Ingeniería Naval

REVISTA TECNICA

ORGANO OFICIAL DE LA ASOCIACION DE INGENIEROS NAVALES

Fundador: AUREO FERNANDEZ AVILA, Ingeniero Naval

Director:

AÑO XXII — MADRID, NOVIEMBRE DE 1954 — NUM. 233

Sumario

Págs.

Consideraciones generales sobre racionalización del trabajo, por *Aureo Fernández Avila*, Ing. Naval 710
Convertidores electrónicos, por *José María González-Llanos*, Ing. Naval 717

Información Legislativa 734

INFORMACION PROFESIONAL

Sobre el modo correcto de calcular la potencia en el eje de cola y el rendimiento de un propulsor 741
Sobre el comportamiento de los metales por lo que se refiere al crecimiento sobre ellos de los animales marinos 742
El equipo propulsor de los buques "L" 743

Revista de Revistas 748

INFORMACION GENERAL

Extranjero.—La industria de la construcción naval de los Estados Unidos pasa por un momento de crisis aguda, debido a la falta de encargos 755
El mayor buque mercante construído en la República Federal alemana para navegar bajo su bandera 755
En Italia se producen quejas por el excesivo precio de las reparaciones 755
La construcción naval en Austria 755
Japón construirá dos petroleros gigantes para los Estados Unidos 755
Nuevo transbordador para el Estrecho de Gibraltar 756
La situación de la construcción naval en Inglaterra 757
En Francia se anuncian nuevas medidas para favorecer la construcción naval 758
La construcción naval en Suecia 758
Nuevos astilleros en Rotterdam 758
Próspera situación de la Sociedad Técnica de Construcción Naval (S. T. G. alemana). 759
En Italia se ha celebrado una Convención Nacional para la construcción naval y los fletes 759
Actividad en los astilleros franceses 759

Nacional.—Conferencia internacional sobre métodos no destructivos de estudio y comprobación de materiales 760
Entrega a la Marina de guerra del dragaminas "Almanzora", construído en la factoría de La Carraca, de la Empresa Bazán 760
Buque bacaladero "Santa Elvira". Pruebas y entrega 761
Botadura del buque costero "San Antón" en Astilleros y Talleres del Noroeste, S. A. 761
IX Congreso Internacional del Frío 761
Botadura del buque mixto de carga y pasaje "Ernesto Anastasio" 762
Exportación de cinco pesqueros construídos en los astilleros de Barreras, de Vigo. 762

Dirección y Administración: Escuela Especial de Ingenieros Navales—Ciudad Universitaria—. Apartado de Correos 457. — Teléfono 23 26 51

Suscripción: Un año para España, Portugal y países hispanoamericanos, 130 ptas. Un semestre, 70 pesetas. Demas países, 160 pesetas.

NOTAS.—No se devuelven los originales. Los autores son directamente responsables de sus trabajos. Se permite la reproducción de nuestros artículos indicando su procedencia.

CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE RACIONALIZACION DEL TRABAJO[1]

POR

AUREO FERNANDEZ AVILA

INGENIERO NAVAL

1.—Generalidades.

Nunca se ha discutido tanto, ni se han puesto de manifiesto tantas inquietudes sobre el tema de la baja productividad de nuestra industria como en la hora presente. Y es que, en efecto, mientras esto no se remedie será muy difícil atenuar el desequilibrio existente entre precios y salarios y aumentar paralelamente el nivel de vida de nuestras clases humildes y trabajadoras. Pero preocupa observar cómo, quizá por un examen demasiado superficial del problema, personas que ocupan cargos de responsabilidad en la industria suelen con frecuencia atribuir el mal a la influencia casi exclusiva de un determinado factor, con olvido de que, dada la complejidad de la cuestión, son muchos los que intervienen, y existe entre ellos tal interdependencia que es necesario considerar el problema en su conjunto, ya que las medidas que se adopten para solucionarlo deben comprender aspectos muy diversos, cuya coordinación es imprescindible para poder realizar una labor eficaz. Así, para unos lo fundamental es disponer en tiempo oportuno de los materiales necesarios; para otros, lo que hay que mejorar es el rendimiento del obrero, que debe exigirse fortaleciendo la disciplina laboral y estimularse mediante el uso de incentivos adecuados; para otros, son los elementos de trabajo y la maquinaria los que deben ser urgentemente modernizados, sustituyéndolos por otros que permitan producciones más elevadas; para otros, son las relaciones humanas en el trabajo; y, en fin, para otros, es la inamovilidad de la mano de obra que de hecho existe en nuestro país la que coarta el estímulo para efectuar reorganizaciones que puedan tener como resultado una disminución del personal de la empresa.

Y, en efecto, todos estos factores influyen en medida más o menos grande en la productividad; pero no son los únicos. Y como corresponden su mayor parte al grupo de factores externos, esto es, a aquellos sobre los cuales poco control puede tener la factoría, enmascaran con frecuencia al más importante provinente de una organización defectuosa, que debe ser urgentemente modificada con arreglo a criterios científicos, y, una vez implantada, hacer que se cumpla en todos sus detalles; pero sin olvidar que el problema orgánico de una factoría puede tener muchas soluciones diferentes y que todas pueden ser buenas, siempre que se ajusten a ciertos preceptos básicos que, por elementales y sencillos, son con frecuencia los más difíciles de satisfacer.

Las dificultades con que se tropieza para la aplicación de los métodos científicos de trabajo son debidas a diferentes causas; pero entre ellas merece destacarse, como una de las más importantes, la resistencia mental por parte de quienes han de ponerlos en práctica, a modificar una rutina practicada tradicionalmente durante largo tiempo. Por ello es frecuente tener que luchar con los prejuicios de los propios

(1) Conferencia pronunciada por su autor en el ciclo organizado por el Instituto Nacional de Racionalización del Trabajo al personal directivo del Instituto Nacional de Industria.

directores de las empresas, muchos de los cuales están convencidos, de buena fe, de que la organización de tipo personal que han ideado para sus industrias, es la mejor posible, y que si otras similares funcionan en el extranjero con mejores rendimientos, es debido, fundamentalmente, a los mayores medios con que cuentan y a la influencia de los factores externos, poco favorables en España durante los últimos años.

A propósito de este extremo decía Taylor en un pasaje de la introducción de su libro *Principios de Organización Científica* lo siguiente: "En el pasado, la idea predominante se expresaba en la frase: los directores de la industria nacen, no se hacen, y la teoría afirmaba que cuando se había conseguido el hombre conveniente, podía dejársele, sin ningún riesgo, la elección de los métodos. En el futuro deberá comprenderse que nuestros jefes de industria deben ser instruídos correctamente, y que no hay hombre, por hábil que sea, que con el antiguo sistema de organización personal pueda tener la esperanza de competir con un equipo de hombres comunes, pero bien organizados y que sepan coordinar sus esfuerzos."

Años más tarde, en 1927, con motivo de la sesión de apertura del III Congreso Internacional de Organización Científica del Trabajo, que tuvo lugar en Roma, el señor F. Mauro, presidente del "Ente Nazionale per l'Organizzazione Scientifica del Lavoro", se expresaba en parecidos términos cuando al referirse a la implantación del método científico, decía: "Pero es indudable que, previamente, los jefes de industria estén persuadidos de que la fábrica que es capaz de suministrar los resultados más útiles no es la fábrica tradicional a que están acostumbrados, sino una fábrica nueva, organizada según principios nuevos y trabajando según métodos nuevos."

Es, por ello, imprescindible, como cuestión previa, hacer la propaganda necesaria en cada caso, para llevar al convencimiento de los directores y jefes de empresa la conveniencia de ensayar los nuevos métodos, pues este convencimiento debe transmitirse de arriba abajo a todo el personal y es indispensable que exista para abordar con éxito un cambio fundamental en la organización.

Un defecto de información ha hecho que durante mucho tiempo estuviera arraigada la creencia de que los principios de la organización científica del trabajo no podían aplicarse con éxito más que a las grandes producciones en serie, donde la repetición de determinadas operaciones introducía, ya de por sí, una considerable reducción en el coste de los productos. Sin embargo, nada más lejos de la realidad, pues dichos principios tienen un carácter abstracto y universal, que los hace aplicables a cualquier tipo de empresa, del mismo modo que las leyes físicas generales rigen a fenómenos de índole variadísima. En relación con esto decía Taylor en su libro ya citado: "Los principios fundamentales de organización científica son aplicables a toda clase de actividades humanas, desde nuestros actos individuales más simples hasta el trabajo de nuestras grandes corporaciones que exige la más esmerada cooperación."

Una organización, para ser eficiente, debe poseer la flexibilidad necesaria para acomodarse con agilidad a las variaciones del medio ambiente, que cambia rápidamente con el progreso de la técnica y con las exigencias del mercado. La organización de una empresa deberá, por tanto, estar en evolución constante si ha de guardar armonía con los nuevos requerimientos que incesantemente se presentan. Debe, pues, ser estable en cuanto a sus principios básicos, pero inestable en cuanto a los métodos y a su estructura general, que deben ser revisados con la frecuencia necesaria. En el X Congreso de Organización Científica que acaba de tener lugar en San Pablo, al tratar de las técnicas modernas de dirección, en la Sección VII (informe redactado por Estados Unidos), se decía:

"Cada sociedad tiene un proyecto de organización. Pero en demasiados casos es el resultado de improvisaciones para hacer frente a situaciones particulares. He aquí sus objetos: a) ..., b) ...

c) Alteración progresiva de la estructura orgánica para mantener armonía con las oportunidades y problemas variables del negocio, con un examen crítico, al menos una vez al año, de todas las partes de la citada estructura, para asegurarse que se lleva a la práctica su alteración progresiva."

Es fundamental, en cualquier organización, que la dirección posea en cada momento la información precisa para tomar sus decisiones con acierto y para tener el debido conocimiento

de los hechos que se producen en la factoría. Los peores defectos son los que pasan inadvertidos, puesto que van produciendo sus perniciosos efectos sin que puedan ser corregidos; por tanto, es preciso descubrirlos cuanto antes y estudiar las causas que los originan. Ello lleva consigo la necesidad de crear nuevas oficinas de preparación de trabajo y análisis de sistemas, tiempos y operaciones, con el consiguiente aumento de los gastos generales; oficinas que requieren el concurso de personal especializado, que frecuentemente no se tiene y que hay que formar, y aunque el tiempo necesario para ello pueda no ser largo, representa una de las dificultades más o menos reales con que hay que luchar. Claro está que el aumento de los gastos generales no supone más que una variación en el reparto del coste entre materiales, jornales y gastos generales, y que este aumento, cuando la organización funciona normalmente, está largamente recompensado con la disminución que se obtiene en los jornales directamente aplicados a la obra.

"Uno de los principios que inspira toda moderna organización (conferencia dada por el autor en Barcelona, "La Racionalización del Trabajo en España", 1950) es descargar al director de un gran número de funciones, para conseguir que nunca se encuentre agobiado por el trabajo rutinario de la factoría. Su tiempo es precioso, y debe poder disponer del necesario *para pensar* en las mejoras y perfeccionamientos de todo orden que debe introducir continuamente. Hoy deben ir las cosas mejor que ayer, y mañana mejor que hoy. Nunca debe ocuparse en asuntos que pueda realizar con éxito uno de sus subordinados, y le ahorrará un tiempo valioso preparar a éstos convenientemente, para que los de su personal competencia sean los menos posibles. Sólo la alta inspección de todos los servicios y la última decisión en los asuntos importantes constituyen materia privativa suya, como adscritos íntimamente a la responsabilidad indeclinable del buen funcionamiento de la empresa."

Según "Hdges", el número de jefes de departamente con los que el director debe mantener contacto directamente ha de estar comprendido entre tres y ocho. Un número menor significa que trata de realizar demasiadas funciones, mientras que si excede considerablemente de ocho es imposible prestar la atención debida a los asuntos que se le sometan.

La misión más importante de la empresa es producir. Por ello, es tendencia general dar la máxima preponderancia a cuanto con la producción se refiere. El jefe de producción—designado también frecuentemente con el nombre de jefe de trabajos—es la persona más destacada de la organización, después del director, y dispone de oficinas adecuadas, donde se proyectan los planes de trabajo y se efectúa el análisis de la producción.

2.—Los instrumentos.

Hemos visto que la *Organización Científica del Trabajo* persigue principalmente aumentar el rendimiento del esfuerzo humano mediante un estudio racional y sistemático de los factores que intervienen en la producción. Los principios en que se basa, los postulados en que se apoya, son, con frecuencia, de una extraordinaria sencillez, y entre ellos y los brillantes resultados obtenidos en las aplicaciones a numerosas empresas industriales sólo media una teoría y una técnica que permitan conocer los hechos y llevar a la práctica las mejoras que resulten de su observación. En el fondo nos encontramos ante un proceso lógico similar al de otras disciplinas de más alto nivel científico que nos son familiares, como la geometría, la mecánica racional, la termodinámica, etc.

Siguiendo el paralelo, diremos que en todo proceso industrial existen leyes que rigen su funcionamiento, al igual que sucede en un fenómeno físico. Pero en este caso la complejidad de las causas que intervienen hace que sea más difícil descubrirlas, y que en el mejor de los casos su conocimiento sea más incompleto y menos preciso. Es necesario disponer de instrumentos adecuados, que son verdaderos laboratorios burocráticos, para observar los hechos y proporcionar a la dirección la información indispensable para tomar las decisiones con acierto. Estas mismas oficinas deben estar preparadas para proponer a la dirección las medidas más oportunas que tiendan a mejorar determinados aspectos de la organización.

La contabilidad, cuando está llevada con arreglo a ciertas normas, puede constituir también un excelente medio de información; esto es muy importante, pues supone una mejor utilización del personal administrativo, siempre

numeroso, dedicado a este fin, y hace del balance y sus anexos, no sólo un instrumento de comprobación contable, sino un instrumento de control al servicio de la dirección.

Merece especial mención el instrumento estadístico como medio de información y previsión. La imperfección humana impide que podamos ejecutar una obra con precisión ni conocer un fenómeno con certeza. Precisión y certeza envuelven conceptos ideales fuera de nuestro alcance. Esto es perfectamente conocido de vosotros, y así, por ejemplo, todos sabéis que realizar un taladro de un determinado diámetro carece de sentido técnico, pues sólo puede ejecutarse cuando se fija el grado de aproximación o error que puede ser admitido, esto es, la *tolerancia;* así como las pruebas de recepción a que ha de ser sometido. En resumen, tenemos que definir el taladro y, en general, un trabajo u operación cualquiera por las pruebas de recepción a que debe satisfacer. Pero estas pruebas, ¿serán adecuadas para el objeto a que se destinan? Siendo el grado de precisión tanto más caro cuanto más elevado, ¿en qué punto debemos detenernos en nuestras exigencias? Y aquí surge una situación de compromiso entre la técnica y la economía, que será tratada en la conferencia dedicada a "Tolerancias".

Igual que con la precisión, ocurre con la certeza. El conocimiento de los caracteres referentes a los variados colectivos complejos y numerosos que pueden interesar en una empresa industrial, tales como piezas iguales, operaciones, personal, mercados, etc., sólo puede conseguirse de una manera aproximada mediante la aplicación de las técnicas estadísticas y del cálculo de probabilidades. Hasta en el caso más sencillo de que se trate del reconocimiento de un lote grande de piezas iguales, las características que sólo puedan deducirse de las pruebas destructivas de cada pieza no podrán referirse más que a un reducido tanto por ciento del lote total; y, por tanto, tendremos que inferir del resultado obtenido en las piezas destruídas el que *probablemente* puede esperarse del resto del lote que no ha de ser probado. Y aquí nos encontramos de nuevo con un problema parecido al del párrafo anterior. En lugar de certeza tendremos probabilidad, y el complemento a uno de esta probabilidad representará nuestra tolerancia con el error. Y, como antes, el precio de nuestro conocimiento crecerá rápidamente a medida que la probabilidad con que deseemos conocer los hechos se aproxime a uno.

La aplicación de los métodos estadísticos al conocimiento de caracteres colectivos conduce al control de calidad, cuando se trata de piezas; a la investigación operativa, cuando de operaciones, a los métodos de sondeo para personal y mercados, al proyecto de experimentos, etc., y requiere la existencia de oficinas con personal especializado, a las que se da una importancia creciente en las modernas organizaciones. Y no sólo se las emplea como instrumento de conocimiento, sino también de previsión, que, partiendo de la experiencia pasada, permite deducir tendencias y estudiar la probabilidad de que se produzcan en el futuro determinados acontecimientos.

En un artículo próximo a ser publicado en la revista *Racionalización,* el profesor Deming dice, a propósito del empleo de métodos estadísticos, lo siguiente:

"1. Los métodos estadísticos son tan efectivos o más en las pequeñas industrias como en las grandes. En estas últimas una nueva idea requiere más tiempo para ser admitida y llevada a la práctica.

2. Los métodos estadísticos son, incluso, más efectivos en talleres que realizan una labor manual que en los que están altamente mecanizados.

3. Los métodos estadísticos son efectivos incluso en industrias cuyos negocios se desarrollan en pequeña escala. La producción en masa no es necesaria para el uso efectivo de aquéllos.

4. Los métodos estadísticos son más necesarios cuando las primeras materias son escasas y caras (Japón es un notable ejemplo).

5. Los métodos estadísticos son esenciales:

a) En ensayos y comparación de materiales y máquinas.

b) En el desarrollo de nuevos proyectos y desenvolvimiento de nuevos procesos.

c) En la compra y venta del producto en el mercado, tanto como en la fabricación, montaje e inspección de aquél."

En el informe de la Sección VII del Congreso de San Pablo, encomendado a Estados Unidos, se decía a este propósito lo siguiente: "Partiendo del concepto del muestreo estadístico de la producción, de finalidad relativamente limitada, que se ha desarrollado durante los últimos

veinte años, se ha derivado el concepto más comprensible del muestreo del trabajo. Encuentra actualmente su mayor utilización en el campo del análisis de la *calidad* y en el del análisis de la *actividad*. Los datos proporcionados por estos análisis proporcionan las bases para las decisiones de la dirección y el *control* de la calidad o de la actividad.

1. El *análisis y el control de la calidad* comprenden la observación hecha al azar de un lote de ciertos productos variables sobre un número de unidades de productos elegidos determinado estadísticamente.

2. El *análisis y el control de la actividad* comprenden la observación hecha al azar de un hombre, de una máquina o de la combinación hombre y máquina. Es de especial aplicación en el estudio de la utilidad de los hombres y de la maquinaria, para determinar las causas de fallo de las máquinas y la duración de las paradas por causas mecánicas."

3.—Los mecanismos.

La técnica para aplicar en la práctica corriente los principios de la organización científica comprende la teoría de los métodos, el estudio de tiempos y movimientos y la simplificación de operaciones. Estas materias son del mayor interés, pues significan el punto de partida para la reforma de una organización. No se trata ya de discutir los principios generales en que debe apoyarse, sino de estudiar la manera práctica de llevar a cabo su doctrina persiguiendo los tiempos perdidos, disminuyendo el esfuerzo necesario para realizar una determinada operación o trabajo y, en resumen, incrementando el rendimiento y la eficacia de toda la organización. En estas conferencias se incluye:

1.° La programación (Planning).

2.° La disposición general de los elementos de trabajo (Lay-out).

3.° El movimiento de materiales.

4.° Los métodos.

5.° Estudio de tiempos y movimientos y simplificación de operaciones.

Desde los clásicos estudios de tiempo realizados por Taylor y los de movimientos por el matrimonio Gilbreth, poca mejora importante se ha realizado en los métodos a pesar de los muchos esfuerzos realizados, lo cual representa un tributo elocuente a la complejidad del trabajo original.

Pero estos últimos años una mayor contribución ha sido aportada con el estudio de tiempos de movimientos predeterminados. Actualmente, los sistemas de predeterminación de tiempos de movimientos son empleados de manera general: Motion Time Analysis (MTA), Work Factor (WF), Methods-Time Measurement (MTM), Basic Motion Times (BTM).

Estos sistemas están basados sobre el principio de que el tiempo requerido para efectuar un movimiento elemental, micromovimiento (therblig), es constante para un conjunto de condiciones dadas.

En cuanto a la simplificación de operaciones, el proceso de investigación de las mismas suele iniciarse contestando a las preguntas siguientes, que constituyen el célebre cuestionario de Gilbreth: ¿Qué? ¿Por qué? ¿Quién? ¿Dónde? ¿Cuándo? ¿Cómo?

1. ¿Qué trabajo se ha hecho? ¿Cuál es el objeto de la operación?

2. ¿Por qué se ha efectuado así el trabajo? ¿Qué hubiese sucedido si no se hubiese realizado en esta forma? ¿Son realmente necesarias todas las partes del trabajo?

3. ¿Quién hizo el trabajo? ¿Quién podría hacerlo mejor? ¿Podrían realizarse ciertos cambios en el mismo para lograr que una persona con menor destreza y conocimientos pudiese ejecutarlo?

4. ¿Dónde se hizo el trabajo? ¿Podría efectuarse en cualquier otro lugar de forma que resultase más económico?

5. ¿Cuándo se efectuó el trabajo? ¿Sería mejor realizarlo en otro momento?

6. ¿Cómo se ejecutó el trabajo? Esto sugiere un cuidadoso análisis del mismo y la aplicación de los principios fundamentales de la economía de los movimientos.

Existe un verso en inglés que contiene estas seis preguntas, que son ya clásicas, y que fué recitado en uno de los paneles del X Congreso Internacional de Organización Científica celebrado últimamente en San Pablo. Con este motivo alguien hizo la sugerencia a los muchos directores que allí se encontraban presentes de que cronometrasen el empleo de su propio tiempo y que lo analizaran haciéndose estas seis preguntas. Nadie contestó. Seguramente ninguno estaba libre de pecado.

4.—FORMACIÓN DEL PERSONAL.

La formación de personal directivo y técnico ha sido el tema favorito de los últimos tres Congresos del Comité Internacional de Organización Científica del Trabajo, que tuvieron lugar en Estocolmo en 1947, en Bruselas en 1951 y este año en San Pablo. Esto demuestra la actualidad de la cuestión y la preocupación que existe en todas partes por que los cuadros de mando estén cubiertos por personas con la competencia necesaria en relación con la función que tienen que desempeñar.

La formación previa puede tener lugar en la Escuela especial o en la Universidad, mediante cursos adecuados que pueden a veces constituir una carrera separada; la formación del personal existente puede hacerse también mediante cursillos, conferencias, discusiones, seminarios, exposición de casos particulares, etc.

Debe citarse especialmente el método T.W.I., Training Within Industry, que ha sido recientemente aplicado en América y más tarde en otros países, y que se propone perfeccionar las capacidades de organización y de dirección de los cuadros en el seno mismo de la actividad industrial, mediante cursos de breve duración, basados sobre un método didáctico normalizado y confirmado por una gran experiencia.

Estos cursos reflejan principalmente tres aspectos de la actividad de los cuadros: Organización del trabajo, instrucción del personal subalterno y relaciones con dicho personal sobre el trabajo. Este método ha tenido un gran éxito en Estados Unidos.

6.—RELACIONES HUMANAS.

No escribimos sin cierta repugnancia el título de este epígrafe, con el que se quiere expresar las relaciones que deben existir entre los distintos miembros que forman el cuerpo social de la empresa para que reine entre ellos la debida armonía y cooperación. Pero este es el nombre con que se las designa internacionalmente, y por ello lo hemos adoptado, para facilitar su entendimiento y por comodidad del lenguaje. Constituye uno de los temas favoritos de todos los Congresos y reuniones internacionales, pues todo el mundo reconoce su extraordinaria importancia, ya que toda organización tiene que estar desarrollada por *hombres,* y este factor humano tiene una influencia tan decisiva, que puede hacer fracasar la organización mejor concebida y permitir, por el contrario, el funcionamiento más o menos satisfactorio de síntomas deficientes, cuyas imperfecciones va salvando cada día el celo y la competencia de las personas que deben ponerlos en práctica. Claro está que en este último caso es a costa del rendimiento del conjunto y en detrimento de la economía, pues no pueden evitarse importantes pérdidas de tiempo de todos los empleados y un desgaste, tan continuo como estéril, al tener que suplir con su propia iniciativa los defectos de la organización.

Esta íntima relación que existe entre el personal de una organización y la organización misma, en cuyo éxito juega el factor humano un papel *fundamental,* justifican el especial interés que presentan ciertos aspectos de la psicología aplicada, y en particular los que se refieren a la influencia de aquel factor sobre el coste de los productos.

Pero no es este mero aspecto material el único ni el más importante. Si el objeto inmediato de la empresa es producir, la producción no es más que un medio para conseguir un mayor bienestar colectivo, que facilite al cuerpo social el cumplimiento de sus fines más trascendentales. Todos los métodos científicos de organización se basan en una cordial colaboración de todos los productores, desde el último peón hasta el director de la empresa; colaboración que exige que también todos participen de sus ventajas, y que las condiciones del medio de trabajo, y del trabajo mismo, sean las convenientes para hacerlo alegre y para que se interesen por él con entusiasmo los que tengan que realizarlo.

Debe observarse que a este respecto, al tratar de los objetivos del VIII Congreso Internacional de Organización (1947), se decía: "Los esfuerzos de la Humanidad deben dirigirse a que todas las partes interesadas sientan la satisfacción de ser miembros esenciales de una sociedad creadora y que puedan regocijarse y estar orgullosos de su trabajo." Se señalaba como uno de estos objetivos "determinar los medios de apaciguar las diferencias entre la dirección y el personal, en un espíritu de responsabilidad común, para un bien común".

Esta cuestión de las relaciones humanas en

la empresa constituía uno de los temas del último Congreso Internacional, cuyo desarrollo, así como la coordinación de las opiniones de los distintos Comités Nacionales, fué encargado a Bélgica. Si se tiene en cuenta la íntima conexión que la materia tiene con la situación social y política de cada país, se comprende que haya sido objeto de apasionadas discusiones por parte de casi todas las naciones que participaron en el Congreso. Ello ha motivado un valioso intercambio de información que ha puesto de manifiesto que el problema está lejos de ser resuelto y que existe una creciente preocupación por el bienestar del productor, parte por razones de conciencia y parte, probablemente más importante, por razones económicas.

Sin entrar en detalles que nos separarían de nuestro objeto, y que serán tratados más adelante en otras conferencias, transcribiremos dos párrafos del preámbulo del informe del Comité belga como índice de la preocupación a que antes nos referíamos y de lo delicado del asunto:

"Los informes recibidos de los diferentes Comités nacionales afiliados al C. I. O. S. subrayan claramente la necesidad de considerar primeramente el problema de las *Relaciones Humanas* de manera general, prescindiendo de técnicas, recetas más o menos fragmentarias, que son más bien analgésicos que remedios, y cuya eficacia es extremadamente variable, según el espíritu que anime a los que las pongan en obra." Y más adelante:

"La complejidad de la vida política, económica y social no solamente sobre el plano nacional, sino sobre el internacional, no permite considerar una empresa como una entidad independiente."

Termina el preámbulo expresando la dificultad de encontrar una solución al problema de mejora de las relaciones humanas, limitado únicamente a la empresa, y propone que la consideración de la cuestión, desde un punto de vista más general en relación con el medio social y político en que debe vivir, sea objeto de un informe nuevo con ocasión del XI Congreso del C. I. O. S.

Para nosotros, como ya tuvimos ocasión de decir con motivo de nuestra conferencia ya citada de Barcelona, esta preocupación nos llena de satisfacción, pues representa en último término el justo reconocimiento de la *elevada función social que cumple el hombre cuando trabaja*. Y como entonces decíamos y ahora repetimos, los católicos poco tenemos que decir ni aprender de fuera, pues hace ya más de veinticinco años que en el Código de Malinas (artículo 71), se consignaba que: "El trabajo no es una fuerza instrumental, una mercancía que se compra y se vende, que se transporta a voluntad. Es—como dice León XIII—personal, porque la fuerza activa es la persona. Por tanto, el trabajo debe ser tratado como algo humano, necesario al hombre para su subsistencia, y no como un artículo de comercio." Y en el párrafo siguiente, en relación con los procedimientos que tienden a aumentar el rendimiento por la introducción de un ritmo metódico, previene "contra toda desviación, que haría del obrero un autómata y le despojaría prácticamente del ejercicio de sus facultades humanas".

