



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

**ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA
MECÁNICA Y ELÉCTRICA**

***“DISEÑO DE SISTEMA ELECTROMECHANICO PARA
OPERAR COMPUERTA DE EXPULSION PARA LAN-
CHA RAPIDA EN PATRULLA OCEANICA”***

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO ELECTRICISTA.**

P R E S E N T A

BENJAMIN MATA VARGAS.



ASESORES

M en C. RUBEN ORTIZ YAÑEZ.

M en C. JUAN DE JESUS NERI ESCUTIA GOMEZ.

MÉXICO, D. F. 2013

INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELECTRICA
UNIDAD PROFESIONAL “ADOLFO LÓPEZ MATEOS”

TEMA DE TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO ELECTRICISTA
POR LA OPCIÓN DE TITULACIÓN TESIS Y EXAMEN ORAL INDIVIDUAL
DEBERA(N) DESARROLLAR BENJAMIN MATA VARGAS

“DISEÑO DE SISTEMA ELECTROMECHANICO PARA OPERAR COMPUERTA DE EXPULSIÓN PARA LANCHAS RAPIDAS EN PATRULLA OCEANICA”

OBJETIVO DEL TEMA

DESARROLLO DE UN SISTEMA ELECTROMECHANICO QUE PERMITE LA OPERACIÓN DE LA COMPUERTA DE EXPULSIÓN EN FORMA MANUAL CON ENERGÍA ELÉCTRICA Y ENERGÍA ACUMULADA EMERGENTE PARA UNA LANCHAS INTERCEPTORA EN UNA PATRULLA OCEANICA.

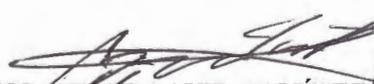
- INTRODUCCIÓN.
- MARCO TEÓRICO.
- DISEÑO DEL SISTEMA MOTRIZ - ELÉCTRICO
- DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL ELÉCTRICO.
- DISEÑO DEL SISTEMA DE ENERGÍA Y EMERGENCIA.
- ESTIMACIÓN DE COSTOS.
- CONCLUSIONES.

MÉXICO D.F., A 27 DE SEPTIEMBRE DEL 2013.

ASESORES


M. EN C. RUBÉN ORTÍZ YAÑEZ


M. EN C. JUAN DE JESÚS NERI ESCUTIA GÓMEZ


ING. CESAR DAVID RAMÍREZ ORTIZ
JEFE DEL DEPARTAMENTO ACADÉMICO
DE INGENIERÍA ELÉCTRICA





DEDICATORIA

A DIOS.

Gracias mi dios por permitir que llegase a esta meta, gracias porque siempre encontré en ti tranquilidad cuando más lo necesité, pero sobre todo te pido que intercedas por mí para darle las gracias a quien ya no está entre nosotros. Perdóname todo.

A PADRES Y ABUELOS.

Con un gran respeto y agradecimiento para mis padres y abuelos. Que gracias a ellos tuve la educación que fueron cimientos fuertes, sólidos y perdurables para mi carácter y formación tanto en lo personal como profesional. Gracias por darme la vida, gracias por dejarme vivir, gracias por creer en mí.

A MI ESPOSA E HIJOS.

Si bien es cierto que las metas alcanzadas con esfuerzo se disfrutan más, también es cierto que si se tienen pilares de apoyo con alma férrea se fortalece el alma. Esta fortaleza la recibí de mi esposa y mis hijos Marisol, Diego, Joel y Alejandra. Como parte de mi formación les agradezco su paciencia y entrega, gracias.

A MIS FAMILIARES Y AMIGOS.

A mis tíos, primos y amigos que siempre me brindaron unas palabras de aliento, a los que siempre me brindaron su cariño, sin esperar mucho a cambio, solo mi amistad, Gracias.



AGRADECIMIENTOS.

A MI ESCUELA Y MIS PROFESORES.

Como forjadora del carácter de Miles de Egresados, profesionistas de bien, comprometidos con el engrandecimiento día a día de la benemérita ESIME, en sus instalaciones cultivo de hombres con carácter, mi escuela siempre la llevo en mi corazón.

A MI JURADO.

Al ing. Ricardo A. Espinoza y Patiño.

Presidente de jurado, muchas gracias por su apoyo y consejos para poder culminar este trabajo tendré muy en cuenta las normatividades para aplicarla cuando se requiera.

AL Ing. Valentina castillo López.

Secretaria de Jurado, muy agradecido por sus comentarios y apoyo, gracias por guiarme para aplicar correctamente los lineamientos normativos y así poder culminar este trabajo.

A los Ingenieros M en C. Rubén Ortiz Yáñez, M en C. Juan de Jesús Neri Escutia Gómez.

Gracias por todo el tiempo empleado en apoyarme, tiempo muy valioso y que con nada se puede compensar, gracias a ello he podido culminar este trabajo.

El día de hoy se concreta un paso más.



"DISEÑO DE SISTEMA ELECTROMECHANICO PARA OPERAR COMPUERTA DE EXPULSION PARA LANCHAS RAPIDAS EN PATRULLA OCEANICA"

CONTENIDO.

	Paginas
PLANTEAMIENTO	I
JUSTIFICACION	II
OBJETIVO GENERAL	III
OBJETIVO PARTICULAR.....	III
ALCANCE.....	IV
INTRODUCCION.....	V
CAPITULO 1.- MARCO TEORICO.....	1
1.1 Las compuertas de expulsión en patrullas oceánicas para lanchas interceptoras de SMAM....	1
1.2 Aspectos generales sobre motores eléctricos asíncronos jaula de ardilla	3
1.2.1 Definición de un motor eléctrico.....	3
1.2.2 Principio de funcionamiento de los motores asíncronos trifásicos	4
1.2.3 Descripción y partes del motor de inducción jaula de ardilla	7
1.2.3.1 Estator.....	7
1.2.3.2 Rotor.....	9
1.2.4 Principios de control y arranque	10
1.2.4.1 Potencia y eficiencia del motor.....	12
1.2.4.2 Protección del motor.	12
1.2.4.3 Dispositivo de protección contra corto circuito.....	14
1.3 Generalidades sobre actuadores hidráulicos y su control	18
1.3.1 Definición.....	19
1.3.2 Funcionamiento.....	19
1.3.3 Aplicación	20
1.3.4 Construcción de cilindros hidráulicos.....	22
1.3.5 Motor Hidráulico.	22
1.3.6 Electroválvulas medio de control de los actuadores utilizados en este diseño.	23
1.3.6.1 Clases y funcionamiento	24
1.3.6.2 Distribuidor Hidráulico manual.	24



CAPITULO 2.-DISEÑO DEL SISTEMA MOTRIZ-ELECTRICO 26

2.1 Antecedentes y consideraciones previas..... 26

2.2 Proyecto sugerido a la Secretaria de Marina en reunión en el astillero de Marina No.20..... 26

2.3 Descripción y característica del Motor eléctrico empleado como elemento motriz. 27

2.4 Consideraciones y recomendaciones en materia de ahorro de energía. 28

 2.4.1 Un solo Motor. 34

 2.4.2 Varios motores. 34

 2.4.3 Protección contra intensidades. 35

 2.4.4 Protección contra la falta de tensión. 35

 2.4.5 Sobreintensidad de arranque. 36

2.5 Descripción y característica de la Unidad Hidráulica actuadora. 36

 2.5.1 Producción de energía hidráulica. 37

 2.5.2 Componentes de un sistema Hidráulico 37

 2.5.3 Fuerza ejercida en algunos cilindros principales utilizados en este diseño..... 38

 2.5.4 Arranque de los motores de las unidades hidráulicas empleados en este diseño. 42

 2.5.4.1 Principio de los arrancadores suaves utilizados. 42

2.6 Mediciones, pruebas y consideraciones normativas empleadas. 44

2.7 Diagrama Unifilar..... 45

2.8 Planos y memorias. 46

CAPITULO 3.- DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL ELECTRICO 50

3.1 Antecedentes y consideraciones.50

3.2 Descripción y características de los elementos empleados. 51

 3.2.1 Consoleta de Mando. 51

 3.2.2 Tipos de sensores de inductivos utilizados en este proyecto. 52

 3.2.2.1 Los sensores utilizados son NA (normalmente abiertos)..... 55

 3.2.2.2 Clasificación según el tipo de conexión. 55

 3.2.2.3 Características de salidas de sensores utilizados. 56

 3.2.3 Sensor de presión "Presostato" 56

3.3 Descripción de la operación del sistema. 58

 3.3.1 Operación del sistema con la unidad hidráulica principal. 59

 3.3.2 Accionamiento cierre de trincas manuales (seguros) para garantizar hermeticidad de la compuerta..... 59

 3.3.3 Utilización de sensores magnéticos para detectar trincas manuales cerradas. 60



3.3.4 Para detectar trincas manuales abiertas únicamente se utiliza la señal de retraído del cilindro	62
3.3.5 Accionamiento de trincas de compuerta (viajeras). Para el cierre hermético de la compuerta.	62
3.3.6 Trincas viajeras abiertas, arreglo de sensores inductivos conectados en serie para detectar esta posición.....	64
3.3.7 Trincas viajeras cerradas, arreglo de sensores de presión en serie P1, P2 y P3. (Presostatos) para indicar que estas están en posición de cerrado.	68
3.3.8 Accionamiento de la compuerta.....	69
3.3.8.1 cierre de la compuerta sensores inductivos SE7 Y SE8 conectados en serie para detectar esta posición.....	69
3.3.8.2 Detector de presión P4 (presostato) conectado en serie para detectar la compuerta abierta.....	71
3.4 Operación del Winch para la recuperación de la lancha interceptora.	72
3.5 Pruebas y mediciones.....	73
3.6 Memorias de cálculo y planos de control.	77
3.6.1 Cable utilizado en este diseño.	77
3.6.2 Caculos eléctricos de los cables de alimentación a los motores de las bombas y al tablero de control.....	78
3.6.2.1 Selección del calibre del conductor eléctrico para el motor de la bomba de 50 HP. De acuerdo con la norma de instalaciones eléctricas NOM-001-SEDE-2012.	79
3.6.2.2 Selección del calibre del conductor eléctrico para el tablero de control de acuerdo con la norma de instalaciones eléctricas NOM-001-SEDE-2012.	87
3.6.2.3 Calculo de las protecciones de los motores y el tablero de control. De acuerdo con la norma de instalaciones eléctricas NOM-001-SEDE-2012.	88
CAPITULO 4.- DISEÑO DEL SISTEMA DE ENERGIA Y EMERGENCIA.	108
4.1 Antecedentes y consideraciones.	108
4.2 Descripción del sistema de energía con la unidad hidráulica Auxiliar.	108
4.2.1 Control de operaciones común entre la unidad de potencia principal y la de emergencia.	109
4.3 Accionamiento del sistema hidráulico mediante la energía almacenada en los acumuladores de 25 galones c/u. (4 Pzas).....	109
4.4 Accionamiento del sistema hidráulico con ayuda de la bomba Manual.	110
4.5 Operación del Winch para la recuperación de la lancha interceptora.	112



CAPITULO 5.- ESTIMACION DE COSTOS.....	113
5.1 Consideraciones generales.....	113
5.2 Costos de Ingeniería.....	113
5.3 Costos de material y equipo.....	114
5.4 Costos de construcción y mano de Obra.....	116
5.5 Costo beneficio general.....	117
Conclusiones y recomendaciones.....	121
Glosario de Términos.....	124
Fuentes de Consulta, Bibliografía.....	128
ANEXOS.	
ANEXO A. Diagrama Unifilar.....	130
ANEXO B. Simbología utilizada en los diagramas eléctricos.....	131
ANEXO C. Ficha técnica de aceite hidráulico utilizado en este diseño.....	132
ANEXO D. Ficha técnica de Bomba de pistones.....	133
ANEXO E. Ficha técnica de Motor jaula de ardilla.....	134
ANEXO F. Ficha técnica del cable utilizado en este diseño.....	135



ÍNDICE DE IMAGENES.

<i>Figura. No. 1.1 Marco de la compuerta en fabricación. (Parte de popa)</i>	2
<i>Figura. No. 1.2 Motor eléctrico tipo jaula de ardilla</i>	4
<i>Figura. No. 1.3 Ondas de corriente en un sistema trifásico.</i>	6
<i>Figura. No. 1.4 Posición relativa de tres fases en el estator de un devanado trifásico dos polos.</i>	7
<i>Figura. No. 1.5 Partes de un motor eléctricos tipo jaula de ardilla</i>	8
<i>Figura. No. 1.6 Estator de un motor eléctrico tipo de jaula de ardilla</i>	8
<i>Figura. No. 1.7 Rotor de un Motor tipo jaula de ardilla.</i>	9
<i>Figura. No. 1.8 Artículo 430 NEC, Requisitos del circuito derivado del motor.</i>	14
<i>Figura. No. 1.9 Interruptor automático Termomagnético</i>	16
<i>Figura. No. 1.10 Cilindro hidráulico.</i>	19
<i>Figura. No. 1.11 Cilindro hidráulico de efecto simple.</i>	21
<i>Figura. No. 1.12 Cilindro hidráulico de acción doble.</i>	22
<i>Figura. No. 1.13 Electroválvula</i>	23
<i>Figura. No. 1.14 Distribuidor eléctrico manual.</i>	24
<i>Figura. No. 1.15 arreglo del distribuidor y las electroválvulas.</i>	25
<i>Figura. No. 2.1 Arrancador SIRIUS 3RW30.</i>	43
<i>Figura. No. 3.1 Consola de mando</i>	52
<i>Figura No. 3.2 Sensor Inductivo</i>	54
<i>Figura No. 3.3 Sensor Inductivo 24 VDC. Tres hilos.</i>	56
<i>Figura No. 3.4 Sensor Inductivo 24 VDC. Tres hilos. M30</i>	56
<i>Figura No. 3.5 Presostato hidráulico</i>	58
<i>Figura No. 3.6 Trincas manuales cerradas, vástago retraído.</i>	61
<i>Figura No. 3.7, Trincas abiertas vástago avanzado.</i>	61
<i>Figura No. 3.8 Posición de los sensores magnéticos colocados en las trincas manuales, conectados en serie.</i>	62
<i>Figura No. 3.9, Sensores inductivos conectados en serie. Trincas abiertas.</i>	65
<i>Figura No. 3.10 Posición de los sensores inductivos 1, 2, 3, 4, 5 y 6 colocados en la compuerta y conectados en serie. (Trincas viajeras).</i>	66
<i>Figura No. 3.11. Posición de los sensores inductivos 1, 2, 3, 4, 5 y 6 colocados en la compuerta (trincas viajeras</i>	67
<i>Figura No. 3.12 Cilindros hidráulicos, estos viajan con la compuerta (trincas viajeras)</i>	68
<i>Figura No. 3.13 Sensores de presión conectados en serie, trincas cerradas</i>	68
<i>Figura No. 3.14 Sensores Inductivos SE7 y SE8 (compuerta cerrada).</i>	70



<i>Figura No.3.15 Sensores inductivos de compuerta cerrada, SE7 y SE8, conectados en serie.</i>	<i>70</i>
<i>Figura No.3.16 Sensor de presión (Presostato P4) de compuerta abierta, conectado en serie. ...</i>	<i>71</i>
<i>Figura No.3.17, Cilindro hidráulico de 11" de diámetro por 1.00 M. de largo para la apertura de la compuerta uno en cada extremo.....</i>	<i>71</i>
<i>Figura No.3.18 Motor hidráulico.....</i>	<i>72</i>
<i>Figura No.3.19, Wich hidráulico.....</i>	<i>73</i>
<i>Figura No.3.20 Distribución de presión primero a un punto y después al otro.</i>	<i>75</i>
<i>Figura No.3.21 Arreglo eléctrico que se realizó al momento de arrancar cualquiera de las unidades de potencia hidráulica.</i>	<i>75</i>
<i>Figura No.3.22 Vástago flexionado al abrir la compuerta.....</i>	<i>76</i>
<i>Figura No.3.23 Anillo de Refuerzo en el interior del cilindro. Evitando que salga todo el vástago .</i>	<i>76</i>
<i>Figura No.4.1, acumuladores de 25 galones c/u</i>	<i>109</i>
<i>Figura No.4.2, válvula de paso.....</i>	<i>110</i>
<i>Figura No.4.3, bomba manual.</i>	<i>111</i>



ÍNDICE DE TABLAS.

<i>Tabla No. 3.1. Tecnología de sensores</i>	<i>53</i>
<i>Tabla No. 3.2 consumo de Energía de los sensores</i>	<i>66</i>
<i>Tabla No. 3.3 (430-250 de NOM-001-SEDE- 2012).</i>	<i>79</i>
<i>Tabla No. 3.4 (Tabla 310-15(b)(16)).- Ampacidades permisibles en conductor.</i>	<i>81</i>
<i>Tabla No. 3.5 (Tabla 310-15(b)(2)(a)).- Factores de Corrección basados en una temperatura ambiente de 30 °C.</i>	<i>82</i>
<i>Tabla No. 3.6, (tabla 310-15(b)(3)(a)).- Factores de ajuste para más de tres conductores portadores de corriente en una canalización o cable.</i>	<i>83</i>
<i>Tabla No. 3.7 (Tabla 9).- Resistencia y reactancia en corriente alterna para los cables para 600 volts, 3 fases a 60 Hz y 75 °C. Tres conductores individuales en un tubo conduit.</i>	<i>84</i>
<i>Tabla No. 3.8. (Tabla 250-122).- Tamaño mínimo de los conductores de puesta a tierra para canalizaciones y equipos.</i>	<i>86</i>
<i>Tabla No. 3.9 (Tabla 430-52).- Ajuste máximo de los dispositivos de protección contra cortocircuito y falla a tierra para circuitos derivados de motores.</i>	<i>89</i>
<i>Tabla No. 5.1. Estimado/Presupuesto de construcción.</i>	<i>114</i>
<i>Tabla No. 5.2. Costo general.</i>	<i>117</i>
<i>Tabla No. 5.3. Datos para el Diagrama de Gantt.....</i>	<i>119</i>
<i>Tabla No. 5.4. Gráfica del Diagrama de Gantt.....</i>	<i>119</i>



PLANTEAMIENTO.

En la actualidad ya existen patrullas oceánicas y para este diseño se deben mejorar condiciones de rendimiento del sistema. Para el diseño del proyecto además de considerar las recomendaciones (requerimientos de la Secretaría de Marina Armada de México).

Se deberán considerar dos unidades de Potencia Hidráulica la primera que se llamará unidad de Potencia principal, la segunda Unidad de Potencia Auxiliar o de Emergencia. La primera como su nombre lo indica será la principal y se podrá energizar desde la consola de control ubicada en la parte de popa (interior del barco), pero también se podrá arrancar desde el cuarto de máquinas, donde cada una tiene su tablero e interruptor principal. (Arranque-paro-paro de emergencia).

