez por Arrhenius, en 1889, consistente en la determinación de la intensidad

de la acción catalítica de los ácidos, indicó el mismo grado de disociación.

Existen, pues, tres métodos para determinar el grado de disociación electrolítica y, de éstos, el que se funda en la conductibilidad eléctrica es generalmente preferido, porque es aplicable a las soluciones cuyo grado de dilución alcanza hasta la proporción de

$\frac{1}{10,000}$. Según las investigaciones de C. Kraus (1914) el grado de disociación se calcula con más exactitud partiendo de la proporción de la conductibilidad de la solución en el estado de concentración molecular, A , a la conductibilidad en el estado de extrema dilución A_{∞} . El carácter marcadamente acumulativo de las propiedades de los electrolitos es otro argumento en favor de la teoría de la disociación. Estas propiedades habían sido observadas antes de que haya tomado cuerpo la teoría de la disociación, la que explica realmente el hecho de que ciertos compuestos de cloro no den las reacciones normales del cloro, y esto porque contienen, no el ión cloro, sino un ión complejo, como ClO_3 , por ejemplo, que posee propiedades propias. Hay que reconocer, sin embargo, que la antigua teoría de los radicales daba cuenta perfectamente también de este hecho y que las propiedades de todos los cuerpos son, hasta cierto punto, cumulativas; la masa, como lo hizo notar Arrhenius, es por sí mismo una cualidad esencialmente cumulativa.

Asimismo reconoce el Profesor Arrhenius que las dificultades a que daba lugar la teoría de los iones no han podido ser solucionadas hasta que, muy recientemente, se hubo profundizado más en el examen de los fenómenos observados, pero considera, hoy por hoy, dicha teoría como fundada sobre bases firmes. Una de las objeciones más fuertes que se le puede oponer es relativa a la dilución de los electrolitos enérgicos.

Los ácidos débiles siguen la ley de dilución de Ostwald; en cambio, la dilución de los electrolitos fuertes no está de acuerdo con la ley de la acción de la masa o la de la cinética química de Guldberg y Waage, y las numerosas tentativas hechas por Rudolphi, Van't Hoff, Storch y otros para explicar este desacuerdo no han sido coronadas por el éxito.

La fórmula general es:

$$(\text{Ca})^2 / c(l - a) = K + k(\text{ca})^m$$

en la cual c expresa la concentración de un electrolito disuelto en cualquier disolvente, a su grado de concentración, K , k y m siendo constantes características. El producto ca indica el número de iones, y $c(l - a)$ el número de moléculas no disociadas. Si $k = 0$, la fórmula es expresión de la ley de Ostwald y el término potencia $(\text{ca})^m$ desaparece cuando c es suficientemente pequeño, es decir que la teoría de Van't Hoff es aplicable a todos los electrolitos muy diluidos; pero el término potencia puede ser muy grande y es, en todos los casos, completamente empírico. Las más recientes investigaciones de Kraus y Bray que versaron sobre electrolitos fuertes disueltos en veinte y seis diferentes

disolventes (orgánicos e inorgánicos) demostraron que, en el caso de electrolitos fuertes, la ley de Ostwald sólo se aplica hallándose aquéllos muy poco concentrados, estado que no se presta a mediciones exactas. Para las soluciones acuosas de cloruro de sodio, el término K , o sea la constante de disociación de Ostwald, tiene el valor de 0,012. La constante dieléctrica ha de tomarse también en consideración. El agua tiene una constante dieléctrica elevada (80) y cuanto más alta es la constante dieléctrica, tanto mayor es, según J. J. Thompson y Nernst, el valor de K .

Walden admitía que la presencia de electrolitos fuertes elevaba la constante dieléctrica del disolvente, pero las observaciones de los diferentes investigadores sobre este punto no están de acuerdo.

Otra dificultad con que se tropieza en la generalización de la teoría de los iones es la que surge sobre el punto de las «sales neutrales». La rapidez con que se realiza la inversión del azúcar de caña por un ácido fuerte (el ácido clorhídrico) es acelerada por la presencia de sales neutrales, como el cloruro de sodio que no reacciona con el ácido. Parece que en las reacciones toman parte también las moléculas no disociadas, y no las disociadas únicamente, como en un principio se había creído. Esta particularidad fué observada en el laboratorio del profesor Arrhenius y se notó que para las soluciones diluidas, cualquiera que sea la rapidez de la reacción, la actividad catalítica era proporcional a la concentración de los iones de hidrógeno presentes en la solución, como la teoría lo requería. El profesor Arrhenius llevó a cabo otros experimentos que demostraban aparentemente que los iones tienen, dentro de las moléculas, cierta individualidad y obran como si estuvieran libres, antes de que se haya realizado la disociación de las moléculas. El mismo químico interpreta, según parece, este hecho en el sentido de que la posibilidad de una reacción puede depender de la presencia de iones, consecuencia que muchos químicos se niegan todavía a aceptar.

Ciertas observaciones ópticas están, sin duda alguna, conformes con las predicciones de los partidarios de la disociación. El ácido oxálico, por ejemplo, contiene dos átomos de hidrógeno que se portan de diferente modo: uno de ellos tiene tendencia a separarse de la molécula y es fácilmente sustituido por un ion metálico; el otro no. La sustitución de uno de los átomos de hidrógeno por el metal modifica poco el poder absorbente del ácido porque la sal formada es nuevamente disociada; en cambio, la sustitución del segundo átomo de hidrógeno por algún otro de metal tiene sobre el poder absorbente muy marcada influencia. Por otra parte, el sulfato de cobre hidratado sólido presenta el mismo color que las soluciones concentradas y diluidas de dicha sal; lo mismo sucede con las sales de cobalto. En cambio, el color del anhídrido no es el mismo que el del hidrato y la deshidratación, por lo tanto, parece, en este caso, tener más importancia que la disociación misma.

R. DAUNIS, Ingeniero.

Cojinetes para altas velocidades

De los resultados de los ensayos se deduce que, bajo el punto de vista de la fricción, no es conveniente el empleo de ejes gruesos y cojinetes largos, pero la experiencia demuestra que, para altas velocidades y cargas importantes, es preciso, en cambio, adoptar cojinetes largos; en cuanto al diámetro del eje, ha de ser grande, en previsión de las vibraciones y de las velocidades críticas, así como para garantía contra el riesgo de roturas debidas a la vibración. Para evitar este último peligro es indispensable procurar que los esfuerzos de torsión no excedan de un límite que, en la práctica corriente, se consideraría como muy bajo, ya que se han dado frecuentes casos de roturas de extremidades de ejes. Aunque la presión sea excesiva y la cantidad de aceite muy reducida, el cojinete podrá funcionar satisfactoriamente mientras no haya vibración, pero, en caso de vibración, es posible que la película de aceite se halle deshecha y proyectada fuera de los puntos de fricción, con calentamiento excesivo del eje. Este accidente se produce con gran facilidad en la maquinaria eléctrica, sobre todo en los devanados de dinamos y rotores de alternadores, piezas expuestas siempre a las vibraciones y a la consiguiente proyección de aceite. En estos casos, es prudente mantener presiones mucho menos elevadas que en el caso de rotores de turbinas que, por su construcción, no están tan expuestas a perder su equilibrio.

Los efectos de la vibración sobre los ejes de máquinas de velocidad muy alta, superior, por ejemplo, a 2.000 vueltas por minuto, pueden reducirse mediante el conocido cojinete flexible de Parsons, en el cual, merced a una disposición especial, las vibraciones son amortiguadas por el aceite. En la construcción de turbinas se usa con frecuencia para fijar la superficie de los cojinetes una regla práctica fundada en que el producto de la velocidad por la presión no debe exceder de determinado límite, pero el valor de esta regla es muy dudoso porque tiene por base la hipótesis de una fricción entre las superficies grasientas, no la de una lubricación perfecta. En máquinas terrestres, pocas veces ha sido excedido un producto de 5.600, correspondiente a una presión de 75 libras por pulgada cuadrada con una velocidad de 75 piés por segundo. Con velocidades menores, pueden sin peligro admitirse presiones más elevadas, con una velocidad de 35 piés por segundo, por ejemplo una presión de 130 a 150 libras por pulgada cuadrada es aceptable.

En las máquinas construídas en América, son frecuentes velocidades de 80 piés por segundo con una presión de 100 libras por pulgada cuadrada y, cuando no son de temer violentas vibraciones, no hay razón alguna para que no se admitan presiones todavía mayores. Hay que recordar, en efecto, que el calor desarrollado no aumenta con la presión y que el verdadero

peligro reside en la posible proyección del aceite por exceso de presión o de vibración.

La temperatura del aceite es limitada por la disminución de su poder lubricante y la posibilidad de que sea carbonizado u oxidado, con la consiguiente formación de depósitos en las tuberías, engrasadores, etc. En la máquina terrestre, la temperatura se eleva con frecuencia a 120 o 140° F., sin consecuencias perjudiciales, pero no es prudente que exceda de 150 o 160° F., ya que a una temperatura superior a este límite la mayor parte de los aceites se oxidan y forman depósitos. A 250° F. aproximadamente, los aceites pierden su viscosidad y, por consiguiente, sus propiedades lubricantes.

La fricción es de un modo aproximado inversamente proporcional a la temperatura medida desde el punto de congelación del agua, pero, pasada cierta temperatura, la fricción aumenta rápidamente, haciéndose cada vez mayor el peligro de calentamiento de los ejes a causa de la menor viscosidad del aceite.

En todos los cojinetes de alta velocidad se aplican medios artificiales para rebajar la temperatura, no siendo suficiente la pérdida de calor debida a la radiación. En algunos casos, el enfriamiento se obtiene mediante circulación de agua; pero puede prescindirse esta disposición mientras la cantidad de aceite que fluye por el cojinete sea suficiente para llevarse el exceso de calor; este último procedimiento

que es el más satisfactorio y el de más generalizada aplicación tiene por consecuencia el empleo de enfriadores de aceite.

En ciertas máquinas, el aceite circula alrededor del cojinete, en canales dispuestos al efecto, para que sea más rápido el enfriamiento, y esta disposición es probablemente indispensable cuando se trata de cojinetes de grandes dimensiones, destinados a velocidades muy altas. El calor que debe ser extraído del cojinete no procede solamente de la fricción, sino también del vapor; los cojinetes que se hallan próximos al condensador son enfriados por el vapor de escape, por una parte; pero calentados, por otra, por el vapor procedente de la válvula. De los ensayos verificados por Lasche se desprende que el calor desarrollado en cojinetes funcionando a una temperatura de 122° F. aproximadamente es debido a una ruptura de la película de aceite de 0,46 libras aproximadamente por pulgada cuadrada de la superficie proyectada, lo que expresado en unidades térmicas inglesas da:

Unidades térmicas:

$$= 2 l \times d \times l \times v,$$

ecuación en la cual d es el diámetro del cojinete (en pulgadas); l , la longitud del cojinete (en pulgadas); v , su velocidad de superficie en piés por segundo.

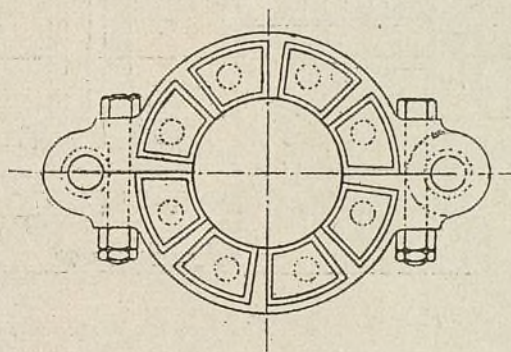


Fig. 1.

La constante varía en proporción inversa de la temperatura, considerada desde el punto de congelación del agua por arriba.

Puede admitirse que esta cantidad de calor es aproximadamente la que ha de ser extraída del cojinete por el aceite. Admitiendo que el calor específico del aceite es 0,31 y suponiendo que la elevación de temperatura de este líquido en el cojinete sea de 10° F., se necesitarán 20 libras, o sea aproximadamente la tercera parte de un pie cúbico de aceite por hora y por pulgada cuadrada de la superficie de fricción proyectada cuando la velocidad de superficie es de 30 pies por segundo; así mismo se necesitarán 40 libras, o dos tercios de pie cúbico de aceite por hora si la velocidad de superficie es de 60 pies por segundo. En la práctica, las cantidades de aceite empleadas son a menudo de un 30 a un 50 por ciento mayores de las indicadas, en previsión de la distribución desigual del líquido entre los puntos de fricción y de un posible calentamiento, o también para tener en cuenta la influencia del calor que pudiera proceder del vapor.

Los cojinetes de empuje son generalmente del tipo usual de collar, con las secciones inferiores y superiores ajustables separadamente. En las turbinas terrestres, que son prácticamente equilibradas, las presiones son muy bajas, no excediendo nunca de 20 libras por pulgada cuadrada. No se poseen datos ciertos en cuanto a la fricción en tales cojinetes, pero es de suponer que es bastante intensa, por ser muy difícil realizar una lubricación perfecta. Para determinar aproximadamente la cantidad de aceite necesaria y la superficie que deberá presentar el enfriador de aceite, es prudente agregar a la superficie del cojinete propiamente dicho las de las secciones inferior y superior. Estos cojinetes tienen habitualmente un elevado coeficiente de fricción, debido a las bajas presiones con que funcionan, puesto que siendo imposible un movimiento de vaivén como el que tiene lugar en los cojinetes de manga que facilita la penetración del aceite, su lubricación es raras veces perfecta. Michell ideó sin embargo, en 1905, un cojinete de empuje cuyo engrase no deja nada que desear. Consiste de varios segmentos o bloques montados sobre pivotes coincidiendo con el centro de presión teórico que se halla a 0,6 aproximadamente de la longitud del eje motor. Con esta disposición se realiza una lubricación perfecta que permite alcanzar con completa seguridad presiones de 1.500 libras por pulgada cuadrada, con altas velocidades, siendo reducido el coeficiente de fricción $\frac{1}{60}$ aproximadamente de lo que es en un cojinete de empuje ordinario. Otra ventaja de este cojinete perfeccionado es que el juego, en el extremo del cojinete, puede quedar considerablemente reducido.

La misma idea recibió ulterior desarrollo en el co-

jinete patentado en 1912 por Parsons, en el cual los bloques están pivotados en el centro; la experiencia ha demostrado que con esta disposición el funcionamiento es regular, aun cuando la presión crece gradualmente y que es posible el cambio de sentido de la rotación del eje sin que sea necesaria una desviación del punto de apoyo.

Estos principios han sido aplicados también a los cojinetes de manga por Michell y Parsons. Los cojinetes de este tipo, así modificados, pueden resistir una presión mucho mayor y, por otra parte, su coeficiente de fricción queda notablemente reducido; además, la longitud del cojinete es también menor que en los cojinetes ordinarios, siendo menor también la longitud total de la instalación. La reducción de la fricción obtenida con la aplicación de estos principios puede, en ciertos casos, rebajar 1 o 2 por ciento el consumo de una instalación de turbina.

Los adjuntos esquemas muestran la disposición de

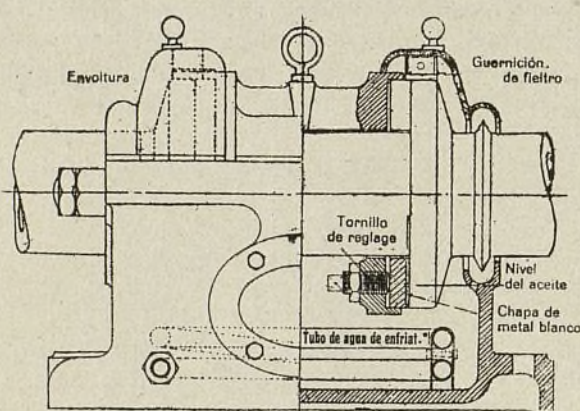


Fig. 2.

un cojinete de empuje del tipo Michell, establecido para una presión de 23.000 libras y una velocidad de 550 a 570 vueltas por minuto. El coeficiente de fricción de un cojinete de este tipo puede variar de 0,0008 a 0,003 y, para una presión de 500 libras por pulgada cuadrada, puede sin riesgo tomarse igual a 0,002, o sea de un décimo a un décimo quinto del de un cojinete ordinario.

La compañía Westinghouse ha realizado una serie de interesantes ensayos sobre un cojinete de este tipo, destinado a una turbina de vapor y presentando las siguientes características:

Diámetro exterior del collar . . .	4 $\frac{3}{4}$ pulg.
Diámetro interior . . .	2 $\frac{3}{8}$ "
Numero de bloques pivotados . . .	10
Superficie total de los bloques . . .	10,4 pulg. ²
Revoluciones por minuto . . .	3.470
Velocidad de superficie, media . . .	54 pies p. sgdo.

Los bloques eran de acero revestidos con chapa de metal blanco de $\frac{1}{16}$ de pulgada y su pivote coincidía con un punto posterior a su centro; con todos los bloques en servicio, pudieron alcanzarse presiones de 1.010 libras por pulgada cuadrada, sin elevación de temperatura. El número de bloques en servicio fué reducido en primer lugar a cuatro, y después a 2, las presiones correspondientes siendo respectivamente de 2.620 y 5.420 libras por pulgada cuadrada, presiones que fueron soportadas sin inconveniente. La presión que pueden soportar los cojinetes de este tipo es limitada por la resistencia del metal blanco, no por la falta de lubricación; con una presión de 500 libras por pulgada cuadrada existe un enorme margen de seguridad y probablemente una presión tres veces mayor podría ser admitida sin peligro alguno.

