

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA**



**DISEÑO DEL SISTEMA ELECTRICO DE UNA  
EMBARCACION TIPO REMOLQUE DE 2970 HP**

**Tesis**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE**  
**Ingeniero Mecánico Electricista**

**ERNESTO FERMIN MIDOLO PAREDES**

**Promoción 1983 - 1**

**LIMA - PERU**

**1986**

## R E S U M E N

-----

El presente trabajo titulado "Diseño del Sistema Eléctrico" de una embarcación tipo Remolque de 2970 HP, ha sido realizado para obtener el título profesional de Ingeniero Mecánico Electricista, en la Universidad Nacional de Ingeniería.

La tesis consta de 10 Capítulos cuyo resumen es el siguiente:

En el primer capítulo se da a conocer todo lo referente a la embarcación tipo remolque, en cuanto a su descripción, operaciones que realiza, entidades que norman su construcción y equipamiento; así como también de la clasificación asignada a ella.

En el segundo capítulo se define el equipamiento del remolcador por sistemas, explicando el funcionamiento de cada uno de sus equipos, como una antesala a la realización del Balance Eléctrico de Cargas.

En el tercer capítulo se determina preliminarmente el tamaño de Grupo Electrógeno a emplear, mediante la realización del Balance Eléctrico de cargas para diferentes condiciones de operación.

En el cuarto capítulo se seleccionan los grupos eléctricos que atenderán el suministro eléctrico principal, em

..//

pleando tres criterios de selección, dos de los cuales se utilizan normalmente en instalaciones terrestres y un ter ce ro que se utiliza en la selección de grupos de abordó. En este capítulo se da la especificación técnica del grupo seleccionado.

En el quinto capítulo se desarrolla todo lo referente a la instalación Mecánica y Eléctrica de los grupos electrógenos, dando los criterios técnicos necesarios y realizando los planos respectivos para dicha instalación.

En el sexto capítulo se diseña la red de alimentación, tableros eléctricos y todo lo necesario para un normal abastecimiento de energía a todos los consumidores instalados a bordo.

En el sétimo capítulo se seleccionan equipos especiales y se completa la especificación técnica de tableros eléctricos.

En el octavo capítulo se da la especificación técnica del Sistema Eléctrico, como un resumen de su equipamiento e implementación.

En el noveno capítulo se realiza el metrado y requisición de materiales, necesarios en la instalación del sistema eléctrico propuesto.

En el décimo capítulo se determina el costo total de la instalación del sistema eléctrico.

Finalmente, se enuncian las conclusiones y recomendaciones respecto al trabajo realizado.

## C O N T E N I D O

	<u>Pág.</u>
RESUMEN -----	05
INTRODUCCION -----	12
 <b>CAPITULO I</b> -----  	
<b>1. GENERALIDADES</b>	
1.1 Embarcación tipo remolque de 2970 HP	14
1.2 Disposición General	16
1.3 Sociedades Clasificadoras	18
1.4 Clasificación asignada al Remolcador	19
 <b>CAPITULO II</b> -----  	
<b>2. CARACTERISTICAS DE SISTEMAS Y EQUIPOS EN LA EMBARCACION</b> -----	
2.1 Sistema de Propulsión	22
2.2 Sistema de Enfriamiento	22
2.3 Sistema de Aceite Lubricante	24
2.4 Sistema de Petróleo	26
2.5 Sistema de Aire Comprimido	28
2.6 Sistema de Gobierno	30
2.7 Sistema Contraincendio	32
2.8 Sistema de Sentina y Lastre	35
2.9 Sistema de Ventilación y Aire Acond.	37

2.10	Sistema Sanitario	40
2.11	Sistema de Navegación y Comunicaciones	41
2.12	Equipos Especiales	45
2.13	Sistema Eléctrico	49

### CAPITULO III

-----

### 3. REQUERIMIENTOS DE CAPACIDAD DE GENERACION PARA DIFERENTES CONDICIONES DE OPERACION

3.1	Tipos de suministro Eléctrico	51
3.2	Exigencias de Clasificación	52
3.3	Clasificación de las cargas eléctricas en el Remolcador	53
3.4	Evaluación de Cargas Eléctricas	55
3.5	Balance eléctrico de cargas del sumi - nistro de Emergencia	74
3.6	Balance eléctrico de cargas del sumi - nistro Principal	76
3.7	Requerimientos de Generación	83

### CAPITULO IV

-----

### 4. SELECCION DE GRUPOS ELECTROGENOS

4.1	Capacidad de Generación para el arran que de motores eléctricos	98
4.2	Carbonización de los motores Diesel	109
4.3	Exigencias de Clasificación	111
4.4	Número de Grupos Electrógenos	112
4.5	Grupo Electrógeno seleccionado	113

.../..

CAPITULO V  
-----

5. INSTALACION DE GRUPOS ELECTROGENOS

5.1	Instalación Mecánica de los Grupos E- lectrógenos	117
5.2	Instalación Eléctrica de los Grupos Electrógenos	138

CAPITULO VI  
-----

6. DISEÑO DE LA RED ELECTRICA

6.1	Distribución de energía	176
6.2	Selección y dimensionamiento de cables	179
6.3	Cálculo de cortocircuito de la red	187
6.4	Tablero de Luces de Navegación	190
6.5	Tablero de Fuerza Exterior	191
6.6	Tendido de cables	192
6.7	Cableado de la red	195
6.8	Especificación Técnica de Tableros	195

CAPITULO VII  
-----

7. SELECCION DE EQUIPO Y MATERIAL ELECTRICO

7.1	Transformadores de Potencia	227
7.2	Arrancadores Eléctricos	229
7.3	Banco de baterías	233
7.4	Cargador de baterías	236
7.5	Fuente de Poder de 24 VDC	238
7.6	Equipos de alumbrado	238
7.7	Especificación Técnica de Tableros	239

CAPITULO VIII  
-----

8. ESPECIFICACION TECNICA DEL SISTEMA ELECTRICO

8.1	Generales	246
8.2	Generadores	247
8.3	Tablero de Control de Generadores y Distribución Principal	247
8.4	Tablero 24 VDC	248
8.5	Tablero de Fuerza Exterior	248
8.6	Tablero de Alarmas y Seguridad	248
8.7	Tablero de Luces de Navegación	249
8.8	Arrancadores eléctricos	249
8.9	Alumbrado	250
8.10	Cables eléctricos y prácticas de ins- talación	251
8.11	Equipos Eléctricos	251

CAPITULO IX  
-----

9. METRADO Y REQUISICIONES DE MATERIALES 253

CAPITULO X  
-----

10. COSTO TOTAL DE LA INSTALACION ELECTRICA

10.1	Costo de Tableros y Material Eléctrico	265
10.2	Costo de Mano de Obra Directa	265
10.3	Costo de Mano de Obra Indirecta	271

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES -----	272
BIBLIOGRAFIA -----	275
ANEXOS -----	
-Tabla No. 1 : Coeficiente de utilización	277
-Tabla No. 2 : Curva de Distribución luminosa del Artefacto AH-220R	278
-Tabla No. 3 : Protocolo de Pruebas del motor Diesel del Grupo Electrónico	279
-Tabla No. 4 : Diagrama de Moddy	280
-Tabla No. 5 : Longitudes equivalentes para - accesorios de tuberías	281
-Tabla No. 6 : Caída de presión en el silen - ciador	282
-Tabla No. 7 : Caída de presión en tubería - flexible	283
-Tabla No. 8 : Capacidad de corriente de los conductores para una temperatu <u>r</u> ra de 45°C.	284
-Tabla No. 9 : Impedancia de cables para una temperatura de 50°C.	285
-Tabla No.10 : Impedancia de cables para una temperatura de 80°C.	286
-Tabla No.11 : Sección mínima de cable por -- cortocircuito.	287
-Relación de Planos	288



## INTRODUCCION

-----

La elaboración del presente trabajo tiene por finalidad dar a conocer las técnicas de diseño, cálculo y construcción de sistemas eléctricos de embarcaciones menores y - específicamente para un Remolcador de Altura de 2970 HP.

Como es de conocimiento general el diseño e instalación de sistemas eléctricos en tierra, están normadas por el Código Eléctrico del Perú; en cambio en instalaciones navales estos, están sujetos a reglas muy estrictas, emitidas por entidades clasificadoras, que tienen la potestad de aprobar y supervisar el normal cumplimiento de las mismas, con la finalidad de obtener una mayor seguridad, tanto de la tripulación como de la misma embarcación.

Los criterios que se tienen en cuenta para la selección de grupos electrógenos en tierra, son los mismos que se utilizan en instalaciones de abordo, salvo un criterio adicional el de la carbonización de los motores diesel, que será visto en el capítulo cuatro de la presente tesis.

Básicamente tan sólo los sistemas de refrigeración, lubricación y escape, diferencian los grupos electrógenos marinos de los instalados en tierra; en cuanto al alternador solamente el tipo de excitación.

En cuanto a la instalación de grupos electrógenos marinos se utilizan los mismos criterios, salvo algunos que serán explicados a lo largo del desarrollo del quinto capítulo del presente trabajo.

Todos los tableros eléctricos de abordo son diseñados de acuerdo a las exigencias de la Sociedad Clasificadora. Los diseños y planos de construcción se ven en los capítulos cinco, seis y siete de la presente tesis.

Como parte integrante de la especificación técnica de toda embarcación, en el capítulo ocho se describe todo lo concerniente al diseño del sistema eléctrico propuesto.

Como en todo proyecto no debe faltar la parte económica en el capítulo nueve y diez se da el costo de la instalación del sistema eléctrico propuesto.

# I

## GENERALIDADES

El primer capítulo de la presente tesis, tiene por finalidad dar a conocer todo lo referente a la embarcación - tipo remolque, en cuanto a su descripción, operaciones - que realizará, entidades que norman su construcción y equipamiento, así como también de la Clasificación asignada a ella. Para lo cual se expondrán los siguientes items:

- Embarcación tipo Remolque de 2970 HP
- Disposición General
- Sociedades Clasificadoras
- Clasificación Asignada al Remolcador

### 1.1 Embarcación Tipo Remolque de 2970 HP

La embarcación motivo de esta tesis, lleva esta denominación, debido a que su sistema de propulsión contará con dos motores diesel de 2970 HP, los cuales accionarán una hélice de bronce marino de 2185 milímetros de diámetro cada uno. Estas hélices convertirán la energía mecánica proporcionada por los motores diesel, en desplazamiento de la embarcación.

Estará diseñada para realizar las siguientes operaciones:

### Remolcar

-----

En el servicio de asistencia naval, como remolcador de proa y popa, en el traslado de buques y artefactos flotantes, así como de ayuda en botaduras de --barcos, etc. Su radio de acción será ilimitado, tanto en bahía como en altamar.

### Empujar

-----

Esta operación la desempeñará en puerto en las maniobras de acoderamiento a muelle de otras embarcaciones.

### Seguridad

-----

En el servicio de socorro y extinción de incendios.

#### 1.1.1 Dimensiones

Tendrá las siguientes dimensiones principales:

Eslora Total	33.65 m.
Eslora total entre perpendi <u>culares</u>	30.25 m.
Manga Moldeada	8.9 m.
Puntal a la Cubierta Ppal.	4.25 m.
Cálado de diseño	3.40 m.

### 1.1.2 Capacidad de Tanques

-Tanques de combustible, incluyendo tanques eventuales de lastre.	151.0	m <sup>3</sup>
-Tanque de aceite lubricante	5	m <sup>3</sup>
-Tanque de líquido espumante para contraincendio	5	m <sup>3</sup>
-Tanque de agua de lastre, incluyendo tanques eventuales de combustible	40	m <sup>3</sup>
-Tanque de agua fresca	17	m <sup>3</sup>

### 1.1.3 Fuerza de Tracción a Punto Fijo

La fuerza de tracción a punto fijo será de 35 Ton métricas en marcha hacia adelante y 17.5 Tn en marcha hacia atras, a un rendimiento de máquinas de 2970 HP y una velocidad de cero nudos.

### 1.1.4 Velocidad

La velocidad en aguas profundas y tranquilas será de aproximadamente 11.5 nudos (21 Km/h) a un rendimiento de máquinas de 2970 HP.

## 1.2 Disposición General

El remolcador estará dividido en cuatro cubiertas, en las cuales, la disposición de la acomodación to-

..//

tal, será prevista para once (11) personas incluyendo el Capitán y estará de acuerdo a lo mostrado en el Plano de Disposición General No. 03-001.

El arreglo en cada cubierta es el siguiente:

1.2.1 Cubierta del Puente

- Puente de Navegación
- Plataforma de Observación

1.2.2 Cubierta del Bote

- Camarote del Capitán
- Camarote para el Operador de Radio
- Compartimiento para la unidad de Aire Acondicionado
- Compartimiento para las botellas de CO2
- Almacenes

1.2.3 Cubierta Principal

- Comedor
- Cocina
- Camarote doble para oficiales
- Camarote para el primer ingeniero
- Duchas

1.2.4 Cubierta de Tanques o Fondo

- Sala de Máquinas

- Camarotes de Tripulación
- Tanques

### 1.3 Sociedades Clasificadoras

Las sociedades clasificadoras son entidades particulares cuyas actividades están orientadas al beneficio de las comunidades y fueron creadas con la finalidad de clasificar las embarcaciones de todas las categorías.

Como complemento a este fin, realizan lo siguiente:

- Aprobar y autorizar el diseño de los Planos de Construcción, Equipamiento e Instalación de Buques de acero.
- Efectuar el control e inspección durante los diversos grados de adelanto, en la construcción y equipamiento de la embarcación, comprobando la conformidad de la obra realizada con los Planos aprobados, la buena calidad de los materiales y de la mano de obra.
- Prestar servicio de auditoria referentes a barcos, y a la industria marítima en general.

Estas entidades publican reglamentos de Construcción Registros de Clasificación y extienden certificados, atestaciones, informes o documentos análogos que sancionan sus intervenciones.

El que un buque esté clasificado de acuerdo a una sociedad Clasificadora, beneficia tanto al comprador -

del buque, como al constructor, siendo para el primero un elemento guía en la adquisición, porque ello - garantiza un alto grado de seguridad para el buque, la tripulación y la carga con respecto a las condiciones marítimas más desfavorables que son de esperar y para el segundo una herramienta de promoción técnica que posibilita incrementar las ventas, con la consiguiente disminución de reclamos.

Entre las principales sociedades clasificadoras por orden de antigüedad tenemos:

- Bureau Veritas	Paris	(1928)
- Lloyd's Register of Shipping	Londres	(1934)
- Registro Italiano Navale	Genova	(1961)
- American Bureau of Shipping	N.York	(1962)
- Norske Veritas	Oslo	(1964)
- Germinischer Lloyd	Berlin y Hamburgo	(1967)

#### 1.4 Clasificación Asignada al Remolcador

Los barcos de acero contruídos de acuerdo con los reglamentos y prescripciones de la Sociedad Clasificadora, reciben una designación compuesta por símbolos, marcas y menciones, que expresan el grado de confianza que merece el buque e informen sobre el modo que ha sido vigilada su construcción, el tipo de navegación y el servicio para los que ha sido - clasificado.

El remolcador será construído y equipado de acuerdo a normas del "American Bureau of Shipping" para obtener la siguiente clasificación:



**✠ A1 E TUG AMS**

A1.- Por medio de este símbolo se clasificarán y distinguirán en el record, a los buques que se hayan construido bajo supervisión especial de los Inspectores del Bureau de completo acuerdo con los requisitos de los reglamentos.

E .- El equipamiento de la embarcación estará de acuerdo a las normas de la Clasificadora

TUG.- La operación principal de la embarcación - será de Remolcar

AMS.- La maquinaria y las calderas han sido construidas e instaladas bajo la supervisión especial de los inspectores del Bureau y que se han encontrado satisfactorias después de las pruebas.

II  
CARACTERISTICAS DE SISTEMAS  
Y  
EQUIPOS EN LA EMBARCACION

En este capítulo se dará a conocer, el equipamiento del Remolcador por sistemas, explicando el funcionamiento de cada uno de sus equipos, como una antesala a la realización del Balance Eléctrico de Cargas, el cual se desarrollará en el Capítulo III. También se enunciarán las principales exigencias de clasificación del sistema equipado.

El remolcador contará con los siguientes sistemas:

- Sistema de Propulsión
- Sistema de Enfriamiento
- Sistema de Aceite Lubricante
- Sistema de Petróleo
- Sistema de Aire Comprimido
- Sistema de Gobierno
- Sistema Contra incendio
- Sistema de Sentina y Lastre
- Sistema de Ventilación y Aire Acondicionado
- Sistema Sanitario
- Sistema de Navegación y Comunicaciones
- Equipos Especiales
- Sistema Eléctrico

..//

## 2.1 Sistema de Propulsión

El sistema de propulsión estará equipado con dos motores diesel, no reversibles, de cuatro tiempos, - turboalimentados, cada uno acoplado a su respectivo eje propulsor, a través de una caja de reducción-reversión, siendo sus características principales las siguientes:

- Fabricante	MAN AUGSBURG/ALEMANIA
- Tipo	G-7U-30/45 ATA
- Potencia	1485 HP
- Velocidad	500 RPM

Estos motores trabajarán con petróleo diesel No. 2. El sistema de enfriamiento será por agua dulce mediante intercambiadores de calor. Las bombas para el sistema de lubricación y combustible serán accionadas por el mismo motor.

Para la maniobra del eje propulsor, se instalarán - dos cajas de reducción-reversión, una para cada motor, las cuales serán de accionamiento neumático. Estas cajas estarán equipadas con sus respectivas bombas lubricantes, accionadas por las mismas.

Los ejes de propulsión serán lubricados con agua de mar, mediante una electrobomba, cuyo motor tiene las siguientes características:

- Potencia	0.6 HP
- Tensión	440 VAC, 60 Hz
- Fases	Trifásico

## 2.2 Sistema de Enfriamiento

### 2.2.1 Funcionamiento

El enfriamiento de los motores principales será mediante intercambiadores de calor. En este sistema de refrigeración, el agua fresca que circula por el interior del motor, recibe el calor de todas las partes calientes y a través del intercambiador, cede este calor absorbido al agua de mar, que circula forzosamente por el interior del mismo.

### 2.2.2 Exigencias de Clasificación

- 1.- Los motores de propulsión dispondrán de una bomba principal de agua de refrigeración y otra de reserva. La bomba de reserva, deberá ser accionada independientemente del motor.
- 2.- Las bombas de lastre pueden considerarse como bombas de reserva de agua de refrigeración.

### 2.2.3 Equipamiento

Constará del siguiente equipamiento:

#### Bombas

Los motores principales estarán equipados con sus respectivas bombas de agua de enfriamiento, acopladas directamente a los

mismos. Estas serán proyectadas y dimensionadas de acuerdo a los estándares del fabricante, de tal forma que tengan la suficiente capacidad para hacer circular el agua a través de los intercambiadores y motores.

### Intercambiador de calor y filtros

Los motores principales estarán equipados con los necesarios intercambiadores de calor y filtros de acuerdo al diseño del motor.

## 2.3 Sistema de Aceite Lubricante

### 2.3.1 Funcionamiento

El sistema tendrá como finalidad, proporcionar el aceite lubricante utilizado en la lubricación de los motores propulsores y cajas de reducción.

### 2.3.2 Exigencias de Clasificación

- 1.- Para instalaciones de potencia superior a 500 CV se proveerá para el motor principal y cuando exista el mecanismo reductor, bombas de lubricación de reserva, de accionamiento independiente y de una capacidad suficiente para el régimen del motor a plena carga.

..//

2.- La capacidad de los tanques de almacenamiento será de una capacidad tal, que permita el relleno del circuito de lubricación, incluido el de los tanques de gravedad.

### 2.3.3 Equipamiento

Contará con el siguiente equipamiento:

#### Tanques

Se proveerá de un tanque de aceite, capaz de suministrar una recarga completa del circuito.

Su ubicación y arreglo estará de acuerdo al Plano de Disposición General.

#### Bombas

a) Bombas para motores principales: Cada motor tendrá acoplada su respectiva bomba de lubricación, de capacidad y presión de acuerdo al diseño del fabricante. Además de éstas, se suministrará una electrobomba de reserva para ambos motores, accionada por un motor eléctrico de las siguientes características:

Potencia	24 HP
Tensión	440 VAC, 60 Hz
Fases	Trifásica

- b) Bombas para cajas de reducción-reversión:  
Ambas cajas tendrán acopladas sus respectivas bombas de lubricación, el tamaño y potencia será de acuerdo a los estándares del fabricante.

Para las cajas de reducción se instalará además, una electrobomba de repuesto, accionada por un motor eléctrico de las siguientes características:

Potencia	3.6 KW
Tensión	440 VAC, 60 Hz
Fases	Trifásico

## 2.4 Sistema de Petróleo

### 2.4.1 Funcionamiento

Suministrará el combustible necesario para el funcionamiento de los motores diesel instalados a bordo. El sistema permitirá trasladar el combustible, desde los tanques de almacenamiento a los de consumo diario y además de un tanque a otro.

### 2.4.2 Exigencias de Clasificación

- 1.- Los motores de propulsión serán alimentados mediante dos bombas, una de trasbalse y la otra de suministro al propio motor: una de ellas deberá ser de accionamiento independiente.

..//

2.- La capacidad total de combustible se repartirá entre varios tanques de forma - que en caso de averías en el fondo, no pueda perderse la totalidad.

### 2.4.3 Equipamiento

Contará con el siguiente equipamiento:

#### Tanques de almacenamiento y diario

Se instalarán tanques de almacenamiento y - de consumo diario, el número de tanques y - su arreglo estará de acuerdo a lo indicado en el plano de Disposición General y a lo - dispuesto por la Sociedad Clasificadora.

Cada tanque estará equipado con tuberías de descarga, sondaje, ventilación y llenado, a sí como agujeros de hombre o de registro.

#### Bomba de transferencia de petróleo

Esta bomba transvasará el petróleo de los - tanques de almacenamiento al tanque de consumo diario. Además estará instalada de - tal forma que pueda bombear el petróleo de un tanque a otro, con el fin de obtener un - buen trimado del barco. La bomba será de - las siguientes características:

Capacidad	Aprox. 5 m <sup>3</sup> /h
Presión	13 kg/cm <sup>2</sup>



Y será accionada por el siguiente motor eléctrico:

Potencia	3.6 HP
Tensión	440 VAC, 60 HZ
Fases	Trifásico
Velocidad	1800 RPM

También se instalará una bomba de transferencia manual.

## 2.5 Sistema de Aire Comprimido

### 2.5.1 Funcionamiento

Proporcionará el aire comprimido necesario en el arranque de los motores de propulsión y además para los equipos de control neumático de los mismos.

### 2.5.2 Exigencias de Clasificación

- 1.- La capacidad de botellas de aire de arranque para motores principales no reversibles, con mecanismo inversor, será tal, que por lo menos deba permitir 6 maniobras.
- 2.- El aire de arranque para los motores principales se repartirá por lo menos, en dos botellas de forma que la instala

...//

ción permanezca en condiciones de servicio aún cuando falle una.

- 3.- Se dispondrán por lo menos dos dispositivos de carga de las botellas, uno de los cuales deberá ser independiente del motor principal.

### 2.5.3 Equipamiento

Contará con el siguiente equipamiento:

#### Compresores de aire

Se instalará un electrocompresor de aire, - de dos etapas, refrigerado por aire, accionado por un motor eléctrico de las siguientes características:

Potencia	9 HP
Tensión	440 VAC
Fases	Trifásico

En caso de falla, tendrá instalado un compresor manual.

#### Botellas para el aire de arranque

Para el aire de arranque y control neumático de los motores principales, se instalarán 2 recipientes suministrados por los mismos fabricantes.

..//

## 2.6 Sistema de Gobierno

### 2.6.1 Funcionamiento

El sistema tiene por finalidad controlar y mantener el curso de la embarcación mediante el accionamiento de las palas del timón.

### 2.6.2 Exigencias de Clasificación

- 1.- Cada buque deberá tener por lo menos un mecanismo de gobierno principal y otro auxiliar, los dos mecanismos deberán ser independientes entre sí, y a ser posible, disponer de dispositivos independientes de conexión a la mecha del timón.
- 2.- El control del mecanismo de gobierno principal y auxiliar deberá poder efectuarse desde el puente de navegación.
- 3.- El mecanismo de accionamiento principal será a motor.
- 4.- En el puente de gobierno y en cada puesto de gobierno se dispondrá de un indicador, que haga conocer en todo momento la posición de las palas del timón.

### 2.6.3 Equipamiento

..//

Contará con el siguiente equipamiento:

Equipo de Gobierno

Tendrá instalado un equipo doble del tipo electrohidráulico, : marca Tenfjord, Mod. 2 XL-115-h-NA-4, con un par máximo de 1.45 Ton - cada uno.

La bomba hidráulica será accionada mediante un motor eléctrico de las siguientes características:

Potencia	8 HP
Tensión	440 VAC, 60 Hz
Fases	Trifásico
Velocidad	1720 RPM

En caso de emergencia se proveerá de un sistema hidráulico manual.

Servomotor hidráulico

Para el accionamiento de las palas cada eje barón estará equipado con un servomotor hidráulico y será controlado desde el puente de navegación. El tiempo para virar las palas de banda a banda será de 20 seg.

Indicador Angulo de Pala

En el puente de navegación tendrá instalado dos indicadores de ángulo de pala, uno pano

rámico y el otro de consola. Ambos indicadores serán de 24 VDC y 10 Watt de consumo.

## 2.7 Sistema Contraincendio

### 2.7.1 Funcionamiento

Para extinguir incendios producidos, tanto en el remolcador, como en embarcaciones vecinas, se contará con tres sistemas independientes:

- Sistema de Inundación de CO<sub>2</sub>
- Sistema de Chorro y Espuma
- Sistema Contraincendio por agua de mar

### 2.7.2 Exigencias de Clasificación

- 1.- Las botellas de CO<sub>2</sub> deberán poseer dispositivos de apertura rápida, que permitan la inundación del recinto en dos minutos.
- 2.- Las botellas de CO<sub>2</sub> deberán disponerse en locales especiales, asegurándose de manera firme y estar conectada a una tubería colectora.
- 3.- Deberá existir una alarma acústica que reaccione positivamente, antes de la inundación y pueda distinguirse de las otras señales de alarma, para permitir

la evacuación inmediata del personal.

### 2.7.3 Equipamiento

Tendrá instalado el siguiente equipamiento:

#### I. Sistema de Inundación de CO<sub>2</sub>

Para la sofocación de incendios en la sala de máquinas, se instalará un sistema por inundación de CO<sub>2</sub>, que dará una alarma acústica antes de su funcionamiento.

El grupo de botellas de CO<sub>2</sub> estará en un compartimiento independiente, ubicado en la cubierta de botes.

#### II. Sistema de Chorro y Espuma

Para la sofocación de incendios en embarcaciones vecinas, se utilizará un monitor provisto de un cañón, que lanzará un chorro de agua de mar o espuma de largo alcance.

El monitor estará alimentado por las siguientes bombas:

Bomba Contra incendio  
- - - - -

Proveerá de agua de mar al monitor y será accionada por uno de los motores

principales, a través de una toma fuerza con embrague. Siendo sus características principales:

Fabricante: SUANEHOJ/DINAMARCA  
 Capacidad: 190 m<sup>3</sup>/h a 90 mts columna de agua  
 Tipo: Centrífuga

#### Bomba de Espuma

- - - - -

El líquido espumante será bombeado al monitor mediante una electrobomba de las siguientes características:

Capacidad: 9.6 m<sup>3</sup>/h  
 Presión: 120 m de agua  
 Potencia: 24 HP  
 Tensión: 440 VAC, 60 Hz  
 Fases: Trifásico

### III. Sistema Contraincendio por Agua de Mar.

El sistema se utilizará para sofocar incendios de sustancias no oleosas, contará con una línea de presión y toberas lanzachorros convenientemente ubicados, la presión será establecida por una electrobomba, utilizada además para los achiques de sentina. Tendrá las siguientes características:

Capacidad: 20 m<sup>3</sup>/h

..//

Presión:	40 m de agua
Potencia:	9 HP
Tensión:	440 VAC, 60 Hz
Fases:	Trifásica
Velocidad:	3450 RPM

## 2.8 Sistema de Sentina y Lastre

### 2.8.1 Funcionamiento

El sistema tiene por finalidad desalojar las aguas sucias, mezclas de aceite, combustibles y todo líquido que se deposite en la sentina y en todos los compartimientos donde pueda haber inundación.

También cumple con la función de lastre, llenando los tanques de proa y popa con agua o combustible, para obtener un adecuado trimado del barco, en cualquier condición de operación.

### 2.8.2 Exigencias de Clasificación

- 1.- Las tuberías de achique y sus aspiraciones se dispondrán de forma que el agua de los espacios pueda ser desalojada por completo, incluso en caso de condiciones desfavorables del asiento.
- 2.- Para impedir que el agua de un espacio pase a otro a través del servicio de achique, los ramales de cada espacio se



conectarán cada uno a la tubería principal, por medio de una válvula de cierre y no retorno.

### 2.8.3 Equipamiento

Contará con el siguiente equipamiento:

#### Bomba de servicios generales

La bomba será usada en el sistema de lastre los achiques de sentina, en el baldeo de cubierta y como bomba de repuesto en el sistema de enfriamiento de los motores principales.

Para ello, se utilizará una electrobomba - del tipo centrífugo, autocebante, de las siguientes características:

Capacidad:	50 m <sup>3</sup> /h
Presión:	25 m columna de agua

Y será accionada por un motor de:

Potencia:	12HP
Tensión:	440 VAC, 60 Hz
Fases:	Trifásico
Velocidad:	1750 RPM

#### Bomba de sentina y contraincendios

Esta bomba será usada tanto para el achi-

que de sentina, como para el sistema contra incendio y ha sido descrita en el item anterior.

## 2.9 Sistema de Ventilación y Aire Acondicionado

### 2.9.1 Funcionamiento

La ventilación en los diversos compartimientos de la embarcación es necesaria, para eliminar los gases o vapores inflamables, venenosos y sofocantes que se pudieran acumular y también para mantener una temperatura adecuada, que permita un normal desenvolvimiento de las tareas de rutina.

La instalación del sistema de aire acondicionado es más bien un requisito, que el cliente pide, al constructor de la embarcación, para lograr un mayor confort de la tripulación.

### 2.9.2 Exigencias de Clasificación

- 1.- Los ventiladores y extractores de sala de máquinas tendrán una capacidad aproximada de dos veces la cantidad de aire que normalmente consumen los motores -- principales.
- 2.- Los motores eléctricos de los ventiladores, se desconectarán automáticamente en caso de ocurrir un incendio.

..//

### 2.9.3 Equipamiento

Contará con el siguiente equipamiento:

#### Unidad de aire acondicionado y calefacción

La unidad se instalará en un compartimiento adecuado, independiente, ubicado en la cubierta de botes, según lo mostrado en el plano de Disposición General. El aire ingresará al interior de los camarotes y comedor por adecuados ductos distribuidores, ubicados en el cielo raso. La cantidad de aire para los diferentes camarotes será regulado por medio de controles manuales.

La planta será dimensionada para las siguientes condiciones:

Temperatura exterior	32°C y 80% humedad
Temperatura interior	27°C y 50/55% humedad
Diferencial de temp.	5° C

Esta unidad tiene las siguientes características:

Potencia:	Ventilación	2.5 KW
	Calefacción	8.0 KW
	Refrigeración	10.0 KW
Tensión:	440 VAC, 60 Hz.	

#### Extractores Sala de Máquinas

Tendrá instalados dos extractores acciona-

dos por motores eléctricos de las siguientes características:

Potencia:	1.8 HP
Tensión:	440 VAC, 60 Hz
Fases:	Trifásico

#### Ventiladores Sala de Máquinas

Se instalarán dos ventiladores accionados por motores eléctricos de las siguientes características:

Potencia:	4.8HP
Tensión:	440 VAC, 60 Hz
Fases:	Trifásico

#### Extractores Baño y Cocina

En estos ambientes se instalará un extractor accionado por un motor eléctrico:

Potencia:	0.2 KW
Tensión:	440 VAC
Fases:	Trifásico

#### Ventilación de otros espacios

Todos los otros espacios no mencionados anteriormente tendrán ventilación natural, mediante ductos cuello de ganso, en los sitios donde sea necesario.

..//

## 2.10 Sistema Sanitario

### 2.10.1 Funcionamiento

Actualmente, y en las embarcaciones, la energía potencial de un tanque de almacenamiento de agua, es reemplazado por un tanque hidroneumático en el cual, la presión de suministro es obtenida mediante una bomba que al llenar el tanque comprime el aire hasta una presión de aproximadamente 40 PSI.

### 2.10.2 Equipamiento

Contará con el siguiente equipamiento

#### Tanques hidroneumáticos

Se instalarán dos tanques hidroneumáticos - con una capacidad aproximada de 200 lit., - cada uno, uno para agua dulce y otro para agua salada.

#### Bombas para Hidroneumáticos

Se instalarán dos electrobombas de operación automática. Las bombas serán de las siguientes características:

Capacidad:	1.5 m <sup>3</sup> /h
Presión:	30 m columna de agua

Las cuales serán accionadas por un motor de:

Potencia:	1 HP
Tensión:	220 VAC, 60 Hz
Fases:	Trifásico

## 2.11 Sistema de Navegación y Comunicaciones

El sistema permitirá realizar una navegación libre de todo riesgo, en las peores condiciones que suelen esperarse, tanto en bahía como en altamar.

### 2.11.1 Equipamiento

Contará con los siguientes equipos:

#### Ecosonda

Es un equipo electrónico marino cuyo principio de funcionamiento, es medir el tiempo que invierte una onda de sonido en llegar desde el barco a un obstáculo en el fondo y regresar nuevamente.

En la actualidad este equipo se encuentra a coplado con un sistema, que trazando un gráfico sobre un papel registra las profundidades, debiendo llamarse por tanto, ecografo. Esto no es más que el resultado de convertir el sonido recibido en impulso eléctrico que salta en forma de chispa por un electrodo y deja un trazo quemado en un papel re-gistrador especial, de acuerdo al tiempo transcurrido.

La ecosonda no solamente se utiliza para registrar las irregularidades del fondo, sino que también se usa para lo siguiente:

- Conocer la clase de fondo sobre el cual na vegamos, esto es, el tipo de constitución, tipo de sedimento, etc.
- Señalar la existencia de peces, o grupo de peces, no sólo sobre el fondo, sino también en aguas intermedias.
- Indicar concentraciones de plancton en una capa determinada.

Este equipo tendrá las siguientes características:

Alcance	:	400 metros
Potencia de consumo	:	50 Watts
Tensión de operación	:	24 VDC

### Radar

Es un equipo que detecta la posición de buques en movimiento, dragas estacionarias, -diques de mar, embarcaciones ancladas, desechos flotantes y todos los objetos que es-tán alrededor de la embarcación en un área de  $360^{\circ}$ .

Básicamente el radar consta de una pantalla en el cual se registran los objetos en forma de sombras blancas o grises, sobre un mapa dibujado en luces que pareciera haber si

do tomada por una cámara ubicada en el aire mirando hacia abajo, al océano y sus costas.

La mayoría de los radares tienen varias capacidades de alcance desde un cuarto de milla hasta varias decenas, pero generalmente se quiere una visión clara y definida de los detalles en el alcance corto, donde el peligro de colisión es mayor.

Las características de este equipo serán:

Potencia de consumo: 400 Watts

Tensión de operación: 220 VAC, 60 Hz

Alcance: 24 millas

### Radiogoniómetro

Es un equipo que se utiliza para la navegación costera, cuyos usos principales son el regreso a puerto y la triangulación.

El proceso denominado en inglés "Homing" - (regreso a puerto) se efectúa sintonizando a un radiofaro conocido, que está generalmente indicado en su carta de navegación y luego siguiendo las indicaciones de nulo o de falta de ruido desde su posición en el mar directamente hacia el mismo.

La triangulación es tomar una ubicación desde dos o más estaciones a fin de determinar su posición en el mar.

Este equipo tendrá las siguientes caracterís



ticas:

Potencia de consumo: 250 Watts

Tensión de operación: 24 VDC

### Piloto automático

La importancia de los pilotos automáticos - ha aumentado con la crisis de la energía, - debido a que éste mantendrá un curso correcto de la embarcación siguiendo la trayectoria más corta, con este equipo se obtiene - un ahorro importante de combustible.

Tendrá las siguientes características eléctricas:

Potencia de consumo: 100 Watts

Tensión de operación: 220 VAC

### Girocompás

El girocompás es un equipo electrónico que es usado para sensar y transmitir los datos del rumbo de la embarcación, al piloto automático mediante unidades repetidoras.

Seleccionando el rumbo deseado en el piloto automático, el girocompás se encarga de mantenerlo permanentemente, aún en las condiciones más desfavorables que son de esperar.

Las características de este equipo serán:

..//

Potencia de consumo: 100 Watts  
 Tensión de operación: 220 VAC, 60 Hz

### Planta telefónica

Para la comunicación entre el puente de navegación y la sala de máquinas, se instalará una planta telefónica compuesta por dos teléfonos autoexcitados, ubicados uno en cada ambiente.

### Radio SSB

Es una unidad transmisor-receptor del tipo de radio telefónica, el cual es exigido por las regulaciones internacionales de navegación en vigencia y además debe estar provisto de un emisor-receptor de señal de emergencia en 2182 Kc.

Este equipo tendrá las siguientes características:

Potencia de consumo: 400 Watts  
 Receptor de alarmas: 100 Watts  
 Tensión de operación: 220 VAC, 60 Hz y 24 VDC

## 2.12 Equipos Especiales

Se instalarán los siguientes:

..//

Cabrestante de Ancla

Se instalará un cabrestante de ancla con accionamiento eléctrico de acuerdo a lo indicado en el plano de Disposición General, este equipo se usará para la maniobra de izaje de ancla. El motor de accionamiento tendrá las siguientes características:

Potencia:	6 KW
Tensión:	440 VAC, 60 Hz
Fases:	Trifásico
Velocidad:	1750 RPM

Molinete Capstan

En la popa de la cubierta principal se instalará un molinete vertical de accionamiento eléctrico, con una capacidad de 3 Tons y una velocidad de aproximadamente 12 mt/min, el cual se utilizará para las maniobras de cabotaje y amarre del cable de remolque. Su motor de accionamiento tendrá las siguientes características:

Potencia:	11 KW
Tensión:	440 VAC, 60 Hz
Fases:	Trifásico
Velocidad:	1750 RPM
Provisto de freno magnético	

Separador aceite de sentina

En sala de máquinas se instalará un separador de aceite, equipado con una bomba de tornillo de una ca-

pacidad aproximada de 0.75 m<sup>3</sup>/h y con una presión - de 10 mts. de agua. Este equipo estará conectado - con el sistema de achique de sentina, para separar el aceite contenido en ellas con la finalidad de evitar la contaminación del mar. Será accionado por un motor de:

Potencia: 0.75 KW  
Tensión: 440 VAC, 60 Hz  
Fases: Trifásico

#### Limpiaparabrisas rotativo

En una de las ventanas del puente de navegación se instalará un limpiaparabrisas rotativo accionado - por un motor eléctrico de:

Potencia: 250 Watts  
Tensión: 220 VAC, 60 Hz  
Fases: Monofásico

#### Telegrafo eléctrico

En la consola de controles del puente de navegación se instalará un sistema doble de telegrafo eléctrico de emergencia para el motor. Sus características son:

Potencia consumo 100 Watts  
Tensión de operación 24 VDC

#### Taladro eléctrico

Se instalará un taladro eléctrico para brocas de - hasta 12 mm  $\emptyset$  ubicado en sala de máquinas, será accionado por un motor de:

Potencia:	600 Watts
Tensión:	220 VAC
Fases:	Trifásico

#### Esmeril eléctrico

En sala de máquinas estará instalado un esmeril con dos ruedas, una gruesa y otra fina, de un diámetro de aproximadamente 150 mm  $\emptyset$ , accionadas por un motor de:

Potencia:	400 Watts
Tensión:	220 VAC, 60 Hz
Fases:	Trifásico

#### Therma

En el baño de la cubierta principal, tendrá instalada una therma de:

Potencia:	6 KW
Tensión:	220 VAC

#### Refrigeradora y congeladora

Ambos equipos serán ubicados en la cocina de la cubierta principal y serán de:

..//

Potencia: 200 Watts c/u  
Tensión: 220 VAC, 60 Hz

### Sirena Tyfon

Para el aviso de llegada a puerto, se instalará una sirena tipo Tyfon de las siguientes características

Potencia: 50 Watts  
Tensión: 220 VAC

## 2.13 Sistema Eléctrico

El equipamiento, diseño e instalación de este sistema, es el motivo de esta tesis y será desarrollado en los capítulos siguientes.

III  
REQUERIMIENTOS DE CAPACIDAD DE GENERACION  
PARA DIFERENTES CONDICIONES DE OPERACION

Generalmente en las instalaciones de abordo, el suministro de energía eléctrica, es proporcionado mediante grupos electrógenos, dimensionados convenientemente, para atender todas las cargas eléctricas instaladas en la embarcación.

El dimensionamiento de los grupos se determina mediante la confección de un balance eléctrico de cargas, para diferentes condiciones de operación tales como: Navegando, Remolcando, en Puerto, etc., debido a que en cada una de ellas, se tienen diferentes consumos de energía. El mayor consumo de potencia, más un porcentaje de reserva, indicará preliminarmente el tamaño de grupo a emplear.

El presente capítulo versará de los siguientes items, en forma secuencial, para la realización del balance eléctrico de cargas:

- Tipos de Suministro Eléctrico
- Exigencias de Clasificación
- Clasificación de las Cargas Eléctricas
- Evaluación de Cargas Eléctricas
- Balance eléctrico de Cargas del Suministro de Emergencia.
- Balance eléctrico de Cargas del Suministro Principal
- Requerimientos de Generación.

### 3.1 Tipos de Suministro Eléctrico

En una embarcación, los tipos de suministro, se determinan de acuerdo a las categorías de consumidores instalados a bordo. Comúnmente se tienen los siguientes:

#### - Consumidores Esenciales

Son todos aquellos cuya disponibilidad de servicio es necesario en la propulsión, seguridad de la tripulación, del cargamento y del buque mismo.

#### - Consumidores No Esenciales

Generalmente estas cargas dan confort a algún servicio especial a la embarcación, en la cual, su falta de alimentación no afecta a lo dicho sobre los consumidores esenciales.

#### - Consumidores Generales

Su utilización es común en todas las embarcaciones, tales como artefactos de cocina, de alumbrado, etc.

#### - Consumidores de Emergencia

Son todos aquellos que deben ser alimentados permanentemente, para garantizar la seguridad de los tripulantes y de la propia embarcación.

Para atender cada uno de estos consumidores, deberán existir dos tipos de suministro, uno Principal



que alimentará todos los consumidores y otro de Emergencia en caso de falla del primero.

### 3.2 Exigencias de Clasificación

Las siguientes son las principales exigencias de clasificación que se deberán tener en cuenta en la realización del Balance Eléctrico de Cargas:

- 1.- El consumo de energía deberá calcularse para todas las condiciones de operación de la embarcación, tales como, en navegación, en maniobra y para el servicio de emergencia.
- 2.- Para cubrir el consumo de potencia durante puntas de carga de corta duración, por ejemplo - causadas por el arranque automático de motores grandes, se incluirá en la planificación una reserva del 15% más alta que el consumo determinado en el balance de cargas.
- 3.- Para el suministro de energía principal serán previstos como mínimo dos grupos electrógenos. El primero atenderá los requerimientos de máxima demanda y el segundo permanecerá en stand by.
- 4.- En caso de falla del suministro principal, se proveerá de una fuente de Emergencia de conexión automática, capaz de alimentar, a través de un tablero los consumidores de emergencia, por un tiempo mínimo de 3 horas.
- 5.- Serán admitidos los siguientes sistemas de ten

si3n:

- Para corriente alterna y cont3nua monof3sica.- Dos conductores aislados del casco del buque.
- Para corriente alterna trif3sica.- Tres conductores aislados del casco del buque.

6.- Los niveles de tensi3n normalizados son los siguientes:

	AC (Volts) -----	DC (Volts) -----
Generaci3n	120, 230, 450	120, 240
Fuerza	115, 220, 440	115, 220
Alumbrado	115, 220	115

### 3.3 Clasificaci3n de las Cargas el3ctricas en el remolcador

En el Remolcador se tendr3n las siguientes cargas, clasificados de acuerdo al suministro el3ctrico y a los tipos de consumidores que existir3n a bordo:

#### 3.3.1 Suministro Principal

Alimentar3 las siguientes cargas:

#### Consumidores Esenciales

- 1.- Bomba Sistema de Gobierno 8 HP
- 2.- Bomba Contra incendio y Sentina 9 HP

..//

3.- Bomba Transferencia de Pe- tróleo	3.6 HP
4.- Compresor de aire	9 HP
5.- Bomba de Espuma	24 HP
6.- Bomba de aceite reserva re- ductor	3.6 KW
7.- Bomba de aceite reserva Mo- tor Principal	24 HP
8.- Bomba de lubricación eje - de cola	0.6 HP
9.- Bomba Servicios generales	12 HP
10.- Radio SSB	400 W
11.- Indicador de ángulo de pala	10 W
12.- Cabrestante de ancla	6 KW
13.- Hidroneumático de agua dulce	1 HP
14.- Luces de Navegación (Se evaluará en item 3.4)	
15.- Consumidores de emergencia (Se eva- luará en el item 3.4)	

#### Consumidores no Esenciales

1.- Dos ventiladores en sala de Máquinas	4.8 HP c/u
2.- Dos extractores en sala de Máquinas	1.8 HP c/u
3.- Molinete Capstan	11 KW
4.- Separador aceite sentina	0.75 HP
5.- Limpia parabrisas	250 W
6.- Macrófono	40 W
7.- Therma	6 KW
8.- Taladro	600 W
9.- Esmeril	400 W
10.- Radar	400 W
11.- Girocompás	100 W
12.- Piloto automático	100 W

Consumidores Generales

- |  |       |
|--|-------|
| 1.- Refrigeradora  | 100 W |
| 2.- Congeladora  | 100 W |
| 3.- Hidroneumático agua salada   | 1 HP  |
| 4.- Alumbrado interior, exterior, y de cubierta (Se evaluará en el ítem 3.4) |       |

3.3.2 Suministro de Emergencia

Atenderá exclusivamente las siguientes cargas:

Consumidores de Emergencia

- |  |        |
|--|--------|
| 1.- Radio SSB  | 400 W  |
| 2.- Ecosonda   | 50 W   |
| 3.- Radiogoniómetro                                      | 250 W  |
| 4.- Telégrafo eléctrico de órdenes                       | 100 W  |
| 5.- Lámparas señales Día y Luz Morse                     | 100 W  |
| 6.- Indicador Angulo de Pala                             | 10 W   |
| 7.- Alarmas motores Diesel                               | 1000 W |
| 8.- Alumbrado de Emergencia (Se evaluará en el ítem 3.4) |        |
| 9.- Luces de Navegación (Se evaluará en ítem 3.4)        |        |
| 10.- Tomacorrientes (Se evaluará en ítem 3.4).           |        |

3.4 Evaluación de cargas eléctricas

En el ítem anterior, existen cargas que han de ser evaluadas, para la realización del Balance Eléctrico, tales como : alumbrado interior, exterior, luces de navegación, etc.