Si llegara a fallar la unidad de potencia principal, la segunda solo podrá ser energizada desde el cuarto de máquinas. Aunque la unidad sea la secundaria toda la consola funcionara como si fuera la unidad principal. Todos los cilindros hidráulicos serán manipulados con electroválvulas, solenoides para avanzar y para retraer pero además, cada una de las electroválvulas contara con palancas de accionamiento manual.

Si por alguna razón las dos unidades de potencia fallaran se tendrán 4 acumuladores hidráulicos tipo bolsa de 25 galones cada uno. Estos se mantendrán siempre cargados.

La ultima y tercera energía de potencia de emergencia será una bomba manual, esta cuenta con un par de palancas una para caudal y llenar rápido el sistema (tubería), y la otra para dar potencia (cuando están llenas las tuberías)

Todas las electroválvulas contarán con palancas de acción manual, las cuales se utilizarán cuando se tiene potencia hidráulica de emergencia por medio de los acumuladores o de la bomba manual. Que la consola de mando tenga dos opciones.

- 1ª. Que esta tenga seguridad sobre los movimientos peligrosos de la compuerta.
- 2ª. Que mediante un desbloqueo se puedan realizar movimientos peligrosos (únicamente para eventos de mantenimiento).



JUSTIFICACION.

Cuando se conoce la licitación pública que la Secretaría de Marina Armada de México realizaba, respecto al diseño de un control electromecánico para la apertura de una compuerta de expulsión, que facilitara la salida de una embarcación pequeña dentro de éste.

En sus requerimientos principales estaba que el diseño debería garantizar una mejora en tiempo de apertura de dicha compuerta, el tiempo que se tenía en sus anteriores embarcaciones era de 48 segundos.

El departamento de Ingeniería de la compañía realiza algunos cálculos hidráulicos y se comprueba que se puede mejorar el tiempo en 7 segundos menos.

El tiempo de apertura de esta compuerta lograría que la embarcación rápida pudiera estar en el mar y lograr el objetivo de una acción rápida en contra de los infractores de la ley o alguna actividad que requiera rapidez de accionamiento por parte de nuestros representantes de la ley.

En este diseño se logran instalar equipos hidráulicos de vanguardia, el acelerado crecimiento de las tecnologías se puede visualizar que en un futuro no lejano las nuevas generaciones emplearan equipos y tecnologías que mejoren las condiciones de operación y lograr un mejor desempeño.

Se aclara también que este tiempo es únicamente para el desarrollo de apertura.



OBJETIVO GENERAL.

Demostrar que en México se pueden realizar diseños para este tipo de proyectos, Actualmente en México ya existen patrullas oceánicas con lanchas interceptoras, el principal reto es mejorar el tiempo de apertura de la compuerta (actualmente 45seg), los cilindros hidráulicos para apertura y aseguramiento de la compuerta, todos y cada uno de ellos deberán contar con sensores de proximidad (o un dispositivo que garantice la posición del vástago avanzado-retraído).

El control deberá ser electromecánico es decir que los controles deberán ser a través de relevadores es de control con bobina de accionamiento a 24 VCD.

OBJETIVO PARTICULAR.

Lograr el diseño de un sistema electromecánico para operar una compuerta de expulsión para lancha rápida y mejorar los requerimientos del usuario final. Con esto confirmamos que en México se pueden realizar este tipo de diseño sin acudir al extranjero, todos y cada uno de los equipos utilizados en este diseño se podrán adquirir el mercado Mexicano sin necesidad de acudir a instancias extranjeras. Se demuestra que la calidad de los productos empleados es rigurosamente revisada por personal de Ingeniería plenamente capacitados para este fin. Se cumple con los objetivos previamente acordados en minutas realizadas durante el desarrollo del diseño.

Para el desarrollo de este diseño no se contó con información técnica antes utilizada, solo de forma verbal se obtuvo información de cómo operaban las trincas y la compuerta de las embarcaciones anteriores fabricadas en México, donde además se realizó una visita a bordo de un buque en donde se pudo observar la forma de operación de los cilindros de trincas y de la compuerta.

El logro de este diseño es satisfactorio.



ALCANCE.

Este proyecto se llevó a buen término, se concluyó satisfactoriamente y se encuentra en operación en los dos buques PO-153 "Guanajuato" y PO-154 "Veracruz" forma parte del activo de la Secretaría de Marina Armada de México.

En los astilleros correspondientes a:

Astillero de Marina (ASTIMAR No.1) en Tampico Tamaulipas. PO-154 "Veracruz".

Astillero de Marina (ASTIMAR No.20) en Salina Cruz Oaxaca. PO-153 "Guanajuato".



INTRODUCCION.

Patrulla Oceánica tipo Durango.

Los Astilleros de la Secretaría de Marina, también conocidos como ASTIMAR, son los astilleros mexicanos dependientes de la Dirección General de Construcciones Navales de la Armada de México, donde se llevan a cabo diversos tipos de construcciones y reparaciones navales en el territorio mexicano.

La construcción de las patrullas oceánicas de que hablaremos se llevó a cabo en los siguientes Astilleros.

Astillero de Marina (ASTIMAR No.1) en Tampico Tamaulipas.

Astillero de Marina (ASTIMAR No.20) en Salina Cruz Oaxaca.

El accionamiento electromecánico para ambas unidades fue de forma similar en cada embarcación, la propuesta Técnico-Económica presentada por la compañía de origen Mexicano presentaba beneficios atractivos para la dependencia del Gobierno, entre los que destacan el bajo costo de fabricación y puesta en servicio del sistema, atención rápida para cualquier eventualidad que se presentara después de puesta en marcha, y considerando que el tiempo de garantía estuviese activo.

Anteriormente este tipo de trabajos los realizan Compañías extranjeras, México tiene empresas nacionales con capacidad suficiente para diseñar y ejecutar este tipo de proyectos. En la actualidad son pocas las empresas Mexicanas que se atreven a competir en licitaciones de esta índole.

La Clase Durango es una clase de patrullero oceánico buque (patrulla a poca distancia de la costa) (OPV, Offshore Patrol Vessel por sus siglas en inglés), construido y diseñado por la Armada de México para su propio uso. Esta clase presenta el concepto Stealth (cautela, sigilo), Este buque puede pasar 20 días en alta-mar sin tocar puerto. Tiene como principal misión realizar patrullajes en la Zona Económica Exclusiva. Los buques PO-153 "Buque Guanajuato" y PO-154 "Buque Veracruz" cuentan con dos lanchas de salvamento en cualquier condición de mar. Su embarcación interceptora tiene una velocidad de 50 nudos. Poseen un helicóptero embarcado el cual puede ser un Eurocopter Panther AS 565MB, un Eurocopter Fennec AS 555, Bölkow Bo 105 CB o un MD 902 Explorer.



Buque P-153 "Guanajuato" Fuente (Secretaria de Marina)



Buque P-154 "Veracruz" Fuente (Secretaria de Marina)



CAPITULO 1.- MARCO TEORICO.

1.1.-LAS COMPUERTAS DE EXPULSIÓN EN PATRULLAS OCEÁNICAS PARA LANCHAS INTERCEPTORAS DE SMAM.

Las compuertas de las cuales hablaremos en este trabajo son fabricadas en México, propiamente en los Astilleros de marina (ASTIMAR No.1) en Tampico Tamaulipas y en (ASTIMAR No.20) en Salina Cruz Oaxaca.

Esta compuerta se instalará en el lugar donde ingresa la lancha interceptora que está ubicada en la parte posterior del barco (popa), La patrulla oceánica de la Armada de México que se utiliza en nuestro país es para combatir al narcotráfico y otras actividades ilícitas en el mar. Al igual que otras clases como Sierra y Oaxaca usa el concepto trinomio buque-helicóptero-interceptora lo cual permite ampliar el radio de acción en las operaciones realizadas con un ahorro sustancial en los costos de operación.

Estas son construidas en los astilleros de la Secretaría de Marina.

Esta Secretaría cuenta con cinco astilleros con capacidad para llevar a cabo construcción y reparación naval, estando dos de ellos en la costa del Golfo de México y los otros tres en el Pacífico. Los Astilleros No.1 y No.20 (uno en cada costa) se especializan en la construcción de embarcaciones medianas, del tipo de patrullas oceánicas, mientras que el Astillero No.6 se especializa en la construcción de buques de patrulla costera y de mar territorial y el Astillero No.3 en Coatzacoalcos se especializa en la construcción de patrullas interceptoras de la clase Polaris.

El diseño consiste en lo siguiente: Es un control electromecánico para operar una compuerta de una embarcación tipo fragata de patrullaje oceánico, que tiene una longitud de aprox. 90 M. de largo por 15 M. De ancho.

La compuerta se localiza en la parte de popa de la embarcación. (Parte posterior) esta tiene un peso aproximado de 7 toneladas y mide 3 metros de ancho por 3.5 metros de alto.



Para abrir la compuerta se necesitan dos cilindros hidráulicos (1.0 M (39.37") de largo x 8" de diámetro con vástago de 2" de diámetro. Se requieren 6 cilindros que viajan con la compuerta para que al momento de estar totalmente cerrada estas logren que se cierre de forma hermética (trincas) Pero además cuenta con dos cilindros adicionales (trincas manuales) una en cada extremo, esto es para dar mayor seguridad al cierre de la compuerta.

Estos se accionan manualmente desde el banco de válvula (palancas hidráulicas).



Figura No.1.1 Marco de la compuerta en fabricación. (Parte de popa)
Fuente: Archivo personal.



1.2.-ASPECTOS GENERALES SOBRE MOTORES ELÉCTRICOS ASÍNCRONOS JAULA DE ARDILLA.

En el mundo actual de la fabricación, los motores proporcionan gran parte de la potencia que se usa para convertir materiales no procesados en productos acabados. De hecho, los motores eléctricos realizan más del 50% del trabajo en las plantas de fabricación moderna. Se calcula que este porcentaje continuará aumentando en el futuro. Con este gran porcentaje de capacidad de fabricación que depende de motores eléctricos, es importante asegurar que los motores y sus circuitos estén apropiadamente protegidos para proporcionar el máximo tiempo de operación y reducir los tiempos de parada al mínimo. Los motores y circuitos sin una protección adecuada en las plantas modernas de fabricación pueden ocasionar pérdidas de hasta más de cien mil dólares por hora en tiempos de parada, además del costo del material en proceso que puede destruirse. Debido a esto en los últimos años los fabricantes de control han dedicado una enorme cantidad de esfuerzo y recursos en el desarrollo de dispositivos efectivos de protección contra cortocircuitos y sobrecargas.

1.2.1.-Definición de un motor eléctrico.

Un motor eléctrico es un dispositivo rotativo que transforma energía eléctrica en energía mecánica. En diversas circunstancias presenta muchas ventajas respecto a los motores de combustión: A igual potencia, su tamaño y peso son más reducidos. Se pueden construir de cualquier tamaño.

Tiene un par de giro elevado y, según el tipo de motor, prácticamente constante.

Su rendimiento es muy elevado (típicamente en torno al 80%, aumentando el mismo a medida que se incrementa la potencia de la máquina). La gran mayoría de los motores eléctricos son máquinas reversibles pudiendo operar como generadores, convirtiendo energía mecánica en eléctrica.

Por estos motivos son ampliamente utilizados en instalaciones industriales y demás aplicaciones que no requieran autonomía respecto de la fuente de energía, dado que la energía eléctrica es difícil de almacenar. La energía de una batería de

varios kilos equivale a la que contienen 80 gramos de gasolina. Así, en automóviles se están empezando a utilizar en vehículos híbridos para aprovechar las ventajas de ambos.

El motor de corriente alterna trifásica de jaula de ardilla es el motor eléctrico industrial por excelencia. Fuerte, robusto y sencillo, se usa en un gran número de máquinas con un mantenimiento mínimo.

La utilización que le daremos en este diseño, veremos su principio de funcionamiento y las posibilidades de modificación de su consumo de potencia en el arranque y de su velocidad de giro.

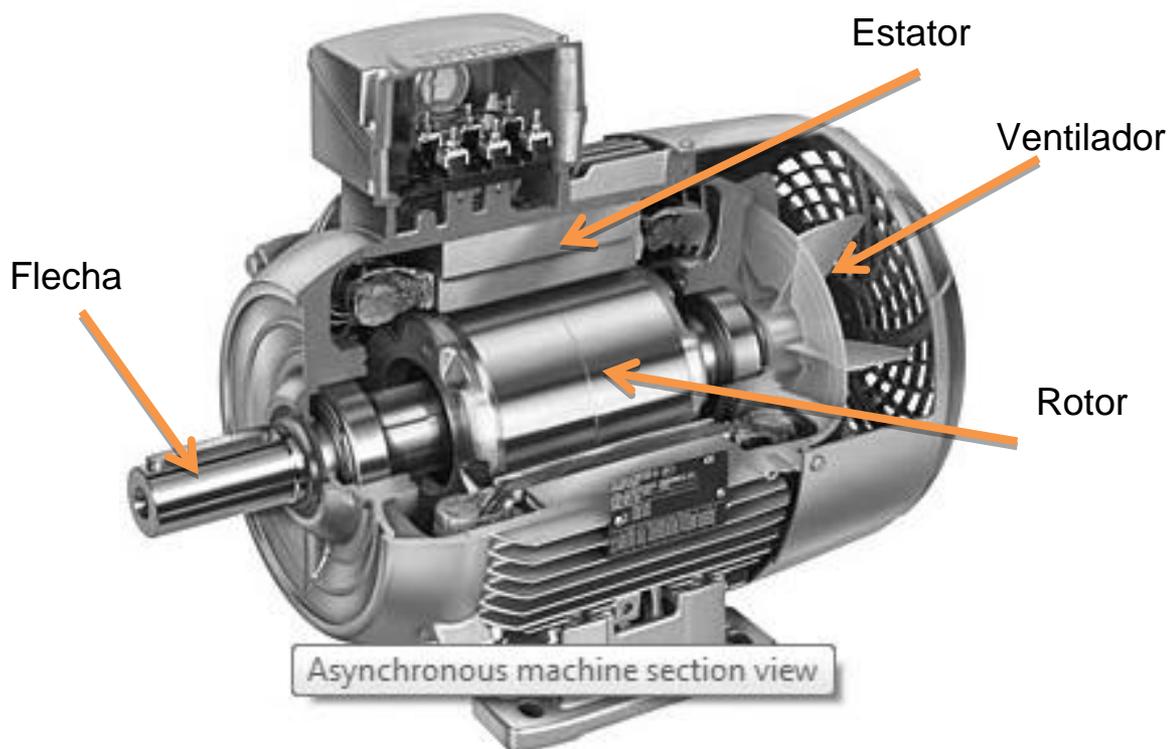


Figura No.1.2
Motor eléctrico tipo jaula De ardilla. Fuente www.catalog.siemens.com

1.2.2.-Principio de funcionamiento de los motores asíncronos trifásicos.

El más simple de todos los tipos de motores eléctricos es el motor de inducción de caja de ardilla que se usa con alimentación trifásica.



El motor asíncrono trifásico está formado por un rotor y un estator en el que se encuentran las bobinas inductoras. Estas bobinas son trifásicas y están desfasadas entre sí 120°. Cuando por estas bobinas circula un sistema de corrientes trifásicas, se induce un campo magnético giratorio que envuelve al rotor.

Entonces se da el efecto Laplace (o efecto motor): todo conductor por el que circula una corriente eléctrica, inmerso en un campo magnético experimenta una fuerza que lo tiende a poner en movimiento. Simultáneamente se da el efecto Faraday (o efecto generador): en todo conductor que se mueva en el seno de un campo magnético se induce una tensión.

El rotor puede ser de dos tipos, de jaula de ardilla o bobinado.

El campo magnético giratorio gira a una velocidad denominada de sincronismo. Sin embargo el rotor gira algo más despacio, a una velocidad parecida a la de sincronismo. El hecho de que el rotor gire más despacio que el campo magnético originado por el estator, se debe a que si el rotor girase a la velocidad de sincronismo, esto es, a la misma velocidad que el campo magnético giratorio, el campo magnético dejaría de ser variable con respecto al rotor, con lo que no aparecería ninguna corriente inducida en el rotor, y por consiguiente no aparecería un par de fuerzas que lo impulsaran a moverse.

Conceptos básicos de los motores de inducción, la velocidad de rotación está dada por:

Velocidad Síncrona.

La velocidad síncrona del motor es definida por la velocidad de rotación del campo giratorio, la cual depende del número de polos del motor (P) y de la frecuencia (fe) de la red, en Hertz. Los devanados pueden ser construidos con uno o más pares de polos, los que se distribuyen alternadamente (uno "norte" y uno "sur") a lo largo de la periferia del núcleo magnético. El campo giratorio recorre un par de polos (p) a cada ciclo. De esta forma, como el devanado tiene polos o "p" pares de polos, la velocidad del campo es:

$$n_{sinc} = \frac{120fe}{p} \dots\dots\dots \text{Ecuación No.1}$$

Dónde:

f_e = La frecuencia del sistema en Hz.

P = Es el número de polos en la máquina.

La ecuación No.1. Da la velocidad del campo giratorio y no la velocidad del rotor, el rotor siempre gira a una velocidad más baja, su valor en función de la carga mecánica en el motor. Obviamente, la velocidad del campo giratorio es constante para una frecuencia constante.

Ejemplo 1.- calcular la velocidad síncrona de un motor de inducción de 4 polos si se tiene una fuente de energía de 60 ciclos.

Solución:

$$rpm_{sinc} = \frac{120 * 60}{4} = 1800 \text{ Para 60 ciclos.}$$

El campo giratorio.

Cuando un estator de devanado trifásico es conectado a una fuente de corriente trifásica, tres corrientes independientes tienden a fluir, uno en cada una de las fases del bobinado.

Estas corrientes serán desplazadas el uno del otro por exactamente 120 grados eléctricos, es decir, la corriente en fase A alcanzará su máximo positivo 120 ° por delante de la fase B, y la corriente en la fase B será positiva máxima 120 ° por delante de la corriente en la fase C.

por lo tanto, la corriente se dice que son desplazados en el tiempo por 120 °, con la secuencia de fases se supone, tienen la orden de ABC. Las ondas de corriente están representados por la figura 1.3.

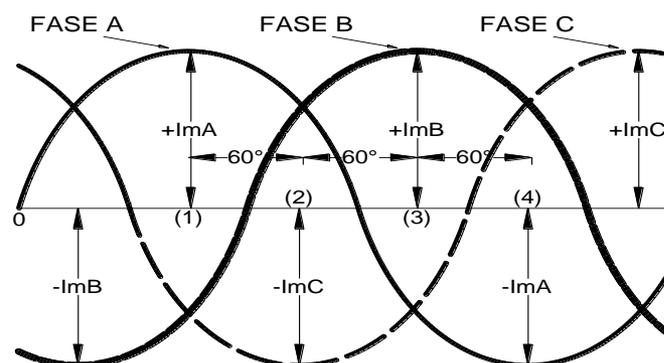


Figura No.1.3

Ondas de corriente en un sistema trifásico. Fuente CHARLES S. SISKIND, *Electrical Machines (International Student Edition), 1959, Second Edition, Japan.*

La figura 1.4 Representa esquemáticamente las tres fases del devanado de un motor de inducción de dos polos. La fase A está representado en un eje vertical, se supondrá que cuando la corriente es positiva, se producen un flujo dirigido verticalmente hacia arriba en la fase A.