Fuerza motriz

Enfriamiento de los motores de gas por inyección interna de agua

Las principales dificultades con que se tropieza en la refrigeración de los motores a gas por inyección de agua son las siguientes: el agua debe llegar sobre las superficies que ha de refrigerar en su estado líquido en el momento preciso en que su temperatura tiende a elevarse, y debe distribuirse de tal suerte que cada porción de metal se halle recubierta de una cantidad proporcional a la cantidad de calor que recibe. Según

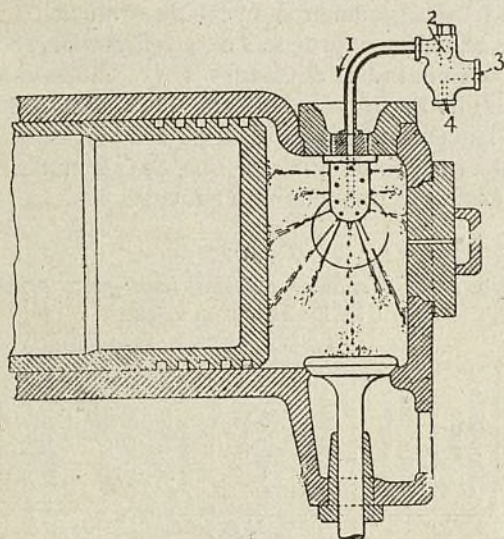


Fig. 1.—Corte de un cilindro de motor a gas provisto de dispositivo para la inyección de agua.

1.—agua al motor; 2.—grifo de retención; 3.—llegada de agua a la bomba; 4.—retorno del agua, gobernado a mano o bien automáticamente.

los experimentos realizados por Cugald Clerk, casi todo el calor es transmitido a las paredes durante los tres cuartos de la carrera de expansión, seguidamente después de la explosión; este es el momento más favorable para hacer la inyección de agua.

El dispositivo representado por la figura fué aplicado a un motor Crossley de 40 caballos alimentado por gas rico (292 milímetros de alesaje y 533 milímetros de carrera), haciendo 180 revoluciones por minuto, sin ninguna doble cubierta de circulación de agua; la inyección de agua comenzaba aproximadamente 30° antes de la ignición y terminaba 30° después.

Los ensayos fueron los siguientes: una marcha de 120 horas consecutivas al gas de alumbrado sobre freno eléctrico. El motor dió un rendimiento continuo de 43 caballos con una presión en la explosión de 101 libras inglesas (453 gramos) por pulgada cuadrada (dos y medio centímetros), correspondiente a 7'1 kg. por centímetro cuadrado. La cantidad de agua inyectada fué de 2'4 libras por caballo-hora (1000 gramos), mientras la temperatura del motor variaba de 150° a 180°. El consumo era sensiblemente el mismo que con circulación de agua.

Después de este ensayo el motor fué empleado para accionar una dinamo: giraba a 195 revoluciones y desarrollaba frecuentemente 50 caballos de fuerza: después de algunas semanas de servicio en tales condicio-

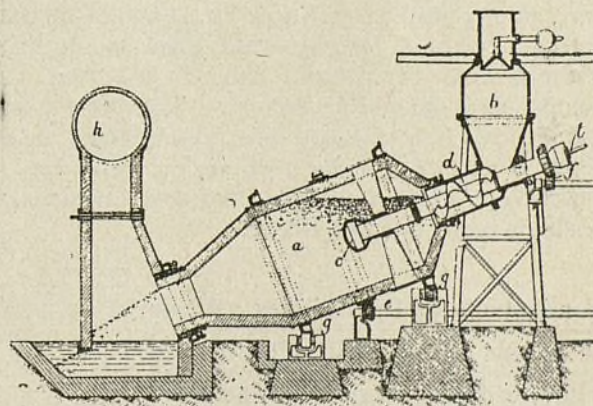
nes, este mismo motor fué transportado al laboratorio de Cambridge, donde funcionó perfectamente durante dos años.

Gasógeno móvil de recipiente inclinado, sistema Smythe

La principal originalidad de este gasógeno, lanzado al mercado por la Smythe & Co, de Pittsburg, Estados Unidos, es la posición inclinada del recipiente, de 20° aproximadamente sobre la horizontal, inclinación que puede ser modificada según la naturaleza del combustible.

El recipiente *a* del gasógeno se compone de un cilindro de plancha terminado por dos partes tronconicas con guarnición interior de tierra refractaria. Sostenida sobre pernos *g*, recibe un movimiento de rotación de un motor cualquiera por engranajes apropiados *e*. El carbón es introducido en el gasógeno por una tolva *b* de doble cierre. En la base de esta tolva un distributor helicoidal *d* está animado de un movimiento de rotación independiente bajo la acción del engranaje *f*. A la parte central del distributor llega la mezcla de aire y de vapor destinada a la gasificación del carbón. El vapor es conducido por el tubo *t* y arrastra aire por el espacio anular existente alrededor de este tubo. La mezcla es distribuida por *C*, en sumersión dentro de la masa del combustible.

Las cenizas se evacúan por la parte inferior del aparato a un cenicero hidráulico, encima del cual se halla la tubería de partida de gas *h*. El gas sigue el mismo camino que las cenizas y no tiene que atravesar como ocurre en los gasógenos de tipo ordinario, capa alguna de combustible fresco. Esta disposición tiene por efecto evitar el arrastre del alquitrán por el



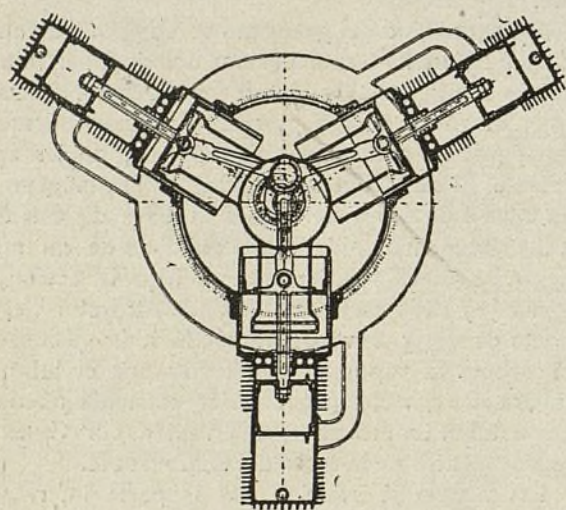
Corte del gasógeno sistema Smythe.

gas, el cual sale limpio, por consiguiente, del gasógeno. Las rotaciones del recipiente y del distributor pueden efectuarse a voluntad en el mismo sentido o bien en sentido inverso. La agitación producida por esta rotación en la masa de combustible impide las incrustaciones y a la vez facilita la gasificación uniforme del combustible.

Estudio dinámico de los motores de cilindros rotativos

Los motores rotativos han dado hasta el presente inmejorables resultados en la aviación, y efecto de ello son los más empleados. En una interesante obra publicada recientemente en París bajo este mismo título, el autor estudia primero la teoría general del motor de cilindro rotativo, aplicando luego esta teoría al motor monocilíndrico y de dos hasta 14 cilindros.

Este número de 14 cilindros parece ser exagerado y por lo tanto parece alcanzar ya el máximo posible. En efecto, con el número de los cilindros aumentan los peligros de averías y los defectos de funcionamiento: los motores de 7 cilindros dan ya caracteres de fuerza y regularidad más que suficientes. Búscase el modo de



Corte de un motor Helium.

aplicar el principio del motor a dos tiempos al motor rotativo: de este modo el motor Helium, con tres cilindros solamente, rendiría 110 H.P. aproximadamente con un peso de 136 kg. En este motor los cilindros se hallan cerrados por los dos lados, y cada uno de ellos lleva, en una prolongación inferior, la bomba de compresión. Sobre el mismo árbol están montados el pistón de doble cara y el más largo de la bomba. Esta bomba envía la mezcla explosiva bajo presión a un recipiente en forma de toro que rodea el carter. Se obtienen 6 explosiones por revolución, y ello con un motor comparable a un 2 cilindros a 4 tiempos. El grado de regularidad es elevado.

Rendimiento de las calderas a vapor caldeadas por gas de los altos hornos y hornos de coque: consumo de calor de los motores a gas

De un modo general, puede decirse que las opiniones, dentro de la industria metalúrgica, no están acordes sobre lo que concierne al rendimiento de las calderas caldeadas por gas. Tal vez ello deba atribuirse al hecho de no poseer aún cifras precisas para saber con qué rendimiento puede consumirse bajo las calderas gases procedentes de los altos hornos y sobre el buen o mal rendimiento de estas calderas. Hállase

frecuentemente en los estudios técnicos cálculos en los que se da como rendimiento cifras que llegan al 50 ó 55 %, y, en tales condiciones, resultará evidentemente útil para nuestros lectores poner las cosas en su verdadero punto suministrando los resultados obtenidos en ensayos efectuados en una caldera de doble hogar interior, de 90 metros cuadrados de superficie de calefacción, utilizando en ella gases procedentes de altos hornos, a la vez que otros resultados obtenidos con una caldera del mismo sistema, de 86 metros cuadrados de superficie de calefacción, trabajando con gases procedentes de un horno de coque. Estas dos calderas se hallaban provistas de un aparato economizador y de otro recalentador. Las cantidades de gases consumidas pudieron ser medidas con precisión, por existir en la fábrica gasómetros de cabida conocida. Las calderas se hallaban provistas de mecheros Torbeck.

Como lo indica el Cuadro I, el rendimiento de la caldera de los hornos de coque fué de 74'9 y 80'2 por 100. La cantidad de gas fué algo débil en ambos ensayos. La presión del gas solo fué de 5'2 milímetros, y ello explica la reducida vaporización.

CUADRO I

Ensayos sobre la caldera caldeada con gases procedentes de los hornos de coque.

(86 metros cuadrados de superficie de calefacción)

Duración del ensayo	Consumo de agua	Presión media del vapor	Sobrecaldeo	Presión media del gas	Consumo de gas	Rendimiento	Vaporización por m. ² de gas.	Vaporización por m. ² de superficie de caldeo.
horas	kg.	kg./cm. ²	°C	m/m de columna de agua	m. ³	%	kg.	kg.
2,40	2,238	5,5	—	5,2	652,48	74,9	4,3	11,8
2,35	2,424,5	4,85	—	5,2	654,08	80,2	4,52	12,8

CUADRO II

Ensayos sobre la caldera alimentada por gases procedentes de los altos hornos

(90 metros cuadrados de superficie)

Duración del ensayo	Consumo de agua	Presión media del vapor	Sobrecaldeo	Presión media del gas	Consumo de gas	Rendimiento	Vaporización por m. ² de gas.	Vaporización por m. ² de superficie de caldeo.
horas	kg.	kg./cm. ²	°C	m/m de columna de agua	m. ³	%	kg.	kg.
1	1,519	5,1	335	15	1,500	79,4	1,02	16,8
1	1,280	5,6	321	25	1,647	76,8	0,85	14,2
1	1,380	5,6	343	25	1,471	82,7	1,01	14,5

El Cuadro II contiene los resultados obtenidos con la caldera alimentada con gases procedentes de los altos hornos. Los ensayos, perfectamente conducidos, dieron los rendimientos de 79'4, 76'8 y 82'7. Las diferencias existentes en estos tres ensayos proceden del reglaje de la combustión. En el tercer ensayo los gases residuarios no contenían más que un exceso de 0'2 por 100 de CO.

He aquí ahora algunas cifras de consumo de calor de motores a gas de altos hornos, con el objeto de demostrar que la utilización de estos gases en los motores no es necesariamente favorable en todos los casos.

El Cuadro III da los consumos a diferentes cargas

os en los
al 50 ó
ntemente
su ver-
btenidos
le hogar
de cale-
de altos
dos con
cuadra-
on gases
calderas
izador y
s consu-
or existir
Las cal-
eck.
nto de la
80'2 por
os ensa-
metros, y

cedentes

Vaporización por m. ² de su- perficie de cal- deo.
kg.
11,8
12,8

cedentes

Vaporización por m. ² de su- perficie de cal- deo.
kg
16,8
14,2
14,5

dos con
de los
lucidos,
as dife-
den del
os gases
de 0'2

de calor
objeto de
los mo-
dos los
cargas

Fig. 106

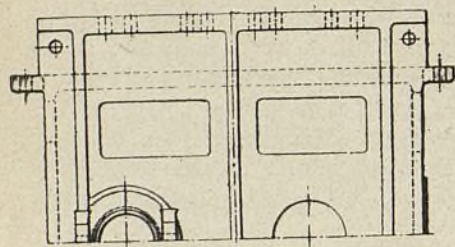


Fig. 107

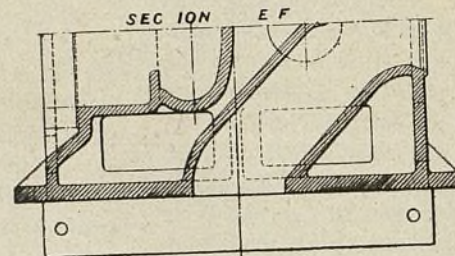


Fig. 108

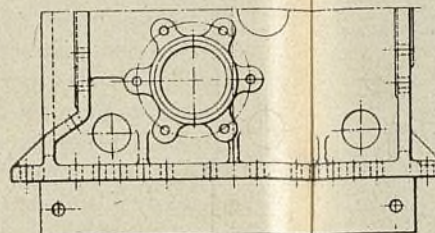


Fig. 109

Fig. 110

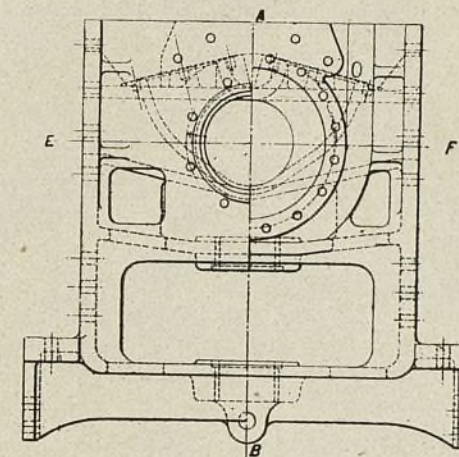


Fig. 111

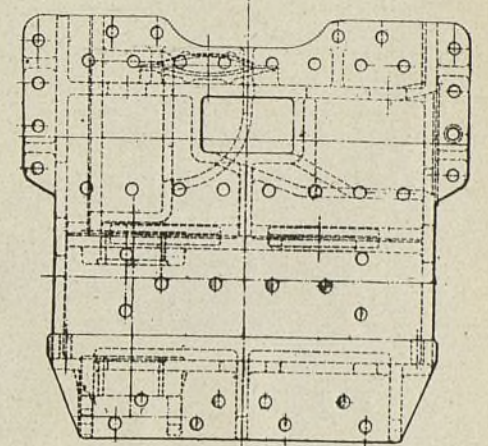


Fig. 112

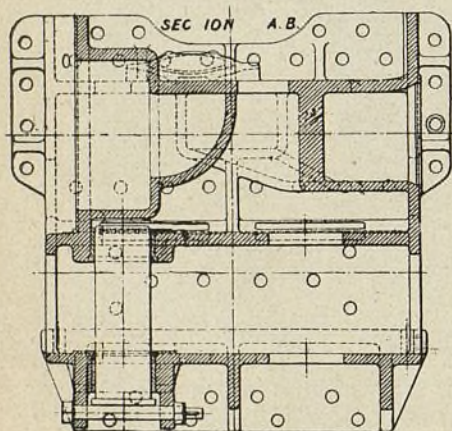


Fig. 113

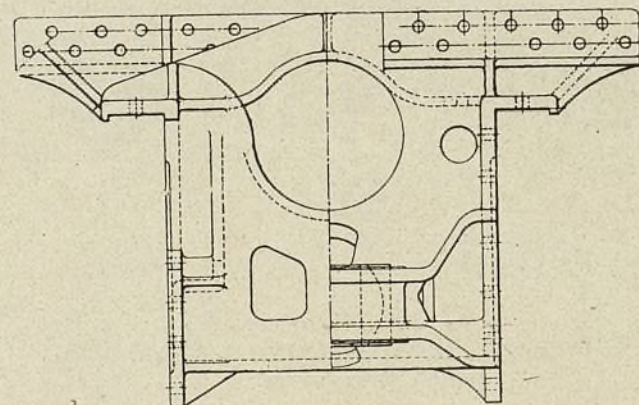


Fig. 114

Fig. 115

Fig. 116

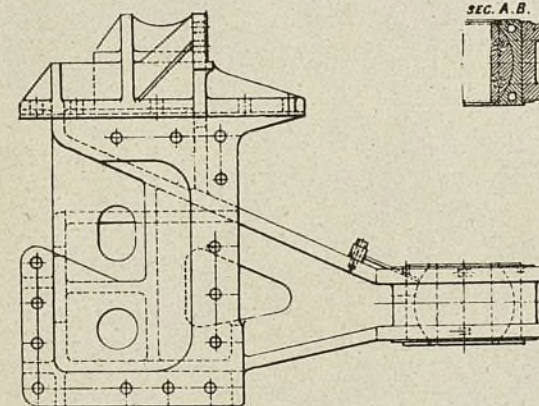


Fig. 117

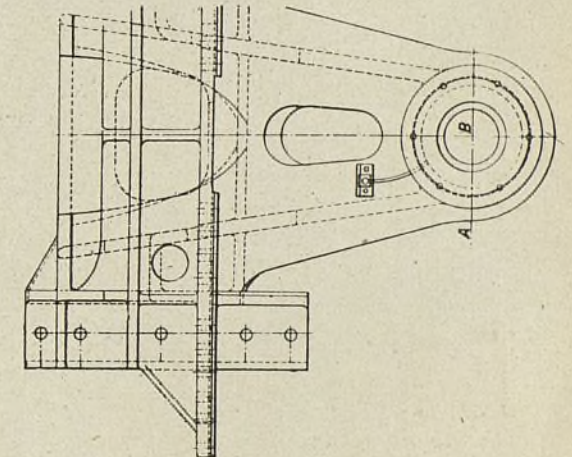


Fig. 118

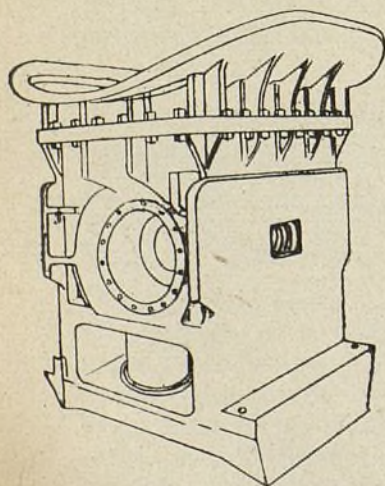


Fig. 119

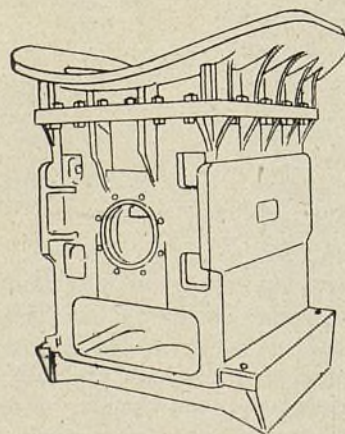


Fig. 120

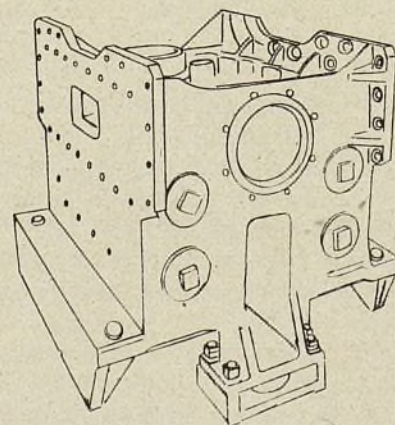


Fig. 121

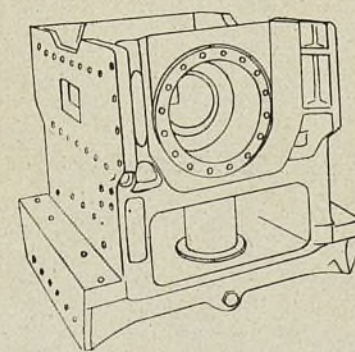


Fig. 122

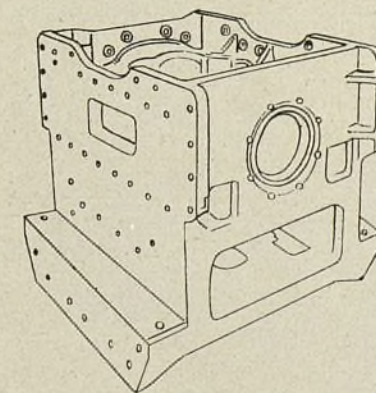
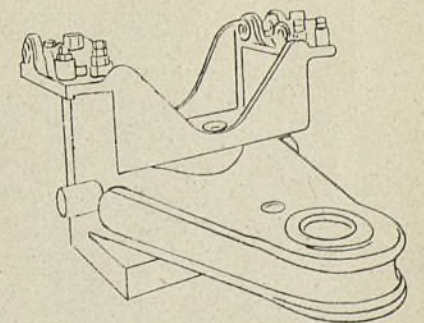