Serán evaluadas las siguientes cargas:

#### 3.4.1 Alumbrado interior

Las lámparas comúnmente utilizadas son las incandescentes y las fluorescentes, las primeras por su vida corta, aprox. 1000 h. y bajo rendimiento lumínico 12 lm/W, están destinadas al alumbrado de emergencia. Las fluorescentes por el contrario, tienen una vida más larga, aprox. 8000 h y un rendimiento de 95 lm/W, por lo que se les utiliza en el alumbrado interior.

El número de lámparas, y por ende la carga, será determinado mediante un cálculo de iluminación, de acuerdo a los niveles exigidos por la Sociedad Clasificadora.

El cálculo de iluminación será realizado para aquellos compartimientos, que por su naturaleza de trabajo sea indispensable determinar el número de lámparas requeridas. Estos ambientes son: Sala de Máquinas, Puente de Navegación, y Comedor. Para el resto de compartimientos no será calculado, debido a que se trata de ambientes pequeños, donde las tareas a realizar no son importantes.

##### 3.4.1.1 Procedimiento de Cálculo

El método de los lúmenes, es el que se utiliza en el cálculo del alumbrado interior. Su fórmula es la siguiente:

$$\# \text{ Lámp} = \frac{E}{\phi_1} \frac{A}{CU CM}$$

Donde:

E = Nivel de iluminación (lux)

A = Area del ambiente (M2)

$\phi_1$  = Flujo de lámpara (lm)

CU = Coeficiente de utilización

CM = Coeficiente de mantenimiento

- Coeficiente CU

-----

Este valor se obtiene de las tablas proporcionadas por el fabricante de artefactos de iluminación, mediante la intersección de los grados de reflexión del ambiente y de un coeficiente llamado relación de local RCR.

$$RCR = \frac{5h}{L} \frac{(L + A)}{A}$$

Donde:

h = Altura desde luminaria al plano de trabajo (m)

L = Largo del ambiente (m)

A = Ancho del ambiente (m)

- Coeficiente CM

-----

Según el Manual Westinghouse, existen tres valores para este coeficiente, que dependen de la limpieza, del ambiente y del mantenimiento que se le dé, a la instalación.

- . Coeficiente de Mantenimiento bueno (0.65).-

- - - - -

Condiciones atmosféricas buenas, las luminarias se lim - pian frecuentemente y las - lámparas se reponen por el sistema de sustitución por grupos.

- . Coeficiente de Mantenimiento medio (0.55).-

- - - - -

Condiciones atmosféricas menos limpias, la limpieza de las luminarias no es frecuen - te y las lámparas se cambian cuando se funden.

- . Coeficiente de Mantenimiento malo (0.45).-

- - - - -

Atmósfera bastante sucia y - la instalación tiene conserva - ción deficiente.

Para el cálculo de iluminación de los compartimientos anterior - mente mencionados se utilizará

un CM de 0.55.

#### 3.4.1.2 Exigencias de clasificación

Los siguientes son los niveles mínimos de iluminación, que se deben emplear en el alumbrado interior de los compartimientos:

	<u>Nivel (Lux)</u>
- Sala de Máquinas	150
- Puente de Navegación	100
- Comedor	150

#### 3.4.1.3 Cálculo de Iluminación

En la iluminación del compartimiento de sala de máquinas se debe considerar el área neta a iluminar, debido al espacio que ocupan los motores principales, el cual no es necesario iluminar, solamente los pasadizos y áreas adyacentes.

La iluminación del comedor será del tipo indirecta con la finalidad de proporcionar un ambiente agradable sin deslumbramiento. Se utilizarán artefactos adosados a las paredes.

Para el cálculo del coeficiente



de utilización, se utilizará las tablas luminotécnicas del Manual de Westinghouse anexados al final, con un grado de reflexión del techo y pared del 50%.

Se utilizarán luminarias con dos lámparas de 20 W c/u (1450 lumen) el tipo y las características constructivas será definido en el capítulo VII de la presente tesis.

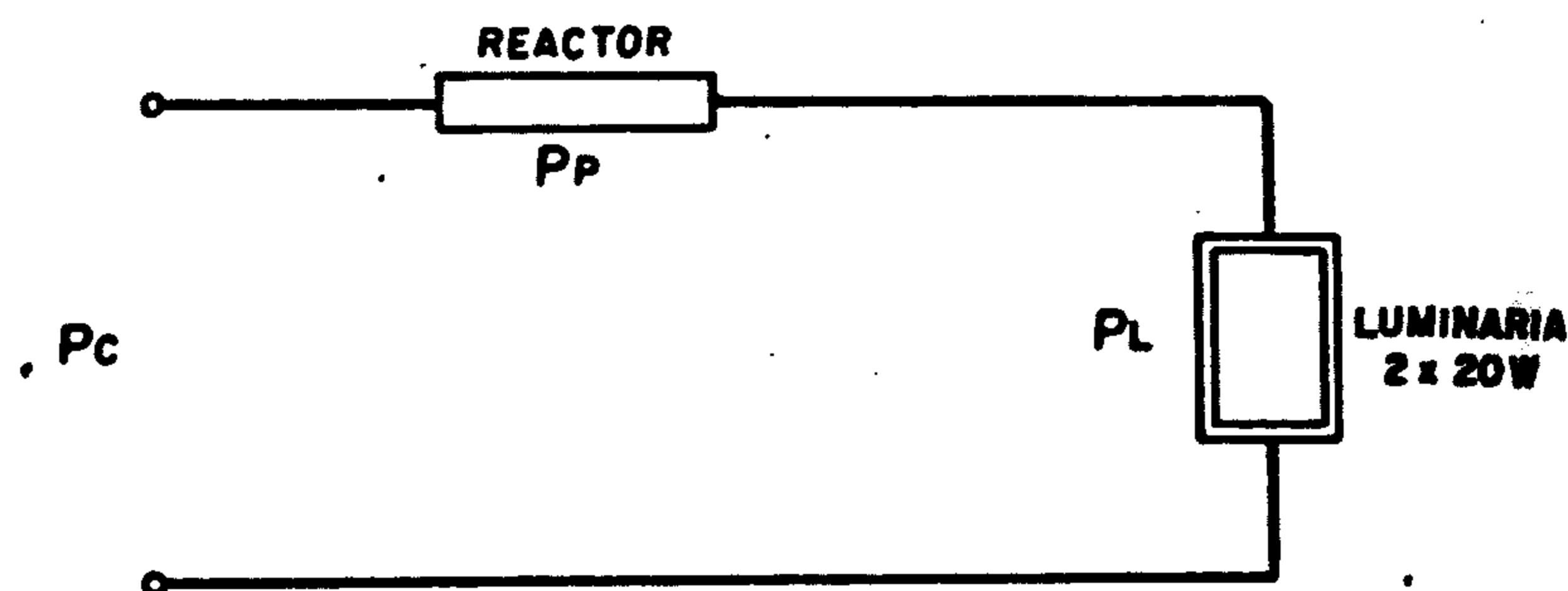
En el cuadro No 1 se muestran las características físicas de los compartimientos y en el Cuadro No 2 el resultado del Cálculo de iluminación.

La iluminación de los demás ambientes, será mediante un artefacto provisto de dos lámparas de 20 W c/u. En los compartimientos de acomodación se instalarán además, luminarias de cabecera con lámpara incandescente de 20 W y de escritorio con una lámpara fluorescente de 20 W.

La ubicación de las luminarias de alumbrado interior, se muestra en el Plano No. 03-024.

#### 3.4.1.4 Cálculo de Carga de Alumbrado Interior.-

Para realizar este cálculo, es necesario determinar el consumo por luminaria, en el cual se debe considerar, además del consumo de la lámpara, las pérdidas de potencia en el reactor, que aproximadamente tiene un 90% de rendimiento.



Donde:

$P_c$  = Consumo de potencia (W)

$P_p$  = Pérdida de potencia 0.1 (50W)

$P_l$  = Potencia de lámparas (W)

$$\therefore P_c = P_p + P_l \\ = 0.1 (50) + 40$$

$$P_c = 45 \text{ W}$$

Por lo tanto el consumo de potencia por luminaria provista de dos lámparas fluorescentes de 20 W c/u será de 45 W y el de una sola lámpara 25 W.

El consumo de los artefactos con lámparas incandescentes, será el indicado como potencia de lámpara.

La carga de alumbrado interior por cubiertas se muestra en el cuadro

..//

COMPARTIMIENTO	DIMENSIONES DEL LOCAL			ÁREA DEL LOCAL (M <sup>2</sup> )	ÁREA NETA A ILUMINAR (M <sup>2</sup> )	NIVEL DE ILUMINAC. (LUX)
	LARGO (M)	ANCHO (M)	ALTURA (M)			
SALA DE MÁQUINAS	12.7	9	2.5	114.3	57.25	150
PUENTE DE NAVEGAC.	4.3	3.3	2	14.2	14.2	100
COMEDOR	3.5	2.25	2	7.9	7.9	150

CUADRO No. 1 : CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE COMPARTIMENTOS

COMPARTIMIENTO	FLUJO DE LAMPARA (LM)	RCR	CU	CM	#LAMPARAS	#ARTEFACTOS
SALA DE MAQUINAS	1450	2.4	0.5	0.55	22	11
PUENTE DE NAVEGAC.	1450	5.4	0.34	0.55	6	3
COMEDOR	1450	7.3	0.12	0.55	12	6

CUADRO No. 2 : CALCULO DE ILUMINACION  
-----

C U B I E R T A S	LUMINARIAS DE ALUMBRADO GENERAL		LUMINARIAS DE CABECERA		LUMINARIAS DE ESCRITORIO		POTENCIA TOTAL DE CONSUMO (WATTS)
	CANTIDAD	CONSUMO (W)	CANTIDAD	CONSUMO (W)	CANTIDAD	CONSUMO (W)	
ALUMBRADO INTERIOR CU- BIERTA DE BOTES Y PUEN- TE DENAVEGACION	10	450	2	40	3	75	565
ALUMBRADO INTERIOR CU- BIERTA PRINCIPAL	16	720	3	60	2	50	830
ALUMBRADO SALA DE MA- QUINAS Y ACOMODACION	14	630	6	120	--	--	750

CUADRO No. 3 : CALCULO DE CARGA DE ALUMBRADO INTERIOR

### 3.4.2 Alumbrado Exterior

Al igual que en el ítem anterior, la carga de alumbrado exterior será determinada mediante un cálculo de iluminación, en este caso, empleando el método de punto por punto.

El tipo de luminarias a emplear, serán las mismas que del alumbrado interior, por motivos de estandarización de equipos y repuestos.

La separación máxima entre luminarias definirá el número de artefactos a instalar en todos los contornos de la superestructura, para proporcionar un nivel de iluminación capaz de permitir el libre tránsito por estas zonas.

#### 3.4.2.1 Exigencia de Clasificación

El nivel de iluminación mínimo para los pasillos, bajadas, estaciones de lanzamiento de botes y vías de circulación en las cubiertas, deberá ser de 20 lux.

#### 3.4.2.2 Procedimiento de Cálculo

En la figura No.1 se muestra el esquema para determinar la separación máxima entre luminarias, que

dé un nivel de iluminación de 20 lux en el punto más desfavorable.

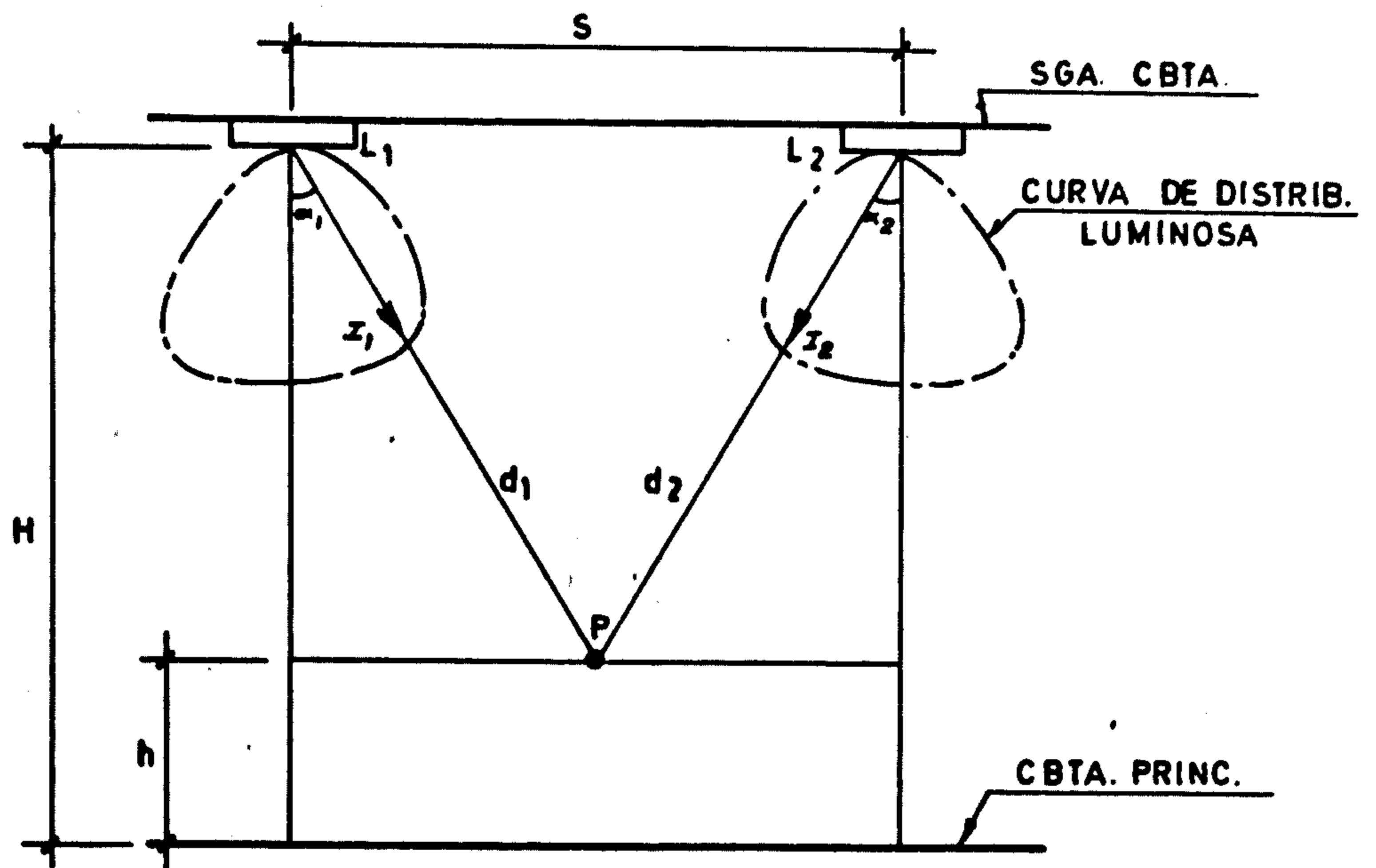


Fig 1.- Cálculo de Separación entre Luminarias

La iluminación en el punto "p" aplicado el método de punto por punto, está dado por:

$$E_p = \frac{I_1}{d_1^2} \cos \alpha_1 + \frac{I_2}{d_2^2} \cos \alpha_2$$

Donde:

$E_p$  = Iluminación en "p" (lux)

$I$  = Intensidad luminosa (candelas)

$\alpha$  = Angulo de incidencia (grados)

$d$  = Distancia al Punto "p" (m)

$H$  = Altura de montaje de la luminaria (m)

$h$  = Altura del Punto "p" (m)

$s$  = Separación entre luminarias (m)

..//

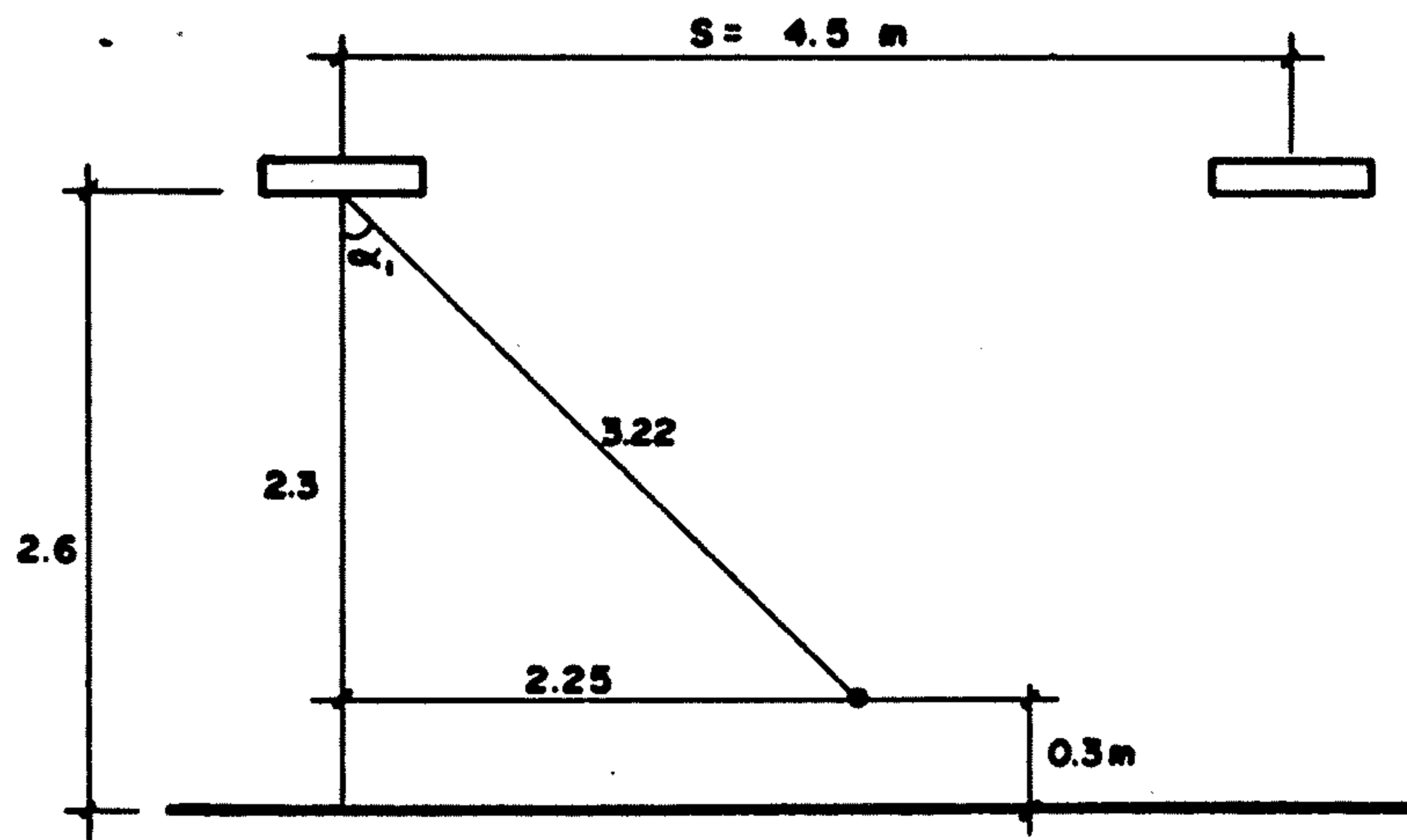
Dado que el Punto "p" está ubicado simétricamente, iluminado por dos luminarias iguales se tiene lo siguiente:

$$E_p = 2 \frac{I_1 \cos \alpha_1}{d_1^2}$$

Esta ecuación se resuelve por tanteos asumiendo una separación "s" y calculando la iluminación en el punto "p" y si coincide con los 20 lux será la separación máxima de instalación.

### 3.4.2.3 Cálculo de Iluminación

Después de realizar muchos tanteos con un nivel de iluminación de 20 lux y asumiendo varias longitudes de separación de luminarias se ha llegado a lo siguiente:



$$\cos \alpha_1 = \frac{2.3}{3.22} \Rightarrow \alpha_1 = 45^\circ$$

..//



De la curva de distribución luminosa, de la luminaria AH 220R a - nexado al final, tenemos que para un ángulo de 45° una intensidad luminosa de 160 candelas.

$$E_p = 2 \frac{(160)}{(3.22)^2} \cos 45^\circ$$

$$E_p = 22 \text{ lux}$$

Por lo tanto la separación máxima entre luminarias será de 5 m.

La ubicación de todas las luminarias se muestra en el plano No.03 -024.

#### 3.4.2.4 Cálculo de la carga de alumbrado exterior

El consumo por luminaria será de 45 W. de acuerdo al cálculo realizado en el ítem anterior, por lo tanto se tendrá lo siguiente:

Cubierta	# Luminaria	Consumo (W)
Cbta. de botes y Pte. de Navegac.	8	360
Cbta. Ppal.	10	450

El resumen de carga de alumbrado interior y exterior se muestra en el cuadro No. 4.

..//

No.	C U B I E R T A S	POTENCIA REQUERIDA (W)	POTENCIA DISPONIBLE (NOTA No.1) (W)
1	ALUMBRADO PUENTE/CUBIERTA DE BOTES	925	1200
2	ALUMBRADO CUBIERTA PRINCIPAL	1280	1500
3	ALUMBRADO SALA DE MAQUINAS/FONDO	750	1000

Nota No. 1.- La diferencia entre la potencia disponible y requerida se utilizará para los tomacorrientes de uso general.

CUADRO No. 4 : RESUMEN DE LA CARGA DE ALUMBRADO INTERIOR Y EXTERIOR

-----

### 3.4.2.5 Reflectores de Cubierta

En la cubierta principal se realizarán las maniobras de cabotaje y amarre del cable de remolque, - para lo cual es necesario iluminar esta zona mediante reflectores convenientemente ubicados. - La potencia y el número de ellos será determinado, haciendo un cálculo de iluminación por el método de lumen.

La iluminación de cubiertas, superestructuras, está destinada comúnmente a las lámparas de vapor de mercurio y sodio en alta presión, debido a su alto rendimiento luminoso, capaz de iluminar grandes áreas, empleando un reducido número de artefactos.

#### 3.4.2.5.1 Exigencias de Clasificación. - - - - -

El nivel de iluminación en la cubierta principal (zona de trabajo) y cubierta de paseo, deberá ser de 100-150 lux.

#### 3.4.2.5.2 Cálculo de Iluminación - - - - -

Se empleará la siguiente

..//

te fórmula:

$$\#Lám. = \frac{E}{\phi_1} \frac{A}{CU \cdot CM}$$

Utilizando un reflector con una lámpara de vapor de mercurio en alta presión HQL 400 W cuyo flujo es de 23,000 lm, asumiendo un CU de 0.5 y CM de 0.45 y considerando un área a iluminar de 160 m<sup>2</sup>, tendremos el siguiente cálculo:

$$\#Lámp = \frac{100 (160)}{23,000 (0.5)(0.45)}$$

#Lámp= 3
----------

Por lo tanto se instalarán dos reflectores en el mástil de señales y uno en la baranda de la segunda cubierta.

### 3.4.2.5.3 Carga de Reflectores de Cubierta - - - -

Al igual que en el cálculo anterior, la eficiencia del balasto es

..//

de 90% aproximadamente  
Por lo tanto el consumo por reflector será de 440 W y del total - 1320 W.

### 3.4.3 Alumbrado de Emergencia

Según las exigencias de clasificación, se deberá preveer alumbrado de emergencia en los lugares de almacenaje de los equipos salvavidas, así como a lo largo de la cubierta de botes en la zona de las estaciones de lanzamiento, en todos los pasillos y escaleras que conduzcan a la cubierta principal, en sala de máquinas y puente de navegación.

De acuerdo a esto, se ha estimado 18 luminarias de alumbrado, con lámparas de 40 W cada una. La ubicación de estas luminarias se muestra en el Plano No. 03-024.

### 3.4.4 Luces de Navegación

De acuerdo a las reglas internacionales de navegación editadas en la conferencia internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar 1960, para una embarcación tipo remolcador y con una longitud de remolque menor o igual a 183 m, se deben instalar las luces de navegación que se muestran en el Cuadro No. 5.

MARCA	DESIGNACION	COLOR	ALCANCE
A	FONDEO	BLANCA	2 millas mínimo. Visible todo el horizonte 360°
B	TOPE O PROA	BLANCA	2 millas mínimo. Visible 225°
C	SIN GOBIERNO No. 1	ROJO	2 millas mínimo. Visible todo el horizonte 360°
D	SIN GOBIERNO No. 2	ROJO	2 millas mínimo. Visible todo el horizonte 360°
E	REMOLQUE No. 1	BLANCA	2 millas mínimo. Visible 225°
F	REMOLQUE No. 2	BLANCA	2 millas mínimo. Visible 225°
G	POPA O ESTELA	BLANCA	2 millas mínimo. Visible 135°
H	SITUACION BABOR	ROJA	2 millas mínimo. Sector iluminado 112.5° de proa a popa
I	SITUACION ESTRIBOR	VERDE	2 millas mínimo. Sector iluminado 112.5° de proa a popa

CUADRO No. 5 : LUCES DE NAVEGACION

Para el alcance especificado, la potencia de las lámparas incandescentes debe ser de 40 W. Por lo tanto la carga para 9 puntos de luz, será de 360 W.

#### 3.4.5 Tomacorrientes de suministro de emergencia

Los tomacorrientes de este suministro, alimentarán lámparas portátiles, para el alumbrado localizado de sala de máquinas y servomotores. Se ha estimado una carga de 400 W.

### 3.5 Balance Eléctrico de Cargas del Suministro de Emergencia

La finalidad de realizar este balance, es de dimensionar las fuentes de suministro de energía eléctrica, que alimentarán permanentemente los consumidores de emergencia.

Dado que la potencia de los consumidores de emergencia es pequeña en comparación con los del suministro principal, el suministro de emergencia será proporcionado por bancos de baterías de una capacidad convenientemente dimensionada. Estos bancos suministrarán energía eléctrica, por un tiempo de por lo menos tres horas, tiempo en el cual se podrán realizar las operaciones y reparaciones del caso.

En condiciones normales, los consumidores de emergencia serán alimentados a través de una unidad rectifi-

ficadora conectada al suministro principal. Es por esta razón, que el balance de cargas será realizado para dos condiciones de operación:

- Condiciones Normales
- Emergencia

### 3.5.1 Condiciones normales

En estas condiciones no serán considerados, el alumbrado de emergencia, ni el telegrafo eléctrico de órdenes.

La potencia nominal de los demás consumidores serán afectados por un factor de demanda que tendrá en cuenta el período de operación de cada equipo y el consumo de potencia en caso de funcionar, con la finalidad de obtener la máxima demanda de cada uno de ellos.

Para determinar la máxima demanda total, es necesario multiplicar la suma de las máximas demandas individuales por el factor de simultaneidad estimado.

### 3.5.2 Emergencia

En emergencia todos los consumidores serán alimentados excepto las alarmas de los motores diesel. Para esta condición su máxima demanda será determinada bajo las mismas condiciones del item anterior.



El balance eléctrico de cargas del suministro de emergencia se muestra en el Plano No. 03-003.

### 3.6 Balance Eléctrico de Cargas del Suministro Principal

Para dimensionar correctamente los grupos electrógenos, que atenderán el suministro principal, es necesario determinar las probables puntas de cargas en las diferentes condiciones de operación del remolcador.

Estas máximas demandas se obtendrán mediante la realización del Balance Eléctrico de Cargas, en el cual, cada una de las cargas y en cada condición de operación, tendrá asignado un factor de servicio que viene a ser una combinación del factor de demanda y factor de simultaneidad, el cual determinará el consumo de cada equipo.

Los factores de servicio los proporcionan, la propia experiencia del Astillero en la construcción de embarcaciones similares y las Instituciones Navales que recomiendan los factores a ser usados en cada caso y que son el resultado de muchos años de investigación y experiencia.

#### 3.6.1 Condiciones de Operación del Remolcador

El balance eléctrico de cargas será realizado para las siguientes condiciones de operación:

- Navegando

..//

- En maniobra de remolque
- Navegando con remolque
- En Puerto

A continuación se explicará en que consiste cada una de estas operaciones:

#### Navegando

El remolcador se desplazará para atender la embarcación en siniestro.

#### En Maniobra de Remolque

En esta operación, realizará las maniobras de cabotaje y amarre del cable de remolque.

#### Navegando con Remolque

Con la embarcación remolcada, navegará al puerto de destino. Esta operación será análoga a la maniobra de acoderamiento a muelle.

#### En Puerto

En el puerto estará detenido sin propulsión a la espera de nuevas órdenes.

Para efectos del balance eléctrico de cargas, se tendrá en cuenta, que la tripulación estará en el remolcador.

### 3.6.2 Modos de Operación de los Equipos en el Remolcador

En este ítem, se describirá de manera muy - suscita, el modo de operación de los equipos que normalmente, no se conocen en instalaciones terrestres, teniendo en cuenta su funcionamiento, el cual ha sido descrito en capítulo II.

De acuerdo a lo anterior, tenemos los siguientes equipos:

#### Cabrestante de Ancla

Este equipo sólo funcionará en el puerto para realizar las maniobras de izaje de ancla.

#### Bomba Contraíncendio y Sentina

La bomba sólo funcionará, cuando el nivel de las aguas de sentina suba hasta el nivel de terminado. Trabaja en todas las condiciones de operación, excepto en el puerto.

#### Bomba de Transferencia de Petróleo

Sólo trabajará en el momento del cambio de guardia de los maquinistas, para llenar el tanque diario de combustible, y eventualmente para lograr un adecuado trimado del remolcador. Esta bomba trabajará en todas las condiciones de operación y con mayor fre

cuencia en el puerto, debido a que allí se llenarán los tanques de almacenamiento.

#### Compresor de aire

El compresor funcionará cuando exista un descenso de la presión del aire comprimido a consecuencia de su utilización. Trabaja eventualmente aproximadamente cada 8 horas, en todas las condiciones de operación.

#### Ventiladores y Extractores de Sala de Máquinas

Estos equipos trabajarán permanentemente en todas las condiciones de operación debido a la alta temperatura de sala de máquinas.

#### Bomba de Espuma

La bomba sólo funcionará en la operación de navegación debido a que en esta condición disponemos de potencia suficiente, para arrancar la bomba de agua de mar; que trabajará en conjunto con ésta, para la sofocación de incendios.

#### Bomba Sistema de Gobierno

Funcionará en todas las condiciones de ope-

ración, excepto en el puerto, para establecer la presión del sistema hidráulico.

#### Bomba de Lubricación Eje de cola

Esta bomba funcionará permanentemente en todas las operaciones, excepto en el puerto, con la finalidad de enfriar y lubricar el eje de propulsión.

#### Molinete Capstan

Sólo trabajará en la operación de remolque, para realizar las maniobras de cabotaje y amarre del cable.

#### Bomba de Aceite Reserva Motores Principales y Cajas de Reducción

El consumo de esta bomba no se considerará en ninguna condición de operación, debido a que sólo funcionarán cuando fallen las bombas principales de lubricación.

#### Separador Aceite de Sentina

Este equipo funcionará, solamente en el puerto para evitar la contaminación producida por el achique de las aguas de sentina.

Extractor Baño-Cocina y Planta de Aire Acondicionado

Al igual que los ventiladores de sala de máquinas, estos equipos funcionarán en todas las condiciones de operación permanentemente para el confort de la tripulación.

Bomba de Servicios Generales

La bomba funcionará en todas las condiciones de operación, excepto en la maniobra de remolque.

Girocompás - Piloto Automático - Radar

Estos equipos funcionarán en todas las condiciones de operación, excepto en el puerto, debido a que son equipos de navegación.

Indicador de Angulo de Pala

El indicador funcionará permanentemente en todas las condiciones de operación, excepto en el puerto.

3.6.2 Plano de Balance Eléctrico de Cargas

En este plano se detallan todos los consumidores instalados en el remolcador, muestran

do sus consumos en cada condición de operación, que son consecuencia de la aplicación de los factores de servicio, a la carga instalada. Sumando el total de consumos, se obtendrá la máxima demanda en cada una de las condiciones:

La carga instalada será calculada empleando las siguientes fórmulas:

$$KW = \frac{(\#HP) \times 0.746}{\eta} \quad \delta \quad KW = \frac{KW_m}{\eta}$$

Donde:

KW = Consumo de Potencia (KW)

#HP = Potencia mecánica (HP)

KW<sub>m</sub> = Potencia mecánica (KW)

$\eta$  = Eficiencia

La eficiencia de los motores, será obtenida de los catálogos Delcrosa, de acuerdo a la potencia y número de polos.

El balance eléctrico de cargas para el suministro principal se muestra en el Plano No. 03-003.

### 3.6.3 Potencia media del Sistema

Este parámetro es muy importante y se utilizará en el Capítulo siguiente para la determinación de la potencia de los grupos electrógenos de abordó.

La potencia media se obtiene del diagrama

de carga diario del sistema, el cual se construye sumando todos los diagramas de carga de cada uno de los equipos instalados a bordo. Estos diagramas se elaboran de acuerdo a la función que desempeña, a la rutina de los maquinistas y a las costumbres propias de la tripulación.

En los cuadros No. 1 al 22 se muestran los diagramas de carga diario de cada uno de los equipos y en el No. 23 se muestra el diagrama de carga diario del sistema, para la condición de operación de navegación c/s remolque.

Del diagrama de carga diario del sistema, se obtiene lo siguiente:

- Potencia media = 38 KW
- Factor de carga = 0.78

### 3.7 Requerimientos de Generación

Del plano No. 03-003 se obtiene las siguientes máximas demandas:

- Navegando : 47 KW
- En maniobra de remolque : 51 KW
- Navegando con remolque : 43 KW
- En puerto : 42 KW

Considerando una reserva del 15%, según normas, se tiene la siguiente capacidad de generación, en cada una de las condiciones de operación del remolcador:

- Navegando : 54 KW



Gráfico Nº 1.- BOMBA CONTRAINDIOS Y SENTINA

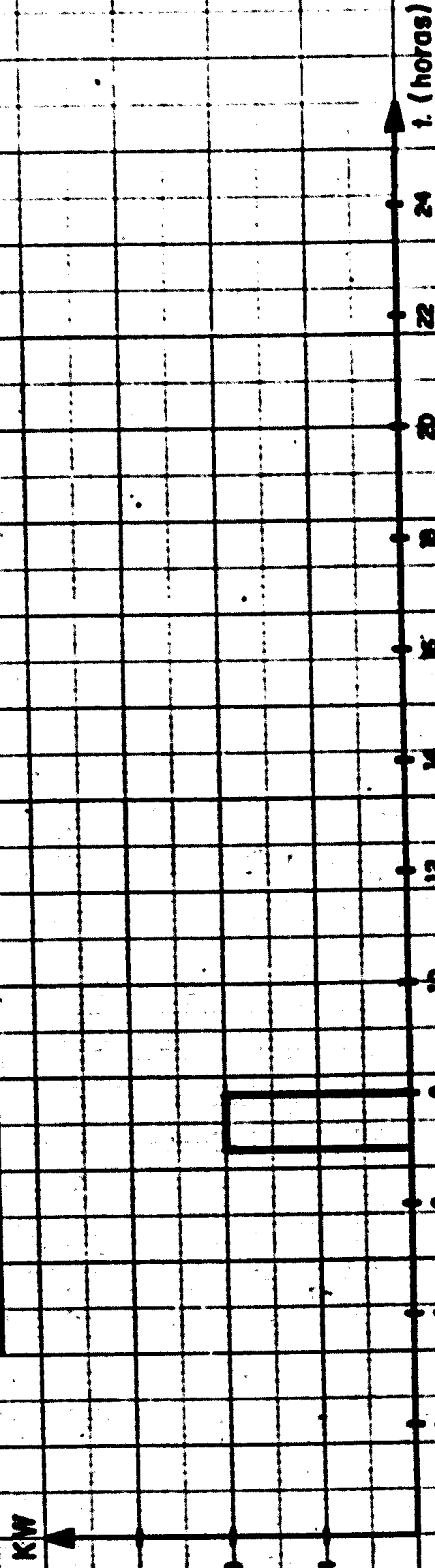


Gráfico Nº 2.- BOMBA TRANSFERENCIA DE PETROLEO

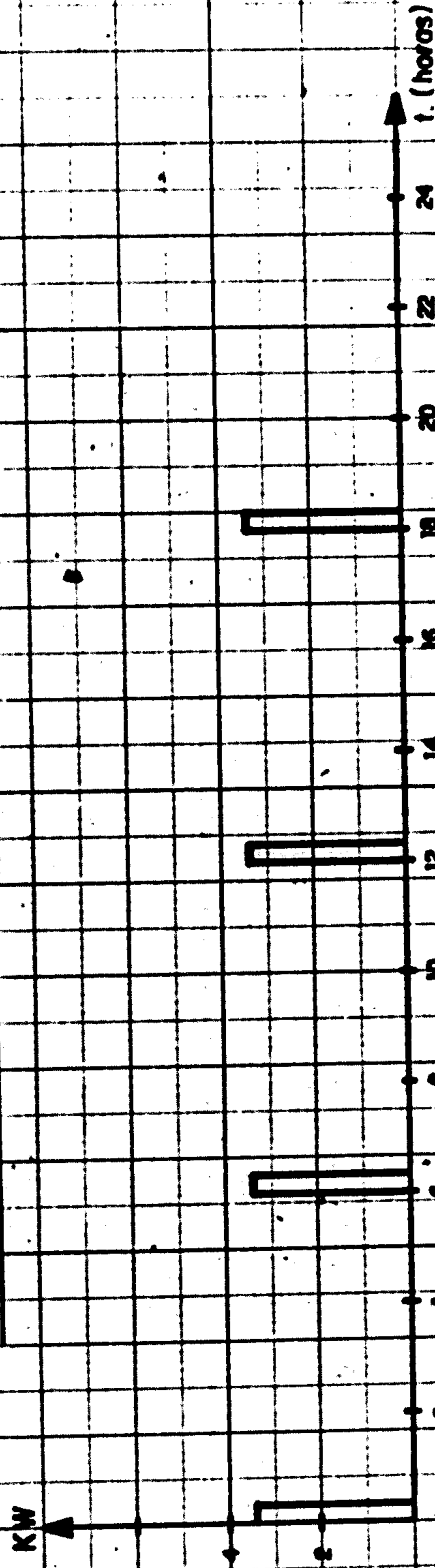


Gráfico Nº 3.- COMPRESOR DE AIRE

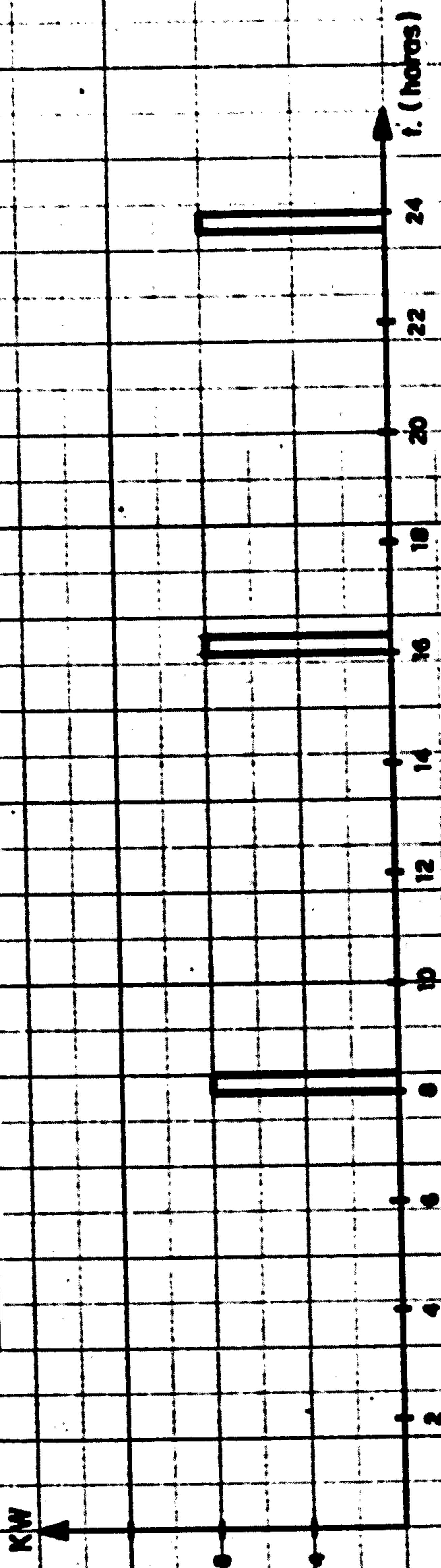
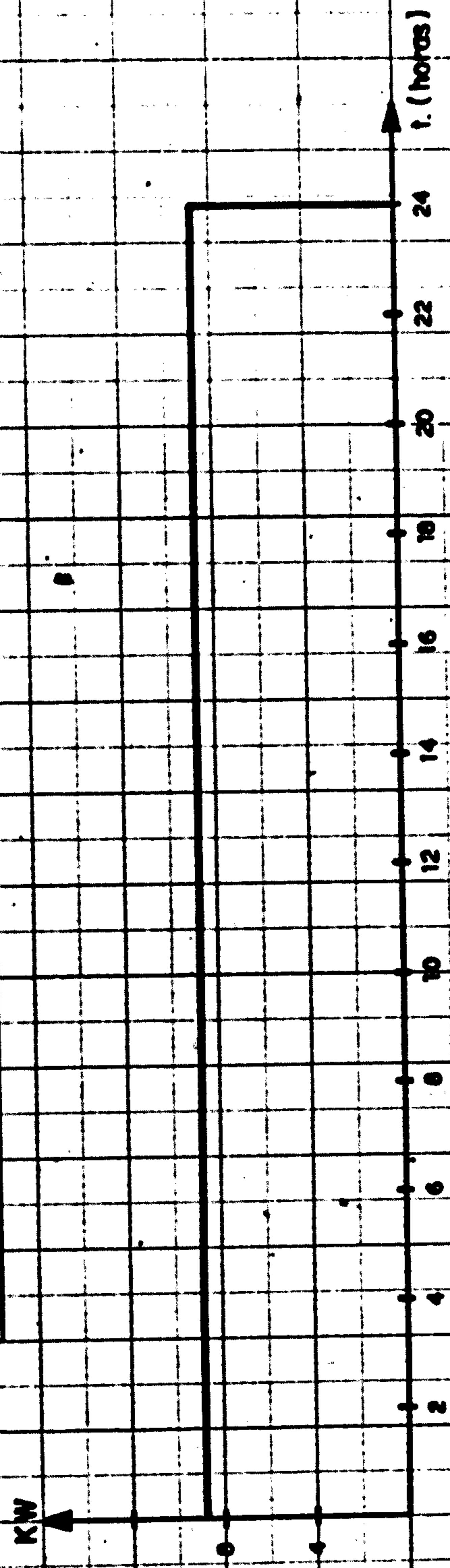
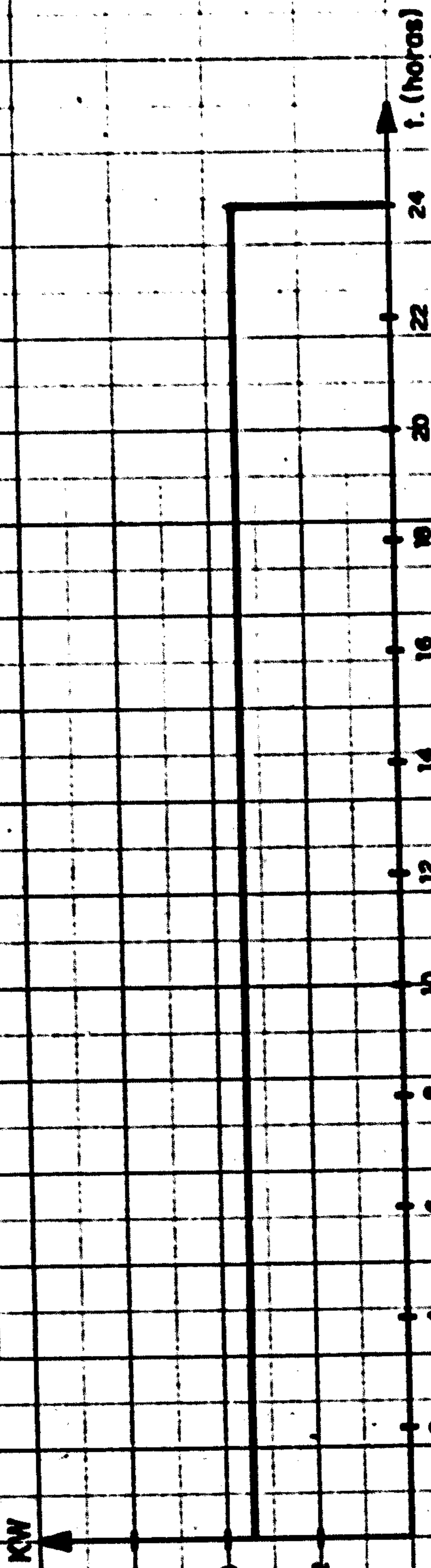