La fase B está representada con un eje 120° en sentido de las manecillas del reloj, y la fase B tendrá 120° después de esta a fase B para ser desplazada en el espacio de la fase A por 120° .

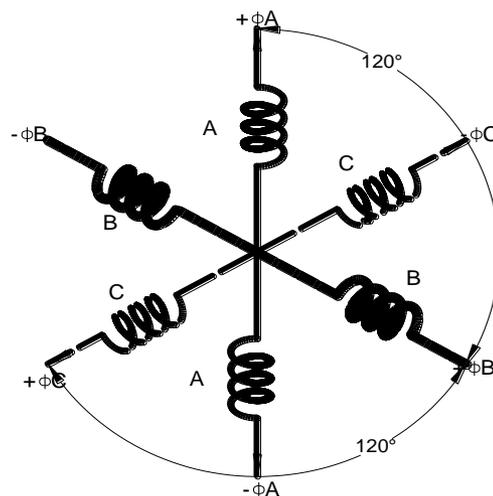


Figura No.1.4

Posición relativa de las tres fases en el estator de un devanado trifásico dos polos. Fuente CHARLES S. SISKIND.

1.2.3.-Descripción y partes del motor de inducción jaula de ardilla.

El motor asíncrono trifásico tiene por dos partes fundamentales:

1.2.3.1.- Estator: es la parte fija del motor, está compuesta por la **carcasa** de acero que contiene al **núcleo magnético** del devanado estatórico o inductor. Esta carcasa sirve para proteger y disipar el calor generado dentro del motor a través de sus aletas. El núcleo estatórico está compuesto por un conjunto de chapas de hierro apiladas, formado un cilindro hueco, en cuyo interior se alojará el rotor. En el interior de este núcleo se han practicado un conjunto de ranuras donde se bobinan el **devanado inductor**.

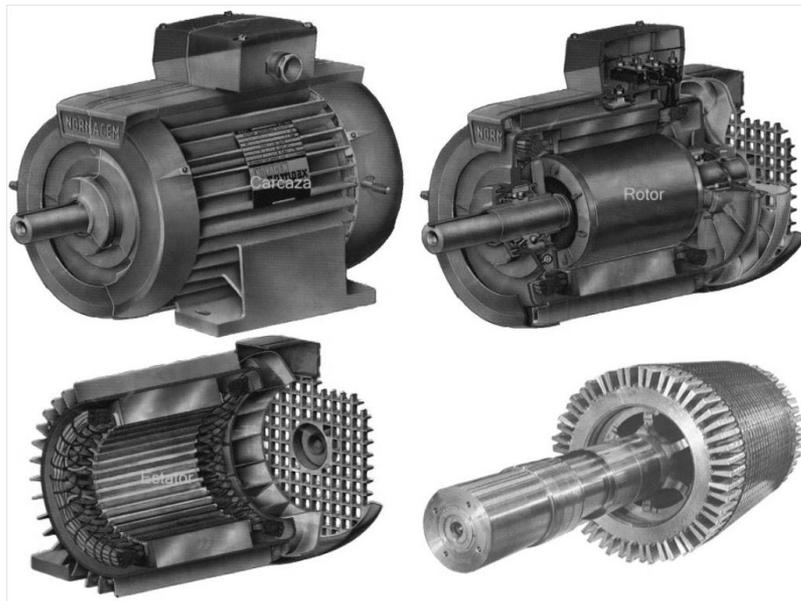


Figura No. 1.5. Partes de un motor eléctrico tipo jaula de ardilla.
Motor con rotor en jaula de ardilla. Fuente www.frm.utn.edu.ar/apuntes_maquinas_electricas.

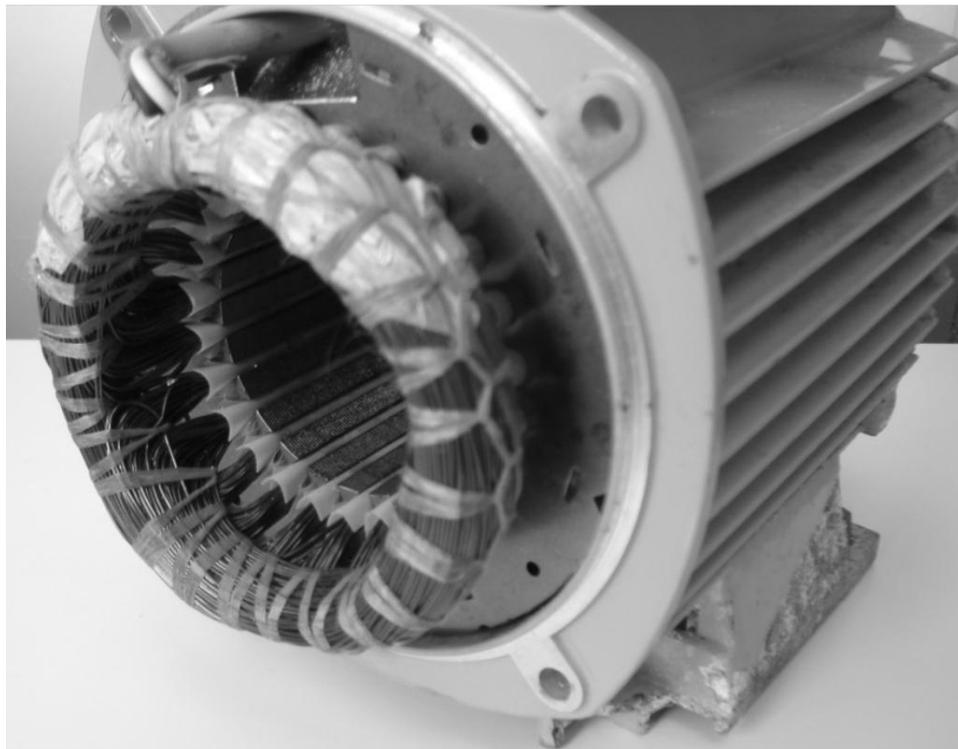


Figura No.1.6
Estator de un Motor eléctrico tipo jaula De ardilla. Fuente www.catalog.siemens.com

1.2.3.2.- Rotor: es la parte móvil del motor. Acoplado al eje se sitúa el núcleo rotórico, en cuya superficie se alojan cierto número de barras conductoras cortocircuitadas en sus extremos mediante anillos conductores. Este tipo de rotores se llaman de **jaula de ardilla**. El eje de giro se sujeta a la carcasa mediante unos **cojinetes** o rodamientos, y transmiten el par de fuerzas a la carga mediante una transmisión mecánica de tipo engranaje, correa, o cadena, con embrague y/o freno mecánico. La transmisión hace la función de **reductor** de velocidad, adecuando la velocidad

Del motor a la velocidad de la carga.

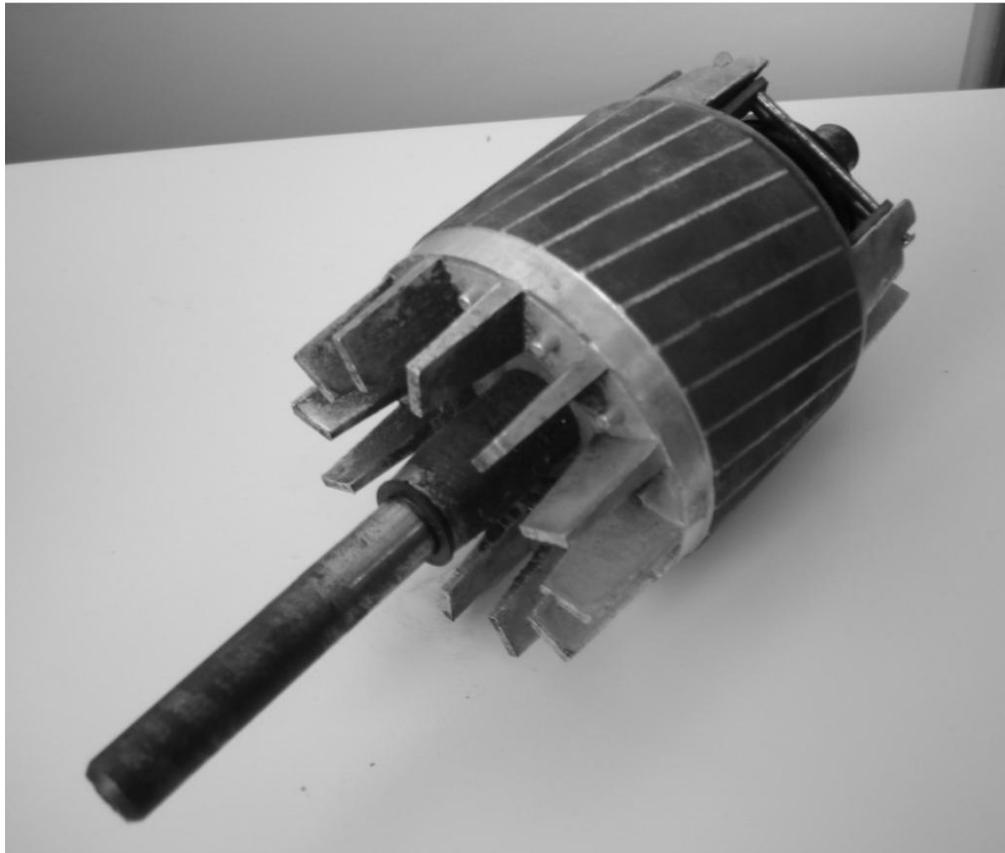


Figura No.1.7

Rotor de un motor tipo jaula de ardilla. Fuente www.catalog.siemens.com



Normas bajo las cuales se fabrican estos motores.

Existen dos normas bajo las cuales se fabrican los motores.

IEC Comisión Electrotécnica Internacional que es acogida por la gran mayoría de países y especialmente los europeos. NEMA Asociación Nacional de Fabricantes de Equipos Eléctricos. Es una norma nacional de Estados Unidos, pero es común en muchos países. Hay varias diferencias en la construcción dependiendo de la norma, pero lo más significativo es que mientras que las dimensiones según IEC son en milímetros, según NEMA son en pulgadas. Por esta razón, la intercambiabilidad no es inmediata.

1.2.4.-Principios de control y arranque.

Uno de los momentos más críticos para el motor, la red y la carga es el arranque. Por sus características propias, el motor jaula de ardilla consume durante el arranque una corriente que puede oscilar entre 5 y 8 veces la corriente nominal. El arranque es el periodo en el que el motor hace la transición desde su estado de reposo hasta su velocidad de régimen.

Para la red, la mejor condición de arranque es aquella en que este tiempo de transición es el mínimo posible y la corriente consumida es la mínima posible. Para el motor, la mejor condición de arranque es la que garantiza el menor calentamiento. Para la carga, la mejor condición es aquella que garantiza los menores desgastes mecánicos. En general, el tipo de arranque de cada aplicación debe ser analizado adecuadamente para lograr el mejor equilibrio entre las tres partes mencionadas previamente. Las características de curva de carga y momento de inercia tanto de motor como de carga, deberían ser consideradas en este análisis. Junto con criterios técnicos se considerarán criterios económicos. Existen los siguientes tipos de arranque:

- Directo. El motor tendrá una corriente de arranque normal (hasta ocho veces la corriente nominal) y un par de arranque normal. Le aplicamos directamente toda la tensión de la red. Válido con motores inferiores a 5,5KW.



- Estrella-Triángulo. La corriente y el torque se reducen a la tercera parte (hasta tres veces la corriente nominal).
- Con autotransformador: mediante un autotransformador reducimos la tensión de red durante el arranque, para luego aplicarla toda la tensión. Estos dos últimos métodos están en desuso frente a los dos siguientes.
- Arranque electrónico suave. En este método, el arrancador alimenta el motor con una tensión reducida y gradualmente aumenta la tensión hasta la tensión de régimen. El comportamiento inicial de la corriente y el torque será idéntico al método 3, pero el comportamiento durante todo el periodo de transición dependerá de la manera como el arrancador suave sea controlado.
- Variador de velocidad (o variador de frecuencia). Mediante este método, se logra limitar la corriente de arranque a valores de hasta dos veces la corriente nominal, mientras se obtiene un torque de arranque adecuado para cualquier aplicación. Además, la transición será la más suave posible de todos los métodos. Mecánicamente, es la mejor forma de hacer la operación, además de que permite realizar control de velocidad preciso, gracias a los avances de la electrónica de potencia y control.

En los primeros tres métodos se da una transición brusca desde el reposo hasta su velocidad de régimen. En los métodos 2 y 3, adicionalmente se da una transición desde el estado de tensión reducida a tensión plena. En el método 4, se logra una transición menos brusca, pero aún con algunos saltos, pues lo que se está controlando es la tensión de alimentación. En el método 5, se logra una transición mucho más suave, pues se está controlando efectivamente la velocidad del motor y de la carga.



1.2.4.1.- Potencia y eficiencia del motor

En pocas palabras, un motor eléctrico es una máquina que transforma potencia eléctrica tomada de la red en potencia energía mecánica en el eje. La potencia eléctrica obedece a la siguiente relación

$$P = \sqrt{3} V I \cos \phi \dots\dots\dots \text{Ecuación No.2}$$

Dónde:

P: Potencia en kW

V: Voltaje o tensión en voltios

I: corriente en amperios

Cos ϕ : Factor de potencia.

Al seleccionar un motor, lo primero que se debe considerar es cuál es la velocidad de rotación y cuál será el torque requerido del motor. Estos datos normalmente deben ser suministrados por el proyectista mecánico. La potencia del motor será entonces una consecuencia de los dos factores anteriores.

1.2.4.2.- Protección del motor.

El Código Nacional de Electricidad (N.E.C), de USA, es deliberadamente muy detallado respecto a la protección de los circuitos derivados del motor.

El objetivo es evitar incendios de origen eléctrico en dichos circuitos y en los conductores de alimentación al motor. En dicho Código se especifica claramente los sistemas de sobrecargas y de cortocircuitos tanto para los conductores de alimentación como para los circuitos derivados, así como el calibre mínimo de los cables que debe ser utilizado para un solo motor o grupo de ellos. En caso de cortocircuito en el interior del motor el sistema de protección contra cortocircuitos del circuito auxiliar evitara que se dañe, además del propio motor, el arrancador y el equipo de control del mismo. El sistema de protección del circuito auxiliar contra sobrecargas, determinado en parte por la corriente en el arranque y en el tipo de motor, está proyectado para proteger a los conductores de alimentación contra sobrecargas continuadas. Esta protección en la línea es, sin embargo, más elevada que la



Necesaria para la protección del motor contra sobrecargas constantes en funcionamiento. Por esto, es necesario, además, proteger al propio motor contra sobrecargas operativas utilizando dispositivos de máxima los cuales van incluidos en la carcasa del motor o bien el arrancador o en el regulador. Otros dispositivos protectores que serán considerados además de máxima, incluyen protecciones contra baja tensión y sobretensión, interrupción del campo en derivación, inversión e interrupción de fases y protecciones contra temperatura y desvío de frecuencia.

Requisitos de código.

Independientemente de que los circuitos del motor se diseñen para uso en Norteamérica, Europa o cualquier parte del mundo, hay varios requisitos básicos que se han especificado de manera típica para un circuito de motor. En los EEUU se sigue el Código Eléctrico Nacional /NEC, como base para la mayoría de las instalaciones eléctricas. En Canadá se sigue el código eléctrico canadiense (CEC) y en Europa cada país tiene sus propios requisitos de código eléctrico que deben cumplirse. Debido a limitaciones de tiempo y espacio. En aspectos de código nos referiremos al NEC, a menos que se indique lo contrario.

El artículo 430 del NEC describe los requisitos para instalaciones que incluyen motores, circuitos de motor y controladores. En el artículo 430 se especifican los requisitos para cortocircuito de circuitos derivados del motor y protección contra fallos de tierras y sobrecarga del motor, la siguiente figura muestra los componentes de control y protección requeridos para un circuito derivado del motor.

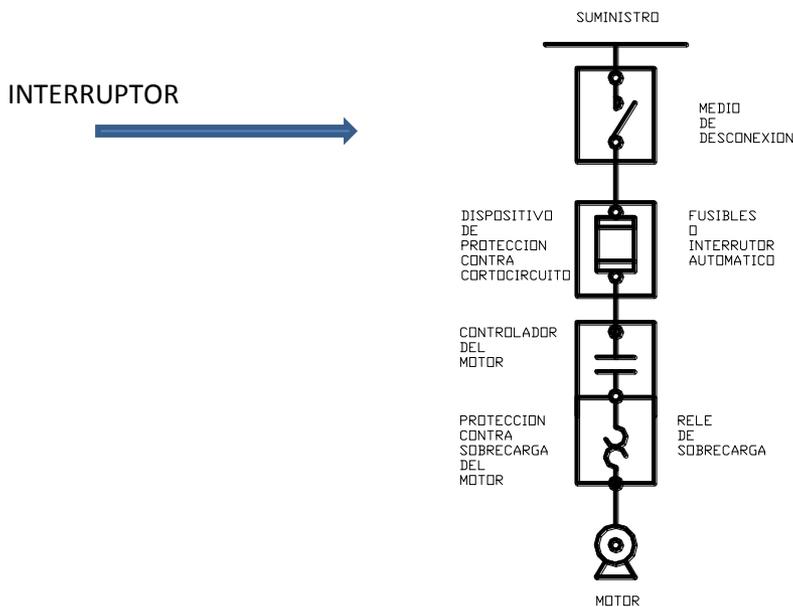


Figura No.1.8

Requisitos del circuito derivado del motor. Fuente NEC Art. 430.

1.2.4.3.- Dispositivos de protección contra cortocircuito.

Los dispositivos de protección contra cortocircuito (DPCC) pueden clasificarse en dos grupos; fusibles e interruptores automáticos. El NEC reconoce cuatro tipos de dispositivos de protección contra fallo y especifica sus limitaciones de tamaño en base al tipo de motor que se usa en el circuito.

- Fusibles sin retardo de tiempo.
- Fusibles de dos elementos (retardo de tiempo).
- Interruptor automático de disparo instantáneo (magnético solamente).
- Interruptor automático de tiempo inverso (Termomagnético).

Fusibles

Quizá el dispositivo más simple de protección del motor contra sobreintensidades es el fusible. Los fusibles están divididos en dos grandes grupos: fusibles de baja tensión (600 V o menos) y fusibles de alta tensión (más de 600 V).



Los fusibles son dispositivos de protección contra sobrecorriente que se colocan en un circuito eléctrico para proteger los componentes de control, el cableado, el aislamiento y el motor contra el daño causado por corrientes excesivas y su calor asociado. Se considera sobrecorriente cualquier aumento en la corriente continua por encima del nivel de corriente de operación normal.