El bienestar indispensable para producir la satisfacción interior en el hombre que produce, depende fundamentalmente de los tres extremos siguientes:

1.° Que encuentre suficiente estímulo económico en su trabajo (remuneración justa e incentivos).

2.° Que encuentre suficientes estímulos morales (trato correcto, teoría de las comunicaciones, participación en los destinos de la empresa).

3.° Que sea apto para el trabajo que tiene que realizar.

La adaptación del hombre al trabajo puede preverse por medios psicotécnicos, que permiten resolver los problemas que plantea la realización de una lógica selección y orientación profesional. La corrección de los defectos existentes y la adaptación a las nuevas técnicas puede realizarse mediante cursos de perfeccionamiento y reeducación profesionales.

Y con esto termino, confiado en que sabréis apreciar con benevolencia el esfuerzo que hemos realizado para tratar de que estas conferencias sean de vuestro agrado. También quiero expresar el agradecimiento del Instituto de Racionalización del Trabajo a todas las personas que se han prestado a colaborar en estas conferencias y que han hecho posible cubrir todo el programa de materias de que vamos a tratar.

CONVERTIDORES ELECTRONICOS

POR

JOSE MARIA GONZALEZ-LLANOS

INGENIERO NAVAL

SEGUNDA PARTE

CIRCUITOS DE RECTIFICACIÓN

Montaje de los rectificadores y convertidores en general.—Antes de pasar a examinar los diferentes tipos principales de rectificadores y convertidores hoy empleados, estudiaremos de un modo general el montaje de estos aparatos en los circuitos, es decir, la manera de conectarlos con la línea de la corriente alterna que trata de convertirse por medio de ellos, y con la línea de corriente continua a la que han de alimentar, buscando, además, y partiendo de las características del circuito de utilización de esta última, o sea, conocidas su tensión y corriente, el calcular la tensión y capacidad de los transformadores que, por las razones que diremos, es necesario utilizar siempre para conectar la línea de corriente alterna con los rectificadores.

Con independencia de las características de los rectificadores y convertidores propiamente dichos, a los que en este estudio supondremos perfectos, en el sentido de presentar una relación de rectificación infinita, las cualidades de los circuitos de rectificación según los cuales se conectan se estiman desde los siguientes puntos de vista: regularidad de la corriente continua obtenida; coeficiente de utilización de la potencia aparente instalada del lado de corriente alterna; tensión inversa en el rectificador o rectificadores; factor de potencia del dispositivo; regulación de la tensión en bornas con la carga.

En la rectificación de las corrientes alternativas hay que considerar, como siempre, dos casos principales: que se trate de un sistema polifásico de corrientes —el más común en la práctica— o que se considere la conversión de la corriente de un circuito monofásico. Sin perjuicio de examinar los montajes monofásicos a su debido tiempo, cuando analicemos uno a uno los diferentes sistemas de circuitos, ahora vamos a hacer un estudio general a base de circuitos polifásicos, de los que el sistema monofásico viene a ser un caso particular, como ya veremos. Aunque, como hemos dicho ya, la conexión de los rectificadores con la línea se hace siempre a través de un transformador, cuyo secundario es el que los alimenta, nosotros, de momento, estudiaremos los circuitos de rectificación, prescindiendo de los primarios y considerando únicamente los secundarios, sin perjuicio, en una segunda etapa, de considerar también aquéllos, para hacer un análisis más completo de dichos circuitos.

Montajes polifásicos. — En general, en este caso, el montaje es el que la figura 20 representa, que se refiere al caso de un sistema trifásico; las fases del circuito de corriente alternativa —secundario del transformador de alimentación— deben conectarse siempre en estrella, cuyo neutro constituye el término negativo del circuito de corriente continua, dis-

poniéndose en serie cada una de ellas con un rectificador, de tal manera que los ánodos se conecten a las fases y en cambio los tres cátodos se ponen en corto entre sí, constituyendo el nudo común a todos ellos el terminal positivo del circuito de utilización. Teniendo en cuenta que la experiencia enseña que la corriente en cada momento sólo se establece entre el ánodo y el cátodo del rectificador que se encuentra sometido a mayor tensión que los otros dos, es

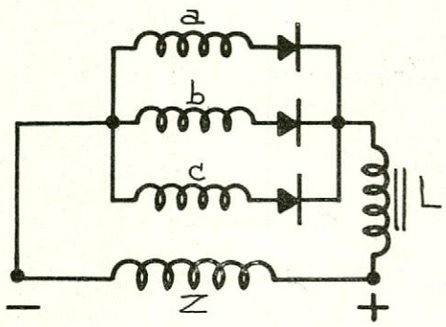


Fig. 20.

decir, que sólo hay en cada momento establecido un circuito formado por una fase, un rectificador y la impedancia equivalente del circuito de continua, es fácil, como veremos, deducir la corriente que en cada momento atraviesa a éste. Es lógico, por otra parte, que con independencia de comprobarlo la experiencia —aunque en la medida restrictiva que después consideraremos—, exista la singularidad señalada del circuito conductor de corriente entre los tres que las fases constituyen, pues basta ver que estando estos últimos en paralelo la corriente de equilibrio que se establecería entre la fase *a* —por ejemplo, de mayor tensión instantánea, y la *b*, tendería a atravesar esta último en el sentido inverso de su rectificador.

En estas condiciones, y partiendo siempre de suponer de forma sinusoidal las f. e. m. en las tres fases del circuito de corriente alternativa, cuyo valor eficaz designaremos por E_a, y por V_a la tensión eficaz entre el punto neutro y los terminales de cada una, ésta será también, *prescindiendo de la caída interior en cada rectificador*, la tensión aplicada a los bornes del circuito de corriente continua, siempre a través del único circuito rectificador en función, con lo cual no resultará constante, sino que será, figura 21, de forma pulsatoria, como se indica de trazo grueso en ella, siendo *su valor medio* el V_c. Como se ve, el tiempo que en cada período T actúa una de las fases, resulta ser $T/3$ y durante él, la tensión que confiere a los bornes de continua varía simétricamente alrededor del valor máximo de $V_a \sqrt{2}$, es decir, que durante la primera mitad $T/6$ del intervalo conductor, la tensión crece hacia el valor máximo, para disminuir después simétricamente en la segunda mitad $T/6$.

Suponiendo la corriente en el circuito de continua en fase con la tensión en sus bornes, o sea, considerando un circuito de utilización no inductivo su representación en función del tiempo será la indicada en la parte baja de la misma figura, que, naturalmente, tampoco es constante y presenta la mismas particularidades que hemos hecho notar en la tensión. En la práctica, el circuito de utilización presenta siempre alguna inductancia, con lo cual en realidad la curva de la corriente será la indicada de trazo grueso, que aparte del desfase sobre la tensión, se acerca más a la recta de ordenada media, esto es, se asimila más a una corriente continua. Por ello es frecuente acentuar este efecto, disponiendo en serie con el circuito de utilización la inductancia o bobina de choque L que la figura 20 muestra.

Todavía, para conseguir una mayor constancia de la corriente en algunos casos en que esta

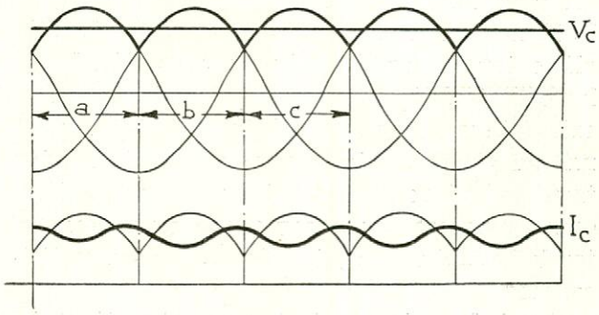


Fig. 21.

condición es primordial, se puede adoptar en lugar de la inductancia de choque el *dispositivo de filtrado* que se indica en la figura 22, cuyo funcionamiento se explica fácilmente considerando la corriente pulsatoria de entrada como la superposición de dos componentes, una continua igual a su valor medio que atraviesa fácilmente la inductancia L de resistencia despreciable y que, en cambio, no puede atravesar el circuito de los condensadores, y otra alter-

nativa, de amplitud igual a la de la pulsación de la corriente de entrada y de la misma frecuencia, a la cual L ofrece la gran impedancia ωL, mientras que la de los condensadores $1/\omega c$ es muy reducida, *filtrándose* así a través de ellos y proporcionando una *corriente de salida* constante. A veces, cuando como en los convertidores de mercurio, las corrientes son muy intensas, el dispositivo lleva otra inductancia adicional antes del primer condensador, figura 23, con objeto de disminuir el tamaño de éste al reducir la amplitud de la pulsación antes de filtrarla a su través.

Como puede observarse en la figura 20, la *tensión inversa* de los rectificadores resulta

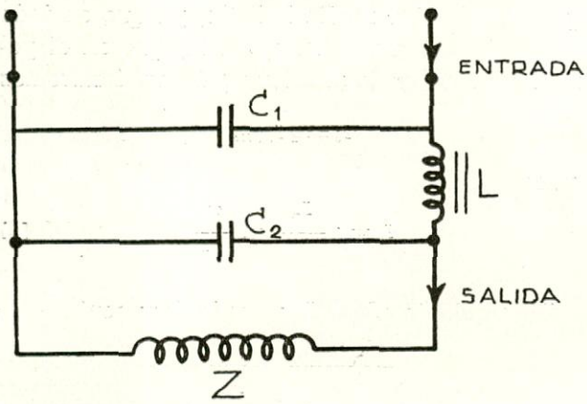


Fig. 22.

igual a la tensión en bornes del circuito de corriente continua.

Aunque en general la tensión de línea suele ser trifásica la mayoría de las veces, es posible, por medio de transformadores multiplicadores de fases, disponer en los secundarios de éstos un número de fases mayor, que aunque en algunos casos especiales ha llegado a ser hasta de 60, suelen ser sistemas exafásicos, con menos frecuencia dodecafásicos, y cuando más, y muy raramente, de 24 fases. En lo que concierne al sistema exafásico, es posible obtenerlo también partiendo de un secundario de transformador trifásico por medio de un montaje especial de seis rectificadores, denominado *montaje trifásico en puente,* que después examinaremos. En los demás casos, el montaje del sistema rectificador es más o menos análogo al que vimos con secundario de alimentación trifásico, indicándose en la figura 24 el de un secundario exafásico, montado, como siempre, en estrella, cuyo punto neutro forma el terminal negativo del circuito de utilización mientras que el positivo lo constituye el nudo de los cátodos.

En estas condiciones, la forma de la tensión

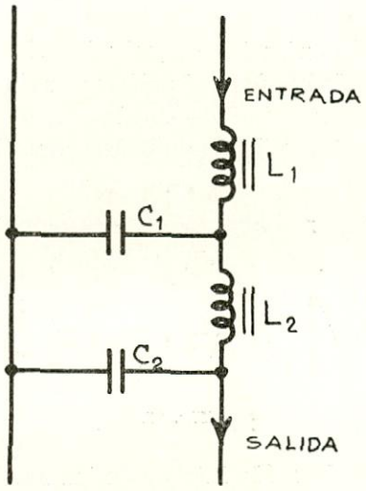


Fig. 23.

en los bornes de continua será la indicada en la figura 25 en trazo grueso, y de forma análoga —figura 26—será la de la corriente. Aquí el tiempo de actuación de cada fase durante un período es $T/6$ con intervalos simétricos de aumento y disminución respecto la amplitud, iguales a $T/12$.

En general, suponiendo que el número de fa-

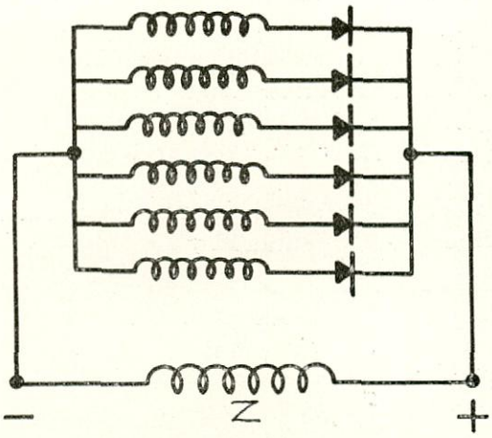


Fig. 24.

ses sea q, el tiempo de actuación por fase es T/q y dichos períodos simétricos tienen una duración cada uno igual a $T/2q$.

Se observa claramente la influencia favora-

ble del mayor número de fases sobre la constancia de la tensión y de la corriente en el circuito de utilización, cuyos valores medios son así también más grandes, siendo ésta precisamente la razón del empleo de tensiones polifásicas de alimentación de gran número de fases.

Relación entre las magnitudes eléctricas de cada una de las fases de alimentación y las del circuito de utilización.—En las hipótesis sentadas de tratarse de magnitudes sinusoidales, de

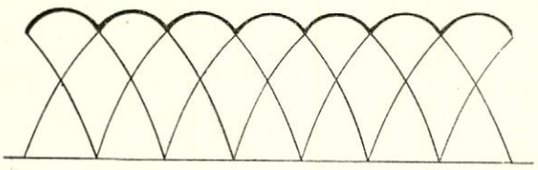


Fig. 25.

despreciar la caída interna de los rectificadores y de suponer instantánea la *conmutación* de la corriente de una a otra fase, podemos calcular fácilmente estas relaciones.

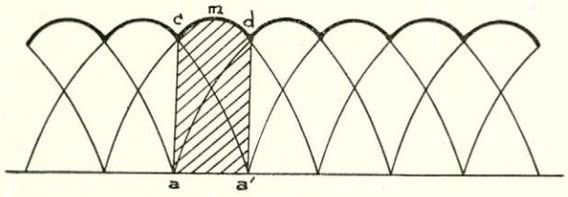


Fig. 26.

La tensión de ánodo de un rectificador cualquiera es de la forma

$$v_a = V_a \sqrt{2} \operatorname{sen} \omega t$$

La tensión *media* en bornes del circuito de utilización será, figuras 21 y 25,

$$V_c = V_a \sqrt{2} \times \frac{1}{\frac{T}{q}} \int_{\frac{T}{4}-\frac{T}{2q}}^{\frac{T}{4}+\frac{T}{2q}} \operatorname{sen} \omega t \, dt = V_a \sqrt{2} \frac{q}{\pi} \operatorname{sen} \frac{\pi}{q} \qquad [1]$$

expresión que nos da la relación entre la *tensión media* del circuito de utilización y la tensión eficaz en las fases.

El valor *medio* de la corriente en cada fase es

$$I_{medio} = I_m \int_{\frac{T}{4}-\frac{T}{2q}}^{\frac{T}{4}+\frac{T}{2q}} \operatorname{sen} \omega t \, dt = \frac{I_m}{\pi} \operatorname{sen} \frac{\pi}{q} \qquad [2]$$

donde I_m es el valor *máximo* de la corriente en la fase. Obsérvese aquí que no ponemos I_m en función del valor eficaz I_a, ya que por no ser la corriente en la fase de forma sinusoidal, sino de la forma angulosa *a c m d a'*, de la figura 26, nos es desconocido su factor de forma. Teniendo en cuenta ahora que el valor medio de la corriente continua en el circuito de utilización es q veces el valor medio hallado, ya que en todo momento actua una fase, o sea, que en el período, en lugar de una hay q fases, tendremos

$$I_c = q \, I_{medio}$$

o sea

$$I_c = q \frac{I_m}{\pi} \operatorname{sen} \frac{\pi}{q} \qquad [3]$$

La corriente eficaz I_a en cada fase será

$$I_a = \sqrt{I_m^2 = \frac{1}{T} \int_{\frac{T}{4}-\frac{T}{2q}}^{\frac{T}{4}+\frac{T}{2q}} \operatorname{sen}^2 \omega t \, dt} =$$

$$= I_m \sqrt{\frac{1}{2\pi} \left[-\frac{1}{4} \operatorname{sen} 2\omega t + \frac{1}{2} \omega t \right]_{\frac{\pi}{2}-\frac{\pi}{q}}^{\frac{\pi}{2}+\frac{\pi}{q}}} =$$

$$= I_m \sqrt{\frac{1}{2\pi} \left(\frac{1}{2} \operatorname{sen} \frac{2\pi}{q} + \frac{\pi}{q} \right)}$$

y poniendo I_m en función de I_c [3],

$$I_m = \frac{\pi}{q} \times \frac{1}{\operatorname{sen} \frac{\pi}{q}} \times I_c \qquad [4]$$

se tendrá

$$I_a = I_c \frac{\sqrt{\frac{\pi}{2} \left(\frac{1}{2} \operatorname{sen} \frac{2\pi}{q} + \frac{\pi}{q} \right)}}{q \operatorname{sen} \frac{\pi}{q}} \qquad [5]$$

expresión que liga los valores de la *corriente media* en el circuito de utilización y de la *eficaz* de las fases.

Para valores de $q \geqslant 3$ se tiene muy aproximadamente

$$I_a = \frac{I_c}{\sqrt{q}} \qquad [6]$$

Observación.—Para las magnitudes V_c e I_c de corriente continua, hemos considerado los valores medios, es decir, aquellos que nos indicarán los correspondientes aparatos de medida de *tipo de cuadro móvil;* si utilizásemos para ello aparatos de tipo térmico o electro-dinámico, que miden los valores eficaces, las diferencias serían poco sensibles, teniendo en cuenta la regularidad de las magnitudes, especialmente para un número de fases suficientemente elevado.

En cambio, en lo que concierne a las corrientes de las fases sería muy sustancial la diferencia, ya que los aparatos del primer tipo nos darían el valor I_{medio} y los segundos el de I_a, cuya relación es

$$\frac{I_a}{I_{medio}} = \frac{I_c \dfrac{\sqrt{\dfrac{\pi}{2}\left(\dfrac{1}{2}\,\text{sen}\,\dfrac{2\pi}{q} + \dfrac{\pi}{q}\right)}}{q\,\text{sen}\,\dfrac{\pi}{q}}}{\dfrac{I_m}{\pi}\,\text{sen}\,\dfrac{\pi}{q}} =$$

$$= \frac{I_c \sqrt{\dfrac{\pi}{2}\left(\dfrac{1}{2}\,\text{sen}\,\dfrac{2\pi}{q} + \dfrac{\pi}{q}\right)}}{q\,\text{sen}\,\dfrac{\pi}{q} \times \dfrac{\pi}{q} \times \dfrac{I_c}{\text{sen}\,\dfrac{\pi}{q}} \times \dfrac{\text{sen}\,\dfrac{\pi}{q}}{\pi}} =$$

$$= \frac{\sqrt{\dfrac{1}{2\pi}\left(\dfrac{1}{2}\,\text{sen}\,2\,\dfrac{\pi}{q} + \dfrac{\pi}{q}\right)}}{\text{sen}\,\dfrac{\pi}{q}} \approx \sqrt{q}$$

Coeficiente de utilización.—Se designa con este nombre la relación

$$\eta_u = \frac{V_c\, I_c}{q\, V_a\, I_a}$$

entre las potencias aparentes del circuito de utilización y del de corriente alterna en los bornes del secundario del transformador de alimentación, suponiendo que en el primero se confunden los valores medios y los eficaces de las tensiones y corrientes. Sustituyendo en esta fórmula los valores antes hallados [1] y [6], se tiene

$$\eta_u = \frac{1}{q}\sqrt{2}\,\frac{q}{\pi}\,\text{sen}\,\frac{\pi}{q}\,\sqrt{q} = \frac{\sqrt{2q}}{\pi}\,\text{sen}\,\frac{\pi}{q} \qquad [7]$$

La forma de esta expresión en función del número de fases la indica la curva de la figura 27, que nos demuestra hay un valor de $q = 2{,}7$

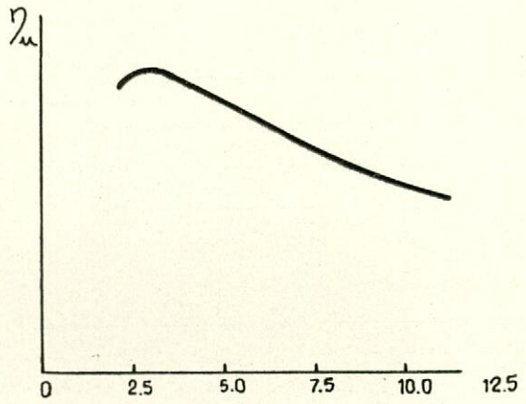


Fig. 27.

para el que el *coeficiente de utilización resulta el máximo,* o sea, que en este concepto el sistema óptimo en la práctica resulta ser el trifásico.

El coeficiente de utilización así considerado no tiene en cuenta la potencia aparente en el primario del transformador de alimentación, sino solamente la potencia aparente secundaria. Realmente, para el cálculo y dimensionamiento de estos transformadores es muy interesante tener en cuenta también la utilización de la potencia del primario y con objeto de aumentarla todo lo posible, abaratándolo, es por lo que se emplean las distintas conexiones de transformadores que más adelante habremos de examinar, eligiéndose en cada caso la más conveniente, no sólo desde este punto de vista, sino también de los demás que hemos señalado, así como por el precio.

Influencia de la inductancia de dispersión del secundario del transformador de alimentación.

Solape en la conmutación de las fases. Regulación de la tensión con la carga.—En la expresión hallada para la tensión V_c, aparte de prescindir de la caída interna en el rectificador, al suponerlo ideal, hemos supuesto también despreciable la constante de tiempo del circuito de cada una de las fases, con lo cual la tensión y la corriente en el mismo resultan en fase. En la realidad, y aun prescindiendo de la constante de tiempo del circuito de utilización, la inductancia de la fase de alimentación, existe y deja sentir su influencia, no sólo en el mecanismo

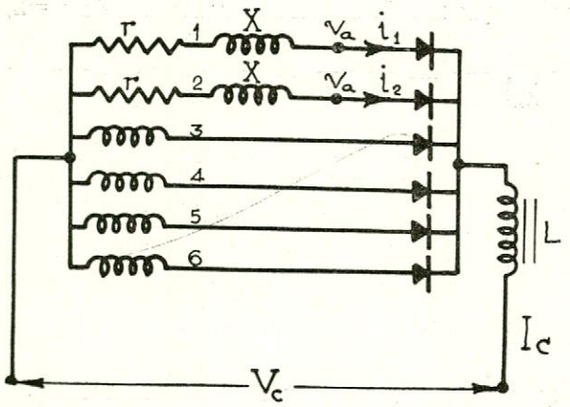


Fig. 28.

de la conmutación de la corriente de una a otra de las fases, sino que, debido precisamente a la forma real de llevarse a cabo ésta, influye además en el valor de la tensión en bornes del circuito de utilización, que resulta ser función de la carga, dando así lugar a la regulación correspondiente.

La hipótesis hasta ahora sustentada de considerar despreciable la constante de tiempo de los circuitos lleva consigo implícitamente la conmutación instantánea de la corriente, pero una vez que tomemos en consideración la inductancia de aquéllos las variaciones de las corrientes retardan sobre las tensiones que las producen, con lo cual en el momento de igualarse las tensiones de dos fases, con el que antes coincidía la conmutación de la corriente desde la de tensión decreciente hasta la de tensión creciente, ocurrirá ahora que en la primera la corriente no se anula hasta que transcurra un cierto plazo, función de su constante de tiempo, ni en la segunda se alcanza el valor de régimen de la corriente hasta que transcurra también el mismo plazo. En estas condiciones, pues, se tiene que en la conmutación, y durante este plazo, las dos fases conectadas en paralelo contribuyen a suministrar, las dos simultáneamente, la corriente constante I_c que circula por el circuito de utilización, y en medida variable cada una según sea el instante que se considera durante ella. La figura 28, que se refiere a un montaje exafásico, aclara esto que decimos, suponiéndose que las fases en conmutación son las 1 y 2, cuyas corrientes instantáneas son tales que

$$i_1 + i_2 = I_c \qquad [8]$$

En estas fases se han hecho aparentes la resistencia r y la reactancia X, supuestas iguales en ambas; se sigue despreciando la caída interna en los rectificadores, con lo cual los valores instantáneos de las tensiones en las fases V_a serán iguales entre sí y al V_c —instantáneo también— del circuito de utilización. En éste la corriente I_c se considera constante, gracias a la inductancia del circuito de utilización, reforzada, si es preciso, con la L de la bobina de choque. Así como antes, al ignorar la impedancia de las fases, la tensión V_a en bornes era igual a la f. e. m., ahora hay que tener en cuenta la caída interior en ellas, con lo cual, y despreciando la caída óhmica, podemos poner

$$v_a = e_1 - L\frac{di_1}{dt} = e_2 - L\frac{di_2}{dt} \qquad [9]$$

donde e_1 y e_2 son las f. e. m. instantáneas en las fases 1 y 2, y L la inductancia de las mismas, correspondiente a la reactancia X supuesta.

Esta reactancia será solamente la *reactancia de dispersión* del secundario del transformador de alimentación, ya que la corriente de carga de su primario compensa el resto del flujo, viéndose así la *necesidad de un transformador de alimentación para reducir la constante de tiempo del circuito rectificador,* con independencia de transformar la tensión de alimentación desde el valor de la línea a la que aquél pueda requerir, según la aplicación particular de que se trate, es decir, que aunque estas últimas fuesen iguales, *el transformador es simpre necesario, incluso con relación de transformación igual a la unidad,* siempre que la alimentación de los rectificadores se haga mediante una conexión en estrella.

La ecuación [9] se puede escribir

$$2\ v_a = e_1 + e_2 - L\left(\frac{di_1}{dt} + \frac{di_2}{dt}\right)$$

y teniendo en cuenta [8] que nos da

$$\frac{di_1}{dt} + \frac{di_2}{dt} = 0$$

se tiene

$$v_a = \frac{e_1 + e_2}{2}$$

Resulta, pues, figura 29, que durante la conmutación, la tensión en bornes del circuito de alimentación

$$V_c = V_a = \frac{e_1 + e_2}{2}$$

será de la forma que indica el tramo de curva $b\,c$; fuera de la conmutación, la tensión V_c es la misma de antes, ya que siendo entonces la corriente I_c constante, la f. e. m. de inducción en la fase será nula, con lo cual —y en el supuesto de seguir despreciando la caída óhmmica— la tensión en bornes es igual en cada instante a la f. e. m. en la fase. En lo que afecta a las corrientes en las fases, la misma figura indica sus períodos transitorios de establecimiento y de cese, durante los *solapes* de duración τ que se define en función del ángulo eléctrico u correspondiente, de valor

$$u = \frac{\tau}{T}\,2\pi$$

tal como la figura indica.

