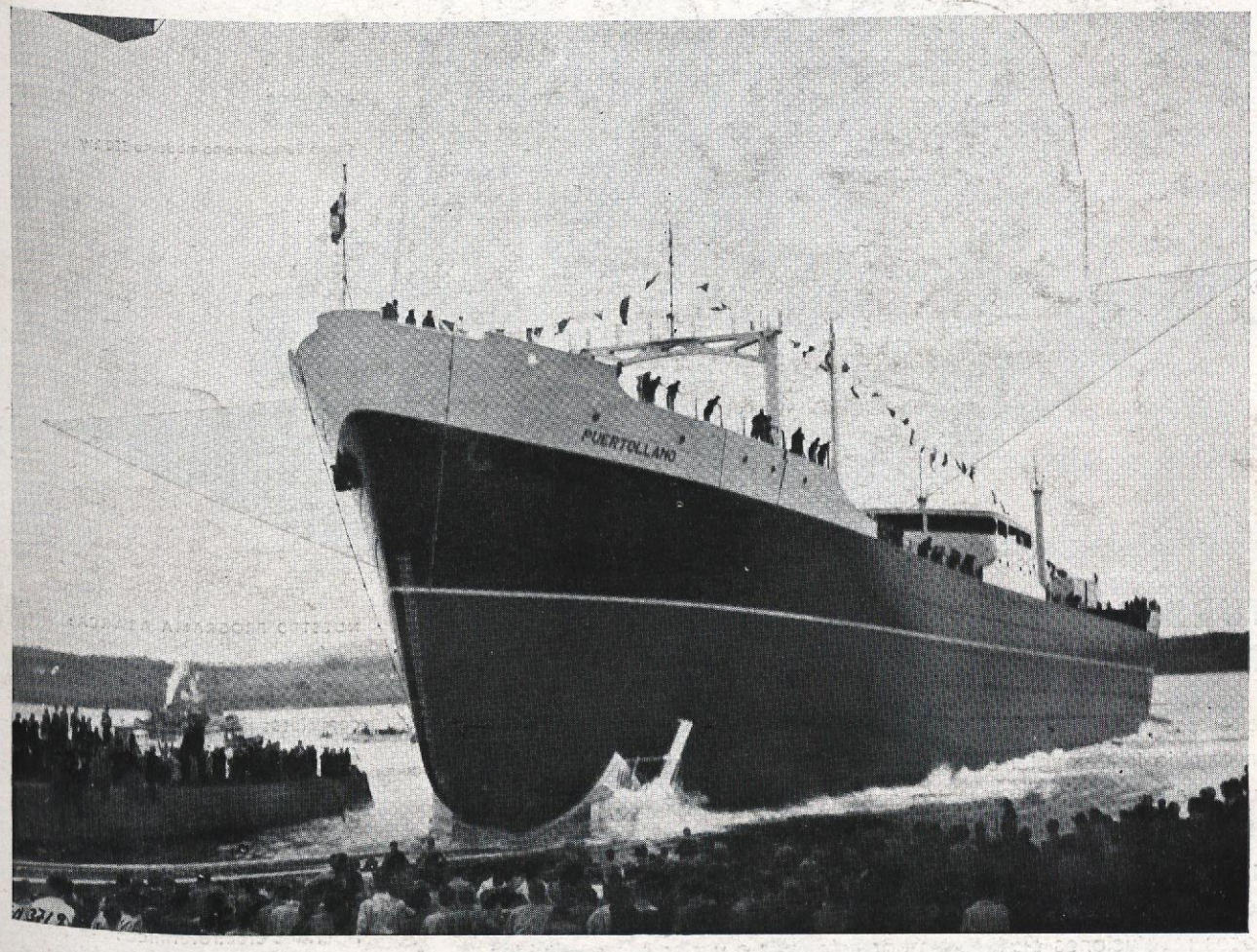
Ingeniería Naval

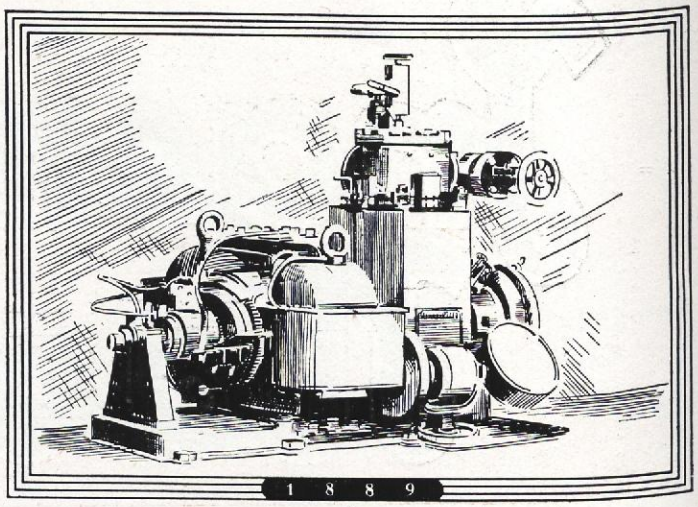


Botadura del petrolero "Puertollano", que para la Empresa Nacional "Elcano", ha construído la Factoría de El Ferrol del Caudillo, de la Empresa Nacional "Bazán".

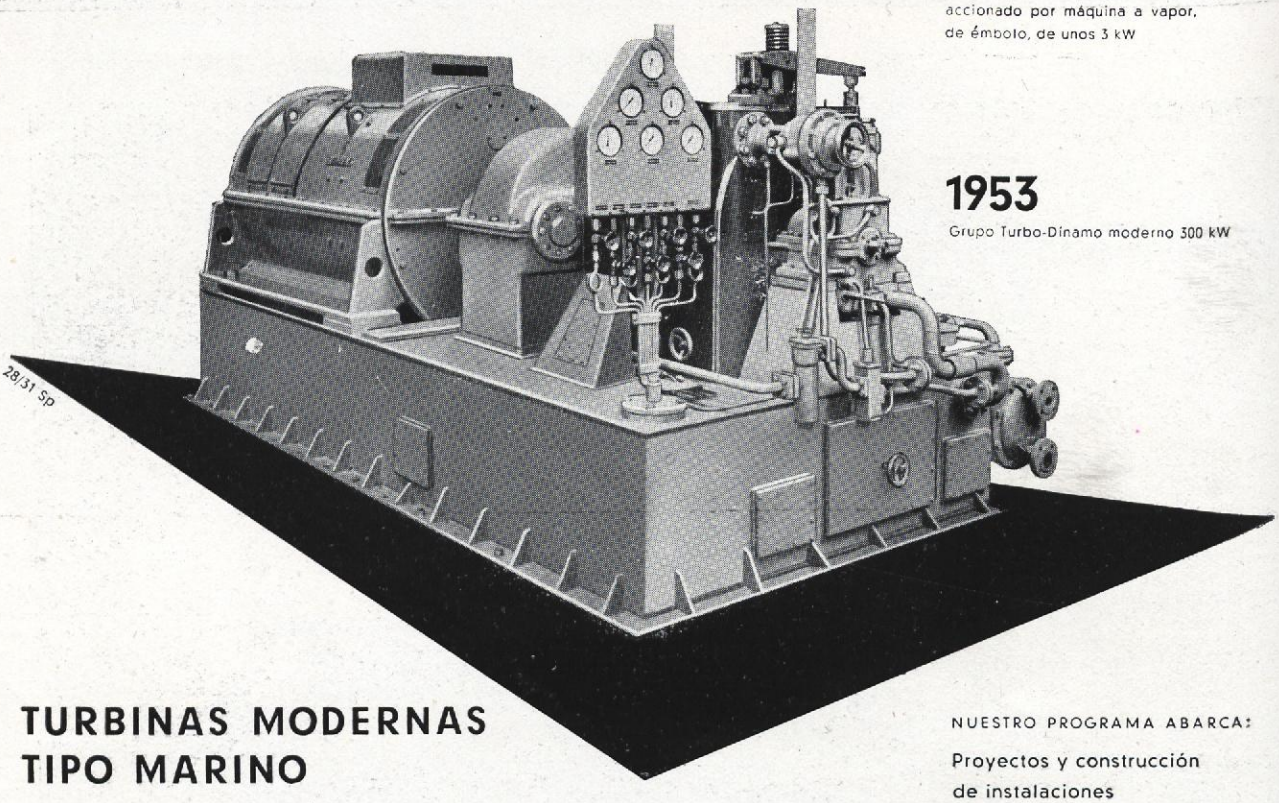
AÑO XXIII — ABRIL 1955 — NUM. 238

PRECIO: 25 PESETAS — PUBLICACIÓN MENSUAL

SIEMENS



Generador de corriente continua accionado por máquina a vapor, de émbolo, de unos 3 kW



1953

Grupo Turbo-Dínamo moderno 300 kW

28/31 Sp

TURBINAS MODERNAS TIPO MARINO

La técnica y el aspecto exterior de máquinas marinas han experimentado un cambio fundamental en los últimos cincuenta años. La potencia ha subido a un múltiplo en relación con el peso, mientras el consumo de vapor por CV. pudo reducirse paulatinamente.

El solo detalle de emplear partes soldadas en lugar de fundidas contribuyó considerablemente a la reducción de peso. Los generadores de pocas revoluciones accionadas por máquinas a vapor son sustituidos progresivamente por grupos turbo-dinamos de gran número de revoluciones y ejecución cerrada.

NUESTRO PROGRAMA ABARCA:

Proyectos y construcción de instalaciones completas para buques
Accionamiento para hélices
Generadores
Instalaciones de maniobra
Accionamientos eléctricos para máquinas auxiliares de a bordo
para máquinas de gobierno
Aparatos electrotérmicos
Material de instalación
Cables
Aparatos de alumbrado

SIEMENS-SCHUCKERTWERKE AKTIENGESELLSCHAFT
BERLIN · SIEMENSSTADT · ERLANGEN

REPRESENTADA POR
SIEMENS INDUSTRIA ELECTRICA, S.A.
ADMINISTRACION CENTRAL EN MADRID
FABRICA Y TALLERES EN CORNELLA

Altos Hornos de Vizcaya

SOCIEDAD ANONIMA

Fábricas en:

BARACALDO, SESTAO Y SAGUNTO

LINGOTE al cok, de calidad superior, para Fundiciones y Hornos Martin-Siemens. - ACEROS Bessemer y Siemens-Martin, en dimensiones usuales para el comercio y construcciones. - ACEROS ESPECIALES (aceros al carbono, al níquel, al cromoníquel, etc.). - Aceros "Kuplus". — CARRILES VIGNOLE, pesados y ligeros, para Ferrocarriles, Minas y otras industrias. CARRILES POENIX o BROCA para tranvías eléctricos. - VIGUERIA para toda clase de construcciones. - CHAPAS gruesas y finas de todas clases y especialidad en chapas de alta tensión para la construcción de buques. - CHAPAS MAGNETICAS para dínamos y transformadores. GRANDES PIEZAS DE FORJA (ejes rectos, cigüeñales, herrajes de timón, rodas, codastes, elementos para cañones, proyectiles, etc.). CONSTRUCCIONES DE VIGAS armadas para puentes y edificios. FABRICACION especial de HOJA DE LATA - CUBOS Y BAÑOS galvanizados.

FABRICACIÓN DE COK METALÚRGICO Y SUBPRODUCTOS:

Sulfato Amónico, Alquitrán, Brea, Naftalina, Benzol y Toluol

FLOTA DE LA SOCIEDAD: Cinco vapores con 23.000 toneladas de carga

Explotaciones mineras. { **Hulla..... 600.000 Toneladas año**
Hierro ..... 400.000 — —

Dirigid toda la correspondencia a

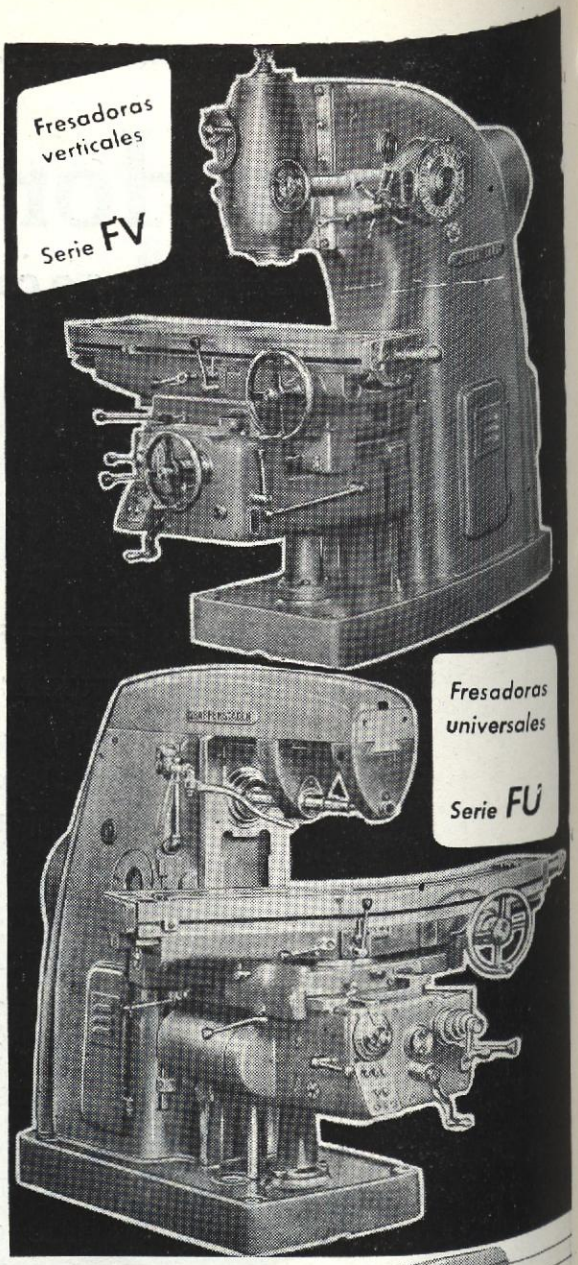
ALTOS HORNOS DE VIZCAYA

BILBAO **Apartado 116**

Siempre en vanguardia

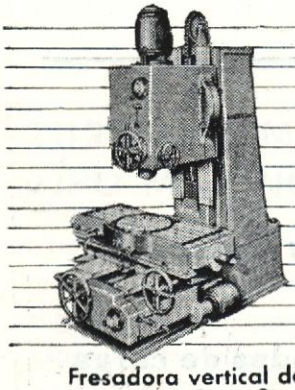
LAS FRESADORAS

GRAFFENSTADEN

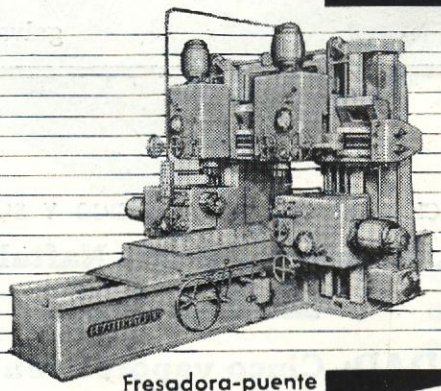


OTRAS FABRICACIONES:

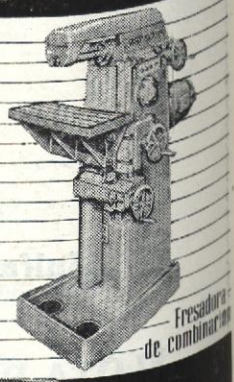
Fresadoras de ciclo automático
Mandrinadoras de montante fijo
Mandrinadoras de montante móvil
Mandrinadoras de bancada en cruz
Cepilladoras-puente
Tornos verticales de un montante
Tornos verticales de dos montantes
Taladros-mandrinadores verticales
Taladros radiales
Máquinas especiales para la construcción de material ferroviario



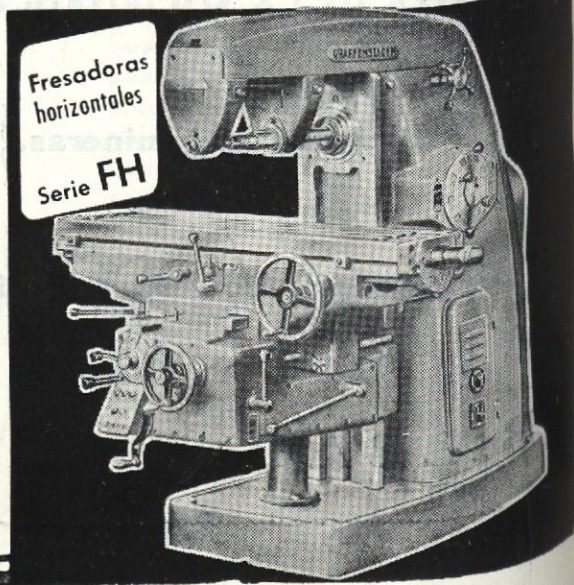
Fresadora vertical de mesa de altura fija



Fresadora-puente



Fresadora de combinar



REPRESENTANTES EXCLUSIVOS:

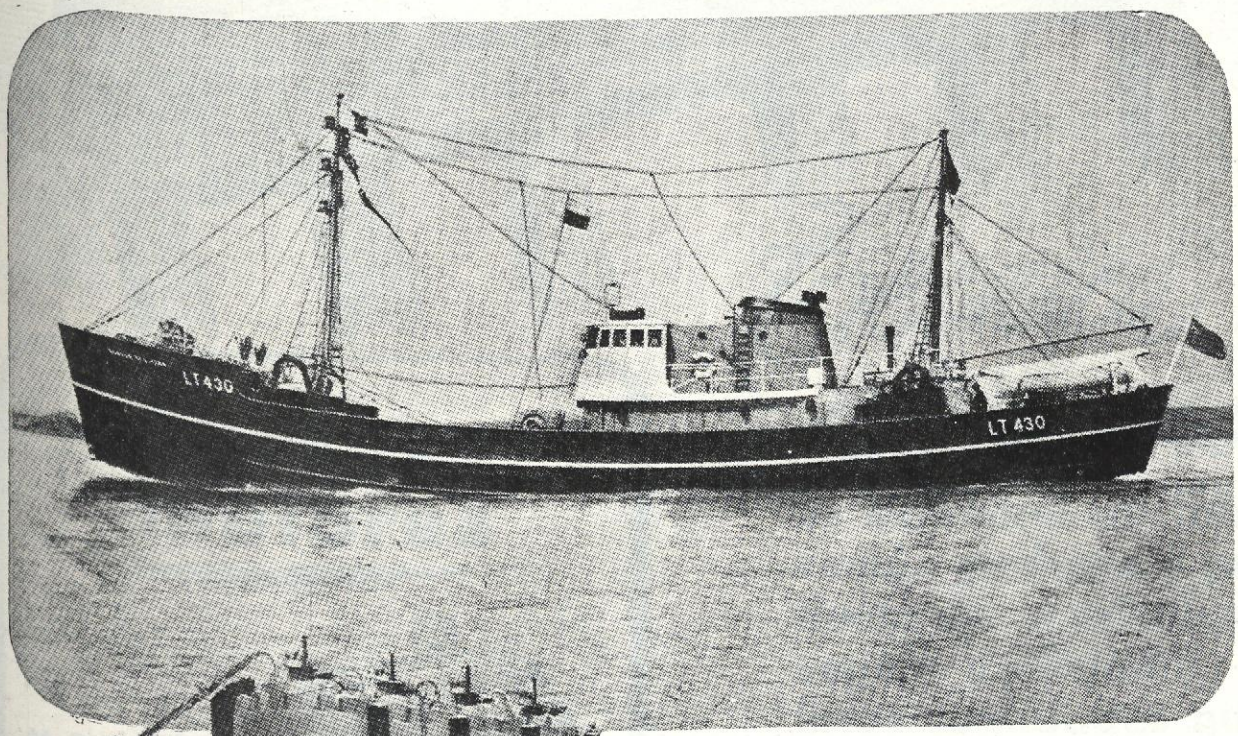
GUILLIET

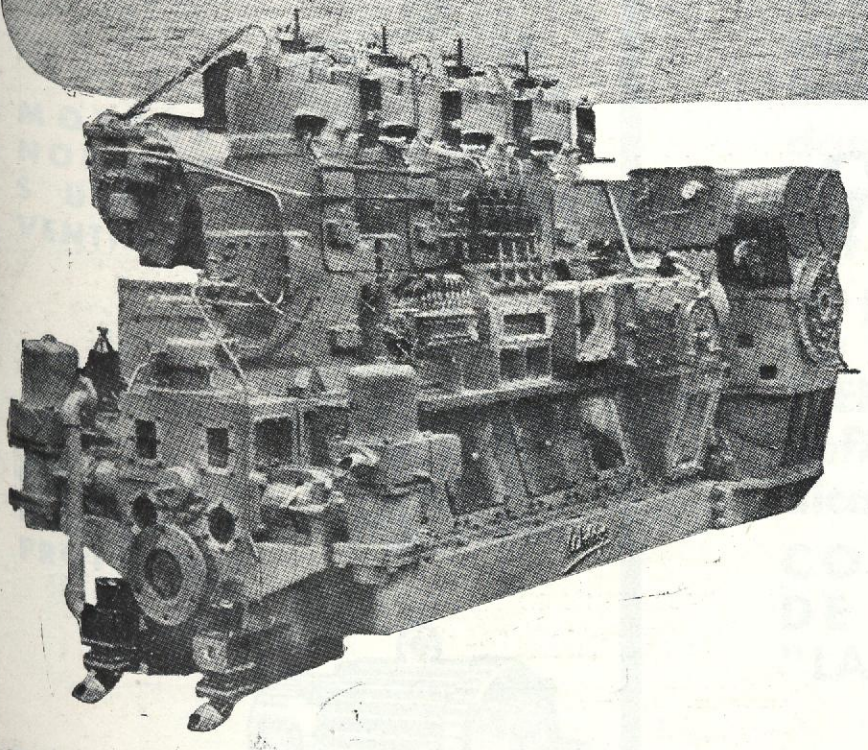
Calle de Valencia, 30 - MADRID - Tel. 27 07 49

AGENCIAS:

Barcelona - Bilbao - Sevilla - Oviedo

Otro nuevo buque con motor Widdop





SERIE «E. M. B.»
hasta 400 S. H. P.
a 400 R. P. M.
hasta 440 S. H. P.
a 440 R. P. M.

SERIE «G. M. B.»
hasta 880 S. H. P.
a 300 R. P. M.
hasta 968 S. H. P.
a 330 R. P. M.

FERMAN PUBLICIDAD

MOTORES MARINOS DIESEL

H. WIDDOP & CO. LTD.

ESTABLECIDO EN 1898

KEIGHLEY **INGLATERRA**

Widdop

Representante Exclusivo para España y Posesiones

COMPAÑIA GENERAL DE PRODUCTOS INDUSTRIALES, S. A.

CLAUDIO COELLO, 65 - MADRID - TELEF. 267381

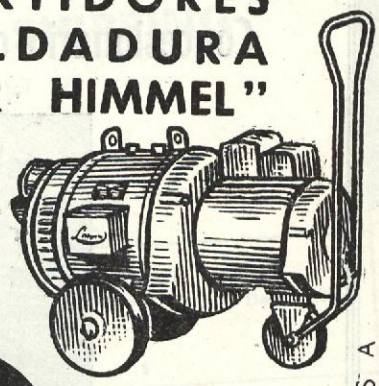
Reservado

VILA

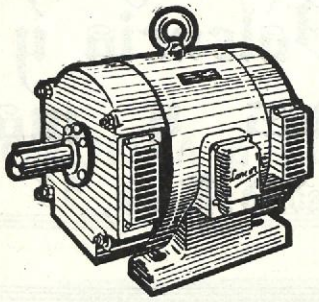
Técnica alemana

es sinónimo de fabricación perfecta y producto de rendimiento seguro y eficiente. Estas cualidades quedan incorporadas a nuestros fabricados por la utilización de las patentes y asistencia técnica HIMMELWERK que valorizan y definen el prestigio alcanzado por los

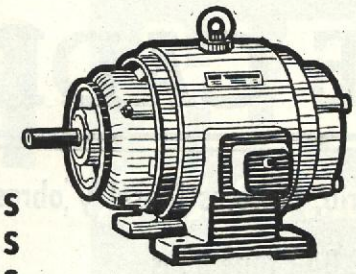
CONVERTIDORES DE SOLDADURA "LANCOR HIMMEL"



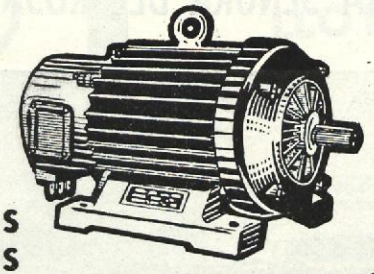
Nuestros motores



MOTORES NORMALES SUPER VENTILADOS



MOTORES NORMALES PROTEGIDOS



MOTORES BLINDADOS

Lancor

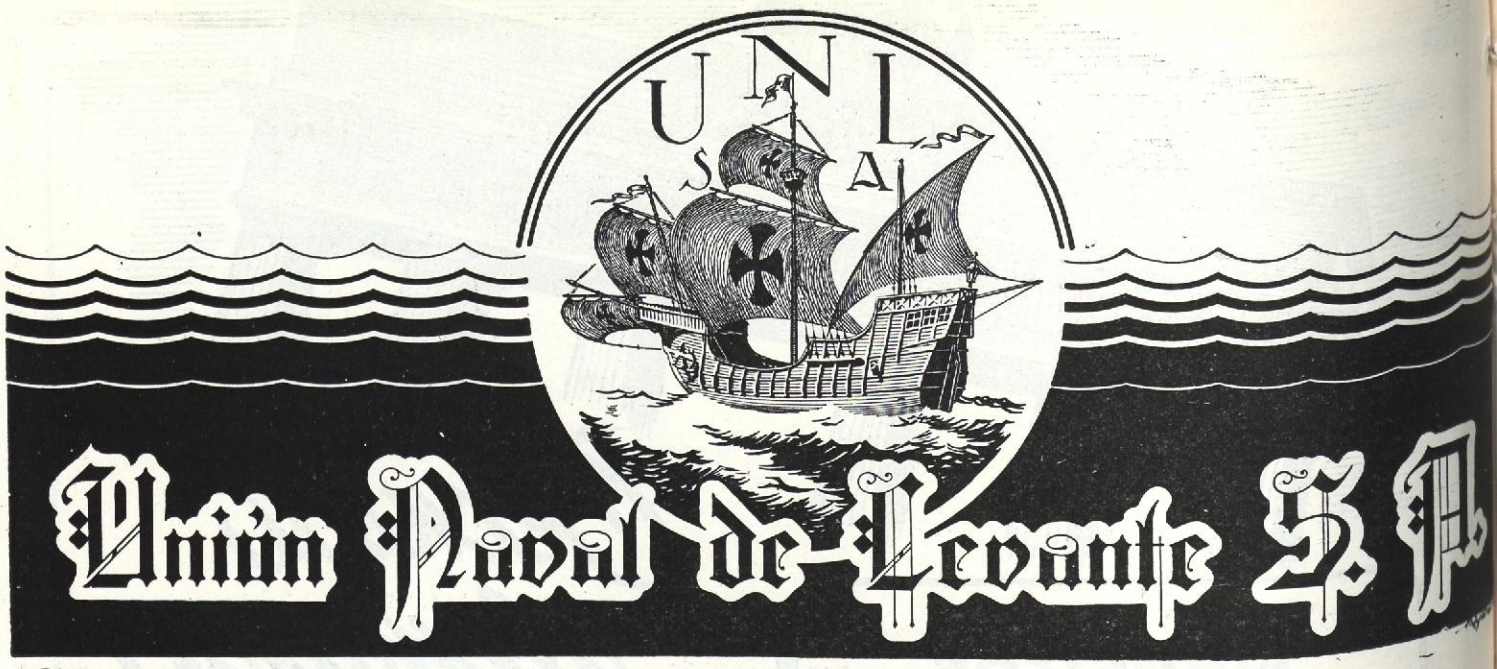
ATENDEMOS SU SOLICITUD REMITIÉNDOLE AMPLIA INFORMACIÓN

ELORRIAGA INDUSTRIA ELÉCTRICA

ELCANO, 1 - BILBAO

PATENTES Y ASISTENCIA TÉCNICA DE HIMMELWERK, A. G. TÜBINGEN/WÜRTT. GERMANY

PUBLICIDAD VILA, S. A



Unión Naval de Levante S. A.

Proyectistas y constructores
buques de guerra, pasaje y carga
Diques flotantes en Valencia y Málaga
Reparación de buques y maquinaria

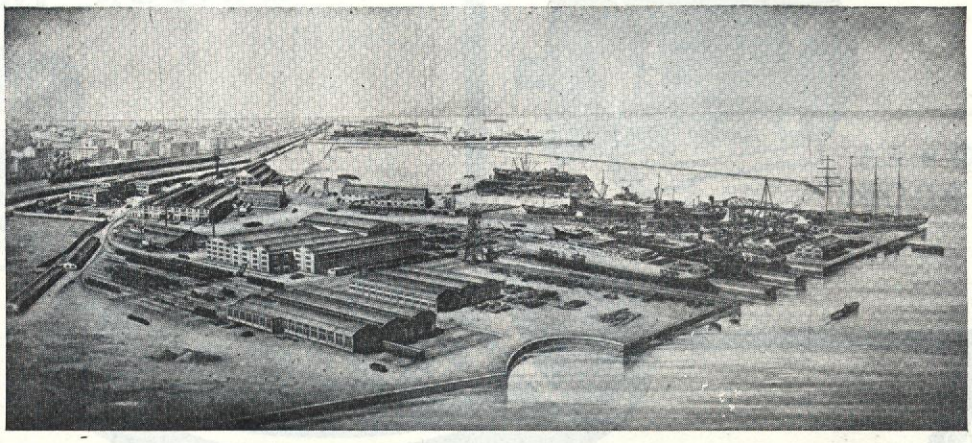
Casa central en Madrid: Alcalá, 53

ASTILLEROS DE CADIZ, S. A.

Construcción y reparación de buques, material ferroviario, Motores Diesel y obras metálicas en general

Dique flotante hasta 2.000 toneladas

Concesionario del Dique Seco «NUESTRA SEÑORA DEL ROSARIO» (I. N. I.)



Apartado, 39. - CADIZ. - Teléfono 2259. - Dirección Telegráfica: "Astilleros"
Domicilio Social: MADRID - Zurbano número 70 - Teléfono 232791.

Constructora Nacional de Maquinaria Eléctrica, S. A.

CENEMESA

Licencias y Procedimientos **WESTINGHOUSE**

DOMICILIO SOCIAL:
Avenida José Antonio, 7
MADRID

SUCURSALES EN:
BILBAO - BARCELONA
SEVILLA - VALENCIA

FABRICAS EN: CORDOBA y REINOSA - Telegramas y Cables: «CENEMESA»

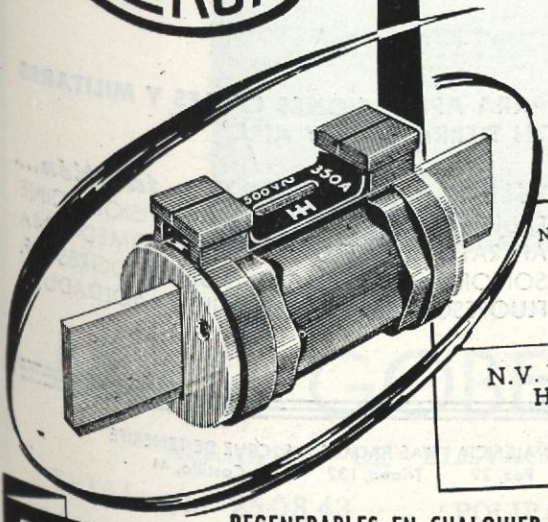
MARCA REGISTRADA

HAZEMEYER

Fusibles inexplosivos de alta capacidad de ruptura.

50.000 A. a 500 V.

METRON



LLOYD'S REGISTER OF SHIPPING

SUPPLEMENT N.° 1 TO LIST OF
APPROVED FUSES - NOVEMBER, 1953

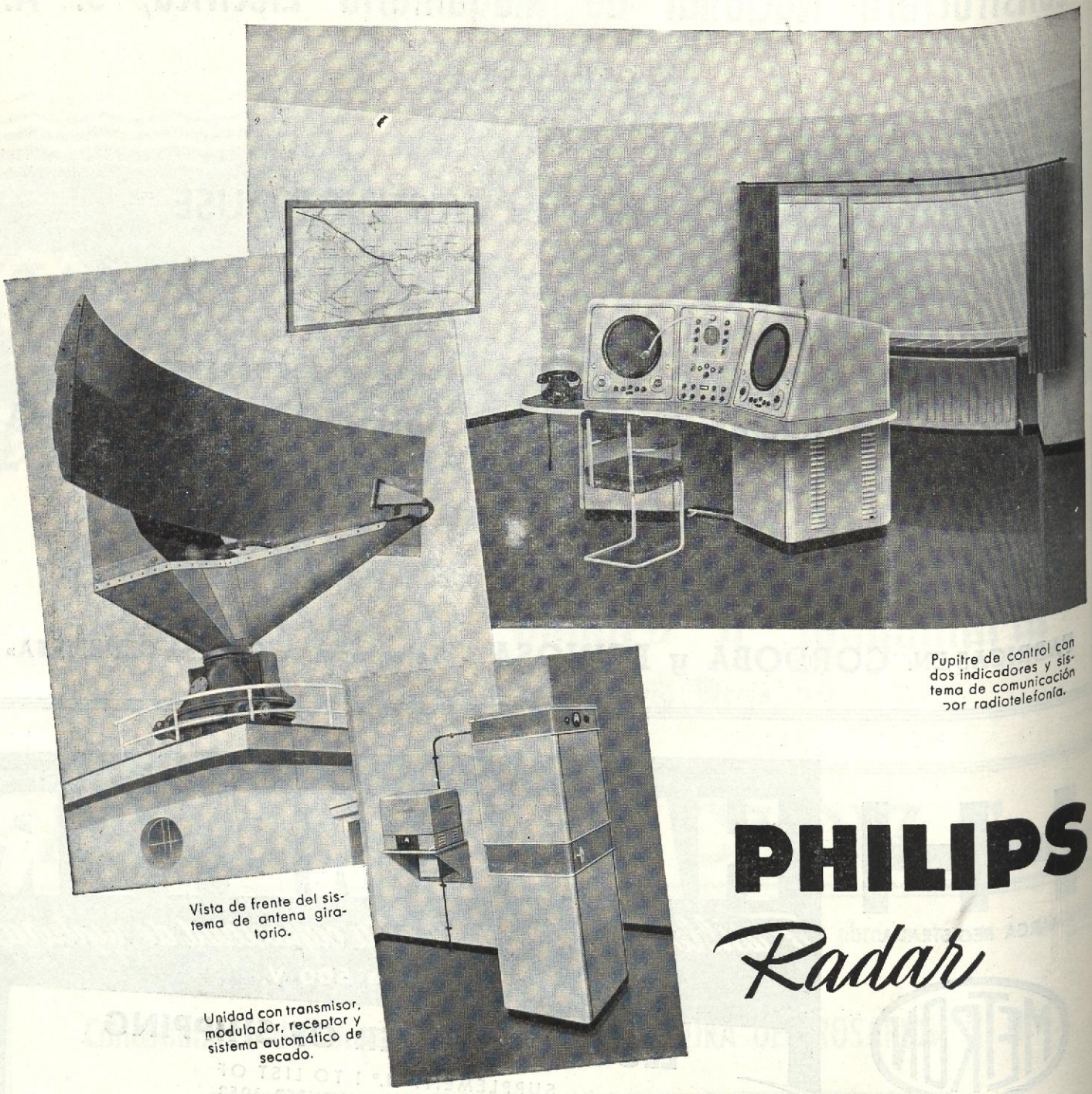
Schedule A: Filled Cartridge Fuses

Approved for all types of vessels including those carrying oil having a flash point less than 150° F. (65.5° C.)