En los circuitos del motor, la sobrecorriente se clasifica en dos categorías diferentes. Las sobrecargas del motor son sobrecorrientes hasta ligeramente superior a la corriente de rotor bloqueado (6-8 veces la corriente Nominal (I_n)).

Las sobrecorrientes de cortocircuito son aquellas producidas por condiciones de fallo de tierra o cortocircuito con niveles de corriente de más de 8 veces la corriente nominal.

En las instalaciones industriales de hoy, las sobrecorrientes de corto circuito fácilmente pueden llegar a 50,000A. Si las sobrecorrientes de cortocircuito no se interrumpen en fracciones de segundos, pueden causar gran daño a la instalación eléctrica incluyendo daño al motor, daño al controlador e inclusive incendios. En los circuitos del motor, los fusibles son los que proporcionan mejor protección contra el daño causado por corrientes de cortocircuito.

Interruptores automáticos.

Un método cada vez más popular de proporcionar protección contra cortocircuitos en circuitos de motores es el uso de interruptores automáticos. Los interruptores automáticos son muy populares debido al hecho de que después de una condición de falla, los interruptores automáticos pueden ser restablecidos fácilmente una vez que se han realizado los procedimientos de localización, corrección de fallas y mantenimiento. La capacidad de restablecer un interruptor automático después de una condición de falla permite al proceso de fabricación empezar con un tiempo de parada mínimo. Los más comúnmente usados son: Interruptores automáticos en caja moldeada (MCCB). Estos interruptores cumplen con los estándares UL 489, CSA C22.2 No.5 y NEMA AB-1.

Estos estándares definen las características del interruptor automático tales como: capacidades nominales, rendimiento, protección contra corrosión, espacios eléc-



tricos, requisitos de pruebas, criterios de aprobación/rechazo, materiales de aislamiento, partes portadoras de corriente.

Interruptores automático termomagnéticos.

Los interruptores automáticos Termomagnéticos (de tiempo inverso) proporcionan protección térmica (sobrecorriente) y magnética (cortocircuito) en un solo dispositivo. Para la protección de sobrecorriente térmica, se usan elementos térmicos (bimetálicos o electrónicos) para proteger los componentes del circuito contra el daño causado por niveles continuos de alta sobrecorriente. A medida que la corriente pasa a través de los elementos térmicos, estos se desvían hasta llegar a un punto de disparo, en el cual el interruptor automático se dispara abriendo el circuito del motor. La acción térmica también está asociada con las características de "tiempo inverso" ya que las sobrecorrientes bajas requieren tiempos de disparo más largos y las sobrecorrientes altas resultan en tiempos de disparo más cortos. Para protección contra cortocircuito. Los interruptores automáticos termomagnéticos incorporan un elemento de disparo magnético. Durante una condición de cortocircuito, la corriente alta de falla causa que el elemento de disparo desenganche un mecanismo de enclavamiento, disparando el interruptor y abriendo el circuito del motor.

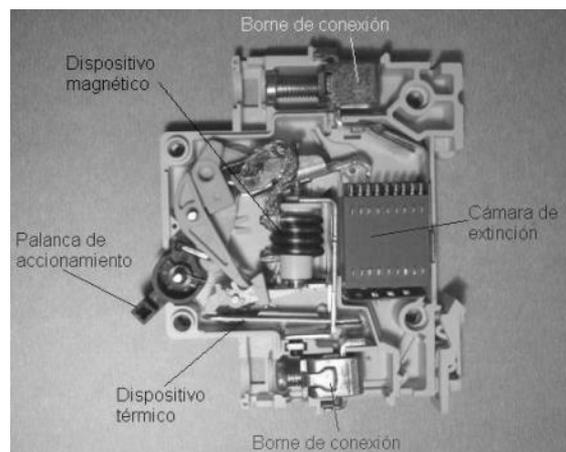


Figura No.1.9

***Interruptor automático Termomagnético. Fuente afinidad eléctrica .com.
Dispositivos de protección contra sobrecarga de un Motor eléctrico.***



Un relé de sobrecarga está diseñado con el propósito específico de no dispararse durante el arranque del motor, pero no abrirá el circuito si el motor se sobrecarga (Antes de que se acumule suficiente calor para dañar el motor)

Actualmente hay tres tipos básicos de relés de sobrecarga disponibles: de aleación eutéctica, bimetálicos y de estado sólido.

- Tipos de relés de sobrecarga
- Eutéctico - Metal que se funde.
- Bimetálico - Metal que se dobla.
- Electrónico - Tecnología a transistores.

Los relés de sobrecarga se usan en un circuito de motor para proteger al motor y los conductores del circuito contra el daño causado por periodos prolongados de condiciones de sobrecorrientes. Si los motores se exponen a niveles crecientes de corrientes continuas y a periodos prolongados de condición de rotor bloqueado, se pueden dañar el motor y los conductores del circuito.

Los motores pueden ser dañados o destruidos bajo cualquiera de las siguientes condiciones.

- Suministro de bajo o alta voltaje.
- Desbalance de fase.
- Carga excesiva continua.
- Una sola fase.
- Condiciones de bloqueo o motor trabado.
- Fallas de tierra.
- Fallas mecánicas tales como. Bloqueo de cojinetes del motor o bloqueo de uniones mecánicas.

Relevadores de Sobrecarga tipo NEMA, de aleación eutéctica.

Los relés de sobrecarga de aleación eutéctica generalmente se usan con arrancadores de motor NEMA. Estos relés de sobrecarga utilizan una aleación tipo sol-



dadura dentro de los elementos térmicos. A medida que la corriente se mueve a través del elemento térmico. La soldadura se calienta hasta que llega al punto de fusión (punto de disparo). Predeterminado. En el punto de disparo, la soldadura cambia instantáneamente de sólida a líquida. Permitiendo que el mecanismo de trinquete abra un contacto normalmente cerrado. Desactivando el circuito de bobinas del arrancador.

Relevadores de Sobrecarga tipo IEC.

Estos son dispositivos bimetálicos; un bimetálico está formado de 2 tiras o más, de metales teniendo diferentes coeficientes de expansión, tal que cuando son calentados, los metales se expanden a diferente proporción y hacen que el bimetálico se doble protegiendo para elegir adecuadamente el relevador de sobrecarga.

Factor de servicio.

Un motor puede operar por tiempo indefinido a una corriente igual al factor de servicio por la corriente de placa. El factor de servicio representa una sobrecarga a la cual el motor se puede someter permanentemente sin que se dañen sus bobinados. "Típicamente", los motores IEC tienen factor de servicio 1.0, y los motores NEMA 1.15 a 1.25.

1.3.-GENERALIDADES SOBRE ACTUADORES HIDRÁULICOS Y SU CONTROL.

Los actuadores son todos aquellos dispositivos que nos sirven para llevar a cabo las actividades físicas generando una fuerza a partir de líquidos, energía eléctrica, etc. Los actuadores brindan una salida necesaria para un elemento de control, un ejemplo de esta podría ser una Válvula. Los actuadores son dispositivos capaces de generar una fuerza a partir de líquidos, de energía eléctrica y gaseosa. El actuador recibe la orden de un regulador o controlador y da una salida necesaria para activar a un elemento final de control como lo son las válvulas.

1.3.1.-Definición.

Actuadores Hidráulicos

Se clasifican en Actuadores Lineales, llamados Cilindros. Y actuadores rotativos en general denominados motores hidráulicos. Los actuadores son alimentados con fluido a presión y se obtiene un movimiento con una determinada velocidad, fuerza, o bien velocidad angular y momento a partir de la pérdida de presión de un determinado caudal del fluido en cuestión.



Figura No.1.10
Cilindro hidráulico. Catalogo Parker. SBP-0001-90.

1.3.2.-Funcionamiento.

Estos actuadores se basan, para su funcionamiento, en la presión ejercida por un líquido, generalmente un tipo de aceite. Las máquinas que normalmente se encuentran conformadas por actuadores hidráulicos tienen mayor velocidad y mayor resistencia mecánica y son de gran tamaño, por ello, son usados para aplicaciones donde requieran de una carga pesada.



Cualquier tipo de sistema hidráulico se encuentra sellado herméticamente a modo que no permita, de ninguna manera, derramar el líquido que contiene, de lo contrario se corre un gran riesgo.

Los actuadores hidráulicos requieren demasiado equipo para suministro de energía, así como de mantenimiento periódico.

Ventajas de los actuadores hidráulicos.

- Altos índices entre potencia y carga.
- Mayor exactitud.
- Respuesta de mayor frecuencia.
- Desempeño suave a bajas velocidades.
- Amplio rango de velocidad.
- Produce más fuerza que un sistema neumático de mismo tamaño.

Desventajas de los actuadores hidráulicos

Las desventajas que presentan los actuadores de esta naturaleza son:

Debido a las elevadas presiones a las que se trabajan propician la existencia de fugas de aceite a lo largo de la instalación.

Además, estas instalaciones suelen ser más complicadas que las necesarias para Actuadores neumáticos y mucho más que para los eléctricos, necesitando de equipos de:

- Filtrado de partículas.
- Eliminación de aire.
- Sistemas de refrigeración.
- Unidades de control de distribución.

1.3.3.-Aplicación.

Las principales aplicaciones se encuentran en máquinas troqueladoras, en cargadores y en maquinarias pesada para obras civiles. Este sistema de actuadores se divide en tres grandes grupos:

De acuerdo con su función podemos clasificar a los cilindros hidráulicos en 2 tipos:

De efecto simple.

Se utiliza fuerza hidráulica para empujar y una fuerza Externa, diferente, para contraer. Una barra es colocada en un extremo del pistón, cuando la presión es ejercida en la parte contraria al extremo del pistón donde está la barra, esta sube hasta donde la presión lo empuje, ejerciendo una fuerza sobre la barra de contracción, después la barra es regresada a la posición inicial por la simple acción de resortes o de la gravedad. La carga solo puede colocarse en un extremo del cilindro.

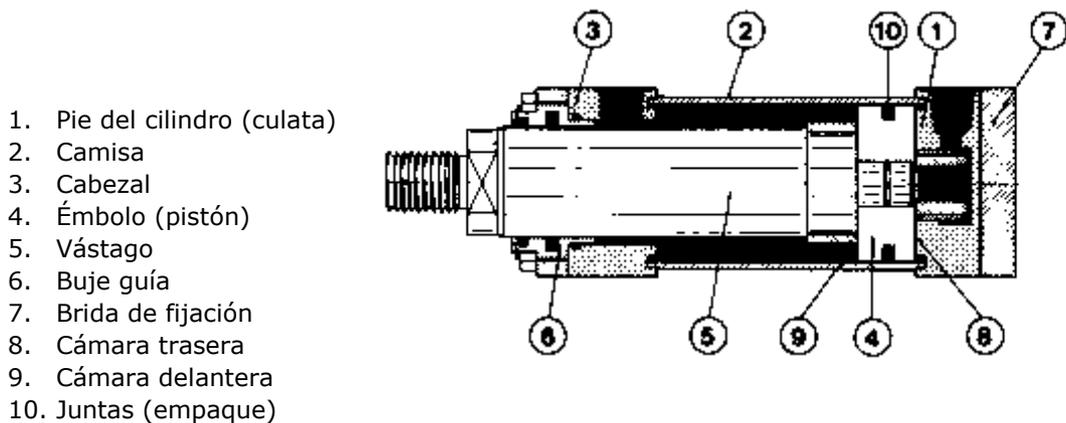


Figura No.1.11
Cilindro hidráulico de efecto simple. Catalogo Parker. SBP-0001-90.

De acción doble.

Se emplea la fuerza hidráulica para efectuar ambas acciones. La carga puede colocarse en cualquiera de los lados del cilindro. Se genera un Impulso horizontal debido a la diferencia de presión entre los extremos del pistón cuando el líquido entra en este. Este tipo de cilindros es el que utilizaremos en este diseño.

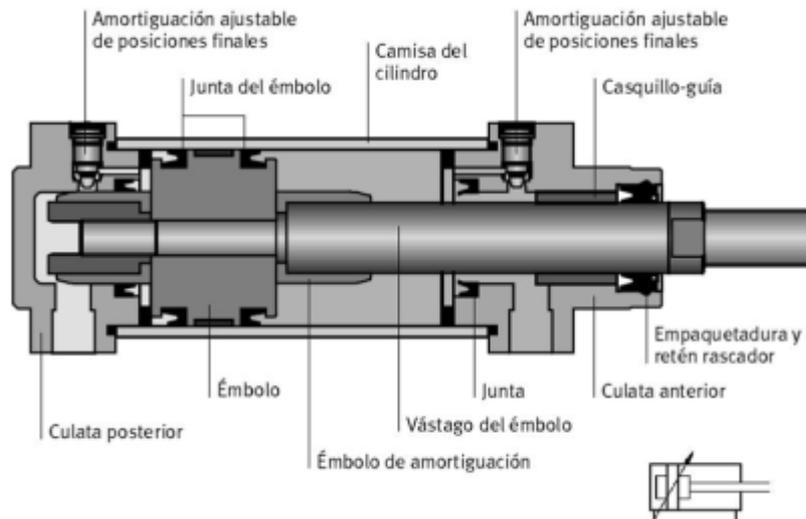


Figura No.1.12
Cilindro hidráulico de acción doble. Catalogo Parker. SBP-0001-90.

1.3.4.-Costrucción de cilindros hidráulicos.

Cilindros Hidráulicos se fabrican partiendo de Barra Hueca Honeada con flecha cromada, sellos, pistones, etc. Cilindros Hidráulicos de simple acción para equipos móvil, industrial, marítima y especial. Cilindros Hidráulicos de doble acción para equipos móvil, industrial, marítima y especial.

Las Barras Huecas Honeadas se utilizan para fabricar Cilindros Hidráulicos, también se utilizan para fabricar Cañones de máquinas de inyección y extrusión, Camisas hidráulicas para maquinaria pesada, Bujes a medida exacta o en piezas industriales que lleven rectificado en el interior y maquinado exteriormente.

La Característica principal de la Barras Huecas Honeadas es tener completamente liso su interior que se lo da un terminado tipo espejo, a la milésima, el cual permite a la Barra Hueca un sellado eficiente y aumenta la durabilidad de sellos y empaques.

1.3.5.- Motor hidráulico.

En los motores hidráulicos el movimiento rotatorio es generado por la presión.

Estos motores los podemos clasificar en dos grandes grupos:



- El de tipo rotatorio: en el que los engranes son accionados directamente por aceite a presión.
- El de tipo oscilante: el movimiento rotatorio es generado por la acción oscilatoria de un pistón o percutor; este tipo tiene mayor demanda debido a su mayor eficiencia.

Para este diseño utilizaremos un winch hidráulico.

1.3.6.- Electroválvulas medio de control de los actuadores utilizados en este diseño.

Una electroválvula es una válvula electromecánica, diseñada para controlar el flujo de un fluido a través de un conducto como puede ser una tubería. La válvula está controlada por una corriente eléctrica a través de una bobina solenoide, no se debe confundir la electroválvula con válvulas motorizadas, que son aquellas en las que un motor acciona el cuerpo de la válvula.



Figura No.1.13
Electroválvula. Catalogo Parker. SBP-0001-90.

1.3.6.1.- Clases y funcionamiento.

Una electroválvula tiene dos partes fundamentales: el solenoide y la válvula. El solenoide convierte energía eléctrica en energía mecánica para actuar la válvula. Existen varios tipos de electroválvulas. En algunas electroválvulas el solenoide actúa directamente sobre la válvula proporcionando toda la energía necesaria para su movimiento. La válvula se mantiene cerrada por la acción de un muelle y es el solenoide la que la abre venciendo la fuerza del muelle. Esto quiere decir que el solenoide consume energía mientras actúa el solenoide.

1.3.6.2.- Distribuidor hidráulico manual.

Para el accionamiento de los cilindros hidráulicos la Secretaria de Marina Armada de México establece en sus requerimientos que se deberá realizar utilizando un sistema por pilotaje eléctrico y mediante palancas manuales. El arreglo de las válvulas se realiza de la siguiente manera, las electroválvulas están por encima del distribuidor hidráulico. Ver figura 1.14.



**Figura No.1.14 Distribuidor hidráulico manual.
Catalogo Parker. SBP-0001-90.**



En la figura No. 1.15, se aprecia el arreglo que llevan las electroválvulas del sistema, recordar que se pueden accionar con energía o a la falta de esta. Cuando se tiene la energía de los acumuladores y de la bomba manual se pueden utilizar las palancas manuales.

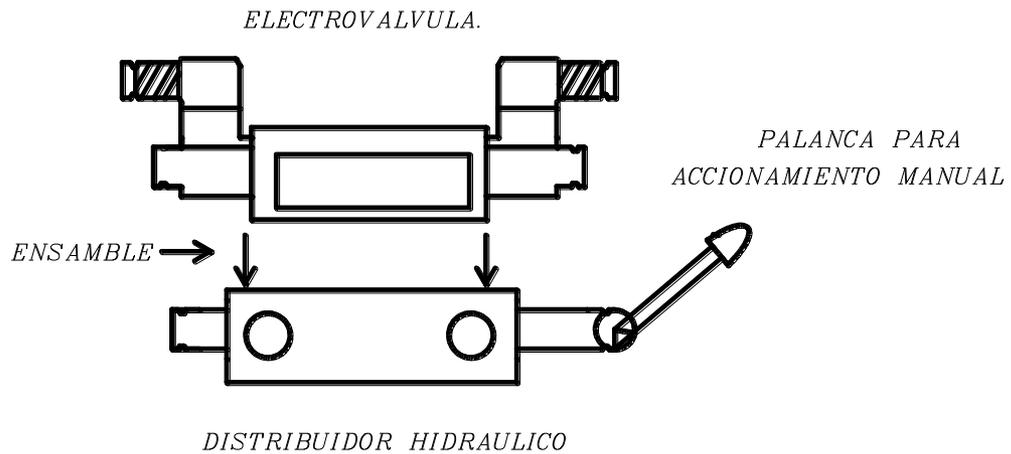


Figura No.1.15 Arreglo del distribuidor y las electroválvulas. Catalogo Parker. SBP-0001-90.



CAPITULO 2.-DISEÑO DEL SISTEMA MOTRIZ-ELECTRICO.

2.1.-ANTECEDENTES Y CONSIDERACIONES PREVIAS.

El diseño de este proyecto consiste en combinar las energías eléctrica e hidráulica, la energía eléctrica será proporcionada por la embarcación que cuenta con un sistema de generación de energía, la potencia hidráulica se obtendrá de un sistema motor-bomba hidráulica, esta energía será proporcionada por este sistema el cual consiste principalmente en dos unidades una que llamaremos unidad principal que será la que se use regularmente y la otra la llamaremos unidad de emergencia.

Por invitación de la Secretaria Armada de México, esta compañía decide participar en dicho proyecto, parte de los requisitos y uno de los puntos principales era que la compañía debería ser 100% mexicana. Con solvencia técnica demostrada a través del valor curricular tanto de la misma compañía como de los integrantes que participarían en este proyecto en particular.