Claramente se ve en esta última que la existencia del solape lleva consigo una disminución del valor medio de la tensión V_c' de alimentación del circuito de utilización, es decir, una regulación de ésta con la carga, que vamos a calcular. Para ello, tomando en la figura el origen O de los tiempos en el momento de igualdad de las f. e. m. e_1 y e_2 de las fases en commutación, se tiene

$$V'_c = \frac{1}{\frac{T}{q}}\left[\int_0^{\tau} \frac{e_1 + e_2}{2}\,dt + \int_{\tau}^{\frac{T}{q}} e_2\,dt\right]$$

Cambiemos la variable y sustituyamos e_1 y e_2 por sus valores, teniendo en cuenta que e_2 se

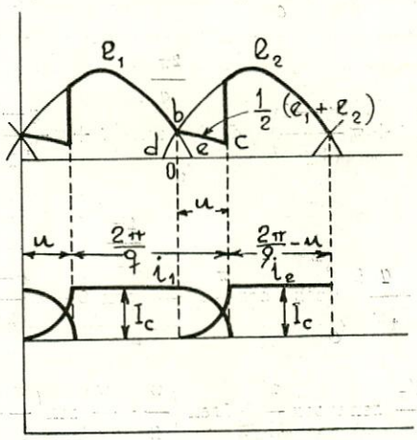


Fig. 29.

anula, figura 29, el ángulo od antes del origen o y e_1 el ángulo

$$od + \frac{2\pi}{q}$$

$$e_1 = V_a\sqrt{2}\,\text{sen}\left(\theta + \frac{2\pi}{q} + od\right)$$

$$e_2 = V_a\sqrt{2}\,\text{sen}\,(\theta + od)$$

donde

$$od = \frac{de}{2} = \frac{\pi - \frac{2\pi}{q}}{2} = \pi\,\frac{q-2}{2q}$$

con lo cual

$$e_1 = V_a\sqrt{2}\,\text{sen}\left(\theta + \frac{2\pi}{4} + \pi\,\frac{q-2}{2q}\right) =$$

$$= V_a\sqrt{2}\,\text{sen}\left(\theta + \frac{\pi\,(q+2)}{q}\right)$$

$$e_2 = V_a\sqrt{2}\,\text{sen}\left(\theta + \frac{\pi\,(q-2)}{q}\right)$$

tendremos así

$$V_c' = \frac{q}{2\pi}\left[\int_0^{u} \frac{e_1 + e_2}{2}\,d\theta + \int_u^{\frac{2\pi}{q}} e_2\,d\theta\right] =$$

$$= \frac{q\,V_a\sqrt{2}}{2\pi}\left[\int_0^u \frac{1}{2}\left(\text{sen.}\left(\theta+\pi\frac{q+2}{2q}\right)+\right.\right.$$

$$\left.+\text{sen.}\left((\theta+\pi\frac{q-2}{2q}\right)\right)d\theta+\int_u^{\frac{2\pi}{q}}\text{sen}\left(\theta+\pi\frac{q-2}{2q}\right)d\theta=$$

$$=\sqrt{2}\,V_a\frac{q}{2\pi}\left[\int_0^u\cos\theta\cos\frac{\pi}{q}\,d\theta+\int_u^{\frac{2\pi}{q}}\text{sen}\left(\theta+\pi\frac{q-2}{2q}\right)d\theta\right]=$$

$$=\frac{q\,V_a\sqrt{2}}{2\pi}\left[\text{sen}\,u\cos\frac{\pi}{q}+2\text{sen.}\left(\frac{u}{2}+\frac{\pi}{q}\right)\text{sen}\left(\frac{\pi}{q}-\frac{u}{2}\right)\right]=$$

$$=\frac{q\,V_a\sqrt{2}}{2\pi}\left[\text{sen}\,u\cos\frac{\pi}{q}+2\cos^2\frac{u}{2}\text{sen}\frac{\pi}{q}-\cos\frac{\pi}{q}2\text{sen.}\frac{u}{2}\cos\frac{u}{2}\right]=$$

$$=\frac{q\,V_a\sqrt{2}}{\pi}\cos^2\frac{u}{2}\,\text{sen}\frac{\pi}{q} \qquad [10]$$

Comparando esta expresión con la [1] se tiene

$$V_c' = V_c\cos^2\frac{u}{2} \qquad [11]$$

o sea que la caída de tensión en la reactancia de la fase resulta

$$V_c - V_c' = V_c\left(1-\cos^2\frac{u}{2}\right) = V_c\,\text{sen}^2\frac{u}{2} \qquad [12]$$

y la regulación

$$\rho = \frac{V_c - V_c'}{V_c'} = tg^2\frac{u}{2} \qquad [13]$$

Calculemos ahora el valor de u y para ello en la figura 29 se ve que u representa, medido en grados eléctricos, el tiempo transcurrido desde el origen hasta que la corriente i_1 en la fase 1 se anula. Hallaremos, pues, una expresión de esta corriente para introducir en ella la condición de que sea cero, para lo cual, tenemos que su derivada es tal que

$$\frac{di_1}{dt}+\frac{di_2}{dt}=0$$

supuesta I_c constante, y por lo tanto

$$\frac{di_2}{dt}=-\frac{di_2}{dt}$$

con lo cual de la ecuación [9] se saca

$$\frac{di_1}{dt}=\frac{e_1-e_2}{2L}=\frac{V_a\sqrt{2}}{L}\left(\text{sen.}\left(\theta+\pi\frac{q+2}{2q}\right)-\right.$$

$$\left.-\text{sen.}\left(\theta+\pi\frac{q-2}{2q}\right)\right)=-\frac{V_a\sqrt{2}}{L}\times 2\text{sen}\,\theta\,\text{sen}\frac{\pi}{q}$$

e integrando, durante la duración

$$\tau=\frac{u}{\omega}$$

de la conmutación, es decir, en el intervalo correspondiente a u

$$\int_{I_c}^{0} di_1 = -I_c = \frac{V_a\sqrt{2}}{L}\,\text{sen}\frac{\pi}{q}\int_0^{\frac{u}{\omega}} -\text{sen}\,\theta\,dt =$$

$$=\frac{V_a\sqrt{2}}{\omega L}\,\text{sen}\frac{\pi}{q}\int_0^u d\,(\cos\theta)=\frac{V_a\sqrt{2}}{\omega L}\,\text{sen}\frac{\pi}{q}(\cos u-1)$$

de donde

$$\cos u = 1-\frac{X\,I_c}{V_a\sqrt{2}\,\text{sen}\frac{\pi}{q}} = 1-2\,\text{sen}^2\frac{u}{2} \qquad [14]$$

De la ecuación [12] sacamos

$$V_c - V_c' = \frac{V_c\,X\,I_c}{2\,V_a\sqrt{2}\,\text{sen}\frac{\pi}{q}} \qquad [15]$$

que nos dice que la caída de tensión es una función lineal de la carga, y que la característica exterior de un rectificador, en las hipótesis sentadas, será una recta.

Como se ve en [14], el ángulo de solape aumenta con X y con I_c.

De la ecuación [11]

$$V_c' = V_c\cos^2\frac{u}{2}$$

se deduce, teniendo en cuenta que

$$\cos u = 2\cos^2 \frac{u}{2} - 1 = 1 - \frac{X I_c}{V_a \sqrt{2}\,\text{sen}\,\frac{\pi}{q}}$$

que

$$V_c' = V_c \left(1 - \frac{X I_c}{2\sqrt{2}\, V_a\, \text{sen}\,\frac{\pi}{q}} \right)$$

y poniendo en lugar de V_c su valor [1]

$$V_c' = V_c - \frac{q X I_c}{2\pi} \qquad [16]$$

que nos indica que *la caída de tensión resulta proporcional al número de fases q* para valores determinados de I_c y de X.

Otro efecto del solape en la conmutación es repercutir en el valor eficaz de la corriente I_a de cada fase, como se ve en la parte baja de la figura 29, que nos dice que la corriente en cada rectificador tiene el valor I_c durante el tiempo $T/q - 2\tau$, en que no se verifica la conmutación, precedido de otro período τ en que tiene el valor variable i_2, y seguido de otro de igual duración en que vale i_1. Tendremos así que el valor eficaz I_a será

$$I_a = \sqrt{\frac{I}{T}\left[\int_0^{\tau} i_2^2\, dt + \int_{\tau}^{\frac{T}{q}-\tau} I_c^2\, dt + \int_0^{\tau} i_1^2\, dt \right]}$$

y cambiando la variable para expresarla en función del ángulo de solape

$$I_a = \sqrt{\frac{I}{2\pi}\left[\int_0^{u} i_2^2\, d\theta + \int_u^{\frac{2\pi}{q}} I_c^2\, d\theta + \int_0^{u} i_2^2\, d\theta \right]} \qquad [17]$$

Pongamos i_1 e i_2 en función de I_c, y partamos para ello de la expresión hallada antes

$$\frac{di_1}{dt} = -\frac{V_a \sqrt{2}}{L} \cdot 2\,\text{sen}\,\theta\,\text{sen}\,\frac{\pi}{q}$$

que nos da, integrándola

$$i_1 = \frac{\sqrt{2}\, V_c}{\omega t}\,\text{sen}\,\frac{\pi}{q}\cos\theta + C$$

Para $t = 0$,, $i_1 = I_c$ y, por lo tanto,

$$C = I_c - \frac{\sqrt{2}\, V_a}{\omega L}\,\text{sen}\,\frac{\pi}{q}$$

con lo cual

$$i_1 = I_c - \frac{V_a \sqrt{2}}{\omega L}\,\text{sen}\,\frac{\pi}{q}\,(1 - \cos\theta) =$$

$$= I_c \left(1 - \frac{\sqrt{2}\, V_a}{X I_c}\,\text{sen}\,\frac{\pi}{q}\,(1 - \cos\theta) \right)$$

y teniendo en cuenta la ecuación (14), que nos da

$$1 - \cos u = \frac{X I_c}{V_a \sqrt{2}\,\text{sen}\,\frac{\pi}{q}}$$

tendremos

$$i_1 = I_c \left(1 - \frac{1 - \cos\theta}{1 - \cos u} \right)$$

y además

$$i_2 = I_c - i_1 = I_c \frac{1 - \cos\theta}{1 - \cos u}$$

Sustituyendo estos valores en (17)

$$I_a = \sqrt{\frac{I_c^2}{2\pi}\left[\int_u^{2\pi/q} d\theta + \int_0^u (i_1^2 + i_2^2)\, d\theta \right.} = \sqrt{\frac{I_c^2}{2\pi}\left[\left(\frac{2\pi}{q} - u\right) + \int_0^u \left(\left(1 - \frac{1-\cos\theta}{1-\cos u}\right)^2 + \left(\frac{1-\cos\theta}{1-\cos u}\right)^2 \right) d\theta \right.} =$$

$$= \sqrt{\frac{I_c^2}{q} + \frac{I_c^2}{2\pi}\left[\int_0^u \left(1 + 2\left(\frac{1-\cos\theta}{1-\cos u}\right)^2 - 2\,\frac{1-\cos\theta}{1-\cos u} \right) d\theta - u \right]} =$$

$$= \sqrt{\frac{I_c^2}{q} + \frac{I_c^2}{2\pi}\left[\frac{2}{(1-\cos u)^2}\int_o^u (1-\cos\theta)^2\, d\theta - \frac{2}{1-\cos u}\int_o^u (1-\cos\theta)\, d\theta\right]} =$$

$$= \sqrt{\frac{I_c^2}{q} + \frac{I_c^2}{\pi}\left[\frac{3/2 - u - 2\,\text{sen}\, u + 1/2\,\text{sen}\, u\cos u}{(1-\cos u)^2} - \frac{u - \text{sen}\, u}{1-\cos u}\right]} =$$

$$= \frac{I_c}{\sqrt{q}}\sqrt{1 - q\left[\frac{\text{sen}\, u\,(2+\cos u) - u\,(1+2\cos u)}{2\pi\,(1-\cos u)^2}\right]} = \frac{I_c}{\sqrt{q}}\sqrt{1 - q\,f(u)} \qquad [17']$$

que nos indica la disminución de I_a respecto a su valor sin solape (6), en el factor

$$\sqrt{1 - q\,f(u)}$$

función del ángulo de solape y del número de fases

Para obtener la regulación verdadera en los bornes del circuito de utilización será preciso, además de tener en cuenta, como ahora, la reactancia de dispersión del secundario del transformador de alimentación, considerar también la caída en su resistencia, así como la caída interna del rectificador. Esta última se puede considerar constante en la mayoría de los rectificadores usuales, y llamándola V_r, tendremos para la tensión en bornes V_c' del circuito de utilización

$$V_c' = V_c - \left(\frac{q}{\pi} \times \frac{I_c X}{2} + I_c r + V_r\right) =$$

$$= \sqrt{2}\, V_a \frac{q}{\pi} - \left(\frac{q}{\pi} \times \frac{I_c X}{2} + I_c r + V_r\right)$$

La regulación resulta ser así:

$$\rho = \frac{(V_c - V_r) - V_c'}{V_c'}$$

La característica exterior del circuito rectificador, aun teniendo en cuenta r y V_r, sigue siendo una recta.

Montajes rectificadores más empleados. Análisis de sus cualidades

Vamos a considerar ahora los montajes más generalmente en uso entre los muchos empleados, analizándolos desde los distintos puntos de vista de: regularidad de la tensión continua, coeficiente de utilización, etc., que antes indicamos, y tomando ya en cuenta los primarios de los transformadores de alimentación para hallar el coeficiente de utilización total. Haremos el estudio suponiendo sinusoidales las magnitudes en juego, perfectos los rectificadores y despreciables las corrientes de excitación de los transformadores.

Montajes monofásicos.

Montaje de media onda.—Es el indicado en la figura 30, siendo el más sencillo de todos,

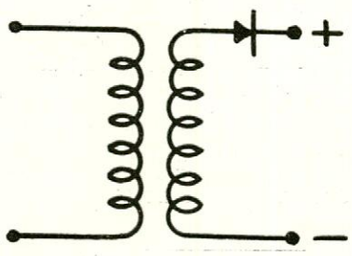


Fig. 30.

por no requerir más que un rectificador. La forma de la corriente rectificada es, en las hipótesis sentadas, la que la figura 31 indica, por la que, desde luego, se puede apreciar la irregularidad de la tensión en el circuito de utilización, así como el mal coeficiente de utilización que presenta.

Secundario.—Para unos valores medios supuestos, V_c e I_c, de la tensión y corriente en el circuito de utilización, los elementos correspon-

dientes en el ánodo del rectificador vienen dados [1] y [5] por las expresiones

$$V_a = \frac{\pi V_c}{\sqrt{2}\, q \operatorname{sen} \frac{\pi}{q}} \qquad [18]$$

y

$$I_a = \frac{I_c \sqrt{\frac{\pi}{2}\left(\frac{1}{2} \operatorname{sen} \frac{2\pi}{q} + \frac{\pi}{q}\right)}}{q \operatorname{sen} \frac{\pi}{q}}$$

En este caso, $q=1$, pero, sin embargo, en lo que afecta a los términos en seno de las expresiones anteriores que vienen impuestos por los límites de las integrales que conducen a ellas, es decir, por la duración del período de actuación de cada ánodo, aquí se tiene que éste es

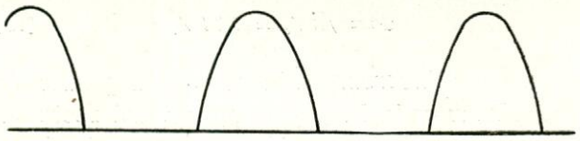


Fig. 31.

$T/2 = T/q$, que resulta el mismo que en un montaje bifásico, por lo cual en dichos términos hay que considerar $q = 2$; con todo esto, las expresiones anteriores se transforman en

$$V_e = \frac{\pi V_c}{\sqrt{2} \operatorname{sen} \frac{\pi}{2}} = 2{,}22\, V_c \qquad [19]$$

$$I_a = \frac{\sqrt{\frac{\pi}{2}\left(\frac{1}{2} \operatorname{sen} \pi + \frac{\pi}{2}\right)}}{\operatorname{sen} \frac{\pi}{2}} = 1{,}57\, I_c \qquad [20]$$

El *pico de corriente* es [4]

$$I_m = \frac{\pi I_c}{\operatorname{sen} \frac{\pi}{2}} = 3{,}14\, I_c \qquad [21]$$

La potencia aparente en el secundario es

$$V_a I_a = 3{,}5\, V_c I_c \quad \text{con} \quad \eta_u = \frac{1}{3{,}5} \qquad [22]$$

Primario.—Llamando N_1 y N_2 las vueltas del primario y secundario, la corriente I_p y la tensión V_p en aquél serán

$$I_p = I_a \frac{N_2}{N_1}$$

$$V_p = V_a \frac{N_1}{N_2}$$

con una potencia aparente

$$V_p I_p = V_a I_a = 3{,}5\, V_c I_c$$

y con un coeficiente de utilización total

$$\eta_T = \frac{1}{3{,}5} \qquad [23]$$

La corriente y tensión de línea I_L y V_L son evidentemente en este caso

$$I_L = I_P \quad ,, \quad V_L = V_P \quad \text{con} \quad V_L I_L = 3{,}5\, V_c I_c \qquad [24]$$

Oscilación.—La oscilación o grado de irregularidad G de V_c será

$$G = \sqrt{2}\, V_a = 3{,}12\, V_c \qquad [25]$$

que es la diferencia entre sus valores extremos, y también la tensión máxima inversa del rectificador.

Montaje de onda completa.—Es el indicado en la figura 32, a base de dos rectificadores, y,

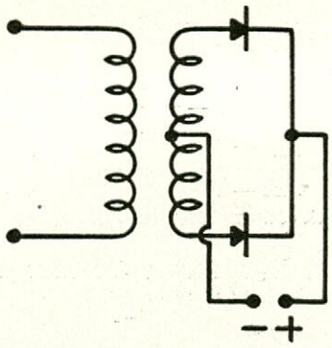


Fig. 32.

en realidad, al conectar el circuito de éstos al punto medio del secundario, el transformador de corriente es un multiplicador de fases diametral, alimentando los dos rectificadores con dos tensiones en oposición. La forma de la

corriente rectificada se indica en la figura 33, que muestra claramente la mayor regularidad de la tensión V_c y el mejor coeficiente de utilización del secundario respecto al caso anterior.

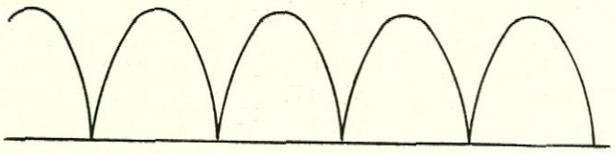


Fig. 33.

Secundario.—Haciendo $q = 2$ en las ecuaciones [18] y [5], se tiene

$$V_a = \frac{\pi V_c}{2\sqrt{2}\,\text{sen}\,\frac{\pi}{2}} = 1{,}11\,V_c \qquad [26]$$

$$I_a = \frac{\sqrt{\frac{\pi}{2}\left(\frac{1}{2}\,\text{sen}\,\pi + \frac{\pi}{2}\right)}}{2\,\text{sen}\,\frac{\pi}{2}} = 0{,}785\,I_c \qquad [27]$$

El pico de corriente resulta [4]

$$I_m = \frac{\pi}{2\,\text{sen}\,\frac{\pi}{2}} = 1{,}57\,I_c \qquad [28]$$

La potencia secundaria aparente es

$$2V_a I_a = 2 \times 1{,}11 \times 0{,}785\,V_c I_c = 1{,}74\,V_c I_c$$

y su coeficiente de utilización

$$\eta = \frac{1}{1{,}74} \qquad [29]$$

Primario.—Llamando N_1 y N_2 las vueltas del primario y *de cada fase* del secundario, se tiene

$$V_p = V_a \frac{N_1}{N_2}$$

y en cuanto a la corriente I_p, aquí el primario trabaja durante todo el período, por lo cual el valor eficaz de ella será $\sqrt{2}$ veces mayor que si sólo circulase en un semiperíodo, es decir

$$I_p = \sqrt{2}\,I_a \frac{N_2}{N_1}$$

Su potencia aparente será así

$$V_p I_p = \sqrt{2}\,V_a I_a = 1{,}23\,V_c I_c$$

y la potencia aparente media del tranformador será pues

$$\frac{1{,}23 + 1{,}74}{2}\,V_c I_c = 1{,}48\,V_c I_c$$

con un coeficiente de utilización total

$$\eta_T = \frac{1}{1{,}48} \qquad [30]$$

Línea.—La potencia aparente de la línea, igual a la del primario, es

$$V_L\,I_L = 1{,}23\,V_c I_c \qquad [31]$$

Oscilación.—La oscilación de V_c es

$$G = \sqrt{2}\,V_a = 1{,}57\,V_c \qquad [32]$$

Tensión inversa. — En el caso supuesto de considerar nula la caída interna del rectificador *conductor,* la tensión inversa aplicada al otro resulta doble de la de una fase, o sea

$$2\sqrt{2}\,V_a = 3{,}15\,V_c$$

Como se ve, es sensiblemente igual que en el montaje anterior de semionda, sobre en el que todos los demás aspectos presentan ventajas tan marcadas, y esta gran tensión inversa es el principal inconveniente de este montaje.

Factor de potencia.—Suponiendo que con la bobina de choque I_c sea constante, la potencia en el circuito de utilización será $V_c I_c$, y prescindiendo de las pérdidas, ésta será también la potencia absorbida; como la potencia aparente absorbida de la línea es 1,23 $V_c I_c$, el factor de potencia será

$$\cos\varphi = \frac{1}{1{,}23} = 0{,}81 \qquad [33]$$

Montaje en puente.—Este dispositivo se representa esquemáticamente en la figura 34, y exige cuatro rectificadores en lugar de los dos del montaje anterior, siendo como él, y como puede seguirse claramente en el esquema, un

montaje de onda completa, pero que no necesita la toma intermedia del secundario. Aunque exige doble número de rectificadores —con el inconveniente de mayor pérdida y regulación—, siendo en ellos la tensión inversa mitad de la del caso anterior, su desventaja desaparece por requerir aquél, por lo general, colocar en serie dos rectificadores en cada circuito; en cambio éste tiene la principal ventaja, sobre el de onda completa, de reducir la potencia aparenta del transformador sensiblemente, como vamos a ver.

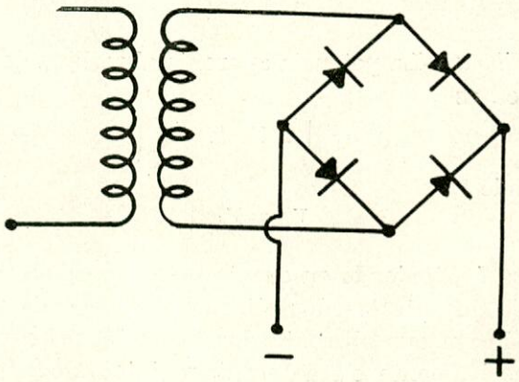


Fig. 34.

Secundario.—Haciendo $q = 2$, se tiene, como en el caso anterior,

$$V_a = 1{,}11\, V_c \qquad [34]$$

y en cuanto a la corriente

$$I_a = 1{,}11\, I_c \qquad [35]$$

ya que aquí el secundario trabaja en las dos alternancias, por lo cual es $\sqrt{2}$ veces mayor que en el caso anterior.

El pico de corriente en el secundario [4] es también

$$I_m = 1{,}57\, I_c$$

La potencia secundaria aparente es

$$V_a I_a = 1{,}11 \times 1{,}11\, V_c I_c = 1{,}23\, V_c I_c$$

y su coeficiente de utilización

$$\eta_u = \frac{1}{1{,}23}$$

sensiblemente superior al del montaje en onda completa.

Primario.—Se tiene ahora

$$V_p = \frac{N_1}{N_2} V_a$$

$$I_p = \frac{N_2}{N_1} I_a$$

luego la potencia aparente

$$V_p I_p = 1{,}23\, V_c I_c$$

siendo la potencia media del transformador también

$$1{,}23\, V_c I_c$$

con un coeficiente de utilización total

$$\eta_T = \frac{1}{1{,}23}$$

también muy considerablemente mayor que el del montaje anterior.

Línea.—La potencia aparente absorbida, igual a la del primario, es

$$V_L I_L = 1{,}23\, V_c I_c$$

Oscilación.—Igual a la del caso anterior,

$$G = 1{,}57\, V_c$$

Tensión inversa.—Como hay dos rectificadores en serie, el valor máximo de la tensión ininversa es la mitad que en el caso anterior, o sea

$$\sqrt{2}\, V_a = 1{,}57\, V_c$$

Factor de potencia.

$$\cos\varphi = \frac{V_c I_c}{V_L I_L} = \frac{1}{1{,}23} = 0{,}81$$

Montajes trifásicos.—En esta clase de montajes conviene conectar el primario en Δ, con objeto de estabilizar el punto neutro de la estrella secundaria, ahorrándose el empleo de un devanado terciario. Consideraremos a continuación los dos montajes más usuales, que son:

Montaje Δ-y y *montaje Δ-z,* que también puede ser *Y-z,* ya que la conexión del secundario estabiliza el punto neutro, según sabemos.

Montaje Δ-*y*. — La figura 35 representa el esquema de este montaje.

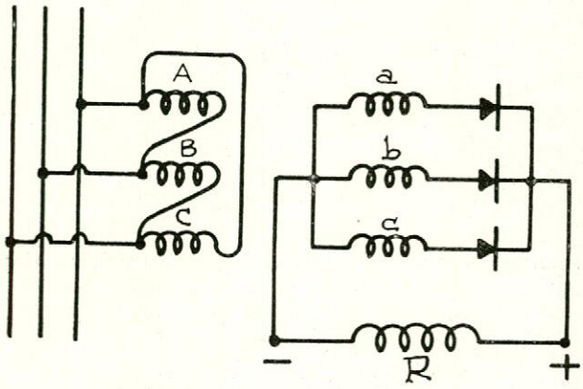


Fig. 35.

Secundario. — Haciendo $q = 3$ en las ecuaciones [5] y [18], se tiene

$$V_a = \frac{\pi\ V_c}{3\sqrt{2}\,\text{sen}\,\frac{\pi}{3}} = 0{,}86\ V_c \qquad [36]$$

$$I_a = \frac{I_c\sqrt{\frac{\pi}{2}\left(\frac{1}{2}\,\text{sen}\,\frac{2\pi}{3} + \frac{\pi}{3}\right)}}{3\,\text{sen}\,\frac{\pi}{3}} = 0{,}58\ I_c \qquad [37]$$

El pico de corriente anódica es

$$I_m = \frac{\pi}{3\,\text{sen}\,\frac{\pi}{3}}\ I_c = 1{,}21\ I_c \qquad [38]$$

La potencia secundaria aparente es:

$$3\ V_a\ I_a = 3 \times 0{,}58 \times 0{,}86\ V_c\ I_c = 1{,}5\ V_c\ I_c$$

y su coeficiente de utilización

$$\eta_u = \frac{1}{1{,}5} \qquad [39]$$

Primario.

$$V_p = \frac{N_1}{N_2}\ V_a$$

$$I_p = \frac{N_2}{N_1}\ I_a$$

La potencia primaria aparente será

$$3\ V_p\ I_p = 3\ V_a\ I_a = 1{,}5\ V_c\ I_c$$

y la potencia media aparente del transformador resulta así también

$$1{,}5\ V_c\ I_c$$

con un coeficiente de utilización total igual al del secundario, o sea

$$\eta_T = \frac{1}{1{,}5} \qquad [40]$$

Línea.—La potencia aparente absorbida de la línea es

$$\sqrt{3}\ V_L\ I_L$$

donde

$$V_L = V_p$$

para I_L, teniendo en cuenta que cada línea trabaja durante las dos alternancias de cada período, ya que alimenta dos fases del primario, sucesivamente, o sea durante un intervalo 2 T/3, se tendrá

$$I_L = \sqrt{2}\ I_p$$

La potencia absorbida será pues

$$P_a = \sqrt{3}\ V_p\ \sqrt{2}\ I_p = 1{,}22\ V_c\ I_c \qquad [41]$$

Oscilación.—Aquí la oscilación, como ya sabíamos, es menor que en los montajes monofásicos, puesto que corresponde solamente al intervalo $T/6 = \pi/3$, o sea que será

$$\sqrt{2}\ V_a\left(1 - \cos\frac{\pi}{3}\right) = \frac{1}{\sqrt{2}}\ V_a = 0{,}61\ V_c \qquad [42]$$

Factor potencia.

$$\cos\varphi = \frac{V_c\ I_c}{P_a} = \frac{1}{1{,}22} = 0{,}82 \qquad [43]$$

Tensión inversa.—Como se ve en el esquema, la tensión máxima inversa resulta ser

$$\sqrt{3}\ V_a = 1{,}73 \times 0{,}86\ V_c = 1{,}48\ V_c \qquad [44]$$

Montaje Δ - *z*.—Su esquema es el indicado en la figura 36.