Fig. 123



Sub-estación transformadora de corriente trifásica

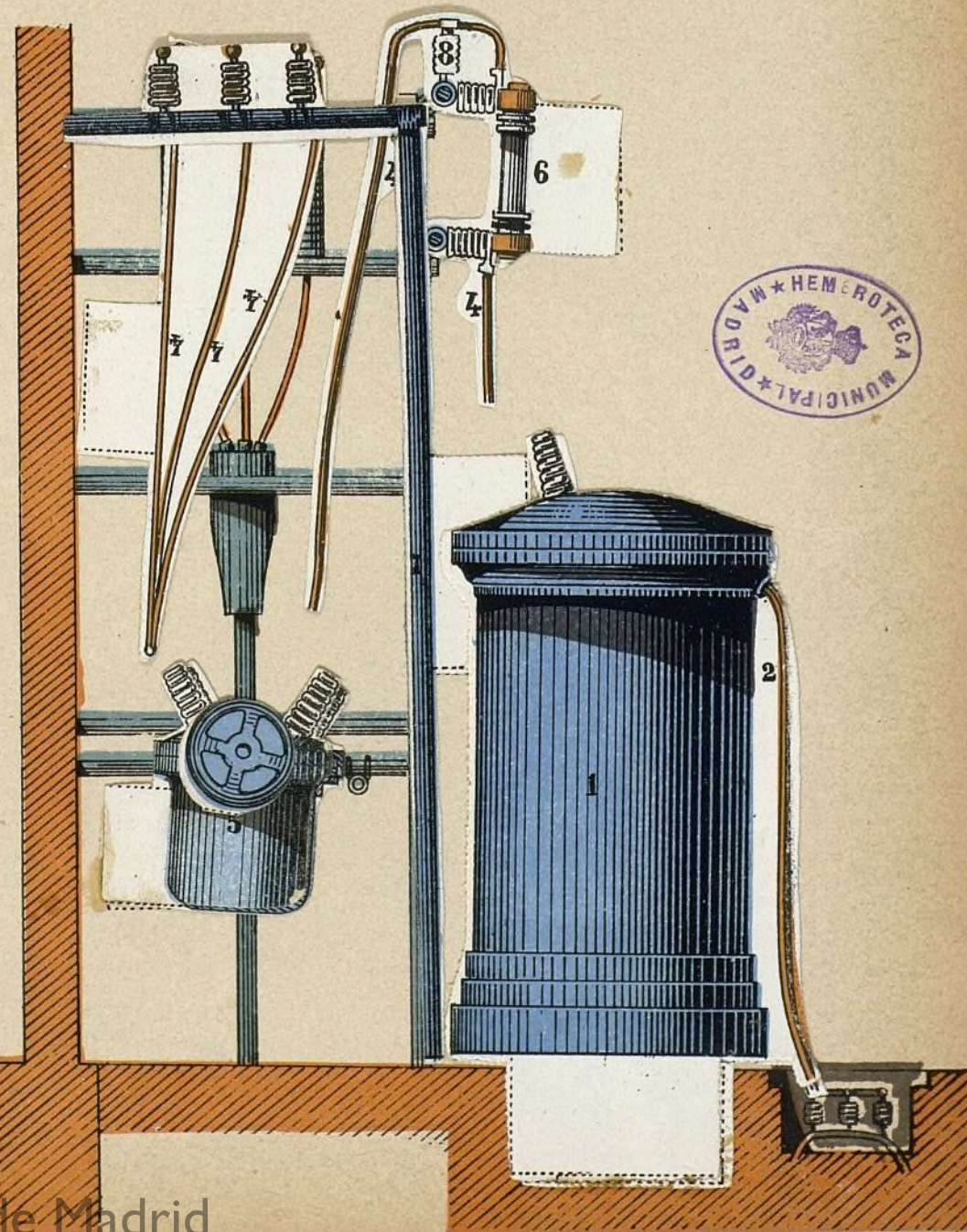
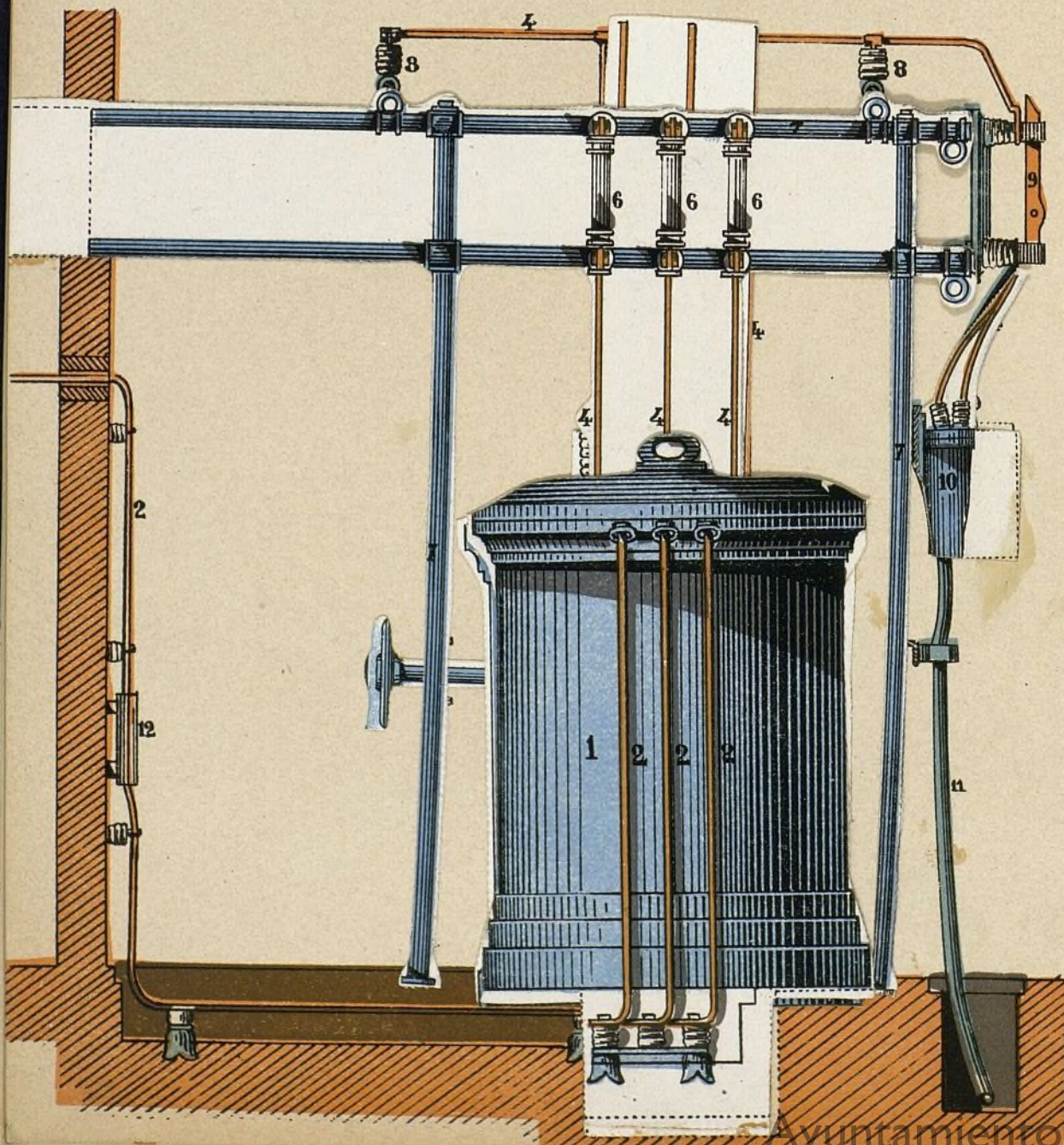
ESCALA 1:20

- 1.—Transformador trifásico.
- 2.—Cables de salida de baja tensión.
- 3.—Bobinas del transformador.
- 4.—Cables de alta tensión.

- 5.—Interruptor de aceite.
- 6.—Fusibles de alta tensión.
- 7.—Armazón de tubo de hierro.
- 8.—Aisladores de alta tensión.

- 9.—Desconectadores de cuchillo.
- 10.—Terminal del cable de entrada.
- 11.—Cable subterráneo de alta tensión.
- 12.—Corta circuitos de baja tensión.

N.º 40



de un motor con cilindros de 1,300 milímetros de carrera, girando a razón de 94 revoluciones por minuto. El motor tiene una fuerza normal de 3.000 — 3.100 HP = 2.200 kv. La carga media es de 75 a 80 por 100, determinada por mediciones continuas de la corriente suministrada por la generatriz acoplada.

CUADRO III
Consumo de calor de un motor a gas

Carga en kv.	1,920	1,890	1,833	1,720	1,600	1,500	412
Carga %	87	86	83,5	78	73	68	18,8
Poder calorífico del gas a 0° C y 760 m/m de presión atmosférica. Calorías.	976	878	886	940	934	882	884,6
Consumo de gas por kv-h. m. ³	3,8	4,04	4,18	4,4	4,5	4,88	10,2
Consumo de calor en cal.-vk.-h.	3,709	3,547	3,703	4,136	4,203	4,304	9,003
Consumo de calor en cal.-H P. efectivos-h.	2,700	2,600	2,702	3,000	3,100	3,160	6,600

Finalmente, el Cuadro IV contiene algunas cifras de garantía suministradas por diversos constructores. Es interesante comparar estas cifras con los resultados de las mediciones reproducidas en el Cuadro III.

CUADRO IV
Garantías dadas por diversos constructores sobre consumo en calorías-caballos efectivos-horas de los motores a gas

Carga	Casa A	Casa B	Casa C	Casa D	Casa E
	calorías	calorías	calorías	calorías	
4/4	2,350	2,400	2,650	2,550	Fuerza de $\frac{3}{4}$ — $\frac{3}{4}$ } Aproximadamente 2,700 calorías
3/4	2,600	2,700	3,150	2,800	
2/4	3,330	3,500	4,000	3,300	
	Motores a 4 tiempos				Motores a 2 tiempos

Sub-estación transformadora (Véase modelo desmontable)

La electricidad ha venido en nuestros días a llenar una de las necesidades más sentidas por el mundo industrial, cual es la posesión de una energía, que a la condición de ser sumamente económica, fuese apta para la subdivisión de la fuerza a fin de suprimir las pesadas y antipráticas transmisiones por correas, que absorbían en ocasiones el cincuenta por ciento de la potencia efectiva desarrollada por los motores.

Las grandes Compañías establecidas desde algunos años en Cataluña, han cruzado con profusión su suelo con inmensas líneas de transporte, distribuyendo la electricidad hasta las más apartadas regiones y diminutas aldeas, haciéndolas partícipes de los progresos de la ciencia y de las ventajas que la misma reporta a la humanidad.

Sin embargo hay que convenir que los puntos más favorecidos son los centros industriales para los cuales se han construido estas descomunales obras de fábrica, que embalsando enormes cantidades de agua en los picos de los Pirineos, recojen la energía de los saltos artificialmente formados para transportarla a Barcelona, y desde este punto distribuirla por todo Cataluña.

La energía eléctrica al circular por un conductor sufre una pérdida de carga o tensión tanto mayor cuanto más lo es la intensidad de la corriente y la longitud de la línea, y tanto menor cuanto mayor es el voltaje y la sección de los conductores empleados. En la lucha económica inherente a toda empresa industrial, se ha procurado obtener el máximo rendimiento, reduciendo en lo posible las pérdidas sufridas en la conducción y distribución, para lo cual ha sido necesario el empleo de altos voltajes a fin de reducir las secciones de los cables conductores hasta límites compatibles con los beneficios que puede reportar la instalación.

Esta energía eléctrica, tomada bajo la forma de corriente continua, no permitía obtener grandes voltajes y de ahí la necesidad absoluta de instalar las centrales generadoras junto las mismas ciudades consumidoras y por lo tanto la imposibilidad de utilización de otras fuerzas hidráulicas, que el suelo español ofrece con profusión, por la carencia material de medios de trans-

porte dentro buenas condiciones económicas.

La creación de los alternadores, que dieron el modo práctico de engendrar las corrientes alternativas, que pueden ser obtenidas directamente a voltajes mucho más superiores que los de la corriente continua, ofrecen además la indiscutible ventaja de la facilidad de su transformación en corrientes igualmente alternas con lo cual su voltaje puede ser aún aumentado o puede descender hasta ser igual al corriente indispensable a los usos industriales.

La realización práctica de estos idealismos científicos fué pronto un hecho, y como consecuencia se produjo un desarrollo enorme en la producción de energía eléctrica por medios hidráulicos con lo cual entraron en la zona de aplicación fuerzas perdidas situadas a 50, 100 y 200 kilómetros del punto de consumo, sin que la empresa fuese considerada como una locura; abaratándose la energía eléctrica, que ha llegado a anular casi por completo las otras energías motoras que impulsaban los centros de producción.

La lucha entablada entre los motores a vapor, gas, etc., con los eléctricos, recibió el golpe de gracia, y el 90 % de los primeros fueron sustituidos por los segundos con plena satisfacción de los industriales.

La energía eléctrica en las grandes instalaciones hidráulicas es obtenida generalmente a 3.000 ó 4.000 voltios en forma de corriente alterna trifásica, que antes de ser transportada es transformada por baterías de transformadores en otra corriente a 88.000 ó 110.000 voltios con lo cual reducida la intensidad de la corriente, lo es por consiguiente la sección necesaria para los conductores, quedando ya apta para su transporte a grandes distancias; esta elevación no tendría que ser tan notable, de tenerla que conducir por líneas de pequeña longitud.

Llegada la corriente junto al punto de consumo, precisa en la mayor parte de los casos reducir de nuevo el voltaje a fin de que sea el empleado ordinariamente para usos industriales. Esta operación es la verificada en las sub-estaciones transformadoras objeto de estas líneas.

Toda estación transformadora consta esencialmente de un transformador trifásico o batería de tres mo-

noéticos, cuyas bobinas primarias van conectadas a la línea de alta tensión conductora de la corriente eléctrica, y cuyas bobinas secundarias de baja tensión lo están a la línea de utilización directa o de consumo. Con esto quedaría realmente formada la estación, pero como que precisa resguardar a los aparatos de sobretensiones peligrosas para su conservación, y de los efectos de las sobrecargas en las líneas de consumo, ha sido necesario complicar la instalación añadiendo otros aparatos para cortar la corriente en los momentos peligrosos o cuando sea necesario aislar la instalación para proceder a su reforma o reparación.

La línea a alta tensión conductora de la corriente puede ser aérea o subterránea; en el primer caso penetra en la caseta que forma la sub-estación por la parte superior a través de tubos de gres de gran diámetro para evitar contactos; en el segundo caso, generalmente empleado dentro de las zonas urbanizadas, la línea trifilar es sustituida por un cable armado de tres conductores que penetra por la parte baja del edificio.