2.2.-PROYECTO SUGERIDO A LA SECRETARIA DE MARINA EN REUNIÓN EN EL ASTILLERO DE MARINA NO.20

Durante el desarrollo del proyecto se realiza una reunión en el astillero de marina número 20 de Salinas Cruz Oaxaca, personal participantes 1 Capitán y 3 Tenientes encargados del proyecto, dicha reunión fue algo así como junta de aclaraciones en el cual se le plantea a la secretaria de Marina Armada de México, la posibilidad de utilizar un procesador pequeño (PLC) con pocas entradas y salidas a relevador

La propuesta se planteó porque el cuarto de máquinas era muy pequeño y con el uso del PLC se ahorraría mucho espacio, ya que el gabinete de control se calculaba que para alojar todos los accesorios por lo menos debe tener las siguientes dimensiones 1200mm. De alto por 800mm. De ancho por una profundidad no menos 30mm. El gabinete deberá contener entre otras cosas como: todo el cable



proveniente de cajas periféricas, relevadores auxiliares, fusibles, fuente de poder de 440 VAC-24 VDC. Etc.

La respuesta de los ingenieros encargados del proyecto por parte de la Secretaría argumentaron que la propuesta de utilizar un PLC estaba descartada debido a que, no se encontraba personal capacitado para poder dar un eventual mantenimiento durante una travesía y de aceptarlo se tendrían que capacitar elementos exclusivos para tal fin.

Se aclara que todo el control deberá ser electromecánico, esto quiere decir que cada uno de los eventos deberá ser realizado y vigilado con relevadores auxiliares, electroválvulas y sensores inductivos.

Las electroválvulas y los relevadores serán accionados con tensión a 24 VDC.

2.3.-DESCRIPCION Y CARACTERÍSTICA DEL MOTOR ELÉCTRICO EMPLEADO COMO ELEMENTO MOTRIZ.

Los sistemas de motor-bomba y cilindros hidráulicos permiten la aplicación de fuerzas extremadamente grandes en velocidades bajas-a-moderadas. En contraste, los sistemas neumáticos proporcionan las fuerzas inferiores a altas velocidades. Cada sistema hidráulico debe tener al menos tres componentes: una bomba hidráulica, un motor hidráulico, y la tubería de interconexión y los controles. Calcular la potencia de la bomba necesaria para una aplicación requiere de un conocimiento de sus fuerzas y velocidades de operación.

Objeto y campo de aplicación.

El objeto de la presente Instrucción es determinar los requisitos de instalación de los motores y herramientas portátiles de uso exclusivamente profesionales.

La instalación de los motores debe ser conforme a las prescripciones de la Norma Oficial Mexicana NOM-016-ENER-2002, eficiencia energética de motores de corriente alterna, trifásicos, de inducción, tipo jaula de ardilla, en potencia nominal de 0,746 a 373 kW. Límites, método de prueba y marcado.



Y las especificaciones aplicables a los locales (o emplazamientos) donde hayan de ser instalados.

Los motores deben instalarse de manera que la aproximación a sus partes en movimiento no pueda ser causa de accidente.

Los motores no deben estar en contacto con materias fácilmente combustibles y se situarán de manera que no puedan provocar la ignición de estas.

Las secciones mínimas que deben tener los conductores de conexión con objeto de que no se produzca en ellos un calentamiento excesivo, deben ser las siguientes:

2.4.-CONSIDERACIONES Y RECOMENDACIONES EN MATERIA DE AHO- RRO DE ENERGÍA.

- Elegir correctamente la potencia del motor. El rendimiento máximo se obtiene cuando éste opera entre el 75% y el 95% de su potencia nominal y cae bruscamente para cargas reducidas o cuando trabaja sobrecargado. Adicionalmente los motores de inducción a cargas bajas o en vacío tienen un factor de potencia muy bajo.
- Seleccionar el motor de acuerdo con su ciclo de trabajo. Operar un motor para servicio continuo, en accionamientos de operación intermitente, con frecuentes arranques y paros, ocasiona una depreciación de sus características de operación y eficiencia. Además de que se puede dañar el aislamiento de los devanados por la elevación de la temperatura.
- Seleccionar el armazón del motor, de acuerdo con el ambiente en que va a estar trabajando. Los motores abiertos son más sencillos y por lo tanto menos costosos, además de operar con mayor factor de potencia. Sin embargo, en condiciones adversas del medio, los motores cerrados serán los indicados.



- Seleccionar correctamente la velocidad del motor. Si la carga lo permite, prefiera motores de alta velocidad, son más eficientes y si se trata de motores de corriente alterna, trabajan con un mejor factor de potencia.
- Utilizar motores de inducción trifásicos en lugar de monofásicos. En motores de potencia equivalente, su eficiencia es de 3 a 5% mayor y su factor de potencia mejora notablemente.
- Sustituir los motores antiguos o de uso intenso. Los costos de operación y mantenimiento de motores viejos o de motores que por su uso han depreciado sus características de operación, pueden justificar su sustitución por motores normalizados y de alta eficiencia.
- Efectuar correctamente la instalación eléctrica y el montaje de los motores y su carga. Las Normas Técnicas de Instalaciones Eléctricas en su capítulo referente a motores, y las recomendaciones de los fabricantes son consulta obligada para asegurar el funcionamiento adecuado de los equipos.
- Realizar en forma correcta la conexión a tierra de los motores. Una conexión defectuosa o la ausencia de ésta, puede poner en peligro la vida de los operarios si se presenta una falla a tierra. Además de ocasionar corrientes de fuga que no son liberadas por el equipo de protección con un dispendio de energía.
- Evitar concentrar motores en locales reducidos o en lugares que puedan dificultar su ventilación. Un sobrecalentamiento del motor se traduce en una disminución de su eficiencia.
- Corregir la caída de tensión en los alimentadores. Una tensión reducida en las terminales del motor, acarrea entre otros, un incremento de la corriente, sobrecalentamiento y disminución de su eficiencia. Las normas permiten



una caída máxima del 3% (o del 5% en la combinación de alimentador y circuito derivado) pero es recomendable que no rebase el 1%.

- Balancear la tensión de alimentación en los motores trifásicos de corriente alterna. El desequilibrio entre fases no debe excederse en ningún caso del 5%, pero mientras menor sea el desbalance, los motores operan con mayor eficiencia.
- Compensar la energía reactiva demandada por los motores de corriente alterna más importantes o con mayor número de horas de funcionamiento, mejorando el factor de potencia de la instalación, con lo que se reducen las pérdidas de la potencia y de la tensión en los conductores.
- Procurar que los motores síncronos funcionen con un factor de potencia cercano a la unidad, para mejorar el factor de potencia de la instalación.
- Evitar hasta donde sea posible el arranque y la operación simultánea de motores, sobre todo los de mediana y gran capacidad, para disminuir el valor máximo de la demanda.
- Utilizar arrancadores a tensión reducida, en aquellos motores que realicen un número elevado de arranques. Con esto se evita un calentamiento excesivo en los conductores y se logra disminuir las pérdidas durante la aceleración.
- Utilizar arrancadores estrella-delta o de devanado partido, como alternativa de los arrancadores a tensión reducida cuando la carga impulsada no requiera de alto par de arranque. Son más económicos y eficientes en términos de energía, pero tienen el inconveniente de que el par de arranque se reduce notoriamente.



- Sustituir motores con engranes, poleas, bandas u otro tipo de transmisión, para reducir la velocidad del motor, por motores de velocidad ajustable con reguladores electrónicos.
- Instalar motores de velocidad ajustable con reguladores electrónicos, en aquellos accionamientos, en donde la carga sea variable y se pueda controlar ajustando la velocidad. Por ejemplo en sistemas de bombeo o compresión que deben suministrar caudales variables y que para hacerlo utilicen válvulas u otros dispositivos de control. La eficiencia total del motor y su carga se eleva notablemente con ahorros importantes de energía.
- Evaluar la posibilidad de conectar la ventilación solamente durante las bajas velocidades, en aquellos motores de velocidad ajustable y ventilación separada provista por equipos auxiliares. Con esto se puede reducir el consumo de energía en el sistema de ventilación.
- Preferir el acoplamiento individual, en accionamientos con un grupo de, motores, así se consigue mejor que cada motor trabaje lo más cerca posible de su máxima carga.
- Acoplar directamente el motor a la carga siempre que el accionamiento lo permita. Con esto se evitan pérdidas en el mecanismo de transmisión.
- Instalar acoplamientos flexibles en aquellos motores sometidos a un número elevado de arranques súbitos. Con esto se pueden atenuar los efectos de una alineación defectuosa, reducir los esfuerzos de torsión en la flecha del motor y disminuir las pérdidas por fricción.
- Instalar equipos de control de la temperatura del aceite de lubricación de cojinetes de motores de gran capacidad a fin de minimizar las pérdidas por fricción y elevar la eficiencia.



- Mantener en buen estado y correctamente ajustados los equipos de protección contra sobrecalentamientos o sobrecargas en los motores. Los protegen de daños mayores y evitan que operen con baja eficiencia.
- Revisar periódicamente las conexiones del motor, junto con las de su arrancador y demás accesorios. Conexiones flojas o mal realizadas con frecuencia originan un mal funcionamiento del motor y ocasionan pérdidas por disipación de calor.
- Mantener en buen estado los portaescobillas, escobillas, conmutadores y anillos colectores en motores de corriente directa, síncronos y de rotor devanado. Un asentamiento incorrecto de las escobillas sobre el conmutador en los anillos colectores, provoca sobrecalentamientos y pérdidas de energía.
- Mantener bien ajustado y en óptimas condiciones el interruptor de arranque de los motores monofásicos de fase partida. El mal funcionamiento de este accesorio que se emplea para desconectar el devanado de arranque (y el condensador en los motores de arranque por condensador) provoca un sobrecalentamiento en los conductores con una pérdida de energía y en caso extremo la falla del motor.
- Mantener en óptimas condiciones los sistemas de ventilación y enfriamiento de los motores, para evitar sobrecalentamientos que puedan aumentar las pérdidas en los conductores del motor y dañar los aislamientos.
- Verificar periódicamente la alineación del motor con la carga impulsada. Una alineación defectuosa puede incrementar las pérdidas por rozamiento y en caso extremo ocasionar daños mayores en el motor y en la carga.



- Reparar o cambiar los ejes del motor y de la transmisión, si se han doblado por sobrecarga o por mal uso. Un eje en mal estado incrementa las pérdidas por fricción y puede ocasionar daños severos sobre todo en los cojinetes del motor.
- Mantener en buen estado los medios de transmisión entre el motor y la carga, tales como: poleas, engranes, bandas y cadenas. Si estos no se encuentran en condiciones apropiadas o su instalación es incorrecta, pueden ocasionar daños importantes, además de representar una carga inútil para el motor.
- Mantener en óptimas condiciones los cojinetes del motor. Una cantidad considerable de energía se pierde en cojinetes en mal estado o si su lubricación es inadecuada (insuficiente o excesiva). Repárelos o sustitúyalos si tienen algún desperfecto y siga las instrucciones del fabricante para lograr una correcta lubricación.
- Realizar la inspección periódica del motor, incluyendo lecturas de corriente, potencia (kW), velocidad (rpm), resistencia de aislamiento, etc., con objeto de verificar si se mantienen en condiciones apropiadas de funcionamiento y eficiencia, y poder tomar acciones correctivas, cuando se requieran.
- Efectuar rutinariamente la limpieza del motor, con el propósito de eliminar la suciedad, el polvo y objetos extraños, que impidan su óptimo funcionamiento. La regularidad con que ésta se realice dependerá de las condiciones en las que el motor este trabajando, pero es recomendable desmontarlo al menos una vez al año para realizar la limpieza completa de todos sus componentes.
- Mantener actualizados los manuales de operación de los motores, incorporando en éstos las modificaciones que tengan lugar.



- Colocar carteles con instrucciones concretas para los operarios, con la finalidad de que los motores operen con la mayor seguridad y eficiencia.
- Es conveniente contar con un especialista que supervise los trabajos de instalación, reparación y operación de los motores y así lograr su óptimo funcionamiento.

2.4.1.- Un solo motor.

Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deben estar dimensionados para una intensidad del 125 % de la intensidad a plena carga del motor. En los motores de rotor devanado, los conductores que conectan el rotor con el dispositivo de arranque -conductores secundarios- deben estar dimensionados, asimismo, para el 125 % de la intensidad a plena carga del rotor. Si el motor es para servicio intermitente, los conductores secundarios pueden ser de menor sección según el tiempo de funcionamiento continuado, pero en ningún caso tendrán una sección inferior a la que corresponde al 85 % de la intensidad a plena carga en el rotor.

2.4.2.- Varios motores.

Los conductores de conexión que alimentan a varios motores, deben estar dimensionados para una intensidad no inferior a la suma del 125 % de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia, más la intensidad a plena carga de todos los demás.

Los conductores de conexión que alimentan a motores y otros receptores, deben estar previstos para la intensidad total requerida por los receptores, más la requerida por los motores, calculada como antes se ha indicado.



2.4.3.- Protección contra sobre intensidades.

Los motores deben estar protegidos contra cortocircuitos y contra sobrecargas en todas sus fases, debiendo esta última protección ser de tal naturaleza que cubra, en los motores trifásicos, el riesgo de la falta de tensión en una de sus fases.

En el caso de motores con arrancador estrella-triángulo, se asegurará la protección, tanto para la conexión en estrella como en triángulo. Las características de los dispositivos de protección deben estar de acuerdo con las de los motores a proteger y con las condiciones de servicio previstas para estos, debiendo seguirse las indicaciones dadas por el fabricante de los mismos.

2.4.4.- Protección contra la falta de tensión.

Los motores deben estar protegidos contra la falta de tensión por un dispositivo de corte automático de la alimentación, cuando el arranque espontáneo del motor, como consecuencia del restablecimiento de la tensión, pueda provocar accidentes, o perjudicar el motor.

Dicho dispositivo puede formar parte del de protección contra las sobrecargas o del de arranque, y puede proteger a más de un motor si se da una de las circunstancias siguientes:

- los motores a proteger estén instalados en un mismo local y la suma de potencias absorbidas no es superior a 10 kilovatios.
- los motores a proteger estén instalados en un mismo local y cada uno de ellos queda automáticamente en el estado inicial de arranque después de una falta de tensión.

Cuando el motor arranque automáticamente en condiciones preestablecidas, no se exigirá el dispositivo de protección contra la falta de tensión, pero debe quedar excluida la posibilidad de un accidente en caso de arranque espontáneo. Si el motor tuviera que llevar dispositivos limitadores de la potencia absorbida en el arran-



que, es obligatorio, para quedar incluidos en la anterior excepción, que los dispositivos de arranque vuelvan automáticamente a la posición inicial al originarse una falta de tensión y parada del motor.

2.4.5.- Sobreintensidad de arranque.

Los motores deben tener limitada la intensidad absorbida en el arranque, cuando se pudieran producir efectos que perjudicasen a la instalación u ocasionasen perturbaciones inaceptables al funcionamiento de otros receptores o instalaciones. Cuando los motores vayan a ser alimentados por una red de distribución pública, se necesitará la conformidad de la Empresa distribuidora respecto a la utilización de los mismos, cuando se trate de:

- Motores de gran inercia.
- Motores de arranque lento en carga.
- Motores de arranque o aumentos de carga repetida o frecuente.
- Motores para frenado.
- Motores con inversión de marcha.

En general, los motores de potencia superior a 0,75 kilovatios deben estar provistos de reóstatos de arranque o dispositivos equivalentes que no permitan que la relación de corriente entre el período de arranque y el de marcha normal que corresponda a su plena carga, según las características del motor que debe indicar su placa, sea superior a la señalada en el cuadro siguiente:

2.5.-DESCRIPCION Y CARACTERÍSTICA DE LA UNIDAD HIDRÁULICA ACTUADORA.

Unidad Hidráulica.

El principio más importante de la hidráulica es el de Pascal que dice que la fuerza ejercida sobre un líquido se transmite en forma de presión sobre todo el volumen del líquido y en todas direcciones.



Un circuito hidráulico básico podría constar de un depósito de aceite, una bomba que lo impulsa, una tubería que lo transmite y un cilindro que actúa.

Es la transformación de la energía, ya sea de mecánica o eléctrica en hidráulica para obtener un beneficio en términos de energía mecánica al finalizar el proceso.

Para el diseño de este proyecto se deberán considerar dos unidades de Potencia Hidráulica la primera que se llamará unidad de Potencia principal, la segunda Unidad de Potencia Auxiliar o de Emergencia.

La primera como su nombre lo indica será la principal y se podrá energizar desde la consola de control ubicada en la parte de popa (interior del barco), pero también se podrá arrancar desde el cuarto de máquinas, donde cada una tiene su tablero e interruptor principal. (Arranque-Paro, Paro de Emergencia).

Si llegara a fallar la unidad de potencia principal, la segunda solo podrá ser energizada desde el cuarto de máquinas.

La consola (botonera de control) servirá para ambas unidades de Potencia Hidráulica. Pero únicamente se podrá energizar la unidad principal.

2.5.1.-Producción de energía hidráulica.

La ventaja que implica la utilización de la energía hidráulica es la posibilidad de transmitir grandes fuerzas, empleando para ello pequeños elementos y la facilidad de poder realizar maniobras de mandos. A pesar de estas ventajas hay también ciertos inconvenientes debido al fluido empleado como medio para la transmisión. Esto debido a las grandes presiones que se manejan en el sistema las cuales posibilitan el peligro de accidentes.

2.5.2.- Componentes de un sistema hidráulico.

Bomba y motor nos proporcionan una presión y caudal adecuado de líquido a la instalación.

a).-Bomba hidráulica La bomba hidráulica convierte la energía mecánica en energía hidráulica. Es un dispositivo que toma energía de una fuente, (por ejemplo, un motor, un motor eléctrico, etc.) y la convierte a una forma de energía hidr-



áulica. La bomba toma aceite de un depósito de almacenamiento (por ejemplo, un tanque) y lo envía como un flujo al sistema hidráulico. Todas las bombas producen flujo de aceite de igual forma. Se crea un vacío a la entrada de la bomba. La presión atmosférica, más alta, empuja el aceite a través del conducto de entrada a las cámaras de entrada de la bomba. Los engranajes de la bomba llevan el aceite a la cámara de salida de la bomba. El volumen de la cámara disminuye a medida que se acerca a la salida. Esta reducción del tamaño de la cámara empuja el aceite a la salida. La bomba sólo produce flujo (por ejemplo, galones por minuto, litros por minuto, centímetros cúbicos por revolución, etc.), que luego es usado por el sistema hidráulico. La bomba no produce "presión". La presión se produce por acción de la resistencia al flujo. La resistencia puede producirse a medida que el flujo pasa por las mangueras, orificios, conexiones, cilindros, motores o cualquier elemento del sistema que impida el paso libre del flujo al tanque. Hay dos tipos de bombas: regulables y no regulables.