Secundario.—Haciendo $q = 3$:

$$V_a = 0{,}86\ V_c \qquad [45]$$

$$I_a = 0{,}58\ I_c \qquad [46]$$

El pico de corriente será, como antes también

$$I_m = 1{,}21\ I_c \qquad [47]$$

La tensión V_a es la resultante de las dos tensiones V_a' en los dos medios devanados de dife-

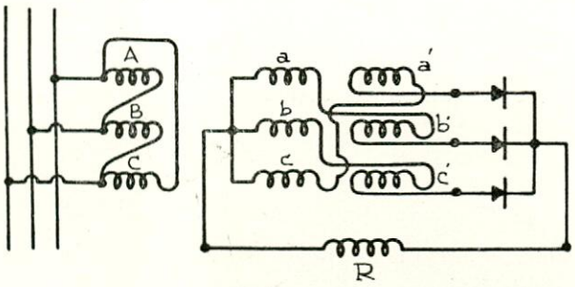


Fig. 36.

rentes columnas que constituye cada fase, y teniendo en cuenta la conexión inversa de la segunda mitad de cada una, se tiene

$$V_a = V'_a - V'_a \,\underline{|120^\circ} = \sqrt{3}\ V'_a$$

de donde

$$V'_a = \frac{0{,}86}{\sqrt{3}}\ V_c = 0{,}5\ V_c \qquad [48]$$

La potencia secundaria aparente es:

$$6\ V'_a\ I_a = 6 \times 0{,}5 \times 0{,}58\ V_c\ I_c = 1{,}74\ V_c\ I_c$$

y su coeficiente de utilización

$$\eta_u = \frac{1}{1{,}74} \qquad [49]$$

Primario.—La tensión es la correspondiente a la de medio devanado del secundario reducida al primario, o sea

$$V_p = \frac{N_1}{N_2}\ V'_a$$

siendo N_2 el número de vueltas de cada mitad del secundario, y en cuanto a la corriente, aquí cada fase del primario trabaja en el período $2 \times T/3$, ya que alimenta dos fases secundarias, luego el valor eficaz será

$$I_p = \sqrt{2}\ \frac{N_2}{N_1}\ I_a$$

La potencia primaria aparente resulta pues

$$3\ V_p\ I_p = 3 \times \sqrt{2} \times 0{,}5 \times 0{,}58\ V_c\ I_c = 1{,}23\ V_c\ I_c \qquad [50]$$

La potencia media del transformador resulta así:

$$\frac{1{,}74 + 1{,}23}{2} = V_c\ I_c = 1{,}48\ V_c\ I_c$$

con un coeficiente de utilización total de

$$\eta_T = \frac{1}{1{,}48} \qquad [51]$$

Línea.—La potencia absorbida de la línea es la misma, cualquiera que sea la conexión del primario, por lo que supondremos éste montado en Y, ya que resulta su cálculo más fácil. En estas condiciones, la corriente de línea I_L es igual a la I_p del primario, y la tensión $V_L = \sqrt{3}\,V_p$, por lo tanto, la potencia aparente absorbida es:

$$P_a = \sqrt{3}\ V_L\ I_L = 3\ V_p\ I_p = 1{,}23\ V_c\ I_c \qquad [52]$$

Oscilación.—Lo mismo que en el montaje anterior,

$$G = 0{,}61 \times V_c \qquad [53]$$

Tensión inversa.—También como allí, la tensión inversa máxima es

$$\sqrt{3}\ V_a = 1{,}48\ V_c \qquad [54]$$

Factor de potencia.

$$\cos\varphi = \frac{1}{1{,}23} = 0{,}82 \qquad [55]$$

Montajes exafásicos.

La multiplicación del número de fases persigue, como ya dijimos, disminuir la oscilación de la tensión del circuito de utilización; además, como comprobaremos, el factor de potencia se mejora notablemente; en cambio, la utilización resulta menor que en los montajes trifásicos.

Consideraremos de los distintos dispositivos posibles las conexiones siguientes: *Triángulo-doble estrella* y *Triángulo-triple estrella* o *Triángulo-horquilla*. Además, veremos también otro nuevo montaje, el *Puente-Trifásico*, al que ya aludimos antes.

Siendo los montajes exafásicos, y de superior número de fases, los más utilizados en las aplicaciones industriales de potencia considerable, o sea en los convertidores de mercurio, en los que tiene importancia la regulación en carga, aun conservando las mismas hipótesis simplificativas en las que nos venimos basando en estos cálculos, los vamos a analizar, sin embargo la fluencia en este sentido de la reactancia de dispersión de los transformadores.

Montaje Triángulo-Doble estrella.—El esquema de este montaje se representa en la figura 37

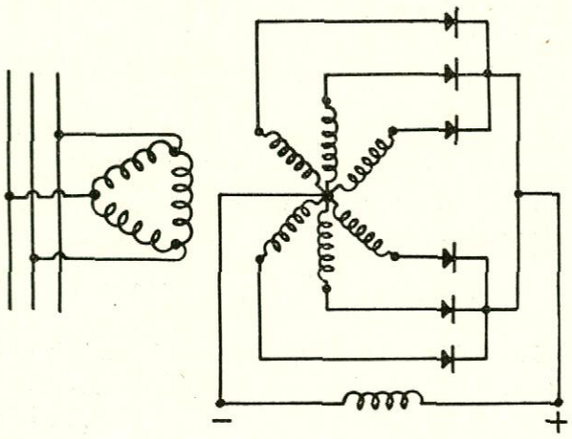


Fig. 37.

igual al de una multiplicación de fases con conexión diametral de las fases secundarias, sólo que aquí se tienen accesibles los puntos neutros de las dos estrellas secundarias, que, no obstante, en el esquema se representan confundidos los dos en uno solo; esta conexión del secundario exige, para la debida estabilización de sus puntos neutros, que la conexión del primario sea en Δ.

Secundario.—Haciendo $q = 6$ en las ecuaciones [5] y [18] y [4] se tiene

$$V_a = \frac{\pi\ V_c}{\sqrt{2} \times 6 \times \operatorname{sen} \frac{\pi}{6}} = 0{,}74\ V_c \qquad [56]$$

$$I_a = \frac{I_c \sqrt{\frac{\pi}{2}\left(\frac{1}{2} \operatorname{sen} \frac{2\pi}{6} + \frac{\pi}{6}\right)}}{6 \operatorname{sen} \frac{\pi}{6}} = 0{,}41\ I_c \qquad [57]$$

$$I_m = \frac{\pi}{6 \operatorname{sen} \frac{\pi}{6}}\ I_c = 1{,}05\ I_c \qquad [58]$$

La potencia secundaria aparente es

$$6\ V_a\ I_a = 6 \times 0{,}74 \times 0{,}41\ V_c\ I_c = 1{,}84\ V_c\ I_c$$

y su coeficiente de utilización

$$\eta_u = \frac{1}{1{,}84} \qquad [59]$$

que, como puede observarse, es considerablemente bajo.

Primario.—Llamando N_1 y N_2 las vueltas de una fase del primario y de cada una de las seis del secundario, la tensión V_p del primario será:

$$V_p = \frac{N_1}{N_2} \cdot V_a\ .$$

En cuanto a la corriente I_p, se tiene aquí que cada fase del primario que esté relacionada con dos del secundario, trabaja sucesivamente en cada período dos intervalos de duración $T/6$, o sea que su valor eficaz será $\sqrt{2}$ veces el de la corriente secundaria referida al primario, es decir

$$I_p = \sqrt{2}\ \frac{N_2}{N_1}\ I_a$$

La potenca aparente del primario vale pues

$$3\ V_p\ I_p = 3\ \sqrt{2}\ V_a\ I_a = 1{,}29\ V_c\ I_c \qquad [60]$$

La potencia media aparente del transformador será

$$\frac{1{,}29 + 1{,}84}{2}\ V_c\ I_c = 1{,}57\ V_c\ I_c$$

con un coeficiente de utilización total

$$\eta_T = \frac{1}{1{,}57} \qquad [61]$$

que aunque superior al del secundario, es todavía bastante bajo.

Línea.—La tensión de línea, V_L, es igual a la del primario V_p; en cuanto a la corriente I_L se tiene que como cada línea está conectada a dos fases del primario, y de éstas, cada una interviene sucesivamente en el funcionamiento de dos fases secundarias; aquélla trabaja sucesivamente durante un período, alimentando cuatro rectificadores durante un tiempo $T/6$ cada uno. En resumen, trabaja dos veces lo que una fase primaria, y, por lo tanto,

$$I_L = \sqrt{2}\, I_p$$

La potencia aparente absorbida de la línea será pues

$$\sqrt{3}\, V_L\, I_L = \sqrt{3}\, \sqrt{2}\, V_p\, I_p = 1{,}05\, V_c\, I_c \qquad [62]$$

Oscilación.—En este caso, la oscilación corresponde a la variación de la tensión de ánodo durante un intervalo $T/12 = \pi/6$, y valdrá, pues:

$$\sqrt{2}\, V_a \left(1 - \cos \frac{\pi}{6}\right) = 0{,}14\, V_c \qquad [63]$$

mucho menor que en los montajes anteriores.

Tensión inversa.—Lo mismo que en el montaje monofásico de onda completa, la tensión máxima inversa resulta

$$2\sqrt{2}\, V_a = 2{,}4\, V_c$$

Factor de potencia.

$$\cos \varphi = \frac{V_c\, I_c}{1{,}05\, V_c\, I_c} = 0{,}95$$

cuyo valor es muy superior a todos los obtenidos hasta ahora.

(Continuará.)

Información Legislativa

MINISTERIO DE ASUNTOS EXTERIORES

Continuación al Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar, firmado en Londres el 10 de junio de 1948.

APENDICE TERCERO

Modelo de certificado de seguridad radiotelefónica.

CERTIFICADO DE SEGURIDAD RADIOTELEFONICA

(Sello oficial.) (Nacionalidad.)

Expedido en virtud de las disposiciones del

CONVENIO INTERNACIONAL PARA LA SEGURIDAD DE LA VIDA HUMANA EN EL MAR, 1948

Nombre del buque	Numeral distintiva del buque	Puerto de matrícula	Tonelaje total

El Gobierno ..... (Nombre) certifica:
El que suscribe ..... (Nombre) certifica:

Que el buque antes mencionado satisface a las disposiciones de las Reglas anexas al Convenio Internacional precitado, por lo que se refiere a Radiotelefonía.

	Prescripciones de las Reglas	Disposiciones tomadas a bordo
Horas de escucha por operador		
Número de operadores		

Este certificado se expide en nombre del Gobierno ..... Tiene validez hasta .....
Dado en ..... a ..... de ..... de 19...
(Aquí el sello o la firma de la autoridad encargada de expedir este certificado.)

(Sello.)

Si el documento está firmado se añadirá el párrafo siguiente:

"El que suscribe declara que está debidamente autorizado por el expresado Gobierno para expedir este certificado."

(Firma.)

APENDICE CUARTO

Modelo de certificado de seguridad radiotelegráfica.

CERTIFICADO DE SEGURIDAD RADIOTELEGRAFICA

(Sello oficial.) (Nacionalidad.)

Expedido en virtud de las disposiciones del

CONVENIO INTERNACIONAL PARA LA SEGURIDAD DE LA VIDA HUMANA EN EL MAR, 1948

Nombre del buque	Numeral distintiva del buque	Puerto de matrícula	Tonelaje total

El Gobierno ..... (Nombre) certifica:
El que suscribe ..... (Nombre) certifica:

Que el buque antes mencionado satisface a las disposiciones de las Reglas anexas al Convenio precitado, en lo que se refiere a la Radiotelegrafía.

	Prescripciones de las Reglas	Disposiciones tomadas a bordo
Horas de escucha por operador		
Número de operadores		
¿Hay un aparato autoalarma?		
¿Hay una instalación principal?		
¿Hay una instalación de socorro?		
El transmisor principal y el transmisor de socorro, ¿están eléctricamente separados o combinados?....		
¿Hay un radiogoniómetro?		

Este certificado se expide en nombre del Gobierno ..... Tiene validez hasta .....
Dado en ..... a ..... de ..... de 19...

(Aquí el sello o la firma de la autoridad encargada de expedir este certificado.)

(Sello.)

Si este documento está firmado, se añadirá el párrafo siguiente:

"El que suscribe declara que está debidamente autorizado por el expresado Gobierno para expedir este certificado."

(Firma.)

APENDICE QUINTO

Modelo de certificado de excepción.

CERTIFICADO DE EXCEPCION

(Sello oficial.) (Nacionalidad.)

Expedido en virtud de las disposiciones del

CONVENIO INTERNACIONAL PARA LA SEGURIDAD DE LA VIDA HUMANA EN EL MAR, 1948

Nombre del buque	Numeral distintiva del buque	Puerto de matrícula	Tonelaje total

El Gobierno ..... (Nombre) certifica:
El que suscribe ..... (Nombre) certifica:

Que el buque antes mencionado está exceptuado, en virtud de la Regla ..... Capítulo ..... de las Reglas anexas al Convenio precitado, de la aplicación de las prescripciones de (1) ..... del Convenio para los viajes de ..... a .....

* Indíquense las condiciones, si las hay, bajo las cuales se expide el certificado de excepción.

Este certificado se expide en nombre del Gobierno ..... Tiene validez hasta .....
Dado en ..... a ..... de ..... de 19...

(Aquí el sello o la firma de la autoridad encargada de expedir este certificado.)

(Sello.)

Si el documento está firmado, se añadirá el párrafo siguiente:

"El que suscribe declara que está debidamente autorizado por el expresado Gobierno para expedir este certificado."

(Firma.)

(1) Indíquense las referencias a los Capítulos y Reglas, especificando los apartados.

ANEXO B

REGLAS PARA PREVENIR LOS ABORDAJES EN EL MAR.

Parte A.—Preliminares y definiciones.

REGLA PRIMERA.

a) Las presentes Reglas deberán cumplirse por todos los buques e hidroaviones en alta mar y en todas las aguas que tengan comunicación con ella accesibles a los buques de navegación marítima, salvo las excepciones previstas en la Regla treinta. Cuando, dada su construcción especial, los hidroaviones no puedan cumplir enteramente las Reglas relativas a luces y señales, deberán observarlas todo lo más aproximadamente que las circunstancias lo permitan.

b) Las Reglas relativas a luces se observarán en todo tiempo desde la puesta del sol a su salida, y durante este intervalo no se mostrarán otras luces, excepto aquellas que no puedan ser confundidas con las reglamentarias o no impidan su visibilidad o su carácter distintivo ni asegurar una vigilancia exterior satisfactoria.

c) En las Reglas siguientes, salvo lo que expresamente se diga en contrario, se tendrán presentes las siguientes definiciones:

1. La palabra "buque" designa todo flotador, de cualquier naturaleza que sea, incluso hidroavión amarado, susceptible de ser utilizado como medio de transporte en el agua.

2. La palabra "hidroavión" designa todo aparato volador susceptible de maniobrar en las aguas.

3. La expresión "buque de propulsión mecánica" designa todo buque movido por una máquina.

4. Todo buque de propulsión mecánica navegando a vela debe ser considerado como "buque de vela", y todo buque propulsado por una máquina, sea con velas desplegadas o no, debe ser considerado como "buque de propulsión mecánica".

5. Un buque o un hidroavión amarado "navega", en el sentido de estas Reglas, cuando no está fondeado, ni amarrado a tierra, ni varado.

6. La expresión "altura sobre la borda" significa la altura sobre la cubierta corrida más alta.

7. La eslora y la manga de un buque son las dadas por su certificado de registro y matrícula.

8. La longitud y la envergadura de un hidroavión deben ser las dimensiones máximas dadas por un certificado de navegabilidad aérea. Careciendo de tal certificado, estas dimensiones serán tomadas directamente.

9. La palabra "visible", con relación a las luces, significa visible en una noche oscura con atmósfera pura.

10. La expresión "sonido breve" significa un sonido de una duración aproximada de un segundo.

11. La expresión "sonido prolongado" designa un sonido de una duración de cuatro a seis segundos.

12. La palabra "silbato" significa un silbato o una sirena.

13. La palabra "tonelaje" significa el arqueo bruto o total.

Parte B.—Luces y señales.

REGLA SEGUNDA.

a) Un buque de propulsión mecánica navegando deberá llevar:

1. En el palo trinquete o a proa de este palo, o bien si el buque carece de trinquete en la parte de proa del buque, una luz blanca brillante, dispuesta de modo que proyecte sin interrupción su brillo en todo un arco de horizonte de 20 cuartas o rumbos de la aguja (225°), o sea, 10 cuartas o rumbos a cada banda del buque; es decir, desde proa hasta dos cuartas (22°,5) atrás del través de cada costado. Esta luz tendrá un alcance o visibilidad de cinco millas por lo menos.

2. A proa o a popa de la luz blanca prevista en el párrafo anterior, una segunda luz blanca de construcción y características semejantes. Esta segunda luz no es obligatoria para los buques de una eslora inferior a 45,75 metros (150 pies), ni para remolcadores, pero podrán llevarla.

3. Estas dos luces blancas se colocarán a crujía sobre la quilla, de manera que una de ellas esté más elevada que la otra una distancia no inferior a 4,57 metros (15 pies) y en una posición tal que la luz inferior esté delante de la superior. La distancia horizontal entre estas dos luces será por lo menos igual a tres veces la vertical. La luz blanca, cuando no haya más que una, o la luz inferior cuando el buque lleve dos, se encontrarán a una altura, por encima del casco, no inferior a 6,10 metros (20 pies); y si la manga es superior a 6,10 metros, a una altura por encima del casco por lo menos igual a la manga, sin que sea necesario que esta altura exceda de 12,20 metros (40 pies). En todo momento las luces o la luz, según los casos, deben estar alejadas y colocadas por encima de otras luces y superestructuras que puedan perturbar su visibilidad.

4. A estribor, una luz verde que se proyecte de manera ininterrumpida en todo el sector de un arco de horizonte de 10 cuartas o rumbos de la aguja (112,5°), es decir, desde la proa hasta dos cuartas (22,5°) a popa por el través de estribor. Esta luz será visible a una distancia de dos millas por lo menos.

5. A babor, una luz roja dispuesta de manera que se proyecte de modo ininterrumpido en todo el sector de un arco de horizonte de 10 cuartas o rumbos de la aguja (112,5°); es decir, desde proa hasta dos cuartas a popa por el través de babor. Esta luz será visible a una distancia de dos millas por lo menos.

6. Las indicadas luces verde y roja del costado irán provistas de pantallas colocadas hacia el eje del buque, que avancen por lo menos 0,91 metros (tres pies) a proa de la luz, de manera que no se vean en todo el costado de estribor hasta la proa, para la luz roja, y en todo el costado de babor hasta la proa, para la luz verde.

b) Un hidroavión navegando sobre las aguas debe llevar:

1. En su parte delantera y en el plano longitudinal, en el lugar en que pueda ser más visible, una luz blanca brillante, dispuesta de manera que proyecte un haz ininterrumpido en todo el arco del horizonte de 220°, ó sea, 110° a cada banda; es decir, 20° por detrás de cada través. Esta luz debe ser visible a una distancia de por lo menos tres millas.

2. En la extremidad del ala derecha o de estribor se colocará una luz verde, que proyecte una luz ininterrumpida sobre un sector de horizonte de 110°, es decir, 20° a popa del través a estribor. Esta luz debe ser visible a una distancia de por lo menos dos millas.

3. En la extremidad del ala izquierda o de babor se colocará una luz roja, que proyecte un haz en un sector del horizonte de 110° desde la proa hasta 20° a popa del través a babor. Esta luz debe ser visible a una distancia de por lo menos dos millas.

REGLA TERCERA.

a) Todo buque de vapor que remolque a otro buque llevará, además de las luces de costado, dos luces blancas brillantes, colocadas verticalmente, con separación entre ambas de por lo menos 1,83 metros (seis pies), y cuando remolque a más de un buque, llevará una tercera luz adicional, a 1,83 metros por encima o debajo de las dos precedentes, si la longitud del remolque, medida entre la popa del remolcador y la del último buque remolcado, excede de 183 metros (600 pies).

Cada una de estas luces blancas tendrá la misma construcción que la mencionada en la Regla segunda, a), 1), debiendo colocar una de ellas en la misma posición que esa luz blanca, y encontrándose la luz inferior, por lo menos, a una altura, por encima del casco, de 4,27 metros (14 pies).

Los buques de un solo palo pueden llevar estas luces en el mismo.

b) El buque remolcador debe igualmente mos-

trar por su popa la luz prevista en la Regla diez, o, en su lugar, una pequeña luz blanca en la parte posterior de su chimenea, o bien del palo de popa, para que gobiernen con referencia a ella los buques remolcados; pero esta luz no debe ser visible a proa del través del remolcador. La luz especificada en la Regla segunda, a), 2), es facultativa en los remolcadores.

c) Un hidroavión amarado y que remolque uno o varios hidroaviones o buques, debe llevar las luces prescritas en la Regla segunda, b), 1, 2 y 3; además, una segunda luz blanca de la misma construcción y características que la blanca de la Regla segunda, b), 1, y situada en la misma vertical, encima o debajo de ella, y con una separación de 1,83 metros (seis pies).

Regla cuarta.

a) Un buque sin gobierno llevará de noche, en el sitio donde se perciban mejor, y si es buque de propulsión mecánica, dos luces rojas dispuestas verticalmente con una separación entre ambas de, por lo menos, 1,83 metros (seis pies), en vez de las luces prescritas en la regla segunda *a*), 1 y 2. Serán visibles en todas las direcciones y de intensidad suficiente para lograr un alcance de por lo menos dos millas. Durante el día, el propio buque llevará en una línea vertical, y con separación entre ellos de 1,83 metros (seis pies), por lo menos, dos globos o señales negras de 0,61 metros (dos pies) de diámetro.

b) Un hidroavión amarado que no es dueño de sus movimientos puede llevar, en el lugar que sea más visible, dos luces rojas dispuestas verticalmente y separadas entre sí tres pies (0,92 metros), por lo menos. Serán de características suficientes para ser visibles en todo el arco del horizonte a una distancia mínima de dos millas. Durante el día, el hidroavión, y en las mismas circunstancias, podrá llevar dos bolas o señales de dos pies (0,61 metros), por lo menos, de diámetro, y de separación entre sí por la misma distancia que se ha dicho para las luces.

c) Un buque dedicado a tender o levantar un cable submarino o una boya, o bien un buque efectuando operaciones hidrográficas o trabajos submarinos, y que por razón de los mismos no pueda separarse de la derrota de otros buques, debe llevar, en lugar de las luces prescritas en la regla segunda, *a*), 1 y 2, tres luces colocadas en línea vertical a 1,83 metros (seis pies) de separación entre una una y otra, como mínimo, de 1,83 metros. La superior y la inferior serán rojas, y blanca la de en medio. Serán visibles en todo el horizonte y de intensidad suficiente para alcanzar la distancia de dos millas, como mínimo. Estos buques, durante el día deberán llevar, en una línea vertical, a 1,83 metros (seis pies), cuando menos, una de otra, y situados donde sea más visible, tres señales de 0,61 metros (dos pies), como mínimo, de diámetro, de los que el alto y el bajo serán de forma esférica y color rojo, y el intermedio, romboidal y de color blanco.

d) Los buques o hidroaviones citados en la presente regla que no puedan moverse, no deberán llevar las luces de costado, pero sí cuando naveguen.

e) Las luces y marcas prescritas por esta regla deben ser consideradas por los demás buques como señales, indicando que el que las lleva no es dueño de sus movimientos y no puede, por tanto, desviarse de su derrota.

f) Estas señales no son las que debe hacer un buque en peligro pidiendo auxilio, y que están detalladas en la regla treinta y una.

Regla quinta.

a) Los buques de vela que naveguen y los buques o hidroaviones remolcados llevarán las luces previstas en la regla segunda para los de vapor, excepto las luces blancas que en ella se mencionan, y que no deben llevar en ningún caso. Deben igualmente llevar la luz de popa indicada en la regla diez, debiendo entenderse que los buques remolcados, exceptuando el último de ellos, pueden llevar, en lugar de la luz de popa, una pequeña luz blanca, tal como se indica en la tegla tercera, *b*).

b) Un buque abarloado a un remolcador debe llevar en su extremo de proa una luz verde a estribor y una roja a babor, de las mismas características que las luces descritas en la regla segunda, *a*), 4 y 5, y provistas de pantallas igualmente descritas en *a*), 6. Si los buques abarloados a un remolcador son más de uno, se mostrarán estas luces como si se tratara de uno solo.

Regla sexta.

a) Siempre que las luces de costado verde y roja no se puedan fijar en su sitio, tal como ocurre en los buques pequeños que novegan con mal tiempo, se tendrán a mano encendidas y dispuestas para mostrarlas. A la aproximación de otro buque se mostrarán por el costado respectivo, con tiempo suficiente para prevenir la colisión, de modo que se vean lo mejor posible; que la verde no sea vista por babor ni la roja por estribor, y, si es posible, que ninguna de ellas se vea más de dos cuartas a popa del través de sus respectivas bandas.

Para facilitar y hacer más seguro el uso de estas luces portátiles, los faroles se pintarán exteriormente del mismo color que la luz e irán provistos de pantallas convenientes.

REGLA SÉPTIMA.

Los buques de propulsión mecánica de menos de cuarenta toneladas de arqueo, los que navegan a vela o remo, de menos de veinte toneladas, y las embarcaciones menores, no estarán obligados, cuando naveguen, a llevar las luces mencionadas en la regla segunda, pero si no las llevan irán provistos de las siguientes luces:

a) Salvo la reserva de las disposiciones del párrafo *b*), los buques de propulsión mecánica de menos de cuarenta toneladas deben llevar:

1. A proa del buque, en la chimenea, o a proa de la misma, donde sea más visible, y por lo menos a 2,75 metros (nueve pies) por encima de la regala, una luz blanca y brillante construída y fijada como se prescribe en la regla segunda, *a*), y de intensidad suficiente para ser vista a tres millas por lo menos.

2. Luces de costado, verde y roja, construídas y fijadas como se ha indicado en la regla segunda, *a*), 4 y 5, con intensidad suficiente para ser visibles a la distancia de una milla, por lo menos, o en lugar de estas luces, un farol combinado para mostrar una luz verde y una roja desde la proa hasta dos cuartas a popa del través del costado respectivo. Este farol se colocará debajo de la luz blanca y a una distancia de ella no inferior a 0,91 metros (tres pies).

b) Los pequeños botes de vapor, como los que suelen llevar los buques de navegación de altura, pueden llevar la luz blanca a menor altura que la de 2,75 metros (9 pies) sobre la borda, pero siempre por encima del farol de cristales combinados, mencionado en el párrafo *a*), 2.

c) Salvo lo previsto en el párrafo *d*), las embarcaciones de vela o remo de menos de 20 toneladas, cuando no lleven luces de costado llevarán en el sitio más visible un farol que muestre una luz verde por un lado y una luz roja por el otro, y de intensidad suficiente para obtener un alcance de una milla, y de modo que la luz verde no pueda verse por el costado de babor ni la roja por el de estribor. Cuando no sea posible mantener en posición fija el farol, se conservará encendido, listo a la mano y se mostrará con suficiente tiempo para evitar un abordaje.

d) Las embarcaciones menores, cuando naveguen, sea a vela o remo, tendrán a la mano y encendida, una lámpara eléctrica, o un farol de luz blanca, que mostrarán cuando sea preciso y con tiempo suficiente para evitar el abordaje.

e) Los buques y embarcaciones de que trata esta regla no están obligados a llevar las luces o señales prescritas en las reglas cuarta, *a*), y once, *e*).

REGLA OCTAVA.

a) 1. Las embarcaciones de práctico a vela, cuando estén en sus demarcaciones prestando servicio de prácticas, y no estando fondeadas, no mostrarán las luces requeridas para los demás buques, pero llevarán en el tope del palo una luz blanca visible en todo el horizonte, de alcance no menor a tres millas, y también una o más luces intermitentes a cortos intervalos, que nunca excederán de diez minutos.

2. Al acercarse un buque o ver que se les aproxima, encenderán las luces de costado, mostrándolas a cortos intervalos, para indicar la dirección de su marcha; pero la luz verde no se verá por babor, ni la roja por estribor.

3. Una embarcación de práctico a vela, de la categoría de las obligadas a abarloarse a un buque para poner al práctico a bordo, podrá mostrar la luz blanca en lugar de llevarla en el palo, y en lugar de las luces de costado mencionadas tendrán a mano, listo para el uso, un farol provisto de vidrio rojo por un lado y vidrio verde por el otro, para emplearlo como se indica en el párrafo anterior.

b) Una embarcación de práctico de propulsión mecánica, en su demarcación, prestando servicio y no estando fondeada, deberá llevar, además de las luces intermitentes exigidas para las embarcaciones de práctico a vela (flare-up-lights"), una luz roja visible en todo el horizonte, con alcance mínimo de tres millas, situada a ocho pies (2,40 metros) debajo de la blanca del tope del palo, así como las luces de costado exigidas para los buques en marcha. Una luz intermitente, blanca y brillante, visible en todo el horizonte, puede reemplazar las "flare-up-lights".

c) Todas las embarcaciones de práctico prestando servicio en sus demarcaciones y estando fondeadas, deben llevar las luces y mostrar las "flare-up-lights" previstas en los párrafos *a*) y *b*), excepto las de costado. Deben igualmente mostrar las luces de fondeo previstas en la regla once, 1.

d) Las embarcaciones de práctico, cuando no se hallen prestando servicio en sus zonas, llevarán las luces requeridas a los buques de su clase y tonelaje.

(*Continuará.*)

DIRECCION GENERAL DE PUERTOS Y SEÑALES MARITIMAS

ADJUDICACIÓN A FACTORÍAS VULCANO, ENRIQUE LORENZO Y CÍA., LA ADQUISICIÓN DE UNA CABRIA FLOTANTE DE 125/70 TONELADAS, EN EL PUERTO DE VIGO.