Gráfico Nº 4.- VENTILADORES SALA DE MAQUINAS



**Gráfico Nº 5.- EXTRACTORES SALA DE MAQUINAS**



**Gráfico Nº 6.- BOMBA SISTEMA DE GOBIERNO**

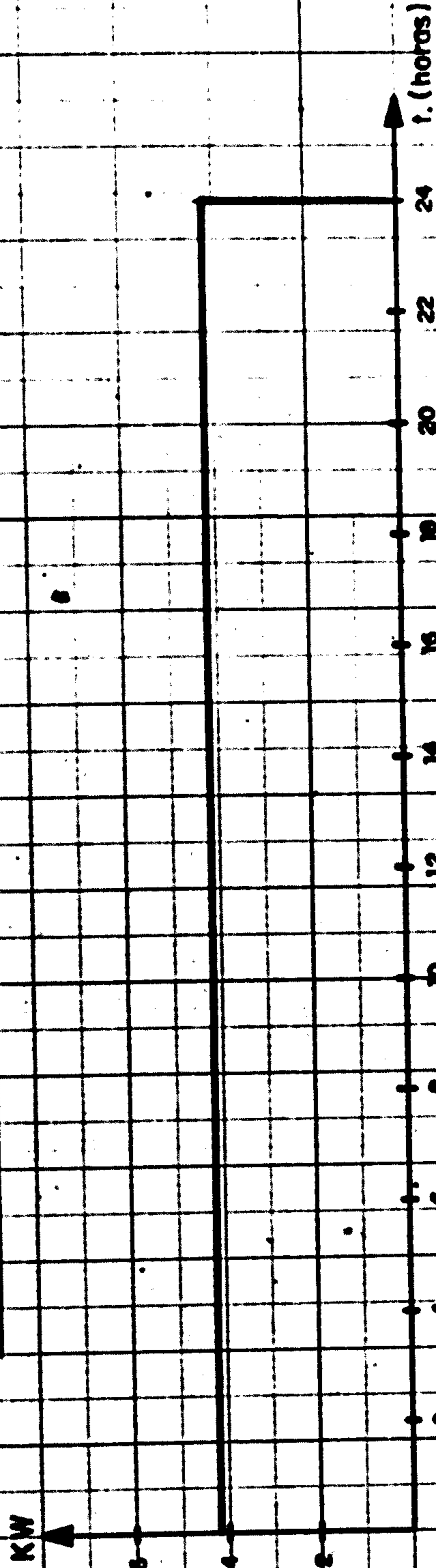


Gráfico Nº 7.- BOMBA LUBRICACION EJE DE COLA

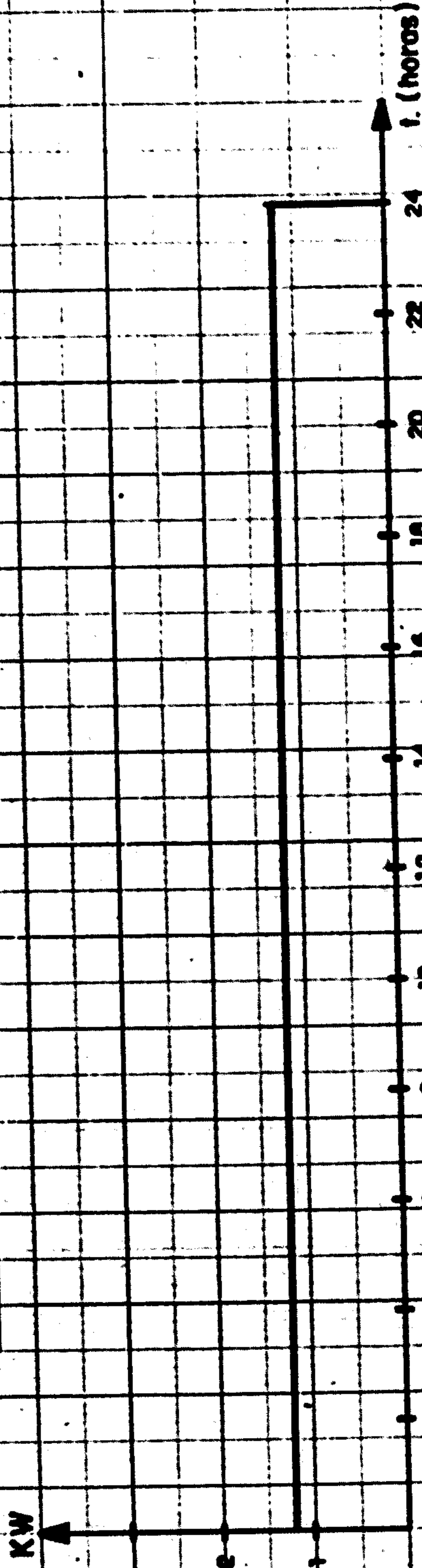


Gráfico Nº 8.- EXTRACTOR DE BAÑO

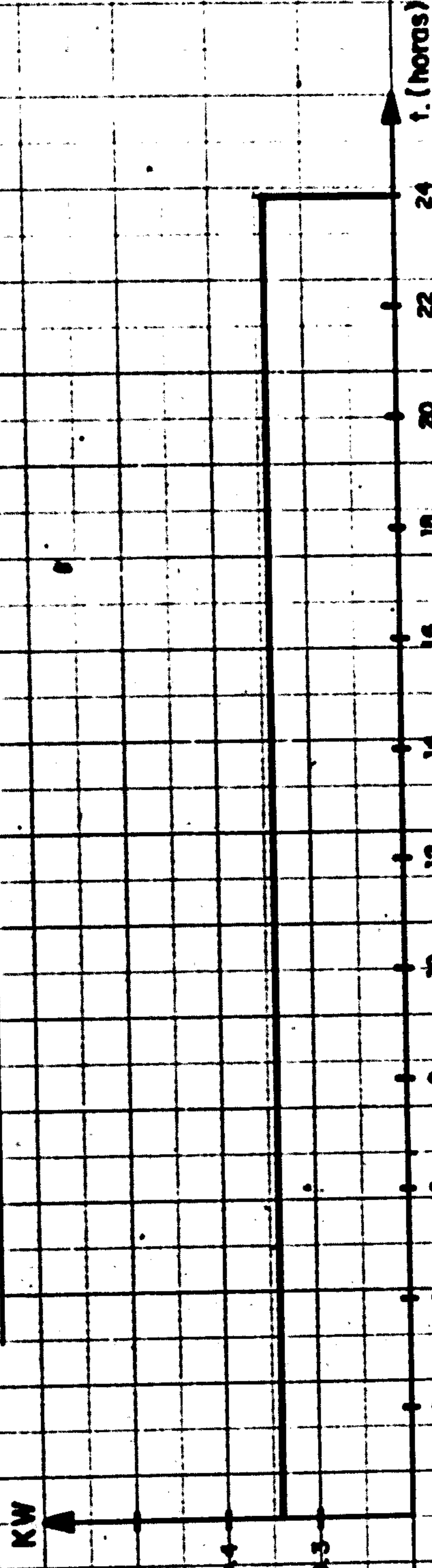


Gráfico Nº 9.- EXTRACTOR DE CUCINA

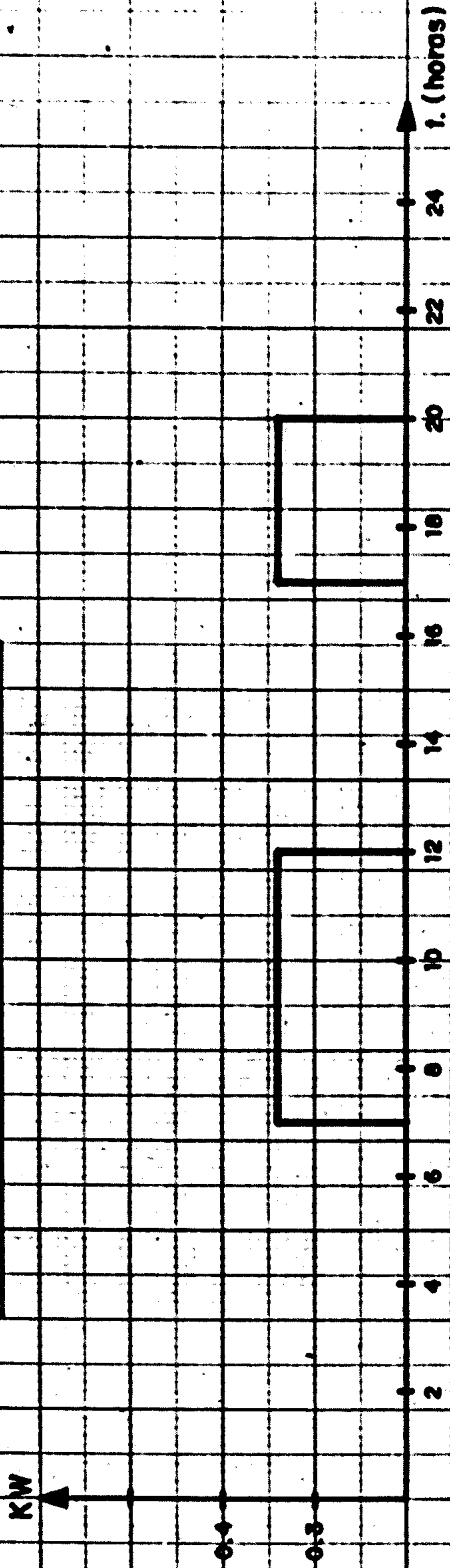
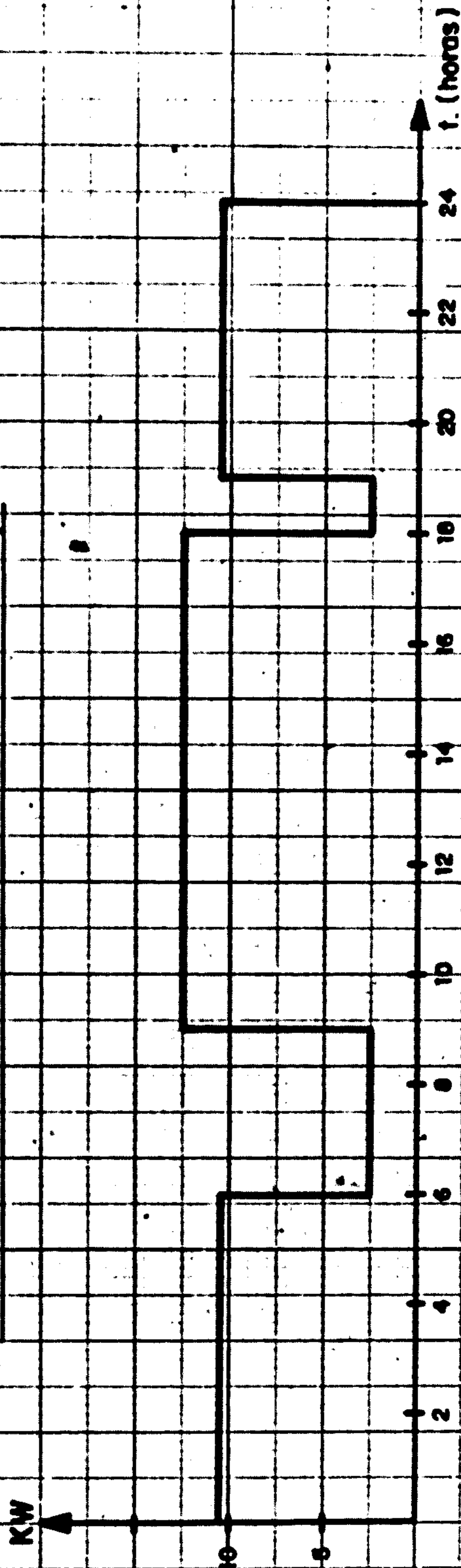
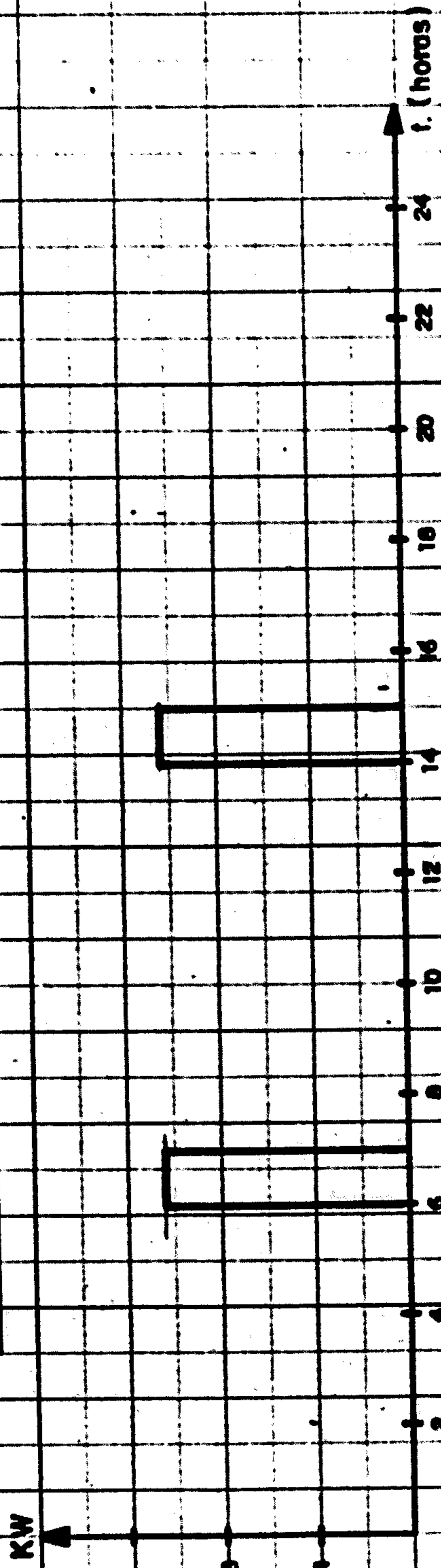


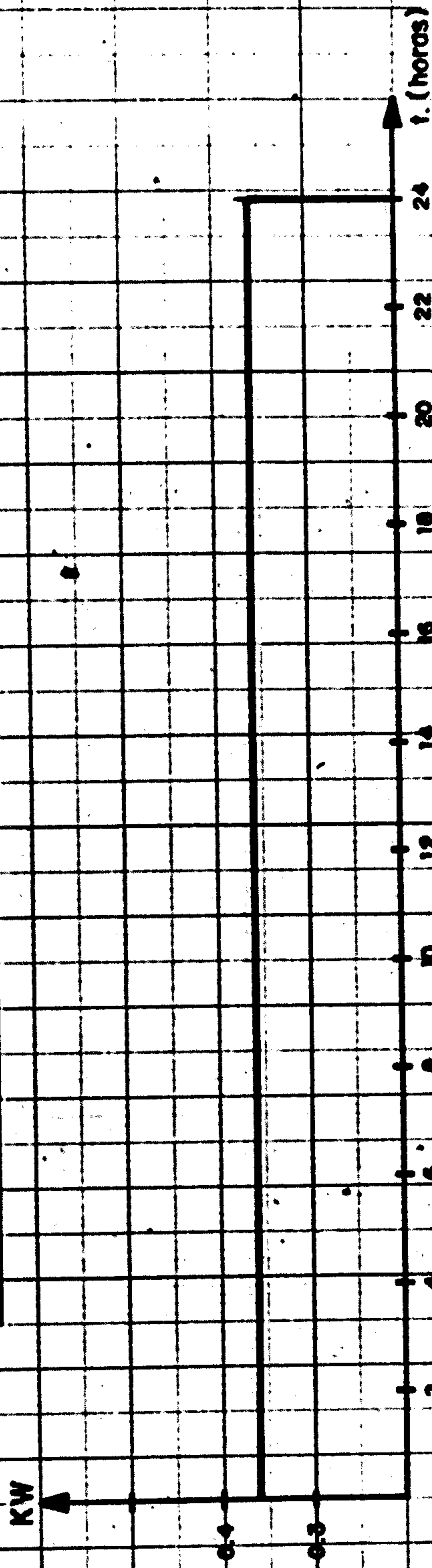
Gráfico Nº 10.- UNIDAD DE AIRE ACONDICIONADO



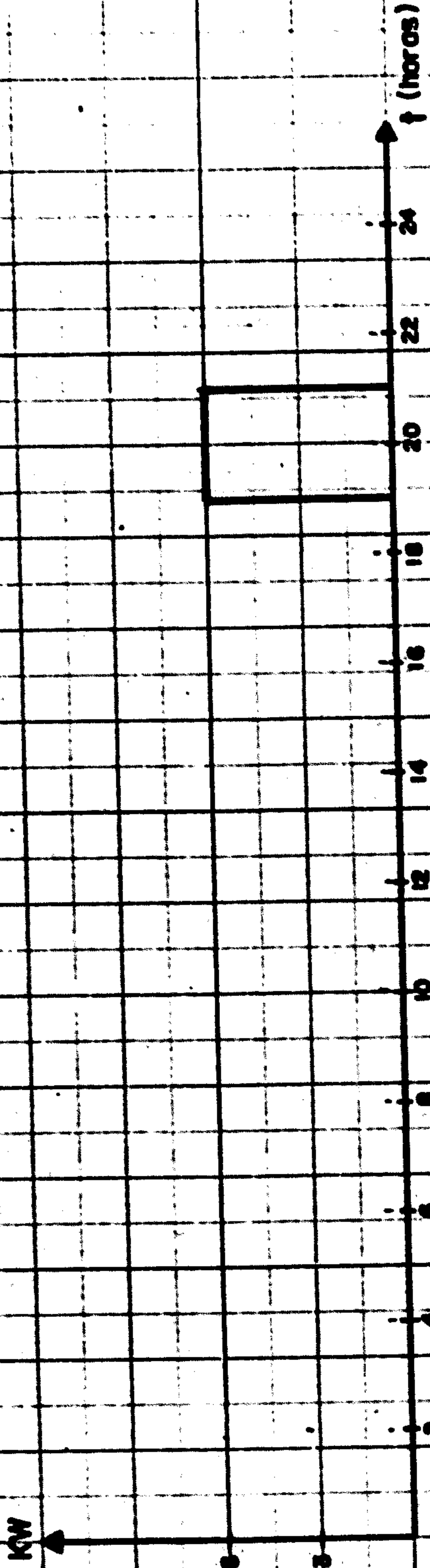
**Gráfico Nº 11.- BOMBA DE SERVICIOS GENERALES**



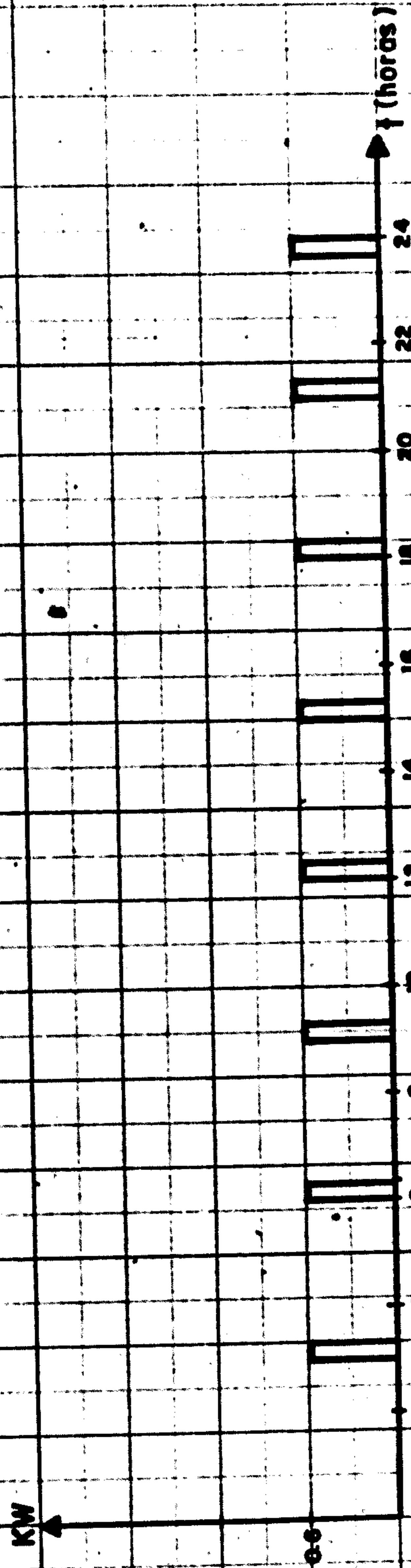
**Gráfico Nº 12.- LIMPIAPARABRISAS**



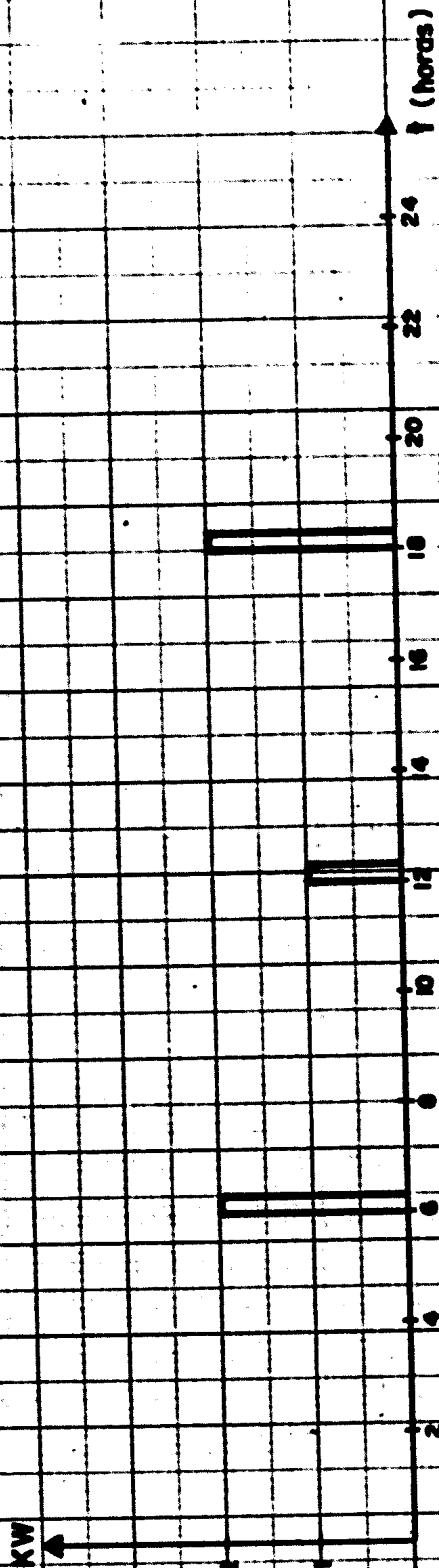
**Gráfico Nº 13 THERMA**



**Gráfico Nº 14 REFRIGERADORA CONGELADORA**



**Gráfico Nº 15 HIDRONEUMÁTICOS**



**Gráfico Nº 16 CONSUMIDORES DE EMERGENCIA**

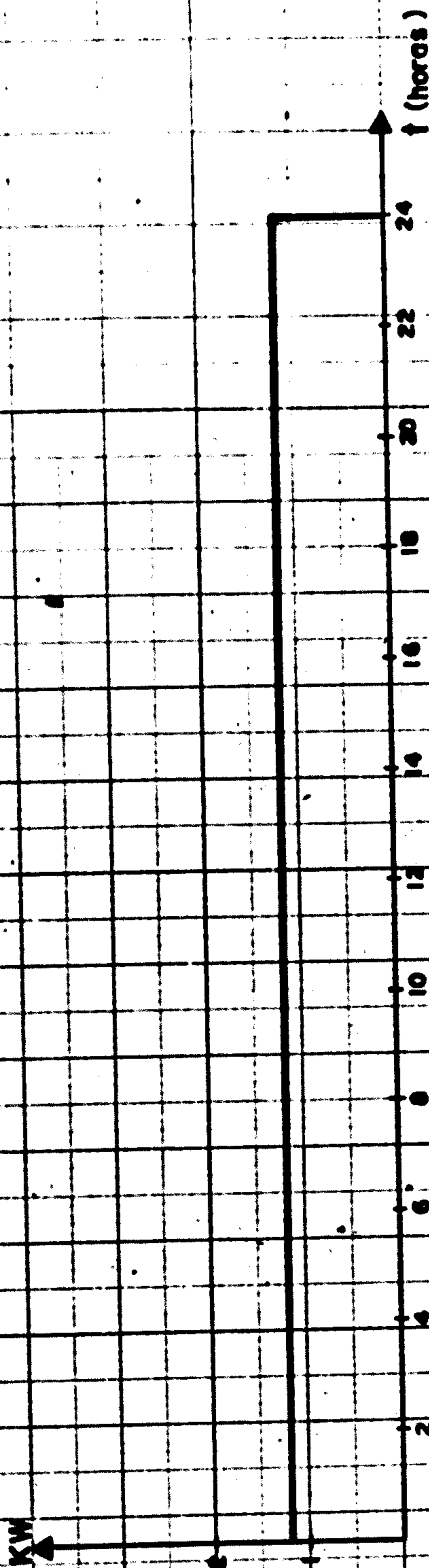




Gráfico Nº 17 GIROCOMPAS, PILOTO AUTOMÁTICO

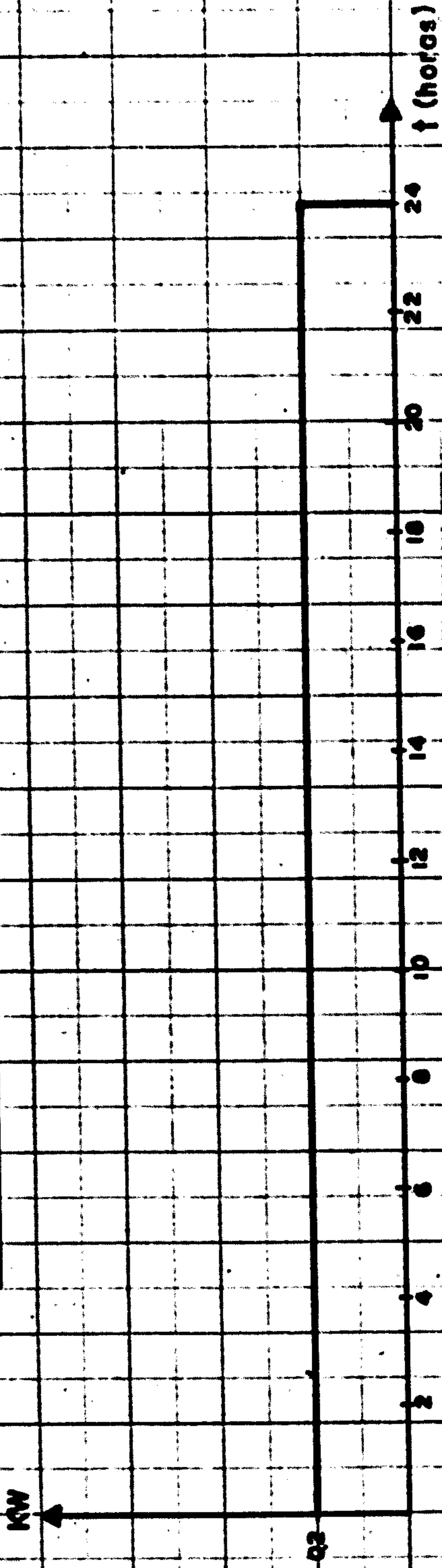
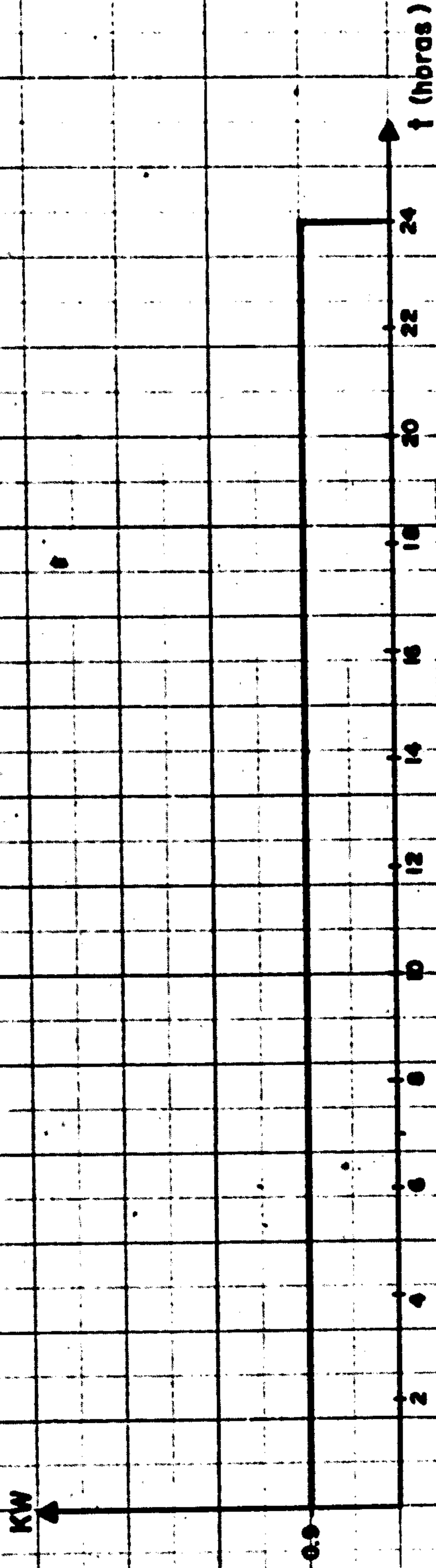
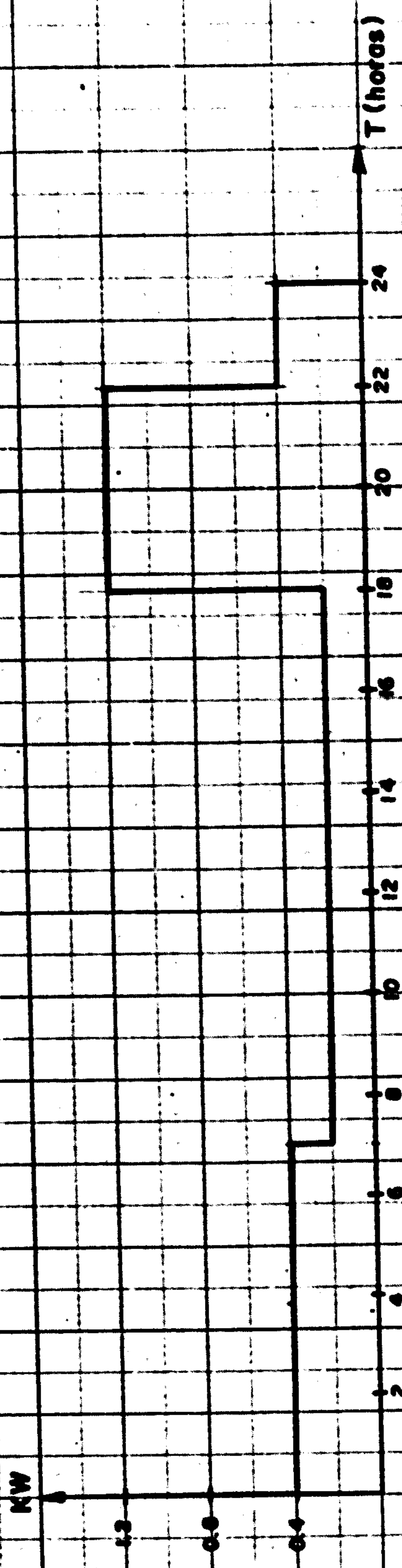


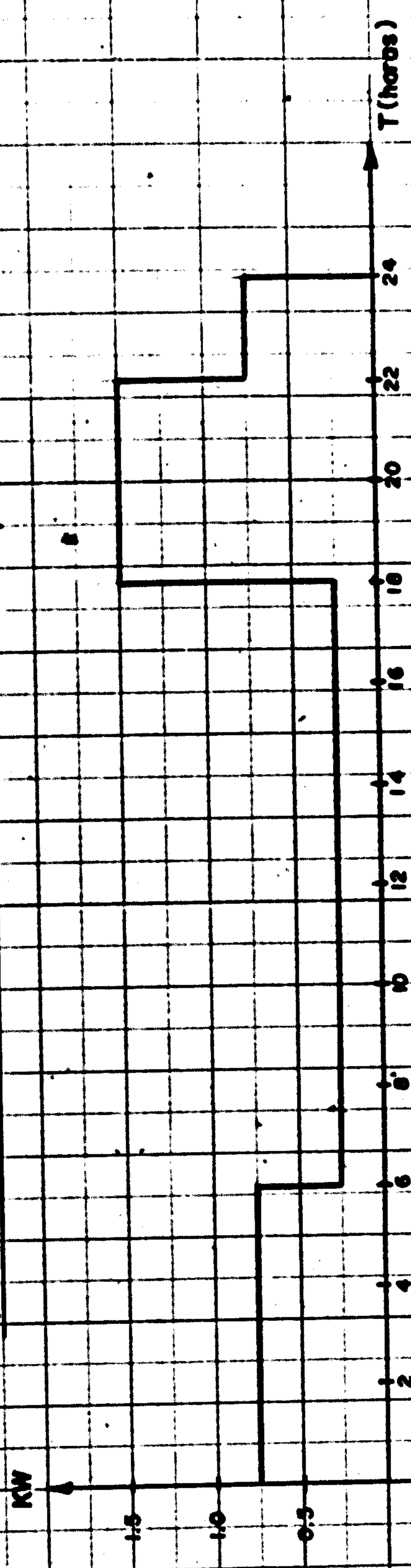
Gráfico Nº 18 RADAR, RADIO SSB



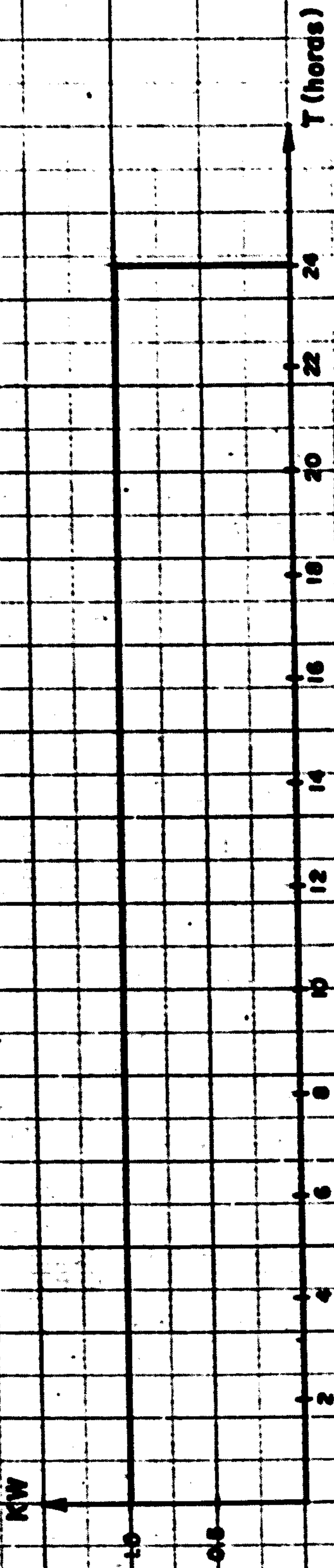
**Gráfico N° 19 - ALUMBRADO CUBIERTA BOTES - PUENTE**



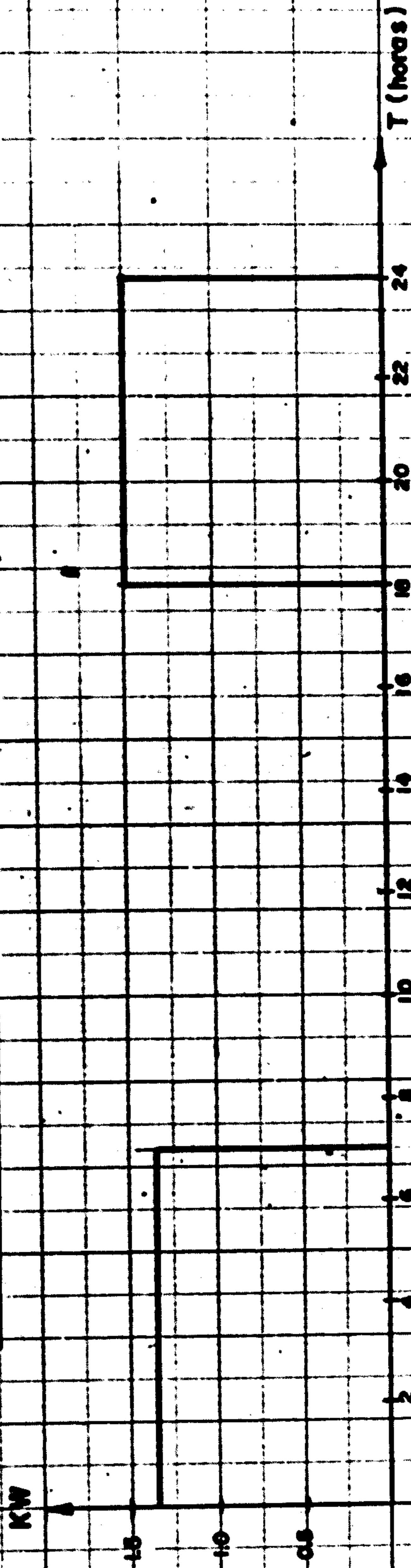
**Gráfico N° 20 - ALUMBRADO CUBIERTA PRINCIPAL**



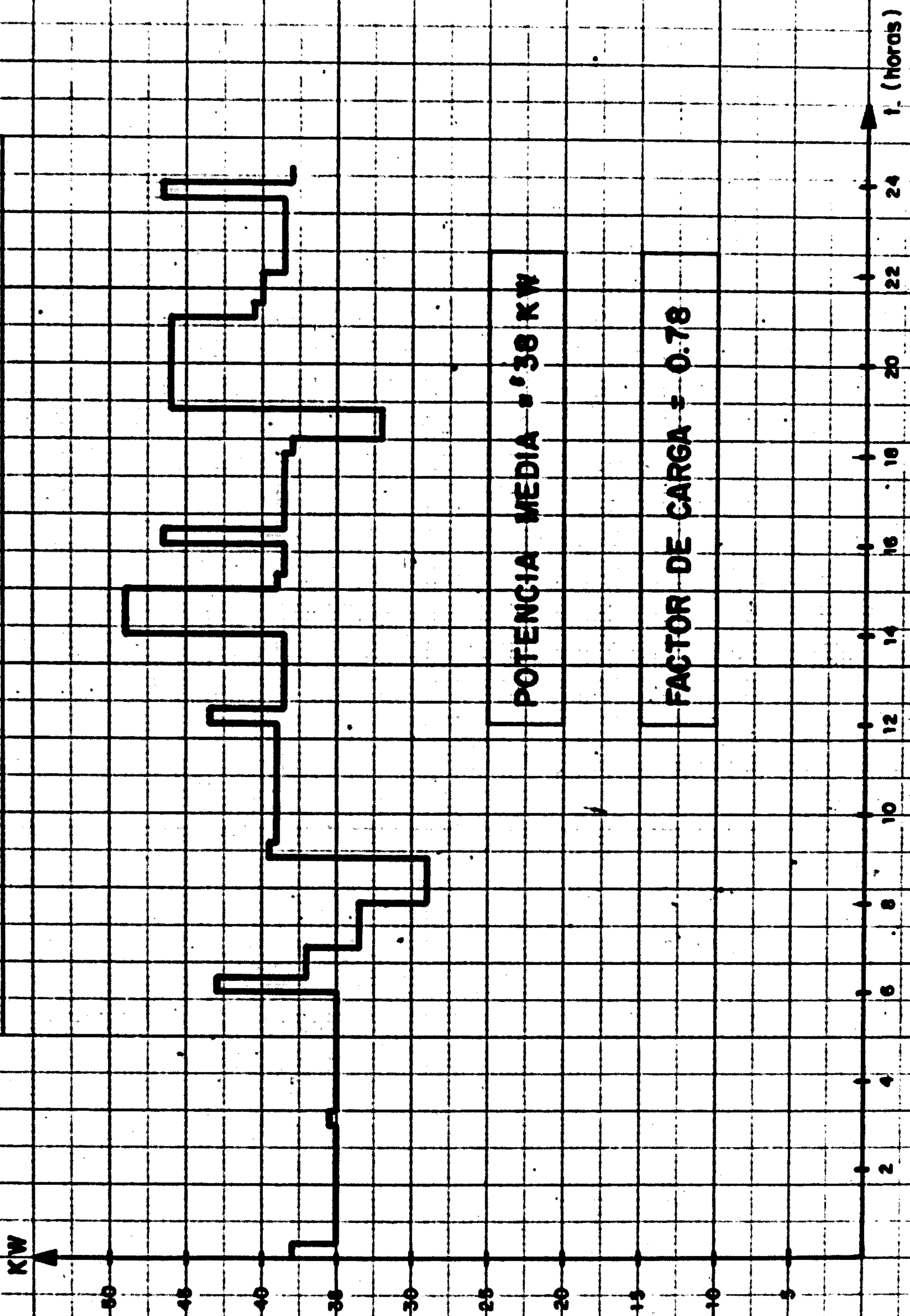
**GRAFICO Nº 21.- ALUMBRADO SALA MAQUINAS FONDO**



**GRAFICO Nº 22.- REFLECTORES DE CUBIERTA**



**Gráfico Nº 23.- DIAGRAMA DE CARGA DIARIO DEL SISTEMA PARA LA CONDICION DE OPERACION C/S REMOLQUE.**



**POTENCIA MEDIA = 38 KW**

**FACTOR DE CARGA = 0.78**

- En maniobra de remolque : 59 KW
- Navegando con remolque : 49 KW
- En puerto : 48 KW

El tamaño de grupo o grupos a emplear, será definido en el capítulo IV.

IV  
SELECCION DE GRUPOS  
ELECTROGENOS

Uno de los pasos más importantes en la selección de un grupo electrógeno, es la determinación correcta de la potencia, para lo cual se debe tener en cuenta los siguientes criterios:

- Máxima demanda del sistema más un 15% de reserva, lo cual es exigencia de clasificación.
- Capacidad de Generación para el arranque de motores eléctricos.
- Carbonización de los motores diesel.

De los dos primeros criterios se elige la potencia mayor y con ayuda del tercero, se verifica que el grupo atienda todos los requerimientos eléctricos sin carbonizarse.

La máxima demanda del sistema para diferentes condiciones de operación del remolcador, ha sido calculada en el Capítulo anterior con los siguientes resultados:

- Navegando 47 KW
- En maniobra del remolque 51 KW
- Navegando con remolque 43 KW
- En Puerto 42 KW

El desarrollo del presente capítulo constará de los siguientes items:

- Capacidad de Generación para el arranque de motores eléctricos.
- Carbonización de los Motores Diesel.
- Exigencias de Clasificación
- Número de Grupos Electrógenos
- Grupo Electrógeno Seleccionado

#### 4.1 Capacidad de Generación para el arranque de motores eléctricos

Para la instalación el caso más desfavorable ocurrirá al arrancar el motor que consuma la mayor potencia en el arranque (Motor Crítico), en el momento de producirse la máxima demanda del sistema (Ver - Gráfico Fig. 1)

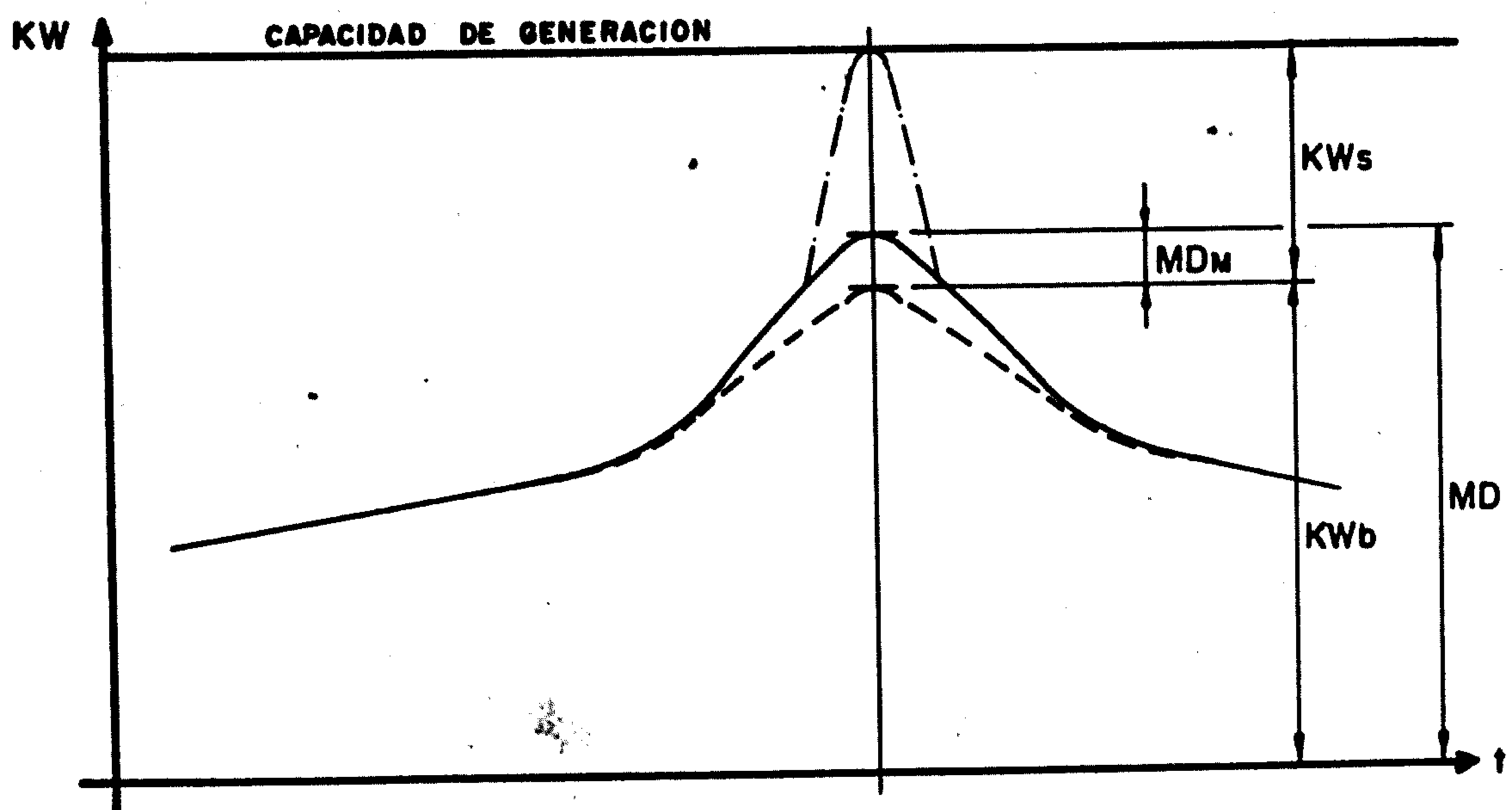


Fig No. 1

Gráfico de la Capacidad de Generación Requerida

..//

Donde:

KWs = Potencia de arranque del motor crítico

MD<sub>M</sub> = Aporte de potencia del motor crítico a la máxima demanda del sistema

KWb = Potencia base existente en el momento de arranque crítico

MD = Máxima demanda del sistema

Del gráfico de la Fig. 1 se deduce que para lograr el arranque del motor crítico se debe generar la siguiente potencia:

Capacidad de Generación: KWs + KWb

#### 4.1.1 Cálculo de la Potencia de Arranque (KWs)

Los motores eléctricos para arrancar absorben varias veces su corriente nominal, este consumo de potencia depende del método de arranque empleado, del tipo de motor y de la carga accionada.