2.5.3.-Fuerza ejercida por algunos cilindros principales utilizados en este diseño.

Unidad de fuerza.

Una fuerza se puede definir como toda causa capaz de deformar un cuerpo, o de provocar o modificar su movimiento. Una fuerza se define por:

Su punto de aplicación;

Su dirección;

Su sentido;

Su intensidad.

En hidráulica, la fuerza (F) es igual al producto de la superficie receptora de un cilindro (S) por ejemplo, por la presión (P) que actúa sobre dicha superficie:

$$F = S P \dots\dots\dots \text{Ecuación No.3}$$



Dónde:

F= lbs.

P=Psi.

A=.Pulg².

Realizaremos un cálculo para saber la fuerza del cilindro de apertura de compuerta. El cual tiene un diámetro de 10" por una longitud de (1.20M).

Para abrir la compuerta se necesitan dos cilindros hidráulicos (1.00 M (39.37")) de largo x 8" de diámetro con vástago de 2" de diámetro.

Calculando el área del cilindro.

$$A = 2\pi rh \dots \dots \dots \text{Ecuación No.4.}$$

Primero calculamos el área del cilindro utilizando la ecuación No.4, en donde se obtiene el área de cada cilindro.

Substituyendo valores en la ecuación No.4.

$$A = 2(3.1416) (4) (39.27)$$

$$A = 989.47 \text{ pulg}^2.$$

Utilizando la formula No.3 para calcular la fuerza ejercida por cada cilindro.

Dónde:

F= lbs.

P=Psi. Presión utilizada en el sistema = 1,200 Psi.

A=.Pulg².

Substituyendo valores en la ecuación No.3

$$F = (989.47) (1,200)$$

$$F = 1,187,364 \text{ lbs.}$$

Para convertir a kilogramos se tiene que 1 libra = 0.454 Kg.



$$F = (1,187,364) (0.454)$$

$$F = 539,063 \text{ Kg.}$$

Esta es la fuerza ejercida por cada uno de los cilindros para la apertura de la compuerta.

El caudal.

En hidráulica, el caudal caracteriza a la rapidez del movimiento.

Si se tienen en cuenta las nuevas unidades básicas, entre las que figuran el vatio, el pascal, el newton, etc.

Unidad de presión.

La unidad legal de presión es el pascal (pa). En la práctica se utiliza el bar.:

1 bar.= 10 Pa.

El pascal es la presión ejercida por la fuerza de un newton que actúa sobre una superficie de un metro cuadrado.

En los Estados Unidos y demás países anglosajones, la unidad de presión en vigor es la p.s.i. (Pound per. Square Inch: libra por pulgada cuadrada).

La p.s.i. es igual a 0,07 Kg. /cm², es decir, 0,0689 bar., de donde se tiene que 1000 p.s.i. = 70 Kg. /cm², o sea 68.9 bar.

Unidad de trabajo.

El trabajo (W) es igual al producto de una fuerza (F) por el desplazamiento de dicha fuerza (d):

$$W = Fd \dots \dots \dots \text{Ecuación 5.}$$

En lo sucesivo, el trabajo lo expresaremos en kilogramos-metro, (kg.M).



Unidad de potencia.

La unidad legal de potencia es el vatio (W). En la práctica se utiliza el kilovatio (kW); $1 \text{ kW} = 1000 \text{ W}$.

El vatio es la potencia que produce un julio por segundo. Julio (J) es el trabajo producido por la fuerza de un newton, cuyo punto de aplicación se desplace un metro en la dirección de la fuerza.

El newton (N) es la fuerza que comunica una aceleración de un metro por segundo al cuadrado (m/s^2), a un cuerpo que tenga una masa igual a un kilogramo.

El caballo (CV) era la potencia necesaria para levantar una masa de setenta y cinco kilogramos a un metro de altura, en un segundo (75 kgm/s).

Golpe de ariete.

El golpe de ariete empieza a manifestarse en formas de vibraciones y de ruidos de martilleo en las tuberías que acusan sus efectos. El golpe de arietes es la consecuencia de la modificación brusca del régimen de circulación en una tubería.

La variación de este régimen se provoca al cerrar rápidamente una corredera, una válvula o una compuerta.

Así, por ejemplo, cuando una compuerta se somete a un cierre casi instantáneo, a nivel de ésta se produce el nacimiento de una onda de presión que va a iniciar inmediatamente el recorrido de ida y vuelta, a lo largo de la tubería situada aguas arriba de la compuerta, con una fuerza y una velocidad decreciente. Los efectos de esta onda de presión serán absorbidos por el rozamiento y por la inercia en el interior de la tubería.

Se ha de puntualizar que los golpes de ariete pueden producir reacciones positivas o negativas y que la velocidad de una onda de presión en una tubería puede ser considerablemente superior a la velocidad de propagación del sonido en el aire; del orden de tres o cuatro veces este valor, dependiendo de la compresibilidad del fluido transportado. En las instalaciones hidráulicas que estén sometidas a variaciones frecuentes y rápidas de traslación o de rotación, la sobrepresión debida al golpe de ariete puede producir:

Excesiva fatiga de las tuberías, e incluso su rotura;



Fugas en las juntas y uniones.

Destrucción de las juntas;

Deterioro de las compuertas, con el consiguiente fallo en la regulación de los sistemas de mando o de pilotaje.

Graves perjuicios en los filtros de alta presión colocados en el circuito recorrido por la onda. Esta es la razón por la que las instalaciones modernas van provistas de uno o varios acumuladores de presión. Estos aparatos observen con eficacia los golpes de ariete e incluso, según como estén montados, pueden restituir oportuna y favorablemente la energía perjudicial que habían captado previamente. Para estos aparatos se auguran brillante porvenir.

Por lo general, el golpe de ariete se produce en una tubería, cuando la sobrepresión producida por la onda se hace igual o ligeramente superior al valor de la presión a que estaba sometida la tubería antes de cerrar la compuerta.

El mejor medio para reducir el golpe de ariete consiste, por una parte, en reducir la longitud de la tubería y, por otra parte, en aumentar el tipo de cierre del elemento de obstrucción.

Para evitar este golpe las conexiones de cambio de dirección de las tuberías, los codos empleados son soldables de radio largo.

2.5.4.- Arranque de los motores de las unidades hidráulicas empleados en este diseño.

La secretaria de marina Armada de México en sus requerimientos de diseño establece que los motores se deberán arrancar con arrancadores a tensión reducida, para evitar un elevado de consumo de corriente al momento de arranque de los mismos. Ya que la energía que se consume en este sistema deberá ser controlada para no afectar los demás sistemas eléctricos.

2.5.3.1.- Principio de los arrancadores suaves utilizados.

Los arrancadores suaves limitan la corriente y el par de arranque, de este modo, se evita el esfuerzo mecánico y las bajas de tensión en las líneas. La tensión del motor se reduce con el control de fase, y aumenta desde una tensión de arranque



ajustable hasta la tensión de la línea dentro del tiempo de arranque. Gracias al control de la tensión de mando sin pasos, el motor se ajusta a la conducta de accionamiento de la máquina. El equipo de operaciones mecánicas se acelera especialmente de forma suave, lo que influye positivamente su conducta operativa y prolonga su vida de servicio. En resumen: el arranque y paradas suaves protegen los dispositivos conectados y aseguran operaciones de producción suaves. Esos arrancadores están provistos de protección de motor contra sobrecargas. La capacidad del motor para las unidades hidráulicas, la secretaria de marina en sus cláusulas establece que este deberá ser de 50 HP. Y que el arrancador será a tensión reducida.

Por lo que se optó por utilizar un arrancador de la marca Siemens con señal de arranque-paro de 24 VDC.

SIRIUS 3RW30.

El arrancador de estado sólido SIKOSTART SIRIUS, se aplica en el arranque y paro de motores tipo jaula de ardilla.



Figura No.2.1, Arrancador SIRIUS 3RW30, Fuente afinidad eléctrica .com.



Gracias a su control de 2 fases, la corriente se mantiene a un valor mínimo en las tres durante todo el tiempo de arranque. Debido a su influencia en el voltaje se evitan los picos de corriente y par, que por ejemplo en el caso de los arrancadores Estrella-Delta son inevitables. Es de tamaño compacto y sus tres funciones son fáciles de parametrizar (Inicio de rampa de voltaje, tiempo de rampa y tiempo de frenado suave).

El tiempo de arranque, la tensión de arranque y tiempo de parada se pueden ajustar por medio de 3 potenciómetros. Por este motivo, el arrancador suave siempre realiza un trabajo óptimo.

2.6.-MEDICIONES, PRUEBAS Y CONSIDERACIONES NORMATIVAS EMPLEADAS.

Las mediciones de potencia hidráulica, medición de consumo de corriente de sensores inductivos, medición de corriente de los motores de inducción se realizaron en el taller de construcción.

Para las pruebas previas se simuló posiciones de trincas, posición de la compuerta, se situaron los sensores en donde le correspondía a cada uno. Indicando la posición de cierre o apertura de trincas y compuerta.

Dentro de la calidad del producto se requirieron certificados de calidad de los motores y también de la bomba hidráulica.

Las pruebas finales como se podrán dar cuenta no se pueden simular en fábrica, estas se realizaron en sitio de la puesta en operación.

La documentación presentada por el fabricante (certificado de calidad) se comprueba que las pruebas se realizaron de acuerdo a:

Norma Oficial Mexicana NOM-016-ENER-2010, eficiencia energética de motores de corriente alterna, trifásicos, de inducción, tipo jaula de ardilla, en potencia nominal de 0,746 a 373 kW. Límites, método de prueba y marcado

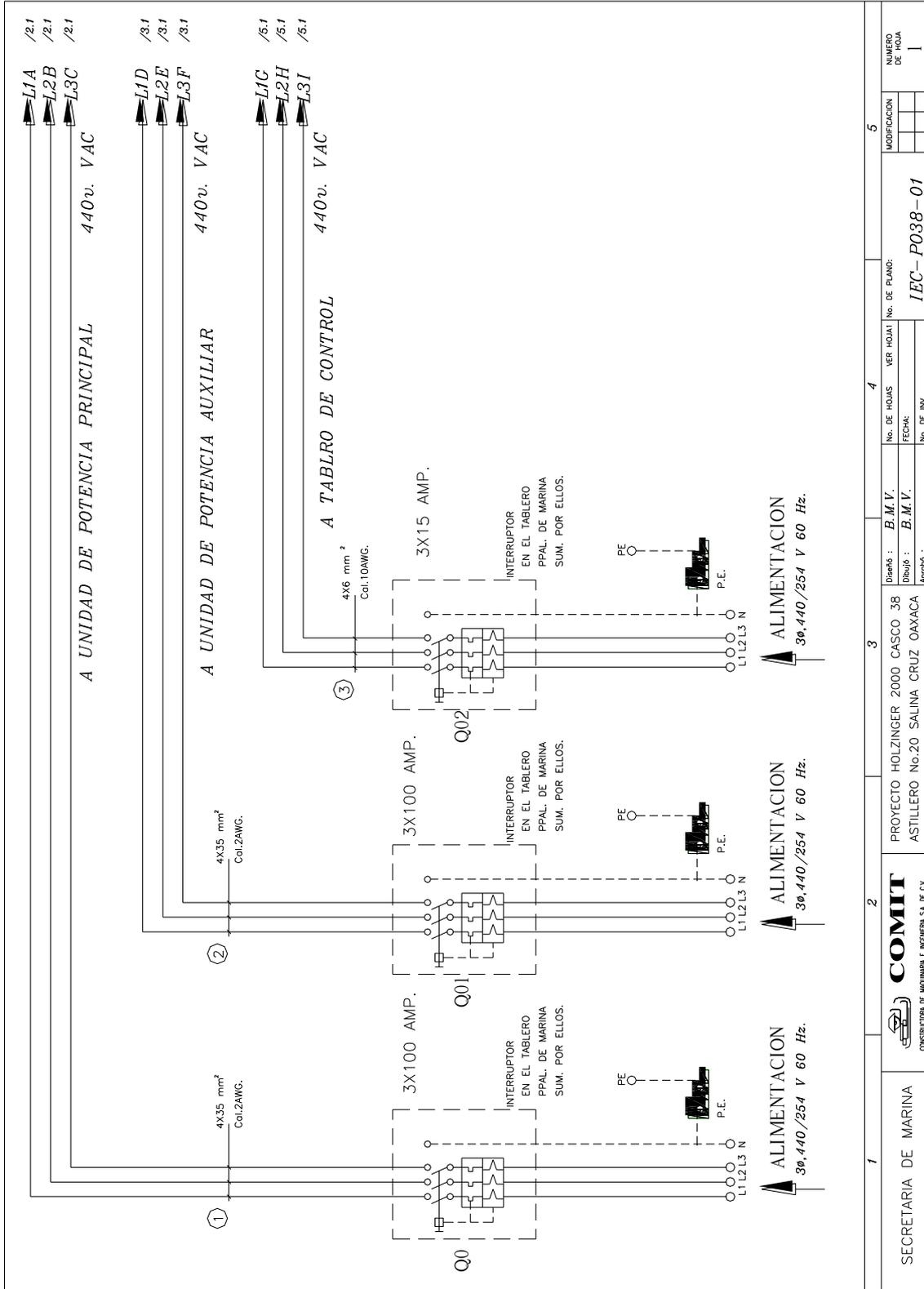


2.7.-DIAGRAMA UNIFILAR.

En el diagrama unifilar realizado se desconoce la potencia de generación, nuestro alcance con respecto a este diseño se limita únicamente al control electroneumático, por lo que este dato no aparece en el listado. Ver ANEXO A. agregado a este trabajo.



2.8.-PLANOS Y MEMORIAS.



1	SECRETARIA DE MARINA	 COMIT CONSTRUCTORA DE MAQUINARIA E INGENIERIA S.A. DE C.V.	PROYECTO HOLZINGER 2000 CASCO 38	Diseño : B.M.V.	No. DE HORAS	No. DE PLANG.	MODIFICACION 5	NUMERO DE HOJA 1
2			ASTILLERO No.20 SALINA CRUZ OAXACA	Dibujó : B.M.V.	FEDPAK	IEC- P038-01		
3								
4								
5								

Diagrama de Fuerza

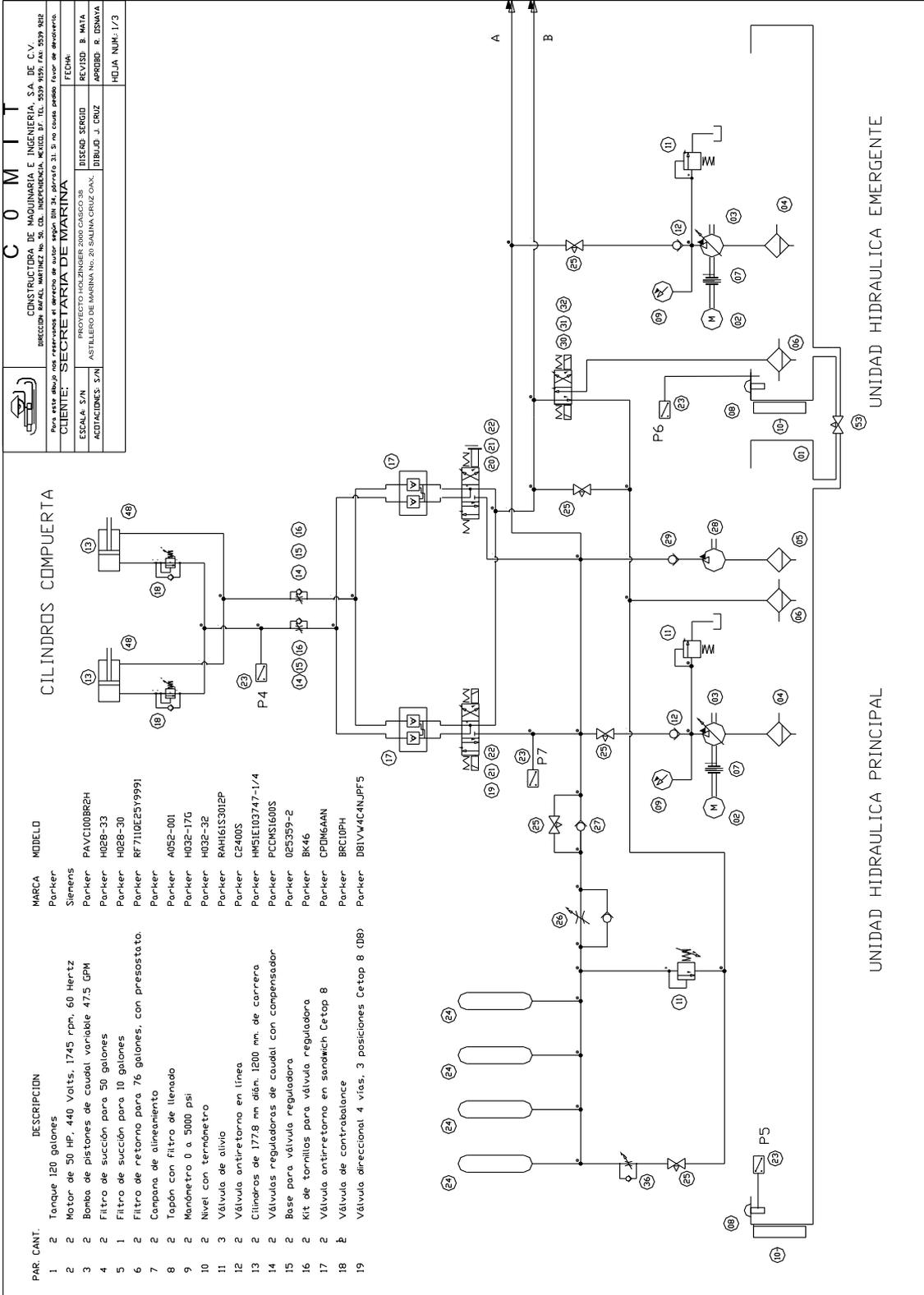
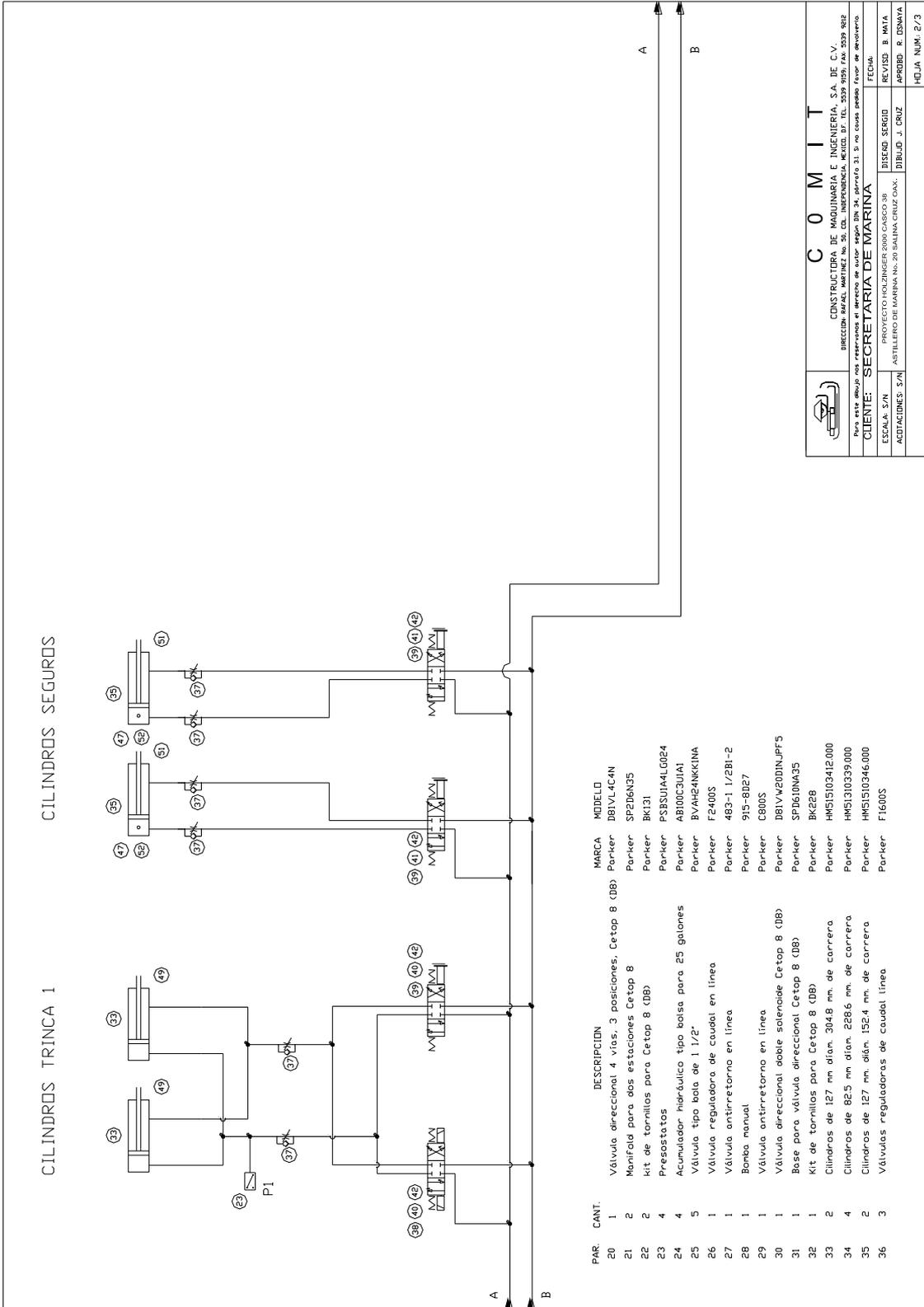