Tramitado reglamentariamente el expediente para la adquisición de una cabria flotante de 125/70 toneladas, con destino a los servicios del puerto de Vigo, y habiendo sido informada favorablemente la proposición suscrita por Factorías Vulcano, Enrique Lorenzo y Compañía, con la conformidad de don Lorenzo Uriarte, por los servicios correspondientes, la Sección de Puertos del Consejo de Obras Públicas y la Intervención General de la Administración del Estado, con determinadas prescripciones a las que han prestado su conformidad los oferentes, y de conformidad con lo dictaminado por el Consejo de Estado,

Este Ministerio, de conformidad con lo acordado en el Consejo de señores Ministros en 10 del pasado mes, ha resuelto adjudicar la referida adquisición de la mencionada cabria a Factorías Vulcano, Enrique Lorenzo y Compañía, previo examen y reparación, por cuenta del propietario, de los defectos que pudieran observarse al efectuar la inscripción, así como de los gastos inherentes al contrato de adquisición de la referida cabria, y por cantidad global de 5.980.000 pesetas, con estricta sujeción a las condiciones y requisitos especificados en los pliegos que sirvieron de base al concurso anunciado en el *Boletín Oficial del Estado* de 23 de mayo de 1952, en lo que no resulten modificados por las prescripciones impuestas que han sido aceptadas por los oferentes, y con arreglo a las condiciones siguientes:

a) La presentación de los documentos acreditativos del título de propiedad, libre de cargas, de la cabria, de la documentación del roll de la embarcación y del certificado de garantía extendido por el Bureau Veritas.

b) El abono habrá de efectuarse en tres plazos, de los cuales el primero será del 40 por 100, al firmarse la escritura; el segundo, de otro 40 por 100, después de efectuarse la modificación propuesta en la pluma y hechas las pruebas consiguientes, y el tercero, del 20 por 100, una vez transcurrido el plazo de garantía de un año, en perfectas condiciones de funcionamiento de todo el conjunto, y con cargo a los fondos procedentes del empréstito autorizado a la Junta de Obras del Puerto de Vigo por leyes de 17 de julio de 1946 y 22 de diciembre de 1944, de que dicha Junta y Dirección facultativa han acreditado disponer.

Lo que para dar cumplimiento a la Orden aprobada en Consejo de señores Ministros, comunico a V. S. para su conocimiento, el de la Dirección facultativa y efectos consiguientes.

Dios guarde a V. S. muchos años.

Madrid, 27 de septiembre de 1954.—El Director general, Gregorio Pérez Conesa.—Señor Presidente de la Junta de Obras y Servicios del puerto de Vigo.

(Inserto en el *Boletín Oficial del Estado,* núm. 273, página 6538, de 30 de septiembre de 1954.)

MINISTERIO DE COMERCIO

Orden de 28 de septiembre de 1954 por la que se concede la venta al extranjero y baja en el Registro español de los buques pesqueros nombrados "Boquerón" y "Bocarte".

Vista la instancia presentada por don Fernando Barreras Massó, solicitando en nombre propio y de los demás copartícipes de la propiedad de los vapores pesqueros nombrados "Boquerón" y "Bocarte", folios 6.740 y 6.765 de la lista tercera de Vigo, solicitando acogerse a lo dispuesto en el Decreto de 26 de septiembre de 1944, y que se les autorice para proceder a la venta de los citados buques a la empresa chilena Compañía Pesquera Arauco, Ltda. de Santiago de Chile,

Este Ministerio ha tenido a bien, en uso de sus atribuciones, conceder la solicitada autorización de venta, la cual habrá de realizarse dentro de un plazo de tres meses a contar de la fecha de la publicación de esta orden en el *Boletín Oficial del Estado*... 28 de septiembre de 1954.

(Inserta en el *Boletín Oficial del Estado,* número 274, pág. 6.593, de 1 de octubre de 1954.)

Orden de 28 de septiembre de 1954 por la que se concede la venta al extranjero y baja en el Registro español de los buques pesqueros nombrados "Bocaréu" y "Barbo".

Vista la instancia presentada por la empresa naviera Hijos de J. Barreras, S. A., de Vigo, propietaria de los buques nombrados *Bocaréu* y *Barbo,* folios 6.979 y 7.028 de la tercera lista de Vigo, solicitando acogerse a lo dispuesto en el decreto de 26 de septiembre de 1944, y que se le autorice para proceder a la venta de los citados buques a la empresa chilena Compañía Pesquera Arauco, Limitada, de Santiago de Chile,

Este Ministerio ha tenido a bien, en uso de sus atribuciones, conceder la solicitada autorización de venta, la cual habrá de realizarse dentro de un pla-

zo de tres meses, a contar de la fecha de publicación en el *Boletín Oficial del Estado*... 28 de septiembre de 1954.

(Inserta en el *Boletín Oficial del Estado,* número 274, pág. 6.593, de 1 de octubre de 1954.)

Orden de 5 de octubre de 1954 por la que se autoriza la venta al extranjero y baja en el Registro español del buque pesquero nombrado "Besugo".

Vista la instancia presentada por don Fernando Barreras Massó, en nombre propio y en el de los demás copartícipes en la propiedad del vapor pesquero nombrado "Besugo", folio 6.942, de la lista tercera de Vigo, solicitando acogerse a lo dispuesto en el decreto de 26 de septiembre de 1944, para proceder a la venta de dicha embarcación a la empresa chilena Compañía Pesquera Arauco, Ltda., de Santiago de Chile,

Este Ministerio, en uso de sus atribuciones ha tenido a bien conceder la autorización para efectuar dicha venta, y en su consecuencia, para que sea dado de baja en el Registro español el citado buque, dentro de un plazo de tres meses, a partir de la fecha de publicación de esta orden en el *Boletín Oficial del Estado*..., 5 de octubre de 1954.

(Inserta en el *Boletín Oficial del Estado,* número 283, pág. 6831, de 10 de octubre de 1954.)

Orden de 5 de octubre de 1954 por la que se autoriza al abanderamiento en España y su inscripción en el puerto de Barcelona, del buque remolcador holandés "Saturnus", con el nombre de "Montserrat".

Ilmo. Sr.: Vista la instancia presentada por la empresa Remolcadores de Barcelona, S. A., solicitando el abanderamiento en España y su inscripción en el puerto de Barcelona del buque remolcador de procedencia holandesa nombrado *Saturnus,* importado con licencia de la Dirección General de Comercio y Política Arancelaria,

Vistos los informes favorables de las Direcciones Generales de Navegación y de Industrias Navales, a propuesta de esa Subsecretaría y en virtud de las facultades que otorga a este Ministerio la ley de 5 de abril de 1940, he tenido a bien autorizar el abanderamiento e inscripción solicitados, con el nombre de "Montserrat", y cuyo expediente se tramitará en la Comandancia de Marina del referido puerto.

Lo que comunico a V. I. para su conocimiento y cumplimiento.

Dios guarde a V. I. muchos años.

Madrid, 5 de octubre de 1954.—Por delegación, Juan J. de Jáuregui.—Ilmo. Sr. Subsecretario de la Marina Mercante.

(Inserto en el *Boletín Oficial del Estado,* número 287, pág. 6.938, de 14 de octubre de 1954.)

Información Profesional

SOBRE EL MODO CORRECTO DE CALCULAR LA POTENCIA EN EL EJE DE COLA Y EL RENDIMIENTO DE UN PROPULSOR

Algunos proyectistas no siguen un método correcto al determinar la potencia en el eje de cola, partiendo de la potencia de remolque, por no fijar con exactitud el rendimiento del propulsor elegido.

Dos son los métodos que pueden seguirse para calcular estos elementos. Para mayor concisión en la exposición de los mismos nos referiremos a un caso concreto.

Supongamos que por un procedimiento cualquiera (*semejanza, método de Taylor, método de Ayre*, etcétera) hayamos calculado la potencia de remolque con apéndices de un buque en proyecto, así como los diversos coeficientes de la propulsión, y queremos determinar la potencia necesaria en el eje de cola, utilizando un propulsor determinado, por ejemplo, una hélice de la serie B.3.35 de Troost.

Sean los datos conocidos:

Potencia de remolque con apéndices ..... $P_o = 1.118$ HP
Velocidad del buque en servicio. $V = 12$ nudos
Coeficiente de estela ..... $\Psi = 0{,}197$
Coeficiente de succión ..... $\Theta = 0{,}174$
Coeficiente de influencia ..... $\xi_a = 1{,}005$
Rend. del casco. $\xi_c = (1-\Theta)/(1-\Psi) = 1{,}029$
Velocidad aparente ..... $V_e = 9{,}636$ nudos
Diámetro del propulsor ..... $D = 9{,}05$ pies
Revoluciones del propulsor ..... $n = 240$ r. p. m.

El rendimiento de la propulsión será

$$\xi = \xi_a \, \xi_c \, \eta = 1{,}034 \, \eta$$

siendo η el rendimiento del propulsor aislado, que precisamente es lo que queremos determinar.

Primer método.—Consiste en dar a η un valor estimado por comparación con buques similares, calcular con él los factores para entrar en los diagramas de hélices, y obteniendo un propulsor cuyo rendimiento η seguramente no coincidirá con el supuesto. Con este nuevo valor de η se calculan otra vez los factores para entrar en los diagramas, obteniéndose otro propulsor cuyo rendimiento estará más próximo al anterior. Operando de este modo sucesivamente se llega a un propulsor cuyo rendimiento coincide con el utilizado para calcular los factores.

Así, en el caso que nos ocupa tendremos:

Valor supuesto del rendimiento ..... $\eta = 0{,}6$
Rendimiento de la propulsión ..... $\xi = 0{,}620$
Potencia en el eje de cola . $P_Q = P_o/\xi = 1.803$ HP

Los factores para entrar en la serie de Troost B.3.35 serán

$$B_p = \frac{n \, . \, P_q^{0{,}5}}{V_e^{2{,}5}} = \frac{240 \times 1803^{0{,}5}}{9{,}636^{2{,}5}} = 35{,}2$$

$$\delta = \frac{\eta . D}{V_e} = \frac{240 \times 9{,}05}{9{,}636} = 225$$

Con estos factores se obtiene un propulsor cuyo rendimiento vale $\eta = 0{,}558$, que no coincide con el supuesto. Con este rendimiento, y calculando de nuevo los factores, se tiene:

$\eta = 0{,}558$, $\xi = 0{,}577$, $P_Q = 1937$ HP, $B_p = 36{,}8$, $\eta' = 0{,}547$

y así sucesivamente:

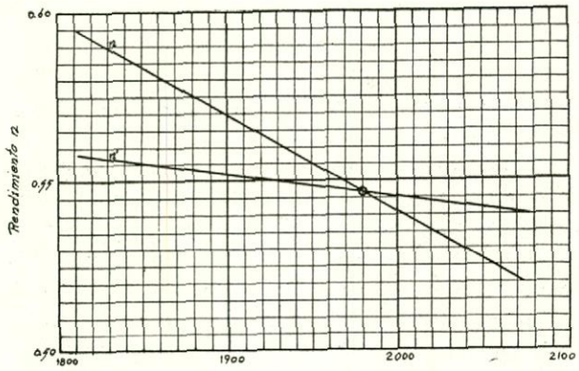
$\eta = 0{,}550$, $\xi = 0{,}569$, $P_Q = 1964$ HP, $B_p = 36{,}8$, $\eta' = 0{,}547$
$\eta = 0{,}547$, $\xi = 0{,}566$, $P_Q = 1975$ HP, $B_p = 37{,}0$, $\eta' = 0{,}546$
$\eta = 0{,}546$, $\xi = 0{,}565$, $P_Q = 1980$ HP, $B_p = 37{,}0$, $\eta' = 0{,}546$

Por consiguiente, el propulsor que se busca tiene un rendimiento de 0,546 y la potencia en el eje de cola que se necesita es de 1.980 HP, o bien 2.006 CV.

Segundo método.—Consiste en dar a η varios valores y obtener los correspondientes de η'. Con estas dos series de valores se trazan dos curvas cuya intersección da el valor de η adecuado.

Así, en el caso que nos ocupa, tendremos:

η	0,60	0,58	0,56	0,54	0,52	0,50
ξ	0,620	0,600	0,579	0,558	0,538	0,517
P_Q	1803	1863	1931	2003	2078	2162
B_p	35,2	35,9	36,5	37,2	37,9	38,6
η'	0,558	0,555	0,550	0,544	0,540	0,535



Potencia en el eje de cola Po — HP.

El punto de intersección de ambas líneas nos da un rendimiento de 0,546 y una potencia en el eje de cola de 1.980 HP, valores que coinciden con los obtenidos en el método anterior. (V. Esteve Baeza, Ing. Naval.)

SOBRE EL COMPORTAMIENTO DE LOS METALES POR LO QUE SE REFIERE AL CRECIMIENTO SOBRE ELLOS DE LOS ANIMALES MARINOS

La Comisión para el estudio de los metales ligeros y materiales especiales de la S. T. G. ha publicado un informe que se incluye, firmado por el doctor M. Kühl, en el número de agosto de 1954 de "Schiffstechnik". En dicho informe se trata del comportamiento que presentan las chapas de distintos metales sumergidas en el agua durante un cierto período de tiempo, por lo que se refiere al crecimiento sobre ellas de animales marinos. También se han hecho algunas experiencias recubriendo el material con pintura en cuya composición entren metales que se consideren venenosos.

Como se sabe, algunos metales pesados, particularmente el cobre y el mercurio, se consideran desde hace tiempo como los agentes principales para dar a las pinturas anti-incrustantes sus propiedades como tales; pero existe la posibilidad de que sus sales en contacto con otros metales, o bien al disponer metales de distintos tipos unos junto a otros, se obtengan resultados distintos que si estuviesen separados. Por esta razón se hicieron en Alemania una serie de experiencias a las que se refiere este informe.

El aluminio, el hierro y el plomo no tienen, como se esperaba, ninguna propiedad que evite el crecimiento de los animales marinos. Tampoco el estaño, ni el cromo, ni el níquel. El estaño tiene alguna influencia, aunque prácticamente despreciable. En cambio, el cadmio y el cinc, el cobre y las amalgamas están más o menos libres de incrustaciones, y lo mismo sucede con la plata oxidada.

Las aleaciones de cobre con cinc y estaño, es decir, los latones y bronces, están libres de incrustaciones en el mismo grado, poco más o menos, que el cobre; no aumentando el cinc la resistencia al crecimiento de animales vivos sobre el metal. Las aleaciones que tienen más del 65 por 100 de cobre son las que mejor se comportan en este aspecto. El bronce de aluminio tampoco ofrece facilidad a dicho crecimiento.

Los aceros se comportan del mismo modo que el hierro y las aleaciones de aluminio de manera análoga al aluminio.

Las condiciones en que se produce este crecimiento varían, sin embargo. Cuando se colocan dos metales juntos, el metal menos noble permanece sin incrustaciones, mientras que éstas crecen más o menos en el otro, particularmente en zonas un tanto alejadas de la primera; así, por ejemplo, situando un trozo de cinc sobre una plancha de cobre, el cinc queda completamente libre de incrustaciones, y, en cambio, éstas crecen en el cobre de una manera tanto más activa cuanto más lejos están del cinc. Lo mismo sucede si se pone un trozo de hierro sobre una plancha de cobre. Como es natural, tanto el hierro como el cinc se corroen en dicho caso muy rápidamente. Parece ser que el efecto de los metales consiste en que parte de ellos se disuelve en el agua produciendo con ello un ambiente venenoso a los animales. Por consiguiente, la acción protectora será tanto más acusada cuanto mayor sea el número de iones de dicho metal en el agua.

El cobre se ve libre de incrustaciones si la solubilidad alcanza la cifra de 100 miligramos por decímetro cuadrado al mes. En cambio, el cinc precisa alcanzar 200 miligramos por decímetro cuadrado de superficie de pérdida de peso al mes para que no se formen sobre él incrustaciones. Claro está que siendo el cinc un metal muy innoble, esta cifra se alcanza con facilidad si hay otros metales cerca de él. Por esta razón es este metal y sus sales una de las bases principales para la protección de los cas-

cos, y no solamente contra las incrustaciones, sino también, por la misma causa, contra la corrosión. En cambio, en forma de pintura es preferible emplear sales de cobre, siempre que éste quede aislado de la base metálica que se quiere cubrir, pues en otro caso se producirían sobre dicha base fuertes corrosiones por electrolisis.

El aluminio, por ejemplo, pintado se corroía incluso bajo la pintura, ofreciendo una tendencia a la formación de exfoliaciones; esto indica el efecto que produce la presencia conjunta del metal y la pintura, aunque ésta sea adecuada para proteger la superficie metálica de la corrosión y las incrustaciones.

Parece ser, como se ha indicado antes, que el metal se disuelve lentamente en el agua, produciendo un ambiente venenoso para los animales que viven en dicha zona. Los bálanos o bellotas de mar (balanus improvisus) son uno de los animales que producen más incrustaciones en el forro de los barcos, por lo que han sido estudiados de una manera más especial. La larva de este animal nada durante algún tiempo en la mar buscando algún sitio donde agarrarse, para lo cual se vale de unos apéndices que le sirven también para nadar. Una vez encontrado el lugar donde se agarra segrega una especie de cemento que se endurece en el agua de mar, y en veinticuatro horas realiza su metamorfosis. Una vez terminada esta fase de su vida, el animal deja la envuelta y en pocos días empiezan a producirse incrustaciones calcáreas sobre las planchas. Entonces comienza su alimentación, pues hasta entonces había vivido de las reservas de que disponía en el estado de cipris o larva. Por consiguiente, es en este momento cuando empieza a actuar el metal de la chapa o bien los elementos venenosos que pudiera tener la pintura. Por esta razón, siempre se encuentran algunas larvas sobre las chapas, dependiendo su mayor o menor adelanto en la metamorfosis de la mayor o menor capacidad venenosa de la superficie sobre la que han ido a agarrarse.

Las dificultades con que tropieza la técnica de las pinturas no se refiere al hierro, puesto que este problema se ha resuelto hace tiempo, sino a las aleaciones ligeras, que cada día se emplean más en construcción naval. Estas aleaciones presentan ciertas dificultades en este aspecto, y no se las puede someter al mismo tratamiento que una superficie de acero. Es preciso buscar pinturas de imprimación especial para evitar la corrosión debida a los elementos metálicos existentes en las pinturas antiincrustantes, pero a pesar de ello existe siempre este peligro, por lo que se ha intentado sustituir los metales venenosos por venenos de tipo orgánico. Esto tampoco ha dado resultados, ya que estos venenos actúan solamente sobre determinados tipos de animales, pudiendo crecer los demás sobre la plancha.

Por consiguiente, y a pesar de todas las experiencias realizadas, este problema continúa sin resolver y debe seguirse trabajando en él.

EL EQUIPO PROPULSOR DE LOS BUQUES "L"

El primero de los buques tipo "L", el *Huesca*, está ya prestando servicio, y el segundo, el *Teruel*, tiene ya muy adelantado su armamento en los Astilleros de Hijos de J. Barreras, S. A.

El motor propulsor es del tipo Werkspoor V. E. S. 604/90 y tiene cierto interés, por tratarse de un tipo nuevo que resuelve de un modo original algunos problemas importantes del motor Diesel. La mayor novedad de este motor, cuya sección transversal puede verse en la figura 1, está en su cambio de marcha. Se trata de un motor de cuatro cilindros, de dos tiempos, con los cigüeñales calados a 90°. Un solo sistema de camones impulsa las cuatro bombas de inyección, que tienen dispuestas dos galerías de descarga de petróleo frente a frente. Cuando el motor marcha en un sentido, queda abierta una galería en cada bomba, que comunica con el cilindro que corresponde, según el orden de encendido establecido. Para conseguir el orden de encendido que corresponda a la marcha en sentido opuesto, se tapan las galerías que estaban abiertas y se descubren las otras, mediante un giro de 180° del émbolo de las bombas. De este modo sencillo se consigue el cambio de marcha, que siempre fué uno de los más engorrosos problemas de los motores marinos.

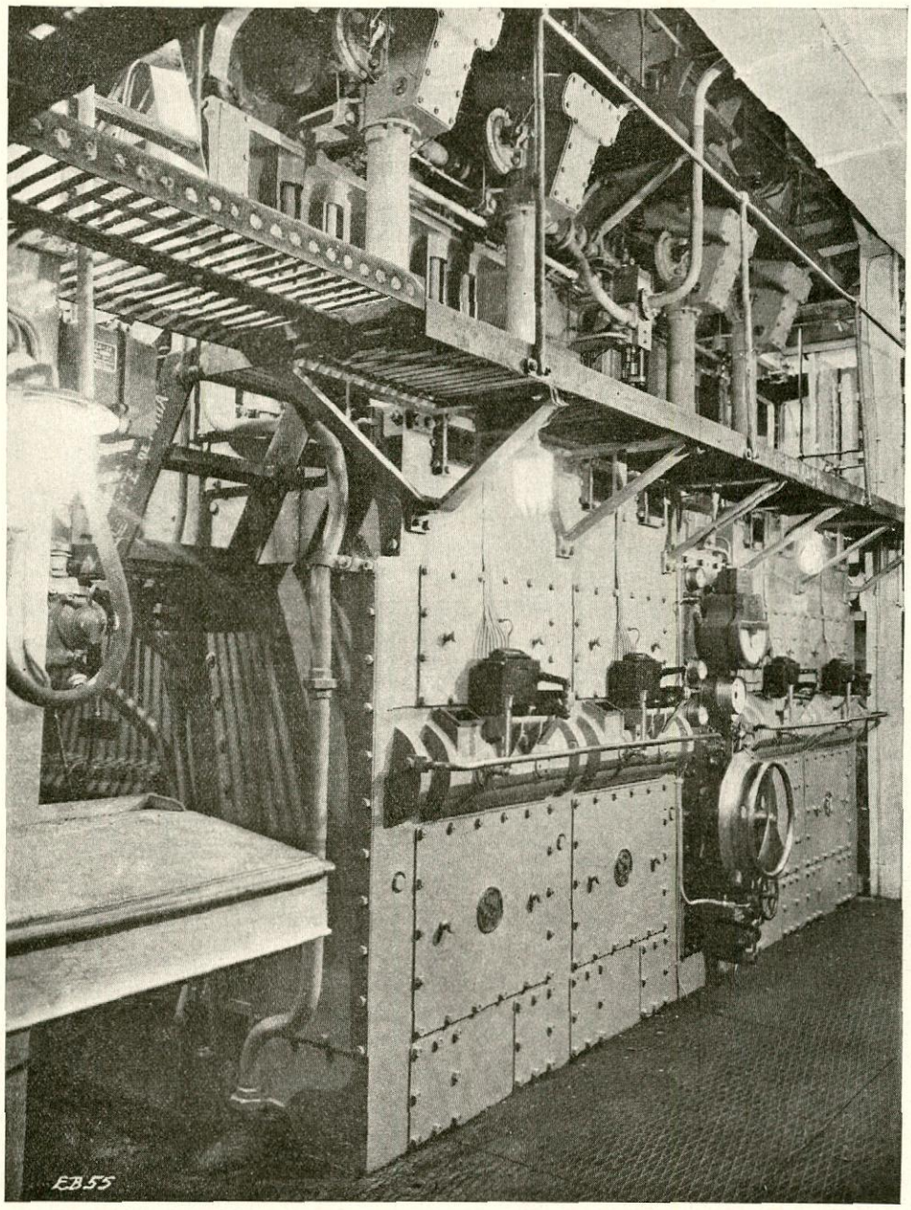
Otra novedad es haber logrado la simetría de pulverización con un solo inyector, a pesar de tratarse de un motor de barrido uniflujo. En vez de una válvula de escape, dispuesta en el centro de la culata, se disponen cuatro, lo que permite situar en el centro el inyector. Además, el tener cuatro válvulas pequeñas en vez de una grande aminora extraordinariamente el peligro de averías por deformación de las válvulas. El mecanismo de apertura de éstas no es actuado por camón, sino uor el contravástago de las bombas de barrido, adosadas a cada cilindro, como puede verse en las figuras 1 y 3. Cada par de válvulas está movido por una varilla D. La cabeza del cilindro ofrece así un aspecto análogo al de los motores de cuatro tiempos.

Una disposición interesante que también tienen otros motores de esta marca, como los KMWS

606/110, montados en los buques *La Rioja* y *La Mancha*, es la parte inferior de la camisa, desmontable con facilidad, lo que permite reconocer los aros y cambiarlos en poco tiempo, figura 4.

El aceite de refrigeración de pistones entra y sale por el balancín que mueve la bomba de barrido, figura 1. En el interior del pistón, figura 5), se ha creado un sistema de galerías que asegura una correcta refrigeración del pistón e impide la formación de depósitos carbonosos.

El motor ha sido montado para desarrollar 1.600 C. V. F. a 155 r. p. m. Como los cilindros son de 600 mm. de diámetro por 900 de carrera, la presión media efectiva resultante, 4,55 kg/cm² y la velocidad lineal media 4,65 m/seg., son valores muy moderados, a los que corresponde un consumo específico de 165 C. V. F./h de petróleo y 1 l/h de aceite de lubricación.



Un detalle del motor principal.

En el banco de pruebas han desarrollado potencias mucho más elevadas, sin ofrecer síntimas de sobrecarga. A 169,2 r. p. m. se han obtenido 1.875 C. V. F., con un rendimiento mecánico del 83 por 100, para lo que corresponde una presión media efectiva de 4,9 kg/cm² y una velocidad media de

pistón de 4,97 m/seg. La temperatura media de los gases de escape medida en los cilindros fué de 380°,

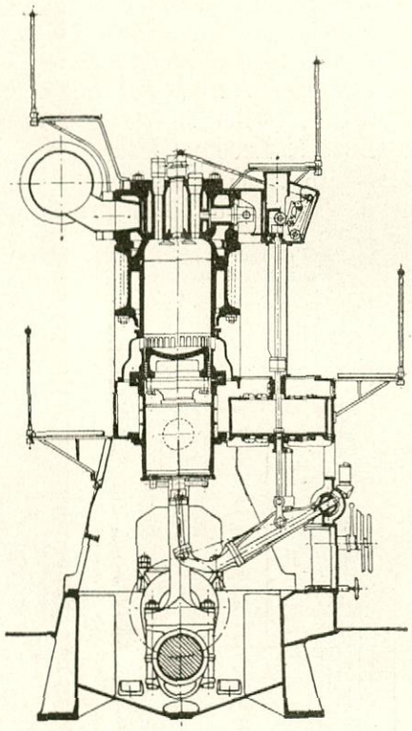


Fig. 1.

y en colector, de 375°, valores verdaderamente moderados. Como se ve, la instalación dispone de un gran margen de potencia, aun para el servicio permanente.

La figura 6 muestra la disposición de la cámara de máquinas, en la que se han instalado los siguientes aparatos:

Número 1.—Motor principal, tipo VES/604/90.

Número 2. — Dos motores Werkspoor, tipo TMA 234.

Número 3.—Dos dínamos de 120 KW.

Número 4.—Dos compresores de aire, de una capacidad de 150 m^3 a 30 kg/cm^2.

Número 5.—Dos electrobombas para lubricación forzada de 70 Tm/h a 30 m.

Número 6.—Una bomba de circulación de agua salada de 100 Tm/h a 10 m.

Número 7.—Una bomba circulación reserva agua dulce y salada, de 100 Tm/h, a 15 m.

Número 8.—Una bomba circulación agua dulce, de 100 Tm/h, a 15 m.

Número 9.—Una bomba para servicio diario de combustible, de 5 Tm/h, a 30 m.

Número 10.—Dos bombas circulación combustible, 1 Tm/h.

Número 11.—Una electrobomba de trasiego combustible, de 40 Tm/h, a 40 m.

Número 12.—Una bomba de lastre, de 85 Tm/h, a 30 m.

Número 13.——Una bomba sentina S. O. S., de 85 Tm/h, a 30 m.

Número 14.—Dos bombas de baldeo y contra incendios, de 31 Tm/h, a 35 m.