Circunscribiéndonos a este último caso, o sea al tipo de sub-excitación americano que a la gran sencillez y facilidad de construcción reúne la ventaja de que los organismos a alta tensión están colocados a altura suficiente para que sea imposible alcanzarlos con la mano inadvertidamente, cuyo tipo está perfectamente detallado en el *modelo desmontable* intercalado en este número, en el cual todos los organismos a alta tensión están sostenidos por un sencillo armazón (7) formado por tubos de $\frac{3}{4}$ de pulgada, enlazándose entre sí mediante bridas unidas a piezas auxiliares de fundición. Consta el armazón de dos tubos verticales que sirven de pies y apoyo a otros dos horizontales y paralelos, empotrados al muro por uno de sus extremos y arriostrados al paramento del edificio paralelo a ellos mediante otros tubos de menor longitud, situados a unos 2,5 metros del nivel del suelo y sobre los cuales van sujetos por piezas supletorias mediante bridas, los aisladores (8) generalmente de los llamados *rizados*, que sostienen las barras generales que van empalmadas por terminales y manguitos; como que los cables que forman la línea de transporte presentan la forma de un cable único armado (11), precisa desahacerlo y separar los tres conductores correspondientes a cada una de las fases, los cuales están encastrados en el interior de la caja (10) llamada terminal, y mantenidos separados por medio de piezas supletorias de ebonita o fibra llamadas *estrellas*, que en número de dos impiden todo posible contacto o cortocircuito entre los conductores, rellenándose el terminal (10) para asegurar aún más el aislamiento con una pasta aislante formada generalmente por la composición Charenton.

Los rabillos o puntas del cable salen fuera de la pieza (10) pasando por tubos de porcelana, y empalman cada uno de ellos en uno de los bornes de un *desconector* (9) destinado a cortar la corriente siempre que sea necesario aislar la instalación.

Los desconectores (9) generalmente empleados, pertenecen al grupo llamado de *cuchillas*; están formados por dos aisladores sujetos a una pieza de fundición y llevan en su parte superior muelles de cobre niquelado que sujetan una cuchilla o barra de cobre, articulada por uno de sus extremos sobre el aislador

inferior, cuchilla que lleva en su tercio inferior un orificio para agarrarla con el gancho de una palanca o barra de ebonita siempre que sea preciso levantar la cuchilla para interrumpir la corriente. A estas piezas u órganos desconectores, que en esencia son sencillos interruptores de palanca, van conectadas las barras generales citadas que se apoyan en los aisladores (8).

De estas barras parten tres conductores, que descienden verticalmente y penetran en el interruptor de aceite (5) maniobrado por medio de un volante, y del cual sale la línea que después de pasar por los fusibles (6) generalmente del tipo llamado de cartucho, penetra en el transformador (1) formando su bobina primaria o de alta tensión (3). Las bobinas secundarias del transformador van enlazadas al cable (2) y descienden verticalmente hasta el mismo suelo para seguir por un canalón o pequeña cloaca hasta uno de los paramentos del edificio, por sobre el cual ascienden apoyándose en aisladores ordinarios de baja tensión y salen al exterior a través de un bloque de madera que es suficiente para asegurar el aislamiento, intercalándose en esta línea, antes de su salida al exterior de la estación, un cuadro de fusibles para evitar que una sobrecarga pueda perjudicar el transformador.

Como puede verse, la instalación de una sub-estación es una de las más sencillas que pueden efectuarse, y aunque parezca mentira, es en las que más pronto se improvisa personal hábil y que menos conocimientos requiere para el servicio, exigiendo solo cuidado en conservar entre los conductores siempre las distancias según sean necesarias los voltajes empleados y en efectuar delicadamente los empalmes y conexiones.

El funcionamiento de la instalación también es sumamente sencillo; cerradas las cuchillas desconectoras (9) y colocados los cartuchos fusibles (6) la corriente eléctrica que llega por el cable armado (11) pasará por el terminal (10) y por las cuchillas (9), y llegará a las barras generales (4) sostenidas por los aisladores (8).

De ellas descenderá y pasando por el interruptor de aceite (5), volviendo a ascender seguirá por los fusibles (6) y terminará en las bobinas de alta tensión del transformador (1) que estarán acopladas entre sí en estrella o en triángulo. Al circular la corriente por estas bobinas (3), producirá la imitación alternativa de su núcleo, el cual engendrará, en virtud del fenómeno de la inducción, otra corriente análoga en el circuito formado por las bobinas secundarias arrolladas junto a las primarias (3), las cuales van conectadas a los cables de baja tensión (2), por los cuales circulará la corriente transformada, y saldrá al exterior después de haber pasado por placas fusibles (12) limitadoras de corriente.

Con esta instalación se logra evitar posibles averías en el transformador, tanto si son debidas a sobretensiones de la línea de alta tensión (11), pues al ocurrir esto se funden los cartuchos (6) interrumpiendo la corriente, como si hubiera sido producida por un consumo excesivo que produciría una absorción de corriente por el transformador, con lo cual el amperaje que penetraría en las bobinas primarias sería superior a lo que ellas pueden resistir. De que no ocurra esto están encargadas las placas (12) que se funden al sobrepasar el amperaje absorbido un límite mayor que el práctico admisible, y de no obedecer éstas a lo previsto, se produce un exceso de amperaje en la alta tensión que

funde los cartuchos (6) interrumpiéndose de todos modos la corriente.

Esta instalación puede aun ser simplificada suprimiendo el interruptor de aceite (5) y enlazando directamente los fusibles (6) con las barras generales (4), o bien reemplazando con otras tres cuchillas desconectadoras análogas a las (9) colocadas al lado de los fusibles (6) citados. No se suprime el interruptor de aceite (5) o a lo máximo se reemplaza con cuchillas desconectadoras siempre que la sub-estación pertenece a la clase de intermedias, o sea que estén provistas de dos cables, uno llamado de entrada y otro de salida, pues entonces será preciso el poder aislar del circuito al transformador sin cortar la corriente.

No describimos detalladamente al transformador por haber sido objeto de estudio anterior en lámina desmontable publicada, y no lo hacemos con respeto a los otros órganos por ser sumamente conocidos unos, y por estar en preparación el desmontable del interruptor de aceite que en el próximo número publicaremos.

Lo que es necesario recordar, siempre que una reforma o reparación tenga que hacerse en una sub-estación transformadora, es que nunca serán pocas las precauciones que es indispensable tomar antes de empezar los trabajos y durante el curso de éstos: precauciones que pueden ser condensadas en dos: asegurarse que en las líneas no hay cargas estáticas, y que aún que por error se diese corriente, ésta no pueda dañar a los operarios. Es preciso llevar la convicción de que si no quiere el operario, los accidentes son casi imposibles y que de originarse son debidos a una imprudencia o a exceso de confianza.

Como reglas generales a seguir, en el caso de tenerse que efectuar trabajos en una sub-estación trans-

formadora ya instalada, es necesario interrumpir la corriente de llegada en la estación inmediata, levantando las cuchillas desconectadoras y luego levantarlas así mismo en la sub-estación en que se trabaje, así como las placas fusibles de la baja tensión para evitar un retorno de corriente posible, si la baja tensión alimentare una red que esté conectada a varias sub-estaciones.

Seguros ya de que corriente alguna no puede llegar, es necesario convencerse de que no existe en las barras ninguna carga estática, para lo cual se colocará un hilo de retensión en el extremo de la palanca aislante de maniobra de los desconectadores, de modo que una de sus puntas toque en el suelo lejos del que hace el ensayo; aproximando el otro extremo libre a cada una de las barras se producirán chispas en caso de estar cargadas, y una vez cesadas éstas, o de no producirse, se estará seguro de que puede trabajarse impunemente.

Como exceso de seguridad, al haber cuchillas desconectadoras de entrada y como complemento indispensable siempre que éstas no existan, es necesario reunir en corto circuito los cables generales de alta tensión con cadenas o con un haz de hilos de retensión en cantidad y sección suficiente para que se produzcan las fusiones de los cartuchos fusibles de las otras sub-estaciones, o los de salida de la central, en cuyo caso se interrumpe la corriente siempre que se restablezca la circulación de fluido antes de que la reparación haya terminado.

De cumplirse estos requisitos es difícil un accidente fortuito, y puede tenerse la seguridad de que cuántos ocurran serán debidos al descuido y a la desidia de los operarios.

A. FERRER DALMAU, Ingeniero.

Locomotora compound articulada del tipo 2-8-8-8-2

(Véase lámina-plano central)

Como continuación a las descripciones que han sido el objeto de precedentes artículos, pasamos a describir los soportes fijos a los marcos de la sección anterior, sobre los que descansa el peso del cuerpo de la caldera. Estos soportes deben permitir un movimiento giratorio de la sección anterior debajo de la caldera, la cual conserva naturalmente la alineación de la segunda sección a la que está sujeta. A este objeto, hay debajo de la caldera dos soportes de corredera representados por las figuras 124 a 140 de la lámina. El soporte representado por las figuras 124 a 132 está situado sobre los marcos entre el segundo y el tercer par de ruedas motrices; el que figuran los dibujos 133 a 140 está situado sobre el tercer y cuarto par de ruedas. El primero contiene un mecanismo de resortes que tiene por objeto hacer volver la sección anterior, o tren delantero, a su posición central cuando la locomotora sale de una curva para recorrer un trozo de vía férrea tendido en línea recta.

Como se desprende de las descritas ilustraciones, este soporte consta de un conjunto de travesaños cruzados de acero fundido colocado entre los marcos y fijo a la viga superior, provisto además de brazos

que se alargan a uno y otro lado. La figura 124 es un alzada lateral de este soporte y la figura 125 una alzada de la mitad del lado posterior del mismo. Esta pieza está representada en plano por la figura 131; la figura 132 es una sección horizontal pasando por el mecanismo de resortes. En la figura 130 aparece la cara inferior de la conexión de acero fundido, viéndose la forma en que se adhiere a la viga superior del marco. La caja del engranaje tipo Baker está fijada a la parte anterior de los brazos antes indicados, sujetándose por su otra extremidad al yugo del marco (fig. 2, publicada antes). El lado superior de la conexión forma una platina sobre la cual una silla de acero fundido, fija al cuerpo de la caldera con remaches de 1 $\frac{1}{4}$ pulg. se mueve libremente de un lado a otro. Entre la silla y la platina se halla un bloque de fricción (figs. 128 y 129) de acero, revestido de bronce. La cara inferior de la silla está provista de ranuras para la circulación del aceite. Una varilla de 1 $\frac{3}{4}$ a 2 pulgadas atraviesa la silla en su centro y está soportada por consolas de acero fundido situadas en las extremidades de los brazos de la conexión cruzada. Cerca del centro de esta varilla, a 14 $\frac{1}{2}$ pulgadas una de otra aproximadamente,

están colocadas dos grandes arandelas. Potentes resortes dispuestos alrededor de la varilla se apoyan por su extremidad interna sobre dichas arandelas y, en su extremidad exterior, llevan platinas de fricción, de acero al manganeso (fig. 127). Cuando varía la posición relativa del tren delantero de la locomotora y del cuerpo de la caldera, uno de los resortes se halla comprimido y su platina se apoya fuertemente sobre una placa fija en la extremidad de la caja de muelles de la silla (figura 126). Al resorte del otro lado corresponde una placa parecida. En cada una de estas dos placas hay una abertura alargada que da paso a la varilla de «control» y permite el movimiento necesario de las platinas; éstas se adaptan aproximadamente a aquella abertura. Las platinas y los resortes están mantenidos en posición por tuercas de contención.

El segundo soporte es de construcción sencilla y asegura solamente el movimiento de vaivén, estando omitido el «control». Este soporte, que representan las figuras 133 a 140 consiste en travesaños cruzados de acero fundido tendidos entre los marcos y sujetos a las vigas superiores, y de una silla de acero fundido fija a la caldera por remaches de $1\frac{1}{4}$ pulg. Entre el lado superior de esta conexión y la cara inferior de la silla se

hallaba una platina de fricción de acero, revestida de bronce (figs. 137 y 138). La figura 134 representa en alzada la mitad de esta pieza: la figura 137 es una sección de la misma. La silla está representada en alzada por la figura 135 y la mitad de esta misma pieza en plano por la figura 136: en la figura 139 se ve la disposición de los remaches sobre el collar de la silla, mientras la figura 140 deja ver las ranuras practicadas para el paso del aceite en la parte inferior de la pieza de fundición de la silla.

Los cilindros, representados bajo dos aspectos distintos por las figuras 175 y 176, están atornillados a la pieza de fundición de la silla descrita anteriormente. Están también sujetos por medio de clavijas, pero sin tornillos, a los marcos. Como se ha indicado ya, los cilindros de la sección central son los de alta presión; el par delantero y el par posterior de cilindros, en cambio, están alimentados con vapor de baja presión procedente del escape de los cilindros de alta presión. El escape del cilindro de alta presión del lado derecho es llevado a los cilindros de la sección anterior; el vapor de escape del cilindro de alta presión del lado izquierdo es llevado al par posterior de cilindros de baja presión, sobre el tender.

Aparato cinético para demostración de las relaciones instantáneas existentes entre la tensión, la corriente, la potencia y la energía en un circuito de corriente alterna

Este aparato consiste esencialmente de dos discos montados sobre el borde de una mesa de modo que puedan girar lentamente a fin de poder observar, de un momento a otro, las proyecciones de tres vectores sobre cuatro reglas graduadas. Tres de estas re-

tro y de 1,9 de espesor, montados en un marco de latón. El disco de la izquierda que, en el curso de esta descripción, se designará por la letra L, y percibe las relaciones de la potencia y de la energía, gira sobre el borde de la mesa en sentido contrario del de

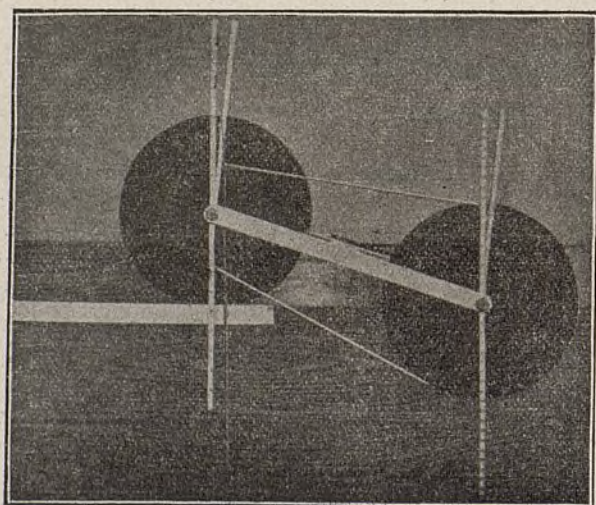


Fig. 1.—Caso no inductivo.

$$\begin{array}{ll} E = 100 \mid 0^\circ \text{ volts.} & P = 10 \mid 0^\circ \text{ kw.} \\ I = 100 \mid 0^\circ \text{ amp.} & W = 0 \text{ kj.} \end{array}$$

glas, o escalas, cuya graduación representa respectivamente voltios, amperios y wattios, están verticales y forman parte del aparato mismo; la cuarta, que representa joulios, está fijada horizontalmente al borde de la mesa.

Los dos discos son de madera, de 28 cm. de diáme-

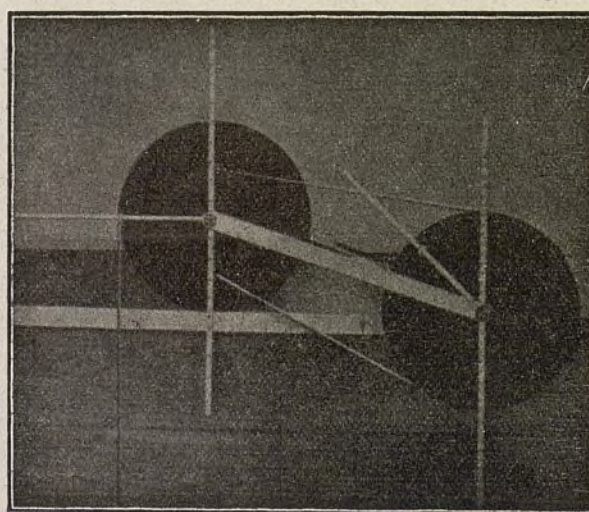


Fig. 2.—Caso no inductivo.

$$\begin{array}{ll} E = 100 \mid 45^\circ & W = 1,0 \text{ kj.} \\ I = 100 \mid 45^\circ & e = 70,7 \text{ volts.} \\ P = 5,0 \text{ kw.} & i = 707 \text{ amp.} \end{array}$$

tro y de 1,9 de espesor, montados en un marco de latón. El disco de la izquierda que, en el curso de esta descripción, se designará por la letra L, y percibe las relaciones de la potencia y de la energía, gira sobre el borde de la mesa en sentido contrario del de

otros términos, mientras el disco L da dos vueltas, el disco R efectúa solamente una. Puesto que el aparato descansa sobre el disco L y sobre un pequeño rodillo situado detrás de R, este último disco no tiene que vencer sino una muy pequeña resistencia, siendo por lo tanto poco de temer que resbale la correa.

El disco R lleva un vector fijo, pintado de blanco,

verticalmente del cursor, señalando la proyección del vector sobre la escala horizontal graduada en joulios, fijada al borde de la mesa. La escala vertical fija, sujeta delante del disco L, está graduada desde el 0, que coincide con el nivel de la mesa, hasta + 15 kilovatios por encima de este nivel, y - 5 kilovatios por debajo.

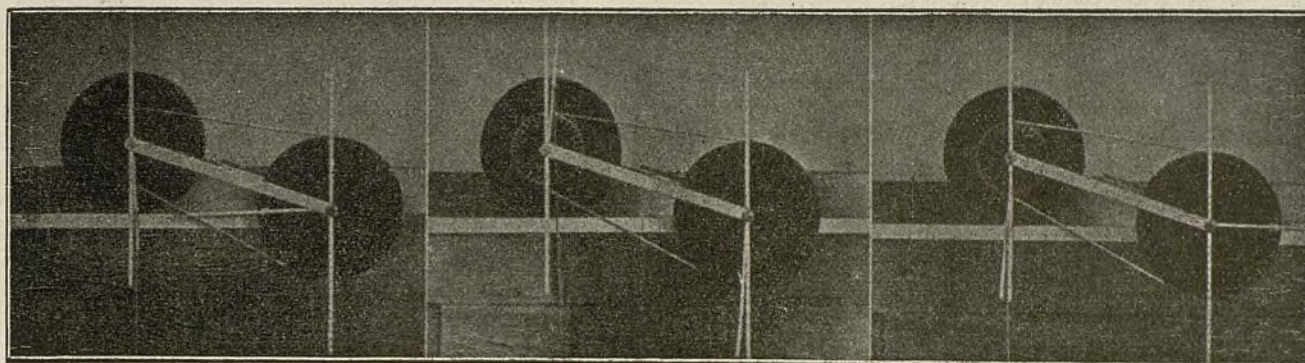


Fig. 3.—Caso no inductivo.