La potencia de arranque se calculará de acuerdo a las siguientes fórmulas:

$$KW_s = \frac{\sqrt{3} V_n I_s \cos \phi_s}{1000}$$

$$I_s = \left(\frac{V}{V_n}\right)^2 I_{st}$$

Donde:

V<sub>n</sub> = Tensión nominal del motor (Volt)

I<sub>s</sub> = Corriente de arranque (Amp)

Cos φ<sub>s</sub> = Factor de potencia en el arranque

..//



V = Tensión aplicada al motor durante el arranque (Volt)

Ist = Corriente de arranque a tensión nominal (Amp.)

La corriente de arranque a tensión nominal es proporcionada por los fabricantes de motores eléctricos, en porcentaje de la corriente nominal.

El factor de potencia en el arranque, se determinará utilizando el gráfico de la Fig No.2.

A continuación se describe los métodos de arranque comúnmente empleados:

#### 4.1.1.1 Arranque Directo

Es el tipo de arranque más económico y se utiliza cuando la carga a ser accionada necesita un elevado torque de arranque para vencer su inercia, tal es el caso de las bombas de aceite, de petróleo, etc.

En este caso la tensión aplicada al motor es la nominal del motor, por lo tanto:  $I_s = I_{st}$

#### 4.1.1.2. Arranque Estrella-Triángulo

Este método se emplea donde la car

..//

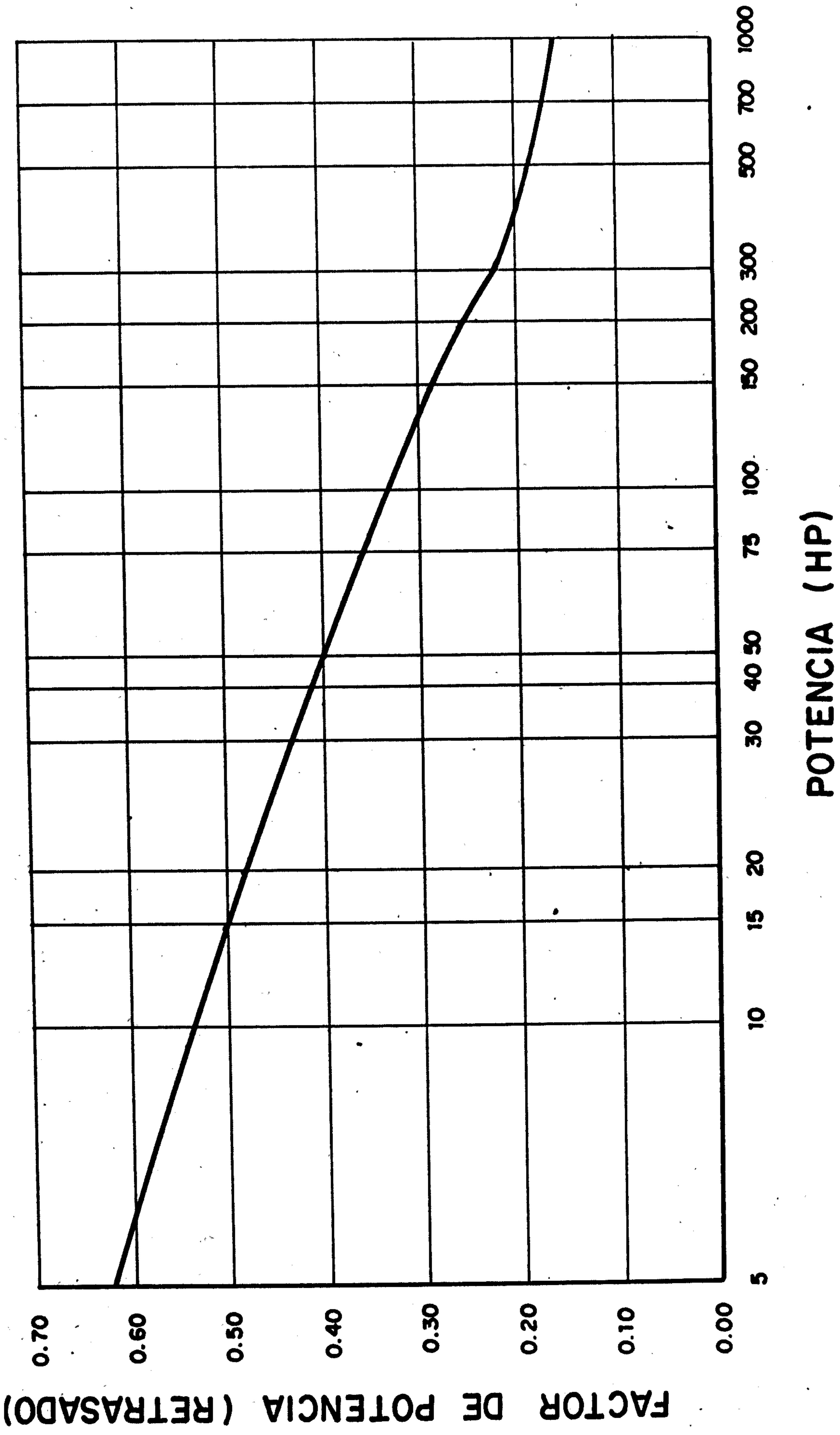


Fig. 2 GAFICO DE Cos.  $\theta$  Vs. H.P.

ga accionada requiera o permita un par de arranque moderado (arranque suave), aproximadamente 33% del torque máximo.

En este caso:

$$- V = V_n / \sqrt{3}$$

$$- I_s = I_{st} / 3$$

#### 4.1.1.3 Arranque por Autotransformador

-----

Los autotransformadores normalmente tienen tres taps. ajustados, para el 50%, 75% y 80% de la tensión nominal del motor, logrando conseguir que la corriente de arranque  $I_s$  se reduzca al 25%, 43% y 74% respectivamente, de la corriente a tensión nominal, despreciando la corriente de magnetización del autotransformador.

Para determinar el motor crítico, es necesario elegir el método de arranque de cada uno de los motores que se instalarán en el remolcador. En principio los motores menores de 2 HP, se arrancan directamente a tensión nominal.

En el cuadro No. 6 se muestran las alternativas de arranque, en la medida que la carga accionada lo permita.

..//

Cuadro No. 6

Pos	Motores Eléctricos	Arranque Directo	Y/A
01	Cabrestante de Ancla	SI	SI
02	Bomba Contra incendio y Sentina	SI	SI
03	Bomba Transferencia Pe tróleo	SI	NO
04	Compresor de aire	SI	SI*
05	Ventiladores Sala de - Máquinas	SI	SI
06	Bomba Sistema de Gobier no	SI	SI
07	Molinete Capstan	SI	SI
08	Bomba Aceite Reserva - Reductor	SI	SI*
09	Bomba Aceite Reserva - Motor Principal	SI	SI*
10	Unidad de aire acondi- cionado	SI	SI
11	Bomba de espuma	SI	SI
12	Bomba Servicios Grales.	SI	SI

\* Se podrán arrancar Y/A, mediante el siguiente artificio técnico: Se interconecta la entrada y salida de la bomba mediante una válvula solenoide que permanecerá abierta, mientras dure el arranque del motor de accionamiento (Ver Fig. 3) y una vez alcanzada la velocidad nominal esta válvula se cierra, con esto se consigue que el motor arranque prácticamente en vacío, permitiendo el uso de un arrancador Y/A.

..//

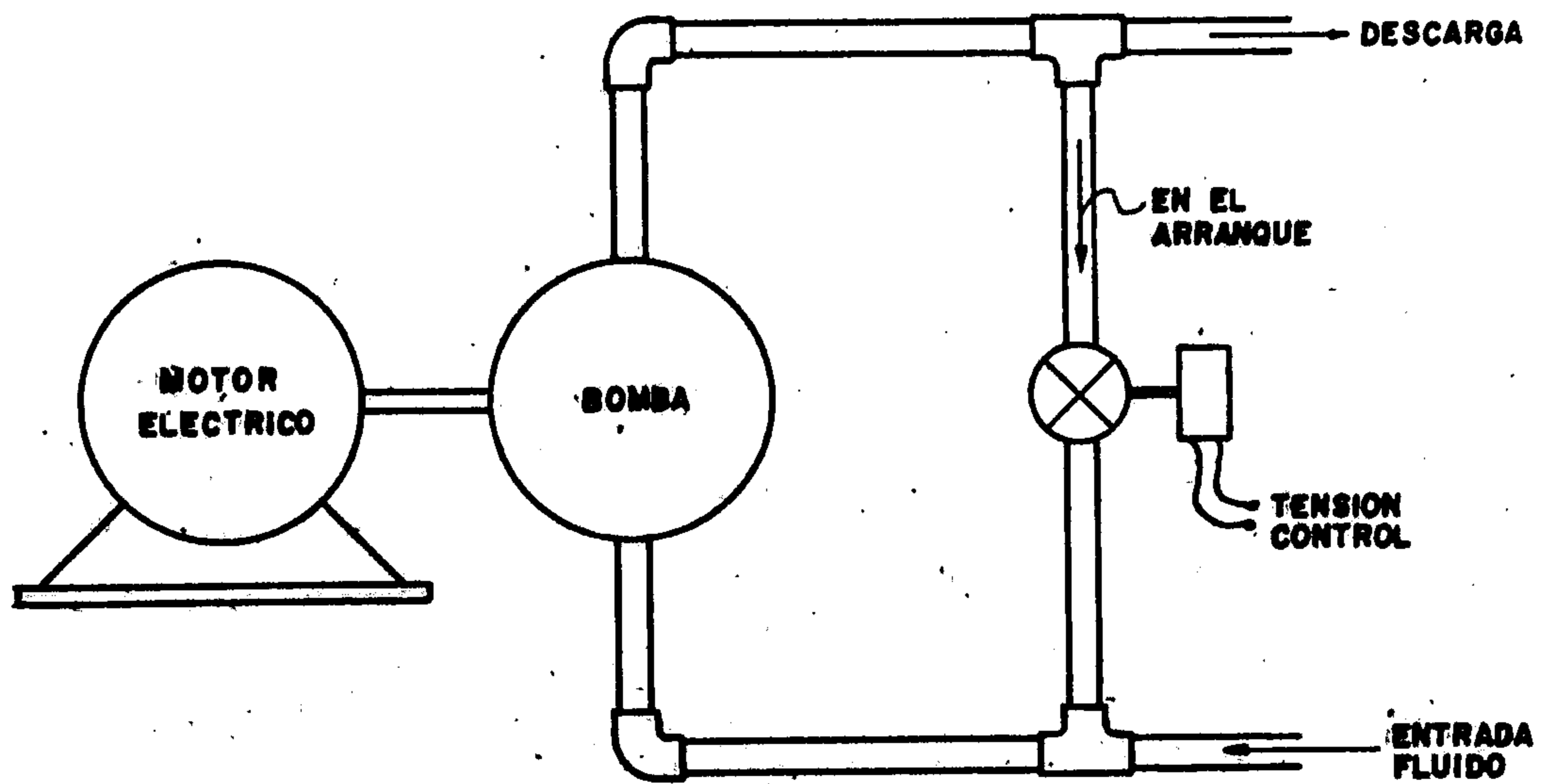


Fig. No. 3 - Artificio Técnico de Arranque

De acuerdo al cuadro No. 6 y dado que la capacidad de generación depende del tipo de arranque empleado, se tendrán las siguientes alternativas:

1. Capacidad de generación para arrancar - todos los motores, directamente a plena tensión, excepto la bomba de espuma y la bomba de aceite de reserva de los motores principales, los cuales arranca - rán en Y/A.

..//

2. Capacidad de generación para arrancar todos los motores, a plena tensión, - excepto la bomba de gobierno, de espuma, de aceite reserva motores principales, molinete Capstan, cabrestante de ancla, compresor de aire y bomba de - servicios generales, los cuales arrancarán en Y/A.

En los cuadros Nos. 7 y 8 se muestran los resultados del cálculo de potencia de arranque KWs, para los motores más grandes que se instalarán a bordo, de los cuales se obtendrá el motor crítico para cada una de las alternativas propuestas.

#### 4.1.2 Cálculo de la potencia base (KWb)

La potencia base existente en el momento del arranque crítico se determina de acuerdo a lo siguiente:

$$\text{KWb} = \text{MD} - \text{MD}_M$$

#### 4.1.3 Capacidad de generación requerida (Resultados)

De acuerdo a las alternativas propuestas se tienen los siguientes resultados:

##### 4.1.3.1 Alternativa No. 1

..//

POS.	MOTORES ELECTRICOS	POTENCIA HP. (KW.)	EFICIENCIA	COS. $\phi$	CORRIENTE NOMINAL (amp)	CORRIENTE ARRANQUE 1st / In	COS. $\phi$ s	METODO ARRANQUE	I s (Amp)	KW s (KW)
01	Cabrestante de ancla	(6.0)	0.85	0.83	11.2	6.6	0.55	D	73.9	31
02	Bomba Contra Incendios y Sentina	9.0	0.84	0.83	12.6	6.0	0.54	D	75.6	31.1
03	Bomba Transferencia de Petróleo	3.6	0.81	0.8	5.4	5.8	0.62	D	31.3	14.8
04	Compresor de aire	9.0	0.83	0.78	13.6	6.0	0.54	D	81.6	33.6
05	Ventiladores Sala de Máquinas	4.8	0.81	0.81	7.2	6.0	0.62	D	43.2	20.4
06	Bomba Sistema de Gobierno.	8.0	0.85	0.83	11.1	6.6	0.55	D	73.3	30.7
07	Molinete Capstan	(11.0)	0.88	0.8	20.5	6.0	0.5	D	123	46.9
08	Bomba Aceite Reserva Reductor	(3.6)	0.84	0.8	7.0	6.0	0.62	D	42	19.9
09	Bomba Aceite Reserva Motor Principal	24	0.89	0.85	31.0	6.5	0.45	Y/A	67.2	23.0
10	Unidad Aire Acondicionado	(12.5)	0.87	0.84	22.4	6.0	0.49	Y/A	44.8	16.7
11	Bomba de Espuma	24	0.86	0.85	32.2	6.5	0.45	Y/A	69.8	23.9
12	Bomba de Servicios Generales	12	0.85	0.85	16.3	6.5	0.52	D	106	42.0

## NOTAS:

- Todos los motores son de 440 VAC, 3 $\phi$ , 60 Hz
- D = Arranque Directo.

CUADRO NO. 7 : CALCULO DE LA POTENCIA DE ARRANQUE KWS (1° ALTERNATIVA)

POS.	MOTORES ELECTRICOS	POTENCIA HP. (KW.)	METODO DE ARRANQUE	I <sub>e</sub> (AMP.)	KW <sub>s</sub> (KW.)
01	Cabrestante de ancla	(6.0)	Y/A	24.7	10.4
02	Bomba Contra Incendios y Sentina	9.0	Y/A	25.2	10.4
03	Bomba Transferencia de Petróleo	3.6	D	31.3	14.8
04	Compresor de aire	9.0	Y/A	27.2	11.2
05	Ventiladores Sala de Máquinas	4.8	D	43.2	20.4
06	Bomba Sistema de Gobierno	8.0	Y/A	24.5	10.3
07	Molinete Capstan	(11.0)	Y/A	41.0	15.7
08	Bomba Aceite Reserva Reductor	(3.6)	D	42.0	19.9
09	Bomba Aceite Reserva Motor Principal	24	Y/A	67.2	23.0
10	Unidad de Aire Acondicionado	(12.5)	Y/A	44.8	16.7
11	Bomba de Espuma	24	Y/A	69.8	23.9
12	Bomba Servicios Generales	12	Y/A	106.0	14.0

CUADRO No. 8 : CALCULO DE KWS (2° ALTERNATIVA)



Del cuadro No. 6 se observa que - el arranque del molinete Capstan será el más crítico de todos, con una potencia de:

$$\boxed{KWs = 46.9 \text{ KW}}$$

Del plano No. 03-003 Balance Eléctrico de cargas se obtiene lo siguiente:

- MD = 51 KW
- MDM = 11.25 KW

$$\therefore \boxed{KWb = 39.75 \text{ KW}}$$

Por lo tanto, la capacidad de generación requerida para la alternativa No.1 será de:

$$\boxed{\text{Capacidad Generación} = 87 \text{ KW}}$$

#### 4.1.3.2 Alternativa No.2

-----

Siguiendo el procedimiento del - cálculo anterior se tiene:

- KWs = 23.9 KW
- MD = 47 KW
- MDM = 4.16 KW
- KWb = 42.84 KW

Por lo tanto la capacidad de generación requerida para la alternativa No.2 será:

..//

Capacidad de Generación = 67 Kw
---------------------------------

De las dos alternativas, se debe elegir la No. 2 con 67 KW de capacidad de generación, debido a que se contaría con una planta eléctrica más pequeña y su implementación sería más económica.

En el siguiente ítem se verificará que la potencia elegida cumpla con el tercer criterio de selección de grupos electrógenos, el de la carbonización de los motores diesel.

#### 4.2 Carbonización de los Motores Diesel

Este problema se produce cuando el grupo electrógeno trabaja con un porcentaje de carga menor del 50%, durante períodos de tiempo prolongados.

En estas condiciones, el motor Diesel no alcanza la temperatura normal de funcionamiento ocasionando -- que los anillos de compresión, no se dilaten completamente (Ver Fig 4) permitiendo que el anillo acei

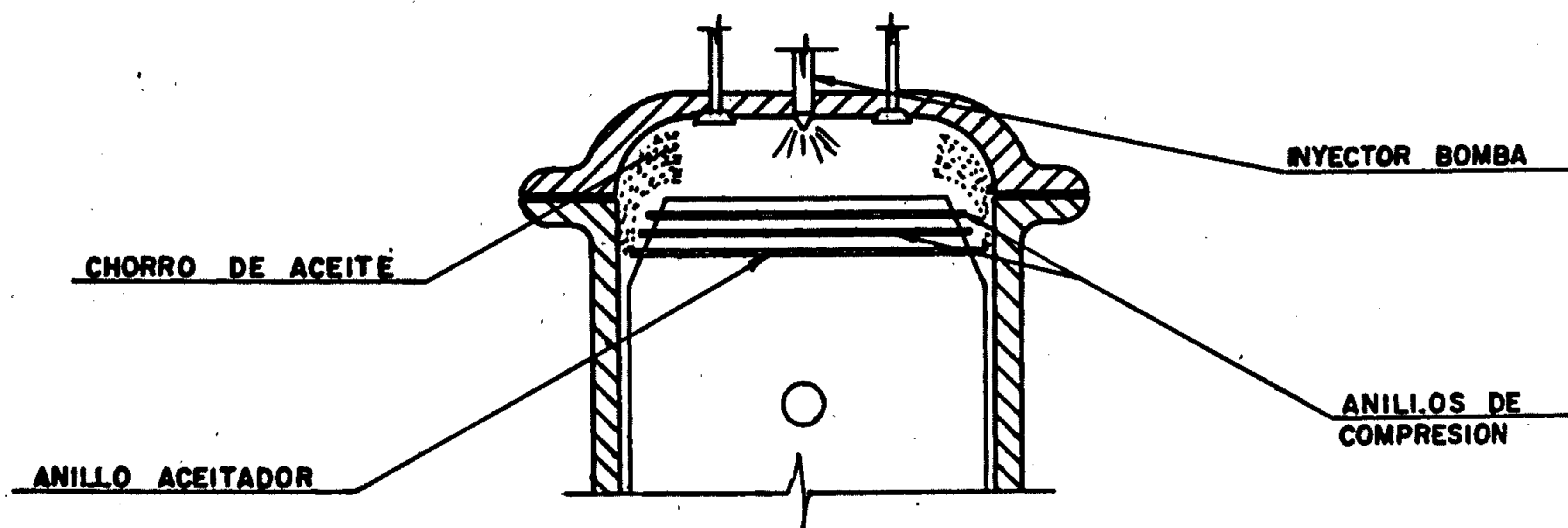


Fig. 4 : Carbonización del Motor Diesel

tero, inyecte él mismo a la cámara de combustión que mándose en ésta y produciéndose gases de escape, con excesiva cantidad de carbonilla, las cuales provocan los siguientes efectos en perjuicio del motor y sus accesorios:

- La carbonilla actúa como un agente friccionante, desgastando los anillos de compresión, asientos de válvulas de escape, rotor del turboalimentador y todas aquellas piezas móviles en contacto con los gases de escape.
- La carbonilla que se queda en la cámara de combustión se adhiere y se acumula en ésta, convirtiéndose en una capa de carbón, después de cierto tiempo. Esta capa provoca calentamientos localizados que pueden ocasionar la fundición de la cara superior del pistón y posiblemente la culata.

El comportamiento del grupo electrógeno a lo largo de todo el diagrama de carga se analiza con la ayuda de la potencia media y del factor de carga del sistema.

Para que el motor diesel no se carbonice, la potencia del grupo electrógeno seleccionado no debe ser mayor del doble de la potencia media del sistema, - para la condición de operación de mayor duración.

En el ítem 3.6.3 del capítulo anterior se determinó gráficamente que la potencia media del sistema para la condición de navegación c/s remolque sería de 38 KW.

De acuerdo a lo dicho anteriormente se tiene lo siguiente:

Capacidad de Generación $\neq$ 76 KW
--------------------------------------

#### 4.2.1 Capacidad de generación requerida (Resultado Final)

En el ítem 4.1 se determinó, que la capacidad de generación necesaria para el arranque de los motores eléctricos de abordo, es de 67 KW. Esta potencia no debe ser mayor que la obtenida por carbonización de los motores diesel.

Por lo tanto, se debe instalar un grupo eléctrico que genere la siguiente potencia:

Capacidad de Generación requerida = 67 KW
---

#### 4.3 Exigencias de Clasificación

Las siguientes son las principales exigencias de clasificación, que se deben tener en cuenta en la selección de un grupo eléctrico:

1. La potencia de los grupos eléctricos será seleccionada para una temperatura ambiente de operación de  $45^{\circ}\text{C}$ .
2. Los motores diesel deberán permitir una sobrecarga del 10 % a la velocidad nominal, durante 30 minutos en un intervalo de 6 horas de funcionamiento.
3. Los motores diesel deberán estar provistos de reguladores de velocidad (Gobernador) que garanticen el número de revoluciones, al pasar súbita-

..//

mente de plena carga a vacío, no difiera momentáneamente en más del 10% de la velocidad nominal. El grado de estatismo no deberá ser mayor del 5%.

4. La regulación de los alternadores no deberá ser mayor del  $\pm 2.5\%$  en régimen estable, desde vacío o plena carga, bajo el factor de potencia nominal.
5. Los alternadores y sus equipos de excitación se dimensionarán para permitir una sobrecarga del 150% durante 2 minutos, bajo el factor de potencia de 0.5 inductivo, manteniendo prácticamente su tensión nominal.

#### 4.4 Número de Grupos Electrónicos

La clasificadora exige como mínimo dos grupos electrónicos, el primero que tome toda la carga del sistema y el segundo permanezca en reserva.

El usar tres o más grupos electrónicos, depende de los arreglos que se hagan para su funcionamiento en paralelo de acuerdo a las necesidades de energía en cada una de las condiciones de operación de la nave.

##### 4.4.1 Grupos en el Remolcador

En el remolcador se instalarán dos (2) Grupos Electrónicos de la misma potencia, uno con capacidad para asumir toda la carga y el otro en stand by (reserva).

#### 4.5 Grupo Electrónico Seleccionado

La siguiente es la especificación técnica de los Grupos Electrónicos que se instalarán a bordo:

##### 4.5.1 Motores

Serán dos del tipo diesel marino, turbo alimentado, de cuatro cilindros en línea, ciclo de cuatro tiempos, refrigeración por intercambiador de calor, con sistema de arranque eléctrico en 24 VDC, provisto de un alternador cargador de baterías. Estarán diseñados para operar en una temperatura ambiente de 45°C en servicio continuo.

- Marca	Caterpillar
- Modelo	3304T (d)
- Potencia al eje	100 HP

El funcionamiento de los motores será con - petróleo diesel No.2 Las bombas de aceite - lubricante, combustible, refrigeración de - agua dulce y agua de mar, estarán incorpora - das en el mismo motor.

La velocidad del diesel, será controlada me - diante un regulador de combustible (Goberna - dor) del tipo Woodward PSG con motor de sin - cronización, que mantiene las revoluciones del motor con un grado de estatismo del 3%.

El motor estará equipado con sensores y dis - positivos de protección y parada de emergen - cia, por baja presión de aceite lubricante,

..//

alta temperatura de agua de refrigeración y sobrevelocidad.

#### 4.5.2 Generadores

Serán síncronos, del tipo con excitación - sin anillos, ni escobillas, de cuatro polos para uso marino en una temperatura ambiente de 45°C.

- Marca	CATERPILLAR
- Modelo	SR-4
- Naturaleza de la Corriente	Alterna-3 Ø
- Frecuencia	60 Hz.
- Potencia aparente	81.25 KVA.
- Factor de Potencia Nominal	0.8
- Potencia Activa	65 KW
- Tensión Nominal	277/480 Y
- Velocidad de Rotación	1800 RPM

La tensión del Generador será controlada mediante un regulador de voltaje de estado sólido, montado en el mismo generador, el cual mantendrá automáticamente el voltaje con una regulación de  $\pm 2\%$  desde la condición de vacío a plena carga.

Un reóstato permitirá realizar el ajuste de la tensión dentro de un margen de  $-10\%$  a  $+5\%$  de la Tensión Nominal.

El aislamiento de los devanados rotóricos y estatóricos será de clase F, tropicalizado de uso marino, con impregnación de una sustancia epóxica, que le confiere protección - contra la humedad, salinidad, abración, etc.

..//

Los generadores estarán diseñados para operar sin peligro de sobrecalentamiento excesivo con una sobrecarga del 10% a un factor de potencia de 0.8 .

#### Nota Aclaratoria

=====

Cabe señalar que la marca del Grupo ha sido seleccionada por exigencia del cliente, debido a que su flota de embarcaciones están equipadas con grupos CATERPILLAR. Esto por estandarización de repuestos y mano de obra calificada.

Si el cliente no especifica la marca, se deben tener en cuenta los siguientes criterios:

- Marca reconocida Nacional e Internacionalmente
- Disponibilidad de repuestos en el Mercado Nacional
- Servicio especializado disponible en el Mercado Local
- Estandarización de los equipos del cliente
- Consumo del combustible
- Período de vida
- Costos
- Etc.



V  
INSTALACION DE LOS GRUPOS  
ELECTROGENOS

En el presente capítulo se desarrollará todo lo referente a la instalación eléctrica y mecánica de los Grupos Electrógenos de abordo, con la finalidad de lograr un buen funcionamiento del motor diesel y obtener un voltaje de suministro correcto en las barras de distribución.

Constará de los siguientes items:

- Instalación Mecánica de los Grupos Electrógenos
- Instalación Eléctrica de los Grupos Electrógenos

5.1 Instalación Mecánica de los Grupos Electrógenos

En lo referente a la instalación de los sistemas mecánicos de los grupos electrógenos, no es necesario diseñar componente alguno, dado que las bombas, sistemas de tuberías y demás accesorios, han sido seleccionados por el fabricante de acuerdo al diseño del motor.

Lo que sí, es fundamental, es la verificación del sistema para una instalación determinada, en la cual se cumplan los requerimientos mínimos exigidos por los fabricantes, para el normal funcionamiento del motor. Estos requerimientos están dados en los pro-

tocolos de prueba del motor .

La instalación de cada uno de los sistemas del motor diesel (S. Refrigeración, S. Combustible, etc.) se podrá realizar en base a la elaboración de los esquemas de principio de cada uno de ellos, teniendo en cuenta, las exigencias y recomendaciones del fabricante.

Los sistemas mecánicos del motor diesel son los siguientes:

- Sistema de combustible
- Sistema de refrigeración
- Sistema de escape
- Sistema de aceite lubricante
- Sistema de arranque.

#### 5.1.1 Sistema de Combustible

El suministro de combustible será realizado, mediante un tendido de tuberías, desde el tanque de consumo diario hasta el motor y el retorno desde el motor, hasta el tanque diario, a través del multicolector de combustible.

Por recomendaciones del fabricante, la tubería de entrada de combustible será de  $3/4'' \varnothing$  y la de retorno de  $7/16'' \varnothing$ .

La instalación de este sistema se realizará de acuerdo al esquema de principio mostrado en el Plano No. 03-004 Sistema de Combustible de los Grupos Electrógenos.

### 5.1.2 Sistema de Refrigeración

El sistema de refrigeración de los grupos electrógenos será mediante intercambiador de calor, la bomba de agua de mar y el intercambiador van montados en el propio motor, a los cuales sólo es necesario conducir el agua de mar (Ver Figura No. 1).

El fabricante recomienda el uso de una tubería de 2"  $\emptyset$  para todo el recorrido, tanto - en la entrada de la bomba, como a la salida del intercambiador de calor.

Toda la instalación se realizará de acuerdo al esquema de principio No. 03-005 Sistema de refrigeración de los grupos electrógenos.

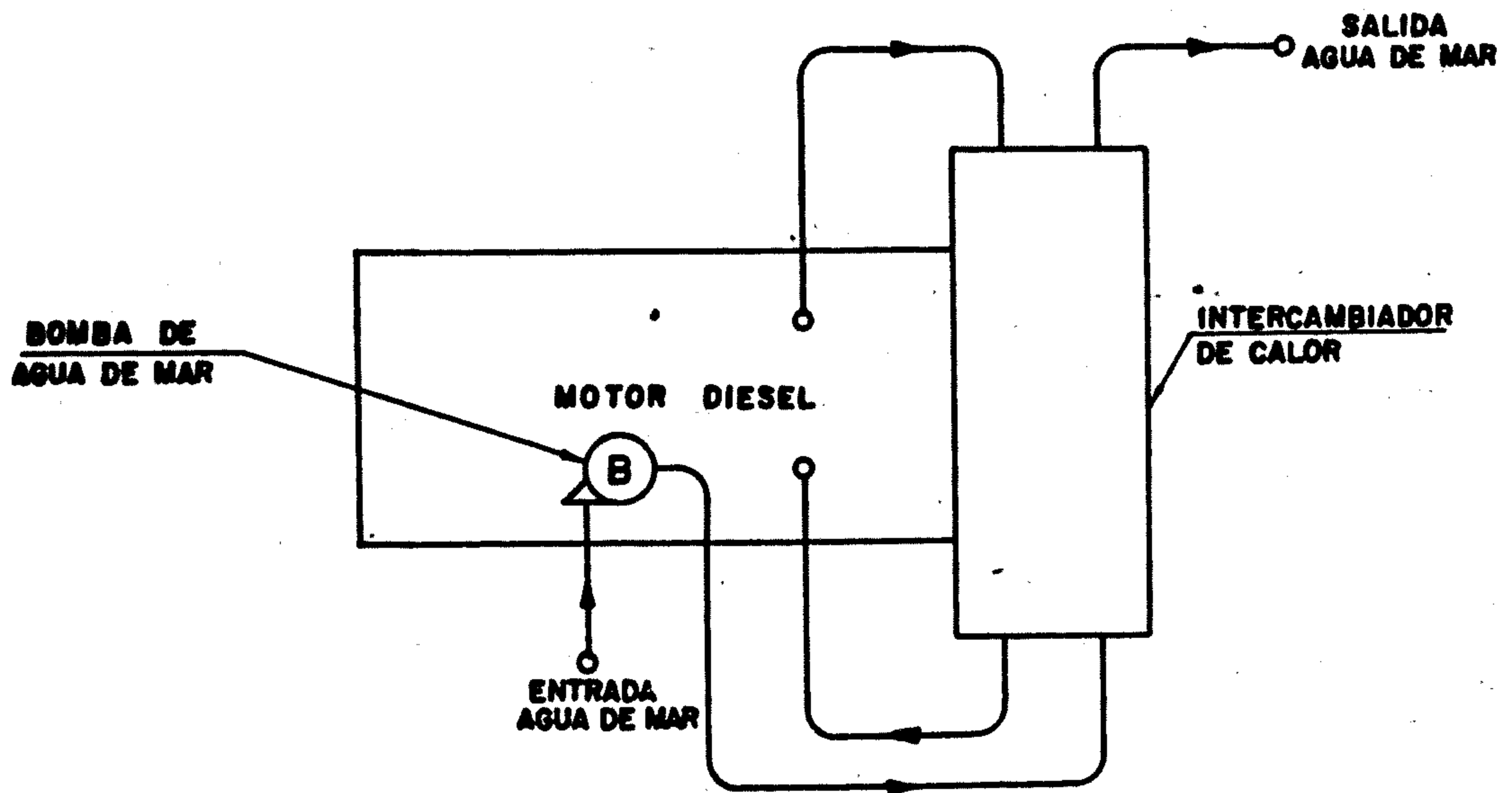


Fig. No. 1 Refrigeración  
Motor Diesel

..//

### 5.1.3 Sistema de Escape

La colección de gases de escape será realizada, mediante el tendido de una tubería, - desde el colector de escape de cada uno de los motores, hasta su salida al exterior por la segunda cubierta.

El fabricante recomienda el uso de una tubería de 4"  $\emptyset$ .

Se instalarán conexiones flexibles, una a la salida del múltiple de escape y las otras a proximadamente cada 3 metros de tendido de tubería, con la finalidad de evitar la transmisión de vibraciones al sistema y compensar la dilatación térmica producida en la tubería.

En cada cambio de dirección vertical se preveerá un colector de condensado con una válvula de drenaje.

La instalación de este sistema se hará de acuerdo al esquema de principio mostrado en el plano No. 03-006 Sistema de escape de los grupos electrógenos.

### 5.1.4 Sistema de Lubricación

La instalación de este sistema no será realizado debido a que el tanque de aceite lubricante, bombas y tuberías están montados en el mismo motor.

..//

#### 5.1.5 Sistema de Arranque

El arranque de los motores diesel de los grupos electrógenos, será eléctrico, desde el mismo lugar de emplazamiento, por lo cual no será necesario elaborar el esquema de principio de este sistema.

#### 5.1.6 Instalación de los Sistemas Mecánicos

Los grupos electrógenos como es natural, estarán instalados en sala de máquinas, dado que es el lugar más apropiado, para el control y supervisión de su normal funcionamiento.

El grupo No. 1 estará ubicado entre las cuadernas Nos. 14-17 y el No. 2 a una distancia de 3,00 m. de la línea de crujía (Línea central longitudinal de la embarcación) entre las cuadernas Nos. 28-31.

En el plano No. 03-007 se muestra la instalación mecánica de cada uno de los sistemas del motor diesel, de acuerdo a los esquemas de principio respectivos.

#### 5.1.7 Verificación de los Sistemas Mecánicos

Dado que los grupos electrógenos son iguales, se verificará los sistemas mecánicos del Grupo No. 1, por tener en su instalación un tendido de tuberías más largo con la ma-

yor cantidad de accesorios.

Los sistemas motivo de esta verificación son las siguientes:

- Sistema de Combustible
- Sistema de Refrigeración
- Sistema de Escape

#### 5.1.7.1 Sistema de Combustible

Del protocolo de pruebas del fabricante se debe considerar lo siguiente:

- Restricción en la entrada de combustible (Máx. Permisible) 27 Kpa.
- Restricción en el retorno de combustible (Máx. Permisible) 27 Kpa.

La restricción en ambos conductos se calcula aplicando la siguiente fórmula:

$$\Delta P = 8.139 \times 10^{-4} \delta f \frac{L_{eq}}{D^5} Q^2 \dots (\alpha)$$

Donde:

- $\Delta P$  = Restricción en la conducción de combustible (Kpa)
- $\delta$  = Densidad del comb. (Kg/m<sup>3</sup>)
- $f$  = Factor de fricción del comb.
- $L_{eq}$  = Longitud equivalente del sistema (m).

..//

D5 = Diámetro de la tubería (m)  
Q = Caudal del combustible  
(m<sup>3</sup>/s)

Caudal del Combustible  
- - - - -

Del mismo protocolo de pruebas, se tiene los siguientes datos:

- Flujo de combustible por la bomba de transferencia al motor 64.4 lit/min.
- Consumo de combustible 29.5 lit/min  
Analizando estos datos, llegamos a lo siguiente:
- Caudal de entrada de combustible 64.4 lit/min
- Caudal de retorno de combustible 34.9 lit/min.

Cálculo del factor de fricción  
- - - - -

El factor de fricción se obtendrá del diagrama de moddy (anexado al final) mediante la intersección del Número de Reinold y la rugosidad relativa de la tubería.

El número de reinolds está dado por:

..//

$$Re = \frac{V D}{\nu} \dots (1) \quad V = \frac{Q}{15 D^2} \dots (2)$$

Donde:

Re = Número de Reinold

$\nu$  = Viscosidad cinemática (m<sup>2</sup>/s)

D = Diámetro de la tubería (m)

Q = Caudal del combustible (m<sup>3</sup>/min)

La tubería de entrada de combustible es de 3/4"  $\emptyset$ . y el retorno 7/16"  $\emptyset$ .

El combustible ingresa al motor a 20° C y retorna aproximadamente a 37° C. Debido a esto, la viscosidad tiene dos valores:

$$\nu_{20^{\circ}\text{C}} = 4.5 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$\nu_{37^{\circ}\text{C}} = 2.6 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

Reemplazando valores en las ecuaciones (1) y (2) se tiene:

$$\text{-Reinold (Entrada) = 15,960}$$

$$\text{-Reinold (Retorno) = 25,352}$$

Las tuberías de cobre, tienen rugosidad relativa cero (lisas). Por lo tanto según el diagrama de Moody tenemos:

$$f_E = 0.027$$

$$f_R = 0.025$$

..//



Cálculo de longitud equivalente  
del sistema

-----

Según el Plano No. 03-007 Instalación de los sistemas mecánicos de los grupos electrógenos, el metrado de materiales en la entrada y retorno de combustible para el grupo No. 1 es el siguiente:

Entrada de Combustible.-

- Siete (7) codos largos de 3/4"  $\emptyset$
- Dos (2) válvulas compuerta
- Una (1) válvula globo
- Nueve (9) metros de tubería de 3/4"  $\emptyset$

Retorno de combustible.-

- Cinco (5) codos largos de 7/16"  $\emptyset$
- Una (1) válvula compuerta
- Ocho (8) metros de tubería de 7/16"  $\emptyset$

Haciendo uso de las tablas de longitudes equivalentes (anexas al final) para accesorios de tuberías, se tiene lo siguiente:

- Leq (entrada) = 19 metros de tubería de 3/4"  $\emptyset$
- Leq (retorno) = 10 metros de tubería de 7/16"  $\emptyset$

• •  $Leq_E = 19 \text{ m}$

$Leq_R = 10 \text{ m}$

..//

Cálculo de las Restricciones del Sistema  
 - - - - -

Sabiendo que la densidad del combustible Diesel No. 2 es de 877 kg/m<sup>3</sup> y reemplazando en la fórmula (  $\alpha$  ) se tiene:

En la entrada de combustible  
 - - - - -

$$\Delta P_E = 8.139 \times 10^{-4} f_E \frac{L_{eq_E} Q_E^2}{D_E^5}$$

Reemplazando valores tenemos:

$$\Delta P_E = 8.139 \times 10^{-4} (877) (0.027)$$

$$\frac{(19)}{(0.019)^5} (1.0733 \times 10^{-3})^2$$

$$\Delta P_E = 170.4 \text{ Kpa}$$

En el retorno de combustible  
 - - - - -

$$\Delta P_R = 8.139 \times 10^{-4} f_R \frac{L_{eq_R} Q_R^2}{D_R^5}$$

Reemplazando valores tenemos:

$$\Delta P_R = 8.139 \times 10^{-4} (877) (0.027)$$

$$\frac{(10)}{(0.0111)^5} (5.82 \times 10^{-4})^2$$

..//

$$\Delta P_R = 387.4 \text{ KPA}$$

Estos valores de pérdidas son demasiado altos para el normal funcionamiento del motor; por lo tanto, será necesario cambiar el diámetro de la tubería de entrada y retorno de combustible.

Cambiando la tubería de entrada de 3/4"  $\emptyset$  a la 1.1/4"  $\emptyset$  y la de retorno de 7/16"  $\emptyset$  a 1"  $\emptyset$  y siguiendo el mismo procedimiento anterior se obtiene los siguientes resultados:

$$-Re_E = 9525 \quad ; \quad Re_R = 12,235$$

$$-f_E = 0.031 \quad ; \quad f_R = 0.03$$

$$-Leq_E = 26 \text{ m} \quad ; \quad Leq_R = 11 \text{ m}$$

$$-\Delta P_E = 20.5 \text{ KPA} \quad ; \quad \Delta P_R = 7.6 \text{ KPA}$$

Con estos valores de pérdidas se cumple con las exigencias de los fabricantes. Por lo tanto la nueva tubería de entrada de combustible será de 1.1/4"  $\emptyset$  y la de retorno de 1"  $\emptyset$ .

#### 5.1.7.2 Sistema de Refrigeración

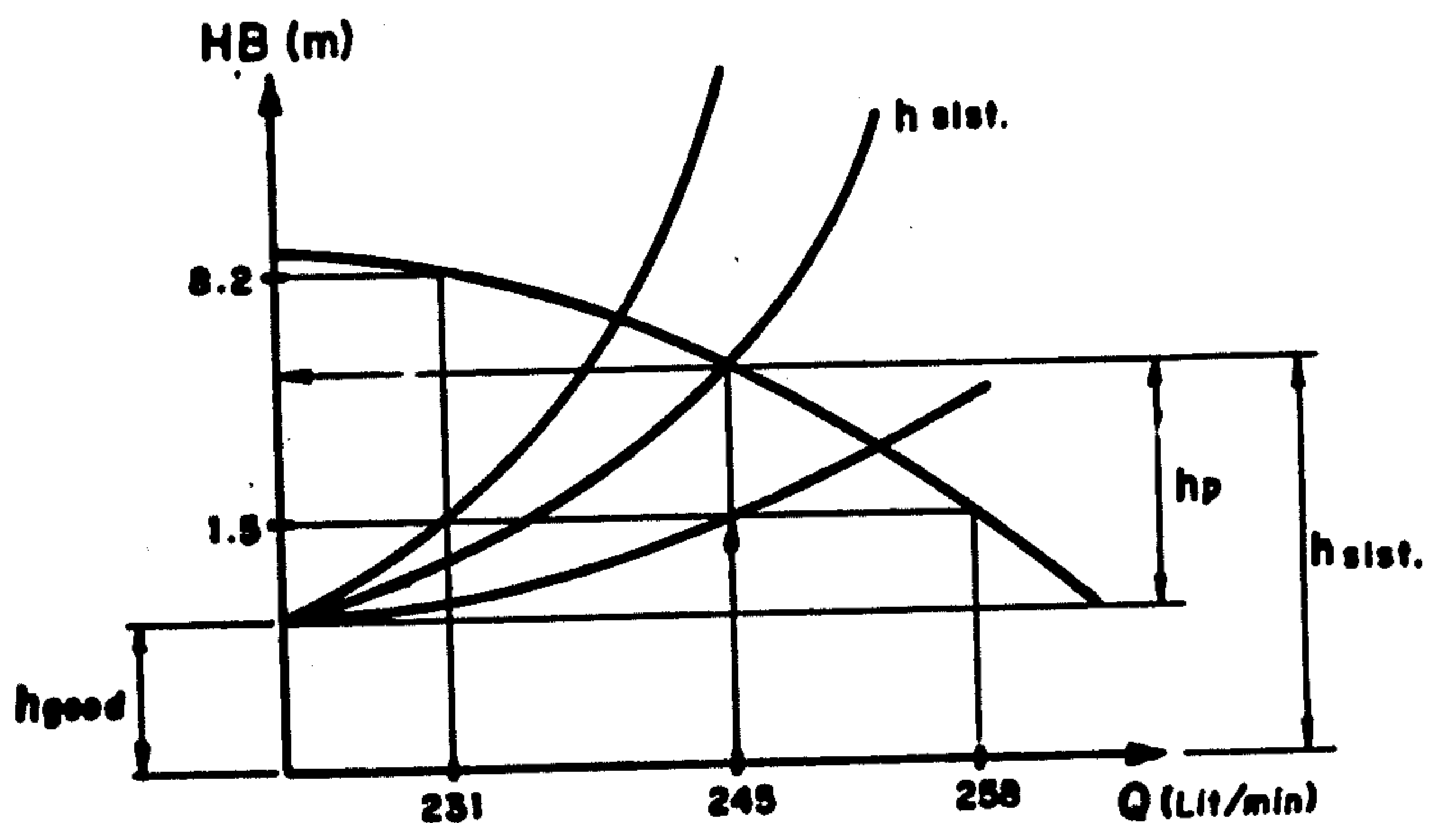
Del protocolo de pruebas, el flujo de la bomba de agua de mar es el siguiente:

-A 1.5 m de resistencia 258 L/min

..//

-A 8.2 m de resistencia 231 L/min

De acuerdo con esto, la altura del sistema utilizando una tubería de 2"  $\phi$  y evaluada con un caudal promedio de 245 lit/min, deberá caer dentro del rango de altura de la bomba.