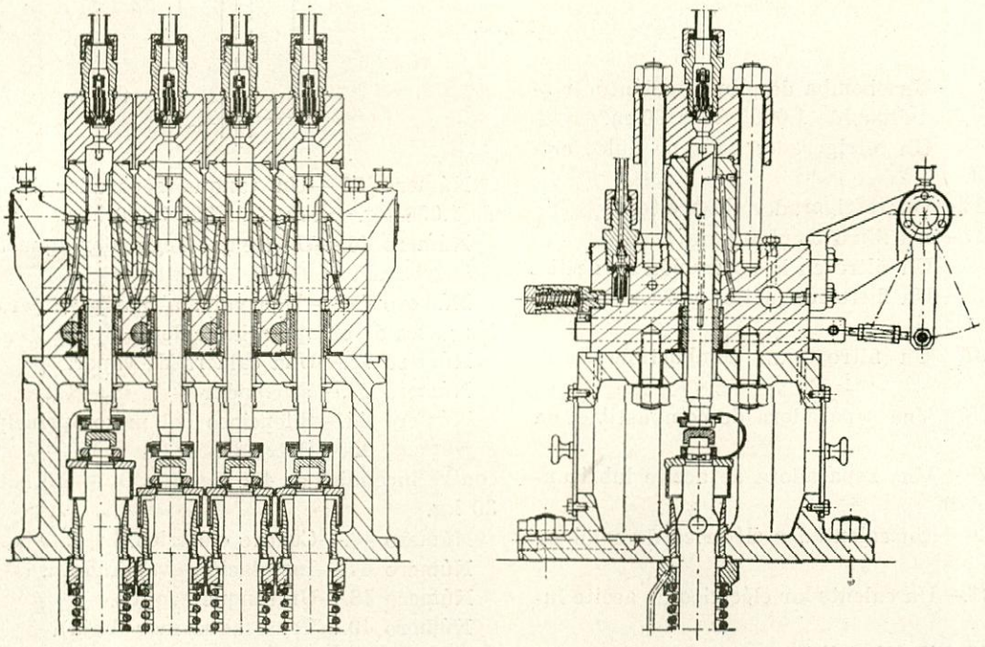


Fig. 2.

Número 15.—Una bomba del tanque séptico.

Número 16.—Una bomba de agua dulce para tanque, de presión de 5 Tm/h a 40 m.

Número 17.—Una bomba de reserva para los tanques de presión, de 5 Tm/h, a 40 m.

Número 18.—Una bomba para agua salada del tanque de presión, de 8 Tm/h, a 40 m.

Número 19.—Una bomba de circulación de agua caliente, de 5 Tm/h, a 20 m.

Número 20.—Una bomba de alimentación caldereta auxiliar, de 1.000 l/h, a 60 m.

Número 33.—Una botella de aire de arranque para auxiliares de 100 l.

Número 34.—Un compresor de aire a mano.

Número 35.—Un tanque derrame aceite lubricante, de 1,5 m³, estructural en el doble fondo.

Número 36.—Dos tanques servicio diario de combustible, de 5 m³, 2.500 × 2.000 × 1.000.

Número 37.—Un tanque separador combustible de 1.000 l. de 675 × 1.200 × 1.400.

Número 38.—Un tanque de gravedad separador combustible, de 2.000 kg. de 1.500 × 2.000 × 800.

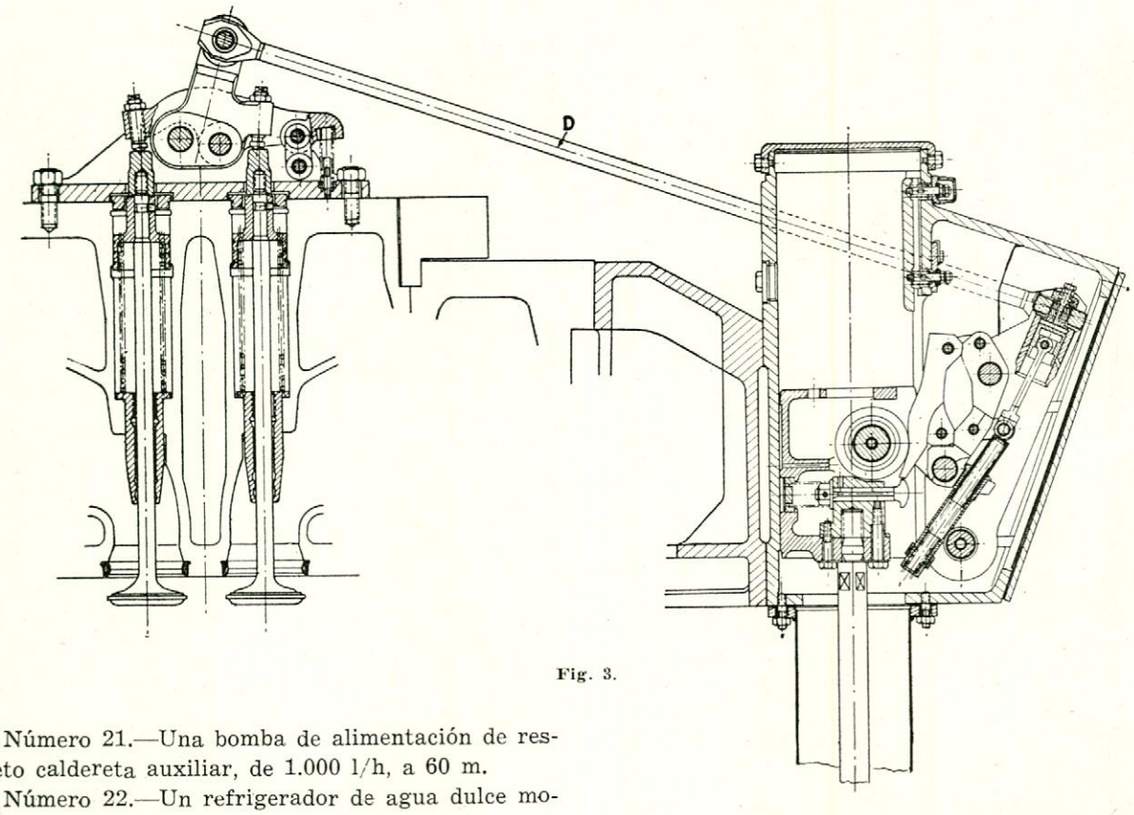


Fig. 3.

Número 21.—Una bomba de alimentación de respeto caldereta auxiliar, de 1.000 l/h, a 60 m.

Número 22.—Un refrigerador de agua dulce motor principal.

Número 23.—Un refrigerador de aceite.

Número 24.—Un filtro Duplex para aceite.

Número 25.—Un filtro en la aspiración de aceite.

Número 26.—Un filtro magnético para aceite lubricante.

Número 27.—Un filtro para combustible Auto-Klean.

Número 28.—Una separadora de combustible, de 1.500 l/h.

Número 29.—Una separadora de aceite lubricante, de 1.500 l/h.

Número 30.—Un calentador eléctrico de combustible.

Número 31.—Un calentador eléctrico de aceite lubricante.

Número 32.—Dos botellas de aire de arranque.

Número 39.—Un tanque separador lubrificante de 1.000 kg. — 675 × 1.200 × 400.

Número 40.—Un tanque regulador agua dulce de refrigeración de 500 l. de 1.012 × 1.025 × 525.

Número 41. — Una válvula mariposa para enviar los gases de escape a la caldera.

Número 42.—Una caldera de vapor.

Número 43.—Quemadores de la caldera.

Número 44.—Silencioso del motor principal.

Número 45.—Batería botellas CO_2 = instalación contra incendios de 450 kg. de CO_2 = 15 botellas de 30 kg.

Número 46.—Cuadro eléctrico.

Número 47.—Instalación evaporadora.

Número 48.—Un tanque séptico.

Número 49.—Toma agua mar (baja).

Número 50.—Toma agua mar (alta).

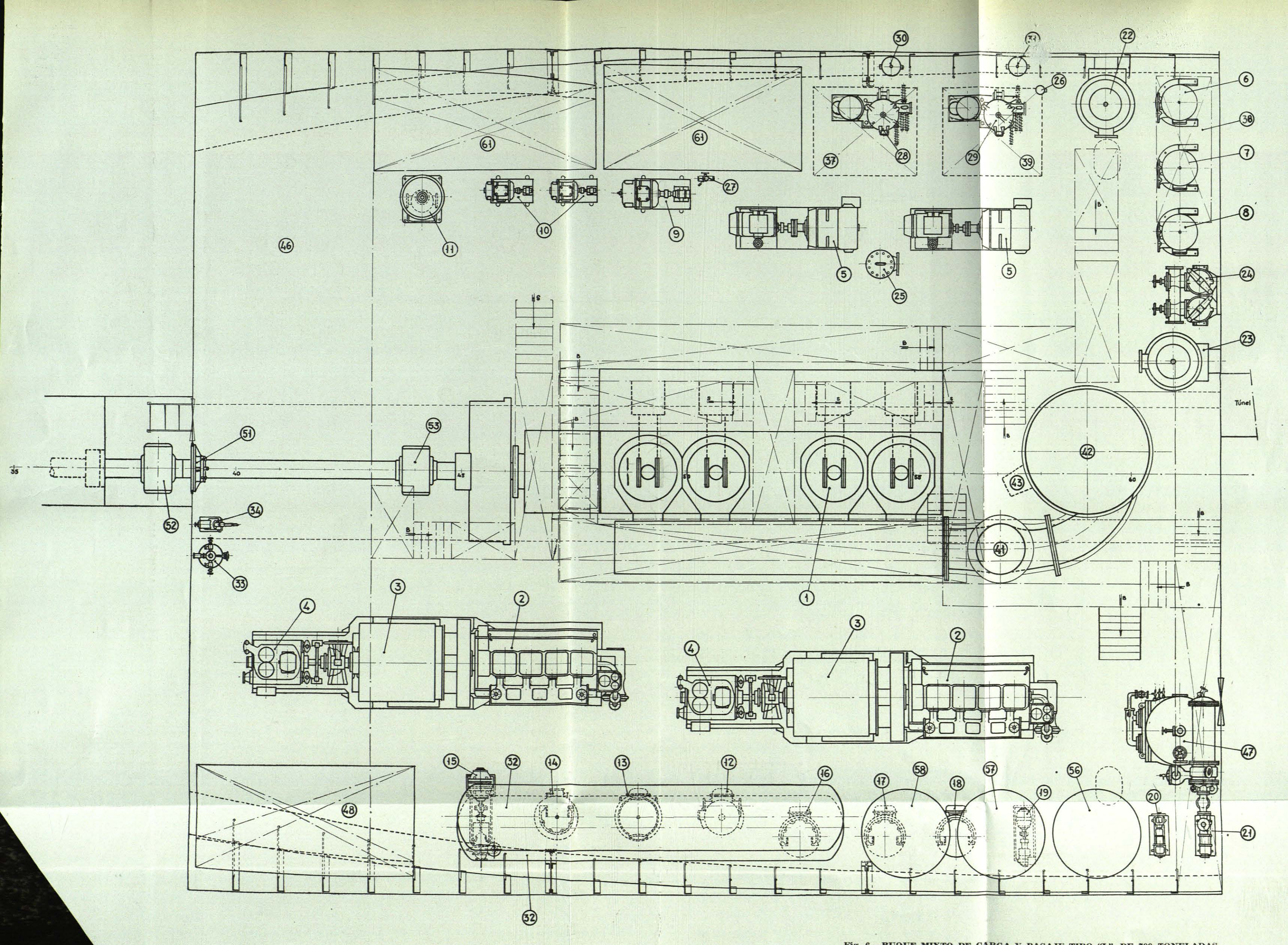


Fig. 6.—BUQUE MIXTO DE CARGA Y PASAJE TIPO "L", DE 700 TONELADAS DE P. M.—Distribución general de la cámara de máquinas.

PLANTA

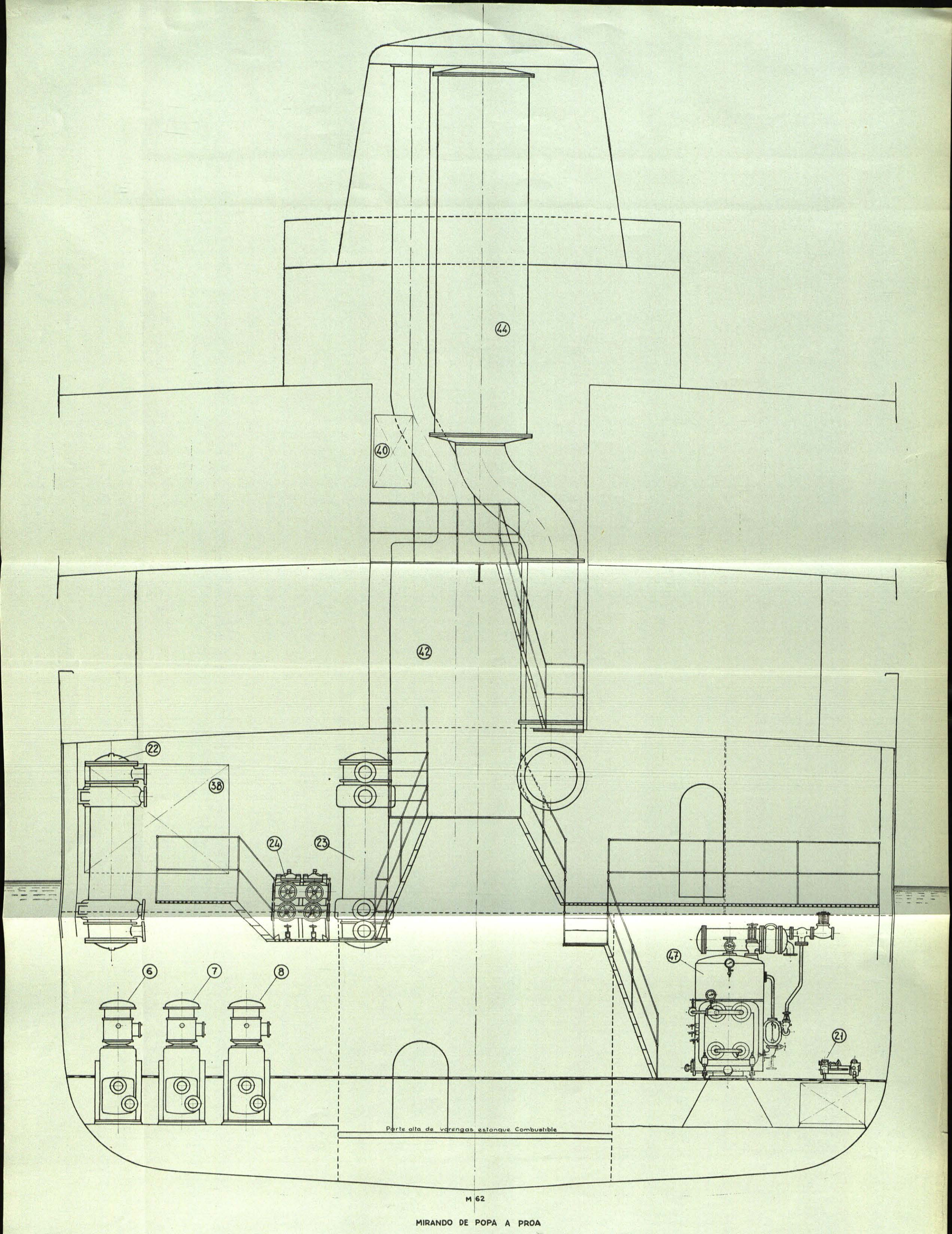


Fig. 7.—BUQUE MIXTO DE CARGA Y PASAJE TIPO "L", DE 700 TONELADAS DE P. M.—Distribución general de la cámara de máquinas.

Número 51.—Un prensaestopas.

Número 52.—Un cojinete para eje intermedio.

Número 53.—Un cojinete volante.

Número 54.—Una viga destino motor principal.

Número 55.—Una viga motores auxiliares.

Número 56.—Un tanque agua caliente.

Número 57.—Un tanque sanitario agua salada de 2 m³.

Número 58. — Un tanque sanitario agua dulce de 2 m³.

Número 59.—Un aparejo eléctrico de 3 toneladas.

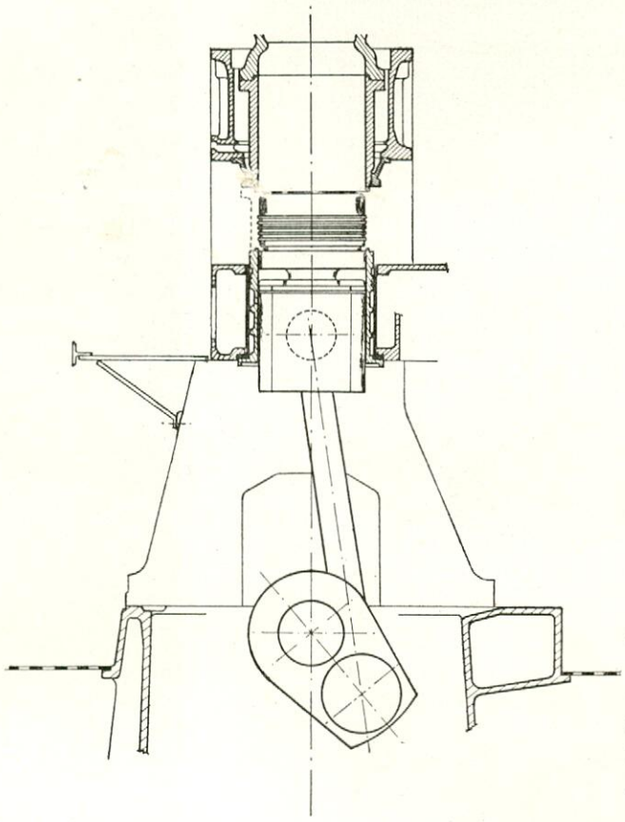


Fig. 4.

Número 60. — Silenciadores y cortachispas auxiliares.

Número 61.—Dos tanques aceite lubrificante de 9 m³ cada uno.

Se montan tres grupos electrógenos, dos principales, con motor Werkspoor TMA-234 y dínamo Crompton Parkinson de 120 kw. y un grupo de socorro con motor Pegasso, con dínamo C. N. M. E. S. A., de 50 kw. Un solo grupo electrógeno principal a 2/3 de carga es suficiente para cubrir todas las necesidades del buque.

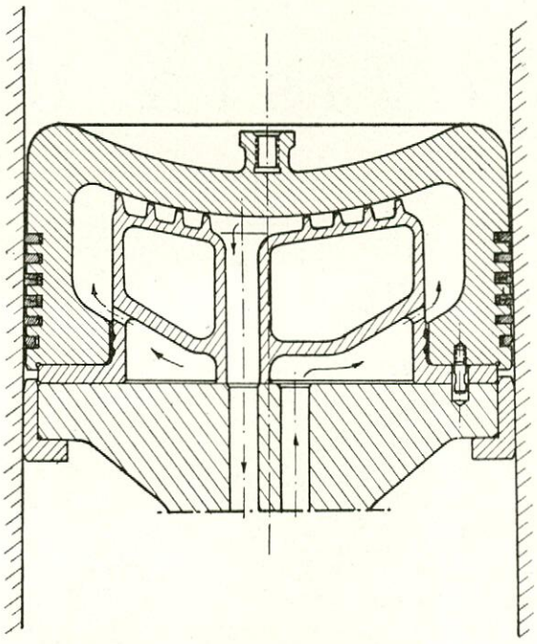


Fig. 5.

En bancada común con los grupos electrógenos principales se monta un compresor de aire de arranque de un caudal de 150 m³ de aire aspirado para comprimir a 30 kg/cm².

La caldera auxiliar dispuesta para funcionar con los gases de escape del motor principal o con un mechero es de tipo Field; puede producir 600 kiligramos de vapor por hora a la presión de 7 kilogramos/cm².

La línea de ejes va montada sobre chumaceras de rodillos tipo SKF. La chumacera de empuje está incorporada a la bancada del motor y es de tipo Michell corriente.

Para los servicios de refrigeración de gambuzas se han montado tres compresores, con sus condensadores y bombas de servicio con capacidad suficiente para cubrir todas las necesidades del buque en climas tropicales.

Revista de Revistas

MISCELANEO

MEDICION DE TENSIONES, por J. Van Nieuwkoop ("Stork Review", julio, 1954).

INTRODUCCIÓN.

Al proyectar los elementos componentes de las máquinas o aparatos modernos, los métodos convencionales matemáticos fallan a menudo al determinar el cuadro real de la distribución de las tensiones. La experiencia práctica ha demostrado que muchas fórmulas matemáticas dan solamente una estimación de la distribución real de las tensiones que se originan en el material. Para que dichas tensiones queden dentro de límites admisibles, ciertas partes componentes se proyectan a menudo en forma mucho más robusta de lo que normalmente sería necesario.

No puede extrañar, por tanto, que la incertidumbre existente sobre las tensiones reales haya motivado la necesidad de un equipo que permita medir las deformaciones originadas en las estructuras al ser sometidas a las condiciones de carga correspondientes. En casos sencillos esto puede hacerse mediante extensómetros mecánicos que ya eran conocido antes de 1940. Después de esta fecha se están utilizando para medir las deformaciones los elongámetros óhmicos.

EXTENSÓMETROS MECÁNICOS.

Todos estos instrumentos están basados en el principio de la medición de una dilatación. Conocida la longitud del aparato, se mide la deformación al aplicarle la carga. Con ayuda de la teoría de la elasticidad puede calcularse la fatiga que ocurre en el material en función de dicha deformación, de manera sencilla, siempre que el módulo de elasticidad y el coeficiente de Poisson sean conocidos.

Ejemplos de estos aparatos de medición de deformaciones, también llamados extensómetros, son el extensómetro de espejo, el tensómetro "Huggenberger" y el extensómetro "Siebel".

a) Un ejemplo del extensómetro de espejo de pequeña longitud es el aparato desarrollado por Mathar, representado esquemáticamente en la figura 1. *El instrumento comprende* un puente de me-

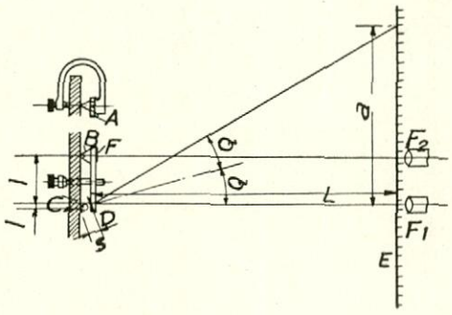


Fig. 1.—Extensómetro de espejo de Mathar.

dición A con un extremo afilado fijo B y otro extremo afilado móvil C. La longitud del aparato l es de 8 a 10 mm. Al aumentar la longitud l como resultado de una carga, el extremo afilado C gira en el puente de medición. El espejo D, que está unido a un brazo inmóvil conectado a C, se inclina el mismo ángulo que el extremo afilado C. Un rayo de luz que cae sobre este espejo pasa a un anteojo situado a cierta distancia. Este rayo de luz es reflejado sobre la escala próxima al anteojo.

Con una distancia al pivote de $S = 4{,}5$ mm. y una longitud $L = 3$ a 8 m. entre el espejo y la escala, la ampliación obtenida es:

$$V = \frac{a}{\Delta l} \approx \frac{2\,L}{S} \approx 1300 - 3500 : l$$

En el caso de deformaciones muy pequeñas, el huelgo en los cojinetes debe ser tenido en cuenta. Para ello existe un segundo espejo F sobre el ex-

tremo fijo B. Un rayo de luz cae sobre este espejo, pasando a un segundo anteojo. Puede efectuarse la corrección de acuerdo con el desplazamiento de este espejo.

b) El tensómetro "Huggenberger" opera de acuerdo con el mismo principio del extensómetro

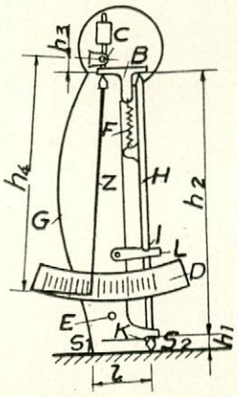


Fig. 2.—Tensómetro "Huggenberger".

de espejo. Se representa esquemáticamente en la figura 2.

El extremo afilado fijo S_1 y el extremo afilado móvil S_2 están unidos a un brazo G. La distancia entre los dos extremos afilados es de 20 mm. Al incrementarse la longitud galgada como resultado de una carga, el extremo móvil afilado S_2 pivotea alrededor del punto K. La palanca H incrementa el movimiento en la relación h_2/h_1 y lo transmite al

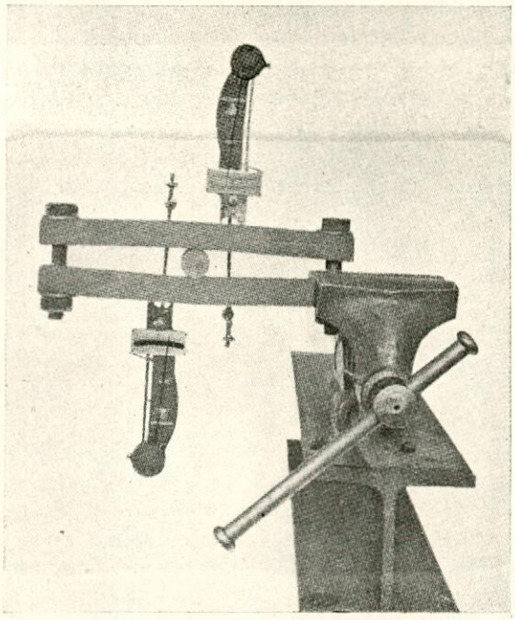


Fig. 3.—Dos tensómetros "Huggenberger" colocados en un juego de barras flexadas.

puente B que, a su vez, mueve la aguja Z, que gira con centro en C.

Si la distancia entre C y el punto de acoplamiento del puente es h_3 y la longitud total de la aguja es h_4, la posición de la aguja en la escala indicará la extensión de la longitud galgada con una ampliación de $h_2/h_1 \times h_4/h_3$. Esta ampliación es, aproximadamente, de 1.200.

Este extensómetro mecánico es muy ligero en peso y puede ser unido a la estructura que se va a probar por medio de una mordaza que se conecta al agujero E. La figura 3 muestra dos tensómetros "Huggenberger" es un juego de barras tensadas, montados para la llamada prueba de corrosión Jones.

c) El extensómetro "Siebel" está basado en un principio completamente diferente. En el objeto que

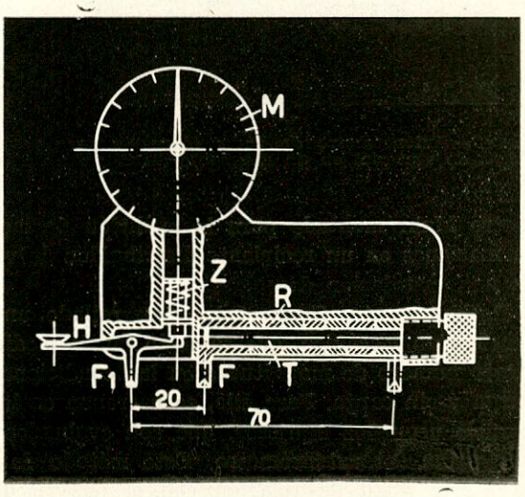


Fig. 4.—Extensómetro de Mahr.

se va a probar se barrenan pequeños agujeros en los puntos en que se va a medir la deformación. Pequeñas bolas son aprisionadas en estos agujeros, de tal manera, que quedan firmemente conectadas con el fin de sobresalir, aproximadamente, en su mitad sobre la superficie. Se mide entonces la distancia entre las bolas mediante un instrumento medidor que da una aproximación de 10 milésimas de milímetro. Después de haber aplicado la carga, se mide de nuevo la distancia, y la diferencia entre ambas lecturas representa la ampliación de la distancia medida. La figura 4 muestra un esquema de este extensómetro. Este instrumento fué desarrollado por Mahr y es apropiado para longitudes galgadas de 20 a 70 mm. Cambiando los anillos R, la pata fija F puede ajustarse con relación a la pata móvil que se fija por medio del tornillo T. La palanca H transmite el movimiento de la pata F a la varilla Z de la esfera graduada M.

Este extensómetro es particularmente aplicado para la medición de tensiones residuales en las construcciones soldadas, ya que la deformación puede determinarse es un gran número de puntos antes y después de soldar. Este tipo es muy útil para las mediciones referentes a tubos a una temperatura elevada. La figura 5 muestra un extensómetro Mahr montado para la medición de las deformaciones en un recipiente distribuidor de vapor de una instalación de calderas.