Name and Address of Manufacturer or Supplier. 1	Category of Duty (Appendix 5, Clause 2). 2	Manufacturer's Nomenclature and/or Distinguishing Marks. 3	Materials. 4	Nominal Rating in Amps. 5	Description 6
N.V. Hazemeyer, Hengelo, Holland	4	H.H. Type 92c	Moulded cartridge body	15 to 100	Black moulded base. Detachable handle.
	4	Type 92d		35 to 200	
	4	Type 92e		35 to 300	
	4	Type 92f		225 to 300	

REGENERABLES EN CUALQUIER FABRICA HAZEMEYER: ESPAÑA, HOLANDA, FRANCIA, INGLATERRA, BELGICA, etc.

FABRICADOS EN ESPAÑA POR S. A. E. METRON BARCELONA - MADRID
PL. CATALUÑA, 9 - MAESTRO VICTORIA 8



Pupitre de control con dos indicadores y sistema de comunicación por radiotelefonía.

Vista de frente del sistema de antena giratorio.

Unidad con transmisor, modulador, receptor y sistema automático de secado.

PHILIPS

Radar

PARA APLICACIONES CIVILES Y MILITARES EN TIERRA, MAR Y AIRE

TELECOMUNICACION *y también...*
RADIO • LAMPARAS • RAYOS X • TELEVISION • CINE
APARATOS DE MEDIDA • ELECTROMEDICINA
SONORO • AMPLIFICACION • GENERADORES A.F.
FLUORESCENCIA • ELECTRONICA • SOLDADURA

Solicite informes a:
PHILIPS IBERICA, S. A. E.

TELECOMUNICACION

PHILIPS

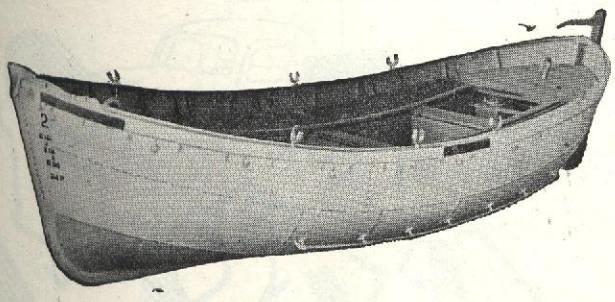
MADRID	BARCELONA	BILBAO	VALENCIA	LAS PALMAS	S. CRUZ DE TENERIFE
P.º de las Delicias, 65	P.º de Gracia, 11	Diputación, 8	Paz, 29	Triana, 132	Castillo, 41

ARO

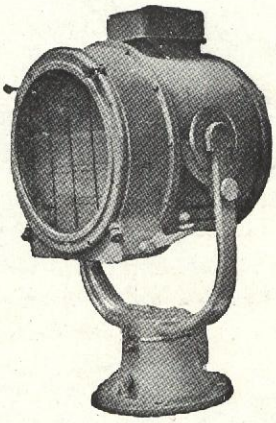
Manufacturas Metálicas Madrileñas, S. A.

(ANTES MANUFACTURAS DE ALUMINIO, S. A.)

FÁBRICA Y OFICINAS CENTRALES: MADRID
TENIENTE CORONEL NOREÑA, 26 - APARTADO 660 - TELÉFONO 28-15-00



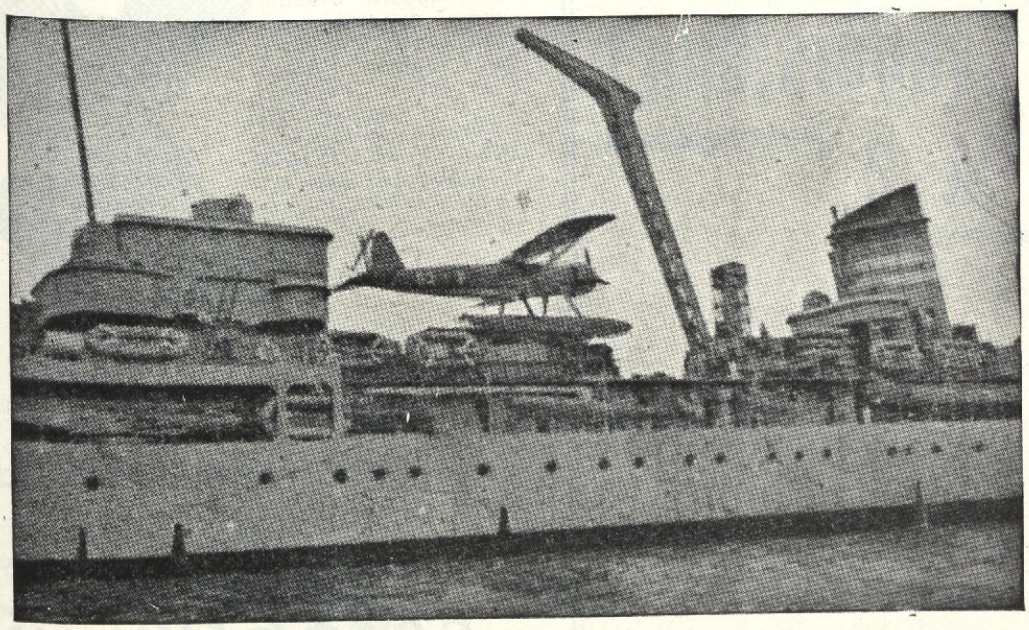
Botes salvavidas con propulsores accionados a mano (Pat Fleming), embarcaciones menores, piraguas, etc., de aleaciones de aluminio. Candeleros, portillos, escalas, manguerotes y accesorios de cubierta, construídos en aleaciones ligeras.
Maquinaria auxiliar para buques.
Proyectores.



Proveedores de la Empresa Nacional Bazán, Unión Naval de Levante, Sociedad Española de Construcción Naval, Empresa Nacional Elcano, etc.

Máquinas aprobadas por el LLOYD'S REGISTER Y BUREAU VERITAS.

SUCURSALES: *Barcelona, Valencia, Sevilla, Coruña, Bilbao, Oviedo, Las Palmas, Pamplona, Murcia y Tetuán (Marruecos)*



Grúas instaladas en los cruceros «GALICIA» y «MIGUEL DE CERVANTES», construídas por los talleres

MAS, GOBERNA Y MOSSO ING. S. L.

APARATOS DE ELEVACION, GRUAS, ASCENSORES, MONTACARGAS,
POLIPASTOS "MAGOMO"

Teléfono 250843
BARCELONA

PAMPLONA, 95, 97 y 99
(antes Castillejos, junto a Pedro IV)

Reservado

.....y AHORA EL RENDIMIENTO SERA EL MAXIMO

Porque ha instalado una batería **OXIVOL,** que le proporcionará un arranque enérgico, unas luces magníficas y una reserva de potencia para cuando la necesite.

La serie Reforzada y la serie Plata-Glasstex de **OXIVOL,** llevan separación TRIPLEX, a base de plástico, lana de vidrio y madera. Tienen una capacidad extra para electrolito. Las placas están fabricadas con materias primas seleccionadas.

Los acumuladores **OXIVOL** duran más tiempo porque su construcción es mejor

CENTRAL PUBLICIDAD

MAXIMA CALIDAD - MAXIMO RENDIMIENTO

Compañía Española de Pinturas "INTERNATIONAL", S. A.

Unicos agentes y fabricantes en España de las pinturas patentadas «HOLZAPFEL»

Marca registrada

"HOLZAPFEL"

LAS MEJORES Y LAS DE MAYOR CONSUMO MUNDIAL

Casa matriz: LONDRES.—Factorías coasociadas en: BERGEN (Noruega).— COPENHAGUE (Dinamarca).— GOTHENBURG (Suecia). — GENOVA (Italia). — HAMBURGO (Alemania).— KOBE (Japón).—EL HAVRE (Francia).—MEXICO, Ciudad. MONTREAL (Canadá).—NEW-YORK (U. S. A.).—RIO DE JANEIRO (Brasil).—SIDNEY (Australia).—TRIESTE (Italia). WELLINGTON (Nueva Zelanda).

Patentes "International".—Para fondos de buques de acero.
"Navy Brand".—Composición para el mismo uso en barcos que navegan en aguas tropicales o muy sucias.
"Copper Paint Extra Strong".—Para fondos de buques de madera.
"Yacht composition".—Para fondos de buques de regata y recreo.
Boottoping.—Pintura para la línea de flotación de los buques.
"Black Topsides".—Para costados de buques.
"Funneline".—Pintura ignífuga para chimeneas.
"Danboline".—La pintura de mayor capacidad anticorrosiva y de cubrición
"Lagoline".—El esmalte más resistente a los ambientes exteriores.
"Esmalte Sunlight".—El más decorativo
"Esmaltes sintéticos Sunlight".
"Interlac".—Esmaltes y barnices nitrocelulósicos.
"Intervolt".—Esmaltes aislantes: más de 50 tipos.
"Dopes".—Barnices acetáticos y nitrocelulósicos para aviación. Barnices y esmaltes especiales para duraluminio. Barnices, pinturas y composiciones especiales para ferrocarriles, tranvías y trolebuses.

Pinturas para toda clase de aplicaciones y usos. Todas patentadas "HOLZAPFEL".—En todos los puertos y capitales del mundo podemos suministrar nuestras patentes, guardando depósitos en las principales poblaciones de España.

Oficinas: Ibáñez de Bilbao, 2, 2.° (Edificio Aznar) - **BILBAO**

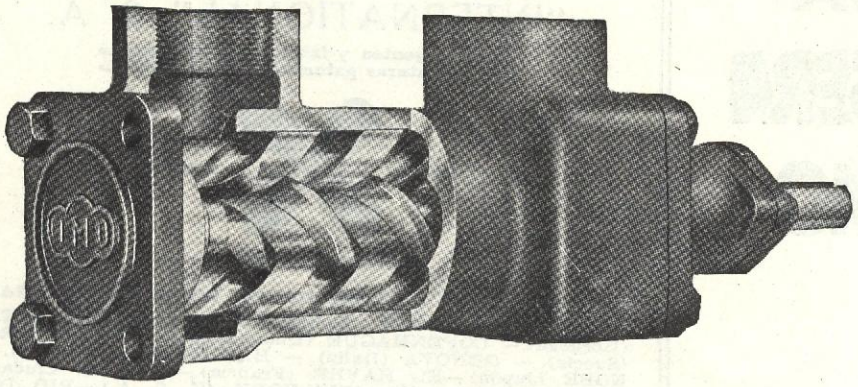
Fábrica: LUCHANA-ERANDIO (Bilbao) - **Sucursal Madrid:** Núñez de Balboa, 71

Fundiciones Ituarte S. A.

Castaños, 11 - BILBAO

Accesorios para buques de Guerra y Mercantes

Valvulería en general, grifería, ventanillos, accesorios de luz, etc.



BOMBAS IMO

CARACTERISTICAS

ALTO RENDIMIENTO, hasta 90 %
SENCILLEZ Y SEGURIDAD
ALTA VELOCIDAD
ALTA PRESION, hasta 175 kg/cm²
MARCHA SUAVE Y SILENCIOSA
AUTOASPIRANTE

El grabado reproduce los elementos fundamentales de IMO, integrados por un tornillo central y dos tornillos laterales.

PARA ACEITES Y TODA CLASE DE LIQUIDOS LUBRICANTES - ADECUADAS PARA TODA CLASE DE PRENSAS HIDRAULICAS - INDISPENSABLES PARA ENGRASE DE MOTORES DIESEL Y TURBINAS DE VAPOR, ETC.

ADOPTADAS EN LAS MARINAS DE GUERRA DE: SUECIA, NORUEGA, DINAMARCA, HOLANDA, INGLATERRA, ITALIA, U. S. A. y JAPON

Caudales desde 5 hasta 10.000 lit/min., y presiones hasta 175 kg/cm².

EXISTENCIAS EN ALMACEN DE MADRID

Representante exclusivo: ROBUR, S. A. de Maquinaria (antes DE LAVAL, S. A. E.) - Juan de Mena, 8 - MADRID

SOCIEDAD ESPAÑOLA DE CONSTRUCCIONES

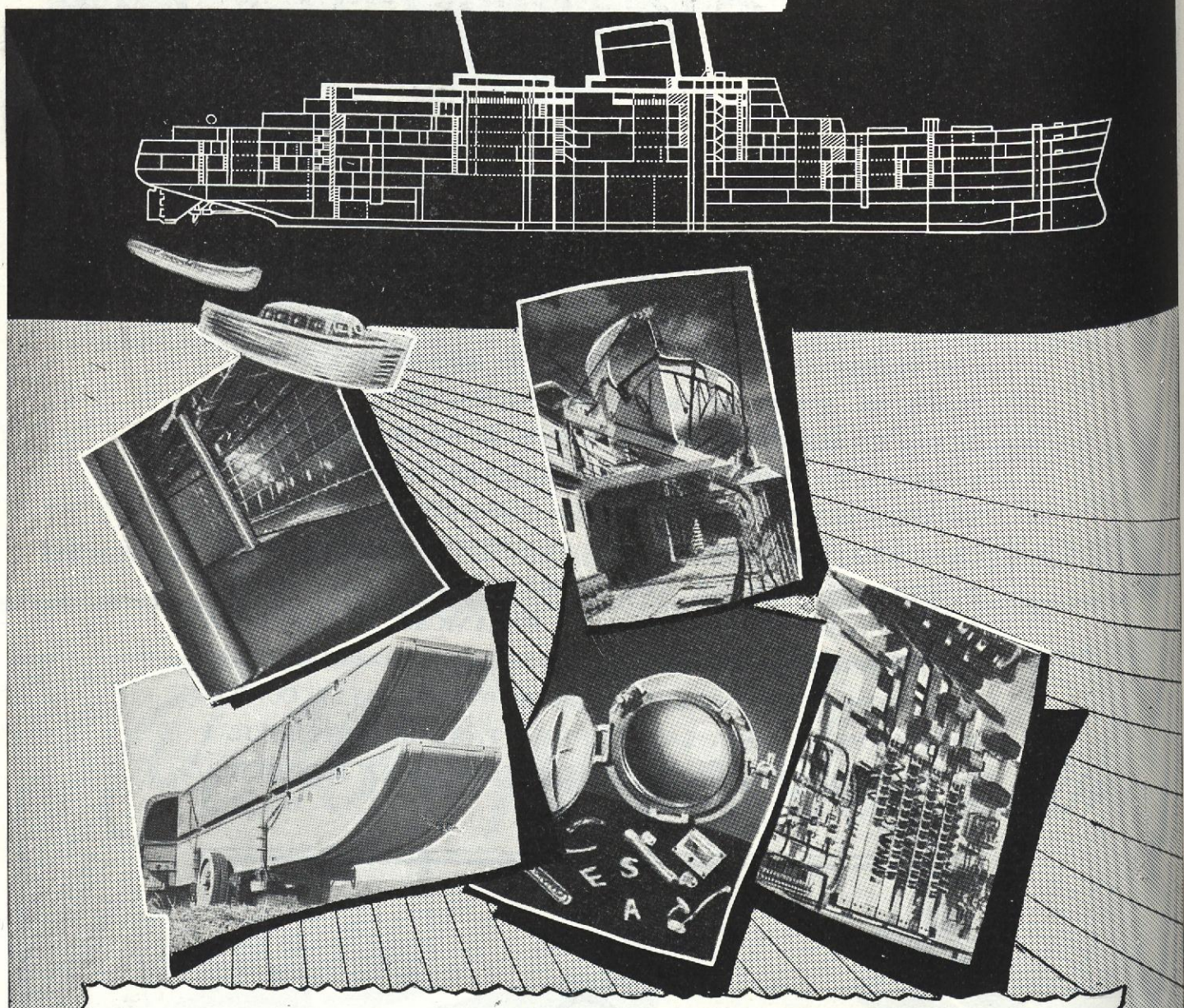
BABCOCK & WILCOX

CALDERAS DE VAPOR Y MARINAS - LOCOMOTORAS DE VAPOR, ELECTRICAS CON MOTOR DIESEL Y DIESEL-ELECTRICAS - TUBOS DE ACERO ESTIRADO SIN SOLDADURA - TUBOS DE CHAPA DE ACERO SOLDADOS - TUBOS DE HIERRO FUNDIDO DE ENCHUFE Y CORDON - BOTELLONES PARA GASES A PRESION MOTORES DIESEL ESTACIONARIOS, MARINOS Y DE TRACCION CAMIONES CON MOTOR DIESEL - TRACTORES AGRICOLAS E INDUSTRIALES - GRUAS, TRANSPORTADORES Y ELEVADORES CONSTRUCCIONES METALICAS Y MECANICAS EN GENERAL FUNDICIONES DE HIERRO, DE ACERO Y BRONCE - ENGRANAJES DE PRECISION CILINDRICOS, CONICOS, HELICOIDALES, CONICO-HELICOIDALES, PARA LA INDUSTRIA, PARA EL AUTOMOVIL Y DE TRACCION - PIEZAS FORJADAS, ESTAMPADAS Y EMBUTIDAS, ETCETERA

Domicilio Social: Ercilla, núm. 1 - BILBAO - Teléfono 12006

Talleres Generales: GALINDO (Sestao - Vizcaya) - Teléfono 98055

EL ALUMINIO Y SUS ALEACIONES
son cada día de mayor uso en la
CONSTRUCCION NAVAL



Reduce los costos de entretenimiento y explotación a la vez que aumenta la capacidad de carga útil y la estabilidad.

Nuestros Servicios Técnicos, sin ningún compromiso por su parte, le informarán ampliamente sobre el uso y comportamiento del aluminio en la Ingeniería Naval.

Carpintería metálica, portillos, claraboyas, chimeneas, botes salvavidas, candeleros, manguerotes y toda clase de accesorios en la superestructura.

Material para barcos de pesca: Viveros de sardinas, revestimiento de bodegas, tanques, etc.

ALUMINIO ESPAÑOL. S.A

Villanueva, 14 - Apartado 367. - MADRID

Ingeniería Naval

REVISTA TECNICA

ORGANO OFICIAL DE LA ASOCIACION DE INGENIEROS NAVALES

Fundador: AUREO FERNANDEZ AVILA, Ingeniero Naval

Director:

AÑO XXIII — MADRID, ABRIL DE 1955 — NUM. 238

Sumario

Págs.

Convertidores electrónicos, por *José María González Llanos*, Ingeniero Naval..... 186
El movimiento de materiales en los astilleros, por *R. F. Serbutt A. M. I. N. A.* Traducido y comentado por *Antonio Villanueva Núñez*, Ingeniero Naval 210

INFORMACION PROFESIONAL

Algunas consideraciones sobre la importancia de la Marina Mercante 219

Revista de Revistas 221

INFORMACION GENERAL

Extranjero.—Conferencia Internacional sobre los métodos no destructivos para el estudio y la comprobación de los materiales 224
Pedidos ingleses a astilleros del Continente 225
Botadura del petrolero a motor "Kongstein" 225
Ordenes de construcción de petroleros de 50.000 toneladas para Francia 225
Botadura del "Niassa" 225
Construcción de petroleros en Italia 226
Construcción de petroleros en Suecia 226
Buques en construcción en la Alemania Occidental 226
El nuevo transbordador "Kong Frederik IX" 226
Los posibles barcos del futuro 227
Cancelación del contrato de un petrolero 227
Instalación de estabilizadores en el "Queen Elizabeth" 227
Botadura del "Ricardo de Larrinaga" 227

Nacional.—Octavas Reuniones Técnicas del Instituto de Racionalización del Trabajo. 227
Botadura del petrolero "Puertollano" para la E. N. "Elcano" 229
Botadura de la corbeta "Princesa" en la Factoría de Cartagena de la Empresa Nacional "Bazán" 231

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, 180 ptas. Un semestre, 100 ptas. Demás países, 240 pesetas (franqueo aparte).

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

CONVERTIDORES ELECTRONICOS

POR

JOSE MARIA GONZALEZ LLANOS

INGENIERO NAVAL

PARTE QUINTA

REGULACION DE LA TENSION EN LOS RECTIFICADORES DE GAS Y CONVERTIDORES DE MERCURIO. — THYRATRON. — FUNCIONAMIENTO INVERSO DEL THYRATRON Y DEL CONVERTIDOR DE MERCURIO. — CONVERTIDOR ESTATICO DE FRECUENCIA

REGULACIÓN DE LA TENSIÓN EN CARGA.

Tanto en los rectificadores de cátodo caliente como en los convertidores de mercurio hemos visto que a causa de la impedancia de dispersión del secundario del transformador de alimentación, y aun prescindiendo de la variación en la caída interna del arco, la tensión en bornes varía según sea el estado de carga del circuito de utilización, por lo cual, como en las conmutatrices y en todas las demás máquinas, es preciso arbitrar medios para poder regular la tensión en carga a fin de mantenerla siempre constante, si el circuito de utilización lo requiere así, o para variarla en la medida que le pueda convenir.

Existen diferentes medios para conseguirlo, que pueden clasificarse de la siguiente manera:

a) *Regulación de la tensión en el primario del transformador.*

b) *Regulación en el secundario del transformador.*

c) *Regulación del campo eléctrico entre los ánodos y el cátodo por medio de rejillas polarizadas.*

El sistema hoy más usado suele ser el último, que presenta múltiples ventajas, según veremos, utilizándose los otros, sin embargo, también algunas veces.

Regulación sobre el primario.—Evidentemente basta regular la tensión del primario para regular también la de los bornes del rectificador.

Esto puede hacerse disponiendo varias tomas en el primario, las cuales pueden ajustarse sin o con carga, empleándose el cambio de tomas con el transformador inactivo, solamente cuando se trate de ajustar permanentemente la tensión de alimentación, al variar las características del circuito correspondiente; mientras que el mantenimiento constante de una tensión fija exige la regulación en carga.

Sin embargo, la regulación por tomas implica inevitablemente el corregir la tensión a saltos, siendo preferible, para obtener una regulación suave y continua en todo momento, variar la tensión del primario por medio de un regulador de inducción.

Regulación sobre el secundario.—La conexión en serie con los ánodos de unas bobinas de reacción, la saturación de cuyos núcleos excitados por c. c. a la tensión del circuito de utilización, es función de esta última, con la cual variará también su reactancia, permite obtener una regulación automática de la tensión del rectificador, ya que al variar la reactancia del circuito de ánodo se varía el solape de la conmutación y con él la tensión en bornes del circuito de utilización. La figura 122 muestra el

esquema de una instalación de este género, en la que existen tres núcleos, sobre cada uno de los cuales están devanadas dos bobinas que pertenecen a dos fases opuestas del rectificador, con lo cual nunca actúan simultáneamente, es decir, que el efecto es el mismo que si cada ánodo tuviese su propio núcleo; cada uno de éstos, además, lleva una bobina de excitación con corriente continua alimentada desde el circuito de utilización, a traves de un reostato *R*, que sirve así para ajustar la tensión. Aparte de que la corriente que atraviesa estas bobinas de excitación es función de la tensión que se pretende regular, y existe así ya un compundaje, es posible suplementar este automatismo en la regulación, si no resulta suficiente, haciendo

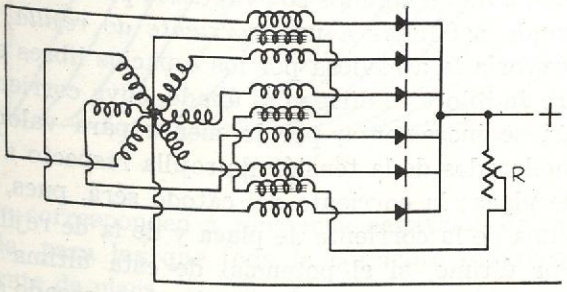


Fig. 122.

variar la resistencia del reostato de excitación por medio de un regulador automático de tensión.

En los montajes que utilizan bobina de absorción se puede conseguir el mismo efecto, sustituyendo los reactores en serie con los ánodos por un devanado de excitación del núcleo de la bobina de absorción, alimentado a la tensión continua del circuito de utilización por intermedio de un reostato *R* de regulación, en serie con ella, tal como se indica en la figura 123; se tiene así, al variar *R*, que las reactancias de las dos mitades de la bobina de absorción—que están en serie con las impedancias de dispersión de las fases respectivas del transformador—variarán en el mismo sentido, y como la caída de tensión, según sabemos, es función del ángulo de solape, el cual depende de la impedancia del circuito de ánodo, se conseguirá así que al variar *R*, varíe también la tensión en bornes del circuito de utilización, pudiéndose, como antes, obtener la regulación automática de esta última por medio de un regulador que actúe automáticamente sobre *R*.

El montaje de doble estrella con regulación de la tensión mediante la saturación del núcleo de la bobina de absorción equivale a un montaje de doble estrella sin tal bobina, con sus neutros rígidamente conectados, y, por tanto, los valo-

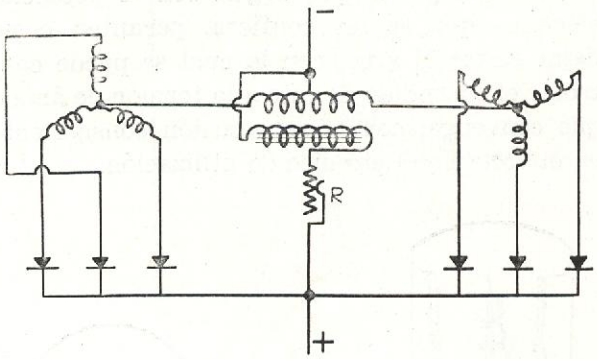


Fig. 123.

res de su factor de utilización y de las demás magnitudes empeorarán en la medida que estudiamos en la Parte segunda.

En lugar de saturar el núcleo de la bobina de absorción con una derivación de la corriente continua del circuito de utilización, se puede conseguir el mismo efecto disponiendo sobre ella (fig. 124) una bobina secundaria, cuyo circuito se cierra sobre una resistencia *R* variable, con lo cual la impedancia de la bobina de absorción se reduce sensiblemente, al quedar convertida en una impedancia de dispersión, y en medida que depende del valor de *R*. Se consigue así indirectamente la regulación de la impedancia del circuito de ánodo y, por tanto, del ángulo de solape, o sea de la tensión en los bornes del circuito de utilización del rectificador.

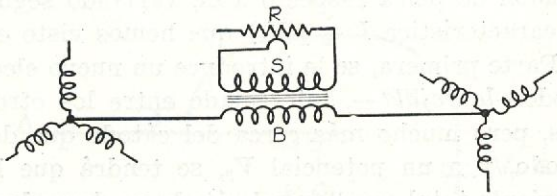


Fig. 124.

Por último, otra posibilidad de regular la tensión continua del rectificador consiste en el conocido empleo de un elevador reductor de tensión en serie con el circuito de utilización, y cuyo campo se controla con un regulador automático de tensión.

Regulación del campo eléctrico entre electrodos.—En este método de regular la tensión se hace variar el campo eléctrico en el interior de la lámpara o de la cuba, valiéndose de las rejillas dispuestas entre el cátodo y cada uno de los ánodos, a las que nos hemos referido repetidas veces y las que, según sea el potencial eléctrico que se les confiera, permiten o no dejar saltar el arco, con lo cual se puede controlar el encendido de éste a la tensión de ánodo que convenga, con la repercusión consiguiente en el voltaje del circuito de utilización.

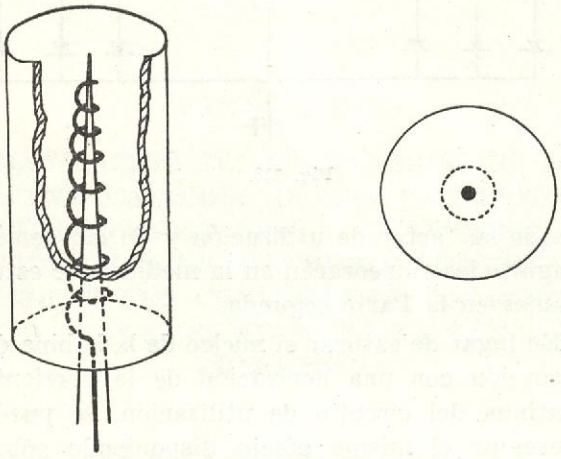


Fig. 125.

Antes de considerar con detalle las instalaciones correspondientes, vamos a estudiar sucintamente la variación de las propiedades de los diodos cuando se les añade una rejilla, constituyéndose así en válvulas—de vacío o de gas—de tres electrodos o *triodos.*

Triodo de alto vacío.—Si en un diodo de alto vacío, en el que para una misma temperatura de cátodo la corriente depende solamente de la tensión de placa respecto a él, variando según la característica $I = f(V_a)$ que hemos visto en la Parte primera, se le introduce un nuevo electrodo—*la rejilla*—, intercalado entre los otros dos, pero mucho más cerca del cátodo que del ánodo, y a un potencial V_p, se tendrá que la corriente total que llega al cátodo no dependerá como antes solamente de V_a, sino que dependerá además de V_p. El dispositivo esquemático de esta válvula que se designa con el nombre de *triodo,* y cuya introducción en 1907 por Lee de Forest, dió lugar a un avance gigantesco en la técnica de la Electrónica y de la Radiocomunicación, es el que se indica en la figura 125, en la que se ve que consiste en un hilo enrollado en hélice rodeando el cátodo y muy cerca de él; aunque en la figura se ha representado un cátodo de filamento, puede ser también, desde luego, de caldeo indirecto.

Debido a la proximidad de la rejilla al cátodo, el efecto específico de su tensión sobre la corriente de aquél es mucho más intenso que el correspondiente a la tensión de placa. Si la tensión de la rejilla es igual a la del cátodo, la válvula funcionará naturalmente, como un diodo, dependiendo la corriente de la tensión de placa solamente. Si ahora suponemos la tensión V_p positiva, aunque menor que la de placa, el campo cerca del cátodo aumenta por su menor distancia a la rejilla y la aceleración de los electrones también y debido al valor elevado de ella, aunque algunos son captados por la rejilla, dando así lugar a una *corriente de rejilla,* la mayoría la atraviesa por los espacios libres entre su hilo y se dirigen al ánodo, cuya corriente así se incrementa, por lo menos para valores moderados de la tensión de rejilla respecto a la de placa; la corriente del cátodo será, pues, la suma de la corriente de placa y de la de rejilla. Por último, si el potencial de esta última es negativo respecto al cátodo, el campo creado así es opuesto al del diodo, y si esta tensión de rejilla es suficiente, impedirá todo paso de electrones hacia la placa, anulándose la corriente; sin embargo, cuando la tensión negativa de rejilla sea pequeña, aunque indudablemente con ella aumenta la carga espacial negativa de la válvula, el ánodo es capaz de captar electrones de esta carga espacial que pasen a través de los espacios libres de la rejilla. En estas condiciones, el efecto de las variaciones de tensión de esta última sobre la corriente es mucho más sensible que el de las iguales de la tensión de placa, y, por supuesto, toda la corriente del cátodo es también corriente de placa, ya que por repeler a los electrones la corriente de rejilla es nula. Generalmente al triodo se le hace trabajar casi siempre en estas condiciones con una pequeña tensión negativa respecto al cátodo, con lo cual los papeles de los tres electrodos son: de *emisor,* el cátodo; *de regulador,* la rejilla, y de *colector,* la placa.

La característica $i_a = f(V_a)$ para una temperatura determinada, que en el diodo era una curva plana, aquí se transforma en la ecuación $i_a = f(V_a \;,, \; V_p)$, que es la de una superficie,

por lo cual existen infinitas curvas $i_a = f(V_a)$, teniéndose así la familia $i_a = f(V_a)$,, $V_p = C^{te}$ de parámetro V_p, que se indica en la figura 126.

Las propiedades de funcionamiento del triodo se definen también con otras dos familias de características, las $V_p = f(V_a)$,, $i_a = C^{te}$ de parámetro i_a, de la figura 127, y la $i_a = f(V_p)$,, $V_a = C^{te}$ de la 128, todas las cuales están trazadas solamente en los tramos

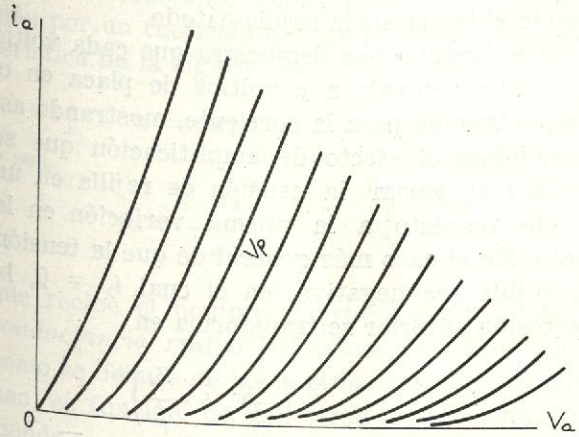


Fig. 126.

que corresponden a tensiones negativas de rejilla, para las que toda la corriente es únicamente de placa.