La altura del sistema se calculará mediante la siguiente fórmula:

$$h_{\text{sis}} = h_{\text{geod}} + 0.083 f \frac{\text{Leq}}{D^5} Q^2 \dots (\beta)$$

Donde:

$h_{\text{sis}}$  = Altura del sistema (m)

$h_{\text{geod}}$  = Altura geodésica que debe vencer la bomba (m)

$f$  = Factor de fricción del agua salada

$\text{Leq}$  = Longitud equivalente del sistema (m)

$D$  = Diámetro de la tubería (m)

..//

$Q$  = Caudal en el sistema (m<sup>3</sup>/s)

Cálculo del factor de fricción  
 - - - - -

Este factor se calcula en idéntica forma que el item anterior:

La tubería de entrada y salida del agua de mar es de 2"  $\emptyset$ .

El agua de mar ingresa normalmente a 15°C y sale del intercambiador de calor a 40°C. Debido a esto, la viscosidad cinemática del agua salada, tiene los siguientes valores:

$$\nu_{15^{\circ}\text{C}} = 1.1 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$\nu_{40^{\circ}\text{C}} = 0.67 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

Calculando el número de Reinold:

$$\text{-Reinold (Entrada)} = 92,825$$

$$\text{-Reinold (Salida)} = 152,400$$

Las tuberías de acero comercial tiene una rugosidad absoluta de 0.040 mm y para una tubería de 2"  $\emptyset$  la rugosidad relativa es de 0.0009. Del diagrama de moddy se obtiene:

$$\text{-Factor fricción (entrada)} = 0.022$$

$$\text{-Factor fricción (salida)} = 0.019$$

Para efectos de cálculo de pérdidas en todo el sistema tomaremos el promedio:

$$f = 0.0205$$

Cálculo de la longitud equivalente del sistema  
 - - - - -

Según el plano No. 03-007 Instalación de los sistemas mecánicos de los grupos electrógenos para la entrada y salida de mar del grupo No. 1, se tiene el siguiente medido:

- Nueve (9) codos cortos de 2"  $\emptyset$  90°.
- Una (1) válvula compuerta
- Una (1) válvula globo de cierre y no retorno
- Una (1) válvula angular
- Un (1) filtro de agua de mar
- Veintidos (22) mts tubería 2"  $\emptyset$

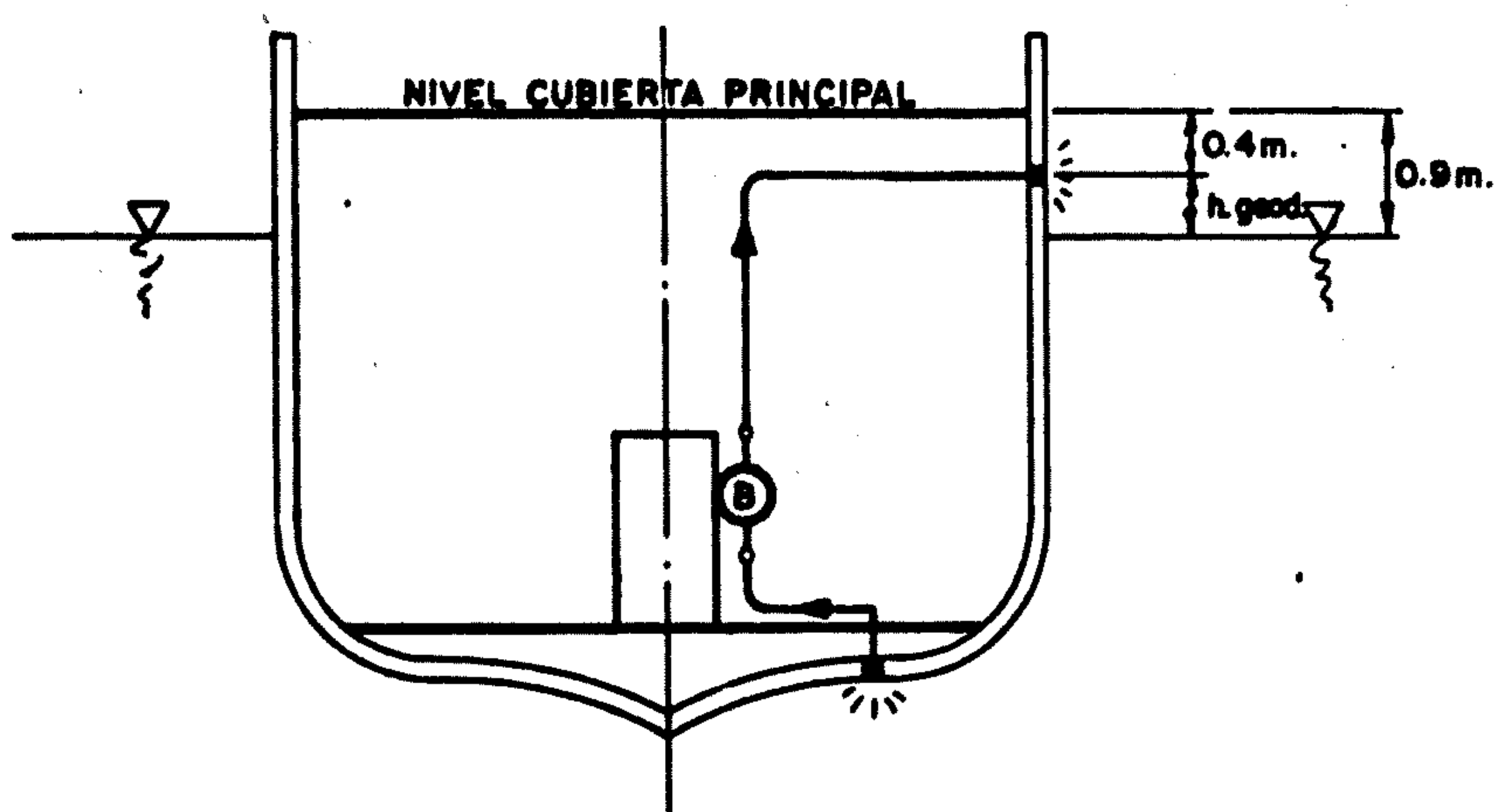
Haciendo uso de las tablas de longitudes equivalentes para accesorios de tuberías se tiene:

$$Leq = 65 \text{ m.}$$

Cálculo de la altura Geodésica  
 - - - - -

..//

La altura geodésica que debe vencer la bomba en el sistema de refrigeración, se obtendrá del siguiente esquema de instalación:



Del gráfico la altura geodésica es la distancia existente entre la descarga y la línea de flotación de la embarcación, la cual es:

$$h_{\text{geod}} = 0.5 \text{ m}$$

Cálculo de la altura del sistema

-----

Reemplazando los valores obtenidos en la fórmula (B) se tiene:

$$h_{\text{sist}} = 0.5 + 0.083 (0.0205) \frac{(65)}{(0.0508)}$$

$$(4.075 \times 10^{-3})^2$$

$$h_{\text{sist}} = 5.93 \text{ m}$$

..//

Este valor de altura del sistema asegura un caudal de la bomba de agua de mar entre (231 y 258 lit/min)- lo necesario para una refrigeración normal del motor diesel.

### 5.1.7.3 Sistema de Escape de Gases

Del protocolo de pruebas, la caída de presión máxima permisible en el sistema de escape, no deberá exceder de 6.7 Kpa (27" H2O). Esta caída incluye pérdidas en la tubería, silenciador y accesorios de instalación.

Las contra presiones altas afectan al rendimiento del motor, aumentando el consumo de combustible y produciendo la polución del aire. Esto se puede evitar usando tubos de diámetro grande y lo más cortos y directos posibles, con el mínimo número de codos.

La caída de presión se calculará utilizando la siguiente fórmula experimental, proporcionada por el fabricante:

$$\Delta P = \frac{10,000 \gamma \text{ Leq } Q^2}{0.0027787 D^5} + \Delta P_s + \Delta P_{cf} \dots (r)$$

Donde:

$\Delta P$  = Caída de presión en el sis-

..//



tema (Kpa)

$\gamma$  = Peso específico de los gases de escape (kg/m<sup>3</sup>)

Leq = Longitud equivalente del sistema (m)

D = Diámetro de la tubería de escape (mm)

Q = Flujo de gases de escape (m<sup>3</sup>/min)

$\Delta P_s$  = Caída de presión en el silenciador (Kpa)

$\Delta P_{cf}$  = Caída de presión en la conexión flexible (Kpa)

### Cálculo del Peso Específico de los Gases

- - - - -

Para determinar este parámetro, se empleará la siguiente fórmula:

$$\gamma = \frac{352.05}{T_g + 273.16} \dots (e)$$

Donde:

$T_g$  = Temperatura de gases de escape (°C)

$\gamma$  = Peso específico de los gases (Kg/m<sup>3</sup>)

\* Del protocolo de pruebas:

$$T_g = 427^\circ\text{C}$$

Reemplazando en (e)

$$\gamma = \frac{352.05}{427 + 273.16}$$

..//

$$\gamma = 0.503 \text{ kg/m}^3$$

Cálculo de la longitud equivalente del sistema  
 - - - - -

Del plano No. 03-007 Instalación de los sistemas mecánicos de los grupos electrógenos, para la instalación de la tubería de escape del grupo No. 1 se tiene el siguiente metrado:

-Dieciocho (18) mts. de tubería -  
 de 4"  $\emptyset$

-Seis (6) codos largos de 4"  $\emptyset$

Haciendo uso de las tablas de longitudes equivalentes para accesorios de tuberías se tiene:

$$L_{eq} = 32 \text{ m}$$

Cálculo de la caída de presión en el silenciador  
 - - - - -

Esta caída se calculará haciendo uso del gráfico proporcionado por el fabricante (anexado al final), en el cual para una velocidad de gases de escape a una temperatura de 70°F (21°C), obtenemos la caída de presión en el silenciador.

..//

La velocidad de los gases de escape dentro de la tubería, debe ser corregida a 21°C, mediante la siguiente fórmula:

$$V = V' \frac{21 + 273.16}{T_g + 273.16} \quad (1)$$

$$V' = \frac{Q}{15 \pi D^2} \quad (2)$$

Donde:

V = Velocidad del gas a 21°C (m/s)

V' = Velocidad del gas a 427°C (m/s)

T<sub>g</sub> = Temperatura de salida de los gases (°C)

Q = Flujo de gases de escape (m<sup>3</sup>/min)

Del protocolo de pruebas el flujo de gases de escape es de 19 m<sup>3</sup>/min reemplazando valores en las ecuaciones (2) y (1):

$$V' = \frac{19}{15 \pi (0.101)^2}$$

$$\boxed{V' = 39.52 \text{ m/s}}$$

$$V = 39.52 \frac{(21 + 273.16)}{427 + 273.16}$$

$$\boxed{V = 16.6 \text{ m/s}}$$

Del gráfico anteriormente dicho, para una velocidad de 16.6 m/s (3268 FPM), se obtiene una caída de presión en el silenciador de 4.1" de H<sub>2</sub>O (1.02 Kpa). Por lo

..//

tanto:

$$\Delta P_s = 1.02 \text{ Kpa}$$

Cálculo de la caída de presión  
en la conexión flexible

-----

En la instalación del sistema de escape se utilizarán tres (3) conexiones flexibles de 100  $\emptyset$  y 20 cm de largo, según se muestra en el plano No. 03-007. Instalación de los sistemas mecánicos de los grupos electrógenos.

La caída de presión en esta co - nexión, se obtendrá del gráfico pérdida de presión en un conduc - to flexible para aire (anexado al final).

De este gráfico, para 350 m<sup>3</sup>/h, se tiene una pérdida de presión de 8.4 m.m.c.a. en 3 metros de tu - bería flexible.

Sabiendo que la pérdida de carga tiene la siguiente tendencia:

$$h = K Q^2$$

Extrapolando para 19 m<sup>3</sup>/min (1140 m<sup>3</sup>/h) se obtiene una pérdida de 75 m.m.c.a. por cada 3 metros de conexión flexible.

..//

Para 20 cm de conexión flexible, tendremos 5 m.m.c.a. (0.049 Kpa) Por lo tanto para las 3 conexiones, la caída de presión será:

$$\Delta P_{cf} = 0.147 \text{ KPa}$$

Cálculo de la Caída de Presión en el Sistema

Reemplazando valores en la fórmula (7) se tiene el siguiente resultado:

$$\Delta P = \frac{10,000 (0.503)(28)(19)^2}{0.0027787 (100)^5} + 1.02 + 0.147$$

$$\Delta P = 3 \text{ Kpa}$$

Con este valor de contra presión, el motor diesel funcionará correctamente.

#### 5.1.8 Montaje y Alineamiento

Para montar un grupo electrógeno en una embarcación, se construye una base estructural soldada rigidamente a las cuadernas de fondo o estructuras de techos de tanques, - sobre lo cual descansa el grupo. Esta base debe ser diseñada convenientemente, para so

portar el peso del grupo, la inercia producida por el movimiento de la embarcación y las vibraciones propias del funcionamiento del motor.

El eje del grupo se ubica paralelo a la línea de crujía, debido a que el movimiento más desfavorable de la embarcación (mov. de rolido) produciría desgastes excesivos en los cojinetes de apoyo del cigueñal, si se ubicara con el eje perpendicular a la línea de crujía (Ver. Fig. 2).

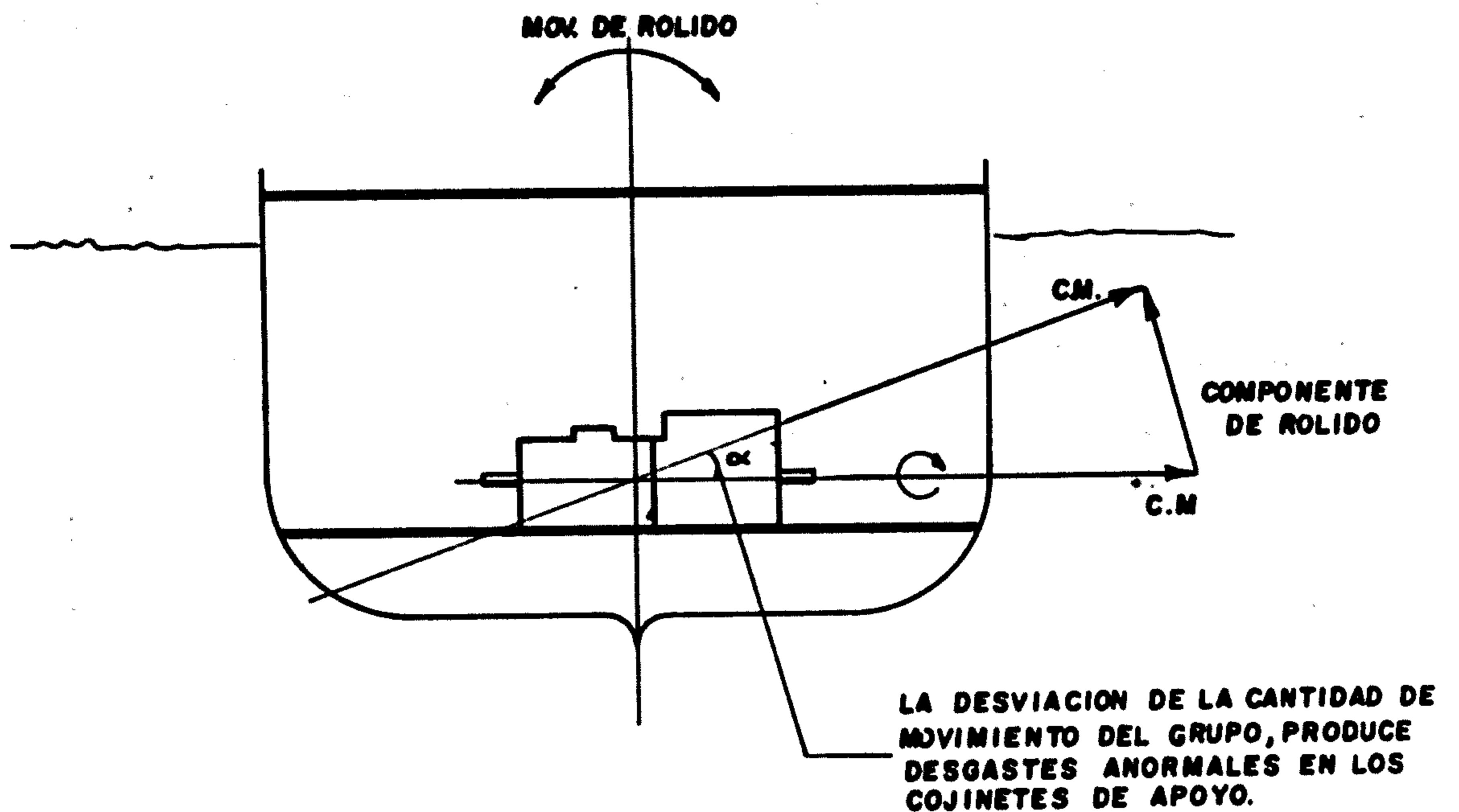


Fig. 2.- Efecto que se produce en la ubicación de un grupo, con el eje perpendicular a la línea de crujía.

..//

El arreglo PL1664 (Motor Generador) de los grupos en el remolcador, se ha elegido con la finalidad de no tener problemas de desalineamiento durante su montaje y su funcionamiento.

Los desalineamientos producidos por la propia base estructural, se compensarán con el empleo de laminas o bloques de fierro, durante el montaje.

## 5.2 Instalación Eléctrica de los Grupos Electrógenos

La instalación eléctrica de los grupos de abordo, deberá cumplir con los siguientes requerimientos :

- El control de los generadores, se deberá realizar desde un tablero centralizado, equipado de acuerdo con las normas de la sociedad clasificadora.
- La operación normal de cada uno de los grupos será tal, que uno asuma toda la carga del sistema y el otro permanezca en reserva.
- Deberá existir una continuidad de servicio, incluso durante el cambio de grupos, para lo cual se preveerá el funcionamiento de los grupos en paralelo.
- Se preveerá la recepción de energía del exterior, cuando la embarcación se acodere a puerto.
- La protección de los generadores deberá ser prevista contra fallas propias del sistema y fallas humanas.

-Deberá existir un sistema de alarmas audiovisuales contra fallas mecánicas en los motores Diesel. A este sistema normalmente se incorpora alarmas audiovisuales para los servicios de la embarcación tales como:

- . Nivel de sentina
- . Baja presión de aire comprimido
- . Falla flujo de eje de cola

Todos los requerimientos anteriormente expuestos, se muestran esquemáticamente en el plano No. 03-008 Esquema de Principio de la Instalación Eléctrica de los Grupos Electrógenos, en el cual se indican todos los circuitos y tableros que es necesario diseñar en esta instalación.

#### 5.2.1 Control de los Generadores

Los dispositivos comúnmente empleados en el control de los generadores son los interruptores termomagnéticos, provistos de disparo por cortocircuito y sobrecarga, además, de una bobina de mínima tensión que permite el enclavamiento eléctrico del interruptor.

Para el control de grupos pequeños (< 5 Kw) se suelen emplear seccionadores fusibles, - los cuales le confieren protección contra - cortocircuito.

#### 5.2.2.1 Exigencias de Clasificación

Se tendrán en cuenta las siguientes normas:

..//



- 1.- Para el control de generadores con una potencia igual o superior a 50 KVA, se deberá emplear interruptores automáticos tripolares, con disparo por sobrecarga retardado y cortocircuito instantáneo.
- 2.- En alternadores con una potencia nominal inferior a 50 KVA también está permitido el uso de fusibles.
- 3.- La posición del interruptor deberá ser señalizada, mediante lámparas alimentadas desde el lado de los generadores.

#### 5.2.1.2 Selección del Interruptor de Control

-----

Básicamente la selección de un interruptor termomagnético, queda determinado por lo siguiente:

- Tensión Nominal  $V_n$  (Volts)
- Corriente Nominal  $I_n$  (Amp)
- Frecuencia  $f$  (Hz)
- Capacidad de Ruptura  $I_{cc}$  (KA)

Los grupos electrógenos en el remolcador serán de 81.25 KVA, 440 VAC, 3  $\phi$ , 60 Hz, Cos  $\phi$  0.8.

De acuerdo a esto su intensidad nominal es la siguiente:

..//

$$I_n = \frac{S}{3 V} = \frac{81.25}{3 (0.44)}$$

$$I_n = 107 \text{ Amp.}$$

La calibración de los interruptores termomagnéticos es de tiempo inverso. Por lo tanto la corriente nominal del interruptor a seleccionar, debe estar por encima del valor nominal del generador.

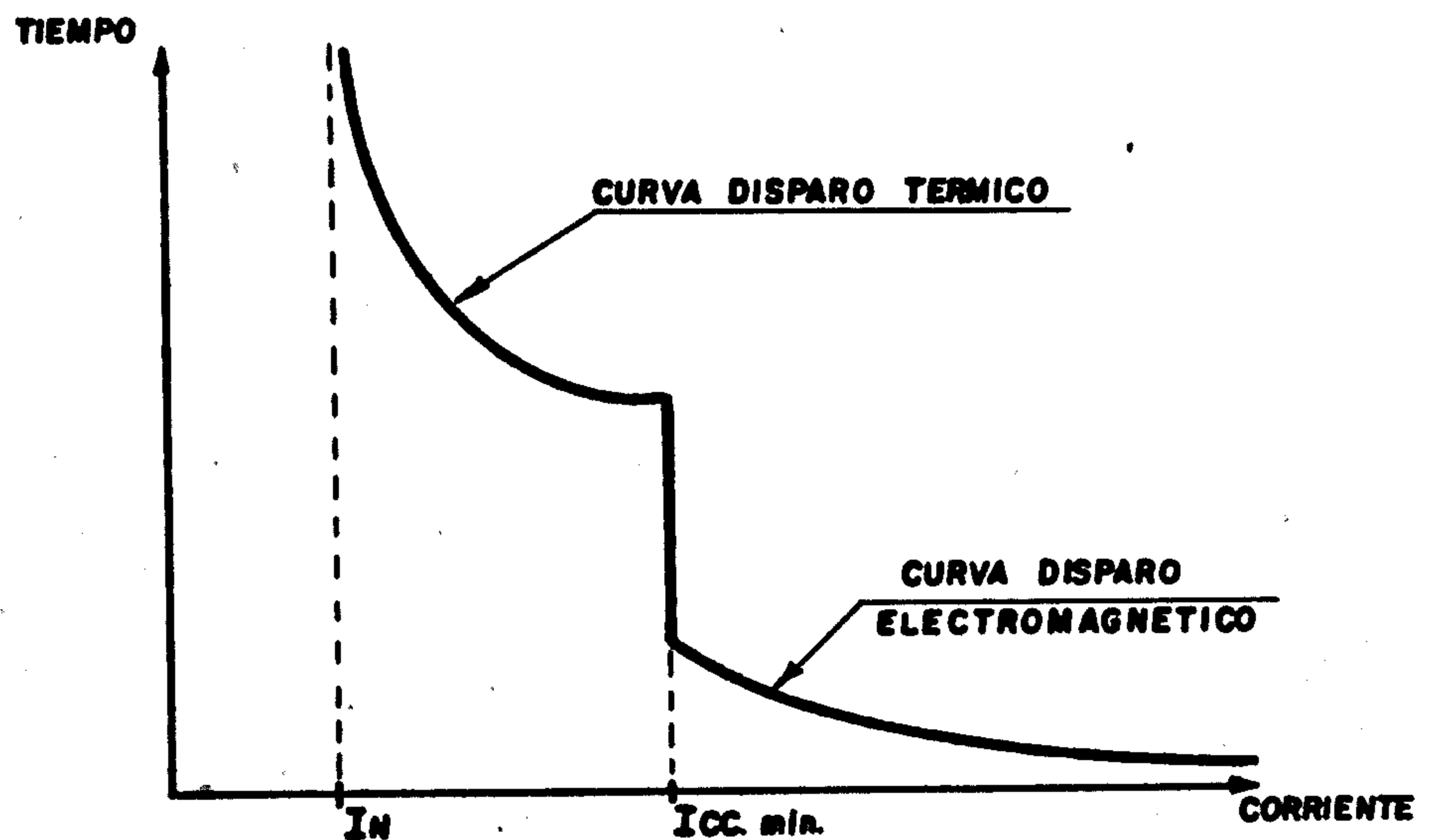


Fig. 1.- Curva de disparo de interruptores termomagnéticos.

En instalaciones con generadores menores de 100 KVA, la corriente de corto circuito, está alrededor de 5 KA.

De acuerdo con lo anterior se tiene los siguientes requerimientos:

..//

- Vn = 440 VAC
- In = 107 Amp.
- Icc= 5 KA
- f = 60 Hz
- Provisto de una bobina de mínima tensión para fines de enclavamiento.

Haciendo uso de los catálogos de los fabricantes, se selecciona el siguiente interruptor, cuyas características principales son:

- Corriente Nominal: 160 Amp.
- Tensión Nominal: 500 VAC
- Capacidad de ruptura: 15 KA
- Tripolar, de accionamiento manual y desconexión automática provisto de 3 contactos 2 NA + 1 NC.
- Bobina de mínima tensión 220 VAC, 60 Hz para fines de enclavamiento.
- Disparador de sobre intensidad térmicamente retardado calibrado para 110-160 Amp.
- Disparador de sobre intensidad electromagnético calibrado para una corriente de corto circuito mínima de 720, 900, 1200, 1450, 1900 Amp.

El valor de disparo mínimo por corto circuito, será seleccionado, cuando se realice el cálculo de corto circuito de toda la red exis

tente en el remolcador.

El interruptor puede ser pedido, - provisto de los dos disparadores o solamente con el disparador por - cortocircuito. La decisión entre una y otra alternativa dependerá - de la coordinación de los dispositivos de protección que se emplearán en los generadores, lo cual se verá en el ítem 5.2.3

#### 5.2.1.3 Esquema de conexiones

-----

Los siguientes criterios permitirán elaborar el esquema de conexiones del circuito de control del interruptor principal:

- El interruptor sólo podrá cerrarse si la bobina de mínima tensión está energizada. Cualquier interrupción en el circuito de alimentación de dicha bobina, producirá la desconexión automática.
- El disparador por cortocircuito actúa directamente sobre el gatillo de apertura del interruptor. El de sobrecarga acciona un interruptor de conmutación que desenergiza la bobina de mínima tensión.

..//

- La alimentación del circuito de control, generalmente se realiza en 220 VAC, 60 Hz.

En los planos Nos. 03-009 y 03-010 se muestran los circuitos de control del interruptor, provisto de disparadores por sobre corriente y cortocircuito.

## 5.2.2 Medición de los Generadores

El dimensionamiento, selección y equipamiento de los circuitos de medición de los generadores, estará de acuerdo a lo indicado por las Normas de la Sociedad Clasificadora.

### 5.2.2.1 Exigencias de Clasificación

Las principales normas que se tendrán en cuenta son las siguientes:

1. La clase de precisión de los instrumentos de medida no deberá ser superior a 1.5.
2. El margen de indicación de voltímetro debe ser como mínimo el 120% del voltaje nominal, el de amperímetros el 130% como mínimo, de la intensidad máxima con que se deba contar en régimen continuo.

3. El margin de indicacion de vatimetros debe corresponder al 120% de la potencia nominal como minimo. En caso de generadores - en paralelo, el margin de indicacion debe cubrir un 12% de - la potencia nominal, para potencia inversa.
  
4. Los frecuencimetros deberan indicar una desviacion de hasta + 5 Hz de la frecuencia nominal, se recomiendan frecuencimetros de 21 lenguetas.
  
5. Para cada generador de corriente alterna se preveeran:
  - Un (1) voltimetro conmutable a todas las linneas.
  - Un (1) amperimetro conmutable a todas las fases.
  - Un (1) frecuencimetro conmutable a los demas generadores
  - Un (1) vatimetro de potencia activa, en caso de alternadores de 50 KVA o mayores.
  
6. Para alternadores que trabajaran en paralelo ademas de los instrumentos mencionados en el item 5, se preveera un equipo de sincronizacion compuesto de:
  - Voltimetro doble
  - Frecuencimetro doble

..//

-Sincronoscópio o voltímetro  
cero.

7. Los circuitos de medición se-  
rán protegidos mediante fusi-  
bles.

#### 5.2.2.2. Dimensionamiento y Selección de Instrumentos

-----

Los requerimientos mínimos necesa  
rios, para la selección de los insg  
trumentos para el control de los  
generadores se muestra en el cua-  
dro No. 9, en el cual se detalla  
el tipo de instrumento, alcance  
de medición, clase de precisión,  
conexión a transformador y posi-  
ción de montaje.

Teniendo en cuenta los requeri -  
mientos del cuadro No. 9, se se-  
lecciona los siguientes instrumenen  
tos:

Amperímetro

- - - - -

-Tipo: Hierro Movil

-Para conexión a trafo de corrienen  
te de 150/5 Amp.

-Escala de medición: 0-150 A

-Escala de indicación: 0-300 A

-Clase de precisión: 1.5

-Frecuencia: 60 Hz

-Consumo: 0.1-1.6 VA

..//

POS.	INSTRUMENTO	TIPO DE INSTRUMENTO	ALCANCE DE MEDICION	CLASES DE PRECISION	CONEXION A TRANSFORMADOR		TIPO DE MONTAJE
					CORRIENTE	TENSION	
1	AMPERIMETRO	HIERRO MOVIL	0 - 139 Amp.	1.5	110/5 A	—	VERTICAL
2	VOLTIMETRO	HIERRO MOVIL	0 - 264 Volt.	1.5	—	440/220 V.	VERTICAL
3	FRECUENCIMETRO	DE LENGÜETAS	55 - 65 Hz.	1.5	—	440/220 V.	VERTICAL
4	KILOWATIMETRO	ELECTRODINAMICO	(7.8) - 0 - 78 KW.	1.5	110/5 A	440/220 V.	VERTICAL

(7.8) = VALOR DE POTENCIA INVERSA.

Cuadro No. 9 REQUERIMIENTOS MINIMOS PARA LA SELECCION DE INSTRUMENTOS

-----



- Marca frontal de 96 x 96 mm
- Posición de montaje: Vertical

#### Voltímetro

- - - - -

- Tipo: Hierro móvil
- Para conexión a transformador de tensión 440/220 V.
- Clase de precisión: 1.5
- Escala de medición: 0-500 VAC
- Frecuencia: 60 Hz
- Consumo: 0.9-4VA
- Marco frontal de 96 x 96 mm
- Posición de montaje: Vertical

#### Frecuencímetro

- - - - -

- Tipo: Hierro móvil a lenguetas
- Para conexión en circuito de 220 VAC
- Escala de medición: 55-65 Hz
- Clase de precisión: 0.5
- De 21 lenguetas
- Consumo: 1-3VA
- Marco: Frontal de 96 x 96 mm
- Posición de montaje: vertical

#### Kilowatímetro

- - - - -

- Tipo: Electrodinámico
- Para potencia trifásica desequilibrada sin neutro.

..//

- Para conexión a trafo de corriente de 150/5A.
- Para conexión a trafo de tensión de 440/220 VAC.
- Escala de medición con el cero desplazado:  
(-20-0-80 KW)
- Clase de precisión: 1.5
- Frecuencia: 60 Hz
- Consumo: -Circuito de tensión  
2.2 VA  
-Circuito de corriente  
0.5 - 1.5 VA
- Marco frontal de 96 x 96 mm .
- Posición de montaje: Vertical.

#### Equipo de Sincronización

- - - - -

Para la puesta en paralelo de generadores mayores de 10 KW, es conveniente el uso del sincronoscopio, en lugar del voltímetro cero, para obtener un alto grado de respuesta en dicha operación.

El equipo de sincronización estará compuesto, de los siguientes instrumentos:

#### Voltímetro Doble

- - - - -

- Tipo: Hierro Móvil
- Para conexión a trafo de tensión de 440/220 VAC.
- Escala de medición: 0-500 VAC
- Clase de precisión: 1.5

..//

- Frecuencia: 60 Hz.
- Consumo: 2 VA/Sistema.
- Marco frontal de 96x96 mm.
- Posición de montaje: Vertical.

#### Frecuencímetro Doble

- - - - -

- Tipo: Hierro móvil a lengüetas.
- Para conexión en circuito de tensión de 220 V.
- Escala de medición: 55-65 Hz.
- Clase de precisión: 0.5
- Consumo: 2 VA/Sistema.
- Posición de montaje: Vertical.

#### Sincronoscopio

- - - - -

- Tipo: Electrodinámico.
- Para circuitos de barra y generador en 220 VAC.
- Escala marcada: Flecha roja (+), y flecha negra (-).
- Consumo: -Lado barra: 6.2 VA.  
-Lado generador: 4 VA.
- Marco frontal de 96x96 mm.
- Posición de montaje: Vertical.

#### 5.2.2.3 Cálculo y Selección del Trafo de Corriente

-----

Para la selección de un transformador de corriente se deben tener

..//

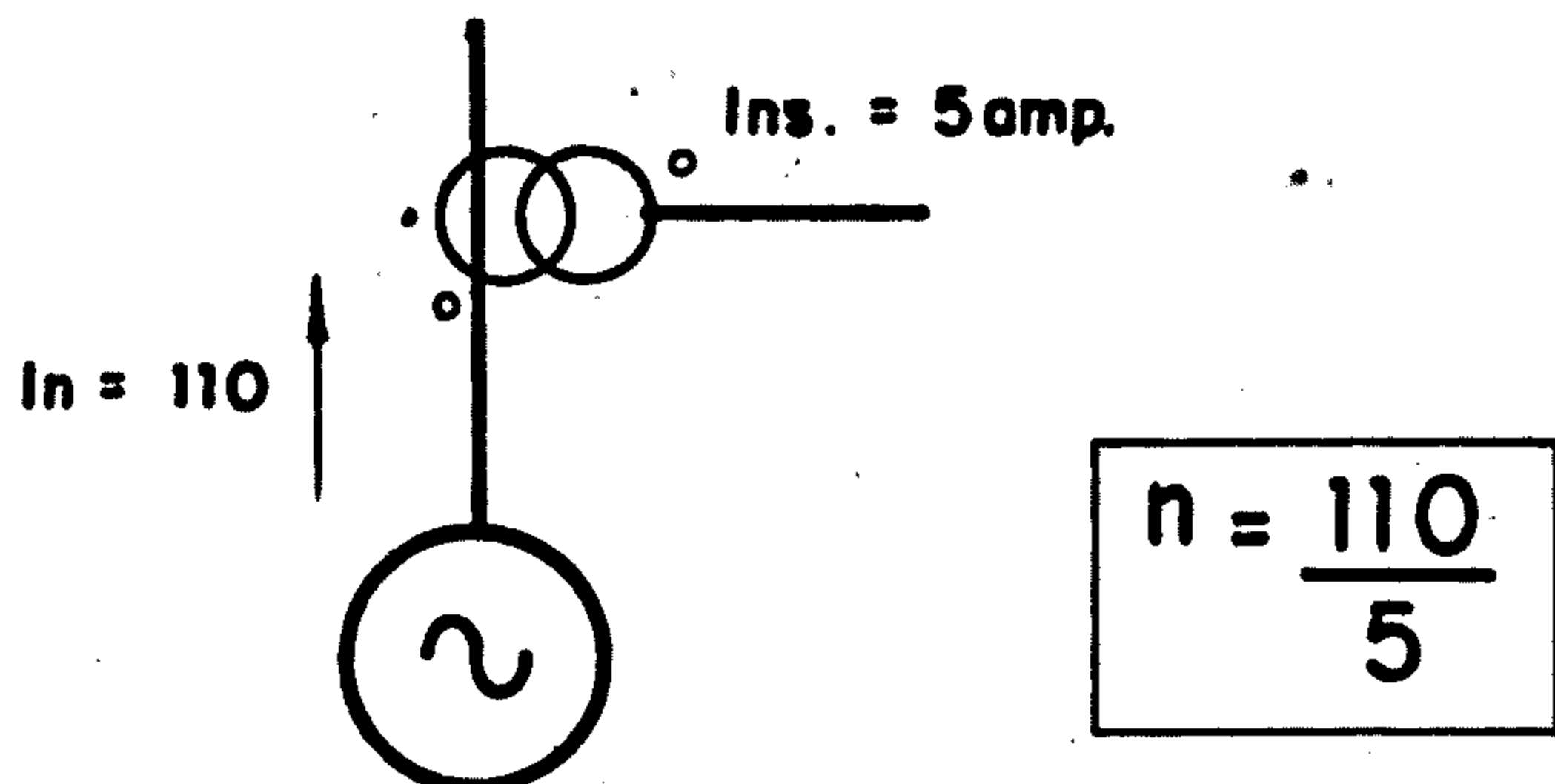
en cuenta los siguientes parámetros;

- Tensión máxima de la instalación
- Frecuencia
- Relación de transformación
- Potencia admisible en el secundario.
- Clase de exactitud
- Factor de sobrecarga
- Intensidad límite térmica y dinámica.

#### Relación de Transformación

-----

La corriente nominal del secundario de los trafos de corriente ha sido estandarizada a dos valores 1 y 5 Amp.



#### Potencia del Transformador

-----

La potencia del transformador de corriente se evalúa sumando algebraicamente las potencias aparentes de todos los instrumentos conectados en serie con el secunda-

..//

rio ( Amperímetros, Bobinas de In tensidad del Vatímetro, Relés de Protección, etc.), este valor es algo mayor del que se obtendría - realizando la suma fasorial..

El secundario del trafo a seleccionar, alimentará los siguientes instrumentos:

Pos	Instrumento	Consumo (VA)
1	Amperímetro	1
2	Kilowatímetro (bobina Amp.)	1
3	Circuito de Protección	5 (estimado)

De acuerdo con el cuadro anterior, la potencia de los trafos de co - rriente. será:

$$P = 7 \text{ V.A.}$$

Clase de Exactitud

- - - - -

La clase de exactitud de los transformadores utilizados en medidas industriales, según las normas no debe ser superior a la Clase 1.

..//

Factor de Sobrecarga (n)

-----

El factor de sobrecarga "n" es el número de veces de la corriente primaria nominal, que origina un error de intensidad de 10%, debido a la saturación magnética del núcleo.

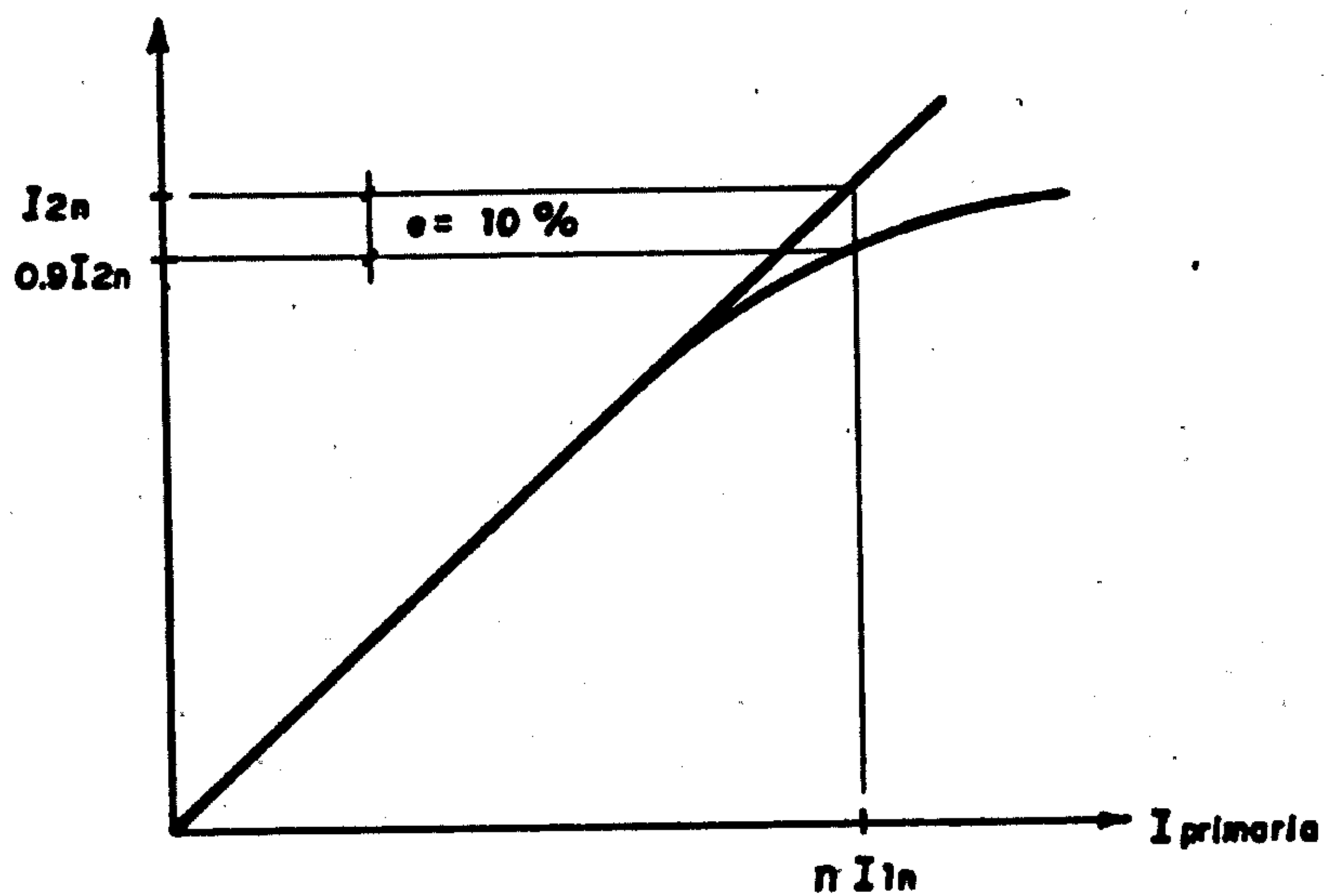


Fig. No. 2 Factor de Sobrecarga

Generalmente, para circuitos de medición se utiliza el factor  $n < 5$ . En la protección contra cortocircuitos utilizando relés secundarios, se utilizan factores de sobrecarga  $n > 5$ ,  $n > 10$ , etc.

Intensidad límite térmica y dinámica

-----

La calidad del transformador de intensidad se determina por sus características térmica y dinámica.

Estos efectos se originan, cuando en el circuito principal se produce un corto circuito. Con esta finalidad se definen la resistencia térmica o intensidad límite térmica y la resistencia dinámica.

-Intensidad límite térmica ( $I_{term}$ )  
- - - - -

Es el valor eficaz de la corriente alterna que calienta hasta  $300^{\circ}$  C en un segundo el arrollamiento del transformador. Este valor se expresa en múltiplo de la corriente primaria nominal.

-Intensidad límite dinámica ( $I_{din}$ )  
- - - - -

Es el máximo valor de la intensidad de corriente de corto circuito de corta duración, con la cual la construcción del transformador no sufre deformaciones mecánicas, ni otros deterioros. Se evalúan mediante la siguiente fórmula:

$$I_{din} = 1.8 \sqrt{2} I_{cc}$$

Para nuestro caso tendrá el si-

..//

guiente valor:

$$I_{din} = 1.8\sqrt{2} (5 \text{ KA})$$

$$I_{din} = \frac{12,700 \text{ Amp}}{110}$$

$$I_{din} = 85 \text{ In}$$

De acuerdo con lo anteriormente dicho, los requerimientos mínimos - son los siguientes:

- Tensión máxima de la instalación 500 V
- Frecuencia 60 Hz .
- Relación de transformación 110/5 A
- Potencia admisible en el secundario 7 VA
- Clase de exactitud 1
- Factor de sobrecarga n 5
- Intensidad límite dinámica 85 In

De los catálogos del fabricante se selecciona el siguiente transformador:

- Tipo Barra Pasante  
AO - Circular
- Tensión de trabajo máxima 1000 V
- Tensión de prueba en 1 minuto 8 KV r.m.s.
- Frecuencia 60 Hz
- Relación de transformación 150/5 A

..//



- Potencia admisible en el secundario 10 VA
- Clase de exactitud 1
- Factor de sobrecarga  $n < 5$
- Intensidad límite térmica 60 In/1 seg
- Intensidad límite dinámica 150 In
- Peso 0.25 Kg.