$E = 100 \mid 90^\circ$ $W = 1,25 \text{ kj.}$
 $I = 100 \mid 90^\circ$ $e = 0 \text{ volts.}$
 $P = 0 \text{ kw.}$ $i = 0 \text{ amp.}$

Fig. 4.—Caso no inductivo.

$E = 100 \mid 180^\circ$ $W = 2,5 \text{ kj.}$
 $I = 100 \mid 180^\circ$ $e = 100 \text{ volts.}$
 $P = 10,0 \text{ kw.}$ $i = 100 \text{ amp.}$

Fig. 5.—Caso no inductivo.

$E = 100 \mid 270^\circ$ $W = 3,75 \text{ kj.}$
 $I = 100 \mid 270^\circ$ $e = 0 \text{ volts.}$
 $P = 0 \text{ kw.}$ $i = 0 \text{ amp.}$

de extensión igual al radio del disco, o sea 12,5 cm. y un vector de latón ajustable, montado este último sobre el eje del disco. El vector fijo, designado por Em , representa una fuerza electromotriz aplicada de 100 voltios, mientras el vector móvil, Im , representa la corriente, cuya fase es ajustable dentro de una zona de 50 grados hacia adelante o hacia atrás de Em . La importancia de esta corriente puede modificarse, entre 100 y 200 amperios, desplazando a lo largo de la aguja de latón, I , un cursor en forma de punta de flecha. La escala vertical fija que se halla delante del disco R está graduada desde el 0, que coincide con el

Cuando el aparato se traslada de la derecha hacia la izquierda, revolviendo el disco L sobre el borde de la mesa, siendo su posición en el punto de partida la en que el vector E , pintado sobre el disco R, se halla vertical, por encima del centro, mientras el vector I del mismo disco tiene su fase propia, con relación a aquél, y que el vector P se halla paralelo a I , los vectores continúan girando de modo que sus proyecciones sobre las escalas correspondientes indican los valores instantáneos de E , I , e y W en decavoltios, decaamperios, kilovatios y kilojoulios respectivamente.

En las figuras 1 a 5, se ve el aparato en cinco posi-

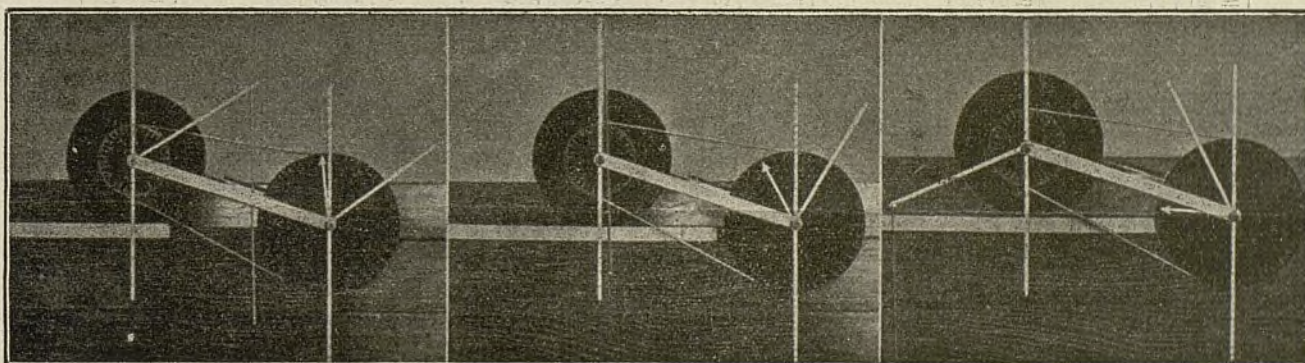


Fig. 6.—Caso inductivo.

$E = 100 \mid 0^\circ$ $W = 0,69 \text{ kj.}$
 $I = 200 \mid 60^\circ$ $e = 100 \text{ volts.}$
 $P = 10,0 \text{ kw.}$ $i = 100 \text{ amp.}$

Fig. 7.—Caso inductivo.

$E = 100 \mid 30^\circ$ $W = 0,42 \text{ kj.}$
 $I = 200 \mid 30^\circ$ $e = 86,6 \text{ volts.}$
 $P = 15,0 \text{ kw.}$ $i = 173,2 \text{ amp.}$

Fig. 8.—Caso inductivo.

$E = 100 \mid 90^\circ$ $W = 1,94 \text{ kj.}$
 $I = 200 \mid 30^\circ$ $e = 0 \text{ volts.}$
 $P = 0 \text{ kw.}$ $i = 173,2 \text{ amp.}$

centro del disco, hasta + 20, por encima de este nivel y - 20 por debajo del mismo. Cada unidad de la escala representa sea 10 voltios, sea 10 amperios, siendo por lo tanto las cantidades que marca esta escala decavoltios o decaamperios.

El disco L lleva una sencilla aguja de latón, P , pivotada y ajustable en fase. Un cursor que puede correrse sobre esta aguja permite modificar la longitud de este vector. Una estrecha cinta de latón cuelga

ciones sucesivas en un ciclo de fase común a E e I , con factor de potencia igual a 1. Las figuras 6 a 11 inclusive muestran seis estados sucesivos del aparato dentro de un medio ciclo, con I retrocediendo de 60 grados detrás de E y con factor de potencia igual a 0,5.

Considerando el caso no inductivo a que hacen referencia las figuras 1 a 5, se nota que existe una fuerza electromotriz máxima por ciclo de 100 < 0° voltios, la que da lugar a una corriente máxima por

ciclo de $100 < 0^\circ$ amperios, mediante una resistencia de 1 ohmio. En la figura 1 los vectores E e I aparecen colocados sobre la división décima de la escala, inmediatamente después de la posición vertical correspondiente a la fase tipo, mientras P está figurado al 10 en la misma fase. El índice vertical partiendo de P se halla sobre el cero de la escala de energía.

En la figura 2, los vectores E e I han adelantado de 45 grados, mientras el vector P ha recorrido 90 grados. La proyección instantánea de E señala 7,07 deca-voltios, la de I, 1,7,07 decaamperios, la de P, 5,0 kilovatios. Está admitido que la fuerza electromotriz cumple un ciclo por segundo, de modo que la energía suministrada al circuito es de 5 kilojoulios por segundo. En el primer octavo de segundo, o sea estando el aparato en la posición de la figura 2, la energía media sería de 0,625 kilojoulios, pero la energía actual suministrada es de 1 kilojoulio.

Después de transcurrido un cuarto de segundo, o sea estando el aparato en la posición de la figura 3, los vectores E e I han transcurrido un cuarto de ciclo, es decir 90° . Sus proyecciones instantáneas son nulas.

una fuerza electromotriz imprimida máxima por ciclo de 100 voltios, obrando sobre una corriente máxima por ciclo de 200 amperios, rezagada en 60° con relación a la fase. En el momento a que corresponde la referida figura, la fuerza electromotriz se halla en su fase tipo, o en su valor máximo, correspondiente a $t = 0$ en la ecuación $e = 100 \cos(\omega t)$ voltios, estando entendido que la frecuencia debe ser de un ciclo por segundo y siendo, por consiguiente, la velocidad angular, ω , del vector de 6,28 «radianes» por segundo. En realidad, en la figura 6, la fuerza electromotriz ha excedido ligeramente su máximo, lo suficiente para que la flecha pintada en blanco pueda distinguirse claramente de la escala del disco R. El índice I con su punta de flecha en la extremidad sigue a E a 60° de distancia. La componente activa de esta corriente es $200 \cos 60^\circ = 100$ amperios máximo, o sea la misma que en el caso no inductivo, pero la componente reactiva es $200 \sin 60^\circ = 173,2$ amperios máximo. Sobre el disco L, el vector de potencia arranca con amplitud de 10 kilovatios, siendo paralelo a I, hallándose por lo tanto distante de 60° hacia atrás, de la pro-

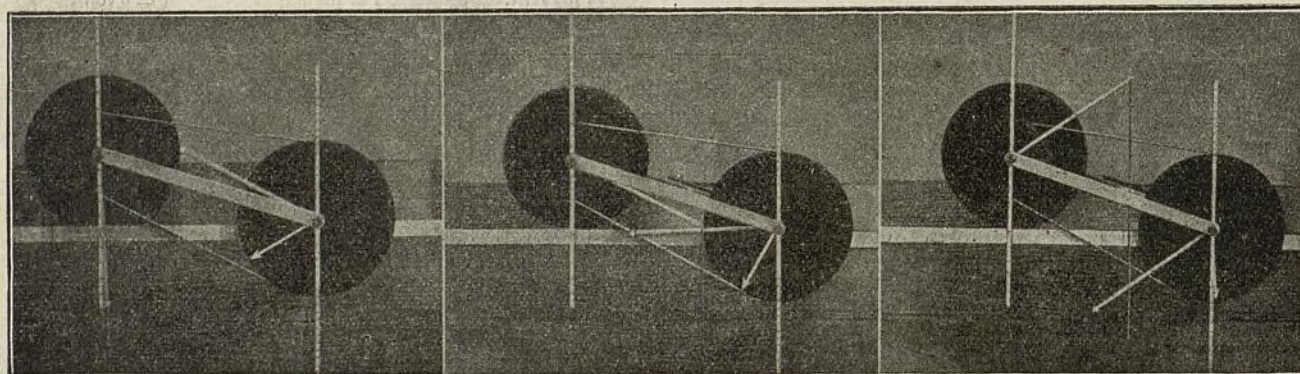


Fig. 9.—Caso inductivo.

E = 100 | 120° W = 1.67 kj.
I = 200 | 60° e = 50 volts
P = 5.0 kw i = 100 amp.

Fig. 10.—Caso inductivo.

E = 100 | 150° W = 1.39 kj
I = 200 | 90° e = 86.6 volts
P = 0 kw i = 0 amp.

Fig. 11.—Caso inductivo.

E = 100 | 180° W = 1.81 kj
I = 200 | 120° e = -100 volts
P = 10 kw i = -100 amp

P ha recorrido una mitad de su ciclo, o sea 180° ; su proyección ha quedado también reducida a cero. W ha adelantado hasta 1,25 kilojoulios. En este instante, la energía lanzada en el circuito se halla momentáneamente estacionada o, en otros términos, hay un paro momentáneo del flujo de energía.

En la posición de la figura 4, ha transcurrido medio segundo desde el momento del arranque: P ha cumplido un ciclo entero, correspondiente a una revolución del disco L. La fuerza electromotriz instantánea y la corriente están una y otra a -100 y P a 10. La energía instantánea es 2,5 kilojoulios.

Finalmente, cuando el aparato está en la posición de la figura 5, tres cuartos de segundo después del arranque, las proyecciones de E e I son iguales a cero; P cae también sobre el cero de la escala, siendo entonces de 3,75 kilovatios la energía total suministrada, en cuyo momento se inicia otro paro de la misma.

Los tres vectores giran por lo tanto juntamente, pero con la diferencia de que es doble la frecuencia de P. La proyección de la energía es la de un punto situado sobre el trayecto del disco giratorio, esto es, de un punto dotado de un movimiento circular.

En cuanto al caso inductivo, la figura 6 representa

yección máxima. En el instante a que se refiere la figura 6, la potencia es exactamente de 10 kilovatios y la proyección vertical de la punta de flecha de P corta la escala de energía horizontal pintada de blanco en $-0,69$, coincidiendo el eje de P con el cero de esta escala.

En la figura 7, habiendo transcurrido la duodécima parte de un segundo, E ha recorrido 30 grados, hallándose I a 30 grados detrás de su máximo. P ha alcanzado su desarrollo máximo a 15 kilovatios y W ha alcanzado 0,42 kilojoulio, o sea 1,11 kilojoulios desde su punto de partida.

La figura 8 muestra la situación en que se encuentran las diferentes partes del aparato después de un cuarto de ciclo de fuerza electromotriz. La proyección del vector E es ahora cero y la de I señala 173,2 amperios. La proyección del vector P es igual a cero y sobre la escala W se leen 1,94 kilojoulios. Esta proyección de energía, en vez de continuar adelantando, empieza entonces a retroceder, lo que representa un reflujo de la energía del circuito hacia el origen durante esta porción del ciclo.

En la figura 9, transcurrida la tercera parte de un ciclo de fuerza electromotriz, el vector E ha adelan-

tado de 120° y su valor proyectado es de -50 voltios. La proyección del vector I cae sobre $+100$ amperios, mientras el vector de potencia señala -5 kilovatios, habiendo retrocedido la energía hasta $1,67$ kilojoulios.

Cuando el aparato tiene la posición de la figura 10, habiendo recorrido las cinco duodécimas partes de un ciclo de fuerza electromotriz, el vector E que ha salvado 150 grados tiene un valor proyectado de $-86,6$ voltios, mientras el valor proyectado de la corriente es cero. El valor proyectado del vector P sobre la escala vertical de potencia es 0 kilovatios y sobre la escala horizontal $1,39$ kilojoulios. Desde este momento, el flujo de energía se detiene y empieza el reflujó, que es lento al principio, aumentando progresivamente su velocidad hasta alcanzar un máximo que coincide con el máximo de potencia.

Cuando se ha cumplido medio ciclo (fig. 11) la fuerza electromotriz acaba de alcanzar su valor negativo máximo, mientras la corriente es de -100 amperios. En este preciso instante, el índice E no sería visible. La proyección de la aguja P sobre la escala vertical del disco L es 10 kilovatios y su proyección sobre la escala horizontal $1,81$ ($1,84$ en la figura 11 para que pueda ser vista la aguja E). La energía actual suministrada durante todo el medio ciclo de fuerza electromotriz ha sido, por lo tanto, de $2,50$ kilojoulios. Es evidente que las condiciones en el siguiente medio ciclo de fuerza electromotriz serán las mismas que en el que acaba de transcurrir, con la diferencia de que los signos de E e I serán contrarios de lo que eran antes.

Los trayectos de los vectores E , I , P , con relación a las escalas verticales móviles, son sencillos círculos. El trayecto del vector P , con relación a la escala horizontal fija, es un trocoide aplanado.

Habiéndose supuesto que la fase de la fuerza electromotriz era la fase referida a los vectores E e I , la corriente debía considerarse como rezagada con respecto a aquella. Puede, sin embargo, tomarse como

fase de la corriente la fase de referencia, siendo entonces la fuerza electromotriz dominante con relación a dicha fase. En este caso, el aparato debe ser puesto en movimiento estando I en posición vertical y, en el mismo momento, P paralelo a E .

El aparato descrito está construido para una potencia activa de 5 kilovatios, tal como estaría indicada por un vatímetro ordinario colocado en el circuito. En otros términos, con una fuerza electromotriz de 100 voltios, la componente activa de I_m debe ser de 100 amperios. La corriente actual máxima por ciclo puede variar entre 100 y 200 amperios con una diferencia de fase correspondiente variando entre 0 y ± 60 grados. Podría fácilmente realizarse un modelo apropiado para representar potencias y factores de potencia menores, bastando para ello modificar la dimensión del disco L . Con un factor de potencia igual a cero debería emplearse un disco de diámetro igual a cero, reduciéndose también a cero su movimiento de avance.

Cuando el aparato funciona los vectores E , I , P progresan, con el tiempo, en sentido contrario del de las agujas de un reloj, o inversamente, según haya sido convenido, y sus proyecciones instantáneas sobre las escalas verticales apropiadas se desplazan hacia arriba y hacia abajo, en el sentido que sea correcto, con arreglo a las convenciones establecidas, con excepción de la dirección del movimiento de avance sobre la escala de energía, el cual se hace de la derecha a la izquierda, o sea en sentido negativo. Sin embargo, puede concebirse un aparato en el cual esté corregido este error de sentido; debería ser construido de modo que pudiera girar de abajo hacia arriba sobre un plano vertical, como el borde de una puerta, por ejemplo. En este caso, el avance sobre la escala W se haría en sentido positivo hacia arriba y las escalas de E , I , P serían entonces horizontales, conservando sus signos convencionales propios.

A. E. KEMRELLY y H. G. CRANE,
Ingenieros

El submarino, su origen y sus medios de acción

En un interesante estudio publicado por Ch. Radiguer, en *La Science et la Vie*, demuestra que la guerra actual ha dado una considerable importancia al submarino, cuyo poder ofensivo, a partir de hoy, nadie osará negar. Y hemos de admitir que no ha hecho nada más que empezar. Si su acción es rastrera y traidora exige en cambio, a sus tripulantes, una dosis de audacia y un desprecio tan absoluto de la vida que bien puede perdonárseles lo uno en gracia a lo otro.

Historia.—El primer ataque efectuado por un submarino se remonta al año 1776 , en el curso de la guerra de la Independencia americana. Un pequeño submarino construido por Busnhell aproximóse a una fragata inglesa e intentó torpedearla. De forma ovoide, midiendo aproximadamente 2 metros de diámetro, esta embarcación, movida por una hélice que se accionaba a mano, contenía, en estado rudimentario, todos los órganos que debían desarrollarse más tarde.

En 1800 Fulton, uno de los inventores de los bu-

ques de vapor, importó el submarino y el torpedo a Europa construyendo su *Nautilus*.

Más tarde, de 1850 a 1860 , Bauer, un bávaro, ejecutó prolongados experimentos con dos submarinos: *Plongeur-Marion* y *Diable-Marion*. Este último se sumergió 34 veces. Constaba su tripulación de 14 hombres y poseía ya los principales elementos actuales para la sumersión y dirección, incluso un lastre susceptible de ser desprendido de 45 toneladas de peso.