Diagrama Hidráulico 1 de 3.



C O M I T

CONSTRUCTORA DE MAQUINARIA E INGENIERIA, S.A. DE C.V.
 DIRECCION GENERAL: Ing. J. Cruz, P.O. Box 100, Col. Independencia, Mexico, D.F. Tel. 5259 9159, Fax 5259 9212

CLIENTE: SECRETARIA DE MARINA

PROYECTO: PROYECTO HOLZINGER 2000 CASCO 3B
 ASTILLERO DE MARINA No. 29 SALINA CRUZ DMX.

ESCALA: S/N
 ACOTACIONES: S/N

DISEÑADO: SERGIO
 REVISADO: B. IMTA
 DIBUJADO: J. CRUZ
 APROBADO: R. USNAVA

FECHA:
 HOJA NUM. 2/3

Diagrama Hidráulico 2 de 3.

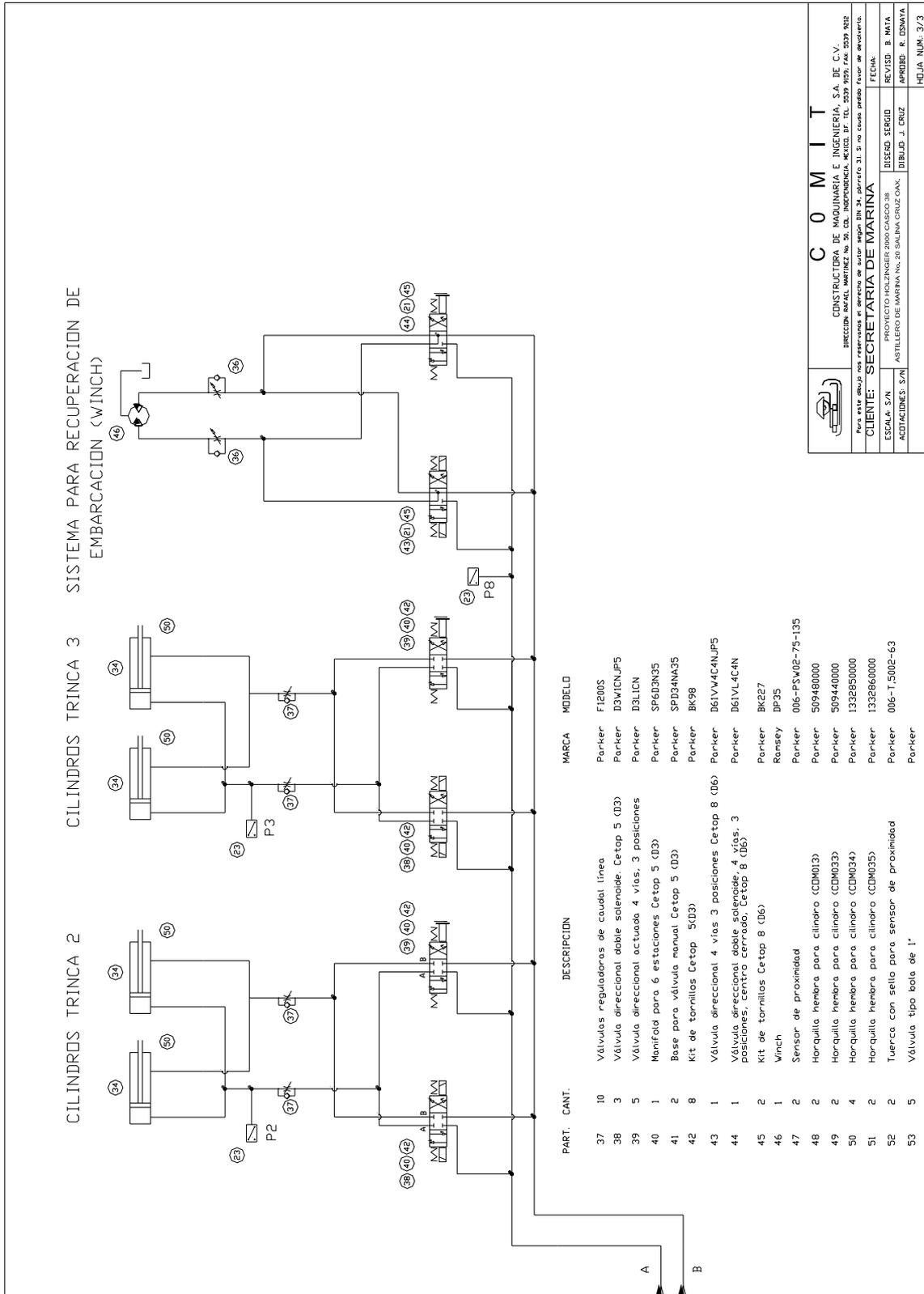


Diagrama Hidráulico 3 de 3.



CAPITULO 3.- DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL ELECTRICO.

3.1.-ANTECEDENTES Y CONSIDERACIONES.

El diseño de control de apertura de la compuerta, consiste principalmente en abrir y cerrar la compuerta que está localizada en la parte trasera del buque (popa). El control eléctrico se realiza a través de relevadores auxiliares apoyados con sensores de presencia y detectores de presión. Para asegurar un mejor cierre se utilizan seguros (trincas), que también están monitoreadas por sensores de presencia y detectores de presión.

Las observaciones de la secretaria Marina en cuanto a seguridad de la apertura de la compuerta fueron muy marcadas, tal vez se tenía una incertidumbre por saber si la compañía era capaz de realizar estos requerimientos. Dentro de ellos se encuentran los siguientes puntos de seguridad.

Uno de los primeros puntos era que cuando los cilindros de trincas manuales estuvieran sujetando la compuerta (manuales o viajeras), no se ejecutara ningún movimiento; hasta que éstos estuvieran retraídos (sin enganchar la compuerta)

Para esto se colocaron sensores inductivos en la parte retraída de los vástagos.

Otra de las sugerencias era de en la consola de control se pudieran realizar movimientos (omitiendo la seguridad del control

Esto quiere decir que la compuerta no podrá abrir cuando las trincas estén cerradas y que las trincas no podrán abrir ni cerrar cuando la compuerta este abierta.

En las anteriores embarcaciones se tienen doble botonera paralela a la del control principal, esta es para manipular los movimientos de los cilindros sin condiciones de seguridad.

Para no instalar otra botonera paralela se optó por colocar una llave (puenteo de seguridades).

El funcionamiento de esta llave consiste en lo siguiente.



- Que el paro de emergencia este activado. (Que la lámpara de paro de emergencia lo indique).

El bloqueo es para desenergizar K0, este relevador es de paro de emergencia y nos da tensión de seguridad 24 VDC. Desenergiza la unidad de potencia hidráulica que se esté utilizando.

- Solo en este momento la llave podrá activarse, y puentear todas las seguridades del control eléctrico.

Nota: Se entiende por puenteo de seguridades: que se podrán realizar todos los movimientos de los cilindros a voluntad del operador.

Esta llave solo la tendrá el jefe de mantenimiento industrial o responsable del equipo.

Por último se tiene la siguiente recomendación.

Únicamente la unidad de potencia principal se podrá energizar desde la consola de control. La unidad de potencia auxiliar únicamente se podrá energizar desde el cuarto de máquinas (lugar donde se encuentran las dos unidades de potencia). Todos los botones de la consola serán utilizados para ambas unidades de potencia. Solo podrá arrancarse una unidad de potencia a la vez.

3.2.-Descripción y características de los elementos empleados.

Para el buen funcionamiento del control se cuenta con equipos periféricos tales como, consola de mando (botonera), sensores inductivos, trincas manuales, trincas viajeras, instrumentos de medición de presión (manómetros), sensores de presión (presostatos). A continuación se detalla brevemente cada uno de ellos.

3.2.1.-Consola de Mando.

Para el control del motor y las electroválvulas, se cuenta con una consola de mando la cual contiene lo siguiente elementos:

Botón pulsador: Conectar tensión de control.

Botón pulsador: Desconectar tensión de control.



Botón pulsador: Arranque del motor de la unidad de potencia principal.

Botón pulsador: Paro del motor de la unidad de potencia principal.

Botón tipo joystick: Dos posiciones abrir-cerrar compuerta.

Botón pulsador: Abrir trincas.

Botón pulsador: Cerrar trincas

Piloto que indica: Puerta abierta.

Piloto que indica: Trincas cerradas.

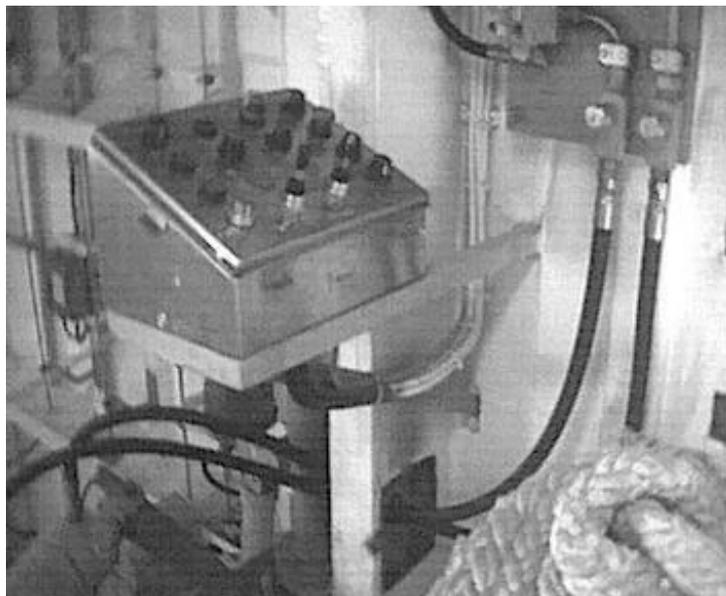


Figura No.3.1
Consoleta de mando, Fuente (archivo personal)

Todas las electroválvulas contarán con palancas de accionamiento manual, las cuales se utilizarán cuando se tiene potencia de emergencia a través de los acumuladores o de la bomba manual. Únicamente la válvula de accionamiento de las trincas manuales no cuenta con accionamiento eléctrico.

3.2.2.-Tipos de sensores de inductivos utilizados en este proyecto.

Son dispositivos que detectan señales para actuar en un determinado proceso u operación, teniendo las siguientes características:



- Son dispositivos que actúan por inducción al acercarse un objeto.
- No requieren contacto directo con el material a sensor.
- Son los más comunes y utilizados en la industria.
- Se encuentran encapsulados en plástico para proveer una mayor facilidad de montaje y protección ante posibles golpes.

Hay cuatro tipos principales de sensores inductivo, capacitivo, fotoeléctrico y ultrasónico.

Los sensores inductivos detectan la presencia de metales mediante un campo electromagnético, los sensores capacitivos utilizan un campo electrostático, los sensores ultrasónicos utilizan ondas ultrasónicas y los sensores fotoeléctricos reaccionan a los cambios en la cantidad de luz recibida.

Tabla No. 3.1. Tecnología de sensores.

<i>Sensor</i>	<i>Objeto detectado</i>	<i>Tecnología.</i>
<i>Inductivo</i>	<i>Metal</i>	<i>Campo electromagnético</i>
<i>Capacitivo</i>	<i>Todos</i>	<i>Campo electrostático.</i>
<i>Ultrasónicos</i>	<i>Todos</i>	<i>Ondas de sonido</i>
<i>Fotoeléctrico.</i>	<i>Todos</i>	<i>Luz.</i>

Los detectores inductivos son actualmente indispensables en el uso industrial. En comparación con los detectores mecánicos, éstos ofrecen condiciones casi ideales: funcionamiento sin contacto libre de desgaste, así como alta frecuencia y precisión de detección. Además no son sensibles a vibraciones, polvo o humedad. Los sensores inductivos detectan sin contacto todos los metales.

Preferentemente estos se utilizan en detección de objetos metálicos a corta distancia.

En general, los sensores de proximidad inductivos, se componen de cuatro elementos básicos: la bobina, un oscilador, un circuito de disparo, y un circuito de conmutación de salida, protegido contra corto-circuitos. El oscilador, genera un campo electromagnético de alta frecuencia, el cual será emitido por la bobina, radiando desde la superficie de la zona sensitiva. Al penetrar un objeto metálico en éste campo electromagnético, se producen unas corrientes parásitas, que ab-

sorben energía, tanto del campo electromagnético, como del oscilador. Esta absorción de energía, llamada atenuación, se incrementa al acercarse el objeto metálico a la superficie sensible. El circuito de disparo activa el circuito de salida, al excederse un determinado valor atenuación. En los detectores de proximidad de DC (CC), el circuito de salida puede ser un transistor NPN, que conectará una carga al polo negativo, o también puede ser un transistor PNP que conecta la carga al polo positivo. En las unidades previstas para AC (CA) un thyristor o un triac suelen ser los que efectúan la conmutación.

- 1) Parte final del detector
- 2) Conmutador de umbral
- 3) Oscilador
- 4) Bobina

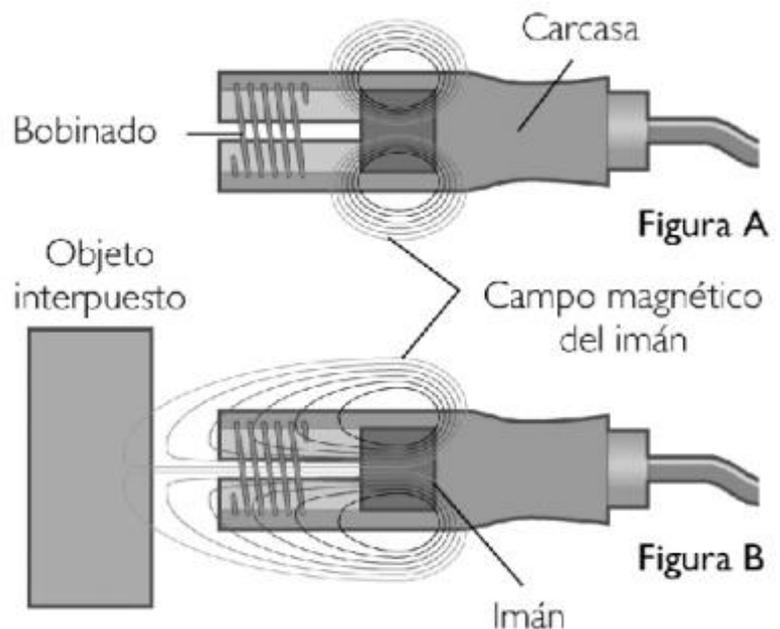


Figura No.3.2, Sensor Inductivo.

Los sensores de proximidad inductivos incorporaran una bobina electromagnética la cual es usada para detectar la presencia de un objeto metálico conductor, este tipo de sensor ignora objetos no metálicos.



3.2.2.1.- Los sensores utilizados son NA (normalmente abiertos).

Las salidas son consideradas normalmente abiertas (NA) o normalmente cerradas (NC) basándose en el estado del transistor cuando un objeto de metal a detectar se encuentra ausente.

Si, por ejemplo, el transistor de salida está apagado cuando el objeto metálico está ausente, entonces es un dispositivo normalmente abierto (NA).

Si el transistor de salida está encendido cuando el objeto metálico está ausente, entonces es un dispositivo normalmente cerrado (NC).

Conexión serie utilizada en el arreglo de los sensores.

En muchas aplicaciones puede ser necesaria la utilización de más de un sensor para controlar un proceso, los sensores pueden ser conectados en serie o paralelo. Cuando los sensores son conectados en paralelo cualquiera de los sensores puede entregar corriente a la carga (basta con que uno detecta la presencia de un objeto metálico).

Para la ejecución del proyecto se utilizará la conexión serie.

Todos los sensores entregarán corriente, el primero le entregará al segundo. El segundo al tercero y así sucesivamente, de manera que si alguno falla se interrumpe la secuencia y por ende no se entrega corriente a la carga (que en este caso es un relevador de control).

3.2.2.2.- Clasificación según el tipo de conexión.

Conexión a tres hilos. Ésta es la más frecuente para los detectores de CC con salida por transistor. Se tiene un hilo común para alimentación y carga y los otros dos son diferenciados uno para la alimentación y otro para la carga. El hilo común debe conectarse al terminal negativo de la alimentación para transistores PNP y al terminal positivo para los de tipo NPN.