5.2.2.3 Cálculo y Selección del Transformador de Tensión

-----

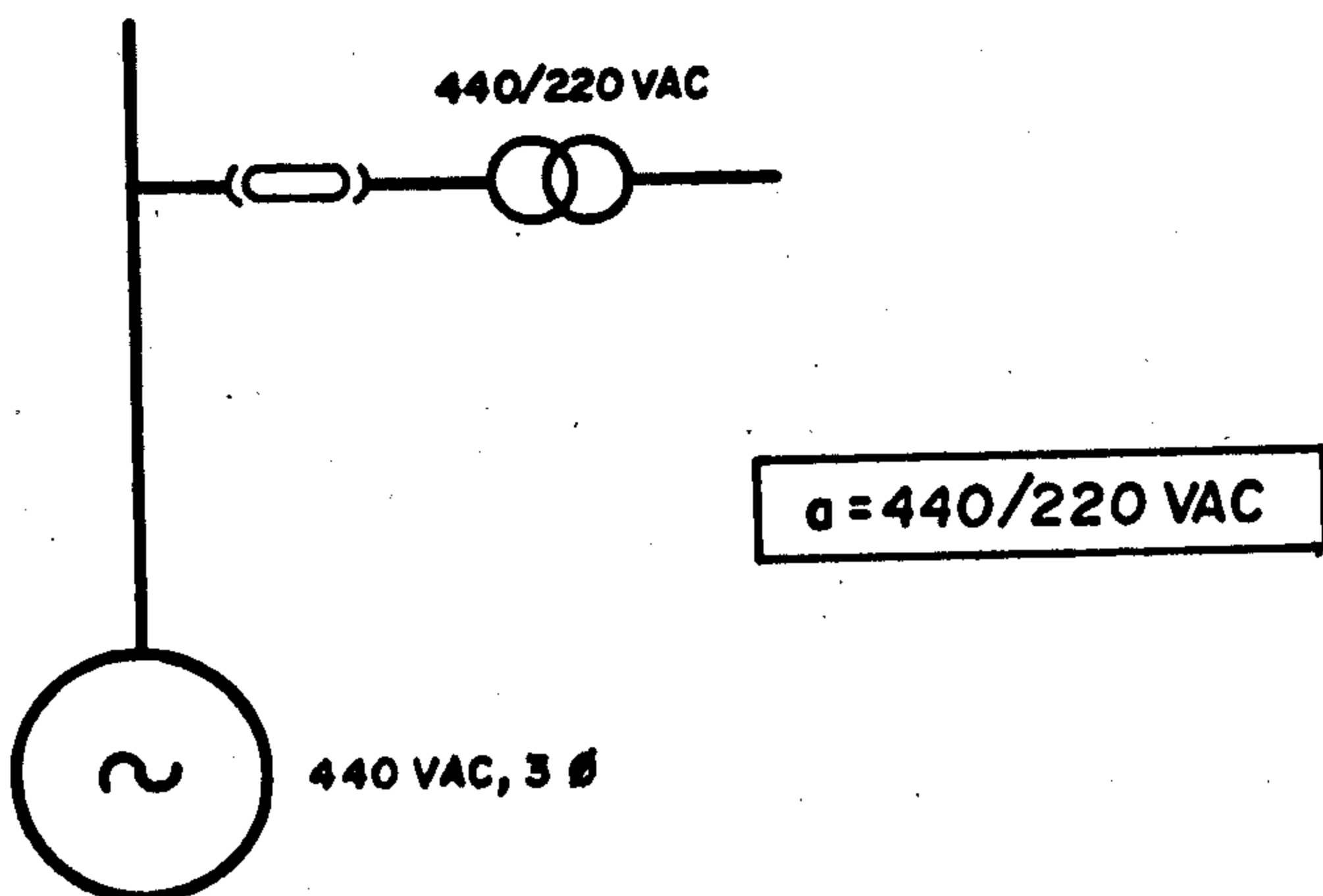
Básicamente un transformador de medición de tensión, queda seleccionado con la especificación de los siguientes parámetros.

- Relación de transformación.
- Clase de exactitud
- Potencia del transformador.

Relación de transformación

-----

La tensión de operación de todos los instrumentos está normalizada a 110 V ó 220 VAC.



Potencia del Transformador

La potencia de los transformadores de tensión, se calcula al igual que para los trafos de corriente, sumando las potencias de consumo de todos los instrumentos conectados a él. Estos instrumentos son los siguientes:

Pos	Instrumento	Consumo (VA)
1	Voltímetro	3.5
2	Frecuencímetro	3.0
3	Kilowatímetro (Bob. Tensión)	2.2
4	Frecuencímetro doble (1 sist)	3.0
5	Voltímetro doble (1 sist)	3.5
6	Sincronoscopio	4.0
	Total	19.2 VA

Por lo tanto la potencia requerida del trafa de tensión será la siguiente:

$$\text{Potencia} = 19.2 \text{ VA}$$

Clase de Exactitud

Para la alimentación de circuitos de medición, se emplean comúnmente la clase 1 y 3.

..//

## Potencia Límite

- - - - -

Es el producto de la tensión nominal del secundario por la intensidad límite térmica de su devanado. Este valor define la calidad del transformador.

Los requerimientos mínimos de trafo de tensión son los siguientes:

- Relación de Transformación  
440/220 VAC
- Potencia 19.2 VA
- Clase de Exactitud 1

De los catálogos del fabricante seleccionamos el siguiente:

- Serie 1-6N
- Relación de Transformación 440/220 VAC
- Potencia 50 VA
- Clase de Exactitud 1

## 5.2.2.4 Esquema de Conexiones

-----

El esquema de principio de los circuitos de medición y sincronización de los grupos Nos. 1 y 2 se muestra en la Fig. No. 2

El conexionado de los instrumentos de medición del generador No. 1 se muestra en el plano No. 03-011, el de sincronización de los grupos en el plano No. 03-012

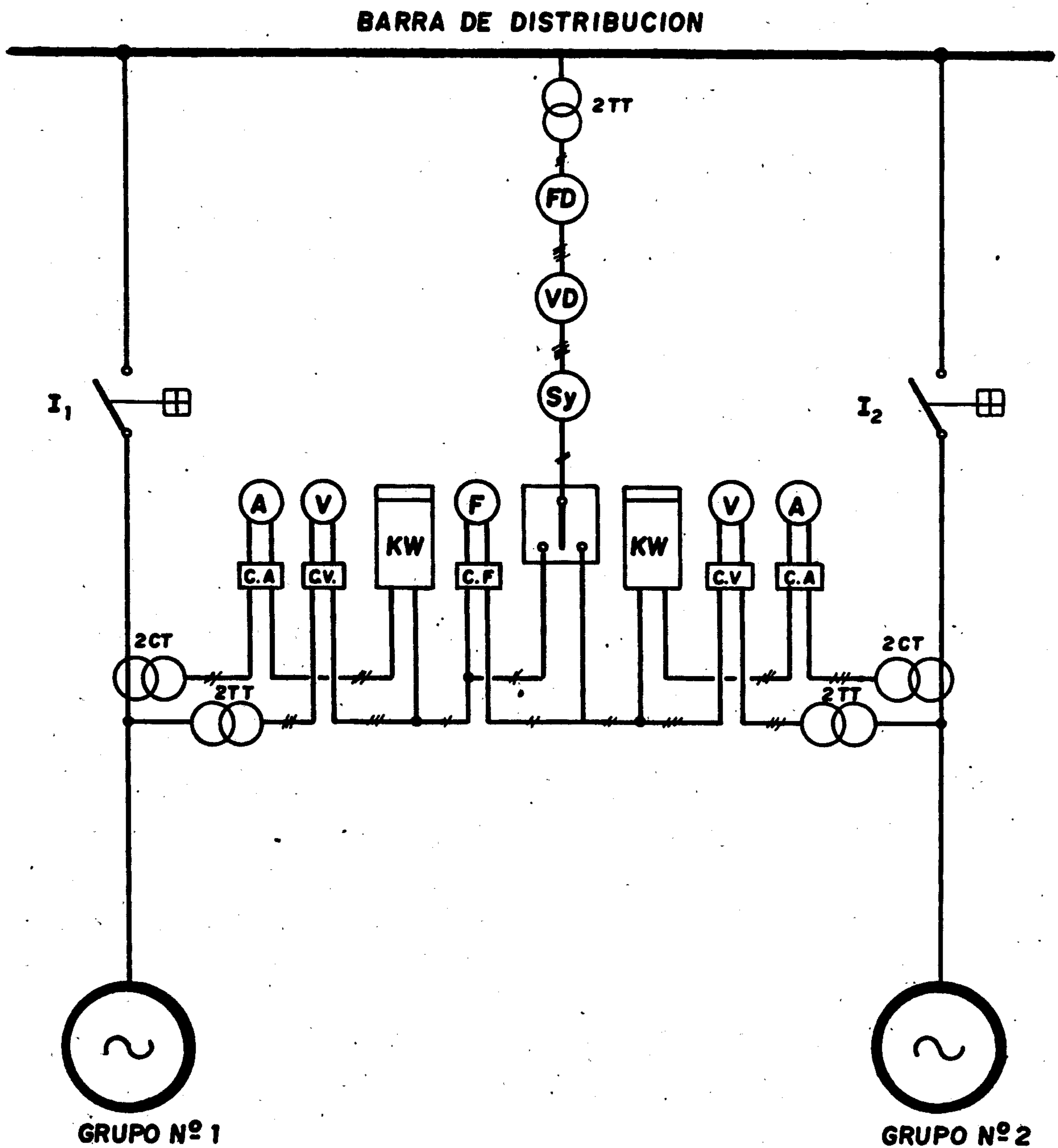


Fig No.2 Esquema de Principio del Circuito de Medición y Sincronización de los Grupos 1 y 2

### 5.2.3 Protección de los Generadores

Los dispositivos de protección para los generadores de abordo se pueden clasificar en tres grupos:

- I- Dispositivo de Protección contra fallas exteriores al generador
- II- Dispositivo de Protección contra fallas propias del generador
- III-Dispositivo de Protección contra falsas maniobras de operación del generador.

Las fallas más comunes para cada uno de los grupos, indicados anteriormente son las siguientes:

#### I- Defectos del exterior

-----

- Cortos circuitos en la red
- Sobrecargas prolongadas
- Sobretensiones producidas por la desconexión de cargas considerables
- Circulación de potencia inversa (caso de funcionamiento en paralelo)

#### II- Defectos del Interior

-----

- Puesta a tierra del devanado estatórico.
- Puesta a tierra del devanado rotórico

..//

- Corto circuito entre espiras de diferen  
te fase
- Corto circuito entre espiras de la mis-  
ma fase

### III-Falsas Maniobras

-----

- Conexión de un generador a barras ener  
gizadas sin preveer antes la sincroni-  
zación.
- Conexión de la alimentación exterior,  
estando en funcionamiento los generado  
res de abordo.

Toda la protección contra defectos del exterior está normada por las exigencias de la Sociedad Clasificadora. Respecto a la protección contra defectos internos, esto depende fundamentalmente de la potencia del grupo y los costos de los dispositivos que se quieran instalar. En general para grupos mayores de 500 KVA, se debe considerar la protección contra defectos internos.

#### 5.2.3.1 Exigencias de Clasificación

-----

Las principales exigencias de cla  
sificación que se tomarán en cuen  
ta, para la protección de los gene  
radores son los siguientes:

1. Los generadores deberán protegerse contra daños causados por corto circuitos y sobrecargas. Esta protección deberá realizarse conforme las siguientes indicaciones:

a. La protección contra sobrecarga será ajustada a un valor comprendido entre el 10% y 50% de sobrecarga, alcanzando estos valores el interruptor, deberá desconectarse automáticamente en 60 minutos y 30 segundos respectivamente como máximo.

b. La protección contra corto circuitos deberá ajustarse a una sobre intensidad de más del 50% de sobre intensidad, pero a un valor inferior a la corriente de corto circuito simétrica.

2. Se recomienda el empleo de un dispositivo que produzca una señal de aviso aproximadamente 5 segundos después de haberse alcanzado el 5-10% de sobrecarga del generador y que desconecte automáticamente consumidores cuya puesta temporal fuera de servicio no afecte la seguridad del buque. La desco -

..//

nexión de carga puede efectuarse en una o varias etapas.

3. Los alternadores trifásicos con una potencia superior a 50 KVA previstos para trabajar en paralelo, deben poseer un dispositivo de protección contra potencia inversa retardado de 2 a 5 segundos.

La protección debe elegirse y ajustarse conforme a las características de la máquina de accionamiento, como valores de ajuste, se deben tomar del 4-10 % de la intensidad nominal del generador.

4. En el tablero principal la toma del exterior será protegida mediante un interruptor automático con disparo por corto circuitos y sobre intensidad térmica. Este interruptor se enclavará con los interruptores de los generadores de tal modo que se evite que los generadores de la red de abordó puedan funcionar en paralelo con la red del exterior.

#### 5.2.3.2 Descripción de la Protección Aplicada

-----



Los generadores de abordó serán protegidos para marcha individual contra sobrecarga y corto circuitos y para marcha en paralelo, además de lo anterior, contra potencia inversa. Para ambos modos de operación existirá una protección contra falsas maniobras.

La protección tendrá los siguientes requerimientos:

Corto circuitos

- - - - -

El dispositivo de protección deberá sensar cualquier cortocircuito producido en la red, de ser el caso acorde con la protección selectiva y desconectara el interruptor del generador en un tiempo que no afecta a ningún componente del sistema.

Sobrecarga

- - - - -

La sobrecarga de cada generador será sensada por un dispositivo que actuará en dos etapas: En la primera etapa alcanzado el valor de ajuste, desconectara cargas no esenciales en la embarcación y de persistir esta sobrecarga en una segunda etapa, sacará fuera de servicio el generador.

## Potencia inversa

- - - - -

En la transferencia de energía puede existir inversión de potencia activa, si el grupo es sincronizado con una frecuencia menor a la del grupo en barras. Por lo que se requiere de un dispositivo que sense este defecto y provoque la salida del generador.

## Falsas Maniobras

- - - - -

Generalmente en una embarcación se presentan las siguientes falsas maniobras:

- Puesta en paralelo de un grupo sin antes preveer la sincronización.
- Conexión de la alimentación exterior a barras energizadas.

Para evitar estas maniobras, se debe contar con los dispositivos de protección necesarios para tal efecto.

### 5.2.3.3 Selección de Dispositivos de Protección

-----

Los siguientes son los dispositivos

de protección, que cumplen con las normas de la sociedad clasificadora y los requerimientos anteriormente indicados:

a. Contra cortos circuitos

-----

Esta protección estará a cargo del interruptor termomagnético de cada generador, mediante el accionamiento del disparador electromagnético de sobre intensidad sin retardo, el cual provoca la apertura del interruptor en un tiempo de 0.02-0.01 segundos.

El tiempo de apertura será hallado en el siguiente capítulo, en el ítem Cálculo de Corto - Circuito de la Red, para fines de coordinación de la protección.

b. Contra Sobrecarga y Potencia Inversa

-----

Para esta protección en generadores marinos se usa generalmente relés electrónicos, que cumplen simultáneamente las dos funciones. Estos relés son muy utilizados por lo siguiente:

- Alta confiabilidad
- Fácil montaje
- Reducidas dimensiones
- Características de disparo in variables con la temperatura.
- No necesitan trabajos de mantenimiento.
- No le afectan las vibraciones por carecer de piezas móviles

Por estas razones se utilizará el siguiente relé cuyas características son las siguientes:

#### -Generales

- - - -

Es un dispositivo electrónico de alta confiabilidad, para la protección de generadores tri fásicos. Sensa la sobrecarga en las tres fases y la potencia inversa en una fase. Emite comandos selectivos, cuando excede el valor límite de ajuste, desconectando:

- Cargas no esenciales en dos grupos.
- El generador

#### -Ajuste y Accionamiento

- - - - -

. Sobrecarga

. . . . .

..//

Cada una de las señales  $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$  es ajustada de 2-7 Amp para un tiempo de accionamiento de 5-60 segundos. En caso de una sobrecarga las señales  $I_1$  e  $I_2$  disparan cargas no esenciales y de persistir ésta, la señal  $I_3$  dispara para el generador.

.Potencia Inversa

. . . . .

La señal de potencia inversa (señal P) es ajustada de 1-20% de potencia inversa referida a 5 Amp. El disparo del generador es ajustado de 1-5 segundos.

-Datos Técnicos

- - - - -

-Voltaje suministro

450V, 60Hz, +10%-15%

-Corriente suministro

5 Amp.

-Sobrecarga  $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$

2-7 Amp., 5-60 seg

-Potencia inversa

1-20%, 1-5 seg

-Contactos auxiliares

450V, 4 Amp.

-Histerisis 2%

-Temperatura Ambiente

-20 + 60°C

..//

-Voltaje de Prueba

2.5 KV

-Dimensiones exteriores

376 x 238 x 165

c. Contra Falsas Maniobras  
 - - - - -

Para esta protección, los interruptores de los generadores y de la alimentación exterior, es tarán enclavados de tal manera, que no podrán cerrarse sin antes cumplir con las exigencias de operación.

5.2.3.4 Esquema de Conexiones  
 -----

El esquema de conexiones para la protección contra sobrecargas y potencia inversa se muestra en el Plano No. 03-013 y los enclavamientos eléctricos, para la protección contra falsas maniobras en el Plano No. 03-014.

5.2.4 Control Remoto de la velocidad del motor Diesel  
 -----

La velocidad de los motores diesel es controlada mediante el accionamiento del regulador de combustible, el cual va montado en el mismo motor. Este dispositivo viene suminis -

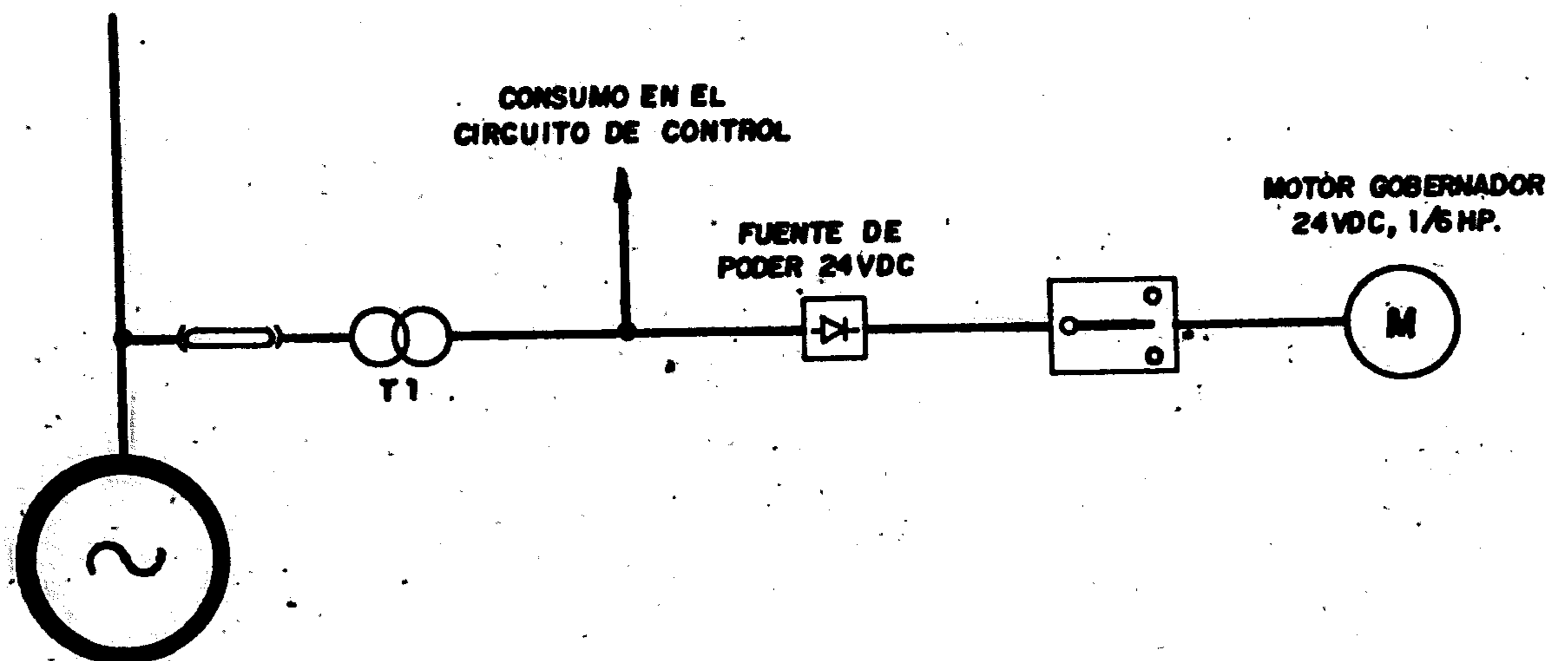
trado con motor eléctrico de sincronización, para el control remoto de la velocidad necesaria en la puesta en paralelo de generadores.

En el remolcador, los grupos estarán suministrados con el gobernador Woodward PSG con motor de sincronización de corriente continua 24 VDC, 1/6 HP.

#### 5.2.4.1 Cálculo del Circuito de Control

-----

Del esquema de principio mostrado en el plano No. 03-008 tenemos el siguiente circuito:



#### -Cálculo de la Potencia de T1

-----

El transformador T1 alimentará el circuito de control del generador No. 1 y el motor de sincronización del gobernador. El consumo de potencia para el circuito de control será de 35 VA y para el motor ten-

haremos el siguiente cálculo:

$$I_m = \frac{(\#HP) \times 746}{\eta_M \cdot V}$$

Donde:

$I_m$  = Corriente a plena carga del motor (Amp.)

#HP= Número de HP del motor

$\eta_M$  = Eficiencia del motor (0.7)

$V$  = Tensión de alimentación (Volt)

Reemplazando datos tenemos:

$$I_m = \frac{(1/6) \times 746}{0.7 (24)}$$

$I_m = 7.4 \text{ Amp.}$
--------------------------

La eficiencia de las fuentes de corriente continua está alrededor del 90%. Por lo tanto la potencia de consumo en la alimentación del motor será:

$$S_m = \frac{V \cdot I_m}{\eta_F}$$

Donde:

$S_m$  = Potencia aparente de consumo (VA)

$\eta_F$  = Eficiencia de la fuente de poder (90%)

Reemplazando datos tenemos:

$$S_m = \frac{24 (7.4)}{0.9}$$



$$S_m = 197.3 \text{ VA}$$

La potencia del trafo T1 será la siguiente:

$$S_t = \frac{S_m + S_c}{\eta_r}$$

Donde:

$S_t$  = Potencia del trafo T1 (VA)

$S_m$  = Consumo del motor de sincronización (VA)

$S_c$  = Consumo del circuito de control (VA)

$\eta_r$  = Eficiencia del trafo (90%)

Reemplazando datos tenemos:

$$S_t = \frac{197.3 + 35}{0.9}$$

$$S_t = 258 \text{ VA}$$

∴ Por lo tanto, el transformador T1 será de 440/220 VAC, 300 VA, monofásico.

-Fuente de Poder de C.D.  
- - - - -

La fuente de poder para la alimentación del gobernador viene suministrada por el fabricante del grupo.

..//

-Control Jobb

- - - - -

Será un conmutador de tres posiciones con reposición automática a la posición "desconectada" de 15 Amp., 600 VAC.

### 5.2.5 Tableros de Alarmas Motores Diesel y Servicios Auxiliares

El objetivo de este tablero es el de establecer una organización de vigilancia continua, para las diferentes magnitudes físicas en equipos y sistemas de abordo, cuya situación de falla atentaría contra la seguridad de la embarcación, sus sistemas y sus tripulantes.

#### 5.2.5.1 Exigencias de Clasificación

1. Para motores diesel principales y auxiliares superiores a 135 CV, se proveerán con dispositivos de alarmas contra baja presión de aceite, alta temperatura de agua, baja presión de combustible, etc.
2. En caso de ser grupos electrógenos se deberá proveer, además de las indicadas en el ítem anterior un sensor de sobre velo-

ciudad.

#### 5.2.5.2 Esquema de Conexiones

-----

En el plano No. 03-015 se muestra el esquema de conexiones del tablero de alarmas, el cual establecerá vigilancia a lo siguiente:

##### -Motores diesel

- - - - -

- . Baja Presión aceite lubricante (alarma audio-visual y parada automática del diesel)
- . Alta temperatura de agua de refrigeración (alarma audio-visual)
- . Sobre velocidad (alarma audio-visual y parada automática del diesel).

##### -Servicios Auxiliares

- - - - -

Para los siguientes servicios solamente existirán alarmas audio-visuales:

- . Baja presión aire de arranque
- . Alto nivel agua de sentina
- . Fallo en flujo de agua eje de cola.

### 5.2.5.3 Funcionamiento

-----

El funcionamiento del tablero para cada uno de los puntos de vigilancia, es de forma similar. Sólo se explicará, para el de sobre velocidad:

Si la velocidad del diesel supera el 15% del valor nominal, se cierra el interruptor S.V. del sensor de sobrevelocidad, energizando los relés R5 y R6, produciendo las siguientes acciones:

-Se produce la alarma audio-visual en sala de máquinas y puente de navegación y se encienden las lámparas L6 y L14 indicando la anomalía.

-Se energiza R7, el cual asegura la energía de R5 y R6 y conecta la válvula solenoide de extranguamiento del combustible, parando el motor diesel. Al cabo de 10 segundos se desconecta esta válvula.

Actuando sobre los pulsadores P4 y P5 se cancelan las alarmas audio - visuales en sala de máquinas y puente de navegación.

Después de cada parada automática

del diesel es necesario actuar so  
bre el pulsador P1, para reponer  
el sistema, quedando el tablero -  
en condiciones operativas.

En el plano No. 03-016 se muestra el esquema de co-  
nexiones del Tablero de Control, Medición, Protec -  
ción y Sincronización de los Generadores Nos. 1 y 2.

## VI DISEÑO DE LA RED ELÉCTRICA

Para el desarrollo del presente capítulo se verán los siguientes puntos:

- Distribución de Energía
- Selección y Dimensionamiento de Cables
- Cálculo de Cortocircuito de la Red
- Tablero de Luces de Navegación
- Tablero de Fuerza Exterior
- Tendido de cables
- Cableado de la Red
- Especificación Técnica de Tableros

### 6.1 Distribución de Energía

La distribución de energía para cada uno de los consumidores instalados en el remolcador, estará de acuerdo a lo indicado por las normas de la Sociedad Clasificadora.

#### 6.1.1. Exigencias de Clasificación

Las siguientes son las principales normas - que se tendrán en cuenta en la distribución de energía eléctrica de abordó:

..//

1. Los grupos electrógenos previstos para trabajar en paralelo, alimentarán un sistema común de barras colectoras desde las cuales se derivan las acometidas a los consumidores.
2. La distribución de energía para todos los consumidores será del tipo radial.
3. Los consumidores deberán agruparse en instalaciones parciales o en grupos de consumidores. Se alimentarán por separado los siguientes grupos:
  - Instalaciones de Alumbrado
  - Instalaciones de Fuerza
  - Instalaciones de Navegación y Telecomunicaciones.
4. Los consumidores esenciales deberán alimentarse mediante cables independientes desde el tablero principal.
5. Los consumidores de emergencia serán alimentados directamente desde su propio tablero y en condiciones normales se alimentará desde el cuadro principal.
6. La alimentación de los consumidores monofásicos deberá repartirse entre cada una de las fases, de modo tal que el desbalance de tensión no supere el 15%.
7. En el tablero principal deberá preverse un indicador que permita percibir si el cable de conexión con el exterior está bajo tensión.

### 6.1.2 Esquema de Principio

En el plano No. 03-017 se muestra el Esquema de Principio de la Red, en el cual se detalla la forma de la alimentación de cada uno de los consumidores que se instalarán a bordo.

En condiciones normales un sólo grupo electrógeno alimentará los tableros de distribución de 440 VAC y 220 VAC y el de emergencia, a través de una fuente de poder en 24 VDC.

En condiciones de emergencia el tablero 24 VDC será alimentado mediante dos bancos de baterías por un tiempo determinado. Estos bancos serán cargados por un dispositivo alimentado del tablero de distribución de 220 VAC.

El dimensionamiento y selección de los dispositivos empleados en la elaboración del esquema de principio, será realizado a lo largo del desarrollo de los capítulos 6 y 7 de la presente tesis.

## 6.2 Selección y Dimensionamiento de Cables

El dimensionamiento y selección de cables estará sujeto a lo indicado por las normas de la Sociedad Clasificadora.



### 6.2.1 Exigencias de Clasificación

Se tendrán en cuenta las siguientes:

1. En lugares donde se deba contar con temperaturas ambientes elevadas, sólo podrán emplearse cables cuya temperatura permisible sea como mínimo  $10^{\circ}$  C superior a la temperatura ambiente.
2. En la cubierta de intemperie, recintos húmedos y en general en todos los lugares donde pueda producirse agua de condensación o vapores nocivos ( vapores de aceite), solamente podrán utilizarse cables con una cubierta resistente a los efectos del ambiente.
3. Las cargas permisibles en los conductores deberán estar referidas a una temperatura ambiente de  $45^{\circ}$  C.
4. La caída de tensión no deberá ser superior a 5% en caso de instalaciones de alumbrado y 7% en caso de circuitos de fuerza.
5. En instalaciones de fuerza, calefacción y alumbrado, la mínima sección de los cables fijos será de  $1.5 \text{ mm}^2$ .

### 6.2.2 Selección de Cables

Los criterios a tener en cuenta en la selec

..//

ción de cables son las siguientes:

- Alta resistencia a la humedad, a los vapores de aceite, al agua de mar, a la sal contenida en el ambiente marino, y a la abrasión.
- Facilidad del tendido e instalación.
- Difícilmente inflamable.

De acuerdo a lo anterior, para la alimentación de todos los consumidores de abordo, se empleará el siguiente cable: Tipo NYY de 1, 2 ó 3 conductores, cableados, aislados con sintenax (mezcla especial a base de PVC) y protegidos exteriormente con una cubierta de PVC, con una temperatura máxima en el conductor de 80° C para una tensión de operación máxima entre fases de 1000 Volt.

### 6.2.3 Dimensionamiento de Cables

Los cables alimentadores serán dimensionados de acuerdo a los siguientes métodos:

- Cálculo por capacidad de corriente
- Cálculo por caída de tensión
- Cálculo por corto circuito

#### 6.2.3.1 Cálculo por capacidad de corriente

El cálculo consiste en determinar

la sección del conductor capaz de soportar la carga nominal del equi por más un 25% de reserva. La co rriente de diseño del cable se e-valúa mediante las siguientes fór mulas:

$$I_d = 1.25 \frac{(\# \text{ HP}) \times 0.746}{\sqrt{3} \eta V \text{ Cos } \phi}$$

$$I_d = 1.25 \frac{KW_M}{\sqrt{3} \eta V \text{ Cos } \phi}$$

Donde:

$I_d$  = Corriente de Diseño del Cá-  
ble (AMP)

#HP = Potencia mecánica en HP (HP)

$KW_M$  = Potencia mecánica en KW.  
(KW)

$\eta$  = Rendimiento

$V$  = Tensión de línea en (KV)

$\text{Cos } \phi$  = Factor de potencia de la -  
carga.

Haciendo uso de la Tabla No.5 capacidad de corriente de los con- ductores para una temperatura am- biente de  $45^{\circ}$  C del G.L. (Anexada al final) y con el valor de la co rriente de diseño se determina la sección del conductor.

#### 6.2.3.2 Cálculo por Caída de Tensión

-----

Teniendo en cuenta la ubicación -

..//

de los equipos en el remolcador se determina la longitud del cable alimentador y con la sección determinada en el cálculo anterior, se evalúa la caída de tensión aplicando las siguientes fórmulas:

Para circuitos con factor de potencia  $\text{Cos}\phi > 0.9$  y secciones de conductor  $< 30 \text{ mm}^2$ .

$$\Delta V = \frac{2 \rho I L}{S} \quad (\text{Circuito } 1 \phi)$$

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \rho I L}{S} \quad (\text{Circuito } 3 \phi)$$

Donde:

$\Delta V$  = Caída de tensión en el cable (volt)

$\rho$  = Resistividad del cable a  $80^\circ\text{C}$   
 $\left( \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}} \right)$

$I$  = Corriente circulante en el conductor (amp)

$L$  = Longitud del conductor en (m)

$S$  = Sección del conductor ( $\text{mm}^2$ )

La resistividad del cable debe ser evaluada para la temperatura máxima del conductor ( $80^\circ\text{C}$ ) mediante la siguiente fórmula:

$$\rho_{80^\circ\text{C}} = \rho_{20^\circ\text{C}} (1 + \alpha \Delta T)$$

Donde:

$\rho_{80^\circ\text{C}}$  = Resistividad del cable

..//

a. 80° C.

$\rho_{20^\circ \text{ C}}$  = Resistividad del cable  
a 20° C (1/56)

$\alpha$  = Coeficiente de dilata-  
ción lineal del cobre  
(0.0039)

$\Delta T$  = Diferencia de temperatur  
a entre el conductor y  
el ambiente ( °C )

Reemplazando datos tenemos:

$$\rho_{80^\circ \text{ C}} = 0.022$$

Para circuitos con factor de potencia  
 $\text{Cos } \phi < 0.9$  se emplea:

$$\Delta V = \frac{2 P r L}{V} \left( 1 + \frac{X}{r} \text{tg } \phi \right)$$

(Circuitos 1  $\phi$ )

$$\Delta V = \frac{P r L}{V} \left( 1 + \frac{X}{r} \text{Tg } \phi \right)$$

(Circuitos 3  $\phi$ )

Donde:

P = Potencia que circula por el  
cable (Watts)

r = Resistencia del cable (r/km)

X = Reactancia inductiva del ca-  
ble (r/km)

V = Tensión de línea (Volts)

L = Longitud del cable (km)

$\text{Tg } \phi$  = Angulo del factor de potencia  
(grados)

Los parámetros r, x serán obteni-

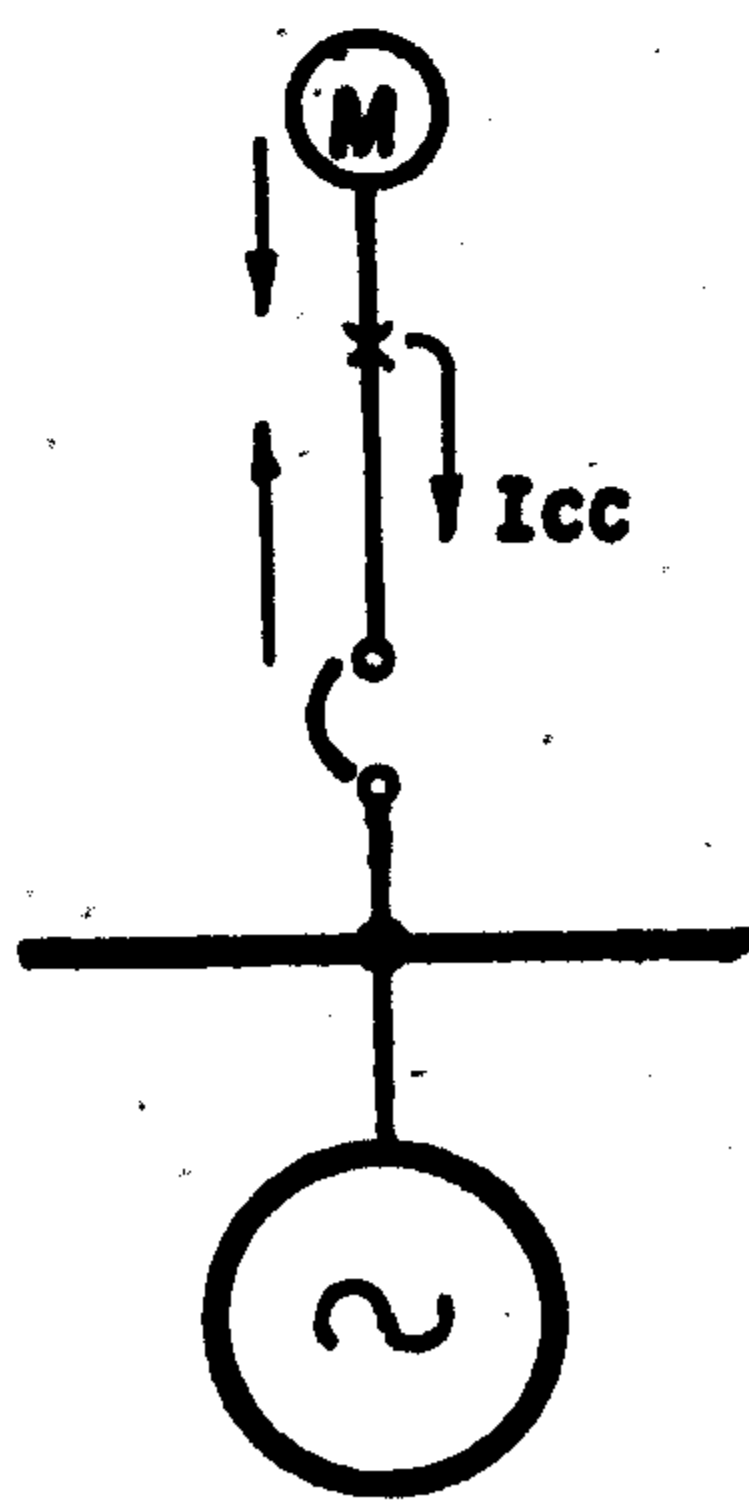
..//

dos de la Tabla No. 6 Impedan -  
 cias de cables para una temperatu  
 ra de 80° C (anexado al final)

6.2.3.3 Cálculo por Cortocircuito  
 -----

Mediante este cálculo se verifica definitivamente la sección del cable a emplear en el circuito, teniendo en cuenta la corriente de cortocircuito en el lugar de instalación y el tiempo de apertura de los dispositivos de protección.

Con estos dos valores, de la tabla No. 7 se determina la sección mínima del conductor, capaz de soportar los esfuerzos electrodinámicos y la sobre elevación de temperatura producidos por el corto circuito,, mientras dure el tiempo de apertura del interruptor de - protección ( Ver Fig. No. 1).



CORRIENTE CORTO  
 CIRCUITO ASIMETRICA

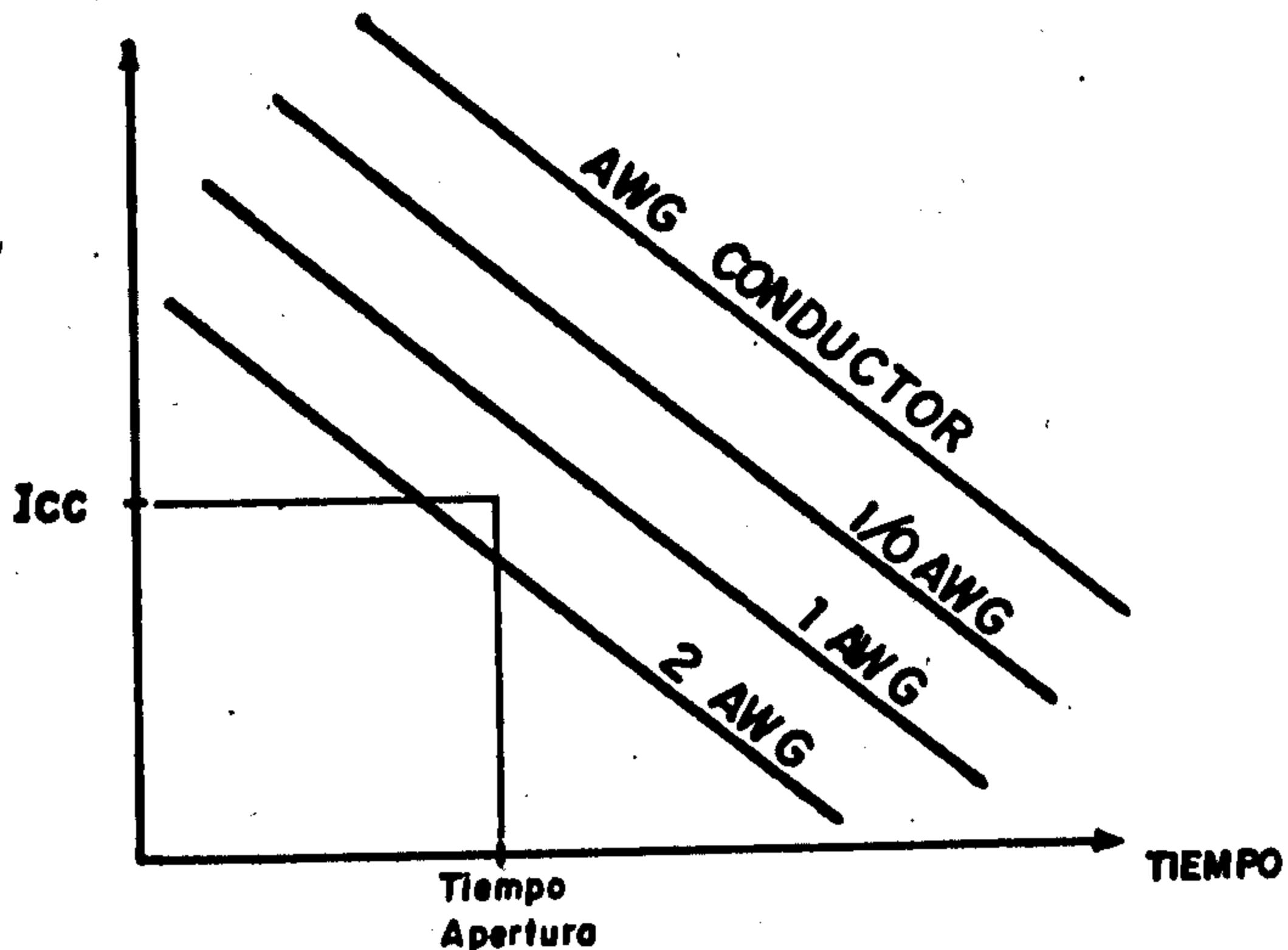


Fig 1 Sección mínima por cortocircuito

En el ítem 6.3 se verificarán los cables por cortocircuito.

Los resultados de cada uno de los cálculos, se muestran en el plano No. 03-018 Análisis del Sistema Eléctrico.

#### 6.2.4 Protección de Alimentadores

Se utilizarán interruptores termomagnéticos por confiabilidad y operatividad del sistema, en caso de ocurrir un cortocircuito o sobre carga en el cable alimentador.

Los parámetros básicos para seleccionar un interruptor termomagnético, son los siguientes:

- Corriente nominal de la carga
- Tensión
- Capacidad de ruptura requerida
- Frecuencia y número de polos
- Temperatura ambiente de operación
- Ubicación (interior, intemperie, etc.)

La selección de los interruptores para cada uno de los alimentadores, se muestra en el plano No. 03-018 Análisis del Sistema Eléctrico. Estos interruptores seleccionados tienen un tiempo de apertura de 1/2 ciclo (0.008 seg).

### 6.3 Cálculo de Corto Circuito de la Red

El cálculo de corto circuito tiene por finalidad seleccionar la capacidad de ruptura de los interruptores de protección y verificar la sección de los conductores capaces de soportar los efectos producidos por el cortocircuito, mientras dure la apertura del interruptor.

#### 6.3.1 Exigencias de Clasificación

Se deberá tener en cuenta las siguientes:

1. En el cálculo de cortocircuito máximo a esperar, deberá considerarse:

- Todos los generadores que puedan acoplarse simultáneamente en paralelo.
- Todos los motores con cuyo funcionamiento simultáneo deba contarse y los cuales puedan influir en la magnitud de las corrientes de cortocircuito iniciales.

2. El cálculo debe considerar todos los casos de corto circuitos necesarios para la comprobación de la instalación. En principio se deberán analizar los siguientes casos:

- Corto circuito en el lado de los generadores.
- Corto circuito en las barras principales y de distribución.

..//



### 6.3.2 Procedimiento de Cálculo

Se realizará los siguientes cálculos:

- Corto circuito máximo en el momento de la transferencia de energía.
- Corto circuito mínimo en operación normal.

El primero para seleccionar la capacidad de ruptura y el segundo para verificar la selectividad del interruptor.

Las corrientes de corto circuito se evaluarán de acuerdo al siguiente procedimiento:

- Elegir las bases del sistema y referirlas a cada una de las zonas separadas por transformadores.
- Establecer el número de cargas y generadores que estarán conectados en el momento de producirse el corto circuito.
- Determinar las impedancias de generadores, motores, transformadores, cables, etc y referirlas a las bases del cálculo.
- Evaluar la impedancia equivalente de corto circuito en cada uno de los puntos de falla.
- Calcular la corriente simétrica de corto circuito dividiendo el voltage base entre la impedancia equivalente en el punto de falla. La corriente asimétrica se obtendrá,

..//

multiplicando este valor por 1.25 (esto se cumple para instalaciones de 600 V y provistos de interruptores automáticos. Ref. Libro No.1 de la Bibliografía).

La impedancia de los generadores es de 12%, la del banco de transformadores 2.5% y la de los cables de acuerdo a su sección y longitud basadas en una temperatura de 45°C. La impedancia de los motores será evaluada de acuerdo a lo siguiente: Para motores de inducción menores de 600V, 28% referido a la potencia base del cálculo. (Ref. Libro No.1 de la Bibliografía).

En el plano No. 03-019 se muestra el procedimiento y resultados del cálculo de cortocircuito de la red, para las dos condiciones de operación.

### 6.3.3. Verificación de interruptores y cables

#### - Interruptor Principal de los Generadores

La capacidad de ruptura de estos interruptores no deberá ser menor de 3 KA y la corriente mínima de disparo por cortocircuito no mayor de 900 Amp.

#### - Interruptores de distribución

Los interruptores termomagnéticos de la barra de 440 VAC, tendrán una capacidad mínima de ruptura de 3 KA y los de la ba-

rra de 220 VAC de 1.5 KA.

- Cables

-----

Los cables alimentados de la barra de 440 VAC tendrán una sección mínima de  $4 \text{ mm}^2$  y los de la barra de 220 VAC de  $1.5 \text{ mm}^2$ , para soportar el cortocircuito mientras dure la apertura del interruptor sin deteriorar el cable.

#### 6.4 Tablero de Luces de Navegación

El tablero tiene por finalidad controlar y vigilar el normal funcionamiento de las luces de navegación, dando una indicación audio-visual, en caso de fallas de una de las lámparas.

##### 6.4.1 Exigencias de Clasificación

1. Desde el cuadro de luces de navegación se alimentarán cada una de las mismas, a través de líneas independientes protegidas mediante fusibles o interruptor automático.
2. En el tablero se fijarán para cada luz de navegación un dispositivo que indique o avise cuando la lámpara respectiva se funda.

..//

#### 6.4.2 Esquema de Conexiones

El diseño del tablero de luces de navegación se muestra en el plano No. 03-020, en el cual al fundirse una lámpara desactivará el relé de corriente R1, ocasionando que se encienda la luz piloto P1 y suene el zumbador. En estas condiciones se hará el cambio respectivo de lámpara mediante el interruptor I1.