En 1859 y en el puerto de Barcelona se verificaron las pruebas del Ictíneo o buque submarino ideado por Narciso Monturiol, que a pesar de que las condiciones de la industria de aquella época y de que su motor era movido a brazos, dió resultados bastante buenos como se desprende de lo que por entonces dijeron los periódicos locales. En el «Diario de Barcelona» apareció la siguiente relación:

«Ayer a las nueve y media de la mañana se verificó en aguas de este puerto una de las pruebas de navegación submarina por medio del barco llamado Ictíneo, invención del Sr. Monturiol.... Colocado el Ictíneo a

seis metros de la punta del muelle viejo, el Sr. Monturiol con cuatro individuos más, se han encerrado herméticamente en él y el barco se ha sumergido con toda seguridad, pero lentamente. En la proa y popa del barco había dos palos de unos siete metros de longitud con objeto de señalar los movimientos de descenso, ascenso y dirección del mismo y evitar así los choques con las demás embarcaciones que le seguían y en particular en las subidas rápidas.

El primer movimiento ha sido de descenso vertical, bajando a una profundidad de 10 m. en cuya posición ha permanecido 10 minutos. Después en el espacio de la mitad de este tiempo ha subido y bajado 3 veces consecutivas sin presentar a la superficie o flor de agua más que la espina del pez. En seguida virando hacia el S. S. O. ha andado entre dos aguas y a diferentes profundidades como unos doscientos m. en el espacio de 6 minutos. Siguiendo rumbo al S. adelantó como 400 m., ascendiendo y descendiendo varias veces y virando por redondo ha navegado al N. y en línea recta como unos 600 m. Después de otros movimientos en varias direcciones, ha ascendido definitivamente a la superficie a las 12 menos 10 minutos.»

Todas estas pruebas que se verificaron sin incidente ni peligro alguno, y con un aparato averiado al botalo al agua, no fueron bastante a que la opinión pública ayudara al inventor y tuvo éste que abandonar sus trabajos y no lograr el éxito que de continuarlos hubiera alcanzado.

En 1863 fué lanzado al agua, en Francia, el *Plongeur* estudiado por Brun, ingeniero de la Armada, y el capitán de marina Bourgois. Para la época era un submarino enorme, de más de 42 metros de longitud y 420 toneladas de desplazamiento. Fracásó porque ofrecía dificultades la sumersión. Los órganos para determinarla eran débiles para su desplazamiento. Y hay que confesar que poco faltó para alcanzar el éxito. Por vez primera se abandonaba el empleo de la energía humana para la propulsión submarina. Un motor de aire comprimido, construido con ingenio, aseguraba la marcha, lo mismo en la superficie del agua que debajo de ella.

Hacia la misma época (1862-1864), durante la guerra de Secesión, los pequeños submarinos del tipo *David* echaban a pique un buque de la flota del Norte y averiaban a otros dos.

Entre 1876 y 1879, Drzewiecki aplicó por primera vez acumuladores y motores eléctricos a los submarinos que construía para la flota rusa. A pesar de ello,

Nordenfeld construyó, de 1884 a 1887, cuatro submarinos provistos de calderas de gran volumen, para permitir la marcha a vapor lo mismo en la sumersión que en la superficie. Estos buques no tuvieron éxito, porque el movimiento de las grandes masas de agua que contenían hacían muy difícil el equilibrio en la sumersión. Debían lanzar torpedos automóviles en vez de conducir minas, lo que venía a constituir un progreso notable desde el punto de vista militar.

Casi simultáneamente, en Francia reemprendía el estudio del asunto Goubet, con dos pequeños buques eléctricos, y con ellos la electricidad se adueñó ya, por decirlo así, de la navegación submarina.

Todas estas tentativas permitieron hallar poco a poco los órganos esenciales del submarino; aparatos de sumersión, motores de propulsión, timones, etc. Sólo faltaba combinarlos. Y fué en Francia donde se construyeron los primeros buques

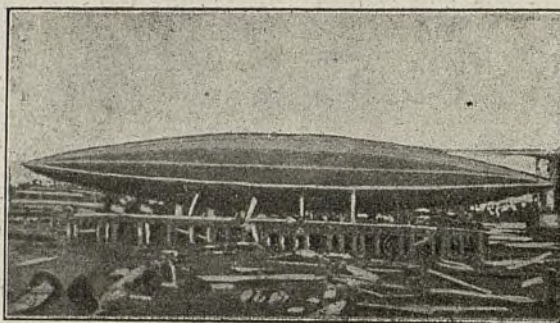
que poseían las cualidades de seguridad y de facilidad de sumersión que caracterizan al tipo actual de submarino.

Con el *Gymnote*, que empezó a construir Romazolh en 1888, bajo la dirección de Gustavo Zédé, puede decirse que quedaron resueltos por completo los problemas de la navegación submarina. Los progresos continuaron con rapidez, merced a los trabajos de Romazolh, Laubert, Mangas y otros, y a partir de entonces Francia se puso a la cabeza del movimiento de evolución de los buques sumergibles.

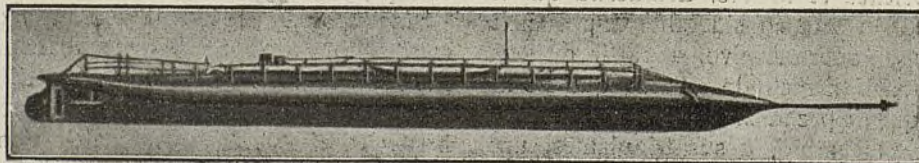
Desde 1885 hasta 1889 y 1890 Isaac Peral, marino español, se dedicó al estudio de los métodos de navegación submarina y llegó a construir un submarino con el que efectuó en junio y julio de 1889 pruebas satisfactorias, como se desprende del informe que publicó la Junta técnica encargada de presenciarlas y juzgarlas y que dice así: «El «Peral» se sumergió varias veces a distintas profundidades que llegaron a 10 m.

y navegó bajo el agua cortas distancias, maniobras todas ejecutadas con bastante facilidad dada la condición

de falta de estancamiento de los mamparos; navegó también sumergido a 7 m. de profundidad durante nueve minutos, apareciendo luego para volver a sumergirse a 10 m. y navegar a esta profundidad y al rumbo al O. que se le había prefijado, durante una hora, al terminar la cual reapareció en la superficie a 3,5 millas del punto de inmersión. Los resultados prácticos de las pruebas son: el haberse demostrado con ellas que el submarino «Peral», aún con los defectos de construcción de que adolece, pudo sumergirse con facilidad relativa y navegar en cortos intervalos a profun-



El primer submarino construido por Nordenfeldt, en Copenhague.



El submarino «Plongeur» del ingeniero Brun y del capitán Bourgois, lanzado en 1863.

didades distintas; que durante las inmersiones se hizo completamente invisible al poco tiempo de estar sumergido, siendo poco fácil apreciar el momento de la reaparición cuando no se tiene anticipadamente idea del punto por donde debe emerger y que pudo navegar durante una hora a la profundidad de 10 m., según manifestó su comandante, a un rumbo determinado y con la velocidad poco diferente de la que tiene en la superficie.» Después de estas pruebas prosiguieron los ensayos y en uno de ellos se produjo una avería que demostró la facilidad y la rapidez con que podía emerger el submarino gracias a sus medios excepcionales. Cuando todo parecía prever la fácil resolución del problema, faltó a Peral el apoyo oficial, sin que se sepa la causa, y sin recursos para proseguir sus estudios; tuvo que desistir de su empeño y el submarino quedó olvidado en un rincón del arsenal. Si Peral hubiera podido continuar sus trabajos, no serían seguramente ingleses ni alemanes los más potentes submarinos, sino españoles y poseería España una fuerza de que hoy carece y que le daría una gran influencia en los destinos del mundo.

A partir de 1895, los Estados Unidos entran a su vez en palenque y contribuyen mucho al desarrollo de los submarinos tipo *Holland* que constituyen casi toda la flotilla norteamericana.

De los sumergibles tipo *Holland* derivan igualmente los submarinos ingleses, cuya construcción comenzó en 1900 casi a regañadientes.

Los submarinos actuales.—En el comienzo de las hostilidades la Gran Bretaña poseía 73 submarinos en servicio, pero al hacer el experimento de movilización general de todas las fuerzas metropolitanas, realizado el día 13 de Julio de 1914, solo pudo reunir 59. Esta reducción nada tiene de anormal, pues dentro de la primera cifra se contaban los buques antiguos de débil valor militar. Posteriormente esta cifra ha sufrido aumento por la entrada en servicio de nuevos buques, a pesar de la pérdida de dos de ellos, el E-3 y el D-5, hundidos por las minas alemanas.

Como Inglaterra, Alemania ha trabajado febrilmente para aumentar su flota sumergible, cuyas primeras unidades construyéronse en 1905, en los astilleros «Germania-Krupp».

En el comienzo de las hostilidades Alemania poseía 27 submarinos a los que hay que añadir varios próximos a terminarse. El crucero inglés *Birmingham* hundió uno al principio de la guerra y posteriormente otros varios han pagado cara su audacia. Las seis unidades que estaban próximas a terminarse al estallar la guerra pertenecían al programa naval 1913-14, y están provistos de dos cañones, uno de 88 milímetros y otro

de 37; el primero montado en una cabina susceptible de cerrarse herméticamente, y el otro capaz de desmontarse en pocos segundos, al efectuarse la sumersión.

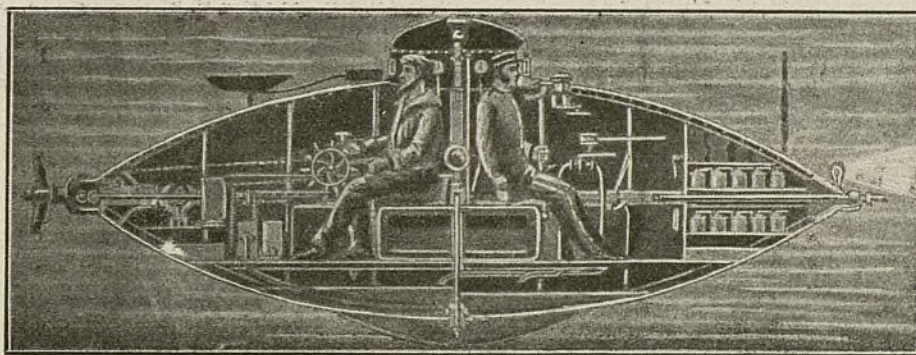
Bajo la presión de las necesidades de la guerra que sostenía contra el Japón, Rusia se dirigió a numerosos constructores para apresurar el desarrollo de sus fuerzas submarinas. Merced a los trabajos de ingenieros del país, entre ellos Boubnof, muy pronto contará con una flotilla poderosa y homogénea. Rusia poseía al comenzar las hostilidades unos 40 submarinos, pero de ellos solo una tercera parte pueden representar un papel útil.

Los estudios realizados en Italia cristalizaron en la construcción de los submarinos tipo *Fiat-Laurenti* de los que un cierto número de unidades fueron compradas por potencias extranjeras.

El estudio de los diversos tipos mencionados nos llevaría muy lejos. Por ello nos limitaremos a estudiar tres de los problemas principales que afectan a la navegación submarina, o sea la sumersión, la propulsión y la vida a bordo.

La sumersión.—Poner un submarino en posición

de sumergirse es establecer aproximadamente la igualdad entre el peso propio del buque y el peso del volumen de agua desplazado por su casco completamente sumergido.



Corte longitudinal de un submarino ideado por Goubet.

Se obtiene aumentando el peso del buque por la admisión de agua en compartimentos especiales denominados *ballasts*. Esta admisión de agua y consiguiente relleno de los *ballasts* debe ser muy rápida, para permitir al submarino desaparecer rápidamente en caso de peligro; la superficie de las bocas de entrada de agua debe ser grande; representa en total unos 10 metros cuadrados para un submarino de gran desplazamiento. Es una verdadera brecha que se practica en el casco del buque y a través de la cual se precipitan cantidades de agua de 150 a 300.000 litros. Y a pesar de ello, merced al empleo de *ballasts* especiales de reducida capacidad destinados a compensar el peso del buque, un capitán hábil determina, con un margen de 10 litros la cantidad de agua necesaria para hacer desaparecer al sumergible de la superficie del mar.

Llenos los *ballasts*, el sumergible se hunde. Basta que pueda descender a una profundidad de 20 metros para pasar cómodamente por debajo de un gran buque corriente. Para seguridad, se conoce la resistencia del casco para resistir a la presión y navegar sin peligro a profundidades de 40 a 60 metros. Si fuese necesario podrían construirse cascos capaces de navegar a 100 y 200 metros.

Seguro de la solidez del buque que tiene bajo su

mando, el comandante da la orden de preparar la sumersión. Los marineros han desaparecido por las escotillas y cierran todas cuantas comunicaciones existen con el exterior. Se llenan los *ballasts* y el buque se hunde en el líquido elemento. La sumersión ha empezado.

Todos los submarinos modernos emplean, para ello, timones horizontales, generalmente contruídos por palas colocadas simétricamente de cada lado del buque. El esfuerzo puesto en juego por estos timones pueden alcanzar 10.000 kg.

La experiencia ha demostrado que era útil poseer dos y hasta tres timones horizontales, repartidos en toda la longitud del buque, en la proa, centro y popa. Púedese decir que los timones horizontales sirven para desviar y guiar el sumergible en el sentido vertical, es decir, en profundidad, como los timones verticales sirven para desviar y guiar un navío cualesquiera en el sentido horizontal, es decir de dirección.

Pero el control del buque debe ser más riguroso en profundidad que en dirección. Para seguir una ruta, el piloto de un navío se limita a mantener el eje de un navío en una dirección determinada. Basta rectificar de tiempo en tiempo la desviación del buque a la derecha o a la izquierda de su ruta media. En sumersión, la inclinación sobre la horizontal del eje del navío tiene una importancia capital, pero es preciso, de otra parte, preocuparse de su posición en altura, tanto para evitar el descenso a una profundidad peligrosa como para dejar que el periscopio sobresalga de la superficie sólo lo necesario. El submarino se halla sometido, por este motivo, a condiciones o exigencias mucho más rigurosas que el dirigible o el aeroplano, los cuales normalmente no tienen que preocuparse de su posición en altura por unos metros de más o de menos.

Los instrumentos que permiten observar la posición bajo la superficie de las aguas y obrar en consecuencia comprenden unos péndulos para controlar la inclinación, manómetros en comunicación con el mar, los cuales, por la presión que indican, dan la profundidad en la cual se navega. Maniobra se los timones de modo a mantener o bien llevar la aguja del manómetro y el eje del péndulo en una posición determinada.

Prácticamente, llévase a hacer describir al centro de gravedad del submarino una línea que no se separa 20 centímetros en más o en menos de la profundidad media. A pesar de esta estabilidad de sumersión, el submarino, maniobrando, puede pasar en pocos segundos por debajo de los acorazados de mayor calado. Los métodos de sumersión son tales que resulta posible, a pesar de las numerosas causas inferiores o exteriores que turban el equilibrio del submarino, confiar la obra a marineros poco ejercitados y realizar sumersiones concretas a pesar de las importantes perturbaciones resultantes de la agitación de la mar por consecuencia del mal tiempo.

Asegurada la navegación bajo el agua, el submarino debe poder guiarse en las tinieblas pues inútil es decir que el periscopio es su único órgano visual y éste sólo ve en la superficie. Si embarcados en un submarino echamos una ojeada por alguna de las aberturas de cristales, no acertaremos a ver más que algunos metros alrededor del casco, y tal vez alguno de los pacíficos habitantes del paraje invadido por el cetáceo de nuevo género que huye asustado.

El periscopio verdaderamente práctico data de unos quince años. Debe ser lo suficientemente prolongado para permitir al sumergible hundirse a una profundidad tal que su marcha no produzca movimiento en las capas superficiales de agua, y que la capa de agua que lo cubre forme una coraza suficiente para agotar la fuerza viva de los proyectiles y que el efecto perturbador del proyectil sobre el agua tenga ninguna eficacia. La longitud del periscopio excede frecuentemente de 5 metros y alcanza en ciertos buques a 7,50 metros.

Su diámetro muy débil, hace a su estela poco visible. Ofrecen un tan reducido blanco que se ha podido hacer disparar sobre un periscopio simulado a toda una sección de artillería ligera de un acorazado, sin llegar a derribarle. Y aunque un artillero del crucero inglés *Birmingham* logró destruir de un solo disparo de cañón el periscopio del submarino alemán U-15, su hazaña no tiene precedentes.

Para dominar, a pesar de esta gran longitud y pequeño diámetro, un campo suficiente para dirigirse, es decir comparable al que abarca la vista humana (50° aproximadamente), los periscopios poseen, además de dos sistemas reflectores a 45° emplazados en sus partes inferior y superior, dos sistemas de lentes muy complejas cuya disposición deriva de la de los aparatos astronómicos.

Establecidos de modo que puedan ser fácilmente montados o retirados, los periscopios son utilizados por el comandante del sumergible, que con su ayuda ve por la parte inferior del aparato todo lo que pasa a su alrededor. Y el comandante es el único que, sin ayuda posible, lo utiliza y ve al exterior a la vez que da órdenes en el interior para regular la ruta en dirección, apuntar los aparatos lanza torpedos y hacer fuego en tiempo oportuno.

La propulsión.—Si el problema de la sumersión se halla, por lo menos provisionalmente, ya resuelto, el problema de la propulsión, velocidad y radio consiguiente de acción está aún sobre el tapete para el sumergible, siendo indudablemente una cuestión capital para el desarrollo futuro de estos pequeños buques.

Complicase por el hecho de que en la hora actual el peso consagrado a la propulsión debe repartirse entre dos aparatos motores. El motor eléctrico se impone, en efecto, para la marcha en sumersión, porque los acumuladores que lo alimentan funcionan sin variación de peso, sin absorción de aire, sin caldeo de la atmósfera ni comunicación con el exterior. Por contra el peso considerable de los acumuladores sólo permite velocidades y radio de acción limitado. Ha sido preciso adjuntar otros motores para que el submarino, que es y continuará anfíbio, que no pasa más que una pequeña parte de su vida bajo el agua, pueda navegar realmente en la superficie y alejarse de su base.

Para esta navegación en superficie es necesario emplear combustible líquido. El carbón no se presta a una extinción rápida para que se pueda apagar inmediatamente el aparato motor de superficie, poner en marcha el motor eléctrico y hacer desaparecer súbitamente el submarino.