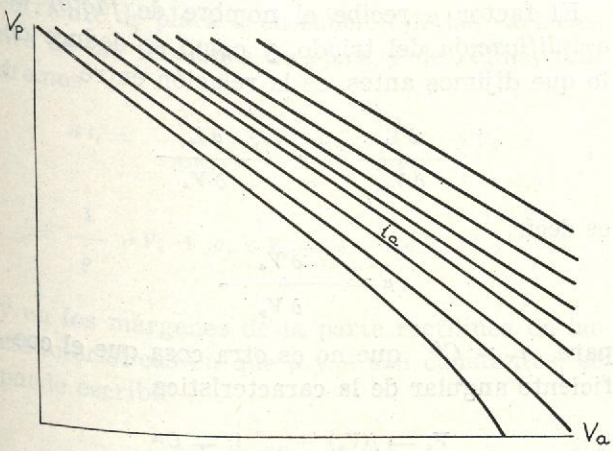


Fig. 127.

Si en la última característica se dan valores positivos a la tensión de rejilla, la corriente de placa sigue aumentando según la misma ley sensiblemente lineal en que lo hacía para tensiones negativas próximas a cero, para después incurvarse hacia la saturación, al seguir aumentando V_p (fig. 129), siendo debida esta saturación a la absorción del total de la emisión catódica por la placa y por la rejilla.

Para poder darnos cuenta de la influencia de la rejilla que reflejan las curvas anteriores, vamos a valernos de las mismas fórmulas de los diodos—ley de Child y Langmuir—, sustituyendo el triodo por un diodo equivalente. Para ello

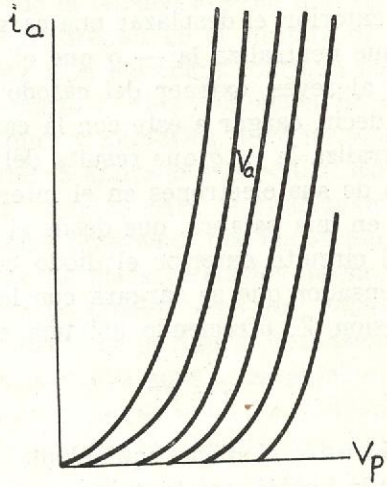


Fig. 128.

buscaremos este diodo suponiendo que su distancia placa-cátodo sea la distancia rejilla-cátodo del triodo. En éste la corriente del cáto-

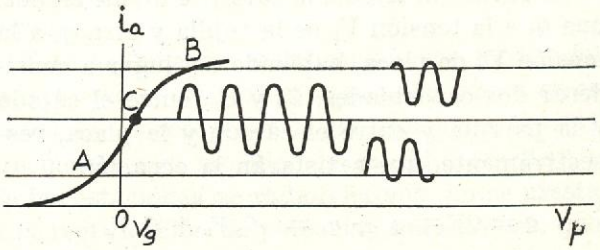


Fig. 129.

do que designaremos por i es en el caso general

$$i = i_a + i_p$$

siendo i_p la corriente de rejilla.

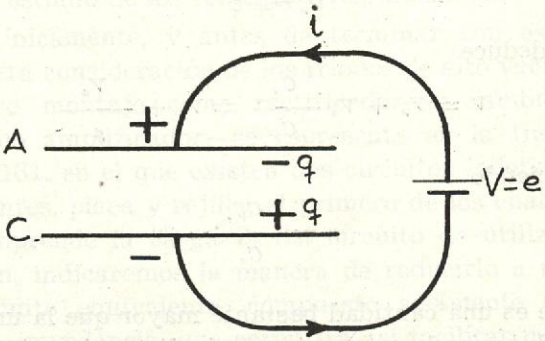


Fig. 130.

Si ahora consideramos (fig. 130) un diodo por el que circula una corriente, tendremos que

en un momento cualquiera, a régimen establecido, si la carga de electrones que llega al ánodo A desde el cátodo, es $-q$, esta misma salida equivale a la llegada al cátodo de la carga $+q$, siendo el papel de la f. e. m. $e = V$ del circuito exterior, el desplazar una carga $+q$ al ánodo, que neutraliza la $-q$ que el cátodo le envía, y al revés, extraer del cátodo la carga $+q$, es decir, cargar a éste con la carga $-q$, que neutraliza la $+q$ que resulta del desprendimiento de sus electrones en el interior de la válvula; en una palabra, que desde el punto de vista del circuito exterior el diodo equivale a un condensador que se cargara con la carga q a la tensión V, ofreciendo así una capacidad del que

$$q = CV$$

Sentado esto, el diodo equivalente al triodo considerado tendrá una tensión

$$V = \frac{q}{C}$$

En cuanto al triodo, la carga se divide en dos, una q_p a la tensión V_p de la rejilla y otra q_a a la tensión V_a de placa, habiendo así lugar a considerar dos capacidades, C_p y C_a, entre el cátodo y la parrilla y entre el cátodo y la placa, respectivamente, que satisfarán la ecuación

$$q = CV = q_p + q_a = C_p V_p + C_a V_a$$

de donde

$$V = V_p \frac{C_p}{C} + V_a \frac{C_a}{C}$$

y teniendo en cuenta que

$$C_p \approx C$$

se deduce

$$V = V_p + V_a \frac{C_a}{C_p} = V_p + \frac{V_a}{\mu}$$

haciendo

$$\mu = \frac{C_p}{C_a}$$

que es una cantidad bastante mayor que la unidad, teniendo en cuenta que la distancia rejilla-cátodo es mucho menor que la distancia placa-cátodo.

Sustituyendo el valor hallado para V del diodo equivalente, en la expresión de Langmuir, tendremos:

$$i = i_a + i_p = 2{,}33 \times 10^{-6} \frac{V^{3/2}}{D^2} =$$

$$= 2{,}33 \times 10^{-6} \frac{\left(V_p + \frac{V_a}{\mu}\right)^{3/2}}{D^2}$$

siendo D la distancia rejilla-cátodo.

Esta fórmula nos demuestra que cada voltio de rejilla equivale a μ voltios de placa en el valor obtenido para la corriente, mostrando así claramente el efecto de amplificación que se obtiene al variar la tensión de rejilla en un triodo, respecto a la misma variación en la placa. En el caso más general de que la tensión de rejilla sea negativa, en el cual $i_p = 0$, la expresión anterior se transforma en

$$i_a = 2{,}33 \times 10^{-6} \frac{\left(-V_p + \frac{V_a}{\mu}\right)^{3/2}}{D^2} =$$

$$= \frac{2{,}33 \times 10^{-6}}{\mu^{3/2} \; D^2} (V_a - \mu V_p)$$

El factor μ recibe el nombre de *factor de amplificación* del triodo, y como se deduce de lo que dijimos antes, es la relación entre

$$\frac{\partial i_a}{\partial V_p} \quad \text{y} \quad \frac{\partial i_a}{\partial V_a}$$

es decir,

$$\mu = \frac{\partial V_a}{\partial V_p}$$

para $i_a = C^{te}$ que no es otra cosa que el coeficiente angular de la característica

$$V_a = f(V_p) \quad ,, \quad i_a = C^{te}$$

de la figura 127, y, dada la forma de estas curvas, se ve que es sensiblemente constante en el tramo de trabajo ordinario del triodo.

De la misma manera se pueden definir otras dos constantes de éste: una, representada por el coeficiente angular de la característica de la figura 126:

$$V_a = f(i_a) \quad ,, \quad V_p = C^{te}$$

o sea,

$$\rho = \frac{\partial V_a}{\partial i_a} \quad ,, \quad V_p = C^{te}$$

que recibe el nombre de *resistencia dinámica* del triodo y que, como se ve, no es la deducida de la ley de Ohm en el circuito interior de éste, que sería V_a/i_a, sino la que tiene en cuenta la resistencia que ofrece el triodo en las condiciones consideradas—con valores determinados para V_a , V_p e i_a—a un cambio de la corriente a través de él.

La otra constante a considerar se define también por un coeficiente angular, el de la característica de la figura 128:

$$i_a = f(V_p) \quad ,, \quad V_a = C^{te}$$

o sea

$$g_m = \frac{\partial i_a}{\partial V_p} \quad ,, \quad V_a = C^{te}$$

que recibe el nombre de *transconductancia* o *conductancia mutua* del triodo, y cuyo valor, como se deduce de las expresiones que las definen, es función de las otras dos constantes, siendo

$$g_m = \frac{\mu}{\rho}$$

Considerando ahora la variación total de la corriente de placa i_a en función de las variaciones de las tensiones de placa y de rejilla, tendremos:

$$d\,i_a = \frac{\partial i_a}{\partial V_a}\,\partial V_a + \frac{\partial i_a}{\partial V_p}\,\partial V_p =$$

$$= \frac{1}{\rho}\,\partial V_a + g_m\,\partial V_p = \frac{1}{\rho}\,(\partial V_a + \mu\,\partial V_p)$$

y en los márgenes de la parte rectilínea de las características en que ρ y μ son constantes, se puede escribir

$$i_a = \frac{1}{\rho}\,(V_a + \mu\,V_p) \qquad [1]$$

distinta, como se ve, del valor dado por la ley de Child, por tratarse de otro tramo de la característica.

Empleo del triodo de alto vacío como rectificador. — Circuito equivalente. — Teniendo en cuenta (fig. 129) la forma de la característica

$$i_a = f(V_p) \quad ,, \quad V_a = C^{te}$$

si elegimos para punto de funcionamiento del triodo uno cualquiera C de su tramo recto, haciendo oscilar el potencial de rejilla, alrededor del correspondiente al E_{pc} del punto elegido, mediante la superposición a la tensión fija de rejilla E_{pc} de la tensión alterna que se trata de rectificar, tendremos en el circuito de placa, y superpuesta a la corriente continua correspondiente al punto C, una oscilación de amplitud que reproduce y amplifica, *pero no rectifica*, la tensión alterna aplicada a la rejilla. En cambio, si el punto elegido para el funcionamiento es el A, entonces tendremos que las oscilaciones de la corriente de placa alrededor de su valor de base no son ya iguales, sino que, como se indica gráficamente en la figura, la tensión alterna aplicada a la rejilla supone un aumento del valor medio de la corriente de placa, mientras que eligiendo el punto B se tendrá una disminución de aquel valor medio, todo lo cual equivale a la producción de corrientes continuas de igual o diferente sentido que la de base según el punto de funcionamiento sea A o B, mediante la aplicación de una tensión alterna a la rejilla, es decir, que se obtiene así la *rectificación* de esta última.

Este sistema de rectificación por medio del triodo, que es de mucha aplicación, entre otros casos, en la recepción de las emisiones de alta frecuencia con modulación de audiofrecuencia de las estaciones de radiotelefonía, no se presta a la rectificación de potencias industriales, que es la que nos ocupa ahora, por lo cual no juzgamos necesario insistir más sobre ella. Por otro lado, el campo de aplicación vastísimo de los triodos tiene su parte más interesante en su empleo como amplificador y como oscilador, que, naturalmente, se salen también del límite del estudio de los rectificadores industriales.

Unicamente, y antes de terminar con esta ligera consideración de los triodos de alto vacío, cuyo montaje como rectificador—y también como amplificador—se representa en la figura 131, en el que existen dos circuitos independientes, placa y rejilla, el primero de los cuales comprende la carga Z_c del circuito de utilización, indicaremos la manera de reducirlo a un circuito equivalente, compuesto solamente de una impedancia, que permitirá así facilitar mucho los cálculos que con él se relacionan.

Para ello, de la ecuación [1] antes establecida, se tiene:

$$\rho\,i_a - V_a = \mu\,V_p$$

Por otra parte, teniendo en cuenta que lo que la ecuación anterior relaciona son las variaciones de las magnitudes indicadas en ella, sobre los valores permanentes, impuestos por el gene-

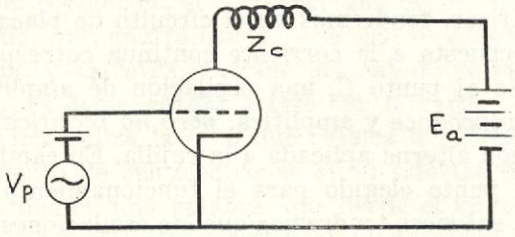


Fig. 131.

rador E_a de tensión constante y por la batería de rejilla, se puede establecer

$$V_a + V_z = 0$$

siendo V_z la tensión (variación de tensión) en bornes de la impedancia de carga Z_c, con lo cual

$$\rho\, i_a + V_z = \mu\, V_p$$

que nos define el circuito equivalente del triodo, representado en la figura 132, en el cual se ve que éste se puede sustituir por una impedancia

$$Z = \rho + R_c + j\, X_c$$

alimentada a la tensión $\mu\, V_p$, producto de la variación de tensión en la rejilla por el factor de amplificación.

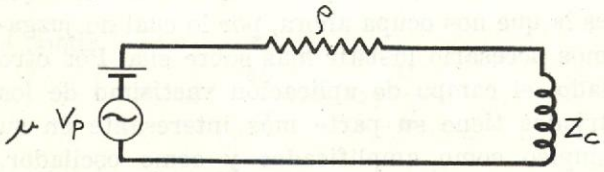


Fig. 132.

Hemos despreciado en todo lo anterior la capacitancia interna de la válvula, lo que, admisible en baja frecuencia, no lo es cuando esta última es alta, siendo entonces el circuito equivalente algo más complicado. No consideramos necesario, por las razones indicadas, insistir ahora más sobre estos triodos de alto vacío, en los que vemos que la acción del campo de la rejilla actúa *en todo momento* sobre la carga espacial de la válvula, juntamente con la del ánodo.

TRIODO DE GAS. THYRATRÓN.—La intercalación de una rejilla entre los dos electrodos de un diodo de gas equivale, según sea la tensión que se le confiere, a disponer un interruptor de encendido del arco, de tal manera que para un valor negativo de la tensión de rejilla el arco entre el ánodo y el cátodo no puede saltar; pero aumentando la tensión de aquélla, llega un momento en que para un valor positivo de esta tensión o para uno negativo suficientemente pequeño, según sea la magnitud de la tensión de ánodo, y que recibe el nombre de *tensión crítica*, el arco salta entre el ánodo y el cátodo y se establece con las mismas características que en un diodo, siendo independiente de los potenciales que desde entonces se confieran a la rejilla, por muy negativos que sean. El arco no se extinguirá, por consiguiente, más que cuando la

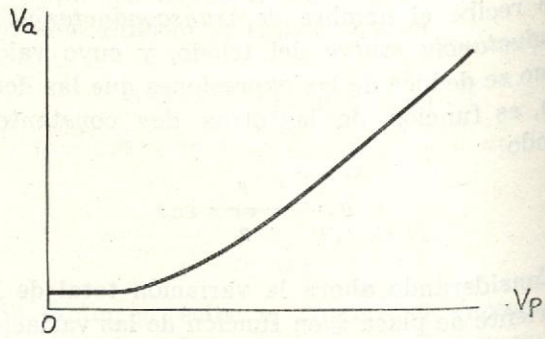


Fig. 133.

tensión de ánodo se disminuya suficientemente o se invierta. Una vez apagado el arco, y después de transcurridos unos instantes—*período de desionización*—, la rejilla recobra su influencia sobre el cebado del arco, adquiriendo así de nuevo su carácter de interruptor de encendido. Se ve, pues, que esta lámpara, que comúnmente se designa con el nombre de *thyratrón*, es susceptible de funcionar como relé, permitiendo el establecimiento rápido de una corriente importante a través del arco, solamente con afectar a su rejilla, del potencial adecuado, en el momento requerido.

Las cualidades del funcionamiento de un thyratrón, como interruptor de encendido, se ponen de manifiesto por la característica

$$V_a = f(V_p)$$

de la figura 133, en la cual V_a es la tensión mínima de ánodo que para cada valor V_p de la tensión de rejilla que se considere hace saltar el arco. La relación V_a/V_p de ambas tensiones se designa con el nombre de *factor de control*

del thyratrón, viéndose en la figura que su valor es constante para todos los de la tensión de rejilla que corresponden a la parte rectilínea de la característica.

Teoría del funcionamiento del thyratrón.— Vamos a considerar ahora la manera de explicarnos el fenómeno del *bloqueo* y del cebado del arco en el thyratrón.

En primer lugar, haremos observar que, aunque para valores suficientemente negativos de la tensión de rejilla en relación con la tensión de ánodo no es posible iniciar la descarga por arco, se establecen, sin embargo, unas corrientes de ánodo muy débiles y otras mucho más débiles todavía, de rejilla, que en la práctica, por lo general, pueden despreciarse. En efecto, los electrones emitidos por el cátodo son rechazados por el campo debido al potencial negativo de rejilla; pero de todas maneras, y en medida tanto mayor cuanto más pequeño sea este potencial, algunos son capaces, en su movimiento caótico, de atravesar los espacios libres de la rejilla, y son así atraídos por el ánodo, dando con ello lugar a una pequeña corriente de placa. Además, estos pocos electrones son capaces de producir alguna ionización de las moléculas del gas, reforzándose así aún más la corriente de ánodo, pues esta última atraerá los electrones liberados. Por otra parte, los iones positivos así formados son captados por la rejilla cargada negativamente, dando lugar con ello a una corriente que se designa con el nombre de *corriente negativa de rejilla,* ya que, efectivamente, su sentido resulta contrario al de la corriente ánodo-cátodo. Ahora bien, no es esta la única corriente de rejilla a considerar, sino que hay otra corriente de sentido contrario que se llama *corriente positiva de rejilla,* y que es debida a que los electrones emitidos por el cátodo, aunque repelidos por el campo de la rejilla, son capaces en mayor o menor número, y a causa de la energía cinética de sus movimientos erráticos, de llegar a chocar con la rejilla, con lo cual, y al entrar en el radio de acción de la barrera potencial superficial de esta última, son captados por ella hacia su interior, o sea, que se establece una corriente en el circuito rejilla-cátodo del sentido que hemos definido como positivo. Se tendrá así, pues, que habrá una corriente de rejilla sumamente débil, que es la diferencia de las dos que acabamos de considerar, despreciando otras posibles causas de producción de esta corriente de rejilla, como pueden ser emisiones secundarias, fotoeléctricas o termoiónicas de la misma, o corrientes de fuga por defecto de aislamiento. La corriente de ánodo en estas condiciones es del orden de miliamperios, mientras que la de rejilla es de microamperios. La figura 134 pone de manifiesto

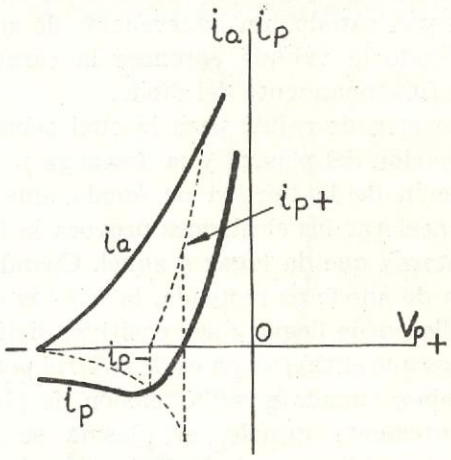


Fig. 134.

la variación de estas corrientes en función de la tensión de rejilla para un determinado valor de la tensión de placa, indicando que cuando el potencial negativo de rejilla es suficientemente grande para no dejarse atravesar por electrón alguno, la corriente de ánodo y la positiva de rejilla son nulas, siéndolo también la negativa de esta última, cuya existencia está ligada a la de iones positivos, que al no haber corriente de ánodo, no se producirán. Si la tensión negativa de rejilla disminuye hacia cero, llega un momento en que se establecerá la corriente de ánodo y con ella la negativa de rejilla, ya que al principio la acción repulsiva de esta última sobre los electrones no permite todavía sus choques contra ella ni, por tanto, la existencia de corriente positiva. Cuando la tensión de rejilla se acerca más a cero, llega un momento en que, siempre creciendo la corriente de ánodo, la corriente de rejilla—de sentido negativo—empieza a disminuir, por llegarse a establecer una corriente positiva que, al ir aumentando, hace aminorar la corriente total de rejilla, llegando a compensar por completo aquella corriente negativa poco antes de que la tensión de rejilla se haga nula, y ya desde entonces la corriente de ésta se hace de sentido positivo y crece continuamente con la tensión de rejilla.

A medida que aumenta así la corriente de ánodo, la ionización aumenta también, hasta que llega a ser lo suficientemente intensa para dar lugar, a continuación de la caída catódica, a la formación de un plasma; una vez establecido éste, que equivale, como sabemos, a acercar el ánodo a las proximidades del cátodo, la acción de la rejilla es totalmente inoperante, ya que la descarga por arco se establece entre el plasma y el cátodo, sin intervención de aquélla, adquiriendo la válvula entonces la característica de funcionamiento del diodo.

La tensión de rejilla para la cual sobreviene la formación del plasma y la descarga por arco es función de la tensión de ánodo, que es la que al acelerar los electrones provoca la ionización interna que da lugar a aquél. Cuando esta tensión de ánodo es reducida, la *tensión crítica* de rejilla puede llegar a ser positiva, diciéndose entonces que el thyratrón es de *control positivo;* en cambio, cuando aquella tensión de placa es suficientemente grande, el plasma se forma cuando la rejilla tiene todavía tensión negativa, y el thyratrón es entonces de *control negativo.*

Aunque—con el arco ya establecido—se le dé a la tensión de rejilla valores negativos muy superiores a la tensión crítica, el arco no se extingue, como ya dijimos antes, lo cual demuestra que el plasma no es afectado por la carga negativa de la rejilla. Esto se explica (figura 135) teniendo en cuenta que las cargas

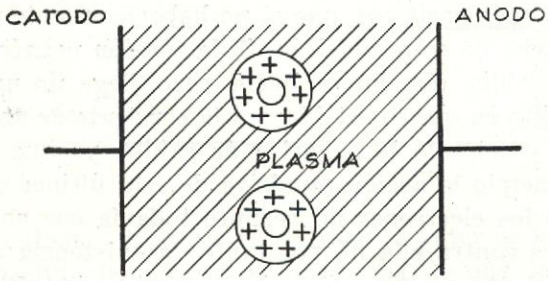


Fig. 135.

negativas de la rejilla sumergida en el plasma atraen los iones positivos del mismo, repeliendo sus electrones y estableciéndose así una corriente negativa de rejilla, cuyo valor será mucho más importante que el considerado antes en el período de pre-establecimiento del arco, ya que ahora el número de iones positivos es mucho más abundante; este aflujo de iones positivos hacia la rejilla da lugar a una carga espacial positiva alrededor de cada conductor de ésta, que neutraliza así su carga negativa, con lo cual el resto del plasma, comprendido entre los límites de estas cargas espaciales permanece al mismo potencial, sensiblemente igual al de placa, y procurando de esta manera paso libre a los electrones que se dirigen a la placa y a los iones que van al cátodo, con lo cual la descarga es completamente análoga a la de un diodo. Todo esto supone implícitamente que el espacio libre en el plasma entre los límites de las cargas espaciales de rejilla es suficiente; pero, naturalmente, si el lugar ocupado por las cargas espaciales positivas que neutralizan las negativas de la rejilla es tan grande que no dejaran sitio libre en el plasma, cerrando así el paso entre el cátodo y la placa (fig. 136), entonces el

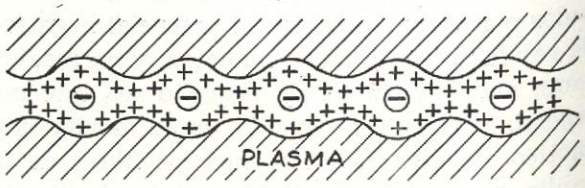


Fig. 136.

arco se extinguiría. Veamos, pues, las circunstancias que influyen en las dimensiones de las cargas espaciales positivas, y para ello llamemos i_+ la corriente negativa de rejilla debida a la captación por ella de los iones positivos del plasma, a la que podremos aplicar la misma ecuación de la carga espacial negativa que establecimos en la Parte primera para los diodos de alto vacío, con lo cual se tendrá, teniendo en cuenta que los que ahora se desplazan son iones en vez de electrones:

$$i_+ = \frac{2{,}33 \times 10^{-6}}{\sqrt{1839\ P}} \times \frac{V_{pa}^{\ 3/2}}{d^2}$$

siendo V_{pa} la tensión entre el plasma y la rejilla que puede considerarse sensiblemente igual que la tensión placa-rejilla; P, el peso atómico del gas, y d, el espesor de la carga espacial, siempre suponiendo aplicable la fórmula correspondiente a electrodos planos paralelos. De aquí se deduce

$$d = \sqrt{\frac{2{,}33 \times 10^{-6}\ V_{pa}}{\sqrt{1839\ P} \times i_+}}$$

Contrariamente que en los diodos de vacío, en

los que la corriente variaba con la tensión ánodo-cátodo, aquí ocurre que las variaciones de la tensión de rejilla respecto a la del plasma no influyen sobre la corriente negativa de rejilla i_+, que se observa es siempre constante a partir de una tensión negativa de rejilla de 1 ó 2 voltios, lo que se puede explicar porque aquí la distancia entre electrodos—plasma rejilla—es susceptible de variar, mientras que en los diodos viene rígicamente impuesta por la estructura de la válvula. En estas condiciones, y permaneciendo i_+ constante sensiblemente, se deduce que las variaciones de la tensión V_{pa} debidas a las del potencial de rejilla respecto al de placa que se haya fijado, repercutirán sobre el espesor d de la carga espacial positiva. Se deduce, pues, que para controlar el arco, una vez encendido, por medio del potencial de rejilla, lo que equivale a suponer la posibilidad de obtener valores grandes para d, sería preciso emplear tensiones de rejilla negativas muy grandes para que V_{pa} fuera grande y corrientes de rejilla i_+ muy débiles, y como estas últimas dependen del número de iones positivos, o sea de la corriente a través del arco, sería preciso limitar esta última grandemente con la impedancia del circuito exterior, en cuyas condiciones no tiene utilidad el empleo de las válvulas de gas, que persigue precisamente la obtención de corrientes intensas.

Supongamos ahora, siempre con el arco establecido, que aumentamos el potencial de rejilla —que habíamos supuesto fuertemente negativo—hacia cero y que lo hacemos después positivo. El arco entre placa y cátodo sigue desde luego circulando con entera independencia de esta variación de tensión de la rejilla; y en cuanto a la corriente de ésta, seguirá siendo negativa, mientras la tensión de rejilla lo sea; pero, lo mismo que en el período de pre-encendido, al acercarse suficientemente a cero y en medida dependiente de la corriente de placa, que impone el régimen de ionización, aparece una corriente positiva de rejilla, con lo que la corriente total en ésta disminuirá hasta anularse para una tensión ligeramente superior a cero, tal como se indica en la característica

$$i_p = f(V_p) \quad ,, \quad i_a = C^{te}$$

de la figura 137, que demuestra que a partir de este momento el crecimiento de la corriente de rejilla es sumamente rápido, y sólo dependerá de la caída de tensión en su circuito, que conviene así aumentar con la intercalación en serie con él de una impedancia, a fin de limitar la corriente de rejilla que, por lo general, interesa sea despreciable.

Si se continúa aumentando la tensión positiva de rejilla, se tendrá que cuando sea igual a la del plasma, desaparecerá la carga espacial positiva, y la corriente de rejilla no se regirá ya

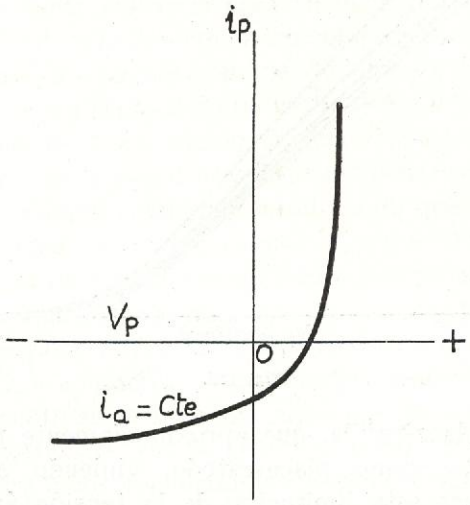


Fig. 137.

por la ley de Child, sino que será una corriente electrónica de saturación; para tensiones todavía superiores, el campo de la rejilla empieza a preponderar sobre el de placa.

Influencia de la presión y de la temperatura del gas.—Al aumentar la presión del gas, una vez cebado el arco, la variación de sus características sigue, naturalmente, la misma ley que en los diodos, a los cuales es en estas condiciones equivalente el thyratrón. Para el encendido, la influencia de un aumento de presión que, tratándose de un thyratrón de vapor de mercurio, es función de la temperatura, se refleja en las características de encendido $V_a = f(V_p)$, que constituyen una familia de curvas de parámetro T, tal como se indica en la figura 138, y que se explica teniendo en cuenta que al aumentar la presión, la probabilidad de los choques que producen la ionización aumenta también, lográndose así la formación del plasma para una tensión de rejilla, más negativa a medida que la temperatura aumenta.

Aparte de esto, la presión influye también de otra manera, limitando la tensión placa-rejilla, ya que según sea dicha presión la posibilidad

del establecimiento de una descarga luminosa de cátodo frío entre ambos es diferente, y como dicha descarga llevaría consigo una carga espacial positiva cerca de la rejilla, que contrarrestaría su control del encendido del arco, provocando su cebado, es preciso limitar dicha ten-

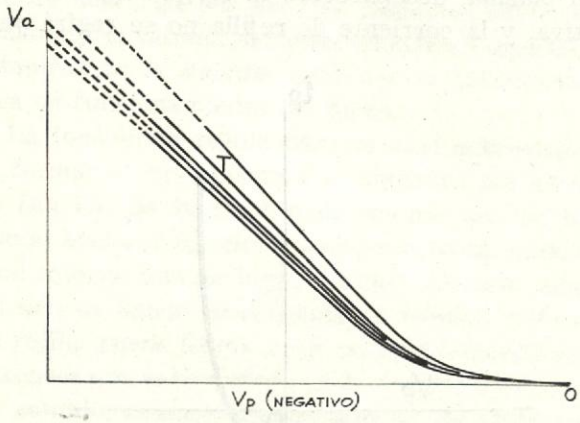


Fig. 138.

sión placa-rejilla, que aproximadamente puede tomarse como placa-cátodo, viniendo así a añadirse esta limitación de la tensión ánodo-cátodo en el sentido directo, a la limitación en el sentido inverso de la misma tensión, cuando se utilice la válvula como rectificador.

Limitación de la frecuencia por el tiempo de desionización.—Ya dijimos antes que, una vez extinguido el arco, es preciso que transcurra un cierto intervalo de tiempo para que la rejilla pueda controlar nuevamente el encendido; de análoga manera, el cebado de este arco en las condiciones necesarias de tensión de rejilla exige también un cierto tiempo, que en este caso es un *tiempo de ionización;* de ambos intervalos es siempre mucho más largo el de desionización, el cual, pues, será el que hay que tener en cuenta cuando en las aplicaciones del thyratrón sus tensiones de rejilla varían cíclicamente con el tiempo, pues si la frecuencia de esta variación es tan grande que su período es menor que el tiempo de desionización, el thyratrón no resultaría apto para actuar como relé. El tiempo de desionización, que es el necesario para la desaparición del plasma en el *ánodo cesante,* depende, principalmente cuando la ampolla de la lámpara es de vidrio, de la electrización que éste toma y que contribuye grandemente a la pronta neutralización de los iones del plasma.

Forma de los electrodos en los thyratrones.—A causa de la manera de trabajar el thyratrón, la forma de sus electrodos, sobre todo la de su rejilla, difiere muy sensiblemente de la correspondiente a la del triodo de alto vacío. Los cátodos son sensiblemente iguales; el ánodo es una simple chapa de hierro, cuya superficie para la misma densidad de corriente es mucho menor, pues a causa de la constancia del potencial en el plasma la energía de los electrones al chocar con el ánodo es reducida, no dando así lugar a calentamientos tan intensos. La forma de la rejilla, en cambio, difiere totalmente de la del triodo, ya que su estructura obedece a fenómenos que no se manifiestan en este último. La figura 139 pone de manifiesto el conjunto de

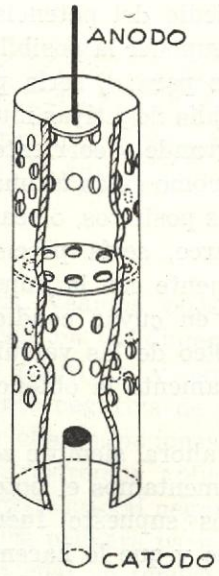


Fig. 139.

los electrodos de un tyratrón, y en ella se ve que la rejilla está compuesta de dos partes, una constituída por un cilindro metálico que envuelve por completo el espacio placa-cátodo, y cuyo papel es *apantallar* a éstos, mientras que la rejilla propiamente dicha es el disco perforado que se ve en el interior de la pantalla y que se atraviesa en el espacio placa-cátodo. La misión de la pantalla, que es necesaria cuando se trata de tubos con ampolla de vidrio, es impedir que el momento del encendido del arco sea incierto, sustrayéndolo a la influencia de las cargas estáticas de las paredes de la ampolla, que por ser de carácter poco fijo introducirán variaciones diferentes en cada caso en la tensión crítica de cebado del arco, pues la ionización intensa que

produce el plasma se realizaría en condiciones diferentes, según fuesen las cargas electrostáticas de las paredes de la ampolla; por otra parte, la pantalla tiene también por objeto confinar el plasma en el espacio placa-cátodo de tal manera que comprenda la rejilla y sin que pueda formarse en otro punto cualquiera de aquel espacio que no esté sujeto a la acción de esta última. La rejilla propiamente dicha está provista de varios orificios, cuya sección debe ser suficientemente grande comparada con el espesor de las cargas espaciales positivas que, al saltar el arco, se forman de la manera antes indicada, y muchas veces sólo contiene un orificio central, en la forma que esquemáticamente indica la figura 140, en la cual, además, la

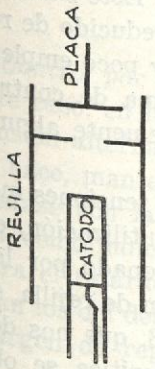


Fig. 140.

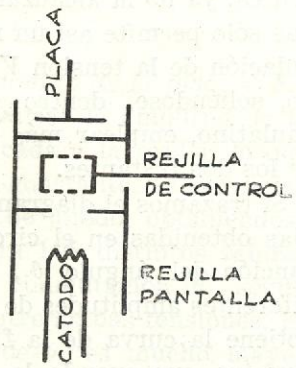


Fig. 141.

pantalla es continua, sin orificio lateral alguno. Para aquellas aplicaciones en que la capacidad relativamente elevada que procura esta estructura de rejilla, puede constituir un inconveniente, se varía la composición de ésta de la manera indicada en el esquema de la figura 141, donde se ve que la pantalla está construída no solamente por el cilindro exterior, sino también por dos secciones horizontales taladradas en sus centros, que sirven para imponer la formación del plasma a través del lugar ocupado por la rejilla propiamente dicha, la cual, dispuesta como la figura indica, presenta muy poca superficie y, por tanto, reducida capacidad.