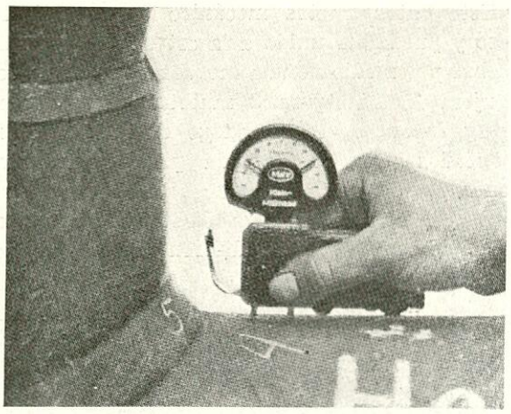


Fig. 5.—Extensómetro de Mahr dispuesto para medir la fatiga de material en un recipiente distribuidor de vapor.

Recientemente, Gunnert ha desarrollado un extensómetro mecánico, que también puede medir un cierto número de magnitudes en las condiciones de carga y sin carga. Para ello, se barrenan en la superficie pequeños agujeros, que son evaluados por dos patas del extensómetro. Este método da una gran seguridad en relación con el peligro de la caída de las bolas que a menudo sucede en el método ordinario.

Limitaciones de los extensómetros mecánicos.

Las dimensiones de los extensómetros mecánicos son tales, que en el caso de una estructura complicada es casi imposible tomar medidas en puntos muy próximos.

Si se trata de proyectos complicados, se presentan, además, otras dificultades si las direcciones de las tensiones principales son desconocidas.

En este caso es difícil determinar las tensiones de los resultados obtenidos con el extensómetro por medio de los círculos de Mohr.

En este aspecto, una ayuda bien conocida es la llamada "Strainlac". Una capa delgada de este barniz se aplica al objeto a ensayar. Una carga y la deformación resultante originarán el agrietamiento del barniz en una dirección perpendicular al plano del esfuerzo principal. Además, la grieta empieza en los puntos del mayor esfuerzo. La aplicación de este barniz permite usar los extensómetros solamente en los puntos en los que los esfuerzos son mayores y colocarlos en la dirección adecuada.

Los extensómetros mecánicos no pueden ser empleados para registrar las deformaciones. Es casi imposible observar los efectos de las cargas dinámicas.

Consecuentemente, hay todavía numerosos casos en los que no pueden emplearse los extensómetros mecánicos, y los proyectos de las partes componentes deben basarse en los cálculos que no dan más que una aproximación bastante grosera.

Nuevos desarrollos.

Durante los años 1940 a 1945, las materias primas no eran abundantes y debía ejercerse la mayor economía en su empleo. Además, los materiales requeridos para ciertos tipos de equipos, tales como las turbinas de gas, eran muy caros. Por esta razón se hicieron grandes esfuerzos para conseguir que las máquinas fuesen lo más ligeras posible dentro de los requerimientos necesarios sobre su seguridad. Particularmente en los Estados Unidos esto condujo a investigar en dos direcciones:

a) Se intentó analizar totalmente las condiciones de carga, de tal manera, que las fatigas originadas en los casos de cargas complicadas pudiesen ser calculadas con la mayor seguridad por medio de fórmulas basadas en las teorías de la elasticidad y de la plasticidad.

b) Para conseguir una mejor comprensión de las condiciones de carga que permitiese determinar las fatigas en las nuevas construcciones que se proyectasen, se hicieron grandes esfuerzos para obtener un extensómetro de tan pequeñas dimensiones que se pudiese aplicar en cualquier punto. Además, el instrumento debe ser apropiado para obtener una indicación a distancia y que registre la deformación.

Como resultado de los trabajos de investigación referentes al punto *a)*, se desarrollaron fórmulas que requerían enormes cálculos matemáticos. En algunos casos, uno o dos matemáticos estuvieron ocupados, durante varios meses de trabajo, para realizar los cálculos con la ayuda de estas fórmulas.

Se encontró una solución en forma de máquinas calculadoras electrónicas muy complicadas, que tenían cientos de válvulas electrónicas conectadas en circuitos eléctricos muy complicados.

Esta máquina calculadora, verdadero "cerebro electrónico", es capaz de resolver las fórmulas más complicadas en pocos minutos y hasta en unos segundos.

La búsqueda de un extensómetro que cumpliese los requerimientos indicados en *b)*, dió origen al extensómetro de hilos de resistencia eléctrica. Era bien sabido, desde hace tiempo, que la resistencia de un conductor varía cuando está sometido a una carga mecánica. Esto fué descubierto por lord Kelvin en 1856, pero hasta 1939 no se hizo un uso práctico de esta propiedad por Simmons y Ruge, uniendo un hilo delgado de metal sobre un papel transportador y usando el elemento así obtenido para la medición de las deformaciones.

Se hizo un gran trabajo de investigación antes de que se desarrollase un elemento para medición de valor práctico. Algunos factores, tales como el papel transportador, el tipo de hilo de resistencia y el cemento empleados, afectaron de una manera extraordinaria los resultados de las medidas. Además, el instrumento para medir las variaciones muy pequeñas en resistencia debía ser de una calidad extraordinariamente robusta para evitar una avería mecánica, lo cual supuso asimismo un trabajo de investigación considerable.

Ultimamente se desarrollaron los llamados "hilos galgas" de resistencia eléctrica para la medición de deformaciones, los cuales, en combinación con los instrumentos de control apropiados, ricieron posible obtener las medidas de deformaciones en las factorías industriales, tanto para las cargas estáticas como para las dinámicas. Además, es muy sencillo registrar los fenómenos dinámicos con este equipo.

Descripción de las galgas de deformación.

La figura 6 muestra una galga de hilo de resistencia para las deformaciones; la utilizada más corrientemente está representada en una vista de frente y en una sección transversal.

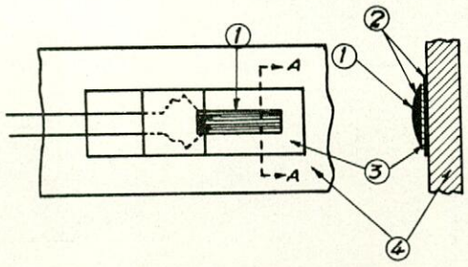


Fig. 6.—Vista de frente y sección transversal de una galga de resistencia eléctrica.

En este tipo de galga (Philips G. M. 4.472) el hilo es unido al papel transportador en forma de zig-zag, mientras que los dos terminales son llevados al mismo extremo. El hilo está enteramente recubierto por una capa de cemento que forma un conjunto con el papel transportador. Con el mismo cemento, la galga medidora es unida al objeto cuya deformación se va a controlar.

Como la galga medidora forma un conjunto con el objeto a probar, seguirá exactamente las deformaciones que se originen. No necesita apenas indicarse que los materiales usados en la construcción de estas galgas deben llenar un número especial

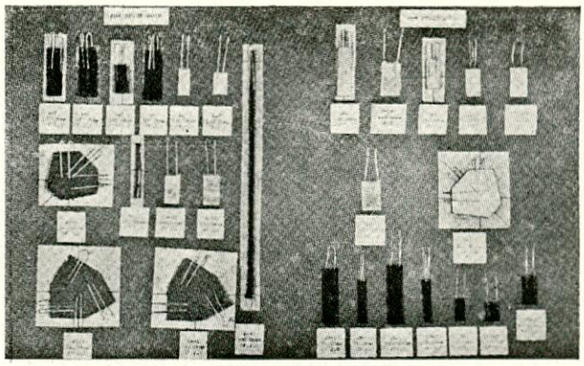


Fig. 7.—Varios tipos de galgas de deformación manufacturadas por "Baldwin Locomotive Works".

de requerimientos para conseguir que la deformación que se va a medir se transmita al hilo sin histéresis.

Las galgas de este tipo son muy pequeñas, a menudo menores que un sello de correos. Si la dirección de los esfuerzos principales es desconocida, puede determinarse de una manera sencilla mediante los círculos de Mohr, midiendo las deformaciones en tres direcciones. Esto es un asunto sencillo ya que hay galgas de medición especiales que son hechas de tres galgas independientes, formando un ángulo de 60° entre sí. El tamaño de esta triple galga es apenas mayor que el de una galga sencilla. La figura 7 indica la gama de galgas manufacturadas por "Baldwin Locomotive Works".

La galga más pequeña está indicada en la figura 8. El elemento medidor de esta galga tiene una superficie de 1 × 1 ½ mm.

Aplicaciones prácticas de las galgas de deformación.

Estas galgas tienen una amplia aplicación, y expondremos seguidamente las medidas efectuadas en la factoría "Stork Works":

1. *Medición en una gran caldera de vapor.*— Esta caldera fué una "Stork-Babcock-Wilcox" que trabajaba a una presión de 115 at. y con una capacidad de 135 tons/h.

La caldera completa estaba suspendida de una estructura de vigas de gran sección mediante eslin-

gas que rodeaban al colector y con 43 barras de tensión. Las barras de tensión eran de unas dos pulgadas de diámetro, y se calcula que la carga de cada una de ellas debería ser, aproximadamente, de 10 toneladas.

Primeramente se armó la estructura, uniéndose las barras de tensión a las vigas superiores. Las

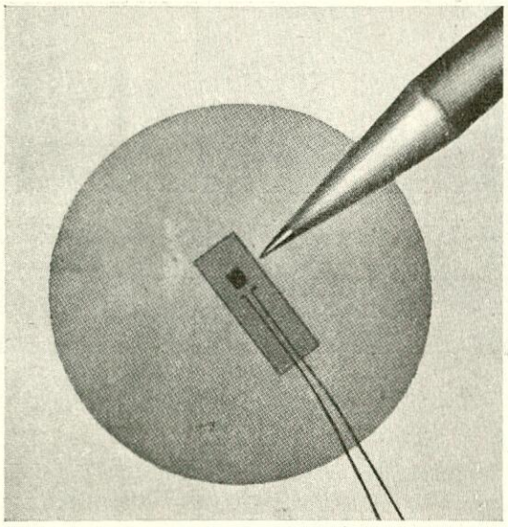


Fig. 8.—Una galga de las más pequeñas, con un elemento medidor de 1 × 1,5 mm.

partes de la caldera fueron suspendidas de estas barras de tensión, a las cuales se ajustaron mediante tuercas, de tal manera, que las cargas en cada una de las barras quedasen lo más igualadas posible. Después de que se hubo terminado el montaje, se efectuó una comprobación para asegurarse de que las fatigas de cada barra estaban de acuerdo con las previamente calculadas. Si la carga de una o varias barras hubiese sido menor que la prevista, las otras barras hubiesen tomado una carga adicional, lo cual hubiese podido suponer alguna dificultad.

La carga en cada barra fué comprobada de acuerdo con tres métodos diferentes:

a) Por la medición de la torsión requerida para apretar la tuerca. Dado el coeficiente de fricción, el diámetro interior, el tipo de rosca, etc., la fatiga en el interior de la rosca de la barra de suspensión puede calcularse midiendo el par de torsión. La carga de esta fatiga puede entonces calcularse en forma sencilla.

b) Por la medición de una longitud fija. Esta longitud fija fué realizada en la barra de suspensión con la ayuda de dos bloques testigos. La longitud fija fué medida con un micrómetro antes y después de haberse aplicado la carga. Mediante la ley de Hooke, se calculó la fatiga del material del alargamiento, después de lo cual la carga en la barra de suspensión fué deducida de la fatiga así determinada. Como se había supuesto, las barras de suspensión no eran completamente rectas, y se efectuaron las medidas en dos lados diametralmente opuestos de cada barra.

c) Por medio de galgas de hilo de resistencia. En lugar del "extensómetro mecánico", consistente en los dos bloques testigos y un micrómetro interior, se aplicaron las galgas eléctricas en dos puntos diametralmente opuestos. La medida del alargamiento fué, por tanto, reducida a una medida eléctrica con todas las ventajas de velocidad, lectura de los instrumentos a distancia, etc.

Comparación de los tres métodos.

El experimento dió la interesante información que sigue:

1. El método descrito en *a)* dió resultados muy inexactos, ya que las condiciones que entrañaba el coeficiente de fricción no eran conocidas y no eran constantes debido a la presencia de suciedad, a la cantidad de lubricante entre la rosca y la tuerca, etcétera. Comparado con el método *b)* se encontraron diferencias en un 20 por 100.

2. El método descrito en *b)* es muy exacto, ya que el único error en que se puede incurrir es el de una medición incorrecta de la longitud fijada. (El micrómetro es calibrado previamente.) Para evitar estos errores individuales de medida, la prueba fué

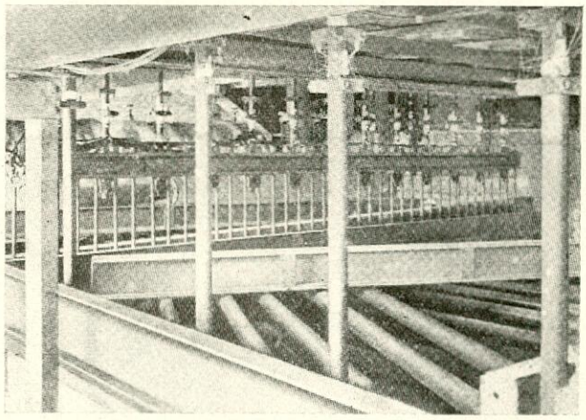


Fig. 9.—Barras de suspensión de una gran caldera de radiación, en la que pueden observarse las galgas de medición, parcialmente visibles.

efectuada por distintas personas. La única desventaja de este método fué, sin embargo, que requiere un tiempo muy largo, lo cual no puede justificarse económicamente.

3. La exactitud de los métodos correspondien-

tes al uso de galgas de medición de deformaciones, es prácticamente la misma que la de los micrómetros, pero el tiempo requerido para cada medida es muy corto. El método supone, sin embargo, una cantidad apreciable de trabajo preparatorio, como el de la colocación de las galgs y la conexión de sus hilos correspondientes. Se observó que el primer método requería, aproximadamente, 150 hombres/hora en total, mientras que los resultados fueron absolutamente de poca confianza. Las mediciones con galgas de deformaciones, incluído el trabajo

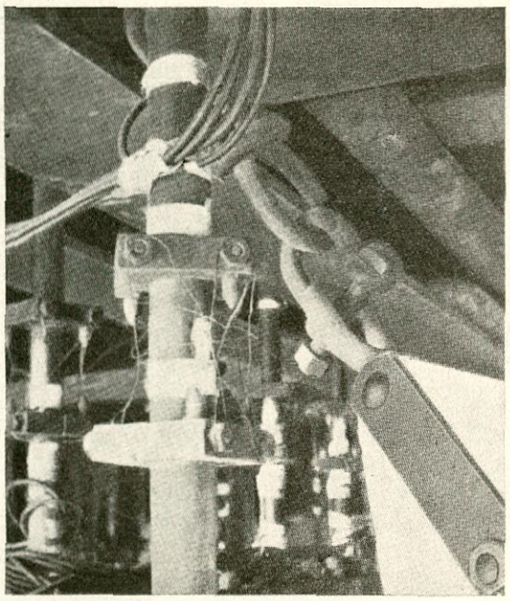


Fig. 10.—Galga de medición colocada en una barra de suspensión de una caldera de radiación.

preparatorio, requieren aproximadamente 300 hombres/hora. Las medidas con el micrómetro exigieron 1.500 hombres/hora.

La figura 9 muestra una vista general de las barras de suspensión con las conexiones de las galgas de medición parcialmente visibles. La figura 10 muestra un primer plano de uno de estos aparatos. Puede observarse que los bloques testigos para el micrómetro se utilizaron para formar una reja de hilos alrededor de las galgas de medición, con el fin de protegerlas contra una avería mecánica.

2. *Medidas en los diafragmas de una turbina.*— Un segundo experimento fué llevado a cabo en los diafragmas de una turbina, con el que se deseaba comprobar las fatigas existentes en los materiales. En el caso de una turbina ancha, la fuerza que actúa en el diafragma es considerable, debido a la diferencia de presión existente en cada lado del mismo. En el caso de un diafragma específico con un diámetro de 1.800 mm. y una diferencia de presión de 2,8 kg/cm.², la fuerza ejercida era, aproximadamente, de 48.000 kg. Era preciso establecer qué fatiga se originaba en las paletas y en el cuer-

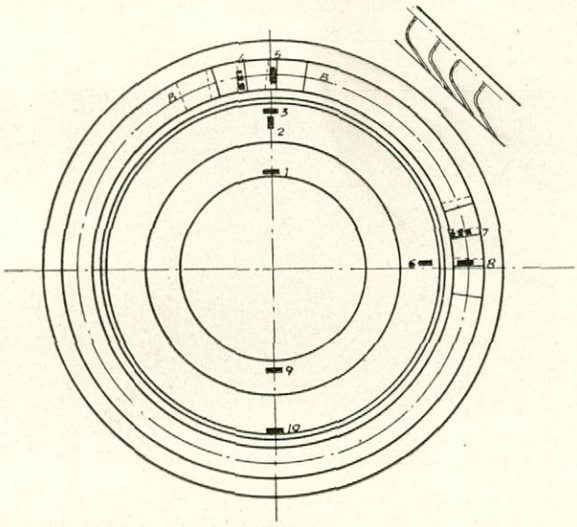


Fig. 11.—Esquema del diafragma de una turbina con galgas de medición.

po del diafragma. Para ello se dispusieron en varios puntos galgas de deformación sobre las paletas y sobre el cuerpo, aplicándose la carga en forma de

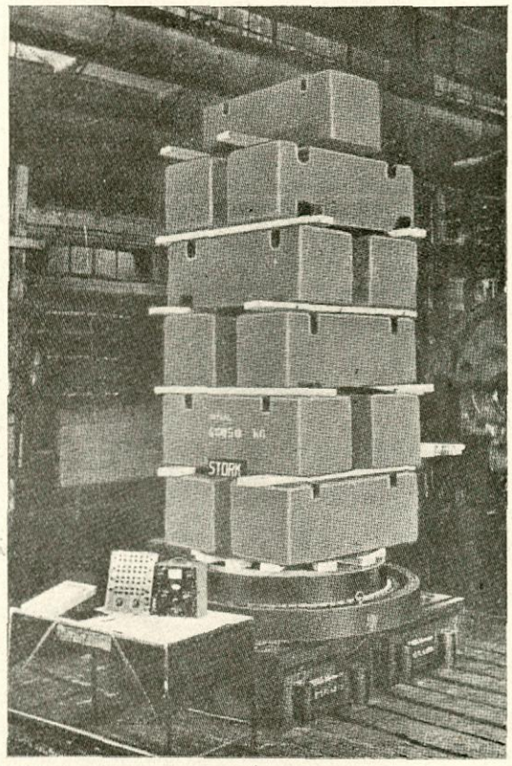


Fig. 12.—Diafragma de turbina, cargada con bloques de lastre. Sobre la mesa, el extensómetro electrónico.

bloques de hierro fundido. La disposición de las galgas está representada en la figura 11, mientras que la figura 12 muestra la carga total aplicada sobre el diafragma. El anillo en el que está soportado el diafragma es visible.

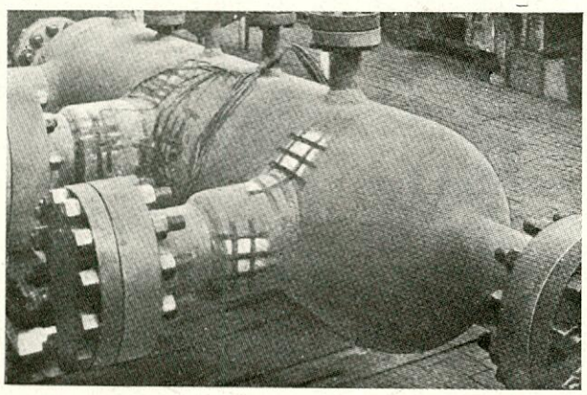


Fig. 13.—Medición de tensión de un recipiente distribuidor de vapor, efectuada mediante galgas de deformación.

Las galgas de medición fueron dispuestas en un costado del diafragma. El equipo de medición también es visible. En la mesa de trabajo el extensómetro electrónico está a la derecha y próximo a la llamada caja de distribución, que permite conectar 24 pares de galgas de medición con el extensómetro.

Aparte de suministrar una comprobación de las fatigas originadas en el diafragma, estas medidas dieron también una interesante información, particularmente en relación con las paletas.

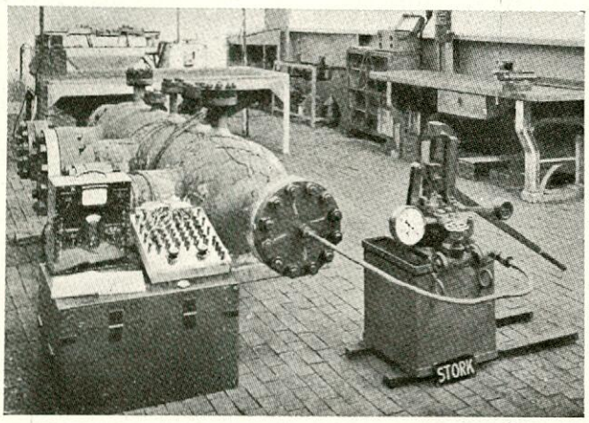


Fig. 14.—Vista de la disposición de los aparatos durante las pruebas de un recipiente distribuidor de vapor.

3. *Mediciones efectuadas en un recipiente distribuidor de vapor.*—Un tercer experimento suministró datos importantes en relación con la distribución de fatigas alrededor de las aberturas de un recipiente cilíndrico. En el caso de un recipiente distribuidor de vapor con tres grandes ramales fueron soldados alrededor de los ramales principales anillos reforzados, de tal manera que conservase la fatiga del material dentro de límites admisibles. La situación, después de haber soldado dichos anillos, puede verse en la figura 13, en la que las galgas de medición son parcialmente visibles. Después de haber colocado las galgas de medición que pueden verse en la fotografía, fueron cubiertas con una cera microcristalina para protegerlas del polvo. Las galgas del centro fueron además cubiertas con cartón, que fué unido por medio de una tapa adhesiva, con el fin de protegerlas de una avería mecánica por impacto o fricción o algo semejante. Las conexiones de las galgas pueden verse a la izquierda; los hilos de conexión fueron empaquetados todos unidos.

La figura 14 muestra la disposición general del equipo durante la prueba de presión. Los puntos en que se colocaron las galgas pueden verse en la

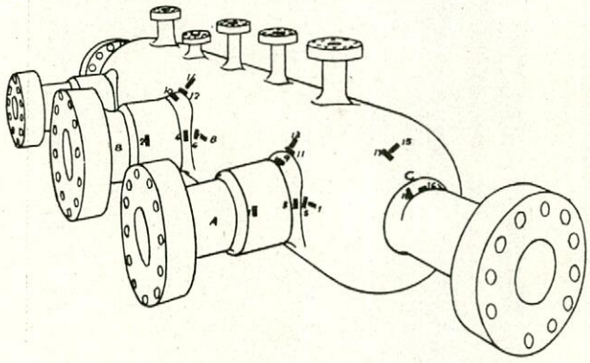


Fig. 15.—Disposición de las galgas de deformación sobre un recipiente distribuidor de vapor.

figura 15. Tanto la deformación axial como la tangencial fueron determinadas en cada punto, excepto en los puntos 1 y 2, ya que la deformación perpendicular en la dirección de la medida era muy pequeña.

Los resultados de este experimento pueden resumirse como sigue:

a) La altura de los aros de refuerzo era mayor de la necesaria; en los puntos de medida 1 y 2 el anillo prácticamente no tiene carga en todo él.

b) Las fatigas determinadas en los puntos (11-13) y (12-14) eran aproximadamente un 500 por 100 mayores que en los puntos (5-7) y (6-8).

Estos ejemplos de medición de deformaciones estáticas hacen ver muy claramente el amplio campo de aplicación de las galgas de medición eléctricas, particularmente si se desea medir la deformación de una estructura en un gran número de puntos.

Aparte de las medidas expuestas, se han efectuado otras y se efectuarán en un próximo futuro. Las medidas de deformaciones dinámicas también han sido realizadas en lo tocante a ventiladores.

Información General

EXTRANJERO

LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION NAVAL DE LOS ESTADOS UNIDOS PASA POR UN MOMENTO DE CRISIS AGUDA, DEBIDO A LA FALTA DE ENCARGOS

En el mes de julio sólo había 20 barcos en construcción en los Estados Unidos, con un total de 446.400 toneladas. De estos buques son: 12 petroleros, 4 cargueros de carga general, 2 transportes de mineral, 1 transbordador y 1 transporte auxiliar. Desde hace dos años no ha habido nuevos encargos.

EL MAYOR BUQUE MERCANTE CONSTRUIDO EN LA REPUBLICA FEDERAL ALEMANA PARA NAVEGAR BAJO SU BANDERA

Ha sido botado en Bremen el petrolero "Esso Düsseldorf", de 26.650 toneladas de peso muerto, que es, por el momento, el mayor buque construído para navegar bajo la bandera de la República federal alemana. Este buque es el primero de una serie de cuatro, y se espera pueda ser entregado a principios del año próximo.

EN ITALIA SE PRODUCEN QUEJAS POR EL EXCESIVO PRECIO DE LAS REPARACIONES

El excesivo precio de las reparaciones realizadas en sus astilleros hace que muchos de los buques que normalmente reparaban en dicho país vayan a hacerlo al extranjero, particularmente a Marsella, en vez de Génova. Las razones de dicha diferencia de precios es que en Francia las empresas de reparaciones gozan de impuestos mucho más reducidos y, además, porque los astilleros marselleses garantizan menor tiempo para las reparaciones, trabajando ininterrumpidamente en tres turnos de ocho horas.

LA CONSTRUCCION NAVAL EN AUSTRIA

Los astilleros de Linz han recibido en el primer semestre del año actual encargos por valor de 17 y medio millones de schillings. Entre los buques entregados últimamente merecen citarse tres cargueros y un petrolero, estando actualmente en construcción un remolcador a motor, un buque-escuela y cuatro chalanas. Además, el Pakistán ha encargado la construcción de dos cargueros.

JAPON CONSTRUIRA DOS PETROLEROS GIGANTES PARA LOS ESTADOS UNIDOS

El Tide Water Associated Oil Company ha encargado a los astilleros japoneses en Mitsibushi la construcción de dos grandes petroleros de 45.000 toneladas que ocuparán los números 3 y 4 entre los petroleros del mundo, por lo que se refiere a tamaño; sobrepasados solamente por los dos gigantes, el "Malik Saud 1" y el "World Glory", de los que se han dado noticias en otros números de esta Revista.

Parece ser que el precio de estos buques es del orden de cinco millones de dólares cada uno. Este precio es menos de la mitad de lo costarían en Estados Unidos.

Los buques serán propulsados por una hélice movida por turbinas capaces de desarollar 17.600 caballos. Su velocidad de proyecto es de 16,5 nudos.