En caso de falla de las dos lámparas, el interruptor IC cancelará el zumbador, para evitar ruidos molestos en el puente, mientras dure el cambio de lámparas en el mástil de señales.

En el plano sólo se muestra el Esquema para el control de un solo punto de luz, los demás puntos serán controlados de idéntica manera.

#### 6.5 Tablero de Fuerza Exterior

El tablero se encargará de suministrar la energía eléctrica proveniente del exterior, a la red de abordo, para atender los requerimientos de máxima demanda en el Puerto. El diseño estará de acuerdo a lo indicado por las normas de la Sociedad Clasificadora.

##### 6.5.1 Exigencias de Clasificación

Se tendrán en cuenta las siguientes normas:

..//

1. Deben proveerse dispositivos que permitan comparar en caso de corriente alterna, la sucesión de fases de la red del exterior, con la red de abordo.
2. El tablero de fuerza exterior se unirá con el principal a través de un cable fijo. En este tablero será previsto por lo menos una protección contra cortocircuitos.
3. El tablero tendrá un letrero que indique lo siguiente: Tensión, Clase de corriente, Frecuencia y Secuencia de fase de la red de abordo, así como instrucciones para realizar la operación.

#### 6.5.2 Esquema de Conexiones

En el Plano No. 03-021 se muestra el esquema de conexiones del tablero de fuerza exterior, en el cual la frecuencia de fases será comprobada por el secuencímetro, y el cable de interconexión con el tablero de distribución principal, será protegido con fusibles de alto poder de ruptura. La acometida del exterior se empalmará con el tablero, a través de unos aisladores provistos de espárragos con mariposa de ajuste.

#### 6.6 Tendido de Cables

El tendido de cables e instalaciones de abordo se

..//

realiza sobre canaletas galvanizadas, soldadas a la estructura o casco de la embarcación (Ver. Fig 2), en la cual los cables se sujetan mediante abrazaderas cintas de acero zincada o precintos plásticos. Este arreglo se utiliza donde no existe peligro de deterioro mecánico.

En lugares donde se prevee maltratos mecánicos, como lo son las cubiertas de intemperie, los cables son instalados en tuberías mecánicas.

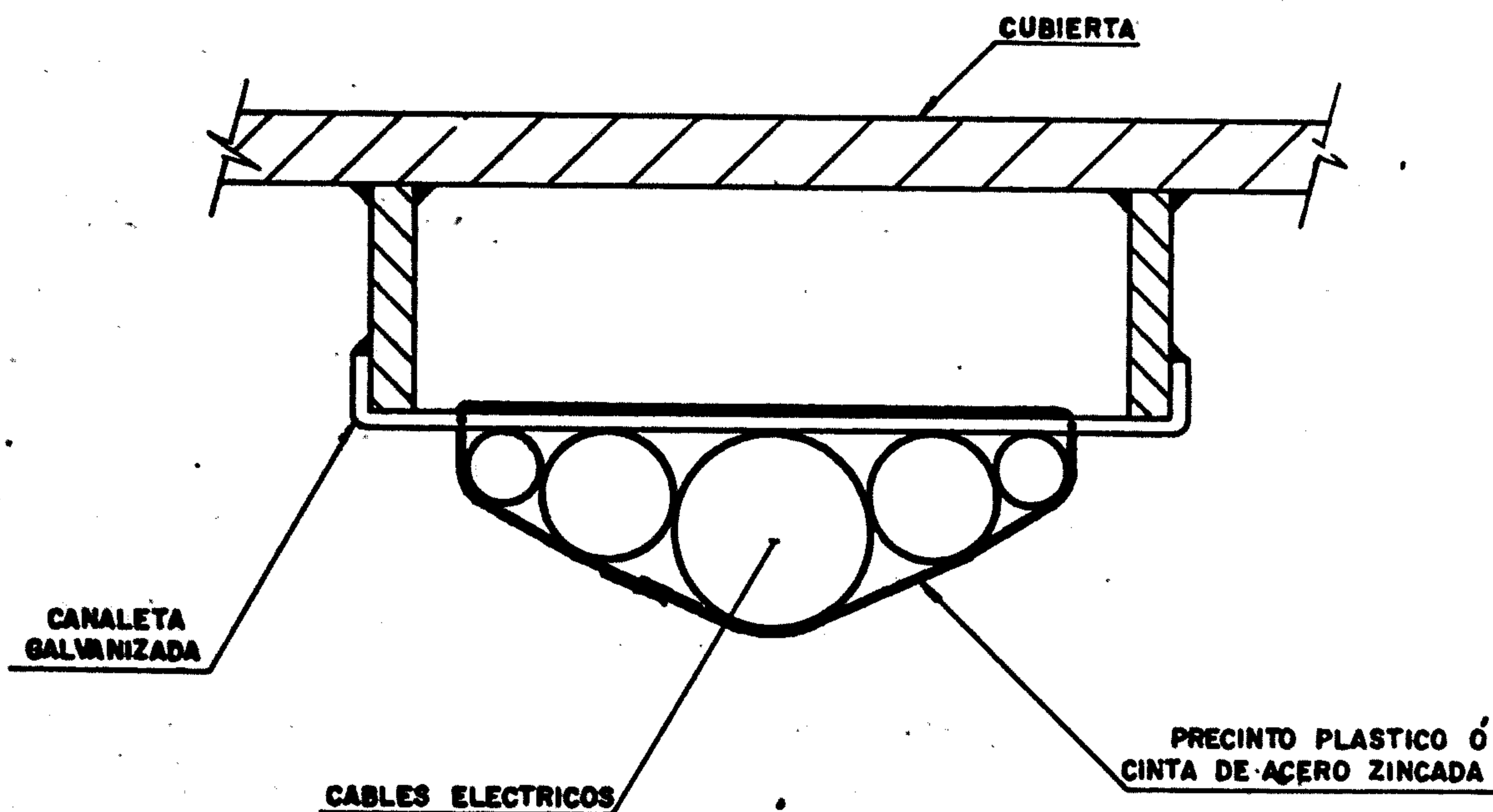


Fig. 2 Tendido de Cables

#### 6.6.1 Exigencias de Clasificación

Para el tendido de cables se deberá tener en cuenta las siguientes normas:

1. Las vías de cables se elegirán de tal manera, que estos sean instalados lo más rectos posible y no estén expuestos a daños mecánicos.

2. Deben evitarse las fuentes de calor, como calderas, tuberías calientes, etc. Para que los cables no sean calentados - adicionalmente. Cuando esto no pueda realizarse, los cables se apantallarán contra irradiaciones térmicas.
3. Los cables deberán instalarse de tal manera que puedan ser recambiados con facilidad.
4. Los cables eléctricos que atraviezan compartimientos estancos, deberán hacerlo - por medio de pases herméticos, que man - tenga la estanqueidad del ambiente.
5. Los cables instalados en bodega de carga, sobre cubierta y en lugares donde existan peligros de deterioros mecánicos, deberán protegerse mediante tubos metálicos.
6. Los cables se fijarán en las armazones o bastidores mediante abrazaderas. La distancia entre ellas deberá ajustarse a un valor entre 200-400 mm dependiendo del tamaño del cable.
7. Las cajas de conexiones deberán fijarse en un lugar fácilmente accesible y marcarse claramente. En general sólo un - circuito debe ser conducido a través de una caja.

#### 6.6.2 Detalles de Instalación

-----

En el plano No. 03-023 se muestra el detalle de tendido de cables sobre canaletas galvanizadas y los pases herméticos a través de compartimientos estancos.

#### 6.7 Cableado de la Red

El cableado de la red eléctrica, se muestra en los siguientes planos:

- Plano No. 03-023 : Cableado de Fuerza
- Plano No. 03-024 : Cableado de Alumbrado
- Plano No. 03-025 : Cableado de Reflectores de Cubierta y Luces de Navegación
- Plano No. 03-026 : Sistema Central de Alarmas

#### 6.8 Especificación Técnica de Tableros

Es una descripción detallada del tablero, en la cual se indica, el funcionamiento, características constructivas, equipamiento y todo lo necesario en la construcción del mismo.

Se especificarán los siguientes tableros para su construcción.

- Tablero para Control de Generadores y Distribución



General.

- Tablero de Alarmas y Servicios Auxiliares
- Tablero de Luces de Navegación
- Tablero de Fuerza Exterior

6.8.1 Tableros para Control de Generadores y Distribución General

1. Objetivos

Estos tableros tendrán por finalidad:

- Mando, control y sincronización de los generadores Nos. 1 y 2.
- Distribución y Control General de los circuitos de fuerza y alumbrado.
- Recepción de energía de puerto.

1.1 Mando, Control y Sincronización de los generadores Nos. 1 y 2

Características de los generadores:

- Marca : CATERPILLAR
- Potencia : 81.25 KVA
- Tensión : 277/480 (+5% -10%)
- Frecuencia : 60 Hz
- Factor de potencia : 0.8
- Tipo : Autoexcitado, sin anillos ni escobillas.

..//

- Rotación : 1800 rpm.
- Sistema de Control y Sincronización : Se efectuará mediante los Tableros de Mando y Control de los Grupos No.1 y No.2

Los dos Generadores deberán funcionar individualmente o en paralelo. El mando deberá ser ejecutado por interruptores termomagnéticos (Molded Case) de baja tensión, tripolar de montaje fijo y accionamiento manual.

Cada generador tendrá su respectivo tablero de control

1.2 Control y Distribución de Circuitos  
 - - - - -  
 de Fuerza y Alumbrado.  
 - - - - -

El control de los circuitos alimentadores de fuerza y alumbrado deberá hacerse desde el tablero de distribución general y a través de un interruptor automático por cada circuito. Los interruptores serán accionados manualmente y estarán equipados para apertura remota mediante bobinas de disparo.

1.3 Recepción de Energía de Puerto  
 - - - - -

El barco podrá recibir energía de puerto en 440 VAC, 60 Hz, a través

..//

de un interruptor automático ubicado en el tablero de Distribución General. Esta situación será mostrada con su respectiva señalización óptica.

## 2. Características de Construcción

-----

- Constructivamente los tableros de control de generadores y el Tablero de Distribución General, niveles 440 y 220 VAC, deberán constituir una unidad modular autosoportada compuesta de cuatro cuerpos:

Cuerpo No.1 : Tablero Control Generador  
No. 1

Cuerpo No.2 : Tablero Control Generador  
No. 2

Cuerpo No.3 : Tablero Distribución 440  
VAC

Cuerpo No.4 : Tablero de Distribución  
220 VAC

- Deberán construirse de ángulos de hierro de 1.1/2" x 1.1/2" x 1/8" y planchas de acero dobladas de 1/16", así mismo se les deberá dar un tratamiento anticorrosivo de dos manos de base roja al aceite, dos de base gris a la piroxilina y dos de acabado color gris.
- La unidad modular deberá ser totalmente cerrada con puertas frontales abrisagra

das provistas de frisa de jebe y de fácil desmontaje. Cada tablero tendrá dos secciones una arriba de la otra y cada una con su puerta.

- Las barras de cobre de los tableros de control y de distribución general, nivel 440 VAC, deberán ser de cobre electrolítico de alta conductividad (DIN 46411), sección rectangular 30 x 5 mm, pintadas de rojo para fase T, blanco para la fase S y verde para la fase R, ubicadas en la parte inferior del tablero.
- La acometida de los generadores será a los bornes inferiores de sus respectivos interruptores, siendo los bornes superiores conectadas a las barras generales.
- La separación mínima entre barras deberá ser de 65 mm entre partes vivas y de 50 mm entre partes vivas y tierra. Todas las conexiones entre barras deberán ser estañadas.
- Los cables de conexión a instrumentos, puentes y cableados interiores deberán ser del tipo flexible preferentemente y rígidos donde sea indispensable, con los calibres y colores siguientes:
  - . 16 AWG Tipo TW o similar color negro:
  - Para circuitos interiores de tensión

..//

control y señalización.

- . 14 AWG tipo TW o similar color rojo:  
Para circuitos amperimétricos.
- En los tableros de control de generadores se utilizarán para agrupar los cables de medición, el material siguiente o similar:
  - . Agrupaciones flexibles, como conexiones a equipos en las puertas: espirales plásticas marca AMP tipo Spirap.
  - . Agrupaciones fijas: canaletas plásticas con tapa corrediza y paredes perforadas que permitan derivaciones en todo su recorrido, tipo Tehalit fijadas al tablero mediante pernos.
- Todas las conexiones deberán hacerse - mediante regletas de bornes, similar a Ticino M 2.5. Las conexiones a instrumentos deberán hacerse mediante terminales de presión aislados, con hueco de conexión redonda preferentemente o abierto en forma de U.
- En los diferentes tableros deberá indicarse mediante placas metálicas impresas, el uso de los instrumentos, equipos de control y maniobra, lámpara de señalización y salidas de fuerza.
- Todos los elementos que no se instalen en las puertas irán sobre una plancha

..//

de montaje o sobre perfiles de fierro si son muy grandes.

### 3. Dimensiones

-----

Cada tablero tendrá las siguientes dimensiones:

#### - Tableros de Control

-----

Ancho : 600 mm  
 Altura : 1800 mm  
 Profundidad : 600 mm

#### - Tableros de Distribución General (Nivel 440 y 220 V)

-----

Ancho : 700 mm y 500 mm  
 Altura : 1800 mm  
 Profundidad : 600 mm

### 4. Equipamiento

-----

Los tableros tendrán el equipamiento indicado a continuación:

#### 4.1 Tableros de Control

-----

Interruptor Principal

-----

Un interruptor termomagnético (Molded Case) de baja tensión, tripolar, 500 V, 160 Amp., 60 Hz, 15 KA de poder de ruptura, calibrado para disparo instantáneo por corto circuito en 900 Amp., provisto de una bobina de mínima tensión en 220 VAC, 60 Hz, de accionamiento manual, marca Siemens o similar.

#### Amperímetro

- - - - -

Un amperímetro electromagnético para montaje en panel con marco frontal de 96 x 96 mm, escala de 0-150 Amp, clase 1.5, para conexión a transformador de corriente de 150/5 Amp.

#### Voltímetro

- - - - -

Voltímetro electromagnético para montaje en panel con marco frontal de 96 x 96 mm, escala 0-500 V, clase 1.5, para ser conectado a transformador de tensión 440/220 VAC.

#### Kilowatímetro

- - - - -

Kilowatímetro electrodinámico para montaje en panel, con marco frontal 96x 96 mm, escala -20 + 80 KW, para corriente trifásica desequilibrada, para usar con transformador de corriente de 150/5 Amp. y de tensión de 440/

220 VAC, clase 1.5 .

Frecuencímetro

- - - - -

En el Tablero de Control del Generador No.2, se instalará un frecuencímetro de lengüetas, escala 55 - 65 Hz., para montaje en panel con marco frontal 96 x 96 mm., para ser conectado con transformador de tensión 440/220 VAC, clase 0.5 .

Brazo de Sincronización

- - - - -

En el Tablero de Control del Generador No.1, compuesto de los siguientes instrumentos:

- Voltímetro doble (Idem. características voltímetro simple).
- Frecuencímetro doble (Idem. características frecuencímetro simple).
- Sincronoscópio  
 . . . . .

Del tipo electrodinámico, para circuitos de barra y generador en 220 VAC, en marco frontal de 96 x 96 mm.

Conmutador Amperimétrico

- - - - -

Con plaqueta indicadora posiciones 0, R, S y T de 16 amp. 600 V.

Conmutador Voltimétrico

- - - - -



En el tablero de control del generador No.1 se instalará un conmutador rotativo de voltímetro, con plaqueta indicadora de cuatro posiciones 0,RS, ST y TR, de 16 amp. 600 V.

Conmutador Voltimétrico (dos sistemas)

- - - - -

En el Tablero de Control No.2 se instalará un conmutador rotativo de voltímetro, para dos sistemas, con plaqueta indicadora de siete posiciones, de 16 amp. 600V. Para control de voltaje del Grupo No.2 y Fuerza Exterior.

Conmutador Frecuencimétrico

- - - - -

En el tablero de control del Generador No.2 se instalará un conmutador bipolar de tres posiciones para el frecuencímetro, de 16 amp. 600 V. Para control frecuencia: Generador No.1, Generador No.2 y Fuerza Exterior.

Conmutador de Sincronización

- - - - -

En el Tablero de Control del Generador No.1 se instalara un conmutador bipolar de tres posiciones 0, 1, 2, para la sincronización de los Generadores No.1 y No.2, de 16 amp. 600 V.

Conmutador Unipolar

- - - - -

De tres vías (+) o (-) con retorno automático a la posición desconectado, de 16 amp. 600 V., para el control de la velocidad del gobernador.

#### Transformadores de Corriente

- - - - -

Se instalarán dos de 150/5 amp., 10 VA clase 1, en la acometida de cada generador antes del interruptor principal, para servicio amperimétrico de medición y protección de sobrecarga y potencia inversa.

#### Transformadores de tensión

- - - - -

Se instalarán los siguientes:

- Cuatro (4) transformadores de medición de tensión de 440/220 V, 50 VA Clase 1, conectados en delta abierto. Para los circuitos de medición de generador y circuito de sincronización.
- Un (1) transformador de tensión 440/220 V, 300 VA, para mandos, señalización y alimentación del motor de sincronización del gobernador de velocidad.

#### Fuente de Poder 24 VDC

- - - - -

Se instalará una fuente de poder de

..//

24 VDC para la alimentación del motor de sincronización de 1/6 HP del gobernador de velocidad, suministrado por el fabricante del Grupo Electrónico.

Relé de Sobrecarga y Potencia Inversa  
- - - - -

Se instalará un relé de protección contra sobrecarga y potencia inversa de las siguientes características:

Voltaje de suministro : 450 V, 60 Hz,  
-15% + 10%

Corriente de suministro : 5 Amp.  
tro

Sobrecarga: I1, I2, I3 : 2-7 Amp, 5-60  
seg

Potencia inversa : 1-20%, 1-5 seg

Contactos auxiliares : 450 V, 4 Amp

Temperatura ambiente : -20 + 60° C

Relés de tensión  
- - - - -

Se instalarán ocho (8) relés de tensión 220 VAC, con tres contactos de conmutación de 5 Amp, 250 V del tipo enchufable, para enclavamientos eléctricos y disparo de cargas no esenciales.

Lámparas de Señalización  
- - - - -

Cada tablero deberá tener portalámparas de señalización para fijación frontal, alimentación de 220 V, para orificio normalizado de 30.5 mm Ø.

..//

-Rojo: Interruptor desconectado, sobrecarga Etapa No. 1, sobrecarga final y potencia inversa.

-Verde: Interruptor conectado

Serán similares al tipo fanal L HUV

Fusibles Diazed

- - - - -

En los tableros se instalarán portafusibles para montaje fijo, del tipo DZ, rosca E-27 con cubierta de baquelita y base 25 Amp. Llevarán los siguientes portafusibles:

- Tres fusibles completos de 6 Amp. para el circuito voltimétrico de medición.
- Tres fusibles completos de 6 Amp para el circuito de tensión del relé GENOPS 21.
- Dos fusibles completos de 6 Amp para mandos y señalización.

Conductores

- - - - -

A cada uno de los tableros de control llega un cable NYY multifilar de 3 x 70 mm<sup>2</sup>, los cuales se conectarán a los bornes de entrada del interruptor principal mediante cables tipo TW 2/0 AWG. A estos cables se conectarán los transformadores de corriente.

..//

El interruptor principal se conectará a barras mediante cables unipolares tipo TW 2/0 AWG.

4.2 Tablero de Distribución 440 VAC  
 - - - - -

El tablero de distribución general deberá tener 19 salidas y una de llegada de fuerza exterior (energía de Puerto), llevará montado el siguiente equipamiento:

Transformadores de Tensión  
 - - - - -

Se instalarán los siguientes:

- Dos (2) transformadores de medición de tensión 440/220 V, 50 VA, Clase 1 conectados en delta abierto, para medición de fuerza exterior.
- Dos transformadores de tensión 440/220 VAC, 50 VA, conectados en delta abierto para el circuito de detección de tierra.
- Un transformador de tensión de 440/220 VAC, 50 VA para señalización y bloqueo de fuerza exterior.
- Un transformador de 440/220 VAC, 50 VA para disparo de cargas no esenciales.

Interruptor rotativo  
 - - - - -

././

Un interruptor rotativo tripolar pos 0-1 de 16 Amp 600 V para detección de tierra.

#### Portalámparas de señalización

- - - - -

El tablero llevará los siguientes portalámparas de señalización para fijación frontal, orificio normalizado - 30.5 mm  $\emptyset$  y alimentado en 220 V:

- Tres color blanco: Para detección de tierra
- Una color verde : Para señalización fuerza exterior.

#### Portafusibles

- - - - -

En el tablero de distribución general deberán instalarse portafusibles del tipo DZ, 6 Amp, rosca E-27 y base de 25 amp. Cantidad: 6 Pzas.

#### Interruptores termomagnéticos

- - - - -

Para cada circuito se instalarán interruptores termomagnéticos en caja moldeada marca Square D o similar, - tripolares, 480 VAC, 60 Hz, 14 KA de poder de ruptura y tiempo de desconexión de 1/2 ciclo y provisto de bobina de mínima tensión en 440 VAC. Las capacidades se muestran en la Tabla No. I.

..//

CIRCUITO	DESCRIPCION	INTERRUPTOR	CABLE (TW)
4P-1	Bomba Sistema de Gobierno	3 x 20	3-1 x 12 AWG
4P-2	Cabrestante de ancla	3 x 20	3-1 x 12 AWG
4P-3	Bomba Contra Incendio y Sentina	3 x 20	3-1 x 12 AWG
4P-4	Bomba de Transferencia de Petróleo	3 x 20	3-1 x 12 AWG
4P-5	Compresor de Aire	3 x 20	3-1 x 12 AWG
4P-6	Ventiladores Sala de Máquinas	3 x 20	3-1 x 12 AWG
4P-7	Extractores Sala de Máquinas	3 x 20	3-1 x 12 AWG
4P-8	Bomba de Espuma	3 x 40	3-1 x 6 AWG
4P-9	Molinete Capstan	3 x 30	3-1 x 10 AWG
4P-10	Bomba de Aceite Stand By Reductor	3 x 20	3-1 x 12 AWG
4P-11	Bomba de Aceite Stand By Motor Principal.	3 x 40	3-1 x 6 AWG
4P-12	Separador Aceite Sentina	3 x 20	3-1 x 12 AWG
4P-13	Bomba Lubricación Eje de Cola	3 x 20	3-1 x 12 AWG
4P-14	Bomba de Servicios Generales	3 x 20	3-1 x 12 AWG
4P-15	Extractor Baño y Cocina	3 x 20	3-1 x 12 AWG
4P-16	Panel Equipo de Aire Acondicionado	3 x 40	3-1 x 6 AWG
4P-17	Reserva	3 x 20	3-1 x 12 AWG
4P-18	Reserva	3 x 40	3-1 x 6 AWG
4P-19	Banco de Transformadores 440/220 VAC.	3 x 30	3-1 x 10 AWG
4P-FE	Fuerza Exterior	3 x 90	3-1 x 2/0 AWG.

TABLA I .-. CAPACIDAD DE CORRIENTE INTERRUPTORES  
TERMOMAGNETICOS

Borneras de conexión

- - - - -  
 Deberán preverse borneras de conexión para los diferentes circuitos de llegada debidamente identificados:

4.3 Tablero Distribución 220 VAC

- - - - -  
 El tablero de distribución 220 V, deberá tener 16 salidas y una llegada del banco de transformador 440/220 V. Llevará el equipamiento a continuación indicado:

Voltímetro

- - - - -  
 Un voltímetro electromagnético para montaje en panel con marco frontal de 96 x 96 mm, escala 0-300 VCA, clase 1.5 para conexión a 220 VAC.

Conmutador voltimétrico

- - - - -  
 Un conmutador rotativo de voltímetro con plaqueta indicadora de 4 posiciones 0, RS, ST y TR de 16 Amp. 250 V.

Interruptor rotativo

- - - - -  
 Un interruptor rotativo tripolar pos 0-1 de 16 Amp, 250 V para detección de tierra.

..//



Portalámparas de señalización

- - - - -

Se instalarán tres portalámparas color blanco para fijación frontal, orificio normalizado de 30.5 mm  $\emptyset$  y alimentación en 220 V para la detección de tierra.

Fusibles DZ

- - - - -

En el tablero de distribución 220 V deberán instalarse portafusibles, para montaje fijo, tipo DZ, rosca E-27, en las cantidades siguientes:

- Tres fusibles completos de 6 Amp para el circuito voltimétrico de medición.
- Tres fusibles completos de 6 Amp para el circuito de detección de tierra.

Interruptores termomagnéticos

- - - - -

Tendrán instalados interruptores termomagnéticos, en caja moldeada, marca SQUARE D o similar, 240 VAC, 60 Hz, 10 KA de poder de ruptura, tiempo de apertura de 1/2 ciclo y provistos de bobina de mínima tensión en 220 VAC. En la tabla II se muestra las capacidades de corriente de los interruptores.

..//

CIRCUITO	DESCRIPCION	INTERRUPTOR	CABLE (TW)
2P -1	Llegada de Banco de 440/220 VAC.	3 x 50	3-1 x 6 AWG
2P1-1	Indicador de Pala, Limpiaparabrisas y Macrófono.	2 x 15	2-1 x 14 AWG
2P1-2	Refrigeradora, Congeladora.	2 x 15	2-1 x 14 AWG
2P1-3	Therma	3 x 20	3-1 x 12 AWG
2P1-4	Taladro, Esmeril.	3 x 15	3-1 x 14 AWG
2P1-5	Girocompás, Piloto Automático.	2 x 15	2-1 x 14 AWG
2P1-6	Radio SSB, Receptor Alarmas.	2 x 15	2-1 x 14 AWG
2P1-7	Radar	2 x 15	2-1 x 14 AWG
2P1-8	Tablero Luces de Navegación	2 x 15	2-1 x 14 AWG
2P1-9	Hidroneumáticos	3 x 15	3-1 x 14 AWG
2P1-10	Reflectores de Cubierta	3 x 15	3-1 x 14 AWG
2P1-11	Alumbrado Puente, Cubierta de Botes	3 x 15	3-1 x 14 AWG
2P1-12	Alumbrado Cubierta Principal	3 x 15	3-1 x 14 AWG
2P1-13	Alumbrado Sala de Máquinas y Acomodación Fondo.	3 x 15	3-1 x 14 AWG
2P1-14	Tomacorrientes Puente y Cubierta de Botes.	3 x 15	3-1 x 14 AWG
2P1-15	Tomacorrientes Cubierta Principal.	3 x 15	3-1 x 14 AWG
2P1-16	Tomacorrientes Sala de Máquinas y Acomodación Fondo	3 x 15	3-1 x 14 AWG
2P1-17	Tablero de 24 VDC	3 x 15	3-1 x 14 AWG

TABLA II .- CAPACIDAD DE CORRIENTE DE INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS

## Borneras de conexión

- - - - -

Deberán preverse borneras de conexión para los diferentes circuitos de llegada debidamente identificadas.

## 5. Varios

-----

- El fabricante deberá facilitar todos los medios para efectuar las pruebas de operación y aislamiento (2000 Volts durante 1 minuto) de cada uno de los tableros.

- Se adjunta los siguientes planos:

No. 03-017 : Esquema de Principio de la Red.

No. 03-016 : Tablero de Control Medición Protección de los Grupos - Nos. 1 y 2

6.8.2 Tablero de Alarmas Grupos Electrógénos y Servicios Auxiliares

## 1. Objetivo

-----

Proporcionar un sistema de vigilancia contra fallas y situaciones a fin de prever daños en los grupos electrógénos y servicios auxiliares de la embarcación.

..//

## 2. Componentes

-----

- Panel central de alarmas
- Panel consola del puente

## 3. Construcción

-----

Tendrá las siguientes características:

- Será del tipo para sobreponer construído de plancha de acero negro doblada de 1/16" a la cual se le deberá dar un tratamiento anticorrosivo de dos manos de base roja al aceite, dos de gris a la piroxilina y dos de acabado color gris.
- El tablero será estanco con puerta frontal abisagrada, de fácil desmontaje y provista de frisa de jebe. Todos los equipos que ho se instalen en la puerta, irán sobre una plancha de montaje fijada mediante pernos en la pared posterior del tablero.
- El cableado interior de control y señalización deberá ser del tipo flexible con conductores 16 AWG color negro.
- Para agrupaciones flexibles de cables se usarán espirales plásticos y para agrupaciones fijas, canaletas plásticas con tapa corrediza y paredes acanala das que permitan derivaciones en todo

su recorrido, estas canaletas deberán estar fijadas en el tablero mediante pernos.

- La separación mínima de puntos con tensión a tierra fija será de 20 mm.
- Todas las conexiones debidamente estañadas deberán hacerse mediante regletas de bornes.
- El Tablero presentará protección IP-23 DIN40050.

4. Dimensiones

-----

El panel central tendrá las siguientes dimensiones:

- Alto : 600 mm
- Ancho : 500 mm
- Profundidad: 250 mm

Y el panel consola del puente:

- Alto : 300 mm
- Ancho : 250 mm
- Profundidad: 150 mm

5. Equipamiento

-----

5.1 Panel Central de Alarmas

- - - - -

Tendrá el equipo indicado a conti -

..//

nuación:

Relés simples

- - - - -

Para 24 VDC, del tipo enchufables -  
con tres contactos de conmutación,  
de 5 Amp., 250 Volt.

Cantidad: 15 Pz.

Relés temporizados

- - - - -

Para 24 VDC con tres contactos ins-  
tántáneos NA de 5 Amp 250 Volt.

Cantidad : 4 Pz.

Interruptor rotativo

- - - - -

Bipolar de 2 x 25 con plaqueta in-  
dicadora pos. 0-1.

Cantidad : 1 Pz.

Pulsadores

- - - - -

Serán del tipo para empotrar, para  
hueco de montaje de 30.5 mm Ø de 5  
Amp, 250 V, en las siguientes canti-  
dades:

- Unipolar NA : 3 Pz.
- Unipolar NC : 2 Pz.
- Bipolar NA : 1 Pz

Diodos

- - -

De silicio de 1 Amp., 600 V  
Cantidad: 16

Portalámpara de señalización  
- - - - -

Para orificio normalizado de 30.5 mm  
Ø con mica de color y lámpara de 24  
VDC, 4 Watts, en las siguientes can-  
tidades:

- Color verde : 2 Pz
- Color rojo : 13 Pz

Fusibles DZ  
- - - - -

Dos fusibles completos del tipo DZ  
para montaje fijo, rosca E-27 de 25  
Amp 250 V.

Letreros  
- - -

Llevará las siguientes placas indi-  
cativas:

- Panel central de alarmas
- Tablero de alarmas conectado
- Vigilancia motor Grupo No. 1
- Vigilancia motor Grupo No. 2
- Pare por baja presión aceite mo-  
tor Grupo No. 1
- Alta temperatura agua motor Grupo  
No. 1
- Pare por sobrevelocidad motor Gru-  
po No. 1

..//

- Pare por baja presión aceite motor Grupo No. 2
- Alta temperatura agua motor Grupo No. 2
- Pare sobrevelocidad motor Grupo - No. 2
- Alto nivel aguas de sentina
- Baja presión aire de arranque
- Flujo agua eje de cola motor propulsión BR.
- Flujo agua eje de cola motor propulsión ER.

#### Borneras de conexión

- - - - -

Deberá preverse borneras de conexión para los diferentes circuitos de llegada debidamente identificadas.

#### 5.2 Panel Consola Puente

- - - - -

Tendrá instalado el siguiente equipamiento con las mismas características del panel central de alarmas :

- Un (1) relé simple
- Dos (2) pulsadores NA unipolares
- Cuatro (4) diodos
- Un (1) zumbador 24 VDC
- Dos (2) portalámparas color rojo
- Borneras de conexión.

..//



## 6. Varios

-----

- Se adjunta el plano No. 03-015 Tablero de Alarmas Grupos Electrógenos y Servicios Auxiliares.

### 6.8.3 Tablero de Luces de Navegación

#### 1. Objetivo

-----

Controlar las luces de navegación de la embarcación y vigilar el correcto funcionamiento de éstas. Será posible controlar nueve puntos de luz.

#### 2. Construcción

-----

Características de construcción idénticas al tablero de alarmas de grupos electrógenos y servicios auxiliares.

#### 3. Dimensiones

-----

Tendrá las siguientes dimensiones:

- Alto : 600 mm
- Ancho : 500 mm
- Profundidad: 150 mm

..//

#### 4. Equipamiento

-----

El tablero estará equipado con los siguientes materiales y cuyo conexionado se muestra en el Plano No. 03-020 "Tablero de Luces de Navegación".

##### 4.1 Relés de Corriente

- - - - -

De 1.5 Amp., 250 Volt, enchufable (Pick-Up) y dos contactos de conmutación.

Cantidad: 9 Pzas.

##### 4.2 Conmutador rotativo

- - - - -

Bipolar de 2 x 25, 250 Volt, con plaqueta indicadora posiciones 1,0,2.

Cantidad: 1 Pza.

##### 4.3 Conmutador tripolar

- - - - -

Rotativo de 3 x 6 Amp, 250 Volt, con plaqueta indicadora pos. 1,0,2.

Cantidad: 9 Pzas.

##### 4.4 Fusibles de vidrio

- - - - -

Con portafusible tipo americano de 5 Amp, 250 Volt.

Cantidad: 40 Pzas.

..//

## 4.5 Portalámparas de señalización

- - - - -

Para orificio normalizado de 30.5 mm  
 Ø con mica de color y lámpara de 24  
 VDC, 4 Watts.

Cantidad : 9 Pzas.      Color rojo

                         1 Pza.      Color verde

## 4.6 Interruptor codillo

- - - - -

Unipolar de 5 Amp. 250 Volt posicioo  
 nes 0,1

## 4.7 Zumbador

- - - - -

De 24 VDC

Cantidad : 1 Pza.

## 4.8 Letreros

- - - - -

El tablero llevará los siguientes -  
 letreros: .

- Tablero de Luces de Navegación 24  
 VDC.

- Tablero con tensión

- Alimentación general

- Babor

- Estribor

- Popa

- Proa

- Remolque 1

- Remolque 2

- Sin Gobierno 1

- Sin Gobierno 2

- Puerto, Fondeo

..//

#### 4.9 Borneras de conexión

- - - - -

Deberán preverse borneras de conexión para los diferentes circuitos de llegada, debidamente identificados.

#### 5. Varios

-----

- El fabricante deberá facilitar todos los requerimientos para efectuar la prueba de aislamiento 500 Volts y de operación del tablero.
- Se adjunta el plano No. 03-020 Tablero de Luces de Navegación.

#### 6.8.4 Tablero de Fuerza Exterior

##### 1. Objetivo

-----

Suministrar energía eléctrica a la red de abordo, desde una fuente exterior.

##### 2. Construcción

-----

Tendrá las siguientes características:

- Será del tipo para sobreponer construído de planchas de acero negro de 1/16"

..//

con tratamiento anticorrosivo por aplicación de dos manos de base roja al aceite, dos de gris a la piroxilina y dos de acabado color gris.

- La parte frontal del tablero estará constituida por una puerta abisagrada de fácil desmontaje y provista de frisa de jebe en la cual se instalará un secuencímetro, un interruptor rotativo y un portalámparas de señalización.
- Todos los equipos que no se instalan en la puerta, irán sobre una plancha de montaje fijada mediante pernos a la parte posterior del tablero.
- Tendrá un grado de protección IP-56.
- Sus dimensiones aproximadas serán:

Alto	: 60 cm
Ancho	: 50 cm
Profundidad	: 20' cm

### 3. Equipamiento

-----

El tablero estará equipado con los siguientes materiales:

#### 3.1 Secuencímetro

-----

Para 220 V, 60 Hz y montaje en panel con marco frontal de 96 x 96 mm.

..//

## 3.2 Transformador de tensión

- - - - -

Dos transformadores de tensión 440/220 V, 60 Hz, 50 VA conectados en delta abierto, para la alimentación del secuencímetro y la lámpara de señalización.

## 3.3 Interruptor rotativo

- - - - -

Tripolar de 3 x 6 Amp, 250 V con plqueta indicadora, posiciones 0-1.

## 3.4 Portalámpara de señalización

- - - - -

Para orificio normalizado de 30.5 mm  $\emptyset$ , con mica de color verde y lámpara de 220 VAC 5 Watt.

## 3.5 Bases y fusibles NH

- - - - -

De alto poder de ruptura, ultrápidos, tamaño 00, de 100 amp. 500VAC con contactos de cuchilla e indicador de fusión.

## 3.6 Fusibles DZ

- - - - -

Tres fusibles completos del tipo DZ para montaje fijo, rosca E-27 de 6 amp., 500 VAC.

## 3.7 Aisladores soporte araldit

- - - - - ..//

Serán similares a Bekora AI 1/1000 con espárragos y tuercas tipo mariposa de bronce de 3/8"  $\emptyset$ .

### 3.8 Borneras de conexión

Se instalará una regleta de conexión tipo ticino de 4 bornes para calibre 2.5 mm<sup>2</sup>.

### 3.9 Letreros

El tablero llevará una placa metálica que indique lo siguiente:

- Tensión : 440 VAC, 60 Hz
- Fases : 3
- Potencia : 50 KW
- Secuencia : ABC

## 4. Varios

- Se adjunta el plano No. 03-021 Tablero de Fuerza Exterior, 440 VAC, 3  $\emptyset$ , 60 Hz.

VII  
SELECCION DE EQUIPO Y MATERIAL  
ELECTRICO

Con la finalidad de concluir la implementación de la red eléctrica, se seleccionarán los siguientes equipos:

- Transformadores de Potencia
- Arrancadores Eléctricos
- Banco de Baterías
- Cargador de Baterías
- Fuente de Poder 24 VDC
- Equipo de Alumbrado

Además se especificarán los tableros eléctricos faltantes.

7.1 Transformadores de Potencia.

Para la selección del banco de transformadores que alimentarán al tablero de 220 VAC, se tendrá en cuenta las siguientes exigencias de clasificación:

1. En instalaciones de abordo sólo es permitido el uso de transformadores refrigerados por aire.
2. Los transformadores estarán provistos de arrollamientos separados.
3. La regulación de tensión bajo factor de potencia unidad, no deberá sobrepasar los valores si



güentes:

- Para trafos con potencia de fase hasta 5 KVA:  
5%
- Para trafos con potencia de fase superior a 5  
KVA: 2.5%

4. Los transformadores que alimente instalaciones -  
esenciales deberán estar provistos de una reser-  
va. Cuando se cuente con dos o más transformado  
res, esta prescripción será cumplida, si al fa-  
llar una unidad, las restantes pueden cubrir el  
consumo esencial para el servicio.

#### 7.1.1 Cálculo de la Potencia

Del Plano No. 03-003 Balance Eléctrico de -  
Cargas, la máxima demanda del tablero de 220  
VAC, 3Ø, 60 Hz, es de 7.8KW.

Considerando un factor de potencia  $\text{Cos } \phi =$   
0.8, la potencia aparente del banco está da-  
da por :

$$\text{KVA}_B = \frac{\text{MD}}{\text{Cos } \phi}$$

Donde:

$\text{KVA}_B$  = Potencia del banco (KVA)

MD = Máxima demanda (KW)

$\text{Cos } \phi$  = Factor de Potencia de la Carga

Reemplazando valores:

$$\text{KVA}_B = 9.75 \text{ KVA}$$

..//

∴ Se instalará un banco compuesto de tres transformadores monofásicos de 440/220 Volt, 5 KVA c/u.

### 7.1.2 Especificación Técnica

Los transformadores tendrán las siguientes características:

-Potencia	: 5 KVA
-Tensión Primaria	: 460 V
-Tensión Secundaria	: 230 V
-Fases	: 1
-Frecuencia	: 60 Hz
-Aislamiento	: Clase A
-Refrigeración	: Por aire
-Terminales	: Apoyados en aisladores araldit o similar
-Temp. operación	: 45° C
-Cantidad	: 3 Pzas.

### 7.2 Arrancadores eléctricos

Los arrancadores eléctricos tendrán las siguientes características de construcción:

- Las cajas deberán construirse de planchas dobladas de acero negro "A36 de 1/16", a las cuales se les deberá dar un tratamiento anticorrosivo, de dos manos de pintura roja al aceite, dos de gris a la piroxilina y dos de acabado color gris.

..//

- Tendrán un grado de protección IP23 según DIN 40050.
- La parte frontal estará constituida por una puerta abisagrada provista de frisa de jebe, en la cual se instalarán los pulsadores de arranque, parada y el portalámpara de señalización.
- Los demás componentes irán instalados en una plancha de montaje fijada mediante pernos a la parte posterior de la caja.

#### 7.2.1 Equipamiento

En los cuadros 10 y 11 se muestra el equipamiento de los arrancadores directos y Y/A, además de los cuales se instalarán los siguientes:

##### - Transformadores de Tensión -----

De 440/220 V y de una capacidad suficiente para el accionamiento de los contactores principales.

##### - Portalámpara de señalización -----

Para orificio normalizado de 30.5 mm  $\emptyset$  - con mica de color rojo y lámpara de 220 VAC, 5 Watts.

POS.	DESCRIPCION	CARACTERISTICAS DE LA CARGA			ARRANCADOR DIRECTO					OBSERVACIONES
		TENSION	POTENCIA H.P. (KW)	INTENSIDAD NOMINAL (AMP)	CONTACTOR PRINCIPAL			RELE BIMETALICO SOBREENTENSIDAD (AMP.)		
					TAMAÑO NEMA	HP. MAXIMO NOMINAL	CONTACTOS AUXILIARES			
					NA	NC				
01	Bomba Transferencia Petróleo	440	3.6	5.5	0	5	2	-	4 - 6.3	
02	Ventilador N°1 en Sala de Máquinas	440	4.8	7.2	0	5	2	-	6.3-10	
03	Ventilador N°2 en Sala de Máquinas	440	4.8	7.2	0	5	2	-	6.3-10	
04	Extractor N°1 en Sala de Máquinas	440	1.8	3	00	2	2	-	2.5-4	
05	Extractor N°2 en Sala de Máquinas	440	1.8	3	00	2	2	-	2.5-4	
06	Bomba Lubricación Eje de Cola, Br.	440	0.6	1.1	00	2	2	-	1 - 1.6	
07	Bomba Lubricación Eje de Cola, Er.	440	0.6	1.1	00	2	2	-	1 - 1.6	
08	Bomba Aceite Reserva Reductor	440	(3.6)	7	0	5	2	-	6.3-10	
09	Separador Aceite Sentina	440	0.75	1.4	00	2	2	-	1 - 1.6	
10	Extractor Baño	440	(0.2)	0.6	00	2	2	-	0.6-1	
11	Extractor Cocina	440	(0.2)	0.6	00	2	2	-	0.6-1	
12	Hidroneumático Agua Dulce	220	1	3.6	00	2	2	-	3 - 4.5	
13	Hidroneumático Agua Salada	220	1	3.6	00	2	2	-	3 - 4.5	

NOTA:

- Todos los Motores Eléctricos son del tipo jaula de ardilla, trifásicos; 60 Hz.

CUADRO NO. 10 EQUIPAMIENTO ARRANCADORES DIRECTOS

-----

POS.	DESCRIPCION	CARACTERISTICAS DE CARGA		ARRANCADORES ESTRELLA TRIANGULO							OBSERVACIONES	
		POTENCIA HP. (KW)	INTENSIDAD NOMINAL. (Amp)	CONTACTORES PRINCIPALES			RELE BIMETALICO SOBREM-TENSIDAD. (Amp)	RELE DE TIEMPO				
				TAMAÑO NEMA	CONTACTOS AUXILIARES							
					HP. MAXIMO NOMINAL	N A			NC	CANTIDAD (Pz)		
1	Cabrestante de Ancla.	(6.0)	11.2	1	10	2	1	1	3	5.5- 8	0.5-60s	
2	Bomba C. I. y Sentina	9.0	12.6	1	10	2	1	1	3	6.3-10	0.5-60s	
3	Compresor de Aire	9.0	13.5	1	10	2	1	1	3	6.3-10	0.5-60s	
4	Bomba de Espuma	24	32.2	2	25	2	1	1	3	16 -25	0.5-60s	
5	Molinete Capstan	(11.0)	20.5	1	10	2	1	1	3	10 -16	0.5-60s	
6	Bomba Aceite Reserva Motor Principal.	24	31	2	25	2	1	1	3	16 -25	0.5-60s	
7	Bomba Servicios Generales	12	16.3	2	25	2	1	1	3	6.3-10	0.5-60s	

## NOTAS:

- 1.- Todos los motores eléctricos, son del tipo Jaula de Ardilla, trifásicos, 440 VAC., 60 Hz.
- 2.- Se usaron tres contactores principales por cada arrancador.
- 3.- La tensión de accionamiento del relé de tiempo será de 220 VA, 60 Hz.

CUADRO No. 11 EQUIPAMIENTO DE LOS ARRANCADORES Y/A

-----

- Pulsadores

-----

Del tipo doble de 380 V, 6 Amp.

-Fusibles

-----

Del tipo DZ rosca E-27 de 6 Amp., 250 V,  
para protección circuito de control.