Regulación de la tensión en los convertidores de mercurio y en los rectificadores de cátodo caliente por medio de rejillas.

Tanto en los rectificadores de cátodo caliente como en los convertidores con cátodo líquido, la inserción de rejillas entre el cátodo y cada ánodo los transforma en thyratrones, de tal manera que por medio de ellas somos dueños de controlar el momento del encendido del arco en cada ánodo, lo que equivale a ser dueños de controlar el momento de la conmutación, y con ello, de controlar también la tensión en los bornes del circuito de utilización.

Existen diversos procedimientos para conseguir hacer saltar el arco en cada ánodo en el momento que deseemos, los cuales vamos a considerar a continuación, siendo siempre el mecanismo empleado el de *bloquear* todos los ánodos mediante la aplicación de una tensión francamente negativa a sus rejillas, con lo cual el arco saltará solamente en el ánodo que esté en actividad, no conmutándose al siguiente hasta que, al desbloquearlo mediante la aplicación de un potencial positivo o por lo menos superior a la tensión crítica de rejilla, pueda saltar el arco en él, a condición, naturalmente, de que en ese momento su tensión sea superior a la del ánodo en actividad. En la práctica, y por lo que se refiere a los convertidores de mercurio, la tensión de bloqueo varía, según su tipo, entre 25 y 250 voltios negativos, mientras que la tensión de encendido o de *liberación* lo hace entre 25 y 150 voltios positivos. En estos convertidores, para limitar la corriente positiva de rejilla, que en los de cuba de acero es del orden de 250 a 500 miliamperios y de 10 a 50 miliamperios en los de ampolla de vidrio, hay que intercalar en serie una resistencia en el circuito de rejilla.

Veamos ahora los sistemas para conferir a las rejillas las tensiones de *liberación* que permiten el cebado del arco en el correspondiente ánodo, en el momento en que la tensión positiva de éste llega al valor pretendido, es decir, en el momento conveniente del semiperíodo de la alternancia positiva, de esta tensión. Existen varios de estos sistemas que pueden agruparse en dos clasificaciones generales: el *control paulatino* y el *control brusco* de la tensión de rejilla.

Control paulatino. — Podemos considerar dentro de él tres modalidades: *control por amplitud, control por desplazamiento de la fase* y *control por polarización y desplazamiento de fase.*

Control por amplitud.—Supongamos (figura 142) un thyratrón con control positivo y en el

que supondremos constante la tensión crítica, como se indica en la figura; el control paulatino en este caso se obtiene aplicando a la rejilla una tensión alternativa en fase con la tensión del ánodo. Según sea la amplitud de la tensión de rejilla, ésta alcanzará el valor crítico en un instante P más o menos alejado del momento O en que la tensión del ánodo se hace positiva, definiéndose este momento P en que el arco salta, por el ángulo eléctrico θ_1 de retardo de la

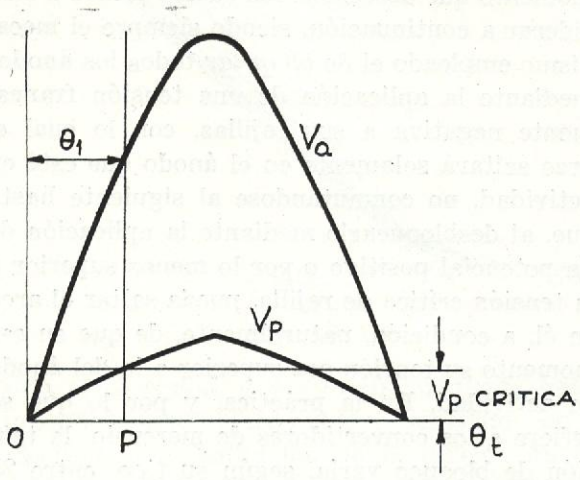


Fig. 142.

conmutación correspondiente. Si llamamos V_i la caída interior en el arco, V_a el valor eficaz de la tensión alternativa del circuito de ánodo y R la resistencia del circuito de utilización, tendremos que el valor instantáneo de la corriente en él será:

$$\frac{\sqrt{2}\, V_a \operatorname{sen} \theta - V_i}{R}$$

y teniendo en cuenta que una vez cebado el arco no se extingue hasta que la tensión de ánodo se anula, el valor medio de la corriente en el circuito de utilización será:

$$I = \frac{1}{2\pi R} \int_{\theta_1}^{\pi} (\sqrt{2}\, V_a \operatorname{sen} \theta - V_i)\, d\theta =$$

$$= \frac{\sqrt{2}\, V_a}{2\pi R} \left[1 + \cos \theta_1 - \frac{V_i}{\sqrt{2}\, V_a} (\pi - \theta_1) \right]$$

y despreciando la caída interior del thyratrón:

$$I = \frac{\sqrt{2}\, V_a}{2\pi R} (1 + \cos \theta_1)$$

siendo, por tanto, la tensión media en el circuito de utilización,

$$V_c = IR = \frac{\sqrt{2}\, V_a}{2\pi} (1 + \cos \theta_1)$$

que, como se ve, puede regularse, variando θ_1, o sea, variando la tensión alternativa de rejilla.

En lo que antecede hemos supuesto que se trata de un montaje de rectificación de media onda; pero, evidentemente, la conclusión cualitativa obtenida se aplica para cualquier tipo de montaje.

Como se deduce fácilmente de la figura, el valor máximo que puede alcanzarse para el retardo de la conmutación θ_1 es el de 90°, puesto que si para él la rejilla no alcanza la tensión crítica, ya no la alcanzará nunca. Este sistema, que sólo permite así un margen reducido de regulación de la tensión V_c, es muy poco empleado, soliéndose, dentro del sistema de control paulatino, emplear más frecuentemente alguno de los dos restantes.

Si trazamos el diagrama de las tensiones medias obtenidas en el circuito de utilización, en función del ángulo θ_1, proporcionado por las diferentes amplitudes de la tensión de rejilla, se obtiene la curva de la figura 143, que nos demuestra que cuando la tensión crítica se ob-

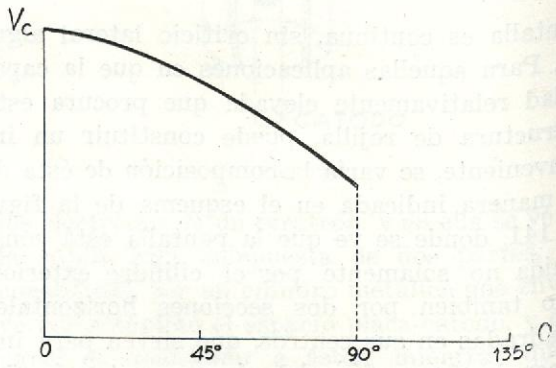


Fig. 143.

tiene para $\theta_1 = 0$, el valor medio de V_c es el máximo, disminuyendo continuamente cuando θ_1 aumenta hasta 90°, a partir de cuyo valor el arco no salta.

Hemos supuesto que el thyratrón es de control positivo, aunque generalmente el caso más frecuente es el de control negativo, no siendo, por otra parte, constante la tensión crítica al variar la tensión de ánodo. En estas condicio-

nes el diagrama de la figura 142 toma la forma de la figura 144.

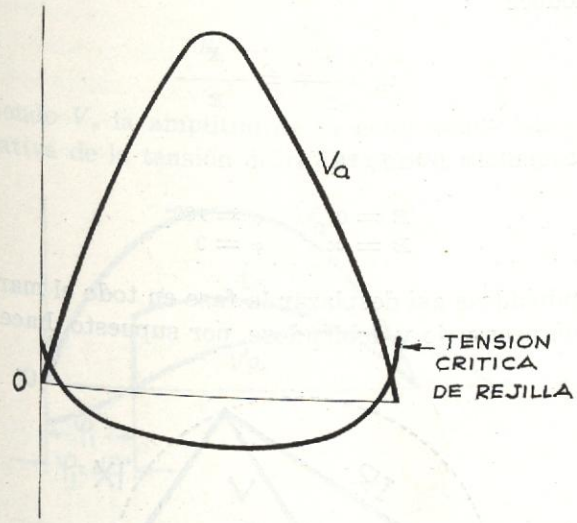


Fig. 144.

Control por desplazamiento de la fase. — En este caso, en lugar de variar la amplitud de la tensión alternativa aplicada a la rejilla, lo que se hace, manteniéndola constante, es variar su desfase con la tensión de ánodo, obteniéndose así, como indica la figura 145, distintos valores para el retardo de la conmutación θ_1, según sean los del desfase φ entre ambas tensiones. El margen de regulación de θ_1 es mucho mayor

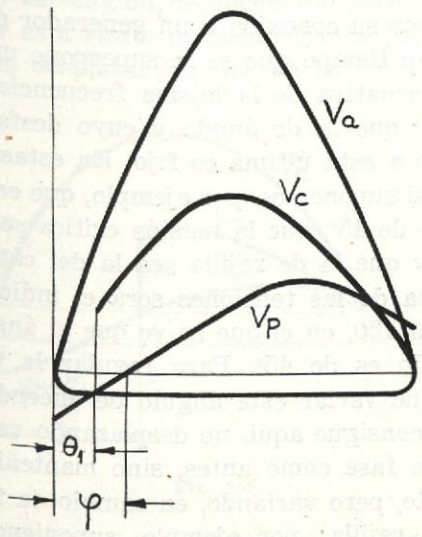


Fig. 145.

que antes, ya que despreciando la tensión crítica negativa frente a la de ánodo, es decir, suponiendo que la tensión crítica coincida con el eje de las abscisas, en lugar de limitarse a 90° puede llegar a los 180°, con lo cual la regulación de la tensión V_c media del circuito de continua es mucho más amplia, como se ve en la curva V_c de la figura. En todo lo anterior suponemos que el desfase de la tensión de rejilla es en retardo; si fuese en avance, se tendría evidentemente que la conmutación no se retrasaría, saltando el arco tan pronto la tensión de ánodo

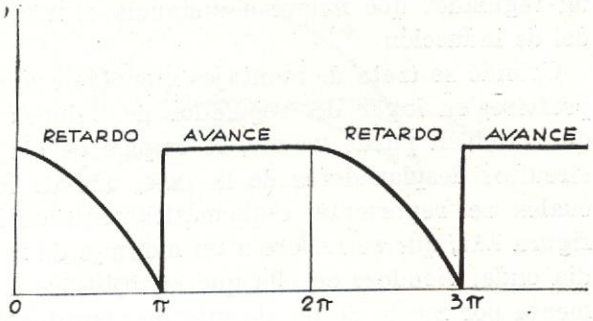


Fig. 146.

fuera positiva (siempre refiriéndonos a una rectificación monofásica de media onda o de onda completa), con lo cual la tensión media V_c en el circuito de utilización tendría su valor máximo. Se tiene así que la regulación de la tensión con el control de la fase de rejilla puede representarse en función del ángulo de desplazamiento por la curva de la figura 146.

Circuitos de desplazamiento de la fase.—Existen distintos modos de desplazar la fase de la

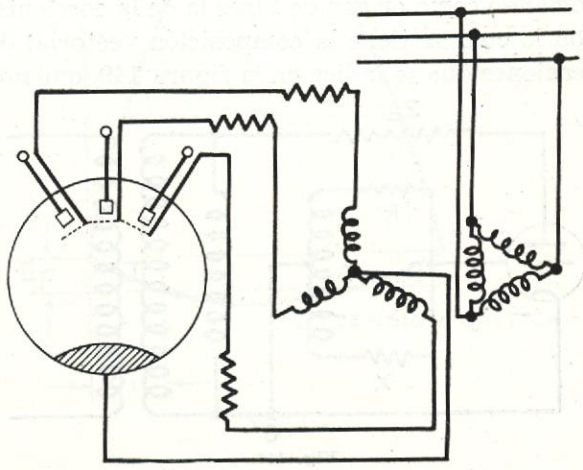


Fig. 147.

tensión de rejilla, de los que describiremos algunos aplicables en los montajes monofásicos y otros en los polifásicos.

En este último caso (fig. 147), las rejillas se alimentan desde la distribución a través de un

regular de inducción que, proporcionando una tensión de rejilla de amplitud constante, permite desplazar su fase respecto a la del ánodo, según sea la posición del rotor. La capacidad del regulador es muy reducida, dadas las pequeñas potencias en juego en los circuitos de rejilla y el sistema se presta perfectamente a la regulación automática de la tensión, valiéndose de un regulador que mueve a distancia el mando del de inducción.

Cuando se trata de montajes monofásicos, se prefiere, en lugar del regulador de inducción, que también puede usarse, el empleo de otros circuitos desplazadores de la fase, uno de los cuales se representa esquemáticamente en la figura 148, que se refiere a un montaje de media onda, viéndose en ella que la rejilla se alimenta por medio de un circuito desplazador de fase, compuesto por el secundario S de un transformador de alimentación, cuyo punto central está conectado al cátodo, dándose a la rejilla la conexión P, que es el punto de unión de la resistencia R y de la reactancia X, que forman el circuito. Aparte del transformador de rejilla, se ve también el transformador T de alimentación del rectificador, cuyo circuito de utilización es la impedancia Z_c.

Llamando $2\,V$ la tensión del secundario S del transformador, se tiene siempre

$$2/V/ = IR + jIX$$

tomando como origen de fases la de la corriente, con lo cual se tiene la composición vectorial de tensiones que se indica en la figura 149, que nos

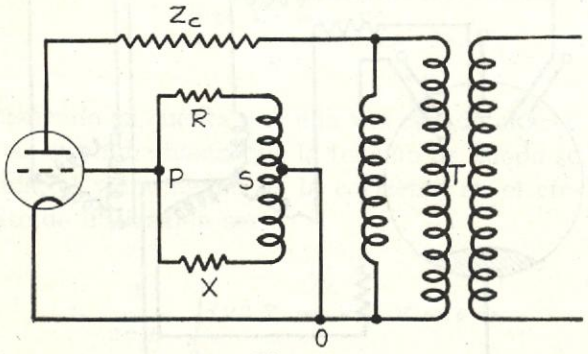


Fig. 148.

demuestra que el lugar geométrico de la extremidad del vector V de la tensión de rejilla es un círculo de diámetro $2\,V$, teniéndose así que dicha tensión V es de valor constante, siendo, en cambio, su fase variable según los valores que se den a R, con lo cual se pueden obtener los desplazamientos de fase que se deseen, regulando la resistencia R, pues de la figura se deduce

$$\operatorname{tg} \frac{\varphi}{2} = \frac{X}{R}$$

de manera que para

$$R = 0 \qquad \varphi = 180^\circ$$
$$R = \infty \qquad \varphi = 0$$

pudiéndose así desplazar la fase en todo el margen necesario y debiéndose, por supuesto, hacer

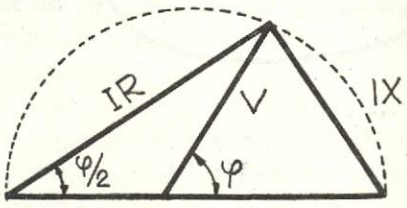


Fig. 149.

las conexiones con la rejilla, para que siempre φ sea un retardo sobre la fase de la tensión de ánodo.

Control por polarización y desplazamiento de fase.—En este sistema la regulación se obtiene dando distintos valores a la tensión base de rejilla por su conexión a un generador de c. c., al mismo tiempo que se le superpone una tensión alternativa de la misma frecuencia, como siempre, que la de ánodo y cuyo desfase con respecto a esta última es fijo. En estas condiciones, si suponemos, por ejemplo, que este desfase sea de 45°, que la tensión crítica sea igual a cero y que la de rejilla sea la del cátodo, el diagrama de las tensiones será el indicado en la figura 150, en el que se ve que el ángulo de encendido es de 45°. Para regular la tensión habrá que variar este ángulo de encendido, lo cual se consigue aquí, no desplazando variablemente la fase como antes, sino manteniéndola constante, pero variando, en cambio, la tensión base de rejilla; por ejemplo, suponiendo que esta última sea negativa de valor E_p (fig. 151), el ángulo de encendido que así se obtiene es mayor, y la tensión media en los bornes del circuito de utilización disminuirá consecuentemente. El margen de regulación que así se obtiene varía desde un ángulo de encendido cero

(figura 152), cuando la tensión de polarización —positiva—es tal que

$$E_p = \frac{V_p}{\sqrt{2}}$$

siendo V_p la amplitud de la componente alternativa de la tensión de rejilla, hasta un ángulo

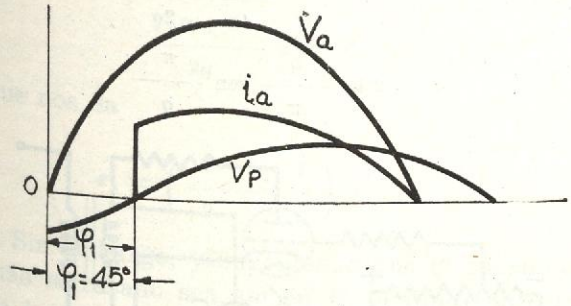


Fig. 150.

de 135°, cuando la rejilla se polariza negativamente con una tensión

$$E_p = V_p$$

igual a la amplitud de aquella componente alternativa, ya que para tensiones negativas superiores al arco no se cebaría.

Si el desfase entre la tensión de rejilla y la de ánodo fuese cero, entonces (fig. 153) el margen de regulación sería menor, ya que el valor máximo del ángulo de encendido sería sólo de 90°. Por esta razón precisamente es por lo que conviene desplazar la fase de la rejilla, como

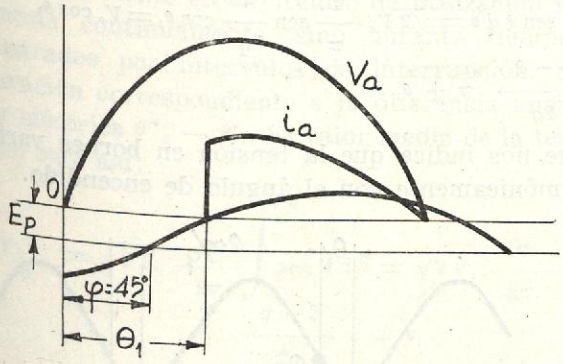


Fig. 151.

hemos visto antes, ya que así se aumenta el margen de variación del ángulo de encendido θ_1. Para conseguir el máximo margen de regulación, esto es, una variación del ángulo de encendido entre cero y 180°, sería preciso que el desfase de la tensión de rejilla sobre la de ánodo—siempre en retardo, por supuesto—alcanzase los 90°, lo cual no es fácil de conseguir en los montajes prácticos.

Cuando se trata de convertidores polifásicos el montaje más empleado es el que se indica en la figura 154, en el que se ven las rejillas alimentadas por el secundario de un transformador, cuyo primario se monta en Δ, intercalán-

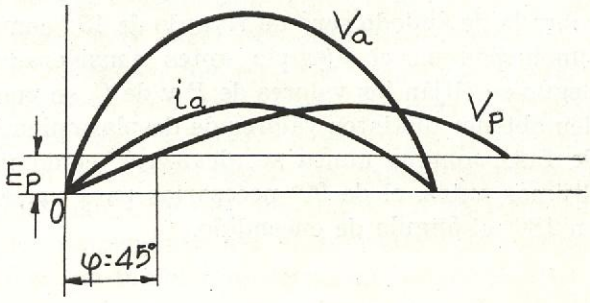


Fig. 152.

dose, además, potenciométricamente la tensión continua de polarización, como se indica en el esquema; el desplazamiento de fase de la tensión de rejilla sobre la de ánodo se consigue montando el primario del transformador de alimentación de éstos en *Y*, con lo cual el desplazamiento de fase resulta de 30°.

En el caso de montajes monofásicos, la figu-

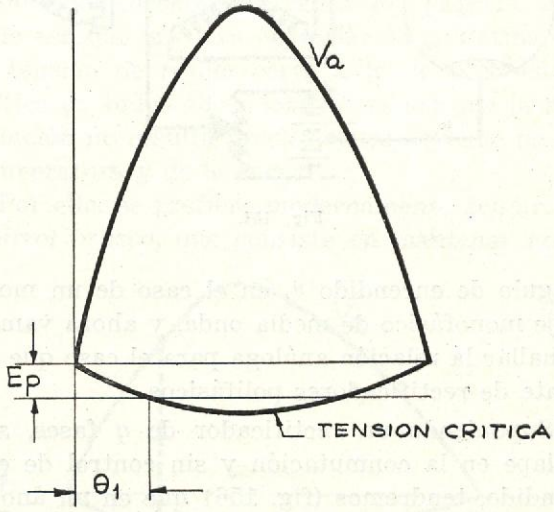


Fig. 153.

ra 155, que se refiere al caso de media onda, indica uno de los dispositivos empleados, alimentándose la rejilla—polarizada también potenciométricamente—por la caída en la resistencia *R*, en la cual la corriente está retrasada respecto a la de ánodo, ya que esta última es la suma geométrica de los vectores de la corriente

en la resistencia R y en la capacitancia c, que en el caso de suponer, por ejemplo,

$$R = \frac{1}{\omega c}$$

estará en cuadratura y serán iguales, con lo cual el desplazamiento de la fase de la rejilla sobre la de ándodo será un retardo de 45°, como suponemos en el ejemplo antes considerado. Según se elijan los valores de R y de C, se pueden obtener distintos valores de desplazamiento de fase, aunque nunca se alcanzará, como ya dijimos antes, el de 90° necesarios para variar en 180° el ángulo de encendido.

Relación de la tensión con el ángulo de encendido en los convertidores polifásicos.

Ya hemos encontrado anteriormente la relación que liga la tensión de utilización V_c con el

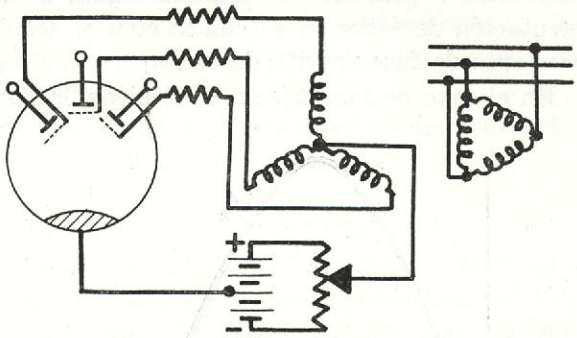


Fig. 154.

ángulo de encendido θ_1 en el caso de un montaje monofásico de media onda, y ahora vamos a hallar la relación análoga para el caso que se trate de rectificadores polifásicos.

Suponiendo un rectificador de q fases, sin solape en la conmutación y sin control de encendido, tendremos (fig. 156) que en un ánodo cualquiera el arco empieza en A y termina en B; pero si ahora, por medio de las rejillas, introducimos un ángulo de encendido θ_1, tendremos que la duración del arco comprenderá desde el punto C al punto D, siendo los intervalos de tiempo iguales

$$ab = cd$$

En el primer caso hemos visto ya en la Parte segunda que la tensión media continua de utilización V_c es de la forma

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

$$= \sqrt{2}\, V_a \frac{q}{\pi} \operatorname{sen} \frac{\pi}{q}$$

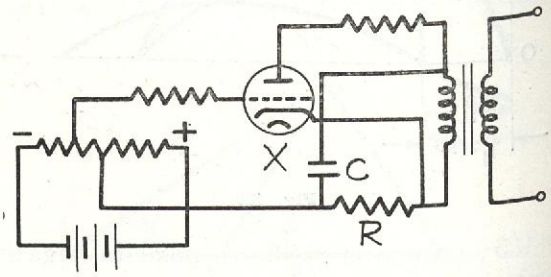


Fig. 155.

mientras que en el segundo se tendrá

$$V_{c_{\theta_1}} = \sqrt{2}\, V_a \frac{q}{T} \int_{\frac{T}{4}-\frac{T}{2q}+\frac{\theta_1 T}{2\pi}}^{\frac{T}{4}+\frac{T}{2q}+\frac{\theta_1 T}{2\pi}} \operatorname{sen} \omega t \, dt = V_a \sqrt{2} \frac{q}{2\pi}$$

$$\int_{\frac{q-2}{2q}\pi+\theta_1}^{\frac{q+2}{2q}} \operatorname{sen} \theta \, d\theta = \sqrt{2}\, V_a \frac{q}{\pi} \operatorname{sen} \frac{\pi}{q} \cos \theta_1 = V_c \cos \theta_1$$

que nos indica que la tensión en bornes varía armónicamente con el ángulo de encendido.

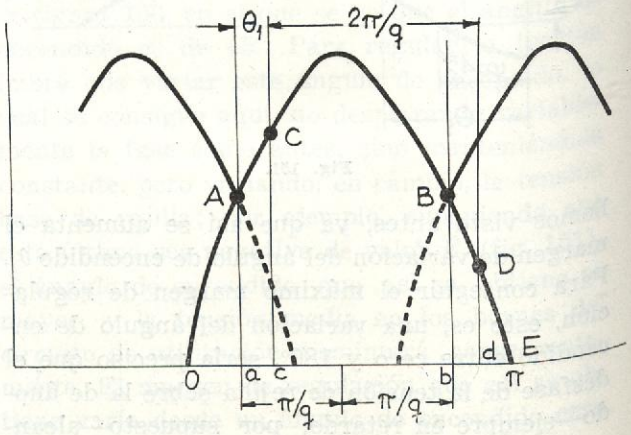


Fig. 156.

Para ver el margen de la regulación, es decir, el valor máximo del ángulo de encendido θ_1, tenemos que, por lo pronto, viene limitado por el límite superior de la última integral que, como máximo, puede alcanzar el valor π, ya que más allá el ánodo se hace negativo (fig. 156), por lo cual podemos establecer

$$\frac{q+2}{2q}\pi + \theta'_1 = \pi$$

que nos da

$$\theta'_1 = \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{q}\right)\pi$$

Sin embargo, y suponiendo que el encendido más retrasado sea así en E, el límite inferior de la misma integral nos define el ángulo de encendido máximo θ''_1, por la igualdad

$$\frac{q-2}{2q}\pi + \theta''_1 = \pi$$

ya que más allá no se encendería el arco siguiente, por ser negativo el ánodo; se tiene así:

$$\theta''_1 = \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{q}\right)\pi$$

Esto quiere decir que adoptando un ángulo de encendido mayor que θ'_1 y menor que θ''_1, al cesar el arco en uno de los ánodos no se enciende inmediatamente en el siguiente, o sea que la corriente en el circuito de utilización no circula continuamente, sino durante tiempos separados por intervalos de interrupción, de duración correspondiente a la diferencia angular eléctrica $\theta''_1 - \theta'_1$. El valor medio de la tensión será así:

$$V_{\theta_1} = \sqrt{2}\,V_a \frac{q}{2\pi} \int_{\frac{q-2}{2q}\pi + \theta_1}^{\pi} \operatorname{sen}\theta\, d\theta = \sqrt{2}\,V_a \frac{q}{2\pi} \left[1 - \operatorname{sen}\left(\theta_1 - \frac{\pi}{q}\right)\right]$$

En la práctica no suelen emplearse ángulos de encendido tan grandes, que exigen grandes inductancias en el circuito de utilización para regularizar la corriente en él. De todas maneras puede observarse que el control por rejilla lleva consigo mayor oscilación de la tensión rectificada, y esto es el motivo de que en algunos casos, en que hay interés en regularizarla hasta el máximo, se prefieren los otros métodos de regulación que, por lo demás, no ofrecen las otras ventajas de las rejillas.

Una de ellas es la de proporcionar seguridad contra las inversiones del arco, mediante un relé, que al sobrevenir una de éstas las polariza a todas muy negativamente, bloqueando así todos los ánodos que no estén en función y extinguiendo el arco tan pronto el único ánodo actuante llegue a hacerse negativo, lo cual sucede en un tiempo tan rápido que hace innecesario el funcionamiento del disyuntor de máxima, no interrumpiéndose así el servicio. Las rejillas hacen así también innecesarias las pantallas de seguridad a que nos referimos en la Parte cuarta y que desempeñaban este mismo papel.

Control brusco. — En todos estos procedimientos de control paulatino del encendido se presenta el inconveniente, en el caso más general de los convertidores y de los thyratrones de vapor de mercurio, de que al variar la tensión crítica de la rejilla con la temperatura—la que, a su vez, depende de la carga del circuito de utilización—se deriva un cambio sensible del momento del encendido a causa del pequeño ángulo con que la curva de variación paulatina de la tensión de rejilla corta a la de la tensión crítica en todos ellos, teniéndose así que la regulación no resulta precisa, pues depende de la temperatura y de la carga.

Por ello, se prefiere modernamente acudir al *control brusco,* que consiste en mantener normalmente la polarización en las rejillas a una tensión negativa grande y cambiarla rápidamente a una polarización positiva intensa en los momentos de la conmutación en que haya de entrar en función otro ánodo, y todo esto brus-

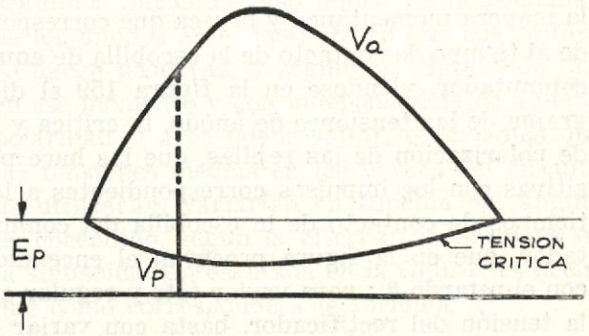


Fig. 157.

camente, durante el corto tiempo suficiente para que el arco salte, volviendo seguidamente a la polarización negativa permanente. Con ello el corte de la curva de la tensión crítica por la de variación de la tensión de rejilla V_p (fig. 157) es muy ortogonal, y como además la polarización positiva instantánea es muy intensa, como dijimos, se tiene que cualquier variación en la curva de la tensión crítica con la temperatura no tiene repercusión en el momento del encendido, obteniéndose así una regulación precisa.

Existen diferentes maneras de llevar a cabo el oportuno cambio de polarización de las rejillas; unos a base de un conmutador rotativo movido a velocidad constante por medio de un motor síncrono, como se indica en la figura 158, en la que las rejillas están siempre polarizadas negativamente por su conexión, a tra-

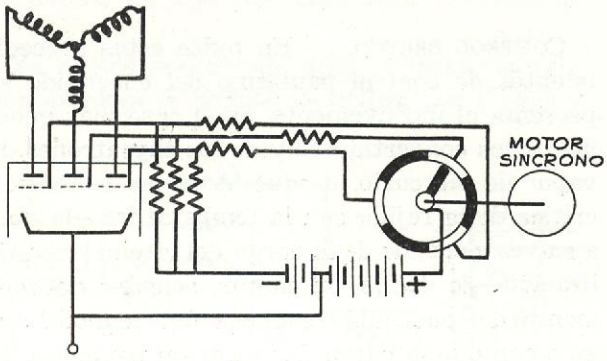


Fig. 158.

vés de las correspondientes resistencias, con el polo negativo de la batería de encendido; pero al girar el conmutador rotativo se establecen sucesivamente las conexiones de las diversas rejillas con el polo positivo de esta batería, de la manera momentánea y brusca que corresponde al tiempo de contacto de la escobilla de aquel conmutador, viéndose en la figura 159 el diagrama de las tensiones de ánodo, la crítica y la de polarización de las rejillas, que las hace positivas con los impulsos correspondientes a los tiempos de contacto de la escobilla del conmutador, que en la figura procuran el encendido con el retardo θ_1; para variar éste y regular así la tensión del rectificador, basta con variar el ángulo de montaje de la escobilla del conmutador sobre el eje del mismo, lo cual puede hacerse automáticamente moviendo dicha escobilla respecto al eje, con un engranaje que puede accionarse por un motor eléctrico manejado a distancia con un regulador automático.

En otros sistemas se prescinde del conmutador giratorio y se hace la conmutación estáticamente por medios electromagnéticos. La figura 160 representa esquemáticamente uno de ellos, en el que por cada ánodo existe un trans-

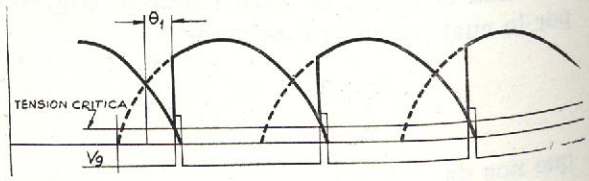


Fig. 159.

formador de impulsos—de núcleo saturado sobre el cual existen tres devanados, dos conectados—uno en Δ y otro en Y—con el transformador de alimentación de los ánodos, de tal manera que dé lugar a dos f. m. m. desfasadas un ángulo, que se puede regular por medio de la resistencia R en serie con uno de los devanados, variándose así también la fase de la f. m. m. resultante de ambas, que es la que excita el núcleo; el tercer devanado, que es el secundario del transformador de alimentación de la rejilla conectado en serie con la batería de ésta, y que normalmente no está atravesado por flujo variable, dada la saturación del núcleo, permitirá que mientras tanto la polaridad de la rejilla sea negativa; pero en el momento de que la f. m. m. de excitación se anula, la permeabilidad del núcleo aumenta súbitamente, dando así

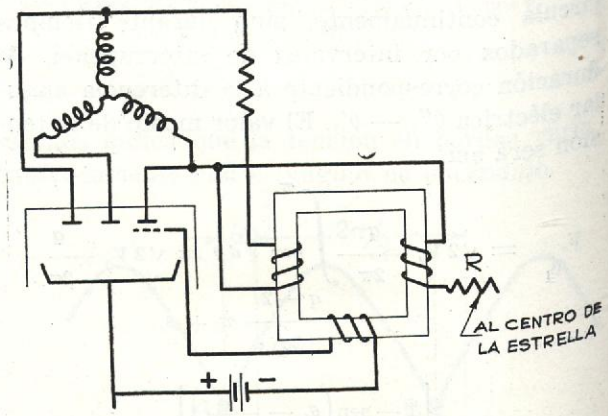


Fig. 160.

lugar a la inducción brusca de una f. e. m. en el secundario del transformador, que confiere a la rejilla la polarización positiva necesaria para el encendido, tal como se indica en la figura 161, en la que se ve la f. m. m. de excitación F y la

curva del flujo a que da lugar, de forma achatada, apreciándose los impulsos de la tensión de rejilla correspondientes a los cambios de alternancia de F, de los cuales el positivo sirve para el encendido, mientras que el negativo no influye en el funcionamiento del convertidor. Para regular la tensión de éste bastará cambiar la fase de F, lo cual, como ya dijimos, se consigue variando la resistencia de ajuste R de uno de los devanados de excitación del transformador de rejilla.