Este combustible líquido puede ser quemado en una caldera que produce vapor para alimentar una máquina alternativa o una turbina, y también puede

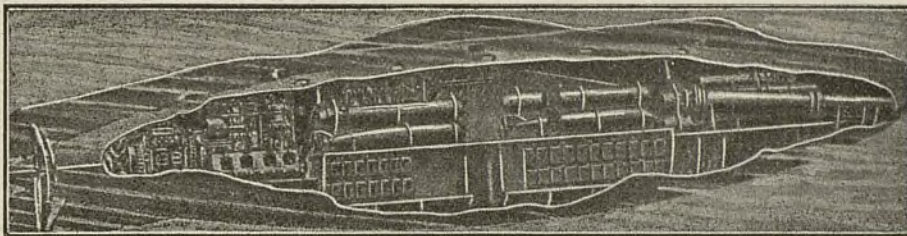
ser utilizado directamente en un motor de combustión interna.

Por razones numerosas, entre las cuales hay que citar el poco espacio ocupado, la rapidez de puesta en marcha y la economía del combustible, el motor de combustión interna tipo Diesel es el preferible en principio. Pero estos motores han dado lugar a dificultades a bordo con alguna frecuencia. No han alcanzado aún, en efecto, el grado de perfección y seguridad de los aparatos a vapor y las condiciones de peso y capacidad mínimas exigidas a bordo de un submarino dan lugar a riesgos de averías de origen mecánico y térmico.

Estas dificultades, que pueden obviarse cuando se trata de potencias medias, alcanzan su grado máximo cuando se trata de abordar potencias unitarias de 2000

namiento se halla garantido incluso en potencias elevadas.

Para estas potencias elevadas puédesse vacilar entre



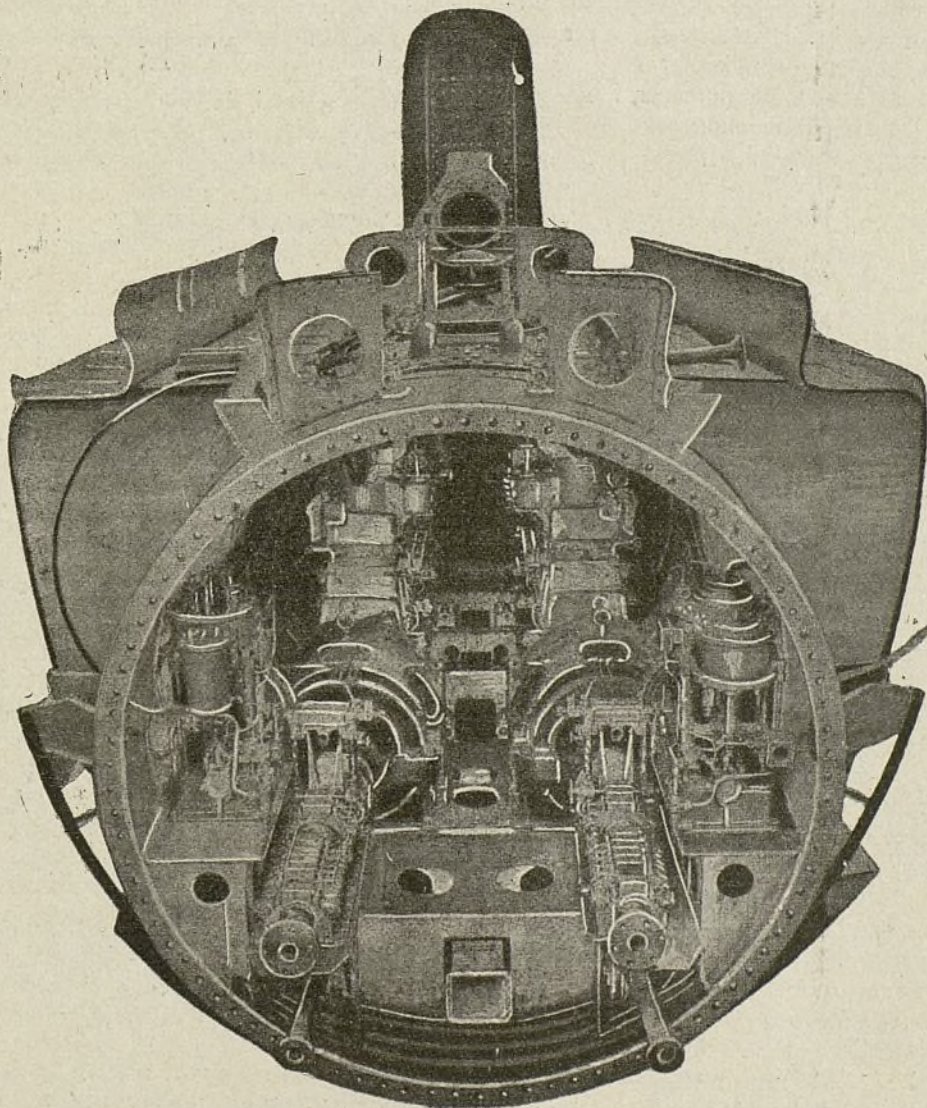
Maquinaria del submarino americano «Holland» construido en 1895.

la máquina alternativa y la turbina, tanto más cuanto la adopción reciente de engranajes reductores permitir acoplar en buenas condiciones la hélice propulsiva que gira con relativa lentitud a la turbina, cuya velocidad reducida, ya muy elevado con los aparatos a vapor, no serán muy exagerados con las turbinas, cuyo

fuerte consumo a pequeñas velocidades constituye un inconveniente ya muy conocido.

Los submarinos ingleses y franceses dan prueba a diario, desde que la guerra estalló, de su resistencia admirable. Lo mismo puede decirse de sus adversarios enconados, los sumergibles alemanes.

La aparición de los sumergibles alemanes ante los puertos ingleses del Canal de la Mancha y del mar del Norte son prueba plena de las grandes cualidades de maniobra y extraordinario radio de acción de estos buques. Pero no hemos de olvidar, si hemos de ser imparciales, el raid del submarino inglés B-2, hazaña perdida indudablemente entre otras ciento, sumergiéndose por debajo de las cinco líneas de minas que protegían la entrada de los Dardanelos para ir a torpedear el acorazado turco *Messoudieh*. Este pequeño buque, de un tipo muy anticuado, navegó sumergido durante nueve horas, desafiando los campos de minas y el fuego del acorazado turco a la vez que la acción de varios torpederos lanzados en su persecución. Al-



Sala de máquinas de un submarino alemán construido por la casa Krupp.

y 3000 caballos necesarios para los submarinos potentes y rápidos de construcción reciente.

Por ello en Francia varias veces se ha vuelto al empleo de las máquinas a vapor, cuyo empleo no está exento de inconvenientes, pero cuyo perfecto funcio-

gunos días más tarde, un submarino de la misma clase logró destruir tres de las cinco líneas de minas que protegían el estrecho. Es indudable que estos hechos de guerra debidos a este moderno medio de ofensa, resisten mejor los comentarios que la destruc-

ción premeditada de pacíficos buques neutrales de comercio: pero por lo visto la guerra culta de los tiempos modernos ha de traernos brutales sorpresas y entre ellas la negación de todo principio de humanidad.

Dos submarinos franceses lograron penetrar en el puerto de Pola, situado en el fondo del mar Adriático. Uno de ellos dejóse cojer, mientras el otro torpedeaba a boca de jarro al acorazado *Viribus-Unitis*.

Los submarinos ingleses y franceses concentrados en el Norte han estado, a partir del comienzo de las hostilidades, constantemente empleados en la costa enemiga y belga, en la bahía de Heligoland y fuera de ella, recogiendo interesantes informes sobre la composición y elementos de la flota enemiga.

El submarino navega siempre en la superficie y solo se sumerge cortos trayectos, para eludir el peligro o para acechar y cazar su presa. Los más largos trayectos realizados en sumersión no exceden en ningún caso de 200 kilómetros, y la velocidad máxima es de 20 al 40 por 100 de la máxima en la superficie, a pesar de que se destina a los aparatos motores que permiten la marcha en la superficie.

Algunas cifras bastan para explicar la razón de esta aparente anomalía. Mientras que una instalación a vapor pesa 25 kg. por caballo a la máxima potencia, una instalación eléctrica pesa 95 kg., 70 de ellos para los acumuladores. De suerte que, si se quiere franquear en 24 horas una distancia dada, por medio de acumuladores, hay que disponer de acumuladores en batería que pesará 750 kg. por caballo. Por el contrario, utilizando el vapor, la instalación productora de energía, caldera, agua, combustible, pesa junto 25 kg. por caballo, 15 de ellos para el petróleo.

Entre tanto, piénsase emplear el acumulador alcalino del género Edison. De construcción más mecánica, constituido por verdaderos metales, como el hierro y el níquel, es muy sólido y puede soportar los regímenes de carga y de descarga más agudos, hasta el corto circuito completo. La elección entre los dos tipos de acumuladores dependerá de las condiciones de velocidad y de distrancia franqueable que se lograrán en lo futuro con unos y otros.

La intensidad de las corrientes puestas en juego es del orden de 3.000 amperios. Aparatos de maniobra de gran potencia, muy complejos, aseguran su manipulación. Es muy difícil acrecer estas intensidades y, por consiguiente, la potencia, que excede ya de 800 caballos útiles por motor. Se ha puesto sobre el tapete también la cuestión de si, en razón de las dimensiones forzosamente limitadas de los cascos de los submarinos, sería posible llegar a contar con motores eléctricos de fuerza sensiblemente superior. Sólo el porvenir decidirá la cuestión, pues nadie sabe qué nuevos elementos hoy desconocidos pondrá en juego la ciencia y el ingenio del hombre y qué fuerzas enormes puede rendir la electricidad, creada tal vez en lo futuro bajo nuevas e insospechadas formas o arrancada quién sabe de qué ignorados e inagotables criaderos. Muchas realidades presentes hubiéranse calificado de imposibles treinta años atrás: no hay que abusar del vocablo por consiguiente.

A pesar de los incesantes perfeccionamientos aportados, hoy por hoy la solución eléctrica permanece oscura. El descubrimiento de un motor único, que sir-

viese lo mismo para la sumersión que para la superficie, potente y seguro al mismo tiempo, vendrá a aumentar de modo considerable el valor militar del submarino, pues haría posibles la marcha prolongada submarina lo mismo que la superficial, y podría navegar oculto todo el tiempo que concediese la necesaria renovación de aire. Y como ésta puede realizarse sin que el submarino salga completamente a flote, y podría ser activada por tubos provistos de ventiladores de admisión y expulsión, el submarino conservaría constantemente la inmensa ventaja de su invisibilidad y, por consiguiente, su casi absoluta invulnerabilidad.

Las tentativas de Payerne, los estudios de d'Allest y las patentes obtenidas para el empleo de gases explosivos por Escher Wiss, no han llegado a solucionar prácticamente el problema del funcionamiento de una caldera o motor de explosión bajo el agua.

En cuanto a los motores de explosión, fuera de las dificultades encontradas para su empleo en la superficie, su funcionamiento bajo el agua trae aparejada la necesidad de solucionar numerosos problemas suplementarios, de entre los cuales no es por cierto el menos importante la invisibilidad de los gases de escape evacuados.

Los dobles motores Diesel, de 900 caballos a seis cilindros, contruidos en América, para los submarinos del tipo Holland, son emplazados en la extremidad delantera del compartimiento junto al compresor de aire y las diversas bombas que hacen circular el agua de refrigeración, el combustible líquido y el aceite de lubricación. Los gases de escape son evacuados por un silencioso colocado bajo la superestructura, de donde se les dirige hacia la popa o se escapan bajo el agua.

La principal ventaja del motor de combustión es la rapidez con la cual un submarino flotante puede ponerse en estado de sumergirse: en veinticinco minutos un motor frío puede ponerse a plena marcha durante muchas horas. Llegase igualmente a revertir muy rápidamente el sentido de la marcha de los motores de combustión interna; pásase de la plena velocidad marcha adelante a la plena velocidad marcha atrás en 15 segundos.

La acumulación térmica ha sido estudiada por Maurice, que la aplicó en el submarino *Charles-Brun*, construido bajo sus planos. Empleó para ello calderas especiales en las que los tubos de agua se rodean de una mezcla de sales. Los ensayos del *Charles-Brun* mostraron que la marcha a vapor bajo el agua era realizable y que la habitabilidad del buque, para sumersiones de muchas horas, era satisfactoria.

La senda, pues, está trazada. Si se llega a poder adoptar el motor único de superficie y de sumersión, potente y seguro, con tanto afán buscado, el submarino verá aumentado su valor militar de modo extraordinario.

La vida a bordo.—No basta aumentar la fuerza y el radio de acción y resistencia del submarino; simultáneamente con ello hay que mejorar las condiciones de la vida a bordo, a fin de que la tripulación vaya al combate en las mejores condiciones de resistencia física y moral.

Por fortuna la tripulación es reducida; la instalación de los motores está combinada de modo conve-

niente y el lanzamiento de torpedos, de otra parte, exige un número de hombres bastante menos importante que una batería. La tripulación de un submarino de gran desplazamiento, comprendida la oficialidad, es de 30 a 40 hombres.

En los comienzos de la navegación submarina, uno de los problemas más estudiados fué la obtención de medios propios para asegurar la pureza del aire respirable. Experimentos posteriores han demostrado que esta cuestión no tiene toda la importancia que se le ha venido dando. Se han efectuado sumersiones de 10, 12 y hasta 15 horas sin renovar ni siquiera regenerar el aire. La tripulación no ha sentido molestias por esta prolongada estancia en el aire estancado del buque. Y esta estancia hubiérase podido prolongar aún más, porque el ácido carbónico creado por la respiración no alcanzaba aún un tenor peligroso. En realidad, las prolongadas sumersiones crean en el hombre una ligera depresión física, pero basta una ligera estancia al aire libre para devolver a la tripulación todo su vigor.

Las sumersiones que las operaciones militares exigen son lo suficientemente prolongadas para dar lugar a la tripulación a comer y dormir bajo la superficie del agua. A pesar de la exigüidad del local disponible, puédesen instalar camarotes de reducidas dimensiones para la tripulación, fáciles de montar y desmontar, dando cámaras a los oficiales, aunque forzosamente pequeñas. Cocinas eléctricas interiores, funcionando sin absorción y consumo de oxígeno y sin desprendimiento de gases quemados, permiten, independientemente de otras cocinas volantes, preparar alimentos calientes, incluso en sumersión. En los últimos modelos de submarinos de gran desplazamiento, púdose instalar espaciosos camarotes para la tripulación, dispensa de gran capacidad y varios waters. Todos estos locales están alumbrados por luz eléctrica, a falta de luz natural, no siempre al alcance de un sumergible, aún en pleno día.

En uno de estos buques no se puede, evidentemente, desarrollar las superestructuras, como en un buque ordinario. No obstante hay que poder permitir a la

tripulación ir a *respirar* y a reposar en el puente, y hay que tomar precauciones para que este puente sea habitable cuando el mar aparece picado. Se puede dominar la superficie del mar elevando el kiosko y la pasarela que lo rodea a una altura suficiente sobre el nivel de las aguas, que es la solución admitida en los sub-

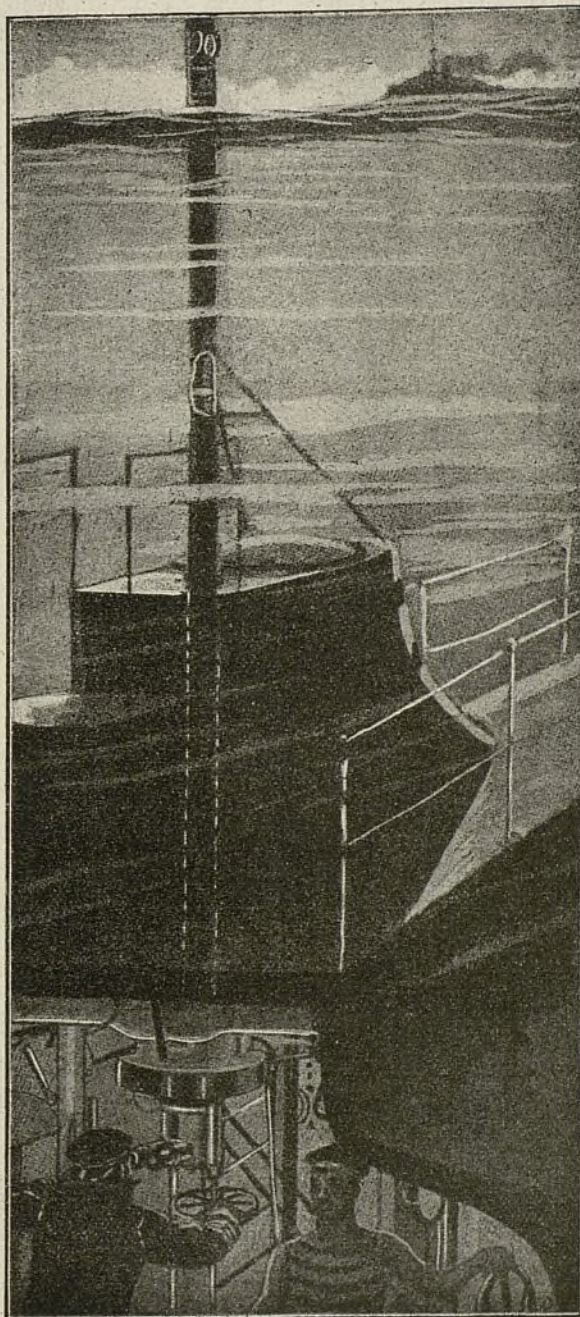
marinos de forma redonda y de «flotabilidad» mediana, o bien desarrollar el volumen de carena situada encima de la línea de flotación para que el buque ascienda al pasar a través de las olas, siendo ésta la solución admitida para los submarinos de gran «flotabilidad», cuyo perfil recuerda el de los buques de superficie. Merced a sus superestructuras más desarrolladas, estos últimos buques gozan de una habitabilidad exterior mejor. Como todas las comodidades, ésta no sale de balde: hay que embarcar, por ejemplo, más cantidad de agua en los *ballasts* para la sumersión, y por consiguiente crece la fuerza necesaria para la propulsión bajo el agua.