7.2.2. Esquema de conexiones

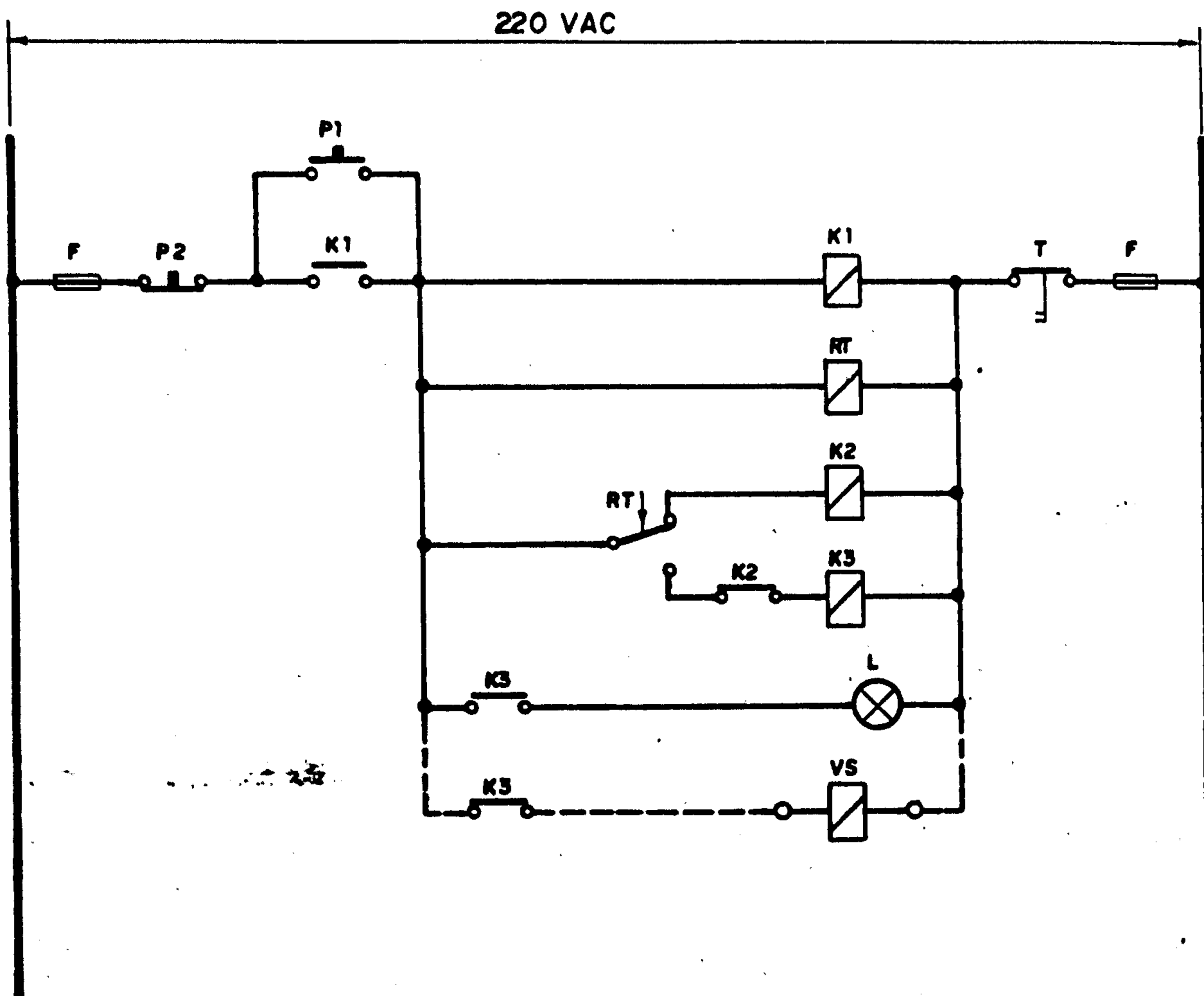
Los arrancadores directos y Y/A serán cableados de acuerdo a los esquemas convencionales de control de motores.

El circuito de control del arrancador de la Bomba de aceite de reserva de los motores principales, tendrá la ampliación en línea punteada mostrada en la Fig. No. 1

7.3 Banco de Baterías

Por exigencia de Clasificación los bancos de baterías deberán atender el suministro de emergencia por un tiempo mínimo de 3 horas. El tipo de baterías comúnmente usadas son las de plomo ácido de 12 V, 27 placas, 180 A-h para un tiempo de descarga de 7 horas, por su bajo costo en comparación con las de níquel cadmio.

..//



### Leyenda

- P1, P2 = Pulsadores arranque - parada  
 K1 = Contactor de la red  
 K2 = Contactor estrella  
 K3 = Contactor delta  
 RT = Relé temporizado  
 VS = Válvula solenoide del by pass  
 L = Portalámpara de señalización  
 T = Contacto auxiliar del relé térmico  
 F = Fusible de protección

Fig1 Ampliación circuito de control Bomba Aceite reserva

### 7.3.1 Capacidad de los Bancos

La capacidad de los bancos está dado por:

$$CBB = \frac{MD \cdot t}{24 \eta_c K_v}$$

Donde:

CBB = Capacidad requerida (Amp-Hora)

MD = Máxima demanda en emergencia (W)

t = Tiempo de suministro (Hr)

$\eta_c$  = Eficiencia de carga

$K_v$  = Factor de utilización

La máxima demanda en emergencia es de 1721 Watts.

La eficiencia de carga de las baterías de plomo-ácido es aproximadamente 90%.

El factor de utilización está en función - del régimen de descarga. Para una descarga de 3 horas, las baterías tienen un factor - de 75%.

Reemplazando valores:

$$CBB = \frac{1721 (3)}{24 (0.9) (0.75)}$$

### 7.3.2 Número de Bancos

Es necesario instalar dos bancos compuestos por dos baterías de 12 V, 27 placas de plomo ácido, 180 A-h c/u, para un tiempo de -

..//



descarga de 7 horas, conectadas en serie.

#### 7.4 Cargador de Baterías

En general, la carga de baterías se realiza con una corriente que corresponde a la descarga en 5 horas, para los elementos de descarga lenta.

Existen dos tipos de cargadores de batería:

- Corriente constante
- Tensión constante

En el primer tipo la corriente se mantiene constante a un valor fijo desde el principio de la operación, cualesquiera que sea la elevación del voltaje en la batería. Se utiliza para cargar baterías transportables y bancos fijos sometidos a ciclos repetidos de carga y descarga; las cuales necesitan ser recargadas en un tiempo relativamente corto.

En el segundo tipo, la tensión se mantiene constante durante toda la carga. Tiene la desventaja de una corriente inicial muy elevada, en la carga de una batería totalmente descargada. A causa de esto, sólo se utiliza con baterías que posean algo de carga después del servicio.

##### 7.4.1 Capacidad del cargador

Según el plano No. 03-017 Esquema de Principio de la red, cada uno de los bancos será cargado en forma independiente. De acuerdo

..//

a esto se tiene:

$$I_c = \frac{CBB_1}{5}$$

Donde:

$I_c$  = Corriente de suministro del cargador  
(Amp.)

$CBB_1$  = Capacidad del banco No. 1 (Amp-h)

Reemplazando valores:

$I_c = 36 \text{ Amp.}$
-------------------------

#### 7.4.2 Especificación Técnica

El cargador de batería será del tipo a tensión constante, con limitación automática de la corriente inicial de carga, a un valor no mayor que los amperios máximos seleccionados manualmente, de las siguientes características:

##### Entrada

-----

- Tensión : 220 VAC
- Frecuencia : 60 Hz
- Fases : Monofásico

##### Salida

-----

- Tensión : 24 VDC
- Corriente : Seleccionable 0-40 Amp.

..//

### 7.5 Fuente de Poder 24 VDC

Atenderá la máxima demanda del tablero de emergencia, para condiciones normales de operación.

Tendrá los siguientes requerimientos mínimos:

#### Entrada

-----

- Tensión : 220 VAC, Trifásico
- Frecuencia : 60 Hz

#### Salida

-----

- Tensión : 24 VDC
- Potencia : 1.5 KW
- Regulación :  $\pm 10\%$
- Riple máx. : 5%

### 7.6 Equipos de Alumbrado

En los espacios o compartimientos expuestos o salpicaduras de agua, excesiva humedad y polvo, tendrán instalados artefactos de alumbrado del tipo naval, estancos (IP-55) con rejilla protectora. Estos artefactos serán instalados en los siguientes ambientes:

- Sala de Máquinas
- Cubiertas Exteriores
- Baños
- Pañoles

En los demás compartimientos serán instalados arte-

.../

factos no estancos (IP-23) sin rejilla protectora.

Los reflectores de cubierta y luces de navegación serán herméticos a prueba de intemperie, con grado de protección IP-55.

El número de artefactos de alumbrado ha sido determinado en el capítulo No. 3 de la presente tesis.

## 7.7 Especificación Técnica de Tableros

Se especifican los siguientes:

- Unidad Modular 24 VDC
- Tablero Distribución 24 VDC

### 7.7.1 Unidad Modular 24 VDC

#### Objetivo

Suministro de energía eléctrica en nivel de 24 VDC.

#### Características de construcción

Deberá construirse de planchas de acero negro (A-36) de 1/8", a las cuales se les dará un tratamiento anticorrosivo de dos manos de pintura roja al aceite, dos de gris a la piroxilina y dos de acabado color gris.

La unidad modular estará compuesta de dos -  
secciones:

- a. Una sección inferior que permitirá instalar cuatro baterías de 12 V, 180 Am-h, cada una y cuatro portafusibles del tipo Diazed con base de 100 Amp. y fusible 80 Amp.
- b. Una sección superior que permitirá instalar lo siguiente:
  - Una fuente de poder 24 VDC,  $\pm$  10%, 220 VAC.
  - Un cargador de baterías 0-40 Amp., 24 VDC, 220 VAC

La parte superior tendrá un grado de protección IP-56 y la inferior deberá tener un adecuado sistema de ventilación.

La acometida de cables será por la parte posterior del Tablero a través de pases herméticos.

#### Equipamiento

-----

Estará compuesto de los siguientes equipos:

#### Baterías

- - - - -

Con las siguientes características:

- Número de placas : 27
- Tensión : 12 Voltios
- Capacidad : 180 Amp-Hora

- Tiempo de descarga : 7 horas
- Peso : 55 Kgrs.
- Cantidad : Cuatro (4) baterías

Estas baterías formarán dos bancos, cada uno de dos baterías en serie, protegidas por fusibles (en cada polo), Diazed, base de 100 Amp., y fusible de 80 Amp.

#### Fuente de Poder

- - - - -

#### - Valores de entrada

- - - - -

- Tensión : 220 VAC, trifásico
- Frecuencia : 60 Hz

#### -Valores de salida

- - - - -

- Tensión : 24 VDC
- Potencia : 1.5 KW
- Regulación :  $\pm$  10%
- Riple máx : 5%

#### Cargador de baterías

- - - - -

El cargador de baterías será a tensión constante con limitación automática de la corriente inicial de carga a un valor no mayor que los amperios máximos seleccionados manualmente.

#### -Valores de entrada

- - - - -

- Tensión : 220 VAC, Monofásico

- Frecuencia : 60 Hz
- Valores de Salida
  - - - - -
  - Tensión : 24 VDC
  - Corriente : Seleccionable entre  
0-40 Amp.

#### Unidad de Control

- - - - -

Compuesta de tiristores, para el control de la fuente de poder y cargador de baterías. El mando será realizado a través de un interruptor de codillo ubicado en el Tablero de Distribución 24 VDC.

#### Fusibles

- - - - -

Para montaje fijo del tipo DZ, rosca E-27 en las siguientes cantidades:

- Cuatro (4) Base 100 A y fusible 80 A
- Dos (2) Base 125 A y fusible 100 A
- Dos (2) Base 100 A y fusible 50 A

### 7.7.2 Tablero distribución 24 VDC

#### Objetivo

-----

Control y distribución de los circuitos de 24 VDC. .//

### Características de Construcción

-----

- Será del tipo para sobreponer, de plancha de acero negro A-36 de 1/16", con el mismo tratamiento anticorrosivo de la unidad modular.
- El tablero será estanco con puerta frontal abisagrada de fácil desmontaje y provista de frisa de jebe, en la cual se instalarán los instrumentos e interruptores de control.
- El cableado a amperímetros será realizado con cable flexible TW 2 AWG color rojo y para el voltímetro TW 14 AWG color negro.
- Tendrá un grado de protección IP-23
- Dimensiones:
  - . Largo : 600 mm
  - . Alto : 800 mm
  - . Profundidad: 300 mm

### Equipamiento

-----

Tendrá instalado el siguiente equipamiento:

- Voltímetro

- - - - -

De hierro móvil 0-30 VDC, para montaje en puerta con marco frontal de 96 x 96 mm y Clase 1.5.

..//



-Amperímetro de carga  
- - - - -

De hierro movil 0-60 Amp., para montaje en puerta con marco frontal de 96 x 96 mm, - Clase 1.5 y conexión con shunt.

-Amperímetro de descarga  
- - - - -

De hierro movil de 0-100 Amp. para montaje en puerta con marco frontal de 96 x 96 mm, Clase 1.5 y conexión con shunt.

-Interruptores termomagnéticos  
- - - - -

Para cada circuito se instalarán interruptores termomagnéticos en caja moldeada de 250 VDC, 5 KA en las siguientes cantidades:

Uno (1)	2 x 70
Dos (2)	2 x 40 .
Ocho (8)	2 x 30

-Conmutador Bipolar  
- - - - -

De 100 Amp. 250 V. dos posiciones sin cero para montaje en puerta.

-Interruptor de codillo  
- - - - -

De 10 Amp., 250 V pos. 0-1 , para montaje

..//

en puerta.

-Contactores

- - - - -

Un contactor de corriente continua de 100 Amp., 250 V y tensión de accionamiento en 220 VAC, para entrada a barras banco de baterías y otro de 50 Amp., 250 V para alumbrado de emergencia.

-Fusibles

- - - - -

Dos (2) del tipo DZ para montaje fijo, con fusible de 6 Amp. y base de 25 Amp.

VIII  
ESPECIFICACION TECNICA  
DEL  
SISTEMA ELECTRICO

8.1 Generales

La planta eléctrica constará de lo siguiente:

- Dos generadores principales de 65 KW c/u para el suministro de energía en 60 Hz, 440 VAC.
- Tres transformadores 440/220 VAC 5 KVA para el suministro de energía al tablero de 220 VAC, el cual alimentará los equipos electrónicos, alumbrado general y servicios domésticos.
- Unidad modular de 24 VDC, compuesto por cargador, rectificador y banco de baterías de plomo-ácido, para suministro de energía en 24 VDC a equipos electrónicos y alumbrado de emergencia.

Toda la red de fuerza estará proyectada para 440 VAC 60 Hz, 3 fases.

La instalación de alumbrado estará prevista para 220 VAC.

La iluminación de emergencia será en 24 VDC.

..//

Todo el equipo eléctrico estará previsto para una temperatura ambiente de operación de  $45^{\circ}\text{C}$  y protegidos mecánicamente acorde con su ubicación en la embarcación.

## 8.2 Generadores

Se instalarán dos generadores síncronos de tres fases, 440 V, 65 KW, 60 Hz, a 1800 RPM, del tipo de excitación sin anillos, ni escobillas, accionados por motores diesel y con aislamiento especial para uso marino.

El arreglo de los dos generadores será hecho para que puedan trabajar en paralelo.

La frecuencia será controlada por un regulador de velocidad instalado en el motor diesel, con control eléctrico desde el tablero principal.

## 8.3 Tablero de Control de Generadores y Distribución Principal

Será del tipo de unidad modular, compuesto de cuatro cuerpos, uno para el control de cada generador y los otros dos para la distribución en 440 VAC y 220 VAC.

El panel de cada alternador incluirá instrumentos, tales como, amperímetro, voltímetro, frecuencímetro y kilowatímetro.

Para la sincronización de ambos generadores, tendrá equipado lo siguiente:

..//

- Un voltímetro doble
- Un frecuencímetro doble
- Un sincronoscópio
- Un conmutador de sincronización

Se proveerá dísparo de cargas no esenciales a fin de evitar sobrecargas en los generadores.

Los circuitos de distribución y toma del exterior estarán protegidos por interruptores termomagnéticos.

#### 8.4 Tablero 24 VDC

Alimentará todos los consumidores de emergencia instalados a bordo. En condiciones normales de operación, éste será alimentado desde el tablero de 220 VAC, a través de una fuente de poder 24 VDC y en emergencia por dos bancos de baterías.

#### 8.5 Tablero de Fuerza Exterior.

Tendrá por finalidad recibir la energía eléctrica del exterior en Puerto. Estará provisto de un cable alimentador capaz de soportar 50 KW y con una longitud de 30 m.

#### 8.6 Tablero de Alarmas y Seguridad

El normal funcionamiento de los motores diesel de los grupos electrógenos y servicios auxiliares, será vigilado permanentemente por este tablero, el cual dará una indicación audio-visual en caso de fa

..//

lla o necesidad de algún servicio.

### 8.7 Tablero de Luces de Navegación

El tablero alimentará y vigilará el funcionamiento de todas las luces de navegación, dando una indicación audio-visual en caso de falla, para realizar el cambio respectivo.

Cada artefacto estará equipado con dos lámparas de 24 VDC.

### 8.8 Arrancadores eléctricos

Los arrancadores de los motores eléctricos serán estancos, equipados con pulsadores de mando y lámparas de señalización, y montados cerca de ellos.

### 8.9 Alumbrado

El número de lámparas será el necesario para un normal desenvolvimiento de las actividades propias del ambiente.

#### 8.9.1 Alumbrado Sala de Máquinas

Será del tipo fluorescente, con artefactos estancos provistos de difusor acrílico claro y rejilla protectora.

#### 8.9.2 Alumbrado de Acomodación

..//

Será del tipo fluorescente, con artefactos no estancos, provistos de difusor acrílico, sin rejilla protectora y controlados por interruptores individuales en cada compartimiento.

### 8.9.3 Alumbrado Exterior

Sobre el puente se instalará un reflector de navegación de 500 W, controlado desde el interior del Puente.

El alumbrado de cubierta será fijado sobre el mástil de señalización y baranda de la cubierta de botes, cubriendo el gancho de remolque.

### 8.9.4 Alumbrado de Navegación

Se instalarán las siguientes luces de navegación:

- Luz de proa
- Luz de popa
- Luz de babor
- Luz de estribor
- Luz de fondeo
- Luz de sin gobierno No. 1
- Luz de sin gobierno No. 2
- Luz de remolque No. 1
- Luz de remolque No. 2

### 8.9.5 Alumbrado de emergencia

..//

El sistema de alumbrado de emergencia será de 24 VDC, con conexión automática a la red de baterías, este tipo de alumbrado se instalará en sala de máquinas, corredores, escaleras y en las estaciones de botes salvavidas.

### 8.10 Cables Eléctricos y Prácticas de Instalación

Todos los cables instalados en cubiertas abiertas y/o dispuestos en grupos, serán soportados sobre canaletas galvanizadas.

Los pases de cables a través de mamparos estancos, serán con accesorios estancos.

Los cables eléctricos serán del tipo marino, de acuerdo con las normas de la Sociedad Clasificadora.

Los cables serán de una sola pieza de un extremo a otro, no permitiendo empalmes de cable.

### 8.11 Equipos Eléctricos

#### 8.11.1 Interruptores

Todos los interruptores de distribución serán del tipo termomagnético, a prueba de vibraciones con protección antichoque y tendrán un poder de ruptura suficiente.

#### 8.11.2 Transformadores

..//



Para la alimentación del tablero de 220 VAC, se instalarán transformadores monofásicos refrigerados por aire.

### 8.11.3 Baterías

Serán de plomo-ácido, formando dos bancos, - compuesto de dos baterías de 12 V. c/u, 180 A-h en conexión en serie. Atenderán la máxima demanda en emergencia por un tiempo mínimo de tres horas.

IX  
METRADO Y REQUISICION  
DE MATERIALES

En la instalación del sistema eléctrico del remolcador, se empleará el siguiente listado de materiales:

1. Grupo Electrónico

Grupo electrónico marino CATERPILLAR, Mod. 3304T(d), compuesto de un motor diesel de 4 cilindros, ciclo de cuatro tiempos, turboalimentado, enfriamiento por intercambiador de calor, incluyendo intercambiador y bomba de agua salada, arranque eléctrico, acoplado a un generador para uso marino tipo sin escobillas, autoexcitado y autoregulado. de 81.25 KVA, 440 VAC, - 3 Ø, 60 Hz.

El grupo estará equipado con alternador cargador de baterías, instrumentos de control y sensores de seguridad en 24 VDC.

Cantidad: 2 Pz.

2. Tablero de Control de Generadores y Distribución -  
Principal

Cantidad: 1 Juego

Según E.T. Item 6.8.1

..//

3. Tablero de Alarmas Grupos Electrógenos y Servicios Auxiliares

Cantidad: 1 Pz.

Según E.T. Item 6.8.2

4. Tablero de Luces de Navegación

Cantidad: 1 Pz.

Según E.T. Item 6.8.3

5. Tablero de Fuerza Exterior

Cantidad: 1 Pz.

Según E.T. Item 6.8.4

6. Unidad Modular 24 VDC

Cantidad: 1 Pz.

Según E.T. Item 7.7.1

7. Tablero Distribución 24 VDC

Cantidad: 1 Pz.

Según E.T. Item 7.7.2

8. Arrancadores Tipo Directo

Arrancadores eléctricos tipo directo en caja estanca con pulsadores de arranque-parada, lámpara de señalización para 220 VAC y relé térmico de sobrecarga.

Cantidad: 13 Pzs.

Según Cuadro No. 10

..//

9. Arrancadores tipo Y/A

Arrancadores eléctricos tipo estrella-triángulo, en caja estanca con pulsadores de arranque-parada, lám para de señalización para 220 VAC y relé térmico de sobrecarga.

Cantidad: 7 Pzs.

Según Cuadro No. 11

10. Artefactos Fluorescentes Estancos

Artefacto fluorescente estanco para sobreponer con difusor acrílico transparente, rejilla protectora, prensaestopas Pg 16, lámparas de 2 x 20 W, color - blanco frío, 220 Volt, con equipamiento completo.

Cantidad: 35 Pzs.

11. Artefactos Fluorescentes No Estancos

Artefacto fluorescente para empotrar no estanco con difusor acrílico, sin rejilla protectora, lámparas de 2 x 20 Watt, color blanco frío, 220 Volt, con equipamiento completo.

Cantidad: 22 Pzs.

12. Artefacto de Escritorio

Artefacto fluorescente para escritorios con lámpara de 1 x 20 W, color blanco frío, 220 Volt, equipamien to completo, interruptor y tomacorriente incorporado.

..//

Cantidad: 5 Pzs.

13. Artefacto de Cabecera

Artefacto incandescente para cabecera con interruptor incorporado y lámpara de 25 W, 220 Volt.

Cantidad: 12 Pzs.

14. Spot Light

Artefacto incandescente tipo Spot Light para lámpara de 24 Volt, 40 W, socket roscado E-27.

Cantidad: 5 Pzs.

15. Fanal recto estanco

Fanal recto estanco con difusor de vidrio transparente, rejilla protectora, 2 prensaestopas Pg 16, socket roscado E-27.

Cantidad: 13 Pzs.

16. Reflector de Navegación

Reflector de navegación tipo estanco, orientable desde el interior del puente, equipado con lámpara incandescente de 500 W, 220 Volt y accesorios completos.

Cantidad: 1 Pz.

..//

17. Reflector de Cubierta

Reflector de cubierta tipo estanco a prueba de chorro de agua, con lámpara de descarga de 400 Watts, 220 Volt. con equipamiento completo.

Cantidad: 3 Pzs.

18. Interruptor Estanco

Interruptor simple estanco con dado de 15 Amp., 250 Volt.

Cantidad: 4 Pzs.

19. Interruptor No Estanco

Interruptor simple tipo ticino para empotrar de 15 Amp., 250 Volt, completo , con dado, caja, plaqueta y tornillos de ajuste.

Cantidad: 15 Pzs.

20. Interruptor de Conmutación

Interruptor de conmutación tipo ticino de 15 Amp., 250 Volt, completo, con dado de conmutación, caja, plaqueta y tornillo de ajuste.

Cantidad: 10 Pzs.

21. Interruptor Doble

Interruptor doble tipo ticino de 15 Amp., 250 Volt, completos con un dado de conmutación y otro simple, caja, plaqueta y tornillos de ajuste.

Cantidad: 2 Pzs.

22. Tomacorriente No Estanco

Tomacorriente doble tipo ticino, clavija universal de 15 Amp, 250 Volt, completo, caja, dados, placa con dos perforaciones y tornillos de fijación.

Cantidad: 15 Pzs.

23. Tomacorriente Estanco

Tomacorriente estanco para sobreponer, con un dado clavija universal, prensaestopa Pg 16, 15 Amp, 250 Volt.

Cantidad: 18 Pzs.

24. Luces de Navegación

Artefactos para luces de navegación dobles, estanco a prueba de chorro de agua, equipado con dos sockets roscados E-27, dos lámparas de 24 VDC, 40 Watts y accesorios completos, para los siguientes puntos:

..//

- Posición Estribor, color verde	112.5°
- Posición Babor, color rojo	112.5°
- Popa, color blanco	135°
- Tope, color blanco	225°
- Fondeo, color blanco	300°
- Remolque No. 1, color rojo	225°
- Remolque No. 2, color rojo	225°
- Sin Gobierno No. 1, color rojo	360°
- Sin Gobierno No. 2, color rojo	360°

## 25. Baterías

Baterías de plomo-ácido de 27 placas, 180 Amp-hora, 12 VDC, para un tiempo de descarga de 7 horas.

Cantidad: 6 Pzs.

## 26. Transformadores

Transformador de potencia refrigerado por aire 440/220 VAC, 5 KVA, 60 Hz, monofásico, con bornes de conexión en aisladores soporte de Araldit.

Cantidad: 3 Pzs.

## 27. Fuente de Poder

Fuente de poder para Luces de Navegación, en caja de fierro con orejas de fijación en el fondo, tratamiento de pintura anticorrosiva y acabado color gris mate, rejilla de ventilación.



Entrada: 220 VAC, 60 Hz, 1 fase

Salida : 24 VDC, 20 Amp.

Cantidad: 1 Pz.

## 28. Cables Eléctricos

Cable eléctrico tipo NYY Sintenax 0.6/1 Kv de cobre rojo suave, multifilar, en las siguientes secciones:

- 2 x 1.5	40 mts.
- 2 x 2.5	750 mts.
- 2 x 4	150 mts.
- 2 x 6	50 mts.
- 3 x 1.5	450 mts.
- 3 x 2.5	300 mts.
- 3 x 4 mm <sup>2</sup>	400 mts.
- 3 x 6 mm <sup>2</sup>	50 mts.
- 3 x 10 mm <sup>2</sup>	70 mts.
- 3 x 16 mm <sup>2</sup>	30 mts.
- 3 x 50 mm <sup>2</sup>	40 mts.
- 3 x 70 mm <sup>2</sup>	30 mts.
- 11 x 1.5 mm <sup>2</sup>	40 mts.

## 29. Prensaestopas

Prensaestopa de bronce niquelado con anillo de jebe, arandelas y contratuerca para uso naval, en las siguientes cantidades:

- Pg 13.5 mm Ø	450 Pzs.
- Pg 16 mm Ø	60 Pzs.
- R 3/4" Ø	350 Pzs.
- R 1" Ø	30 Pzs.

..//

- R 1.1/4"  $\emptyset$  5 Pzs.
- R 1.1/2"  $\emptyset$  5 Pzs.

### 30. Unión Extrafuerte

Unión extrafuerte roscada interiormente en las siguientes cantidades:

- De 1/2"  $\emptyset$  150 Pzs.
- De Pg 16 mm  $\emptyset$  30 Pzs.
- De 3/4"  $\emptyset$  120 Pzs.
- De 1"  $\emptyset$  20 Pzs.
- De 1.1/4"  $\emptyset$  10 Pzs.
- De 1.1/2"  $\emptyset$  10 Pzs.

### 31. Unión Simple

Unión simple para prensaestopa en las siguientes di mensiones:

- De 1/2"  $\emptyset$  80 Pzs.
- De Pg 16 mm  $\emptyset$  10 Pzs.
- De 3/4"  $\emptyset$  60 Pzs.
- De 1"  $\emptyset$  10 Pzs.
- De 1.1/4"  $\emptyset$  10 Pzs.

### 32. Tubo Conduit

Tubo conduit de fierro galvanizado con rosca exterior S.A.P. y longitud de 6 m., en las siguientes dimensiones:

..//

-De 1/2" Ø	6 Pzs.
- De 3/4" Ø	12 Pzs.
- De 1" Ø	4 Pzs.
- De 1.1/4" Ø	2 Pzs.

33. Cajas de conexión de 4 salidas

Cajas de conexión estancas con tapa y oreja de fijación de aluminio fundido de 4 salidas 100 x 100 x 55 mm.

Cantidad: 40 Pzs.

34. Cajas de conexión 8 salidas

Cajas de conexión estancas con tapa y oreja de fijación de aluminio fundido de 8 salidas, 105 x 140 x 55 mm.

Cantidad: 25 Pzs.

35. Tapones roscados

Tapones roscados de bronce o bakelita para uso naval en las siguientes cantidades:

- Pg 16 mm Ø	50 Pzs.
- Pg 13.5 mm Ø	40 Pzs.

36. Canaleta Galvanizada

Canaletas galvanizadas de 1/20" de espesor, con huecos achinados longitudinalmente, con doblés en C y pestaña mínima de 1/2" en las siguientes dimensiones:

- De 2" x 8'	25 Pzs.
- De 3" x 8'	45 Pzs.
- De 6" x 8'	25 Pzs.
- De 9" x 8'	25 Pzs.

37. Precintos Plásticos

Precintos plásticos de 12" de longitud.

Cantidad: 800 Pzs.

38. Conectores

Conectores para cable de 2.5 mm<sup>2</sup>

Cantidad: 300 Pzs.

39. Luz rotativa

Artefacto para luz rotativa roja de 24 VDC, 40 Watt tipo naval.

Cantidad: 1 Pz.

40. Luz Morse

Artefacto para luz morse 24 VDC

..//

Cantidad: 1 Pz.

41. Sirena

Sirena estanca para 24 VDC, tipo naval.

Cantidad: 1 Pz.

42. Cinta aislante

Cinta aislante 3/4" x 20 mts.

Cantidad: 15 Pzs.

43. Masilla Eléctrica

Masilla eléctrica para uso naval.

Cantidad: 2 Kgrs.

## X

### COSTO TOTAL DE LA INSTALACION ELECTRICA

En el presente capítulo se evaluará el costo industrial de la instalación del sistema eléctrico del Remolcador, el cual estará dado por los siguientes costos:

- Costo de Tableros y Materiales Eléctricos
- Costo de Mano de Obra Directa
- Costo de Mano de Obra Indirecta

#### 10.1 Costo de Tableros y Materiales Eléctricos

En el Cuadro No. 12 se muestra el resumen de costos, de cada uno de los tableros y materiales eléctricos que se emplearán en la instalación eléctrica.

#### 10.2 Costo de Mano de Obra Directa

El costo de la mano de obra directa está dado por el número de horas-hombre empleados, multiplicado por el costo de la hora-hombre en el Astillero de Chimbote.

El número de horas-hombre necesarios en la instalación del sistema eléctrico, se muestra en el Cuadro

POS.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANT.	COSTO (miles de soles)		COSTO TOTAL (dólares \$)
				UNITARIO	TOTAL	
01	TABlero DE CONTROL Y DISTRIBUCION GENERAL	JGO.	01	—	17,440.00	3200.00
02	TABlero DE ALARMAS GRUPOS ELECTROGS. Y SERV. AUXIL:	PZ.	01	8,175.00	8,175.00	1500.00
03	TABlero LUCES DE NAVEGACION	PZ.	01	4,360.00	4,360.00	800.00
04	TABlero FUERZA EXTERIOR.	PZ.	01	1,635.00	1,635.00	300.00
05	UNIDAD MODULAR	PZ.	01	10,900.00	10,900.00	2000.00
06	TABlero DISTRIBUCION 24 VDC.	PZ.	01	4,087.50	4,087.00	750.00
07	ARRANCADORES TIPO DIRECTO	PZ.	13	—	8,502.00	1560.00
08	ARRANCADORES TIPO ESTRELLA - TRIANGULO	PZ.	07	—	11,445.00	2100.00
09	ARTEFACTOS FLUORESCENTES ESTANCOS.	PZ.	35	391.891	13,716.20	2516.70
10	ARTEFACTOS FLUORESCENTES NO ESTANCOS	PZ.	22	194.036	4,268.80	783.30
11	ARTEFACTOS DE ESCRITORIO	PZ.	05	148.620	743.10	136.40
12	ARTEFACTOS DE CABECERA	PZ.	12	44.376	532.50	97.70

CUADRO No. 12.- RESUMEN DE COSTOS TABLEROS Y MATERIALES ELECTRICOS

POS.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANT.	COSTO (miles de soles)		COSTO TOTAL (Dollares)
				UNITARIO	TOTAL	
13	SPOT LIGHT	PZ.	05	54.310	271.60	49.80
14	FANAL RECTO ESTANCO	PZ.	13	141.350	1,837.60	337.20
15	REFLECTOR DE NAVEGACION	PZ.	01	—	3,640.60	668.00
16	REFLECTORES DE CUBIERTA.	PZ.	03	—	14,802.20	2716.00
17	INTERRUPTORES ESTANCOS.	PZ.	04	100.00	400.00	73.40
18	INTERRUPTORES NO ESTANCOS.	PZ.	15	7.80	117.00	21.50
19	INTERRUPTORES DE CONMUTACION.	PZ.	10	8.20	82.00	15.00
20	INTERRUPTORES DOBLES	PZ.	02	20.00	40.00	7.00
21	TOMACORRIENTES ESTANCOS	PZ.	18	250.00	4,500.00	825.70
22	TOMACORRIENTES NO ESTANCOS.	PZ.	15	25.00	375.00	68.80
23	LUCES DE NAVEGACION	PZ.	09	—	16,066.60	2948.00
24	BATERIAS DE PLOMO ACIDO	PZ.	06	460.00	2,760.00	506.40

CUADRO No. 12.- CONTINUACION

-----



POS.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANT.	COSTO (miles de soles)		COSTO TOTAL (Dollares)
				UNITARIO	TOTAL	
25	TRAFOS. 5 KVA. 440/220 V. 1 Ø	PZ.	03	3000.00	9,000.00	1651.40
26	FUENTE DE PODER 24VDC. 20AMP.	PZ.	01	817.50	817.50	150.00
27	CABLES ELECTRICOS	MT.	2,400	—	49,731.20	9125.00
28	PRENSA ESTOPAS	PZ.	900	—	10,390.00	1906.40
29	UNIONES EXTRAFUERTES	PZ.	340	—	1,167.00	214.10
30	UNIONES SIMPLES	PZ.	170	—	509.00	93.40
31	TUBOS CONDUIT.	PZ.	24	—	1,206.60	221.40
32	CAJAS DE CONEXION DE 4 SALIDAS.	PZ.	40	38.00	1,520.00	278.90
33	CAJAS DE CONEXION DE 8 SALIDAS.	PZ.	25	50.00	1,250.00	229.40
34	TAPONES ROSCADOS.	PZ.	90	—	1,270.00	233.00
35	CANAleta GALVANIZADA.	PZ.	120	—	10,837.50	1988.50
36	PRECINTOS PLASTICOS	PZ.	800	1,350.00	1,080.00	198.16

CUADRO No. 12 :- CONTINUACION

-----

POS.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANT.	COSTO (miles de soles)		COSTO TOTAL (Dollares)
				UNITARIO	TOTAL	
37	CONECTORES 2.5 mm <sup>2</sup>	PZ.	300	1,430.00	429.00	78.70
38	LUZ ROTATIVA ROJA , 24 VDC.	PZ	01	—	675.80	124.00
39	SIRENA 24 VDC.	PZ.	01	—	1,302.50	239.00
40	CINTA AISLANTE	PZ.	15	5.50	82.50	15.14
41	MASILLA ELECTRICA	KG.	2	300.00	600.00	110.00
T O T A L E S					222,566.10	40,837.80

**NOTAS:**

— El costo de equipos y materiales corresponde al valor puesto en los Almacenes de SIMA.

— Referencia Diciembre 1984

CUADRO No. 12 .- CONTINUACION

ITEM	% PONDERADO	ACTIVIDADES	HORAS HOMBRE
I		TAZADO	135
II		HABILITACION DE MATERIAL: canaletas, cajas de conexión, bridas, pases de cubierta y mamparo, soportes y puentes.	1809
III		INSTALACION DE PASES DE CUBIERTA Y MAMPARO, BRIDAS Y SOPORTES	123
IV		INSTALACION DE CANALETAS, CAJAS Y PUENTES	1053
V		CABLEADO DE FUERZA, ALUMBRADO, ALARMAS Y CONTROLES	972
VI		INSTALACION DE EQUIPOS, ARRANCADORES, TABLEROS, INCLUYENDO SOPORTES.	258
VII		COLOCACION DE PRECINTOS PLASTICOS	75
VIII		CONEXION DE EQUIPOS, TABLEROS, ARRANCADORES, CAJAS, ALARMAS.	1030
IX		MASILLADO.	47
X		VERIFICACION, MEGADO E HIGIENE DE EQUIPOS, TABLEROS, ARRANCADORES, ALUMBRADO,	270
XI		COLOCACION DE LAMPARAS Y LETREROS	24
XII		TOTAL	5976

CUADRO No. 13.- HORAS-HOMBRE NECESARIAS EN INSTALACION SISTEMA ELECTRICO

No. 13 en el cual se detalla por actividades principales en orden secuencial.

Del Cuadro No. 13 el número de horas-hombre estimado para esta instalación es de 5796 H-H.

El costo de la hora-hombre en el Astillero de Chimbote es de S/. 5,288.00

Por lo tanto el Costo de la Mano de Obra Directa para la Instalación del Sistema Eléctrico es de S/. 30'649,248.00

### 10.3 Costo de Mano de Obra Indirecta

El costo de la mano de obra indirecta (Supervisión, Asesoría Técnica, Depreciación de Equipos, etc.) es un porcentaje, que depende de la política empresarial adoptada en cada empresa. En nuestro caso es el 100% del costo de la mano de obra directa.

En el Cuadro No. 14 se muestra el costo de la Instalación Eléctrica del Remolcador de 2970 HP.

Pos	Descripción	C o s t o	
		Miles de Soles S/.	Dólares \$
01	Costo de Tableros y Materiales Eléctricos	222,566.1	40,837.8
02	Costo de Mano de Obra Directa	30,649.3	5,623.7
03	Costo de Mano de Obra Indirecta	30,649.3	5,623.7
	T O T A L E S	283,864.7	52,085.2

## C O N C L U S I O N E S

-----

- 1.- La clasificación de una embarcación es muy importante porque beneficia tanto al comprador de la embarcación, como al constructor, siendo para el primero un elemento guía en la adquisición, porque ello garantiza un alto grado de seguridad para el buque, la tripulación y la carga, con respecto a las condiciones marítimas más desfavorables que son de esperar; y para el segundo una herramienta de promoción técnica que posibilita incrementar sus ventas con la consiguiente disminución de reclamos.
  
- 2.- El equipamiento e instalación de un sistema, en una embarcación necesariamente debe estar de acuerdo a las normas de la Sociedad Clasificadora, debido a que si ocurriese un accidente por el incumplimiento de una de estas normas, la clasificadora no se haría responsable por los daños ocasionados.
  
- 3.- En la selección de la potencia de grupos electrógenos estacionarios (en tierra) sólo es necesario tener en cuenta dos criterios: La máxima demanda del sistema y la potencia necesaria para el arranque de motores eléctricos, debido a que estos grupos generalmente son de emergencia y por ende trabajarán con un porcentaje de carga superior al 50%, por lo que el criterio de la

carbonización queda de lado.

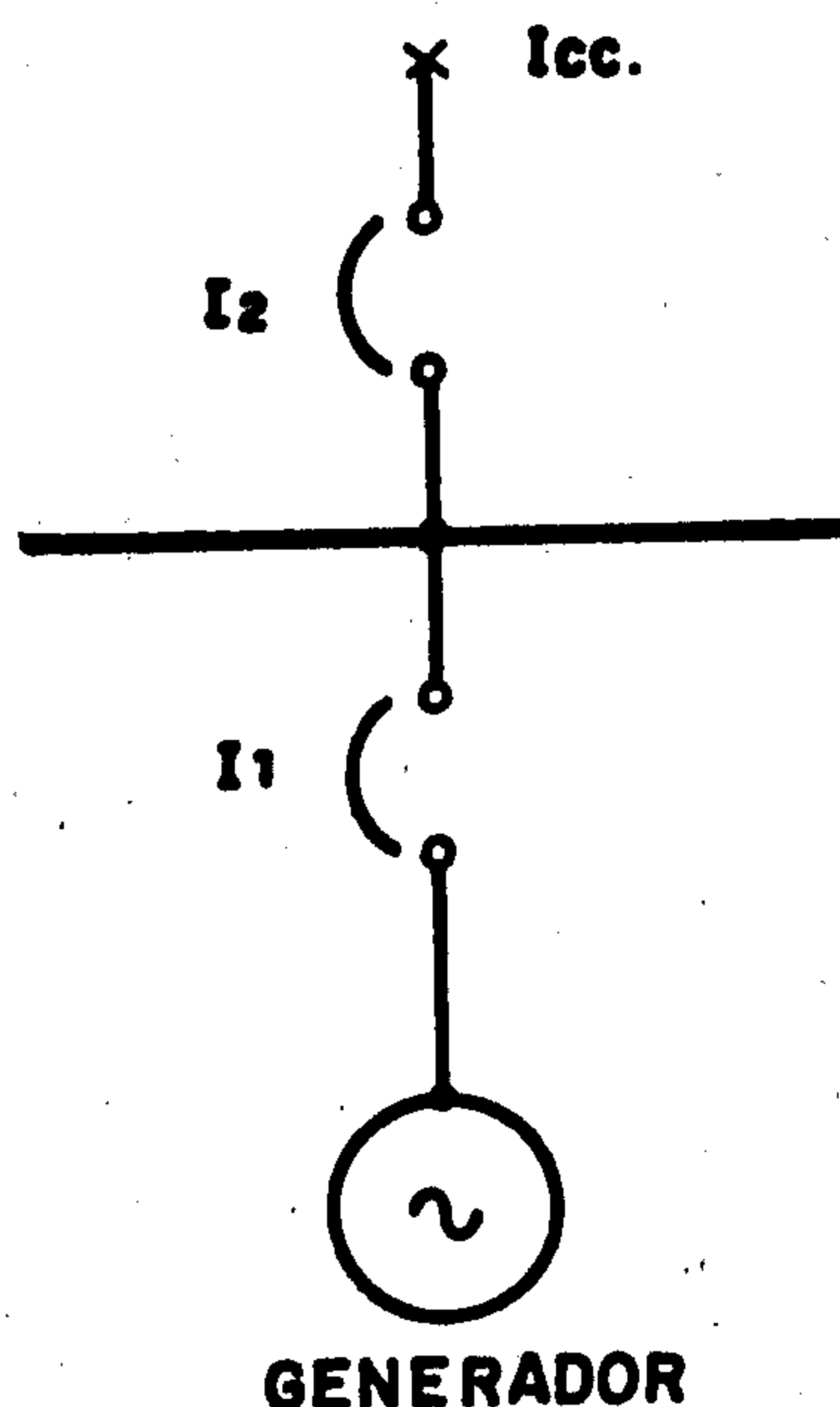
En cambio en grupos marinos es imprescindible el uso del tercer criterio, debido a que el grupo atiende todo el diagrama de carga diario de la embarcación. Para evitar la carbonización, los valles de carga no deben representar un porcentaje inferior al 50%.

- 4.- Además de lo dicho anteriormente se debe tener en cuenta que los motores diesel permiten sobrecargas del 10% durante 1 hora. Esto se puede aprovechar para absorber parte de los picos de carga producidos por el arranque de motores eléctricos.
- 5.- Al reducir la capacidad de generación necesaria para atender el arranque de motores eléctricos, eligiendo tipos de arranque distinto al de plena tensión, deberá cuidarse que la disminución del torque sea permitido por la carga accionada, de lo contrario el motor no arrancará.
- 6.- En la instalación Mecánica de grupos electrógenos no es necesario diseñar o seleccionar componente alguno. dado que las bombas, sistemas de tuberías y demás accesorios, han sido seleccionados por el fabricante de acuerdo al diseño del motor.

Lo que si es fundamental realizar es la verificación de que se cumplan los requerimientos mínimos exigidos por el fabricante, para la instalación determinada. Estos requerimientos están dados en los protocolos de pruebas del motor.

..//

- 7.- En este tipo de redes la sección de los conductores - debe ser calculada, además de la capacidad de corriente y caída de tensión, por cortocircuito, debido a - que se encuentran cargas pequeñas conectadas a puntos donde se preveen elevadas corrientes de cortocircuito por lo que tendrán que verificarse las secciones de los conductores, para evitar peligrosos sobre calentamientos y deformaciones producidos por las corrientes de cortocircuito actuantes, durante el tiempo de apertura del interruptor de protección.
- 8.- En los arrancadores Y/ $\Delta$  convencionales, los relés térmicos sensan la corriente de línea del motor; pero al ser colocados en serie con cada una de las bobinas del estator, se consigue un ahorro económico sustancial, debido a que la corriente que sensaría el relé sería la de fase.
- 9.- Para mantener operativo el sistema en caso de ocurrir un corto circuito (Ver figura adjunta) se debe cumplir que el tiempo de apertura del interruptor  $I_2$  debe ser menor que el del interruptor  $I_1$ . Esto se cumple automáticamente por el tipo de curva de los interruptores termomagnéticos (Tiempo inverso).



## BIBLIOGRAFIA

-----

- 1.- Industrial Power Systems Handbook  
Donald Beeman
- 2.- Electrical Control System in Industry  
By Charles S. Siskind
- 3.- Grupos Electrógenos  
Loren J. Magges
- 4.- Normas para la Clasificación y Construcción de Buques  
de Acero  
American Bureau of Shipping
- 5.- Normas para la Clasificación y Construcción de Buques  
de Acero  
Germanish Lloyd's
- 6.- Motores de Automovil  
M.S. Jovaj y G.S. Maslov
- 7.- Centrales Eléctricas I y II  
Castel Franchi
- 8.- Protección de Sistemas Eléctricos Contra Sobreinten-  
sidades  
José Ramírez Vásquez
- 9.- Manual de Alumbrado  
Westinghouse

..//



10.- Manual de Alumbrado  
Phillips

11.- Catálogos e Información Técnica de Fabricantes de  
Equipos.