FUNCIONAMIENTO INVERSO DE LOS THYRATRONES Y CONVERTIDORES-ONDULADORES.

Si consideramos un convertidor exafásico, por ejemplo, y por medio del control de la tensión de sus rejillas variamos el ángulo de encendido θ_1, de 0 a 90°, tendremos que, según la expresión

$$V_{c_{\theta_1}} = V_c \cos \theta_1$$

que hemos hallado antes, el valor medio de la tensión rectificada variará armónicamente con θ_1, tomando los valores indicados por la alternancia positiva de trazo grueso de la figura

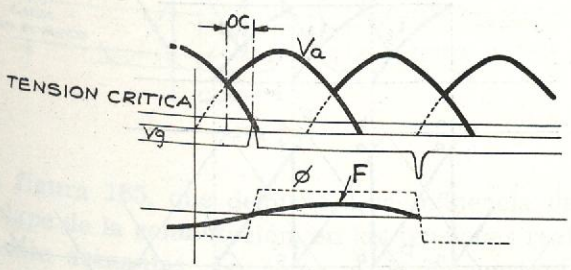


Fig. 161.

162, que por representar un valor medio no tiene en cuenta los armónicos de conmutación que se derivan de la forma de dientes de sierra que, como la misma figura indica, es la que en realidad presentan las tensiones instantáneas en los bornes del circuito de utilización. Aparte de esto, en la realidad la curva promedio de las tensiones rectificadas en función del ángulo de encendido θ_1, tampoco conserva su forma armónica hasta llegar a un θ_1 de 90°, pues hemos visto antes que para un valor del ángulo de encendido mayor que

$$\theta_1 = \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{q}\right)\pi = \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{6}\right)\pi = 60°$$

y menor que

$$\theta''_1 = \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{q}\right)\pi = 120$$

el arco no está cebado continuamente en el convertidor, sino que tendrá carácter intermitente, todo lo cual, por otra parte, se aprecia también claramente en la figura, si en ella tuviésemos en cuenta que los tramos de encendido del arco con tensiones inferiores a la del cátodo no exis-

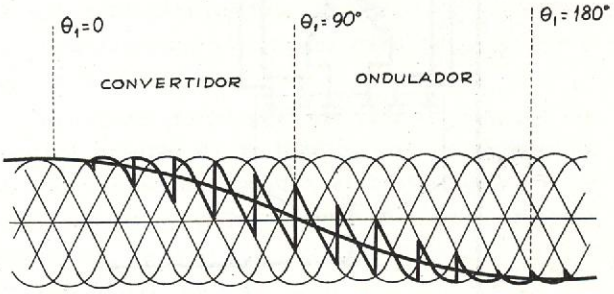


Fig. 162.

ten en la realidad, es decir, que durante ellos el arco está apagado.

Sin embargo, haciendo caso omiso de estas últimas consideraciones, y admitiendo que la curva media de las tensiones de utilización llegue armónicamente hasta los 90° de ángulo de encendido, tendremos que para este valor

$$V_{c_{\theta_1}} = V_c \cos 90° = 0$$

se anulará.

Si por un momento, con un ángulo de encendido mayor de 90° (en realidad deberíamos decir mayor de los 120° antes calculados para θ''_1) seguimos haciendo caso omiso de la polaridad de los ánodos en el instante en que sus rejillas se hacen positivas, y seguimos admitiendo que en ese momento y con independencia de aquella polaridad el arco puede saltar, tendríamos que las tensiones medias en los bornes del circuito de utilización variarían en función del ángulo de encendido, según la alternancia negativa de la sinusoide representada en la figura; es decir, que como corresponde a la fórmula

$$V_{c_{\theta_1}} = V_c \cos \theta_1$$

serían negativas, o sea opuestas a las tensiones de ánodo.

Se puede hacer funcionar el convertidor para estos ángulos de encendido, a condición de que

el circuito de utilización en lugar de receptor sea generador y de cambiar sus conexiones con el cátodo y con el neutro, invirtiéndolas respecto al caso anterior, para que así la tensión continua resulte efectivamente opuesta a la tensión de las fases de alimentación de los ánodos (fig. 163), con lo cual además, se hace posible que el arco, alimentado por el circuito de continua, pueda saltar al quedar polarizados los ánodos positivamente respecto al cátodo.

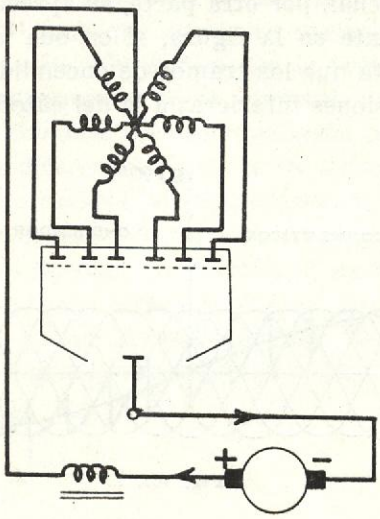


Fig. 163.

De esta manera y aún necesitándose siempre la tensión alternativa de alimentación del transformador, la corriente continua del circuito generador al atravesar la cuba o la ampolla a través de una serie de arcos que, gracias al control de las rejillas, se hacen saltar oportuna y sucesivamente desde todos y cada uno de los ánodos, se convierte en las fases del transformador en corrientes ondulatorias del correspondiente número de fases y de carácter intermitente, de acuerdo con el tiempo de actividad de cada ánodo. En esta forma de trabajo del convertidor, que es inversa a su manera natural de hacerlo rectificando las corrientes alternativas, recibe el nombre de *inversor* o de *ondulador,* debiendo hacerse observar que, así como en el funcionamiento en convertidor se rectifican la tensión y la corriente alternativas, en tensión y corriente continuas, aquí lo que se *ondula* es sólo la corriente, debiéndose, como dijimos antes, disponer de unas tensiones alternativas de alimentación que, a parte de suministrar las corrientes magnetizantes necesarias para el transformador de alimentación, sirven para crear las f. e. m. en las fases secundarias de éste, que son opuestas a la tensión continua; es decir, que tendrán el carácter de fuerzas contraelectromotrices, debiendo aquella tensión continua contrarrestarlas, con la consiguiente transformación de la potencia de corriente continua cedida por el circuito generador, en potencia eléctrica desarrollada en el sistema polifásico, aparte de la porción de aquella empleada—al vencer la caída interna en el arco—en atender a las pérdidas del ondulador; además, la tensión alternativa de alimentación es la que impone la frecuencia de las corrientes convertidas, desempeñando con esto análogo papel que el del *director de orquesta* en los generadores asíncronos.

Todo cuanto decimos, se aprecia de una manera gráfica en la figura 164, que se refiere a un convertidor trifásico, en el cual suponemos que la tensión V_c del circuito de continua, superior a la tensión eficaz que a los ánodos confiere el transformador de alimentación, es, sin embargo, inferior a su amplitud — aunque no habría inconveniente en que también fuera mayor que ella—, como suele ocurrir normalmente. En estas condiciones y suponiendo polarizadas

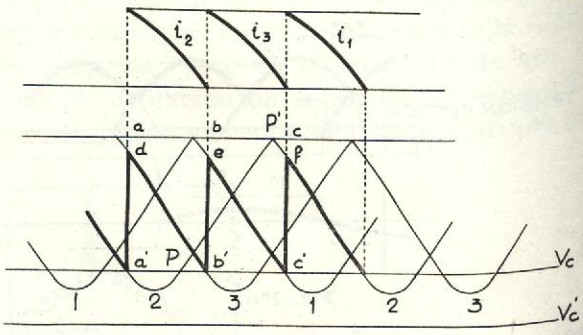


Fig. 164.

negativamente todas las rejillas, supongamos, con el retardo de encendido mayor de 90°, que en el momento *a* se polariza positivamente la del ánodo 2, con lo cual, saltará el arco con una tensión aplicada $a'd = aa' - ad$, tomando la corriente i_2 correspondiente al valor máximo, ya que a partir de este momento y al crecer la f. c. e. m., va disminuyendo paulatinamente, como se indica, hasta que al alcanzar el momento *b,* se desbloquea el ánodo 3, bloqueándose todos los demás, saltando el arco en él y extinguiéndose en el 2, es decir, anulándose la

corriente i_2 y estableciéndose la corriente i_3, de forma análoga, y así sucesivamente; se tendrá, pues, que en las fases secundarias del transformador se establecen las corrientes unidireccionales i_1, i_2 e i_3, variables a la misma frecuencia de alimentación, que darán lugar en los primarios, o sea, en la distribución alternativa, a corrientes alternativas de la misma frecuencia, quedando así aquélla alimentada por la distribución de continua, a través de la sucesión de arcos, que en el ondulador se hacen saltar en el momento requerido gracias al control de la polarización de sus rejillas, y con ángulo de encendido superior a 90° que *fuerzan el momento de la conmutación* con independencia de los valores relativos de las tensiones de ánodos.

Hemos supuesto implícitamente nulas la reactancia de dispersión de los transformadores y la caída interna en el arco; teniéndolas en cuenta, el diagrama anterior se transforma en el de

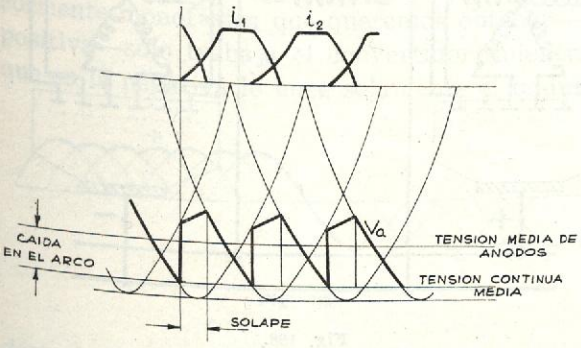


Fig. 165.

la figura 165, que demuestra la influencia del solape de la conmutación, en las tensiones realmente actuantes, así como el de la constante de tiempo, en las corrientes variables que se obtienen.

En la figura 164, el ángulo de encedido lo hemos fijado de tal manera, que cuando la f. c. e. m. de uno de los ánodos—el 2, por ejemplo—llega a ser igual a la tensión continua V_c, a partir de cuyo momento el arco se apagaría, se desbloquea el ánodo siguiente, viniendo en este caso impuesto el máximo valor del ángulo de encendido θ_1 por los valores relativos de $V_a\sqrt{2}$ y V_c; como antes dijimos, es posible que la tensión continua sea mayor que la amplitud $V_a\sqrt{2}$, por ejemplo, la V'_c de la figura, con lo cual el ángulo de encendido puede retrasarse más, no pudiendo, sin embargo, alcanzar retardos de encendidos mayores que los definidos por el punto P—inferior a los 180° de θ_1—, puesto que si en él se hace la conmutación se tendrá que, a pesar de desbloquear así el ánodo 3, el arco no saltaría en él, sino que seguiría cebado en el 2, que a partir de P, resulta alimentado a mayor tensión que 3; la corriente alcanzaría valores enormes, ya que la f. c. e. m. disminuye hasta hacerse nula en P', para sumarse después a la tensión continua en la otra alternancia; el convertidor para estos ángulos de encendido, no sólo no es capaz de funcionar como inversor, sino que además se averiaría, de no estar debidamente protegido para ponerlo fuera de circuito.

El funcionamiento del ondulador exige así un control preciso de la tensión de las rejillas, y en ellos se emplea siempre el control brusco por impulsos de tensión, a base de conmutadores síncronos, ya que los sistemas estáticos no son de aplicación en este caso, por ser ahora los momentos de conmutación independientes de las tensiones de ánodos.

Aplicaciones del ondulador de arco de mercurio.

La posibilidad de convertir tanto las corrientes alternativas en corriente continua en los convertidores propiamente dichos, como de obtener la conversión inversa en los onduladores, se presta a interesantes aplicaciones de este género de aparatos, entre los cuales se pueden citar las siguientes:

Transporte de energía por medio de corriente continua y alta tensión.—Este sistema de transporte presenta ventajas técnicas y económicas importantes cuando las distancias y tensiones son máximas y parece manifestarse tendencia a su adopción.

Los generadores de corriente continua no se prestan a la obtención de tensiones elevadas, en primer lugar; pero dados los valores necesarios, tampoco habrá posibilidad de generarlas directamente en ningún género de máquinas, por lo cual se genera y transforman en la forma usual por medio de alternadores y de transformadores elevadores de tensión, convirtiéndolos después en corriente continua por medio de los oportunos convertidores. En los centros de consumo, en los que las ventajas de robustez y

baratura de los motores de inducción, aconsejan su empleo, en lugar de los más delicados y costosos de corriente continua, es posible, por medio de onduladores, volver a obtener la co-

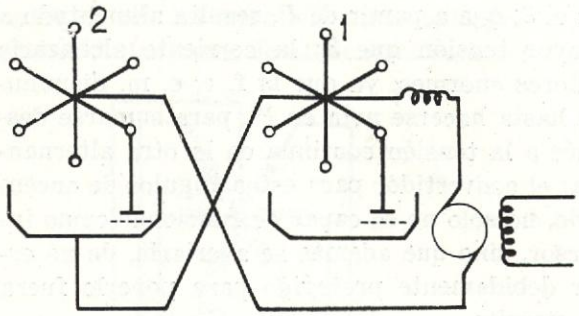


Fig. 166.

rriente alternativa precisa para la alimentación de las redes de distribución.

Sistema Ward-Leonard estático. Regeneración.—Consiste en alimentar el motor de corriente continua de que se trate—excitado con independencia—, alternativamente, por un convertidor u otro de los representados en la figura 166, que supone el caso de que sean exafásicos. Supongamos ambos con sus rejillas controladas con ángulos de encendido θ_1 menores de 90°, es decir, funcionando en convertidor. Alimentando el motor solamente con el número 1 y bloqueando constantemente las rejillas del número 2, el motor podrá alimentarse en Ward-Leonard en un sólo sentido de giro, variando desde obtener la tensión máxima hasta

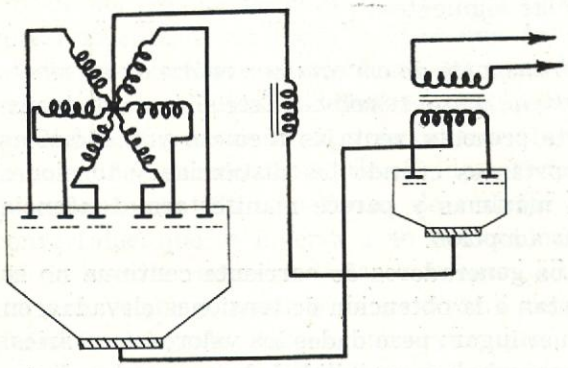


Fig. 167.

que sea cero. Para arrancarlo en sentido contrario, bastará polarizar permanentemente de una manera negativa las rejillas del número 1, y alimentar entonces el motor con el número 2, con lo cual, y como antes, se tendrá una regulación Ward-Leonard de cero a un máximo en el otro sentido de giro.

Si suponemos ahora que se trata de un motor de tracción o de levado de pesos, susceptible de ser arrastrado por la carga, consideremos que alimentado por el número 1, polarizamos las rejillas del número 2 con ángulos de encendido suplementarios, de 180° — θ_1, es decir, con éste funcionando como ondulador. Partamos de que el último tiene sus ánodos bloquedas permanentemente, y que se regula la velocidad del motor, alimentado por el número 1, disminuyendo la tensión aplicada desde un máximo hasta cero, pero que el motor sigue girando arrastrado por la carga. Entonces se

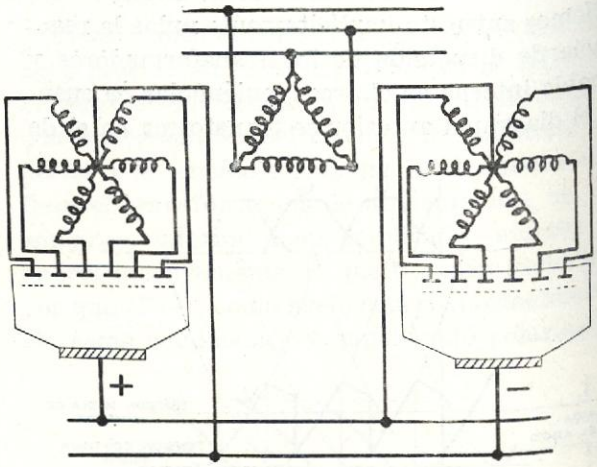


Fig. 168.

bloquean los ánodos del número 1 y se hace trabajar al número 2 como inversor, con lo cual la corriente continua generada por el motor embalado, se convierte en alterna, devolviendo energía a la red y frenando así regenerativamente, pudiéndose regular más o menos este frenado, es decir pudiéndose regular más o menos la velocidad de descenso según el ángulo de encendido 180° — θ_1, que se adopte.

Convertidor estático de frecuencia.—La figura 167 representa, esquemáticamente, la manera de convertir un sistema polifásico de corrientes de 50 períodos, en una monofásico de 16 $^2/_3$ hertzios, como se necesita en las instalaciones de tracción. Un convertidor exafásico convierte la corriente de 50 períodos en corriente continua y un inversor monofásico con montaje de onda completa, convierte esta última en corriente monofásica a una frecuencia de 16 $^2/_3$ hert-

zios, gracias al correspondiente *director de orquesta* síncrono en esta última distribución.

Es de hacer observar que los onduladores no producen corrientes de forma sinusoidal, como se deduce de la figura 165, por lo cual el montaje de onda completa da lugar a *corrientes de onda rectangular* con los armónicos consiguientes. Para evitar la repercusión de estos armónicos en la red de 50 hertzios, conviene que las bobinas de choque del circuito de continua presenten mucha inductancia.

Es posible prescindir del *director de orquesta* y obtener la frecuencia monofásica reducida directamente, valiéndose de un convertidor y de un ondulador exafásicos, montados como se indica esquemáticamente en la figura 168 con un solo primario del transformador común a ambos y cruzadas las conexiones de sus cátodos sobre el circuito monofásico de utilización, en la forma señalada en ella. El control de las rejillas es tal, que en una alternancia de la corriente monofásica que queremos obtener—la positiva—sólo trabaja el convertidor, mientras que en la negativa lo hace solamente el ondulador, obteniéndose así la corriente monofásica, de frecuencia 16 $^2/_3$ que la figura 169 indica de trazo grueso y que claramente se ve es de frecuencia igual a $50/3 = 16\ ^2/_3$.

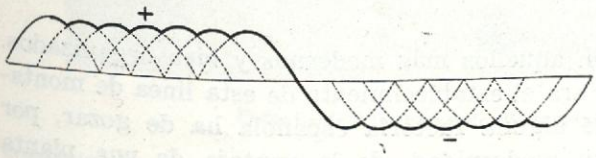


Fig. 169.

La forma de onda trapezoidal obtenida, presenta grandes armónicos, y para acercarla más a la sinusoidal y disminuir así aquéllos, se puede variar la relación de transformación de las firentes fases del transformador de alimentación de tal manera que las amplitudes de las seis ondas de los ánodos varíen proporcionalmente al seno del ángulo de conmutación correspondiente, referido al período de la corriente monofásica convertida, en la forma que la figura 170 indica en la que se ve que la envolvente de trazo grueso así obtenida se acerca mucho más que antes a la forma deseada. Tomando como término de comparación el ánodo 4, el número de vueltas de los 3 y 5 se calcula de tal manera que la amplitud de las tensiones correspondientes sea el 92,39 % de la de aquél; el de los 2 y 6, el 70,7 %, mientras que el de la 1, para que su tensión sea sólo el 38,27 %.

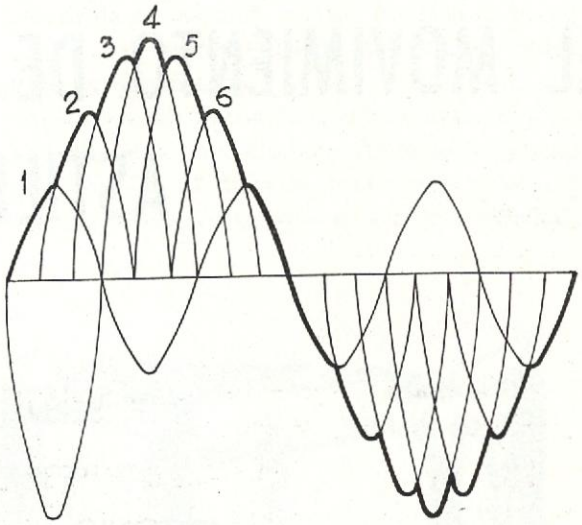


Fig. 170.

BIBLIOGRAFIA

Thomas C. McFarland.—"Alternating Current Machines". D. Van Nostrand Company Inc.
"Standard Hand book for Electrical Engineers". Archer E. Knowlton. Mc. Graw-Hill Book Company Inc.
Frederick Emmons Terman.—"Radio Engineers' Handbook". Mc Graw-Hill Book Company Inc.
Edgar Gillon.—"Cours d'Electrotechnique". Dunod.
R. C. Walker.—"Electronic Equipment and Accesorics". George Newnes Limited.
J. M. A. Lenihan.—"A ext book of Electronics". English Universities Press Ltd.
Richard F. Shea.—"Principles of Transistor Circuits". John Wiley & Sons, Inc.
Othmar K. Martí and Harold Winograd.—"Mercury arc Power Rectifies Theory and Practice". Mc Graw-Hill Book Company Inc.
F. G. Spreadbury.—"Electronics". Sir Isaac Pitman & Sons, Ltd.

EL MOVIMIENTO DE MATERIALES EN LOS ASTILLEROS (*)

POR

R. F. SERBUTT A. M. I. N. A.

TRADUCIDO Y COMENTADO POR

ANTONIO VILLANUEVA NUÑEZ

INGENIERO NAVAL

El artículo traducido a continuación, tiene el interés de proporcionar la experiencia de persona de tanto prestigio como su autor, en un asunto vital para los astilleros españoles.

Mediante la adquisición del equipo más adecuado para el movimiento de materiales, es posible influir notablemente en el precio final del buque terminado, dado que la construcción naval, no obstante su complejidad, no es de esperar que sea excepción a una regla bastante extendida, según la cual un tercio del coste de toda fabricación es absorbido, precisamente, por el concepto de transporte, concepto que, como dice muy bien Mr. Serbutt, no añade nada específico a las características del producto terminado y que por no ir en beneficio de nadie y si en perjuicio de todos, añadiríamos nosotros, es aquella faceta de la producción en que más decididamente se puede actuar desde un principio para la reducción de los costes.

Sería ideal, en este aspecto, el llegar a establecer en los astilleros una verdadera línea de montaje similar a las cadenas de fabricación de automóviles, e indudablemente a ello se tiende en aquellos más modernos y bien organizados. Para el establecimiento de esta línea de montaje alguna factoría española ha de gozar, por su modernidad, de la ventaja de una planta concebida en forma insuperable y con la vista puesta precisamente en el buen flujo de materiales, las demás tendrán que suplir su concepción más anticuada convirtiendo algunas de sus gradas en zonas de prefabricación y almacenamiento intermedio, al igual que lo han hecho ya algunas factorías extranjeras, pero en todos los casos se pueden obtener los mayores beneficios del cuidadoso estudio de los equipos de transporte.

El autor describe algunos tipos modernos de vehículos muy interesantes, pero hemos de señalar, con justa satisfacción, que muchos de los elementos que se citan como muy aconsejables por Mr. Serbutt, tales como grúas automóviles sobre neumáticos, tractores eléctricos, carretillas con elevadores de horquilla y su equipo necesario de cajas, plataformas, etc., para estiba de las piezas, están alcanzando gran difusión en los astilleros españoles.

* * *

(*) Traducido del número extraordinario de 1955 de la revista *Shipbuilding and Shipping Record.*

Se estima que alrededor de un tercio del coste de toda fabricación es absorbido por el movimiento de materiales, no siendo sorprendente la afirmación cuando se examina el proceso en detalle y se descubre cómo se realiza realmente el citado movimiento. Puesto que el movimiento de materiales no añade nada específico al valor del producto, es natural que se considere en primer lugar en cualquier esfuerzo para producir los costes.

¿Es diferente el porcentaje de coste correspondiente al movimiento de materiales en la construcción naval que en las restantes industrias? Difícil es esto de afirmar, pero muchos astilleros se sorprenderían si conociesen que parte del coste de un barco es atribuído a esta fase de la producción. Las partidas cargadas a esta parte del coste habrían de incluir no sólo los jornales, sino el interés y las cargas de conservación del terreno, de los edificios y del equipo utilizado exclusivamente para el movimiento de materiales.

En tiempo de guerra, por multiplicarse la construcción naval, el problema de movimiento de materiales se produce en la misma forma que en otras industrias de producción en masa, y así Mr. Henry Kaiser pensaba que esta materia era la cuestión fundamental en su organización de astilleros. Cuando la producción aumenta, la construcción de buques puede llegar a ser muy similar a la de automóviles, la cual consiste en la fabricación de un gran número de elementos diferentes, su montaje subsecuente y algunos procesos finales de terminación. La comparación está bien hecha cuando los buques se mueven realmente como en una línea de montaje, que es entonces la "espina dorsal" del proceso de fabricación.

La construcción de buques en tiempos de paz está basada en la elaboración del buque aislado o en la de series muy cortas, oscureciendo así el asunto del movimiento de materiales. Muchas veces la organización y el control son difíciles, porque los astilleros han sido dispuestos enteramente según un sistema funcional, pensando muy poco en el flujo de materiales. Nadie podría decir, en efecto, que el astillero normal se ha construído según una "línea de montaje". Es verdad que en muchos talleres el movimiento de materiales no necesita ser muy diferente del que se establecería si los mismos estuvieran desconectados del astillero: una fundición, por ejemplo, parece tener los mismos problemas que superar si forma parte o no de una factoría naval. Por el momento poco podemos deducir si consideramos problemas tales como éste, que son realmente generales.

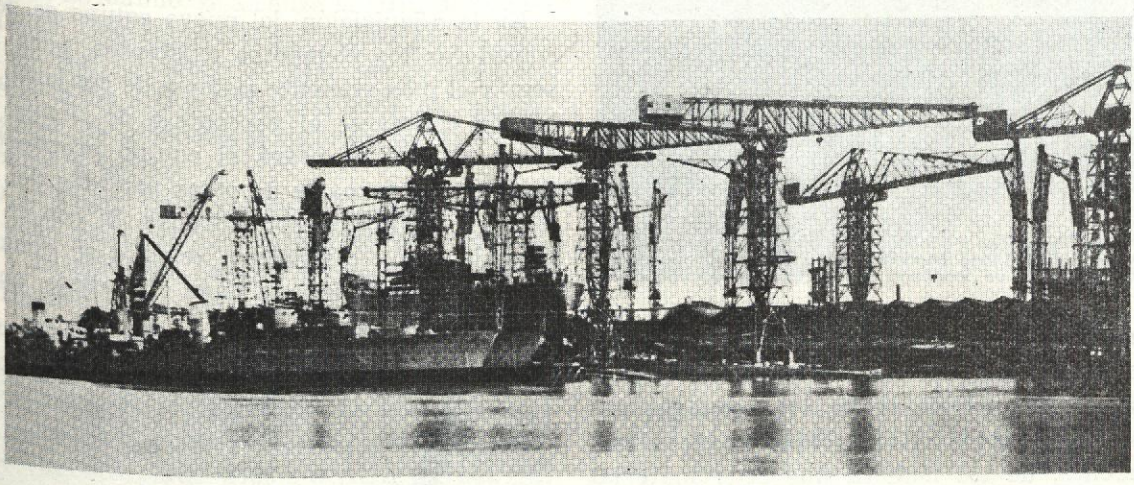


Foto 1.—Grúas-torres de 40 toneladas de los astilleros de John Brown.

Como preliminar al estudio del movimiento de materiales, haremos alguna consideración a las facilidades de almacenamiento. El acopio de materias primas es indispensable para precaverse contra los retrasos en los suministros. El "stock" de estas materias primas debe ser mantenido en una cifra aconsejable, eliminándose el excesivo amontonamiento, pero los materiales deben estar inmediatamente disponibles cuando se requieran, así como los desperdicios deben ser reducidos a un mínimo. En algunos astilleros que trabajan con los gastos generales más bajos posibles, la realidad es que la si-

tuación no está siempre bajo control. Es también necesario el almacenamiento planeado del "trabajo en ejecución", porque los planes de producción no son nunca exactamente cumplidos, a parte de que algunos componentes requieren más tiempo de fabricación que otros; en efecto, la construcción naval consiste en una serie de operaciones de trabajo y montaje, debiendo haber entre ellas facilidades de almacenamiento, de tal manera que todo material que ha tenido que sufrir una operación, pueda estar listo para la siguiente en el momento requerido.

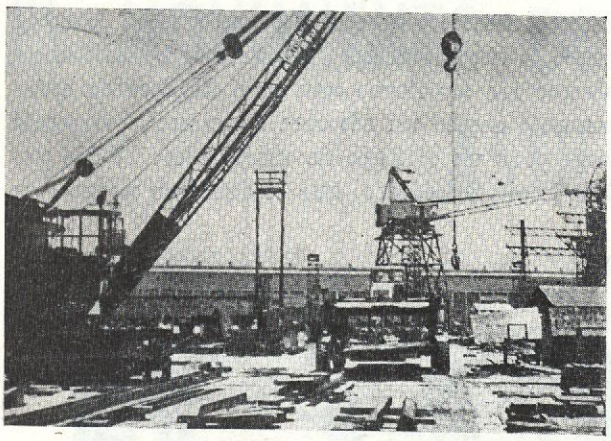


Foto 2.—La "carretilla puente" en el trabajo de movimiento de planchas. Obsérvese también como ni aun las piezas más pequeñas de material se estiban en el suelo.

Un factor que condiciona y limita el planeamiento de cualquier sistema de movimiento es la disposición del Astillero, la cual no puede usualmente cambiarse, y que en algunos casos es de lo menos a propósito, a causa de un mal emplazamiento inicial, del crecimiento gradual sin ningún plan de conjunto o simplemente por no tener espacio suficiente. El astillero puede estar dispuesto sobre una ribera inclinada, sobre una estrecha franja a lo largo de las márgenes de una bahía y, como tope final, puede estar cortado en ángulo recto por uno o más diques secos. Esto último es una circunstancia muy común y crea una situación todavía más difícil. Hay algunos astilleros, tales como los creados en la época de la última guerra, que ahora sólo se utilizan parcialmente y padecen de una gran extensión, pero esto no es una dificultad demasiado importante cuando los medios de transporte entre los diferentes talleres están bien desarrollados. Generalmente, el problema del movimiento de materiales ha de ser considerado sobre la base de que la disposición del astillero admite poco cambio.

La mejora en el movimiento de materiales está limitada no sólo por la disposición del astillero, sino también por el equipo de transporte y movimiento existente, el cual no es probable que se deseche mientras pueda trabajar útilmente, y como testigo de ello es la gran cantidad de "humo negro" arrojado aún por las antiguas grúas de vapor. Si hay vías férreas en el astillero, se usarán indefinidamente, aunque un sistema de carreteras pueda tener ventaja.

En la adquisición del nuevo equipo se deben considerar los elementos existentes, para conseguir el más eficiente sistema de conjunto, debiendo estimarse el porcentaje de tiempo durante el cual se usará el equipo propuesto y también los jornales de otras partidas del coste que resultaran economizadas. Si con el empleo de algún dispositivo sencillo se consigue que el equipo existente haga el trabajo, entonces mucho mejor.

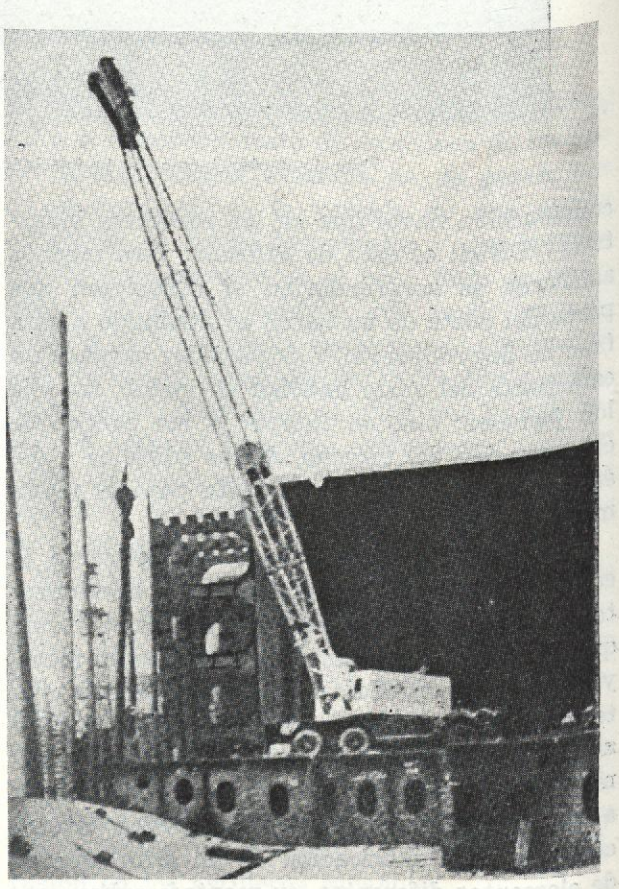


Foto 3.—Grúa automóvil con pluma de gran longitud trabajando sobre el doble fondo de un buque en construcción. La grúa puede subir por una rampa a la cubierta del doble fondo.

El movimiento de materiales comienza con la descarga del vehículo que transporta las primeras materias al astillero, y si éstas pueden descargarse justamente en el sitio de su uso, entonces se eliminarán las operaciones de transporte, lo que es particularmente deseable en el caso de planchas y perfiles de acero, siendo ventajoso disponer el parque de estos elementos junto al taller de planchas, de forma que en muchos casos los mismos puentes grúas cubren ambas áreas. A veces la cantidad de acero acopiado es muy grande, y así en los Astilleros Kockum, de Malmö, se alcanza la cifra de 50.000 toneladas. Generalmente, sin embargo, los materiales son llevados al almacén y después transportados a través de una serie de talleres y lugares de almacenaje intermedio, antes de colocarse a bordo.