NUEVO TRANSBORDADOR PARA EL ESTRECHO DE GIBRALTAR

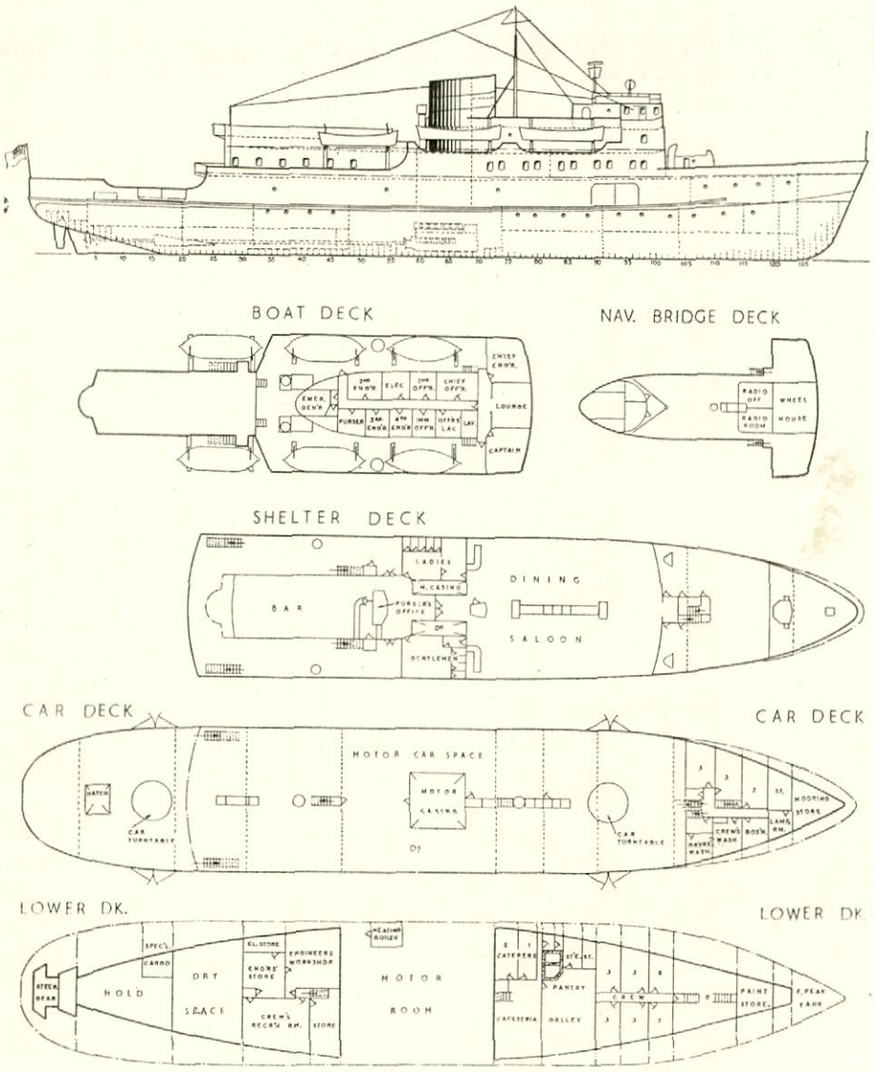
La Compañía Bland Line se ha hecho cargo recientemente de un nuevo transbordador, el "Mons Calpe", construído para realizar la travesía entre Gibraltar y Tánger.

Las características de este buque son las siguientes:

Eslora en la flotación	78,6 m.
Manga en la flotación fuera de miembros	14,— m.
Puntal a la cubierta shelter	7,92 m.
Calado medio máximo...	3,20 m.
Arqueo	2.000 tons. r. b.

La propulsión se realiza por medio de dos hélices movidas por sendos motores Polar, con lo que se consigue una velocidad en servicio de unos 16 nudos.

Los coches entran a bordo por medio de portas en los costados, habiendo dos plataformas giratorias en la cubierta de coches, con objeto de facilitar la maniobra. La capacidad de transporte es de unos 70 automóviles y 600 pasajeros.



La distribución puede verse en los planos que se acompañan y que se han tomado de *Shipping World*, de 22 de septiembre de 1954. Como se puede observar en ellos, se ha dispuesto un gran comedor en la cubierta shelter, a proa, capaz para 110 personas sentadas en la mesa, aparte del servicio que se puede realizar por medio de dos bares, donde se expenden helados, etc. En la misma cubierta, y a popa, se ha dispuesto un bar para 52 personas sentadas.

LA SITUACION DE LA CONSTRUCCION NAVAL EN INGLATERRA

En el *Financial Times* ha sido publicada una serie de artículos referentes a la situación actual de la construcción naval y a la flota mercante inglesa, de donde se han sacado las notas que siguen:

Los buques que actualmente se construyen comprenden más petroleros y menos buques tramp que en épocas anteriores. Los petroleros han sido en general encargados hace algún tiempo, durante el alza de ese tipo de buques que llevó a la flota mundial de petroleros a alcanzar en la actualidad la cifra de 37,50 millones de toneladas de p. m.

Es interesante observar que, en general, los petroleros se construyen a cargo de Compañías de petróleo solamente en una proporción de 37 por 100, el 10 por 100 pertenece a Compañías estatales y el 53 por 100 a armadores particulares.

Entre los tipos que se están construyendo están los grandes petroleros construídos principalmente para transporte de crudos desde el Oriente Medio a las refinerías europeas o americanas y que pueden alcanzar hasta 47.000 tonelads, con un velocidad entre 14.50 y 16 nudos. Pero también hay una gran proporción de petroleros de 16 a 18.000 toneladas con 14 a 16 nudos de velocidad, que se consideran como el tipo más adecuado para el tráfico general, como lo eran los petroleros de 12.000 toneladas y 11 nudos, antes de la guerra.

Los buques tramp han experimentado una disminución, como antes se ha indicado, debido posiblemente a la disminución de las exportaciones inglesas de carbón, ya que el trigo—que era una de las cargas más importantes del viaje de retorno—proviene actualmente de puntos más lejanos y no compensa ir a buscarlo en lastre; particularmente, en la actualidad, en que los fletes siguen estando bajos, pues aunque hayan subido algo desde fines del año pasado, en que alcanzaron un valor mínimo por debajo del 75 por 100 del valor medio del flete en 1952, en la actualidad este índice no es más de 90 y tantos %. Existe un gran problema en este aspecto, ya que los armadores no pueden luchar contra los altos precios de los buques actuales, los impuestos y la discriminación de bandera, subiendo al mismo tiempo todas las obligaciones financieras y debiendo quedar aún dinero para las reparaciones. Por ello hay muy pocos armadores que se decidan a construir buques tramp, tanto más cuanto que los precios están sujetos a revisión por parte de los astilleros.

En cambio ha aumentado el número de buques de carga de servicio regular. Estos buques se defienden mejor, puesto que los precios de los fletes son mucho más estables y dependen en gran parte de las Conferencias de armadores. Además llevan pasaje, lo que hace de volante regulador hasta cierto punto. Esta partida no es despreciable en absoluto, puesto que, a pesar de que el número de pasajeros transportados por aire aumenta de año en año, la gran mayoría, alrededor del 70 por 100, viajan por mar, particularmente el pasaje de clase económica, por lo que hay una tendencia general a aumentar la clase turista, al mismo tiempo que se aumentan las comodidades y entretenimientos a bordo para todas las clases.

Los problemas de la construcción naval son de todos conocidos, siendo el fundamental la falta de nuevas órdenes. En la primera mitad de 1954, los encargos hechos en los astilleros británicos fueron 133 buques con un total de 232.000 toneladas de r. b.; pero como durante el mismo período de tiempo se rescindieron contratos por un total de 155.000 toneladas, el aumento de órdenes en cartera durante dicho período no ha sido más que 77.000 toneladas, contra las 650.000 toneladas que son capaces de construir los astilleros ingleses durante el mismo período de un semestre.

Las razones de esta falta de encargos se han indicado en los párrafos anteriores, debiéndose añadir que la flota británica está prácticamente reconstruída, por lo que, aparte de los encargos que pueden ser determinados por las variaciones de las condiciones de tráfico, no es de esperar que normalmente se produzcan muchos más encargos que los que corresponden a la renovación de flota. A este respecto, muchos de los navieros de buques de líneas regulares piensan que los buques de este tipo hay que renovarlos en un plazo de veinte años, ya que de otro modo pierden no solamente eficiencia, sino el aspecto agradable que conviene para que atraigan al pasaje.

Los buques tramp sulen durar más tiempo, veinticinco años o más, aunque no se extienda mucho más el límite debido a la fuerte competencia a que está sometido el tráfico con este tipo de buques. Por el momento existe una tendencia a desguazar principalmente los buques construídos en la postguerra del 14 y durante la última guerra del 39. Los primeros por la edad y los últimos por ser poco adecuados para el tráfico en tiempo de paz y no ser, por consiguiente, rentables, a pesar de su poca edad. Sin embargo, el problema de renovación de flotas es difícil de resolver, debido a que los precios han aumentado cinco veces sobre los que existían antes de la guerra. Los armadores de poca capacidad económica que posean uno o dos barcos, posiblemente no puedan hacerlo. Respecto a las Compañías navieras que poseen muchas unidades podrán hacerlo económicamente, siempre que las ganancias anuales de 20 de sus unidades excedan del valor de una de ellas, para poder reemplazar un buque al año. Pero la actual situación de fletes y los impues-

tos que existen en Inglaterra no permiten, ni mucho menos, llegar a esa cifra.

Por último, por lo que se refiere a la construcción de máquinas marinas, sigue las mismas alternativas que la construcción naval propiamente dicha, citándose en el periódico ya indicado una serie de datos sobre los precios actuales y los problemas que se encuentran, especialmente por lo que se refiere a la especialización del personal obrero.

EN FRANCIA SE ANUNCIAN NUEVAS MEDIDAS PARA FAVORECER LA CONSTRUCCION NAVAL

En la botadura del petrolero "Anjou", celebrada el 11 de octubre en los Astilleros de Penhoet, el Ministro de Obras Públicas francés pronunció un discurso en el que dijo, entre otras, las siguientes cosas: La flota petrolera mundial se ha doblado desde 1939. La francesa, en cambio, ha pasado de 320.000 a 910.000 toneladas, en una proporción superior, por consiguiente, a la media mundial. Este resultado se ha obtenido gracias a los 18 petroleros cedidos por los Estados Unidos y, sobre todo, a la cantidad de toneladas producidas por los astilleros franceses en el programa de reconstrucción de flota.

Esta flota se completará en 1957 con otras 375.0000 toneladas de nuevos petroleros.

La Ley de Ayuda a la Construcción, de mayo de 1951, permitió a la industria francesa competir con algunos de los países extranjeros, pero conviene no descuidar ningún punto que pueda impedir a esta industria ponerse en igualdad de condicioses por lo que a todo lo demás se refiere.

El Gobierno tendrá en cuenta las disposiciones actuales por lo que se refiere a la importación de buques del extranjero, modificándolas en la medida que sea posible para evitar la competencia en el grado en que actualmente existe, aunque sea a costa de disminuir algunas de las exportaciones.

Por lo que se refiere al Crédito Marítimo, el Ministro declaró que en lugar de la Ley actualmente en vigor, que concede créditos a un interés del 5 por 100, piensa dictar una disposición permanente para la concesión de créditos al interés del 4,50 por 100, más explícita en su texto y con la garantía del Estado. Por último, el Ministro declaró que no desesperaba de obtener una compensación, por lo menos parcial, de los impuestos que pesan sobre las Compañías Navieras francesas.

El buque "Anjou" consiste en un petrolero de 171 m. de eslora, 22,46 m. de manga, 12,35 m. de puntal y 19.800 toneladas de peso muerto, y que con una potencia de 8.400 HP. deberá alcanzar una velocidad de 14,5 nudos.

LA CONSTRUCCION NAVAL EN SUECIA

En Suecia se ha decidido aprobar por la Asociación de Astilleros Suecos un proyecto para la fundación de un Instituto de Investigaciones Navales, del mismo tipo que la British Shipbuilding Research Association.

El proyecto ha sido redactado por una Comisión especial de la Academia de Ciencias de Ingeniería; previéndose su financiación por una fundación especial, en la que participarán tanto los constructores de buques como los armadores y las Compañías de Seguros. Se proyecta también someter la idea a las Autoridades marítimas, Cámara de Comercio y Consorcios portuarios, y se espera tener una aprobación unánime.

El objeto principal de este Instituto deberá consistir en hacer la distribución de los diversos tipos de investigaciones entre los especialistas. Por medio de una primera donación particular de 100.000 coronas (unas 750.000 pesetas) del Sr. A. A. Johnson, de la Johnson Line, se ha iniciado ya el trabajo en este sentido.

Es seguro que el nuevo Instituto contribuirá tanto al progreso como al mejor negocio de la industria naval sueca.

Por lo demás, en aquel país no falta el trabajo y los astilleros grandes tienen encargos para cubrir dos o tres años. Los astilleros medianos tienen menos trabajo, aunque tampoco se puede decir que tengan dificultades, ya que tienen cubierto un período de año y medio a dos años. En cambio, los pequeños no están tan bien, debido a la legislación vigente en Suecia, por lo que se refiere a la tripulación de los buques de 500 a 1.200 toneladas, que obliga a que en dichos buques sea ésta más numerosa que en cualquier otro país, lo que, unido a los altos sueldos que se pagan allí, hace que la explotación de dichos buques resulte antieconómica. Esta situación se espera termine pronto, pues se ha nombrado una Comisión gubernamental para revisar estas Leyes y dar así un respiro, tanto a los armadores modestos como a los astilleros dedicados a este tipo de construcciones.

NUEVOS ASTILLEROS EN ROTTERDAM

En la desembocadura del Botlek van a construirse unos nuevos astilleros para la construcción y reparación de buques hasta de 50.000 toneladas. Se prevé que en estos astilleros trabajarán unos 5.000 hombres.

PROSPERA SITUACION DE LA SOCIEDAD TECNICA DE CONSTRUCCION NAVAL (S. T. G. ALEMANA)

La Schiffbantechnische Gesselsehalft cuenta hoy con 1.600 miembros, habiendo, por consiguiente, rebasado la cifra de antes de la guerra.

Las Comisiones Técnicas trabajan más que nunca, haciendo investigaciones de verdadero interés, como son, en el terreno de las máquinas marinas, la utilización del aceite de calderas en los motores Diesel, el empleo de vapor recalentado a altas temperaturas y la propulsión con turbinas con birrecalentamiento. La Comisión para la seguridad del buque ha realizado una serie de trabajos sobre estabilidad, etc. En conjunto, existen 10 Comisiones que se dedican a los distintos temas de interés, incluso una ellas a la historia de la construcción naval.

EN ITALIA SE HA CELEBRADO UNA CONVENCION NACIONAL PARA LA CONSTRUCCION NAVAL Y LOS FLETES

En Italia se ha clausurado recientemente una Convención Nacional para la construcción naval y los fletes. Esta Convención ha tenido por objeto facilitar el conocimiento de las opiniones de las entidades interesadas en el negocio marítimo (constructores y armadores) por lo que se refiere a la Ley Orgánica decenal para la Construcción Naval, que se conoce en aquel país con el nombre de Ley de Tambroni, así como estudiar los problemas del mercado de fletes. En dicho Congreso, el Ministro ha podido confirmar que la Ley era oportuna y llenaba su cometido. Por de pronto, se puede observar que ya ha producido efectos, puesto que se han encargado más de 300.000 toneladas, y se espera que antes de que concluya el año se alcancen 400.000 toneladas. Esta es la respuesta más satisfactoria que se puede dar a una Ley redactada con este fin. Se recuerda a este respecto que hace poco más de un mes los partidos de la extrema izquierda proponían la construcción de 400.000 toneladas por el Estado, para resolver el problema de los astilleros italianos; esta solución, clásica en los partidos de izquierda, que tratan de resolver todos los problemas por medio del Estado, ha podido ser evitada sin necesidad de cargar el Erario público y dando satisfacción a los armadores particulares, por una legislación adecuada. Además, se cuenta con encargos del extranjero por unas 140.000 toneladas.

Como se sabe, esta Ley ofrece facilidades fiscales y contributivas a los astilleros, de modo que éstos puedan construir a costes internacionales, así como facilidades a los armadores, a los que se da una garantía subsidiaria del Estado sobre los préstamos concedidos y una reducción en los intereses.

ACTIVIDAD EN LOS ASTILLEROS FRANCESES

En los últimos meses se han recibido varios encargos nuevos en los astilleros franceses, entre ellos un petrolero de unas 10.000 toneladas para un armador americano, y dos buques de carga destinados a la Compañía Schiaffino, de Argel. En el mes de noviembre ha sido botado el petrolero "Isidora", segundo de una serie encargada en Penhoët por la Compañía Shell francesa.

A mediados de mes ha sido botado en los astilleros de La Ciotat el petrolero "Biblos", construído para una Compañía también francesa. Las características principales de este petrolero son las siguientes:

Eslora total	197,71 m.
Manga	25,5 m.
Puntal	13,3 m.
Calado	9,96 m.
Peso muerto	29.500 tons.
Potencia	11.250 C. V.
Velocidad en plena carga	15 nudos.

En ocasión de que la botadura de este petrolero ha coincidido con el XV aniversario de los astilleros constructores, el presidente de la Compañía hizo un discurso subrayando el dinamismo de aquellos astilleros, que tienen trabajo en su cartera de pedidos hasta el año 1957.

* * *

Para la Marina de Guerra han sido botados dos buques de escolta rápidos, el "Guépratte" y el "Casablanca", y un dragaminas costero, el "Sagittaire". Entre los buques entregados durante este mes figuran el buques de escolta rápido "Cassard" y los escoltas antisubmarinos "Le Bordelais" y "Le Boulonnais", así como el patrullero "Le Fougueux". En lo que se refiere a buques mercantes, han corrido las pruebas el petrolero de 19.800 toneladas de peso muerto "Atlantic-Lady"; el carbonero chileno "Matías Cousino", de 5.500 toneladas de p. m., y el buque de carga "Astrée", de 4.000 toneladas de p. m.

NACIONAL

CONFERENCIA INTERNACIONAL SOBRE METODOS NO DESTRUCTIVOS DE ESTUDIO Y COMPROBACION DE MATERIALES

Del 23 al 28 de mayo de 1955 se celebrará en Bruselas una Conferencia internacional sobre "Métodos no destructivos de estudio y comprobación de materiales", comprendiendo principalmente radiología, ultrasonidos y métodos magnéticos, bajo la presidencia del profesor G. A. Homès.

Esta Conferencia se ha organizado con la colaboración de organismos y técnicos especialistas pertenecientes a diferentes países y está patrocinada por la Asociación de Industriales de Bélgica.

Durante la Conferencia se organizarán visitas técnicas de laboratorios especializados en Bruselas, Mons y Charleroi.

Los idiomas oficiales para los informes y las discusiones serán: alemán, francés e inglés.

Para cada uno de los tres temas citados, las instituciones pertenecientes a los diferentes países participantes, nombrarán un ponente que podrá ser asistido por varios colaboradores, que presentará un informe sobre el estado actual en su país de las investigaciones y trabajos y de la organización establecida para el control no destructivo de los materiales, resumiendo las tendencias más características de los progresos más recientes efectuados. Estos informes, impresos en los idiomas oficiales, serán distribuídos a los miembros de la Conferencia antes de la celebración de las reuniones y no serán leídos en las mismas. Todos los miembros podrán presentar notas escritas como discusión de dichos informes, que deberán ser en todo lo posible distribuídas antes de la celebración de la Conferencia; se les fijará, durante las reuniones, un tiempo relativamente corto para expresar su correspondiente punto de vista, ya que las sesiones se consagrarán completamente a las discusiones.

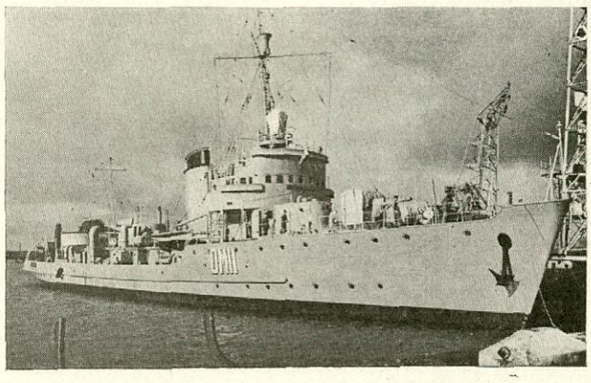
Durante las sesiones de inauguración y clausura se examinarán las medidas a tomar para ampliar la colaboración internacional, especialmente en lo que se refiere a:

1. Dedicación de un capítulo "Crónica internacional" en las revistas especializadas de cada país.
2. Recopilación de indicaciones y datos numéricos sobre las condiciones experimentales (películas radiográficas, forma de los haces de ultrasonidos, tensión anódica real en los tubos de rayos X, etcétera).
3. Normalización de la presentación de las revistas técnicas.
4. Información de las facilidades de alojamiento y de pensión que existan en cada país a fin de aumentar el número de visitas de especialistas extranjeros a cada una de las instituciones nacionales.

El Instituto Español de la Soldadura, que colabora en la organización de esta conferencia, invita a los centros y especialistas en esta materia de nuestro país, interesados en participar en las reuniones previstas, rogándoles se dirijan a su domicilio social, Goya, 58. Tel. 35-38-07 Madrid, donde se les informará ampliamente.

ENTREGA A LA MARINA DE GUERRA DEL DRAGAMINAS "ALMANZORA", CONSTRUIDO EN LA FACTORIA DE LA CARRACA, DE LA EMPRESA BAZAN

El día 9 del pasado mes de noviembre se efectuó la entrega a la Marina de guerra del dragaminas



"Almanzora", construído en los Astilleros de la Factoría de La Carraca de la Empresa Nacional "Bazán".

Este buque es el número 5 de la segunda serie de dragaminas construídos por la Empresa Nacional "Bazán", siendo los nombres de los entregados anteriormente "Guadiaro", "Tinto", "Guadalhorce" y "Eume", y estando próxima a efectuarse la entrega de los buques "Navia" y "Eo", que completan esta misma serie.

Recibió el buque, en nombre de la Marina, el Comandante general del Arsenal, excelentísimo señor don José Cervera Tribout, en representación del Capitán general del Departamento, verificándose la entrega del mismo por el Director de la Factoría de La Carraca, don José Ramón Barcón Furundarena, en nombre de la Empresa Nacional "Bazán".

En el momento de la entrega, el Comandante general del Arsenal dió posesión del mando del buque al Teniente de Navío don Juan Reig de Argüeso, procediéndose seguidamente a izar la bandera nacional con toda la tripulación formada en cubierta.

Las características principales del nuevo barco, cuya dotación la componen ochenta y siete hombres, son las siguientes:

Eslora total, 61,90 mts.; manga, 8,50 mts.; puntal, 3,85 mts., y desplazamiento a plena carga, 750 toneladas. Su maquinaria está compuesta por dos máquinas alternativas con turbinas de evacuación para la marcha económica, desarrollando una potencia total de 2.400 C. V. I., con la cual el buque ha dado en las pruebas de mar una velocidad superior a los 17 nudos y conseguido una autonomía superior a 3.000 millas a la velocidad de crucero.

BUQUE BACALADERO "SANTA ELVIRA". PRUEBAS Y ENTREGA

El día 22 de octubre próximo pasado, en la ría de Ares, y con asistencia del señor Comandante de Marina del puerto de El Ferrol del Caudillo, Ingeniero Inspector de buques de las provincias marítimas de La Coruña y Lugo, Inspectores del Lloyd Register of Shipping, Gerente de la Compañía armadora, Ingeniero director del astillero constructor y otro personal de las entidades armadora y constructora, se han llevado a cabo las pruebas oficiales de velocidad del bacaladero "Santa Elvira", construído por Astilleros y Talleres del Noroeste, Sociedad Anónima, en su factoría de Perlío, para Pesquerías Españolas del Bacalao, S. A.

Se trata del cuarto buque de una serie integrada por el "Santa Celia", "Santa Amalia" y "Santa Inés", los cuales han realizado ya varias campañas de pesca en los bancos de Terranova.

Las características principales de este buque son las siguientes:

Eslora entre perpendiculares	63,75 mts.
Eslora total	71,75 mts.
Manga	10,65 mts.
Puntal	5,90 mts.
Calado medio en carga	5,20 mts.
Potencia del motor	1.200,— B. H. P.
Desplazamiento	2.300,— tons.
Radio de acción	30.000 millas.

El resultado de las pruebas ha satisfecho plenamente las condiciones exigidas por las especificaciones del buque.

BOTADURA DEL BUQUE COSTERO "SAN ANTON" EN ASTILLEROS Y TALLERES DEL NOROESTE, S. A.

El día 11 de noviembre, en Astilleros y Talleres del Noroeste, S. A., y con asistencia de diversas personalidades, se ha efectuado felizmente el lanzamiento del buque costero "San Antón" para la Compañía armadora de La Coruña, Coruñesa de Pesca y Navegación, S. A.

Las características principales de este costero de 500 toneladas, son las siguientes:

Eslora entre perpendiculares	44,80 mts.
Manga de trazado	8,— mts.
Puntal hasta la cubierta alta ...	3,45 mts.
Peso muerto	500,— tons.
Potencia del motor	520,— B. H. P.
Velocidad en pruebas	11 nudos.
Autonomía	2.000,— millas

y hace el número cuatro de los buques de este tipo construídos por el Astillero.

El motor principal de propulsión es diesel Maquinista, de cuatro tiempos, simple efecto, inyección directa de combustible, ocho cilindros, desarrollando una potencia de 520 B. H. P. a 375 r. p. m.

La característica más sobresaliente de esta botadura ha sido el ensayo de unas grasas de lanzamiento a base de productos enteramente nacionales, cuya composición química fué determinada en el Astillero, las cuales han dado un resultado magnífico y analizadas sus características fundamestales, son superiores a las que hasta la fecha se han empleado en esta clase de actos en nuestro país, incluso procedentes de importación, no resultando su precio más elevado que el de estos últimos productos.

IX CONGRESO INTERNACIONAL DEL FRIO

El Instituto Internacional del Frío organiza actualmente su IX Congreso Internacional, que tendrá lugar en Francia del 31 de agosto al 15 de septiembre de 1955. Las sesiones de trabajo se celebrarán en los salones y anfiteatros de la Universidad de la Sorbona, en París, del 31 de agosto al 8 de septiembre, habiendo sido previstas una serie de visitas y excursiones del 9 al 15 de septiembre.

Un Congreso Internacional del Frío se celebra cada cuatro años en la capital de uno de los países firmantes del Convenio Internacional del 21 de junio de 1920, por el que se creó el Instituto Internacional del Frío.

Numerosas personalidades tomarán parte en esta manifestación, en el curso de la cual serán expuestos y discutidos los problemas científicos, técnicos y económicos, que se plantean en el vasto dominio de las aplicaciones del frío.

Las personas interesadas por el mismo podrán dirigirse, a la mayor brevedad posible, al Centro Experimental del Frío del Patronato "Juan de la Cierva", de Investigación Técnica (Serrano, 150. Teléfono 34-24-00 Madrid), miembro corresponsal del citado Instituto, donde se les facilitará amplia información sobre el avance de programa técnico del mencionado Congreso, así como sobre el reglamento para la presentación de trabajos.

BOTADURA DEL BUQUE MIXTO DE CARGA Y PASAJE "ERNESTO ANASTASIO"

El 23 de octubre último se efectuó en Valencia la botadura de este buques de carga y pasaje que para la Compañía Transmediterránea han construído los astilleros de la Unión Naval de Levante.

Al acto de la botadura asistieron el Subsecretario de la Marina Mercante, señor Jáuregui; el Director General de Navegación, señor Boado, y alto personal directivo de la Compañía Transmediterránea y del astillero. Actuó de madrina la hija del presidente de dicha Compañía, doña Rosario Anastasio de Plaza.

Las características del buque son las siguientes:

Eslora	126 m.
Manga	16,70 m.
Desplazamiento en carga	9.700 ton.
Velocidad máxima	17,5 nudos.
Capacidad de pasaje:	
Pasajeros de lujo y primera	113
Idem de segunda	60
Idem de tercera	60
Tripulación	108 hombres

Merece subrayarse que a este buque le ha sido puesto el nombre de un hombre que representa tanto en las actividades relacionadas con la industria naval, que no podemos por menos de felicitarnos de que haya sido elegido para bautizar una de las unidades más modernas de nuestra flota mercante. Presidente de la Unión y El Fénix, Unión Naval de Levante, Isleña Marítima, Remolcadores del Puerto de Barcelona, etc., era ya conocido en el mar antes de que recibiera éste en su seno el hermoso buque que lleva su nombre.

EXPORTACION DE CINCO PESQUEROS CONSTRUIDOS EN LOS ASTILLEROS DE BARRERAS, DE VIGO

En el pasado mes de octubre han salido de Vigo, con destino a San Antonio (Chile), cinco buques pesqueros gemelos de una serie construída en los astilleros de Hijos de J. Barreras para la Compañía pesquera Arauco Ltda.

Las características de estos buques son las siguientes:

Eslora entre perpendiculares	29 m.
Eslora total	32 m.
Manga fuera de forros	6,95 m.
Puntal de construcción	4,01 m.
Arqueo bruto	190 tons.
Volumen de la nevera	130 m^3
Potencia	250 I.H.P.
Velocidad	10,2 nudos.
Radio de acción	5.000 millas.

Se trata de buques con casco de madera, propulsados por una máquina alternativa de triple expansión, construída por los mismos astilleros y servida por una caldera cilíndrica de dos hornos para fuel-oil. La maquinilla de pesca también funciona con vapor, así como el grupo auxiliar.

Con estos buques se han exportado algunos elementos de pesca, tales como aparejos, cables, malletas, etc., estando especialmente pertrechados para la pesca de arrastre y en parejas.