Es muy difícil, sin haber vivido a bordo, formarse idea exacta de la energía y de la resistencia de que han de dar prueba los oficiales y marineros de un buque submarino, y, por el contrario, el gran público exagera los peligros, muy reales no obstante, que los mismos corren.

Fuera de los peligros normales de la navegación, que en los submarinos se acentúan considerablemente, estos buques corren riesgos especiales que se intenta incesantemente restringir. Los peligros de explosiones son muy de temer. Varias se han producido, provocadas por la explosión de los gases detonantes que se desprenden al terminarse la carga de los acumuladores. En general, estas explosiones han determinado averías materiales, algunas veces muy importantes, pero no han ocasionado víctimas.

Las explosiones debidas al empleo de ciertos combustibles muy inflamables (gasolina, benzol), que se tiende a abandonar, son mucho más temibles, y han ocasionado víctimas muy frecuentemente.

Las vías de agua importantes, bien sea debidas a colisiones, a defectuoso cierre o a otras causas, tienen casi siempre consecuencias trágicas, con la pérdida



La parte central de manobra.

Por la luneta del periscopio el comandante observa el horizonte.

total del buque y de su tripulación, siendo especialmente de efectos irremediables en sumersión.

Para combatir el peligro lo que hay que hacer primero es hacer ascender el buque hasta la superficie, si se halla sumergido, y, en todos los casos, procurar aligerarlo. Obtiénese un aligeramiento inmediato e importante soltando el lastre suspendido bajo la quilla del buque, y expeliendo, con ayuda del aire comprimido, el agua encerrada en los ballasts. Esta última maniobra es mucho menos rápida que soltar la quilla, pero en cambio es mucho más eficaz. Las bombas permiten luchar contra la irrupción del agua. Cuando la vía de agua es de carácter muy grave, estos diversos medios son impotentes para neutralizar sus efectos, y por ello los submarinos de tipo más moderno han sido provistos de un compartimento estanco, de reducida importancia, para limitar los volúmenes invadidos.

Los inventores han estudiado el modo de escapar de un submarino en caso de vía de agua. Algunos han propuesto algo así como botes submarinos susceptibles de botarse desde el buque perdido, permitiendo a la tripulación subir dulcemente a la superficie del agua sin peligro alguno.

Fuerte por su invisibilidad y por la protección que le confiere la capa de agua que recubre su casco, el submarino puede, sin llamar la atención, aproximarse a la flota o a un buque enemigo y lanzar a poca distancia, marchando a poca velocidad, sus torpedos automáticos, de blanco seguro y efectos fatales.

La pérdida de cinco cruceros ingleses, unido a los efectos del bloqueo de Inglaterra por los submarinos alemanes, son prueba de lo que puede esperarse de esta arma militar.

Existen en el mundo cuatrocientos submarinos aproximadamente, en servicio o bien en construcción. Su tonelaje crece sin cesar, porque este detalle, como sucede en otro género de buques, facilita mucho la solución de las dificultades relativas a la velocidad, habitabilidad, radio de acción y cualidades náuticas.

Los grandes submarinos de los tipos más modernos tienen una longitud aproximada de 75 metros. Su volumen total alcanza 1200 metros cúbicos. Desplazan en superficie de 800 a 900 toneladas.

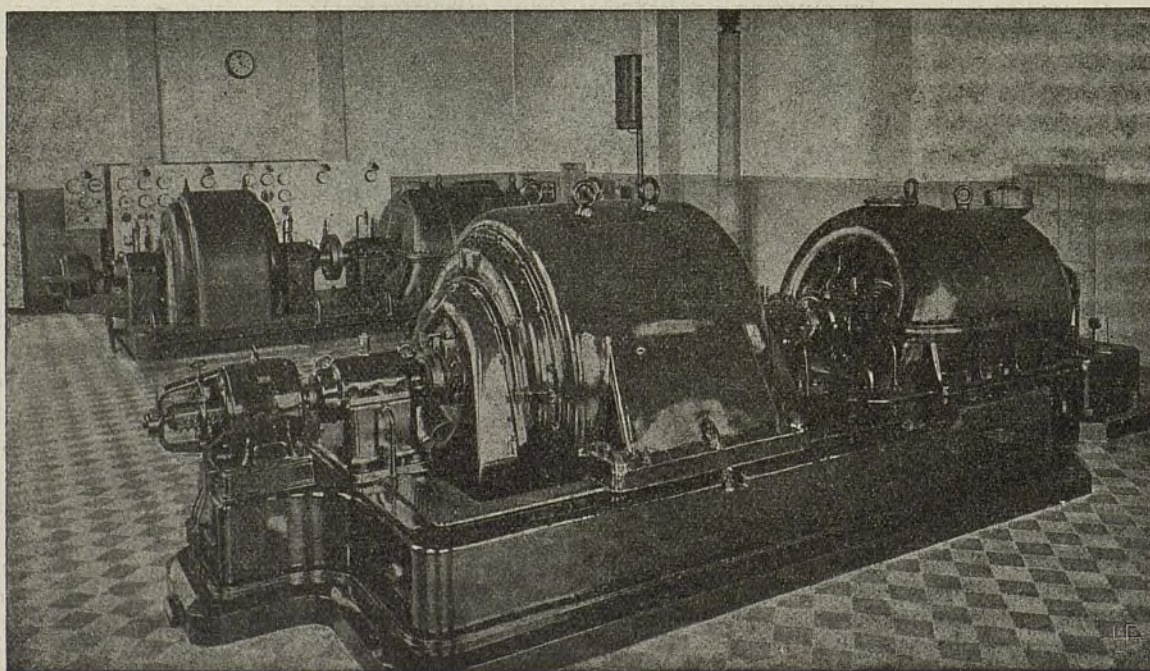
Considérase como realizables velocidades de más de 20 nudos en superficie y de 12 en sumersión. Háblase de radios de acción en superficie de más de 9.000 kilómetros, y de 300 bajo el agua. Todos los buques de construcción moderna tienen por lo menos dos líneas de árboles y la fuerza transmitida por cada uno de estos ejes es de varios millares de caballos.

Falta al submarino llegar a alcanzar la velocidad de 25 nudos en superficie y 15 a 16 en sumersión, que es la suficiente para acompañar a las armadas y tomar parte en los combates navales. Estas velocidades le permitirían operar durante la noche como destroyer y de día como submarino; y cuando este ideal se alcance ya no habrá más que un solo tipo de buque lanza torpedos.

Sociedad Española de Electricidad ALLMÄNNA SVENSKA

Alcalá, 66. — MADRID

= Maquinaria e Instalaciones Eléctricas de todas clases =



TURBOALTERNADORES DE 1000 KILOWATS.



FOTOGRAFÍA PRÁCTICA



..... DIRECTOR DE ESTA SECCIÓN: J. BALTÁ DE CELA

Pantallas amarillas económicas

Son muchos los aficionados que emplearían con bastante frecuencia las pantallas amarillas, al objeto de lograr los más hermosos efectos de contraste, si el precio de aquéllas fuese más abordable, pues los fabricantes de dichos accesorios parecen ser un obstáculo para la vulgarización de su empleo.

He aquí una manera muy sencilla de prepararlas eficaces y por poco precio. Se toma una placa positiva, no impresionada, y se fija en un baño de hiposulfito nuevo. Si se trata de una placa velada, se tratará entonces por el siguiente baño reductor:

Agua	100 c. cúb.
Hiposulfito sódico	20 gramos
Ferricianuro potásico	5

Cuando la placa aparezca completamente transparente, se lava en abundancia y se la deja en una solución saturada de ácido pícrico o mejor todavía de picrato amónico.

Después de un cuarto de hora de inmersión, se lava en agua corriente y se deja secar, obteniendo entonces la pantalla amarilla deseada. La coloración resulta algo pálida, pero el efecto es seguro. Si la solución fuese alcohólica se conseguiría una entonación más intensa de color, quizás algo excesivo.

Ensayo del metol

El metol comercial (sulfato de metilparamidofenol) es adulterado algunas veces con sulfato de paramidofenol no metilado. Para descubrir el fraude se utiliza la propiedad que presenta el metol verdadero, de disolverse completamente en dos o tres veces su peso de ácido clorhídrico concentrado y puro, mientras que el sulfato de paramidofenol es enteramente insoluble.

El método operatorio indicado por Mr. A. Nicolle, consiste en agitar en un tubo de ensayo, 1 gramo del producto con 2 ó 3 c. cúb. de ácido clorhídrico concentrado y puro; si transcurridos algunos minutos, el producto no se ha disuelto por completo, señal demostrativa de su impureza y en consecuencia contendría el sulfato de paramidofenol.

Es conveniente asegurarse por una incineración previa, que el metol que se ensaya no contiene materias minerales o por lo menos que éstas no exceden de 0'5 por 100.

Imágenes ferro-prusiato

El papel llamado ferro-prusiato, desarrollado sencillamente con agua, como de ordinario se efectúa, proporciona muchas veces imágenes algo imperfectas, siendo posible, sin embargo, obtener imágenes brillantes y bien detalladas, tratando el papel de la manera siguiente:

En primer lugar se tirará la prueba un poco más intensa que de costumbre y al retirarla del chasis-prensa se la deja durante cinco minutos en un baño compuesto de:

Agua	200 c. cúb.
Amoniaco	2

El amoniaco se añadirá inmediatamente antes de su empleo, después de la inmersión de la prueba en el agua. La imagen, al salir de este baño presenta un

tinte o coloración gris-pálida. Después de lavada en gran cantidad de agua se la sumerge en:

Agua	200 c. cúb.
Acido cítrico	110 gr.

El desarrollo tiene lugar casi instantáneamente: la imagen adquiere, en primer término, una coloración verdosa que pasa en seguida al color azul y al cabo de medio minuto queda la operación terminada. Entonces se lava abundantemente y la imagen presenta brillo y aspecto análogo a las obtenidas sobre papel de impresión directa con las grandes luces muy claras y puras, y con las medias tintas perfectamente detalladas. El ácido cítrico puede reemplazarse por los ácidos acético u oxálico, pero aquel es el que produce los mejores resultados.

Depuración del agua

Para depurar económicamente la considerable cantidad de agua que es necesaria en las diversas manipulaciones fotográficas y despojarla de los microorganismos que atacan más o menos activamente a la gelatina de los negativos y de las pruebas, se puede utilizar el siguiente procedimiento:

Se añadirá al agua, aun cuando se encuentre muy cargada de bacterias, una cantidad de 0'005 gramos de cloruro de cal por litro o sean unos 5 gramos por metro cúbico; en dos horas como máximo, todos los gérmenes estarán desorganizados.

Para descomponer el cloruro de cal no destruido, se adiciona al líquido 0'002 gramos de sulfito sódico por litro, lo que equivale a 2 gramos por metro cúbico. Un exceso de sulfito no presenta inconveniente para el caso, pues transcurridas 12 ó 14 horas, dicho sulfito no utilizado, habrá sido transformado en sulfato, por la acción del oxígeno que se halla disuelto en el agua. Después de esta doble operación, el agua presenta reacción neutra sobre el papel de tornasol.

Este procedimiento puede aplicarse a cantidades considerables de agua la cual quedará depurada y esterilizada rápidamente y en condiciones económicas.

Las sales que resultan de estas operaciones son aquellas que se encuentran normalmente en el agua ordinaria, no destilada, (llamada agua potable) y que se utiliza para la mayor parte de manipulaciones fotográficas. Son pequeñas cantidades de sulfatos sódico y cálcico así como una pequeña proporción de cloruro cálcico.

Es inútil añadir que el líquido resultante constituye una excelente agua potable esterilizada, comparable a la mejor agua hervida, lo cual no es de despreciar en nuestros días que tanto se temen las enfermedades infecciosas.

Baño fijador al hiposulfito amónico

El baño fijador preparado con hiposulfito amónico, presenta la ventaja de actuar más rápidamente y permite una rápida eliminación de las sales contenidas en la capa gelatinosa de la placa. Pero tales ventajas desaparecen usando un baño fijador ya agotado y por lo tanto cargado de compuestos argénticos. Para conseguir un fijado rápido y una fácil eliminación de las sales contenidas, precisa utilizar un baño de preparación reciente. He aquí una fórmula muy recomendable:

A. Cloruro amónico	100 gramos
Agua	500

B. Hiposulfito sódico	250 gramos
Agua	500

Al momento de servir se mezclarán ambas soluciones. Aun cuando se notará el desprendimiento de una pequeña cantidad de amoníaco, el citado baño se conserva transparente durante bastante tiempo pudiendo servir lo mismo para el fijado de las placas, como para los papeles al bromuro.

Fotografías mágicas

Prepárese primeramente una solución de gelatina al 3 por 100 en agua templada; una hoja de papel cualquiera, no encolado, se baña en la gelatina, dejándole secar después. Se prepara luego un baño de bicromato al 3 por 100 y cuando tengamos seco el papel se le deja flotar sobre este baño sin sumergirlo y transcurridos tres o cuatro minutos se retira el papel y se deja secar nuevamente. No conviene olvidar que dicho papel resulta ahora sensible a la luz blanca y en consecuencia deberá manipularse a la luz roja o amarilla del laboratorio.

El papel así preparado se coloca en un chasis-prensa detrás de un negativo cualquiera y se obtiene una prueba, en la cual resulta la imagen coloreada en amarillo sucio. A continuación se lava la imagen en agua fría para disolver el bicromato no impresionado y luego en agua caliente para disolver la gelatina que no haya vuelto insoluble y por último en una solución de gas sulfuroso, en donde la imagen desaparecerá enteramente.

Cuando el pliego del papel es seco, no demuestra la menor traza de imagen. Una prueba así preparada es la que enseñaréis a los amigos. Entonces sumergiendo el papel en una vasija con agua, aparecerá la imagen. Esta resulta en blanco sobre fondo oscuro. Secándose, vuelve enteramente blanco el papel, pero si se introduce nuevamente en el agua, la imagen reaparece pudiendo repetir las experiencias varias veces.

Papel al cromato de cobre

El siguiente procedimiento, preconizado por Benham, aunque algo antiguo, permite obtener fácilmente hermosas imágenes de valores diferentes, tomando negativos vigorosos y de contrastes.

Se preferirá un buen papel encolado a la gelatina, así como el papel llamado de simple transporte, que resulta excelente para este caso. Se sumerge el papel en la siguiente composición, la cual se conserva indefinidamente después de filtrada:

Agua destilada	170 c. cúb.
Sulfato cúprico	8 gramos
Bicromato potásico	15

A voluntad podrá extenderse abundantemente el líquido anterior, sirviéndose al efecto de un pincel plano o paletilla. El papel una vez dejado secar en la obscuridad se expondrá debajo un negativo en el chasis-prensa, hasta que en las sombras aparezcan los más finos detalles y después se lava para eliminar las sales solubles. Es necesario que, en este instante, las grandes luces de la imagen aparezcan blancas observadas por transparencia. La imagen que resulta débil en apariencia, se desarrolla mediante una solución acuosa de ácido pirogálico recientemente preparada; al cabo de un par de minutos aparece de una coloración sepia. Una buena fórmula de baño revelador es la siguiente:

Agua	100 c. cúb.
Acido pirogálico	1 gramo
Acido acético	10 c. cúb.

Una vez terminado el desarrollo se lava en abundancia y se deja secar.

Si la imagen presenta cierto aspecto velado, podrá reducirse mediante una solución de ácido oxálico al 1 por 100. Caso de resultar excesivamente impresionada y gris, podrán aumentarse los contrastes tratándola por una solución acuosa de agua de Javel del comercio en solución de 1 por 5.

El método Benham es uno de los mejores para el aficionado pues resulta fácil y económico, obteniendo imágenes que pueden considerarse como inalterables.

Conservación de los productos

utilizados en fotografía

Para satisfacer los deseos indicados por varios de nuestros nuevos lectores, vamos a recordar la mejor manera de conservar las diferentes categorías de productos químicos que de ordinario figuran en los laboratorios y talleres de fotografía.

1.^a Las *substancias delicuescentes*, es decir aquellas que en contacto del aire absorben vapor de agua y aquellos otros cuerpos que se oxidan con facilidad, se guardarán en frascos cuidadosamente tapados con buenos corchos, previamente sumergidos en un baño de parafina fundida. Esta clase de tapones son preferibles a los de vidrio, pues evitan la adherencia que estos últimos presentan muchas veces y que resulta en extremo desagradable.

He aquí la lista de los productos que deben conservarse de este modo:

Acido pirogálico	Metol
Amidol	Nitrato de uranio
Carbonato amónico	Potasa cáustica
Carbonato potásico	Sosa cáustica
Cianuro potásico	Sulfato ferroso
Cloruro férrico	Sulfato sódico
Glicina	Sulfocianuro amónico
Iconógeno	Sulfocianuro potásico
Metabisulfito potásico	Yoduro potásico

2.^a *Productos corrosivos*.—Estos productos deberán ser guardados en frascos con tapones esmerilados:

Acido acético	Amoníaco
Acido clorhídrico	Bromo
Acido nítrico	Formol
Acido sulfúrico	Yodo
Agua oxigenada	Persulfato amónico

3.^a *Productos volátiles* que necesitan permanecer en frascos perfectamente tapados con buenos corchos parafinados, o con tapones de vidrio esmerilados pero que ajusten bien:

Acetato de amilo	Colodión
Acetona	Eter
Alcohol	Formol

4.^a *Productos que guardados en frascos esmerilados, deberán, de preferencia, tenerse al abrigo de la luz y mejor en la obscuridad:*

Cianuros	Sol. de nitrato de plata
Eosina	Sol. de cloruro de oro
Eritrosina	Sol. de cloroplatinito potásico

5.^a Los siguientes compuestos no necesitan precauciones especiales:

Acetato sódico	Carbonato sódico
Acido cítrico	Citrato potásico
Alumbre ordinario	Cloruro mercurio
Alumbre de cromo	Ferricianuro potásico
Borax	Hiposulfito sódico
Bromuro potásico	Oxalato potásico

Las indicaciones que acabamos de señalar podrán ser útiles especialmente a los aficionados, los cuales por lo general no consumen gran cantidad de productos y en consecuencia no los renuevan más que a largos intervalos.