En la mayor parte de los astilleros se recibe una gran cantidad de materiales por ferrocarril, y es entonces natural proveer un sistema de vías dentro de los mismos, de manera que las materias primas y los trabajos en curso puedan moverse por rail. Muchos grandes astilleros están servidos por extensos sistemas de vías y poseen numerosas locomotoras de maniobra y vagones plataformas, a parte de las clásicas grúas locomóviles; sin embargo, cualquier cosa que pueda moverse por vías, puede también moverse eficientemente por carretera y, particularmente ,donde el astillero no está conectado al sistema ferroviario del país, habría mucho que decir a favor del transporte exclusivo sobre neumáticos dentro del recinto del mismo. Las carreteras tienen la ventaja de adaptarse a los ángulos agudos y las pendientes inclinadas, no siendo preciso recordar que deben tener la superficie pavimentada y buen firme para transportar cargas pesadas, debiendo estar bien definidas y conservándose siempre libres de obstrucciones. Los tractores con remolque son muy aconsejables para la mayor parte de las necesidades de los astilleros, variando la capacidad de los remolques entre una y veinte toneladas, y a veces más, y siendo algunos de ellos suficientemente grandes para transportar planchas y elementos prefabricados hasta el máximo tamaño usado. Los tractores del tipo agrícola parece que trabajan muy bien en toda clase de movimiento, con exclusión de los pequeños remolques, que suelen moverse mediante pequeños tractores eléctricos o Diesel

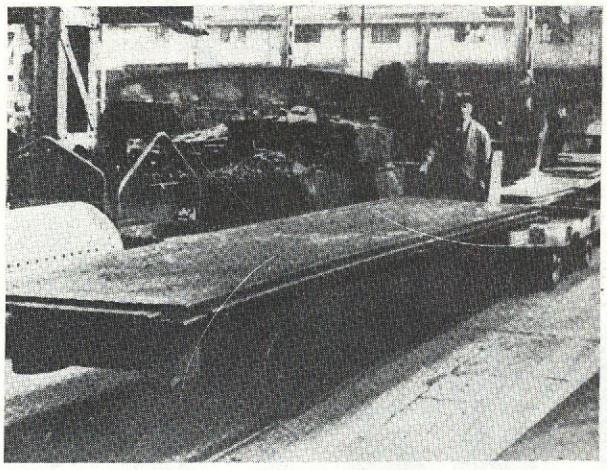
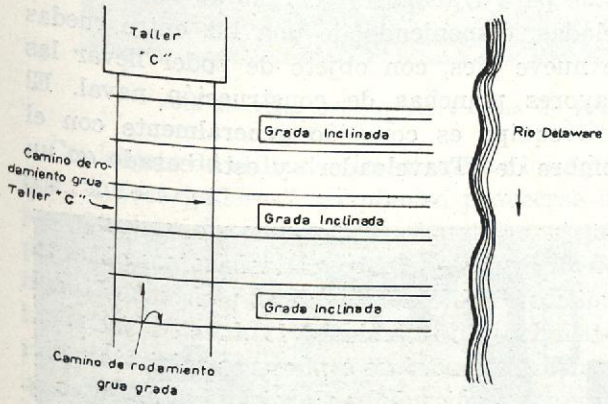


Foto 4.—Pequeño tractor eléctrico arrastrando remolques sobre carriles.



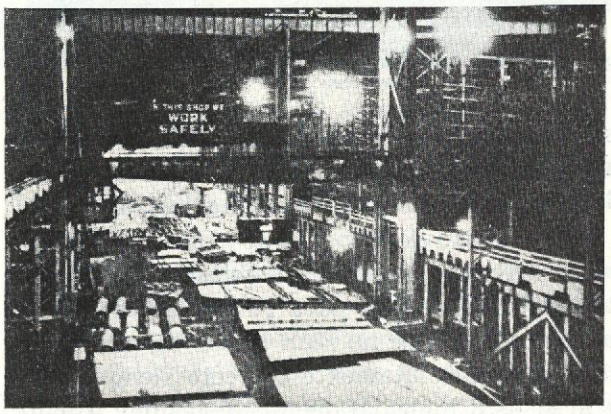


Foto 5.—Vista del área de almacenamiento y prefabricación en la cabecera de las gradas del Astillero Sun de los Estados Unidos. Esta área está cubierta por un puente grúa moviéndose a menor altura que los correspondientes de las gradas.

concebidos especialmente para misiones industriales. Donde se disponen de grandes tractores industriales éstos son más convenientes que aquéllos del tipo agrícola. Cuando el astillero

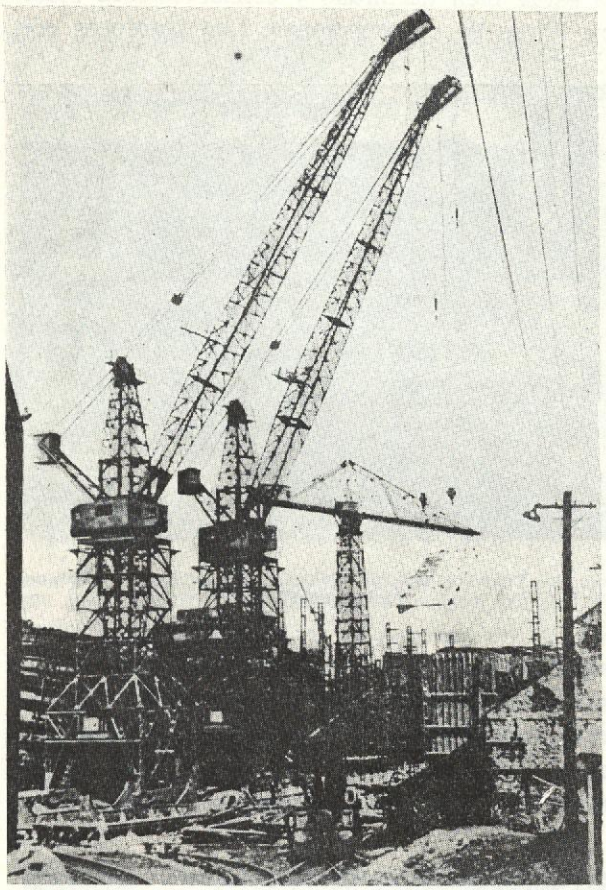


Foto 6.—Grúas atorres de 15 toneladas de los Astilleros Hawthorn Leslie.

está situado sobre un terreno ondulado, la potencia requerida puede hacer necesario el empleo de los mayores tractores agrícolas.

La necesidad de disponer de grúa en cada extremo del viaje es una característica del sistema tractor-remolque, para poder cargar y descargar todo lo que no sean piezas ligeras. Este sistema es absolutamente correcto siempre que la grúa esté inmediatamente disponible. Cuando no hay suficiente trabajo en un cierto punto para justificar la instalación de una grúa fija, puede utilizarse una grúa móvil, y entonces nos aproximamos a la idea de la "autocarga". El ejemplo más común de equipo "autocargador" es, probablemente, el de una grúa locomóvil remolcando una plataforma, combinación que trabaja muy eficientemente en gran número de astilleros.

Hoy en día se dispone de otros tipos más modernos de equipos "autocargadores", cuyo uso, según ahora veremos, se está incrementando rápidamente en la industria. Pequeñas grúas dispuestas sobre el chasis de un tractor, y por lo común operadas hidráulicamente, se utilizan no sólo para la izada de pesos, sino también para su transporte sobre distancias cortas. Las carretillas con "elevador de horquilla" (foto 10), aunque ampliamente extendidas en otras industrias y en la construcción naval de los Estados Unidos, no se usan en absoluto en los astilleros del Reino Unido, pero no hay razón para que no sean utilizadas, particularmente las más grandes, para mover planchas y perfiles y aun para operaciones tales como coger una plancha a la salida de los laminadores. La utilidad de estos vehículos es muy extensa y las carretillas eléctricas con plataforma elevadora son usadas en muchos sitios para el transporte del astillero, manipulándose con ellas todos los tipos de materiales o incluso las planchas, como hemos indicado.

En los Estados Unidos hay dos tipos modernos de vehículos que se "autocargan", y los cuales probablemente encontrarán en el futuro gran aceptación en este país. El primero de ellos es la "carretilla puente" (fotos 2 y 11), siendo digno de señalar que el Astillero Quincy, de la Compañía Bethlehem Steel, usa uno de éstos para transportar cargas de hasta 20 toneladas, disponiendo de una luz entre ruedas de nueve pies, con objeto de poder llevar las mayores planchas de construcción naval. El otro equipo es conocido generalmente con el nombre de "Traveloader" y está basado en un

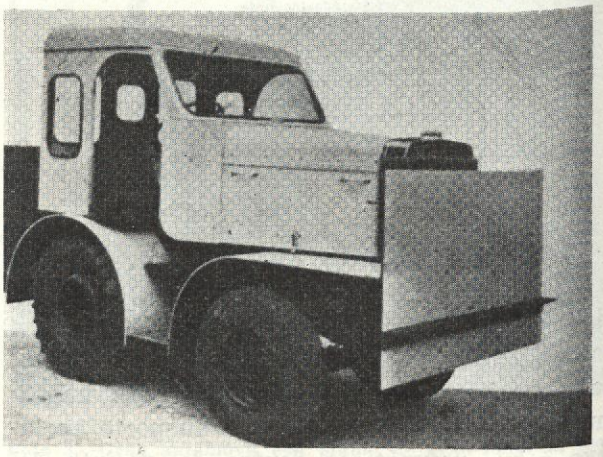


Foto 7.—Tractor Diesel para mover hasta 180 toneladas en piso horizontal.

chasis de vehículo comercial con una plataforma que se extiende de un extremo a otro del vehículo, de forma que puede transportar elementos más largos que el mismo vehículo y siendo de disposición similar a una carretilla con elevador de horquilla que pudiera cargar y descargar por el costado. Su tamaño es grande, y una vez cargado opera como un vehículo normal de carrtera, siendo muy elevado el tiempo y los jornales economizados con su uso.

ricanas son capaces de gastar para obtener un alto grado de control, lo representa el uso de transmisores y receptores de radio sobre los vehículos de las factorías. En un gran astillero donde haya muchos vehículos moviéndose sobre una extensión superior a un cuarto de milla cuadrada, el trabajo adicional que una instalación de radio puede obtener de cada vehículo hace ciertamente interesante y remuneradora esta proposición. No hay necesidad de disponer de un aparato en todos los vehículos, sino sólo en aquéllos que se mueven sobre una gran extensión.

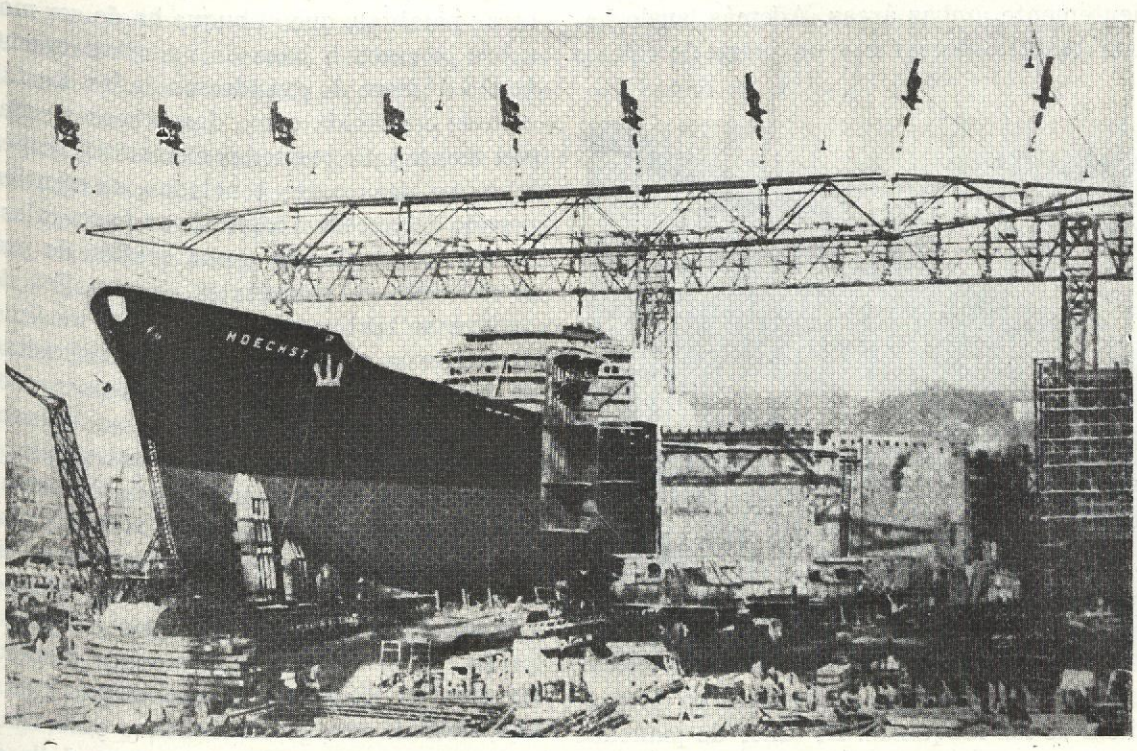


Foto 8.—Vista general del sistema de grúas utilizado en la Deutsche Werft, de Hamburgo.

Con objeto de utilizar eficientemente los equipos "autocargadores", es preciso proveerse de los sistemas de plataformas, bandejas, cajas, perchas, etc., necesarios. Ningún material deberá ser colocado directamente sobre el suelo y todas las cajas, etc., para la estiba del material, deberán estar sobre soportes, de manera que puedan ser levantadas por los citados equipos. El éxito de tal clase de equipos depende ampliamente del propio proyecto de los mismos, de manera que tengan una aplicación tan amplia como sea posible. Naturalmente, los "containers" son elementos importantes en cualquier tiempo, pero cuando se usan equipos costosos para el transporte de materiales, llegan a ser mucho más fundamentales.

Un ejemplo del dinero que las compañías ame-

Cuando se estudia el problema del movimiento de materiales en un astillero, hay una tendencia a considerarlo únicamente en el aspecto de la construcción del casco de acero, pues es verdad que ésta es la parte más interesante de la obra. El asunto lo simplifica algo el hecho de tratarse de un solo material, aunque éste se presente en muchas formas distintas. Si, como se ha hecho en el continente, las planchas se encargan en ciertos tamaños normalizados, la intercambiabilidad de las mismas facilita mucho su almacenamiento.

El proceso de la construcción del casco de un buque se divide en tres etapas: 1) La prepa-

ración del acero (tanto el corte como el curvado). 2) El trabajo de prefabricación llevado a cabo en el taller o junto a la grada. 3) El montaje del buque sobre la cama.

La cantidad de trabajo efectuado bajo el epígrafe 2) varía grandemente en los diferentes astilleros.

La instalación de puentes grúas es la práctica "standard" en los talleres de planchas y perfiles, y si el parque de acero está adyacente al taller, una misma grúa puede cubrir convenientemente ambas áreas. Además, suele haber un pequeño pescante y un juego de roletes

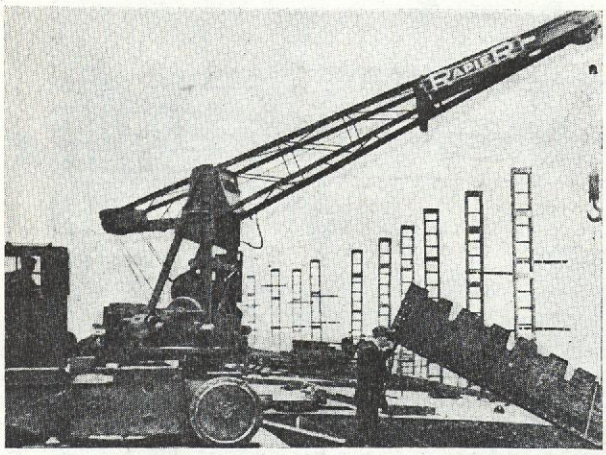


Foto 9.—Grúa automóvil de pluma corta manejando secciones prefabricadas sobre la cubierta de un barco en grada.

o similar para manejar el material en la proximidad de las máquinas. El taller de planchas y perfiles es más simple de organizar que el taller de soldadura, pero se debe comprobar, con el mayor interés, que el material avanza ordenadamente y no es movido de un lado para otro, con excesivo número de operaciones de transporte. En algunos casos puede merecer la pena instalar máquinas adicionales, simplemente para economizar los costes del transporte.

Si las grúas disponibles en el taller son inadecuadas para transportar la cantidad total de material, deben ser ayudadas por pequeños tractores con remolque y por un equipo de elementos "autocargadores", los cuales tendrán también la misión de trasladar el material terminado a los talleres de fabricación. Lo mejor es que las piezas para una cierta unidad se almacenen en el taller de planchas, hasta que puedan ser suministradas simultáneamente al taller de fabricación. Desde luego, no deben dejarse en un sitio donde puedan estorbar el curso de otro trabajo, ni enviarse al taller de fabricación antes de ser requeridas. Si las piezas componentes de un conjunto se disponen sobre una plataforma, ésta puede cogerse por un elemento "autocargador" y trasladarse al área de aparcamiento, donde las piezas estarán disponibles para cuando se necesiten.

Es corriente pensar ahora que, siendo los barcos en su mayor parte soldados, una soldadura eficiente necesita la prefabricación o, en otras palabras, que el buque ha de ser montado sobre la cama a base de un relativamente pequeño número de grandes unidades. La fabricación es concebida como dos procesos separados y el montaje de pequeños elementos, no pesando más que unas pocas toneladas, se mantiene separado del sucesivo montaje en parte tales como un panel de cubierta o una sección de proa. El movimiento de materiales en el taller de soldadura se realiza usualmente por medio de un puente-grúa y no presenta otro dificultad que la de cuidar su curso durante este proceso de montaje. Cuando estas piezas se reúnen más tarde para integrarse en elementos tales como mamparos y grandes paneles de cubierta, surge más de un problema, pues si este trabajo se hace en el taller es probable que haya limitaciones en el tamaño y peso de los "bloques" y, con objeto de dar la vuelta a los grandes mamparos, se necesitará seguramente disponer de un pozo en el suelo o de una abertura en el techo, debiendo haber en el último caso una grúa exterior capaz de trabajar a plomo de la citada abertura. Con respecto a la altura requerida para las grúas debe tenerse en cuenta las bragas, vigas y otros elementos usados para manejar grandes unidades. En muchos casos debe considerarse si merece la pena hacer una mayor parte del trabajo en el taller, teniendo en cuenta la cantidad de extras necesarias luego en el barco para corregir las deformaciones inevitables en la construcción y manejo de estructuras débiles de gran tamaño.

Las grúas de gran capacidad utilizadas en prefabricación son costosas, pero parece que cada astillero las emplea hasta el límite de su capacidad y no se oye de ninguna factoría cuyas grúas sean demasiado grandes. Las grúas de 25 toneladas son probablemente aconsejables para los astilleros que construyen grandes barcos.

La práctica corriente de muchos astilleros es disponer de un espacio junto a las gradas aproximadamente igual al área de éstas y el cual se utiliza no sólo para almacenamiento, sino también para el montaje final de algunas de las mayores unidades del casco. En otros casos, de cada dos gradas existentes una se usa como zona de almacenamiento y prefabricación, construyéndose el mismo número de buques sobre las gradas restantes. Por cierto que este área que se indica no es en absoluto excesiva y necesita ser cuidadosamente utilizada, y si el tiempo de permanencia en grada del buque es corto, el área de aparcamiento necesita ser más grande.

Es difícil de contestar a la pregunta de cuál es la capacidad adecuada para las grúas de gradas, pero podemos repetir de nuevo que casi todos los astilleros hacen uso de la máxima capacidad de las que disponen, a despecho de las dificultades de acoplamiento de la unidad que ha de ser izada. Generalmente, cuanto mayores son las grúas menor es el número de unidades en que el buque se construye y más corto el tiempo invertido en grada, aunque éste está compensado parcialmente por la tendencia moderna de botar los buques más acabados. No es necesario decir que, a medida que la capacidad de las grúas aumenta puede reducirse su número, contando siempre que ellas cubran toda la extensión de la grada.

Es útil comprobar el promedio de material izado por día y hacer un registro de las mayores izadas de las grúas de grada. Cuando se construyeron los buques "standard" de 400 pies, en un determinado astillero de los Estados Unidos, durante la última guerra, se dijo que el promedio de material izado en cada jornada por las grúas de grada fué de 35 toneladas. Algunos de los mayores astilleros de los Estados Unidos están equipados con grúas superiores a las 50 toneladas.

Cuando se trata de elegir entre puentes grúas y grúas torres, ha de tenerse en cuenta la cuestión de la disposición de las gradas. Si, como es a menudo el caso, la zona de prefabricación y el área de almacenamiento están situados a lo largo de las gradas de construcción, las grúas torres giratorias son la elección adecuada, pues el material es tomado desde el costo de la grada. Estas grúas tienen la vantaja de ser capaces de trabajar juntas en forma conveniente, aunque las diferentes formas en las cuales pueden hacerlo deben considerarse de antemano. A veces es ventajoso utilizar una viga de izada con objeto de reducir el brazo de trabajo de las grúas. Si las zonas de aparcamiento están situadas en las cabezas de las gradas, pueden usarse puentes-grúas, pero éstos deben ser suficientemente elevados para no interferir con la construcción del barco y el hecho de que todos los pesos deban izarse sobre la proa, puede significar que la popa prefabricada ha de ser una de las primeras unidades que se levanten sobre la cama de construcción, siendo el resto del buque montado de popa a proa.

Foto 10.—Lo que un hombre puede hacer con una pequeña carretilla eléctrica con horquilla elevadora.

Debemos hacer mención a la utilidad de las grúas automóviles sobre neumáticos durante la construcción en gradas (foto 3), por no haber casi trabajo que no puedan hacer eficientemente, incluyendo el montaje de barcos sin la ayude de ninguna otra grúa. Usualmente, sin embargo, se utilizan para completar otros tipos de grúas de gradas y cuando se adquieren para trabajar entre las gradas, se necesita disponer de espacio suficiente y caminos pavimentados. Pueden trabajar también simultáneamente y son disponibles en capacidades hasta de 40 toneladas, aunque para levantar los pesos mayores deben apoyarse en gatos. Algunas de ellas disponen de plumas de cien pies de longitud, pero, naturalmente, no pueden trabajar sobre el barco en la forma que lo hacen las grúas torres. Las grúas automóviles pequeñas pueden

instalarse sobre el doble fondo o sobre la cubierta alta de los buques (foto 9) y moverse sobre dichos elementos, reservando las grúas normales de la grada para las izadas mayores. El mando eléctrico de las grúas automóviles extiende grandemente su utilidad en relación con la de aquellas provistas de mando de fricción.

Las grúas automóviles pueden trabajar en los diques de construcción, que a veces se utilizan en lugar de las gradas inclinadas, pudiendo entonces hacerse uso de grúas de menos altura, con una considerable ventaja en los costes de establecimiento, así como desde el punto de vista de la maniobra, especialmente en las regiones sometidas a fuertes vientos.

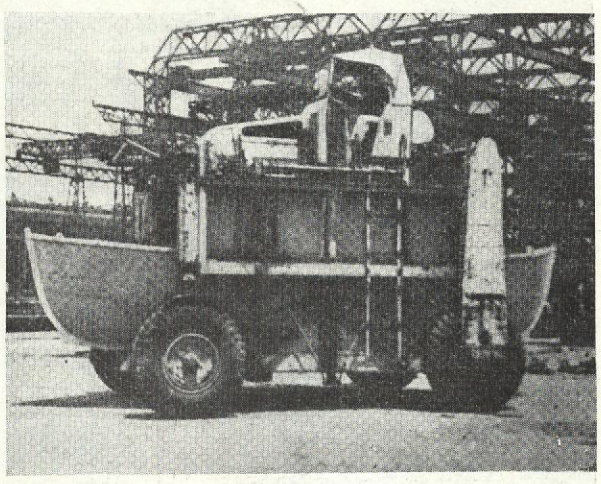


Foto 11.—Otro uso de la "carretilla puente".

El escaso número de izadas realmente pesadas que tienen lugar en los muelles de armamento, no es suficiente para justificar la instalación de grúas de gran potencia en los mismos, excepto en el caso de los astilleros más importantes, los cuales se consideran obligados a estar completos en todos los aspectos. En la mayor parte de los casos se alquilan grúas flotantes para estos trabajos y sólo unos pocos astilleros disponen de grúas de 200 a 300 toneladas, por necesitarlas para construir los grandes barcos de guerra y pasaje. Las cabrias o machinas no son ahora tan corrientes como lo fueron en otros tiempos. Los astilleros que poseen una grúa flotante de gran capacidad tienen posibilidad de utilizarla en el montaje del buque en el extremo inferior de la grada, donde las grúas de tierra alcanzan con dificultad.

Existe necesidad real de grúas de suficiente potencia para montar la maquinaria auxiliar de los buques y la mínima potencia de las grúas de armamento de cualquier astillero debe ser de 15 toneladas, debiendo poder colocar la carga sobre la parte más alta del buque y sobre el costado opuesto al del muelle. La solución usual es una grúa torre, siendo ventajoso que ésta se traslade a lo largo del muelle, aunque los gastos extras pueden ser considerables si éste es de construcción ligera. Las plumas de cuello de cisne son las más aconsejable para este objeto, y si la caseta de maniobra está dispuesta sobre una torre de 30 pies de altura, de forma que la visibilidad del operador se aumenta notablemente, su utilidad es muy amplia.

La mayor parte de los materiales embarcados durante el período de armamento son elementos de poco peso individual y el problema es totalmente de organización. Este material debe encargarse bastante tiempo antes de ser requerido, para estar disponible cuando el buque alcanza un cierto estado de construcción. Normalmente la mayor parte del citado material se almacena junto al muelle de armamento. Para embarcar materiales variados, tales como válvulas, tubos, conductos de ventilación, etcétera, una eslinga o una red es un medio satisfactorio, pero otras veces se requieren cajas.

Es interesante considerar la atención que se presta ahora al movimiento de materiales en algunos astilleros del Reino Unido, no inferior a la que se presta a este factor en las industrias de producción en masa. Puesto que una gran parte del coste del buque se invierte en esta cuestión, no debe descuidarse en ningún punto su análisis.

La "producción" no es más que una serie de operaciones de trabajo, transporte y montaje ejecutadas con los materiales y el conseguir que el movimiento de éstos quede bajo control es la base de llevar controlada también la "producción". El transporte de materiales no es una faceta que pueda considerarse separadamente de las demás, y cuanto más organizado sea el proceso de producción mayor será su interdependencia. Hoy en día, inclinados hacia la mayor mecanización de los transportes, es necesario observar el problema en su conjunto y no adquirir el equipo indiferentemente.

MAQUINAS HERRAMIENTAS PESADAS Y DE MEDIAS DIMENSIONES PARA ASTILLEROS, ARSENALES E INDUSTRIAS METALURGICAS Y SIDERURGICAS

STABILIMENTI

S.EUSTACCHIO

BRESCIA - ITALIA

Representante exclusivo para ESPAÑA:

GIOVANNI ROSSINI

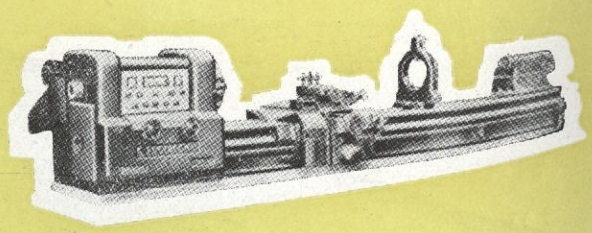
Velázquez, 96 - Teléfono 26 82 59 - MADRID

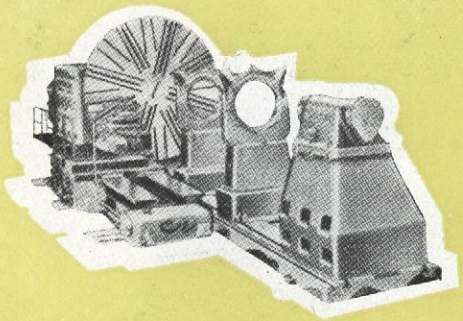
1) **Tornos paralelos con mando mecánico serie TP y con mando electrónico T. P. E. Alturas de las puntas: 500-600-700 mm. Distancias normales entre puntas, 3 a 12 m.**

Horizontal Lathes, Series TP mechanically controlled and Series TPE electronically controlled. Height of centers 1' 7 11/16'' - 1' 11 5/8'' - 2' 3 9/16''. Standard lenght between centers from 9' 10'' to 39' 4 7/16''.

Tours parallèles à commande mécanique série TP et à commande électronique série TPE. Hauteur des pointes 500-600-700 mm. Distance normale entre les pointes, de 3 à 12 mètres.

Paralleldrehbänke, Serie TP mechanisch angetrieben und Serie TPE elektronisch angetrieben. Spitzenhöhe 500-600-700 mm. Normale Spitzenweite von 3 bis 12 meter.





2) **Tornos paralelos serie TP 16/32. Alturas de las puntas de 750-950-1.500-2.000 mm. Distancias normales entre puntas, de 5 a 30 m.**

Horizontal lathes, type TP 16/32. Height of centers 2' 5 1/2'' - 3' 1 3/8'' - 3' 7 5/16'' - 4' 11 1/16'' - 6' 7''. Standard lenght between centers from 16' 5'' to 98' 5''.

Tours parallèles séries TP 16/32. Hauteur des pointes 750-950-1.100-1.500-2.000. Distance normale entre les pointes de 5 à 30 mètres.

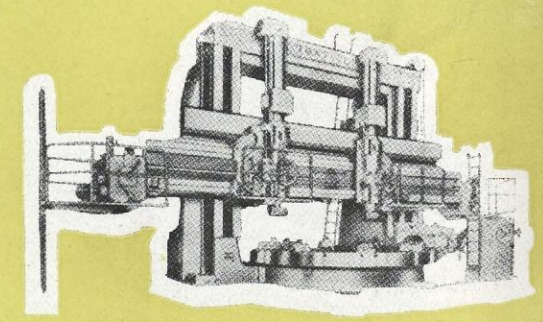
Paralleldrehbänke Typ TP 16/32. Spitzenhöhe 750-950-1.100-1.500-2.000 mm. Normale Spitzenweite von 5 bis 30 meter.

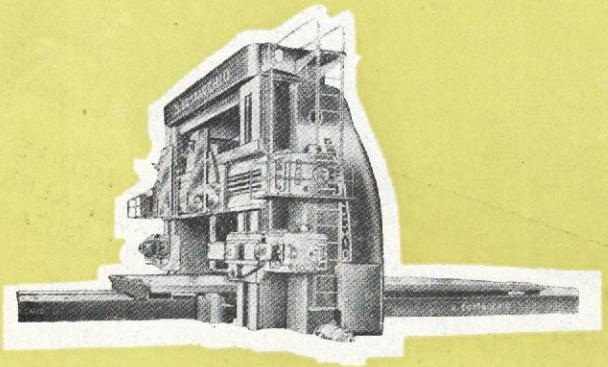
3) **Tornos verticales de dos montantes con plataforma de los siguientes diámetros: de 1.750-2.150-2.700-3.100-3.700-4.000-4.100-4.700 mm. y otros.**

Double Column Vertical Boring and Turning Mills with table having 5' 9'' - 7' 5/8'' - 8' 10 5/16'' - 10' 2'' - 12' 1 11/16'' - 13' 5 7/16'' - 15' 5'' diameter and beyond.

Tours verticaux à deux Montants avec plateau de 1.750-2.150-2.700-3.100-3.700-4.100-4.700 mm., de diamètre et plus.

Zweiständer Karusselldrekbänke, Planscheibe Durchmesser 1.750-2.150-2.700-3.100-3.700-4.100-4.700 mm., und über.





4) **Cepilladoras de dos montantes para trabajos en uno o en los dos sentidos: anchuras de 1.000 a 4.000 mm. Longitudes de la mesa móvil, de 3 a 20 m.**

Double Column Planing Machines with one and two working directions: Width from 3' 3 3/8'' to 13' 1 1/2''. Table lenght from 9,84' to 65,62'.

Raboteuses à deux montants à un et deux sens de rabotage. Largeur de 1.000 à 4.000 mm. Longueur de la table mobile, de 3 à 20 mètres.

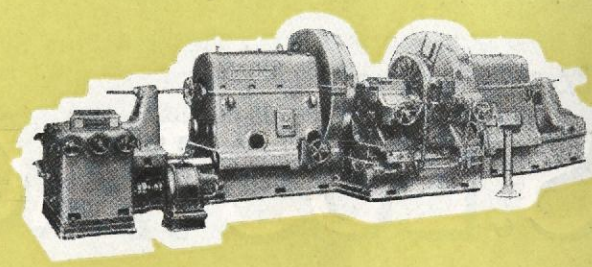
Ein und Zweiweg Zweiständer Hobelmaschinen. Breite von 1.000 bis 4.000 mm. von 3 bis 20 meter.

5) **Tornos para ejes montados de locomotoras. Diámetro de las ruedas, de 900 a 2.000 mm. Distancias entre las plataformas, de 2.000 a 3.000 mm.**

Locomotive Wheel Lathes, type AM 16: Wheel diameters 2' 11 7/16'' ÷ 6' 7''. Distance between chuck centers 6' 7'' ÷ 9' 10 1/8''.

Tours pour essieux montés de locomotive, type AM 16. Diamètre des roues, de 900 à 2.000 mm. Distance entre les plateaux, de 2.000 à 3.000 mm.

Radsatzdrehbänke, Typ AM 16. Raddurchmesser 900-2.000 mm. Spitzenweite 2.000-3.000 mm.



Información Profesional

ALGUNAS CONSIDERACIONES SOBRE LA IMPORTANCIA DE LA MARINA MERCANTE

En la televisión francesa se celebró no hace mucho un diálogo con personas destacadas de la Marina Mercante y Construcción Naval de aquel país, a propósito del interés que puedan presentar estas industrias desde un punto de vista nacional.

El *Journal de la Marine Merchande* recogió algunas manifestaciones hechas en dicha entrevista en su número de 27 de mayo, acompañándolas de un breve comentario.

Como muchas de las reflexiones hechas en dicha ocasión son igualmente aplicables a nuestro país, citamos que la editorial comienza recordando que Francia está en el extremo de un continente bañada por cuatro mares, consideraciones que sólo hasta cierto punto son ciertas, pero que ni estos hechos ni la consideración de que el único enlace con las colonias es por mar han llegado a dar a la masa del pueblo francés la mentalidad marítima que sería de desear. El francés medio no conoce la importancia que puede tener la Marina Mercante en la economía nacional, y se contenta con tener por ella una vaga simpatía. Por esta razón se intenta informar a la opinión y crear un ambiente favorable a la Marina. Empleándose para ello, entre otros medios, el de la radio y la televisión.

En la sesión a que se ha hecho referencia al principio de este artículo, el señor Courau, presidente de la compañía Transports Océaniques, dijo, entre otras cosas: "Si Francia no tuviese Marina Mercante estaríamos a merced de la buena voluntad de los armadores extranjeros, lo que provocaría serios inconvenientes para nuestro comercio exterior, ya que dichos buques darían una prioridad evidente a las mercancías que interesaran a su propio país, aun a costa del aprovisionamiento del nuestro. Todos los países han comprendido este hecho, hasta tal punto que incluso Suiza dispone de una flota de una veintena de buques, que les es precisa para asegurar su aprovisionamiento fundamental. Pero, además, el país debería desembolsar al año un equivalente a 150.000 millones de francos en divisas por estos servicios, lo que, naturalmente, nos obligaría a reducir nuestras compras en el extranjero, comprometiendo los suministros de materias primas para la industria y otros productos que, aunque no por ser de consumo cotidiano, dejan de provenir de países exóticos, como el algodón, el café, el cacao, etc., y rebajando a fin de cuentas el nivel de la vida en el país. El transporte de petróleo, por ejemplo, cuesta actualmente tanto como el petróleo bruto en el país de origen, de modo que si se transportara en un buque extranjero costaría el doble de divisas que si lo es en un buque francés; o lo que es lo mismo, con la misma cantidad de moneda extranjera no se podría importar más que la mitad. Por consiguiente, un procedimiento seguro de aumentar la capacidad adquisitiva de materias primas en el extranjero consiste en aumentar la flota mercante nacional.

Por otra parte, Francia recibe una serie de productos, materias primas y alimentos—por ejemplo, fruta—del Africa del Norte y de las colonias, que tienen que venir por mar. Se trata, por supuesto, de mercancías francesas; pero si no hubiese barcos nacionales que los transportaran, costarían divisas, a pesar de ello. Y como no se dispone de todas las divisas que se podría desear, este comercio se reduciría, con perjuicio de la economía de las colonias y de los consumidores de la metrópoli.

Actualmente, el volumen de ingresos de la Marina Mercante francesa es de unos 200.000 millones de francos por año, de los que 50.000 corresponden a pasajes y los 150.000 restantes a fletes de mercancías. Pero, además, se pagan unos 50.000 millones de francos al año por transportes realizados por cuenta francesa en buques de otras nacionalidades.

La flota mercante francesa podría tomar mayor parte en el comercio exterior; pero los precios franceses son más elevados que los extranjeros, alrededor del 20 por 100, y en el mar no puede existir proteccionismo, como, por ejemplo, se protegen los productos del país por medio de las Aduanas; por lo que no pueden competir en muchos casos con los buques de otros países. El problema no es difícil de solucionar, y se espera que el Gobierno se haga eco de las necesidades sentidas."

Revista de Revistas

BUQUES MERCANTES

LOS NUEVOS BUQUES FRUTEROS "VELAZQUEZ" y "VALDES", PARA EL SERVICIO ENTRE EL REINO UNIDO Y ESPAÑA

Ultimamente se han terminado en Alemania la construcción de los buques "Velázquez" y "Valdés", construídos por cuenta de la Cía. MacAndrews & Co. Ltd., de Londres.

Las características principales de estos buques son los que se indican a continuación:

Eslora total	101,89 m.
Eslora entre perpendiculares	91,5 m.
Manga fuera de miembros	13,8 m.
Puntal a la cubierta shelter	8,34 m.
Calado	5,3 m.
Peso muerto	2.570 tons.
Arqueo	2.200 t. r. b.

Los buques pertenecen al tipo de cubierta shelter abierta y han sido construídos para poder navegar entre hielos. Las formas son Maier.

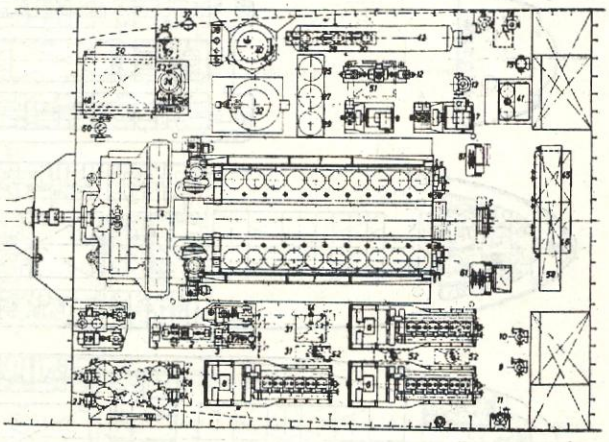
Los dispositivos para la carga consisten en seis posteleros y un mástil bípode a proa, con las correspondientes maquinillas de carga, que son eléctricas, con una capacidad de izada de tres toneladas cada una de ellas.

Habiendo sido proyectados estos buques para el transporte de fruta, se ha previsto una amplia ventilación para las bodegas, realizada tanto por ventiladores eléctricos de impulsión como de extracción. Pero aparte de estas bodegas ventiladas existe también en el buque dos espacios refrigerados de 1.400 pies cúbicos cada uno.

Como es corriente en los buques de este tipo, se han dispuesto alojamientos para 12 pasajeros en cuatro camarotes dobles y cuatro individuales. Cada dos de estos camarotes disponen de un cuarto de baño común, como se puede observar en la disposición adjunta.

Los alojamientos comunes están dispuestos con mucha comodidad y gusto y constan de un comedor a proa con una veranda-cuarto de estar a uno de los costados y un bar-fumador al otro, y además, un cuarto de estar propio para señoras a popa de la misma cubierta.

En la cubierta principal — no se reproduce en la figura—están situados los bodeguines refrigerados a proa de la ciudadela, y bajo ésta están, a ambos costados, los alojamientos de la tripulación, camareros, cocinero, etc., y a popa, la gambuza y



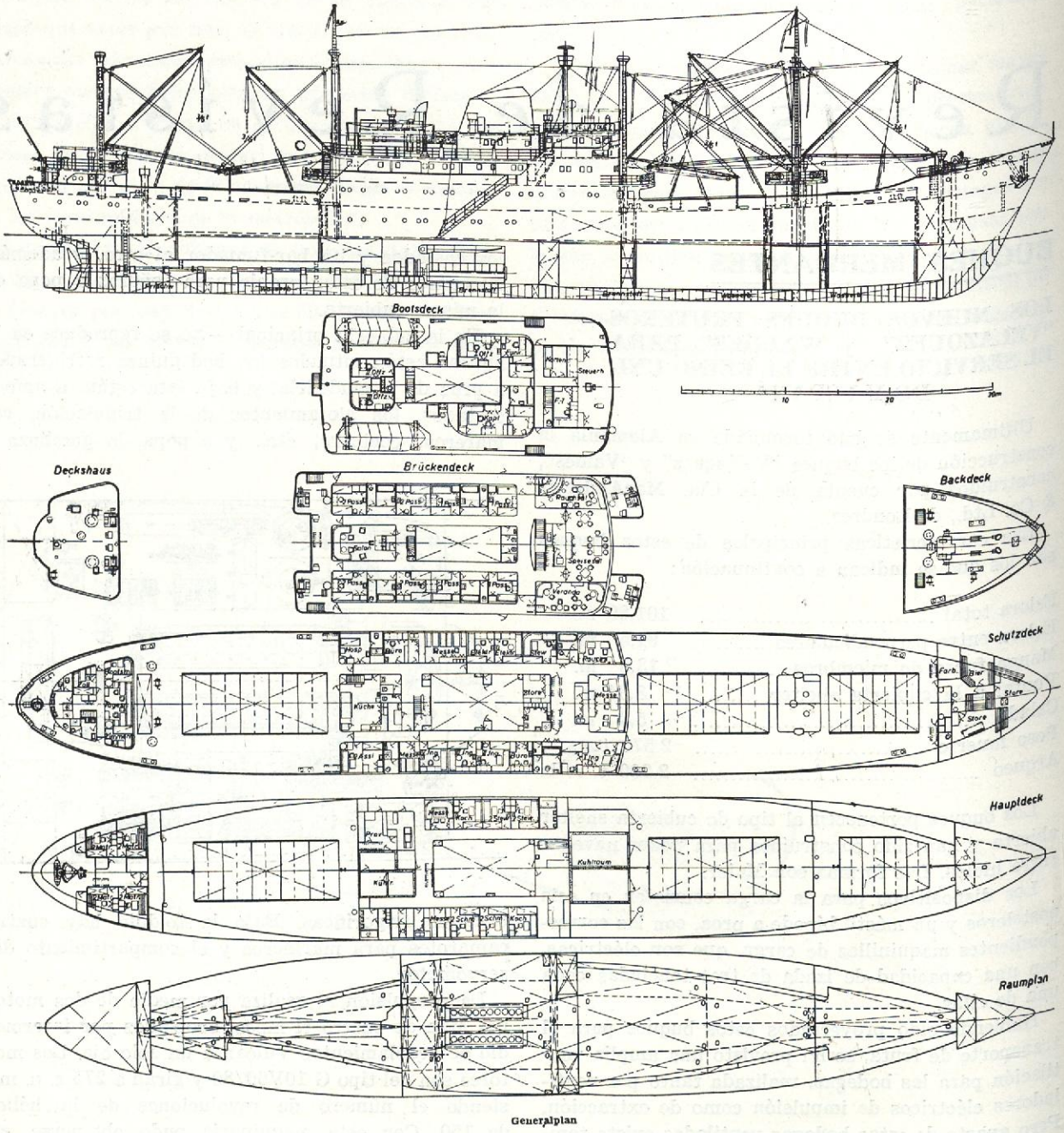
cámaras frigoríficas. Bajo la toldilla hay cuatro camarotes para marineros y el compartimiento del servomotor.

La propulsión se realiza por medio de dos motores Man de cuatro tiempos, acoplados por intermedio de acoplamientos Vulcan a un solo eje. Los motores son del tipo G 10V60/80 y giran a 275 r. p. m., siendo el número de revoluciones de la hélice de 150. Con esta maquinaria pudo obtenerse, en pruebas, una velocidad de 16,5 nudos con el buque en lastre, con lo que puede asegurarse una velocidad del buque cargado en buenas condiciones de mar de 15,75 nudos.

Los grupos electrógenos consisten en tres motores Man acoplados a sendas dínamos de 150 Kw., y además, un grupo motor - dínamo - compresor de arranque automático y 26 caballos de potencia. Aparte de todas las auxiliares normales, lleva una caldereta en la que se quema petróleo para la producción del vapor necesario para la calefacción, que

se realiza por medio de calentamiento de aire por el sistema Thermotank.

Para más detalles puede verse el artículo publicado por "Hansa" el 25 de febrero de 1955.



Generalplan

TEORIA DEL BUQUE

EL TUNEL AERODINAMICO DEL INSTITUTO PARA LA CONSTRUCCION NAVAL DE LA UNIVERSIDAD DE HAMBURGO

En la Universidad de Hamburgo ha sido puesto en funcioramiento recientemente un "túnel" aerodinámico para la realización de ensayos relacionados con la construcción naval. Estos ensayos consistirán, no solamente en los problemas propios de la aerodinámica del buque, es decir, la resistencia aerodinámica de las superestructuras y resto de la obra muerta, la dirección de los humos y estudio de las chimeneas, etc., sino también otras experiencias que pudieran realizarse en el agua, pero que

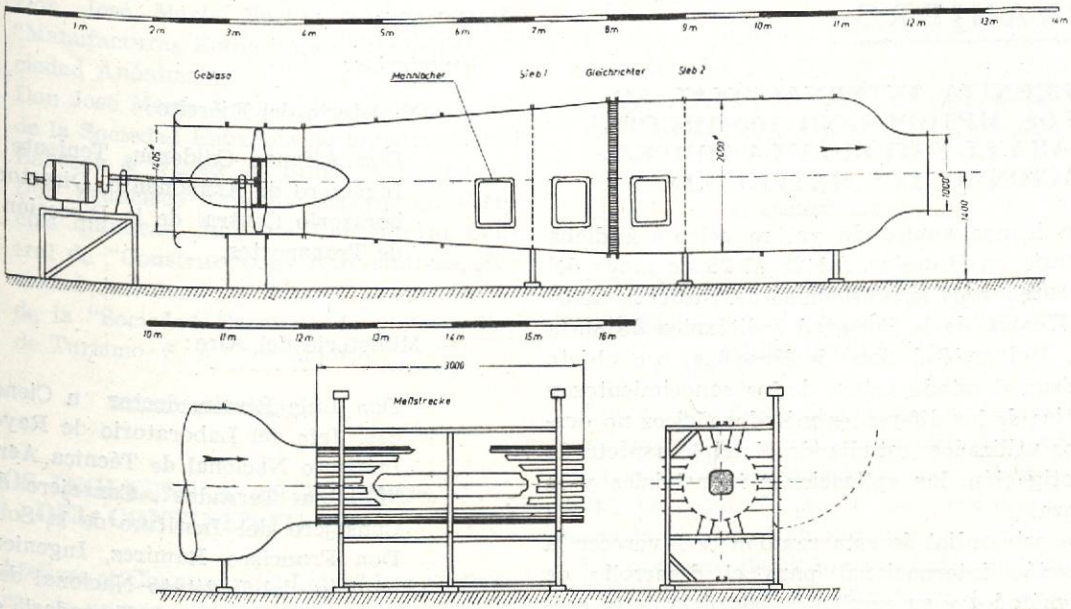
resultan mucho más cómodas y económicas de realizar con este aparato.

Entre las más importantes de estas experiencias están las relacionadas con la resistencia de fricción y de formas de la carena que pueden medirse ensayando dos carenas iguales unidas por la flotación, que forma un plano de simetría, al número de Reynolds correspondiente a los ensayos que se realizan en el canal, determinándose así de una manera sencilla la parte de la resistencia debida a la formación de olas y la correspondiente a los efectos de la viscosidad.

La diferencia más notable entre el túnel aerodinámico de que estamos tratando y los que se emplean normalmente en los centros de estudios técnicos de aviación, es que la relación de eslora a manga en los buques es mucho mayor de la que normalmente se encuentra en los aviones, por lo que la cámara de observación o espacio en el que se ha de introducir el modelo para los ensayos, es mucho más largo de lo normal. Por esta razón, este túnel ha sido proyectado expresamente para el fin a que se destina.

En la figura, tomada de la revista "Hansa" de 25 de febrero de 1955, se presenta una sección de dicho túnel.

El flujo no se produce en circuito cerrado, sino abierto, aspirando el ventilador del ambiente y enviándolo a través de un difusor, de dos telas metálicas y un rectificador de colmena, dispuestos para hacer el flujo lo más uniforme posible en toda la sección a una tobera en la que se reduce esta sección en la relación cuatro a uno. A la salida de la tobera está el espacio donde se monta el modelo. Como éstos han de ser muy largos, como antes se ha dicho, se consideró la conveniencia de acoplar un conducto a continuación de la tobera con el objeto de que la mezcla que por fricción se forme entre el chorro de aire que sale de aquélla con el aire del ambiente no acorte el espacio útil de medida o hubiese que hacer, para que éste fuera lo suficiente grande, una instalación de unas dimensiones exageradas. Pero como el túnel cerrado tiene, por otra parte, el inconveniente de presentar otras condiciones en los límites de las que se presentan en la realidad y da lugar a que se produzcan diferencias de presión en el campo—tanto mayores cuanto mayor sea el modelo que se ensaya—en vez de dar una presión constante como ha de suceder en la realidad, se adoptó una tercera solución, consistente en disponer una serie de franjas paralelas al flujo, tal como se indica en la figura.



Estas tiras son de material transparente con objeto de poder estudiar los fenómenos que se producen en el modelo y están dispuestas en una tapa en la parte donde se sitúa el observador con objeto de poder tener acceso fácil al modelo y cámara de observación. Por lo demás, están lo suficientemente separadas para que la presión en su superficie sea prácticamente igual que la del ambiente y lo suficientemente juntas para que el chorro de aire no arrastre el aire que lo rodea, deshaciéndose antes de lo que conviniera. Por el momento, el chorro de aire en la cámara de observación es de un metro de diámetro y la velocidad que puede alcanzarse en el mismo, de 32 metros por segundo. La jaula de tiras a que antes se ha hecho referencia, tiene, por el momento, una longitud de tres metros. La regulación de la velocidad se realiza por medio de un aparato electrónico que actúa sobre las revoluciones del motor del ventilador, manteniendo constante su velocidad de giro independientemente de la carga a que puede estar sometido y de las oscilaciones de tensión en la red.

Información General

EXTRANJERO

CONFERENCIA INTERNACIONAL SOBRE LOS METODOS NO DESTRUCTIVOS PARA EL ESTUDIO Y LA COMPROBACION DE LOS MATERIALES

Según hemos anunciado ya, se celebrará dicha Conferencia en Bruselas, del 23 al 28 de mayo del año en curso, bajo la presidencia del profesor Georges A. Homès, de la Facultad Politécnica de Mons y de la Universidad libre de Bruselas, con objeto de precisar el estado actual de los conocimientos y la práctica de los diferentes métodos físicos no destructivos utilizados, estudiando el triple aspecto de la investigación, las aplicaciones industriales y la enseñanza.

El fin primordial de esta reunión es favorecer la colaboración internacional para el desarrollo de nuevos métodos y su empleo en beneficio de la economía y seguridad de las construcciones.

En las diferentes sesiones de trabajo se tratarán como temas generales radiología, ultrasonidos y métodos magnéticos, completándolos con otros especiales, como los de protección de operadores, normalización, bibliografía, etc.

Las lenguas oficiales autorizadas serán: alemán, francés e inglés.

Los países participantes son: Alemania, Austria, Bélgica, Dinamarca, España, Estados Unidos, Finlandia, Francia, Gran Bretaña, Italia, Noruega, Países Bajos, Sarre, Suecia, Suiza y Yugoslavia.

Gracias a la entusiasta colaboración de la industria y organismos oficiales de nuestra patria, el Instituto de la Soldadura, que tomó a su cargo la formación de una Delegación española, ha podido obtener la siguiente composición:

PONENTE GENERAL:

Don Manuel de Miró Ramonacho, Ingeniero Industrial, Director del Instituto de la Soldadura del C. S. de I. C.

DELEGADOS:

Ministerios:

— Ministerio del Ejército:

Don Alfonso Calderón, Teniente Coronel, Ingeniero de Armamento, Director del Laboratorio Central de la Dirección General de Transportes.

— Ministerio del Aire:

Don Luis Rivoir, doctor en Ciencias físicas, Jefe del Laboratorio de Rayos X del Instituto Nacional de Técnica Aeronáutica "Esteban Terradas", Consejero del Insti-
Consejero del Instituto de la Soldadura.
Don Francisco Ramírez, Ingeniero Aeronáutico, del Instituto Nacional de Técnica Aeronáutica "Esteban Terradas", que lleva asimismo la representación de la Escuela de Ingenieros Aeronáuticos.

Institutos de Investigación del Consejo Superior de Investigaciones Científicas:

Don José Ors, doctor en Ciencias físicas, del Instituto del Hierro y el Acero.
Don José Montull, licenciado en Ciencias físicas, del Instituto "Leonardo Torres Quevedo".
Don Alfonso Ruiz Rubio, licenciado en Ciencias químicas, del Instituto de la Soldadura.

Escuelas técnicas superiores:

Don Fernando del Moral, Ingeniero Industrial, profesor de la Escuela Central de Ingenieros Industriales.

Laboratorio de Ensayos:

Don Vicente Castro, doctor en Ciencias físicas, Jefe de la Sección de Física del Laboratorio Central de ensayos de materiales de construcción.

Industria privada:

Don Aurelio de Arteche, director de "Electrotécnica Arteche Hermanos, S. A.", de Munguía (Vizcaya).
Don Ignacio Leizaola, director gerente de "Manufacturas Fotográficas Españolas, Sociedad Anónima", de Madrid.
Don José María Sáenz, subdirector de "Manufacturas Fotográficas Españolas, Sociedad Anónima".
Don José María Albo, Ingeniero industrial, de la Sociedad Española de Construcciones Babcock & Wilcox, de Bilbao.
Don Francisco Trincado, doctor en Ciencias químicas, Jefe del Laboratorio Central de "Construcciones Aeronáuticas, Sociedad Anónima", y Representante técnico de la "Sociedad Española de Automóviles de Turismo, S. A.", de Madrid.

PEDIDOS INGLESES A ASTILLEROS DEL CONTINENTE

Los "Ateliers et Chantiers del Loira" han recibido un encargo de un armador inglés para la construcción de una motonave de carga de 11.000 toneladas, que será propulsada por un motor Diesel Burmeister & Wain, dispuesto en la extremidad de popa.

La entrega se efectuará en junio de 1956.

La "Blue Star Line" ha firmado un contrato con la "Bremen Vulcan Ship" para la construcción de una motonave de carga refrigerada de unas 12.000 toneladas de peso muerto.

Esta última orden es adicional a otra efectuada hace un mes, que comprende dos buques similares para el mismo astillero.

BOTADURA DEL PETROLERO A MOTOR "KONGSTEIN"

El 29 de marzo se efectuó en los astilleros suecos de Kockum, Malmö, la botadura del petrolero a motor de 24.400 toneladas "Kongstein", construído para armadores noruegos.

Al final de la guerra, en 1945, se había construído en el mismo astillero un petrolero de 16.155 toneladas de peso muerto, también denominado "Kongstein", que fué vendido recientemente a armadores finlandeses que lo han bautizado "Inga".

Las características principales del "Kongstein" son:

Eslora total	184,80 m.
Eslora entre perpendiculares	173,75 m.
Manga de trazado	23,47 m.
Punta a la cubierta principal	13,03 m.
Calado al franco bordo de verano, aproximadamente	9,83 m.
Peso muerto	24.400 tons.

El equipo propulsor está formado por un motor Diesel Kockum-MAN, de 9 cilindros, simple efecto, que desarrollará 8.100 SHP a 115 r. p. m.

La velocidad prevista es de 14,75 nudos.

ORDENES DE CONSTRUCCION DE PETROLEROS DE 50.000 TONELADAS PARA FRANCIA

Cuatro petroleros de más de 50.000 toneladas de peso muerto han sido encargados por una compañía americana, dos de ellos a los astilleros de "Penhöet", en Saint Nazaire y los otros dos a los astilleros de "France", en Dunkirk.

Un carguero de 12.500 toneladas de peso muerto ha sido pedido por un armador noruego a los citados astilleros de "France". Esto hace elevar el número de cargueros y costeros pedidos por Noruega desde el último verano a 12.

BOTADURA DEL "NIASSA"

A principios del mes de marzo ha tenido lugar en los astilleros de Cockerill (Bélgica), la botadura del barco mixto "Niassa", construído en aquellos astilleros para la Compañía Nacional de Navegação de Lisboa.

El nuevo buque tiene las características principales que se indican a continuación:

Eslora	151,31 m.
Eslora entre perpendiculares	139,60 m.
Manga fuera de miembros	19,40 m.
Puntal a la cubierta de franco bordo	11,95 m.
Calado aproximado	8,30 m.

El peso muerto será de unas 10.000 toneladas y llevará alojamientos para 12 pasajeros en primera clase y 300 en tercera.

Los alojamientos comunes para todos los pasajeros estarán provistos de acondicionamiento de aire.

La propulsión ha de realizarse por medio de un motir tipo Doxford construído en Ansaldo, capaz de desarrollar una potencia máxima de 7.150 caballos a 115 r. p. m. La velocidad prevista en pruebas es de 16,2 nudos.

CONSTRUCCION DE PETROLEROS EN ITALIA

La "Panamá Transport, Co.", del grupo "Esso-Standard", ha encargado la construcción de un petrolero de 35.550 toneladas a los "Astilleros Reunidos del Adriático", de Monfalcon (Trieste).

Estos astilleros—el principal de los cuales está en Trieste—ha firmado recientemente un acuerdo para la construcción de maquinaria para buques para Yugoslavia. El valor del contrato asciende a más de £ 1.400.000.

CONSTRUCCION DE PETROLEROS EN SUECIA

Los astilleros Kockum, de Malmö, van a construir dos petroleros de 38.500 toneladas de peso muerto para la firma "Stavros Niarchos".

Ambos irán equipados con turbinas de vapor de una potencia de 16.500 CV. para obtener una velocidad de 17 nudos. Su eslora es de unos 214 metros, estando prevista su entrega para los meses de enero y noviembre de 1957.

BUQUES EN CONSTRUCCION EN LA ALEMANIA OCCIDENTAL

Existen actualmente en construcción para las Compañías "Hamburg Amerika Linie" y para la "Nord Deutscher Lloyd", seis buques mixtos de carga y pasaje de 9.200 toneladas de peso muerto y 86 pasajeros.

Las características de los dos primeros, cuyo lanzamiento ya se ha efectuado, son las siguientes:

Eslora	163 m.
Manga	19,40 m.
Arqueo bruto	9.008 tons.
Peso muerto	9.200 tons.

Estos buques tienen forma "Maier", con popa de crucero. El casco está dividido en nueve compartimientos y llevarán seis bodegas y tres tanques profundos de aceite.

El equipo propulsor estará formado por dos motores M. A. N. de 5.280 CV., con una velocidad de 27 nudos.

Los camarotes de pasaje son de una o dos camas, con cuarto de baño o ducha individual.

EL NUEVO TRANSBORDADOR "KONG FREDERIK IX"

A fines del mes de diciembre último fué terminado en los astilleros de Elsinore el nuevo transbordador "Kong Frederik IX", construído para el servicio entre Dinamarca y Alemania, completando así el que está realizando el transbordador "Deutschhand", terminado hace año y medio.

Las características principales del nuevo buque son las siguientes:

Eslora entre perpendiculares	110,5 m.
Manga	17,8 m.
Puntal a la cubierta de vagones	7,2 m.
Peso muerto	1.300 tons.
Velocidad en servicio	16 nudos.

El buque ha sido proyectado para poder transportar 1.200 pasajeros en el recorrido Grosserbrode-Gedser.

La construcción es en su mayor parte soldada, aunque las cuadernas están remachadas. La superestructuras han sido construídas en gran parte con aluminio, así como la chimenea, palos y botes salvavidas. Las portas de proa y popa funcionan por medio de máquinas hidráulicas.

La cubierta de coches tiene tres vías y ha sido forrada de madera hasta la altura superior de los raíles, con objeto de poder transportar también automóviles, para cuyo fin tiene una capacidad aproximada de un centenar.

Una novedad en estos tipos de buques es que la cubierta de paseo ha sido totalmente cerrada, con objeto de disponer de un espacio mayor para salones, comedores, etc.

La protección contra incendios ha sido realizada de acuerdo con la Convención de 1948, Método III.

Los facilidades para la navegación son también dignas de mención, habiéndose dispuesto dos puentes de gobierno, uno en cada extremo de la cubierta correspondiente y dos timones, uno a proa y otro a popa, que pueden ser movidos desde ambos puentes.

La maquinaria propulsora consiste en dos motores

Burmeister & Wain directamente acoplados. Los motores pertenecen al tipo 1050-VF90 y son de dos tiempos, siendo capaces de desarrollar cada uno de ellos 4.600 I. H. P. Los grupos electrógenos consisten en cuatro motores Diesel, moviendo dos de ellos sendas dínamos de 340 Kw., y los otros dos, de 280; además se han montado dos grupos de emergencia de 18 Kw. y una batería de 220 voltios, pudiendo esta instalación ponerse automáticamente en funcionamiento cuando falte la energía en los servicios principales.

LOS POSIBLES BARCOS DEL FUTURO

El profesor Picard ha declarado últimamente que según sus ideas, los buques del futuro podrían basarse en la manera que tienen los delfines de nadar. Según las observaciones del profesor, los delfines nadan sin producir torbellinos, con un gasto de energía mucho menor, relativamente, que el que necesitan los buques hasta ahora construídos, gracias a la sensibilidad que poseen en la piel, que les hace moverse de una manera conveniente para evitar un gasto superfluo de energía. Por consiguiente, se pregunta, ¿por qué no hacer un barco recubierto de una membrana de caucho, disponiendo en su interior numerosos manómetros que enviaran las señales correspondientes a un cerebro electrónico situado en el interior del buque, que mandara las maniobras precisas para modificar las formas de la carena para disminuir la resistencia? Para evitar, además la resistencia por formación de olas podría el buque navegar totalmente sumergido.

Por consiguiente, lo que propone el profesor Picard es la construcción de transatlánticos completamente submarinos, que naveguen a 50 metros de profundidad, a una velocidad de 60 nudos. Como la potencia necesaria por estos procedimientos habría de ser muy pequeña, los pasajes serían muy baratos y podría atravesarse el Atlántico en menos de dos días.

Esta es la idea; las dificultades no tienen importancia; los Ingenieros Navales podrán resolverlas.

CANCELACION DEL CONTRATO DE UN PETROLERO

Ha sido cancelado un pedido efectuado por el grupo "Onassis" de un petrolero de 45.000 toneladas para los astilleros de Howaldtswerke", de Hamburgo.

El pedido efectuado en 1952 comprendía una serie de tres unidades. Los otros son el "Tina Onassis", terminado a finales de 1953, y el "Al-Malik Saud Al-Awal", cuyas pruebas se efectuaron en noviembre del año último.

INSTALACION DE ESTABILIZADORES EN EL "QUEEN ELIZABETH"

Durante la reparación anual de este trasatlántico de 83.000 toneladas, se han estado montando estabilizadores "Deny Brown", quedando por ello fuera de servicio desde finales de enero hasta fines de marzo del año actual.

BOTADURA DEL "RICARDO DE LARRINAGA"

A principios de enero fué efectuada en los astilleros ingleses de "William Pickersgill & Sons" la botadura del buque de carga de 10.000 toneladas de peso muerto "Ricardo de Larrinaga" para la Compañía Larrinaga, de Liverpool.

Es el segundo de una serie de tres unidades encargadas a dichos astilleros por la citada Compañía, el primero de los cuales, el "Ramón de Larrinaga" —nombre del gerente de la Compañía—entró en servcio en marzo de 1954.

NACIONAL

OCTAVAS REUNIONES TECNICAS DEL INSTITUTO DE RACIONALIZACION DEL TRABAJO

El Instituto Nacional de Racionalización del Trabajo, por su Departamento de Organización Científica, continúa este año, con las Octavas Reuniones Técnicas, la labor que lleva a cabo desde el año 1948, de dar a conocer las aplicaciones de las modernas técnicas de organización de la producción, así como proporcionar a aquellos interesados la oportunidad de conocer los fundamentos de estas técnicas.

Debido a la gran acogida que han tenido estas Reuniones entre el personal de la industria, cada año se ha procurado tratar las materias que, en el momento, presentan mayor interés incluyendo en el programa aquellos temas que pudieran reportar mayores beneficios para los asistentes.

Continuando con esta orientación, este año se han

introducido algunas modificaciones, como la celebración de un "coloquio" sobre los problemas que plantea la mejora de los métodos de trabajo en industrias variadas, mediante el estudio de los movimientos y tiempos de trabajo, lo que permitirá conocer opiniones de especialistas en estas materias procedentes de diversos campos, así como la posibilidad de que los asistentes puedan intervenir posteriormente exponiendo sus puntos de vista sobre los citados temas.

Para facilitar la asistencia a estas Reuniones de Técnicos de industrias situadas en diferentes lugares de España, los trabajos se desarrollarán con carácter intensivo durante una semana.

Programa del ciclo de conferencias.

Lunes 30 de mayo, a las siete de la tarde: *Discurso de apertura del ciclo de conferencias.*

A continuación: *El Seguro de Paro tecnológico,* Sr. D. José Ramón Cárdenas, Subdirector general de Trabajo.

Martes 31 de mayo, a las siete de la tarde: *Plan nacional de adiestramiento de mandos intermedios,* Sr. D. Carlos Moreno, Ingeniero de Minas, Secretario de la Subcomisión de Trabajo de Adiestramiento de Mandos en la Empresa (A. M. E.) de la Comisión Nacional de Productividad Industrial.

Miércoles 1 de junio, a las siete de la tarde: *Una experiencia en la formación acelerada de obreros especialistas,* Sr. D. Ramón Bouza, Ingeniero Naval de la Empresa Nacional "Elcano" de los astilleros de Sevilla.

Jueves 2 de junio, a las siete de la tarde: *Simplificaciones en un método de programación lineal,* señor D. *Ricardo San Juan,* Catedrático de la Universidad.

Coloquio.

Viernes 3 de junio, a las seis y media de la tarde: *Mejora de métodos de trabajo en la práctica. Problemas de aplicación,* será mantenido por los señores D. Juan Torras Serratacó, Director de "Industrial Torras, S. A.", Barcelona; D. Juan Manuel Elorduy, Ingeniero Industrial de la "S. A. Echevarría", Bilbao; D. Florentino Moreno Ultra, Ingeniero Naval de la "Sociedad Española de Construcción Naval", Cádiz.

En él se tratarán, desde puntos de vista muy distintos, las aplicaciones de los métodos de trabajo a diversas industrias.

A continuación los asistentes podrán hacer, dentro de las normas que se establezcan, preguntas sobre los temas tratados.

Cursos.

Curso A: *El control estadístico de la calidad,* señor D. Pedro Mendizábal, Ingeniero Industrial, Profesor de la Escuela Especial de Ingenieros Industriales de Bilbao.

En este curso, de nueve horas de duración, se examinará el importante problema del control de la calidad, y se expondrán los procedimientos para su realización. El índice general de materias será:

a) Estimación cuantitativa de la calidad.
  1) Examen de una estadística.
  2) Números representativos de una estadística.
b) El control de la calidad.
  1) Variabilidad de los procesos de fabricación.
  2) Examen de muestras.
  3) Gráficos para el control de calidad.
  4) Fabricación con arreglo a una especificación.
c) Estimación cualitativa.
  1) Fracción defectiva.
  2) Muestras.
  3) Gráficos de control.
d) Control por número de defectos.

Horario: Del 30 de mayo al 4 de junio, ambos inclusive, de doce a una y media de la mañana.

Curso B: *Distribución de elementos dentro de la fábrica o taller* (Layout), Sr. D. Alfredo Miret, Ingeniero Industrial de la Sección Técnica de la Secretaría de la Comisión Nacional de Productividad.

Este curso tendrá dieciocho horas de duración y tratará de las materias cuyo índice se indica a continuación:

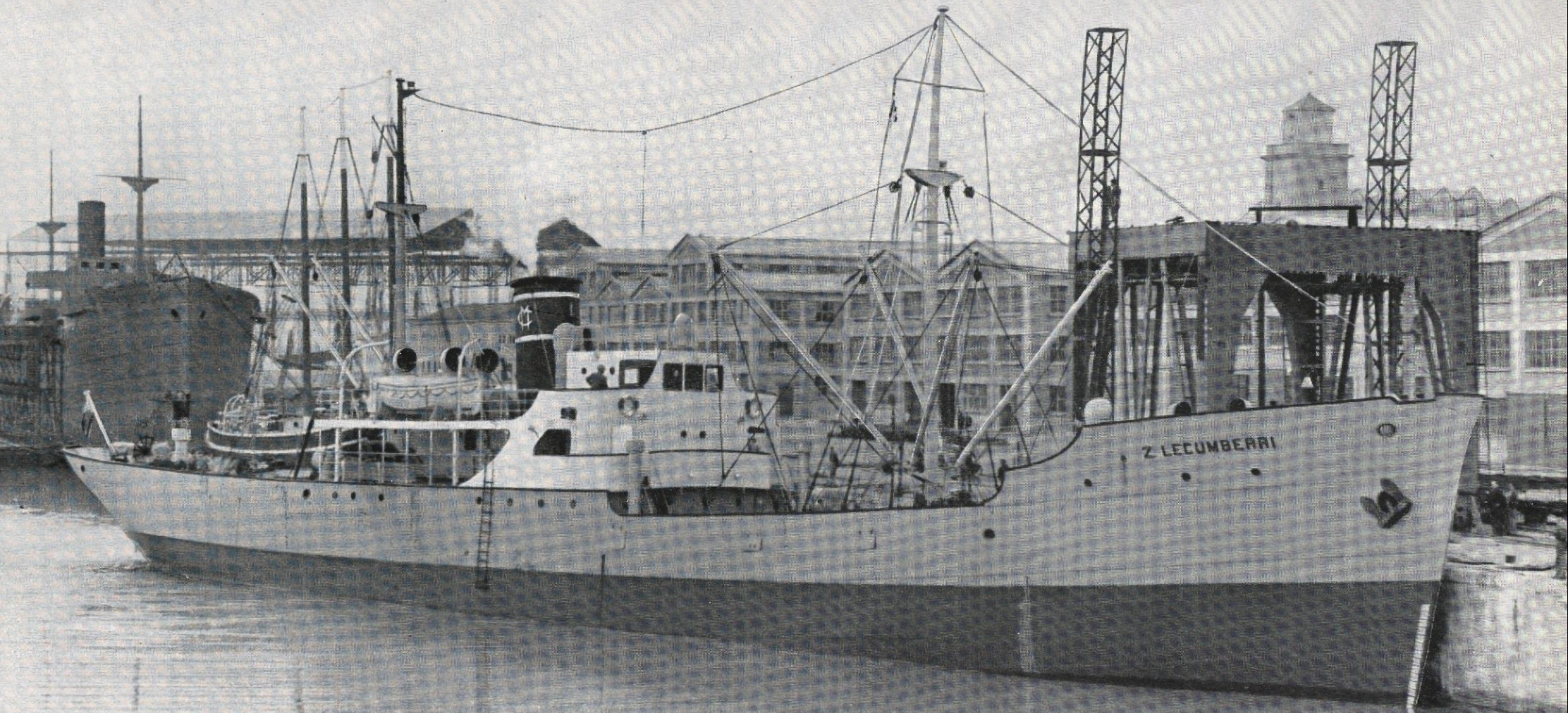
a) Naturaleza y objetivos de la distribución.
b) Tipos de distribución.
c) Factores que influyen en ella.
d) Fundamentos.
e) Distribución general de conjunto.
f) Plan detallado.
g) Práctica de la distribución.
h) Las operaciones y su secuencia.
i) Requerimientos de espacio.
j) Determinación del recorrido. Diagramas.
k) Comprobación de a distribución.
l) Instalación.

Horario: Del 30 de mayo al 4 de junio, de nueve a doce de la mañana.

Curso C: *Valoración de trabajos y sistemas de salarios con incentivo,* Sr. D. Alberto Pintado Fe, Ingeniero Industrial del Departamento de Organización Científica del Trabajo del Instituto Nacional de Racionalización.

CONSTRUCCIÓN Y REPARACIÓN DE BUQUES · VARADERO

ESCOTILLAS METÁLICAS ELCANO-MAC GREGOR · PESCANTES ELCANO-WELIN · PALOS BIPODES



ASTILLEROS DE SEVILLA
EMPRESA NACIONAL ELCANO

Estará dedicado este curso, de diez horas de duración, a exponer los modernos principios en que se basa la remuneración del trabajo. El índice general del curso será:

a) Valoración del trabajo.
  1) Necesidad de la valoración.
  2) Clasificación de los trabajos.
  3) Sistemas de valoración.
  4) Escalas de salarios.

b) Calificación por el mérito.
  1) Principios de la calificación.
  2) Métodos de calificación.
  3) Aplicación del plan.

c) Salarios con incentivo.
  1) Diferentes tipos de sistemas.
  2) Ventajas e inconvenientes.
  3) Principios generales relativos a su empleo.
  4) Problemas que se plantean a la introducción de un sistema de incentivos.

Horario: Del lunes 30 de mayo al viernes 3 de junio, de cuatro y media a seis y media de la tarde.

Solicitudes para los asistentes a las Octavas Reuniones Técnicas.

Todos los interesados en tomar parte en estas Reuniones lo comunicarán al Departamento de Organización Científica del Trabajo, Serrano, 150, Madrid, antes del día 25 de mayo. La inscripción será gratuita, pero se hará constar si se desea asistir a alguno de los cursos para los cuales están establecidos los derechos de matrícula especificados en la parte de este programa que trata de la asistencia a los mismos.

Asistencia a los cursos.

Los interesados en los cursos deberán solicitar su asistencia al Departamento de Organización Científica. El número de asistentes a cada curso será limitado, y la selección se hará, en igualdad de nivel técnico, en el orden en que se reciban las peticiones.

Los derechos de metrícula serán de 600 pesetas por cada uno de los cursos A y C y de 750 pesetas por el curso B.

BOTADURA DEL PETROLERO "PUERTOLLANO", PARA LA E. N. "ELCANO"

El día 24 de marzo tuvo lugar, en los Astilleros de la Empresa Nacional "Bazán", de El Ferrol del Caudillo, la ceremonia de lanzamiento de un nuevo petrolero, primero de una serie de cuatro barcos gemelos que están en construcción por encargo de la Empresa Nacional "Elcano". El nuevo buque fué bautizado con el nombre de "Puertollano", actuando de madrina la Excma. Sra. de Planell.

Asistieron a dicho acto con el Ministro de Industria, Excmo. Sr. D. Joaquín Planell, y el Presidente del I.N.I., Excmo. Sr. D. Juan Antonio Suanzes; los Capitanes Generales del Departamento y de la Región, el Director General de Industrias Navales, Presidentes y Directores Gerentes de las Empresas "Elcano" y "Bazán", Alcaldes de El Ferrol del Caudillo y Puertollano y otras Autoridades Civiles y Militares de la provincia, así como el personal directivo de la Factoría constructora.

Las características del barco son las siguientes:

Eslora máxima	172,47	mts.
Eslora entre perpendiculares	161,54	"
Manga	21,67	"
Puntal	11,92	"
Calado en carga	9,19	"
Peso Muerto	18.410	tons.
Capacidad de tanques de carga	23.525	m³.
Arqueo bruto	12.743	T. R.
Arqueo neto	7.205	"
Potencia	7.380	B. H. P.
Velocidad en servicio	14	nudos.
Autonomía	13.000	millas.

La puesta en servicio de este barco será, probablemente, en octubre del presente año.

Como datos técnicos de lanzamiento podemos citar los siguientes:

Pendiente de las imadas	5 ½ %
Presión sobre las imadas	2 kgs/cm².
Velocidad media	5,4 mts/seg.
Aceleración máxima	0,4 mts/seg.²
Tiempo empleado en el recorrido	36 seg.

El sebo base y jaboncillo utilizados han sido el "Basekote" y "Slipkote" de procedencia americana, de la Casa "Esso".

Casco estructural.

El casco está construído según el sistema longitudinal, pero las partes extremas de proa y popa están construídas por el sistema transversal. Está dividido en nueve tanques de carga por medio de mamparos transversales estancos, y cada uno de los tanques está dividido, además, en tres, por dos mamparos longitudinales. Por consiguiente, hay 27 tanques de aproximadamente el mismo volumen cada uno. La cámara de bombas principal se ha dispuesto casi al medio de los tanques de carga, por la popa del puente. Hay dos compartimientos de tan-

ques principales de combustible, uno en el extremo de proa de los tanques de carga y el otro entre la cámara de motores y estos tanques.

La estructura interior del casco está casi soldada en su mayoría, excepto el forro exterior y cubierta principal, que llevan las costuras remachadas y topes soldados. Esta parte del casco está construída con secciones prefabricadas, con un peso de unas

45 toneladas. En esta prefabricación se empleó la soldadura a mano. Las superestructuras están casi totalmente soldadas.

Tubería de carga.

Llevará dos líneas de tuberías para la carga: la tubería principal de toma tiene un diámetro de 300 milímetros con ramales de 250 milímetros cada una que comunican con cada tanque.

Bombas de carga.

Se dispondrán dos bombas horizontales tipo Elcano-B. D. T., que descargarán a razón de 600 m³/h. cada una, accionadas por vapor. También llevará en esta cámara una bomba de sentina a vapor de 30 tons/hora.

En la cámara de bombas principal de proa se dispondrá una bomba de trasvase de combustible, con una capacidad de 50 m³/h y una bomba de lastre de 30 m³/hora.

Maquinaria de cubierta.

El molinete a vapor será adecuado para cadenas de 69 milímetros de diámetro. Se dispondrán tres chigres a vapor de cinco toneladas. El servomotor será del tipo electro-hidráulico, con dos émbolos, y estará accionado por dos motores de 28 HP. Esta maquinaria será del tipo Elcano-B. D. T.

Alojamientos.

Todos los alojamientos dispondrán de aire acondicionado. Sobre las casetas de popa se instalarán dos puestos de refrigeración central de Freón, que abastecerán a los camarotes de la toldilla. La instalación de acondicionamiento de aire en los alojamientos de los oficiales se dispondrá en la cubierta principal bajo la ciudadela.

Los camarotes para maquinistas y marinería se dispondrán en la toldilla y el de la oficialidad de cubierta en la zona del puente. Todos los camarotes serán individuales. Se destinarán grandes espacios para comedores, salas de fumar y recreo.

Instalación eléctrica y equipo de navegación.

La energía eléctrica será de corriente continua a 110 voltios.

Llevará dos Diesel generadores de 80 Kw. cada uno, uno Diesel de 50 y otro de vapor de 75 Kw.

Los equipos de navegación y de radio incluyen un compás giroscópico, instalación de radar, sonda acústica, corredera, telegrafía y telefonía, telégrafos de la sala de máquinas, altavoces para órdenes y luces de reconocimiento para el Canal de Suez.

Maquinaria propulsora.

El motor propulsor será Burmeister & Wain's de dos tiempos, ocho cilindros con un diámetro de 740 milímetros y una carrera de 1.600 milímetros; la potencia normal será de 7.380 B. H. P. a 115 r. p. m. El aire de barrido del motor será suministrado por soplante rotativo accionado por cadena. La refrigeración de los cilindros se hará por agua dulce.

El vapor auxiliar será generado por dos calderas que quemarán petróleo y otra de gas de exhaustación La Mont, trabajando todas ellas a una presión de 12 Kgs/cm².

BOTADURA DE LA CORBETA "PRINCESA" EN LA FACTORIA DE CARTAGENA, DE LA EMPRESA NACIONAL "BAZAN"

El 31 de marzo último, a las doce horas quince minutos se efectuó en la Factoría de Cartagena de la Empresa Nacional "Bazán" la botadura de la corbeta "Princesa", tercera unidad de la serie que para la Marina de Guerra tiene dicha Empresa en construcción, cuyo prototipo, ya en servicio, es la "Descubierta", de cuya entrega publicamos una información en el número de agosto del pasado año.

El buque se construyó en una de las gradas inclinadas de la Factoría, siendo la pendiente de las imadas igual que la de la grada, de un 6 por 100. Siguiendo la práctica ya normal en diversos astilleros españoles, se empleó, en lugar del sebo, la grasa mineral de la Casa "Esso", "Basekote", y "Slikote" como grasa deslizante en lugar del clásico jabón-cillo.

El buque arrancó instantáneamente al disparar las retenidas eléctricas, sin necesidad de emplear los gatos, deslizándose con toda normalidad.

Fué amadrinado por la Excma. Sra. D.ª Mercedes Abella, esposa del Comandante General del Arsenal, Contralmirante Lallemand, que, con todas las Autoridades del Departamento y personal directivo de la Factoría asistió al acto.

La entrega del buque está prevista dentro del presente año.

Proveedores de la Industria Naval

APARATOS DE PRECISION A. F. E. K.

TACOMETROS magnéticos especiales para la MARINA y para la Industria en general. Garantía y precisión. Calle Rosario, 44, bajos. BARCELONA. Teléfono 30-77-26.

ASTILLEROS Y TALLERES DEL NOROESTE, S. A.

Factoría y domicilio social: PERLIO (Fene).—Direcciones: Telegráfica: "Astano". Postal: Apartado 994.—Teléfono 4 de Fene. EL FERROL DEL CAUDILLO.

BOMBA PRAT, S. A.

Bombas rotativas. Bombas centrífugas. Compresores. Humidificación y ventilación.—Apartado 16. Wifredo, números 109-113. BADALONA.

Bombas y Construcciones Mecánicas WORTHINGTON, S. A.

Fábrica y Oficinas Técnicas: Embajadores, 173 (Legazpi).—Teléfonos 27 97 40 - 48 - 49. — MADRID.

COMERCIAL PIRELLI, S. A.

Desde más de medio siglo, especializada en Conductores Eléctricos aislados para la Marina Mercante y la Armada. Neumáticos. Artículos varios de goma.—Ronda de la Universidad, 18.—BARCELONA.—Sucursales en Madrid, Bilbao, Sevilla, La Coruña y Valencia.

CONDUCTORES ELECTRICOS ROQUE, S. A.

Manufactura general de cables y demás conductores eléctricos aislados para todas las aplicaciones.—Diputación, 185.—BARCELONA.—Fábrica en Manlleu.—Madrid, Valencia, Bilbao, Sevilla, La Coruña, Zaragoza.

CONSTRUCCIONES ELECTROMECANICAS ABRIL, S. A.

Maquinaria Eléctrica.—Villarroel, 195. BARCELONA.—Dirección telegráfica: "Abrilmotor".

CUCURNY, S. A.

Tubería, Baldosín y Mosaico de Gres y Refractario, resistente a altas temperaturas. — Calle Princesa, 58 y 61. BARCELONA.

EDUARDO BATISTE-ALENTORN

Avenida de José Antonio Primo de Rivera, 416. BARCELONA.—Construcción de generadores y electromotores especiales para buques. Grupos convertidores para soldadura eléctrica.—Teléfono 231285.

ESTABLECIMIENTOS LORY, S. A.

Concesionarios de las PINTURAS MANO ROJA, de renombre mundial.—Consejo de Ciento, 380. BARCELONA.

FABRICACIONES NAVALES Y ARTILLERAS, S. L.

Teléfono 1401.—Apartado 986.—EL FERROL DEL CAUDILLO.

GUILLIET

Valencia, 30.—MADRID. — Agencias en BILBAO - BARCELONA - SEVILLA.

LA MAQUINISTA TERRESTRE Y MARITIMA, S. A.

Apartado 94. BARCELONA.—Delegación en Madrid: Serrano, 5, bajo derecha.

MAS, GOBERNA Y MOSSO, ING., S. L.

Aparatos de elevación, grúas, ascensores, montacargas, polipastos "Magomo".—Pamplona, 95, 97 y 99. Teléfono 250843. BARCELONA.

S. A. M. MAS BAGA

Cocinas para buques, a carbón, leña y aceite pesado.—Hortaleza, 17. MADRID.—Valencia, 348. BARCELONA.

LA MAQUINISTA TERRESTRE Y MARITIMA S. A.

MOTORES DIESEL DE 10 A 10.000 CVE. - LOCOMOTORAS
AUTOMOTORES - TUBERIAS FORZADAS
ESTRUCTURAS METALICAS-CONSTRUCCIONES VARIAS

1855 1955

APARTADO, 94 BARCELONA TELEF. 22 87 27
DELEGACION EN MADRID — SERRANO, 5 TELEFONO 25 18 21

FABRICACION DE ALPACA - LATON - ALUMINIO COBRE Y ALEACIONES EN PLANCHA - CINTA BARRA - TUBO - HILO - PERFILES, ETC.

MANUFACTURA DE CUBIERTOS - METAL BLANCO PLATEADO - ALPACA EXTRA BLANCA - ALUMINITA - ALUMINIO - HIERRO ESTAÑADO

Metales y Platería Ribera, S. A.

FABRICAS EN BARCELONA Y SALLENT

BARCELONA

Dirección Telegráfica: **PLATINOR**
Codes Used: A.B.C. 5.ª Ed. y Bentley's

Paseo del Triunfo, 59-65 - Teléfono 51551

Mano Roja

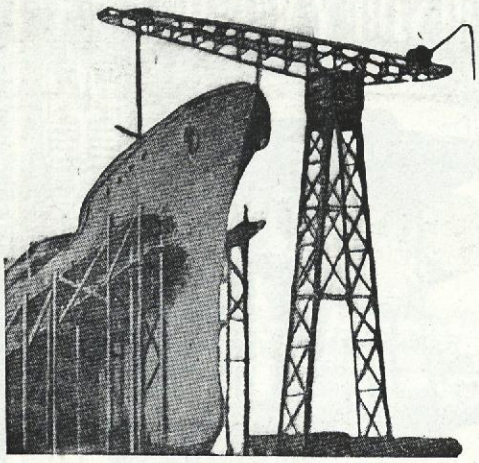
Se propaga por

DESDE VIGO A ADELAIDA. DESDE LA HABANA A HONG KONG
LAS PINTURAS ANTICORROSIVAS Y ANTI-INCRUSTANTES
MARCA *Mano Roja*
AL SERVICIO DE LA MARINA MERCANTE DEL MUNDO

Concesionarios: ESTABLECIMIENTOS LORY
Sección: *Pinturas Mano Roja*
CONSEJO DE CIENTO, 380
Dirección Telegráfica: MAROJA · Teléfono 25 38 30.
BARCELONA

TODA CLASE DE PINTURAS PARA BUQUES

Talleres del Astillero, S. A.



DIQUES SECOS
Construcción y reparación de buques.
FERROCARRILES
Material fijo y móvil, cambio, placas, etc.
OBRAS PUBLICAS
Apisonadoras, Mezcladoras, etc.
PUERTOS
Instalaciones de maniobra, Grúas, etc.
CONSTRUCCIONES METALICAS
Puentes, Castilletes, Armaduras, etc.
AGRICULTURA
Tractores, Trilladoras, etc.
FUNDICIONES ESPECIALES
Anticorrosivas, gran resistencia.
CENTRALES HIDROELECTRICAS
Turbinas hidráulicas, Reguladores.

ASTILLERO (Santander)

MOTORES DIESEL
MATACÁS

AGRICULTURA
INDUSTRIA
MARINA

ROSELLON, 288 · TEL. 370300
BARCELONA

KLEIN
S. A.

Apartado 24 SEGOVIA

Más de 50 años de experiencia en la fabricación de toda clase de ARTICULOS y CORREAS de GOMA

BARCELONA
Princesa, 61

MADRID
Sagasta, 23

BILBAO
Ledesma, 8

SEVILLA
Valparaíso, 11

VALENCIA
Doctor Sumsi, 34

Reservado

Conductores Eléctricos

Roqué S. A.

MANUFACTURA GENERAL DE CABLES Y DEMAS CONDUCTORES ELECTRICOS AISLADOS PARA TODAS LAS APLICACIONES

Fábricas en MANLLEU

Oficinas centrales en: **BARCELONA**

Diputación, 185 -:- Teléfono 23 41 36

MADRID — VALENCIA — BILBAO
SEVILLA — LA CORUÑA — ZARAGOZA

LUIS RIAL PAZ

ARMADOR DE BUQUES

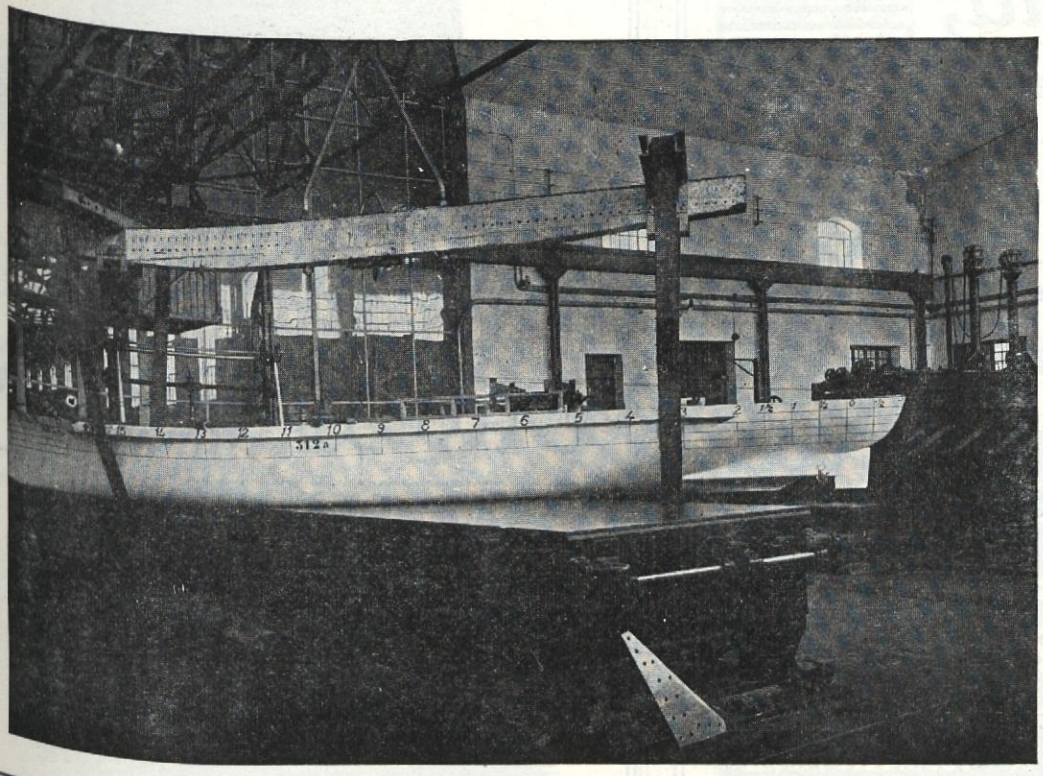
Fernández Latorre; 1 al 9
Teléfonos 4807 y 6837

Rosalía de Castro, 9 y 11 - Teléfono 1142

Dirección Telegráfica: «RIASA»

LA CORUÑA

CANAL DE EXPERIENCIAS HIDRODINÁMICAS: EL PARDO (MADRID)



DIMENSIONES PRINCIPALES:

Longitud....	210	mts.
Anchura....	12,50	»
Profundidad.	6,50	»

Ensayos de todas clases con modelos de buques.

Estudio de formas de carena y de propulsores de alto rendimiento para nuevas construcciones.

Estudio de modificaciones de buques ya en servicio, para mejorar económicamente su explotación.

ASTILLEROS

S. A. Juliana
Constructora Gijonesa

APARTADO 49
TELEFONOS 3800-3801
Telégrafo: "JULIANA"

GIJON

Construcción y reparación de toda clase de buques, calderas y máquinas marinas, estructuras metálicas, construcciones mecánicas en general. Fundiciones. Gradas. Disponemos de 3 de 150 metros.

Tomás Ruiz de Velasco S. A.

Construcción y Reparación de Buques

(Desierto-Erandio)
BILBAO

Astilleros de Palma, S. A.

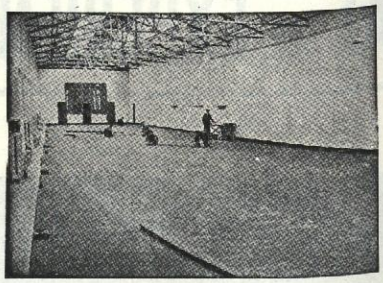
Proyecto, construcción y reparación de buques de acero y madera

Especialistas en material flotante para puertos

Construcciones Metálicas
Talleres de Maquinaria
Fundición de metales

Varadero con carro metálico y mecanismo transbordador de accionamiento eléctrico capaz para buques de 800 toneladas de peso

LA PEDRERA
MALLORCA
(BALEARES)



S. M. D. F.

DIQUE GIJON

CONSTRUCCION Y REPARACION DE BUQUES, MAQUINAS Y CALDERAS MARINAS - DIQUE SECO

Experiencias Industriales S. A.

Dirección y Talleres:
ARANJUEZ (Madrid)
Teléfono 54

Material de dirección de tiro para artillería de Ejército y Marina. — Proyectores y aparatos de señales para costas y barcos. — Instalaciones de iluminación por inundación de luz. — Aparatos de mando y maniobra para tracción eléctrica, generadores y motores. — Instalaciones de frenos para ferrocarriles. — Trabajos en acero inoxidable. — Cuchillería inoxidable industrial y doméstica.

Astilleros G. RIERA, S. A.

Construcción y reparación de buques

Construcción y reparación de maquinaria de todas clases

Construcciones metálicas

Fundición de hierro y bronce

Gradas varaderos para buques

Dirección Telegráfica: GERIERA - Teléfono 3908
Apartado 86

Carretera del Puerto Musel (La Calzada)

GIJON

Instalaciones Frigoríficas a bordo de Buques Mercantes

para la conservación y transporte de carnes, pescados, frutas y verduras, frescos o congelados. Acondicionamiento de aire en cualquiera de sus manifestaciones.
Todas nuestras instalaciones son diseñadas y construídas bajo patentes y licencias **WORTHINGTON**, la marca de fama mundial.

Ramón Vizcaíno, S. A.
INDUSTRIAS FRIGORIFICAS
SAN SEBASTIÁN - APARTADO 307
SUCURSALES: MADRID - BARCELONA - SEVILLA - ZARAGOZA - BILBAO - OVIEDO - LA CORUÑA
FABRICANTES BAJO LICENCIAS Y DISTRIBUIDORES EXCLUSIVOS PARA ESPAÑA, PROTECTORADO Y POSESIONES, EN LOS RAMOS DE REFRIGERACIÓN Y ACONDICIONAMIENTO DE AIRE, DE
WORTHINGTON

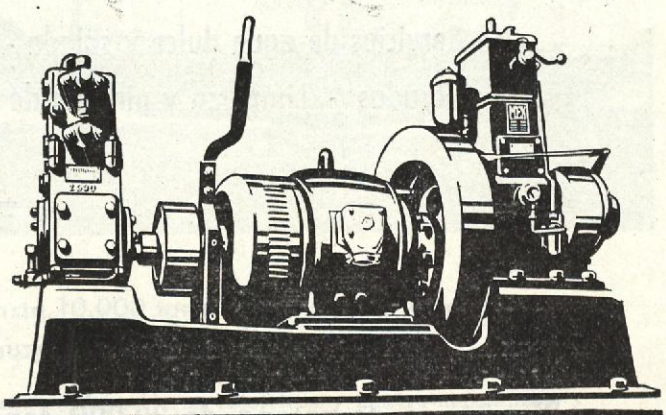
VISTA DE NUESTRA FÁBRICA EN SAN SEBASTIÁN (HERRERA)

16A552

MEN MOTORES "DIESEL"

de arranque a mano en frío

CON CERTIFICADO **LLOYD'S**, BUREAU VERITAS, ETC.



MOTORES MEN S. A.

DISTRIBUIDOR EXCLUSIVO

E. y J. PUJOL XICOY - Vía Layetana, 167 • BARCELONA

Instituto Nacional de Industria

Dique seco de carena de 30.000 toneladas, "Nuestra Señora del Rosario", de Cádiz

Este dique, propiedad del Instituto Nacional de Industria, se encuentra ya en servicio

Es el dique mayor de España, con capacidad para cualquier buque de guerra o mercante español, pudiendo también vararse en el mismo casi todos los buques de gran porte de las Marinas extranjeras

Las características principales son:

Eslora útil	**234,70**	**metros**
Manga máxima	**36,30**	"
Calado sobre picaderos a media marea.	**8,06**	"

Servicios de agua dulce y salada - Aire comprimido - Central eléctrica propia
Varadas - Limpieza y pintado de fondos - Reconocimientos - Reparaciones

Para solicitar servicios o informes, dirigirse a:

Dique seco de carena de 30.000 tons., «Nuestra Señora del Rosario», de Cádiz,

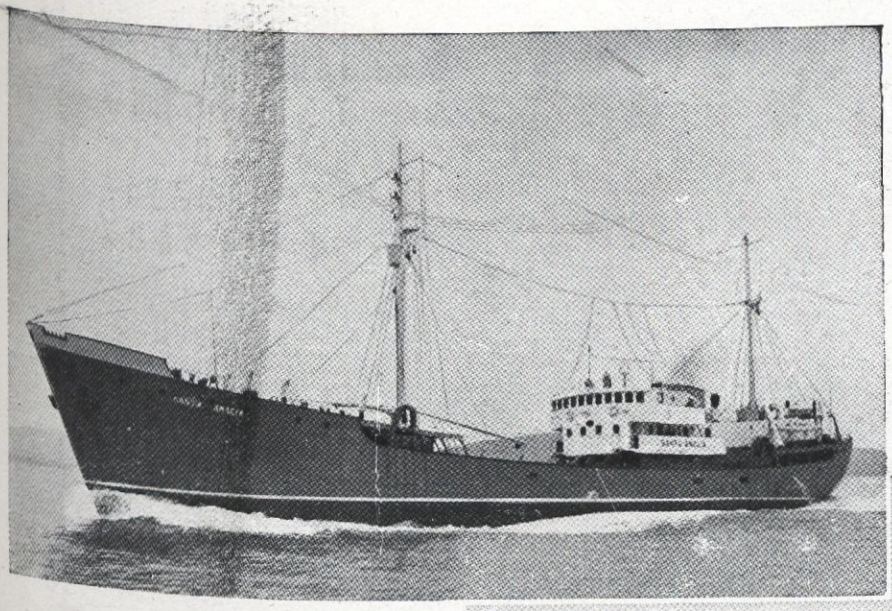
o a la Delegación de la Empresa Nacional Elcano en Cádiz: Avenida del Puerto, 1

Astilleros y Talleres del Noroeste S.A.

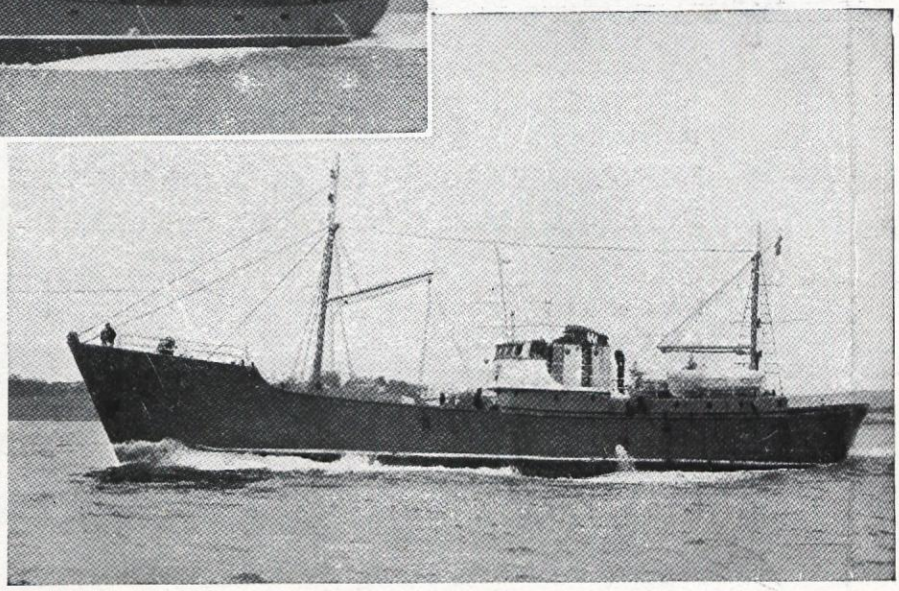
CAPITAL SOCIAL: 55.000.000 DE PESETAS

Factoria y domicilio social: PERLIO (Fene)

DIRECCIONES: Telegráfica: ASTANO / Postal: Apartado 994 / Teléfono: 4 de FENE — EL FERROL DEL CAUDILLO



Buque bacaladero "Santa Amalia", de 2.500 toneladas, para P.E.B.S.A., en pruebas de velocidad.



Uno de los pesqueros tipo "Astano" últimamente construídos, en pruebas de velocidad.

Construcciones navales de todas clases, hasta 10.000 toneladas de peso muerto

Maquinaria de propulsión, principal y auxiliar, de vapor y diesel.

Especialistas en molinetes, maquinillas, cabrestantes, aparatos de gobierno eléctricos y electro-hidráulicos, y de toda clase de maquinaria auxiliar de casco.

Construcciones metálicas y maquinaria en general.

4 VARADEROS PARA BUQUES HASTA DE 1.000 TONELADAS DE PESO

Constructores de maquinaria frigorífica, con licencia de la Casa PAUL DUCLOS, de Marsella

OFICINA PUBLICIDAD Y PROPAGANDA PIRELLI

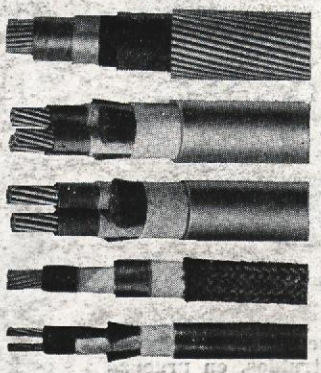
Conductores especiales para los servicios de la marina

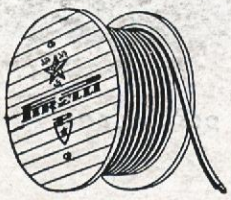
PROPULSION
MANDOS
DIRECCION DE TIRO
ILUMINACION
TELEFONIA
RADIO
TELEGRAFIA
SEMAFOROS
SEÑALES

PIRELLI

FABRICA LOS CONDUCTORES PARA TODAS LAS NECESIDADES DE A BORDO Y TIERRA:

PARA LA ARMADA
PARA LA MARINA MERCANTE
PARA PUERTOS, ARSENALES Y ASTILLEROS
PARA INDUSTRIAS NAVALES
PARA LA INDUSTRIA PESQUERA
PARA SERVICIOS FLUVIALES
PARA FARO Y GUIAS





PIRELLI

COMERCIAL PIRELLI, S. A. - BARCELONA - Ronda Universidad, 18
Sucursales: MADRID - SEVILLA - VALENCIA - BILBAO LA CORUÑA