Los utilizados en este desarrollo fueron de este tipo PNP.

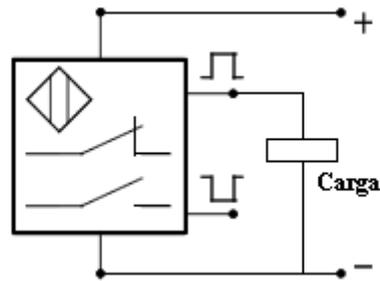


Figura No.3.3

Sensor Inductivo 24 VDC. Tres hilos. Fuente /files.pperl+fuchs.com.

3.2.2.3.- Características de salida de sensores utilizados.

Los sensores utilizados se clasifican según el tipo de salida. Detectores todo-nada de CC. Se trata de detectores cuya salida suele ser un transistor PNP o NPN. Precisamente el tipo de transistor determina la forma de conexión de la carga. Este tipo de detectores sirven para detectar la proximidad de piezas metálicas en un rango de distancias que va desde 1 mm a unos 30 mm, con una posible resolución del orden de décimas de milímetro. Se utilizan sensores de forma cilíndrica roscada con un diámetro normalizado de M30. Tipo enrasable. **Ver figura No. 3.4.**



Figura No.3.4

Sensor Inductivo 24 VDC. Tres hilos. M30. Fuente /files.pperl+fuchs.com.

3.2.3.-Sensor de presión "Presostato"

Un presostato es un instrumento que capta automáticamente un Cambio en la presión y abre o cierra un elemento de conmutación eléctrica cuando se llega a un punto de presión predeterminado. **Ver figura 3.5.**



Punto de actuación: Conocido, generalmente, como "punto de referencia". El punto de actuación se expresa por medio de la presión exacta a la cual se acciona el interruptor de disparo, ya sea para abrir o cerrar el circuito eléctrico (de acuerdo con la manera en que el interruptor está conectado).

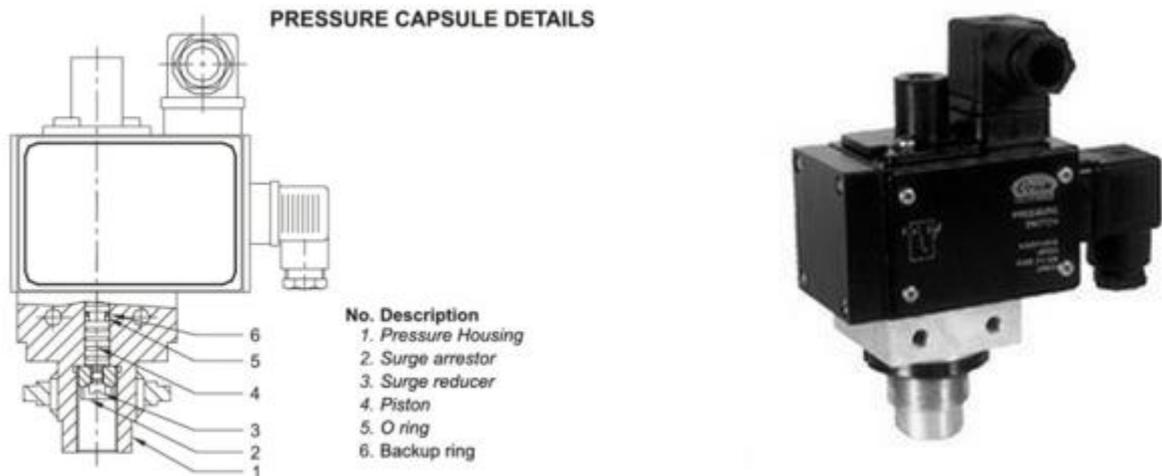
Zona muerta. La zona muerta es la diferencia entre el punto de actuación y el punto de reactivación en un interruptor accionado por presión. (Por ejemplo: si se configura un presostato para que funcione a 200 psi con una presión en aumento, el interruptor se cerrará cuando la presión llegue a dicho punto. Cuando la presión baja a 190, el interruptor se abre (este es el punto de reactivación). La zona muerta del interruptor es 10 psi (la diferencia entre la posición de ajuste de 200 y el punto de reactivación de 190 psi).

Presión del sistema. La presión calculada de un sistema hidráulico o neumático, que no incluye las sobrecargas máximas que puede encontrar el sistema.

Tolerancia: La tolerancia es la variación normal en presostatos de producción con las mismas especificaciones. Afecta el valor de actuación y el punto de reactivación y no la precisión del punto de referencia.

Presión de trabajo: El rango operativo es el rango de presión que un interruptor puede captar en condiciones de trabajo normales. Esto se conoce, comúnmente, como rango ajustable.

Presión Variable. La presión fluctuante que tiene características de una magnitud suficiente para hacer funcionar un interruptor accionado por presión. Esta presión es, generalmente, la que capta un presostato.



**Figura No.3.5, Presostato hidráulico
5 - 400 bar ,DJ series Kaustubha Udyog**

Los interruptores de presión de la serie de DJ se contienen en recinto cubierto polvo fundido a troquel presión del aluminio y se recomiendan para el montaje en panel o al servicio al aire libre. Dos conectadores separados se proporcionan para el cableado eléctrico para dos circuitos independientes.

3.3.-DESCRIPCION DE LA OPERACIÓN DEL SISTEMA.

El diseño cuenta un sistema de potencia hidráulica con muchas ventajas dentro de las cuales se encuentran las siguientes condiciones de seguridad. Al iniciar la operación se encuentra directamente la posibilidad de arrancar la unidad de potencia principal desde la consola de mando. En segundo lugar de tiene una unidad de potencia auxiliar por si llegase a fallar la primera (de igual capacidad que la principal). En tercer lugar y agotando todos los recurso de la unidad de potencia de emergencia se tienen acumuladores de 25 galones cada uno. (4 piezas). Y por último recurso se tiene una bomba manual. A continuación se detalla la operación de cada uno de los sistemas que conforman la operación en condiciones normales y de emergencia.



3.3.1.-Operación del sistema con la unidad hidráulica principal.

La unidad de potencia principal se podrá energizar desde la consola.

La compuerta solo podrá abrir cuando las trincas estén abiertas (sin seguro).

Para abrir la compuerta se necesitan dos cilindros hidráulicos (1.00 (39.37") M. de largo x 10" de diámetro con vástago de 2" de diámetro).

Para realizar la operación de apertura de la compuerta desde la consola de mando, se debe realizar lo siguiente. Energizar con el botón "Tensión de Control" después - Arrancar Unidad Hidráulica. Si éstos no responden verificar que todos los fusibles estén en posición correcta de energizado. Si los cilindros de trincas manuales están sujetando la puerta no se realizara ningún movimiento, excepto las trincas manuales (Por que estas no se accionan desde la consola de mando tiene que ser forzosamente desde el banco de válvulas en forma manual). Para vigilar que la compuerta este abierta se utilizaron presostatos. Para indicar que la compuerta este cerrada se utilizaron sensores inductivos.

3.3.2-Accionamiento cierre de trincas manuales (seguros) para garantizar la hermeticidad de la compuerta.

Para indicar que las trincas estaban abiertas se utilizaron sensores de presión. Para indicar que las trincas estaban cerradas se utilizaron sensores magnéticos. Las trincas solo podrán abrir o cerrar cuando la compuerta está cerrada. Las trincas no podrán manipularse cuando la compuerta este abierta. Estas se encuentran montadas en un soporte de acero de forma cilíndrica en el interior del barco. Ver figura 3.8.

Estas trincas (seguros manuales) le llamamos de esta manera porque después de que la compuerta está cerrada y con las trincas viajeras de la compuerta accionadas, estas se enganchan manualmente en el saliente de la compuerta, es una especie de argolla que se encuentra estratégicamente en el marco de la compuerta. Se retraen los cilindros (accionamiento de palancas de forma manual, estas válvulas no cuentan con bobinas de accionamiento eléctrico).



Ejemplo de cálculo de la Fuerza ejercida por cada cilindro de trinca manual.

Realizaremos un cálculo para saber la fuerza del cilindro de trinca manual. El cual tiene un diámetro de 3" por una longitud de 12".

Primero calculamos el área del cilindro utilizando la ecuación No.4, en donde se obtiene el área de cada cilindro.

Substituyendo valores en la ecuación No.4.

$$A = 2(3.1416) (1.5) (12)$$

$$A = 113 \text{ pulg}^2.$$

Utilizando la formula No.3 para calcular la fuerza ejercida por cada cilindro.

Dónde:

F= lbs.

P=Psi. Presión utilizada en el sistema = 1,200 Psi.

A=.Pulg².

Substituyendo valores en la ecuación No.3

$$F = (113) (1,200)$$

$$F = 135,600 \text{ lbs.}$$

Para convertir a kilogramos se tiene que 1 libra = 0.454 Kg.

$$F = (135,600) (0.454)$$

$$F = 61,562 \text{ Kg.}$$

Esta es la fuerza ejercida por cada uno de los cilindros para las trincas manuales.

3.3.3.-Utilizacion de sensores magnéticos para detectar trincas manuales cerradas.

Trincas manuales cerradas.

Por la complejidad del sistema de detección se decide instalar un imán (anillo) en el extremo del cilindro (pistón) para detectar que las trincas están cerradas.

Los sensores detectan la posición del imán, estos tienen un contacto NA, se cierran cuando existe la presencia del imán, y se abre en ausencia de este.

Y así de esta manera podemos tener una señal positiva (24 VDC). Cuando los cilindros están totalmente retraídos los sensores detectan la presencia del imán y en este momento se cierran los contactos normalmente abiertos, provocando que se energize la bobina del relevador K10. Los sensores 9 y 10 representan a los sensores que están en la parte fija del barco (seguros manuales) se representan en la parte superior, estos sensores detectan un imán que se encuentra en la parte del vástago al estar este totalmente retraído. Ver figura No.3.6 que se muestra.

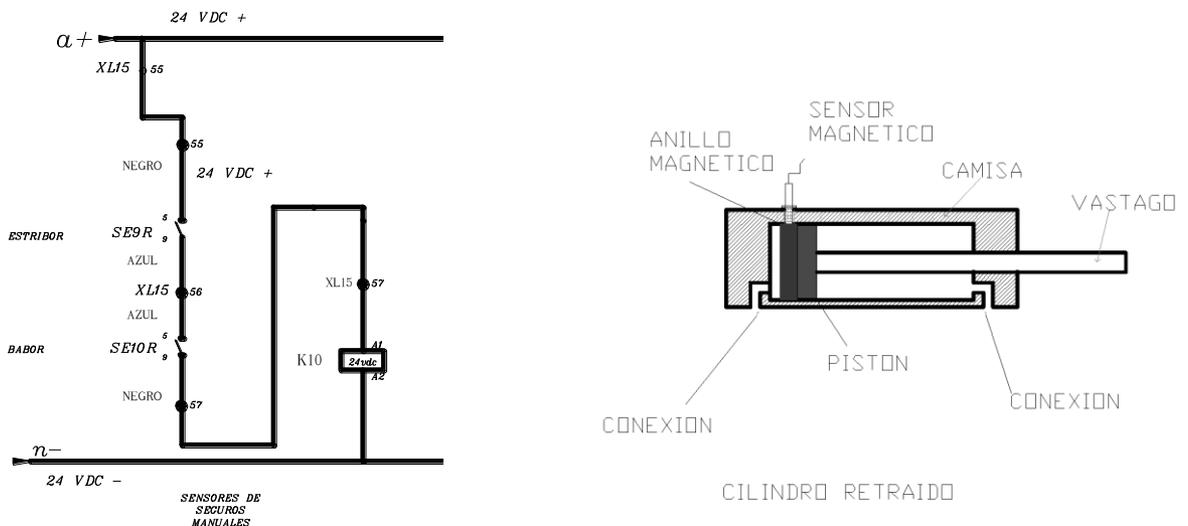


Figura 3.6, Trincas manuales cerradas, vástago retraído.

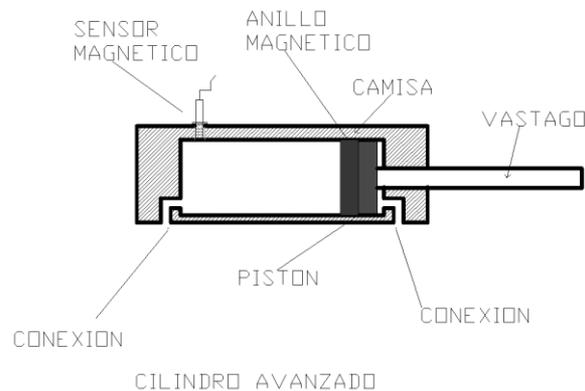


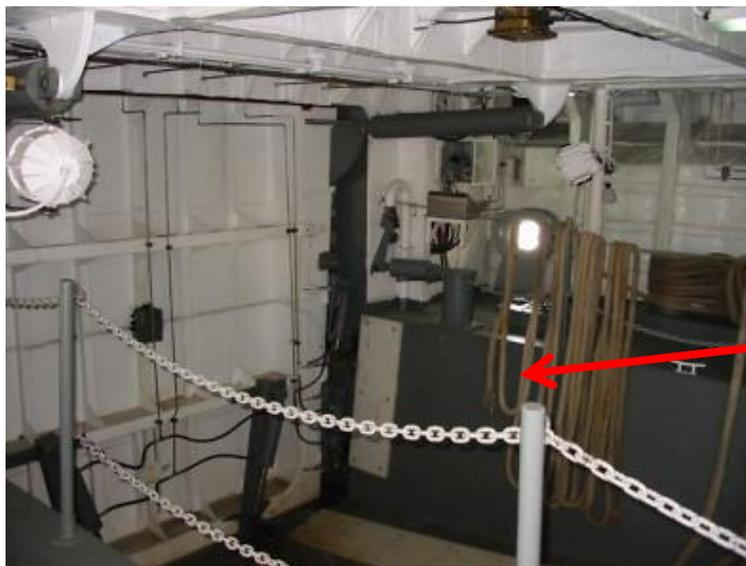
Figura No.3.7, Trincas abiertas vástago avanzado.

3.3.4.-Para detectar trincas manuales abiertas únicamente se utiliza la señal de retraído del cilindro.

Seguramente se preguntaran lo siguiente: y si por alguna razón los cilindros no engancharon la oreja de la compuerta, los sensores estarán indicando que la compuerta esta con las trincas manuales puestas.

Solución: para lograr la posición exacta del vástago se realizaron simulaciones (ensayos), esto quiere decir que el vástago no puede llegar más allá de lo permitido por el tope de la compuerta.

Si por alguna razón los cilindros son actuados sin enganchar la compuerta. Los vástagos se retraerán totalmente y los sensores dejaran de actuar, ver **figura 3.6**



Trincas manuales

Figura No.3.8

Posición de los sensores magnéticos colocados en las trincas manuales, conectados en serie. Fuente (archivo personal)

3.3.5.-Accionamiento de trincas de compuerta (viajeras). Para el cierre hermético de la compuerta.

La recomendación de la secretaria de marina en cuanto a vigilar la posición de los seguros es clara. "Se deberá indicar por medios mecánicos o electrónicos la posición de las trincas". Para asegurar un buen funcionamiento electromecánico. Estos seguros viajan con la compuerta se decidió que se instalaran sensores inductivos conectados en serie. Para indicar que las trincas estaban abiertas se utilizaron sensores inductivos. Para indicar que las trincas estaban cerradas se utiliza-



ron sensores de presión (presostatos). Las trincas solo podrán abrir o cerrar cuando la compuerta está cerrada. Las trincas no podrán manipularse cuando la compuerta este abierta.

**Fuerza ejercida por cada cilindro de trincas viajeras (laterales).
4 cilindros de trincas viajeras.**

Realizaremos un cálculo para saber la fuerza del cilindro de trincas viajeras. El cual tiene un diámetro de 2" por una longitud de 12". (4 cilindros hidráulicos).

Primero calculamos el área del cilindro utilizando la ecuación No.4, en donde se obtiene el área de cada cilindro.

Substituyendo valores en la ecuación No.4.

$$A = 2(3.1416) (1) (12)$$

$$A = 75.40 \text{ pulg}^2.$$

Utilizando la formula No.3 para calcular la fuerza ejercida por cada cilindro.

Dónde:

F= lbs.

P=Psi. Presión utilizada en el sistema = 1,200 Psi.

A=.Pulg².

Substituyendo valores en la ecuación No.3

$$F = (75.40) (1,200)$$

$$F = 90,480 \text{ lbs.}$$

Para convertir a kilogramos se tiene que 1 libra = 0.454 Kg.

$$F = (90,480) (0.454)$$

$$F = 41,077 \text{ Kg.}$$

Esta es la fuerza ejercida por cada uno de los cilindros para las trincas manuales viajeras.

2 cilindros de trincas viajeras.



Realizaremos un cálculo para saber la fuerza del cilindro de trínca manual. El cual tiene un diámetro de 2" por una longitud de 16". (2 cilindros hidráulicos).

Primero calculamos el área del cilindro utilizando la ecuación No.4, en donde se obtiene el área de cada cilindro.

Substituyendo valores en la ecuación No.4.

$$A = 2(3.1416) (1) (16)$$

$$A = 100.53 \text{ pulg}^2.$$

Utilizando la fórmula No.3 para calcular la fuerza ejercida por cada cilindro.

Dónde:

F= lbs.

P=Psi. Presión utilizada en el sistema = 1,200 Psi.

A=.Pulg².

Substituyendo valores en la ecuación No.3

$$F = (100.53) (1,200)$$

$$F = 120.636 \text{ lbs.}$$

Para convertir a kilogramos se tiene que 1 libra = 0.454 Kg.

$$F = (120,636) (0.454)$$

$$F = 54,768 \text{ Kg.}$$

Esta es la fuerza ejercida por cada uno de los cilindros para la apertura de la compuerta.

3.3.6.-Trincas viajeras abiertas, arreglo de sensores inductivos conectados en serie para detectar esta posición.

Estos sensores se encuentran en la parte interna de la compuerta (al momento de la apertura estos viajan con ella). Son del tipo PNP, esto quiere decir que cuando uno se activa nos manda una señal positiva (se cierra un contacto NA.). Estos sensores inductivos están conectados en serie (ver **figura No. 3.9)** así de esta

manera sabremos cuando las trincas estén totalmente abiertas y por ende tendremos 24 VDC. En la salida de nuestro diagrama, estos sensores tienen un alcance máximo de 10mm. De distancia de sensado, así que cuando todos los sensores estén activados solo de esta manera tendremos 24 VCD. De lo contrario se interrumpe la secuencia de salida. Si por alguna razón alguno de los sensores no se activa, puede ser por, desajuste de posición, daño físico o daño eléctrico. En el conector de cada uno de los sensores se tiene un led indicativo (luz verde activado, luz roja desactivada). De esta manera es muy sencillo darse cuenta si alguno falla.

Ver **figura No. 3.9**

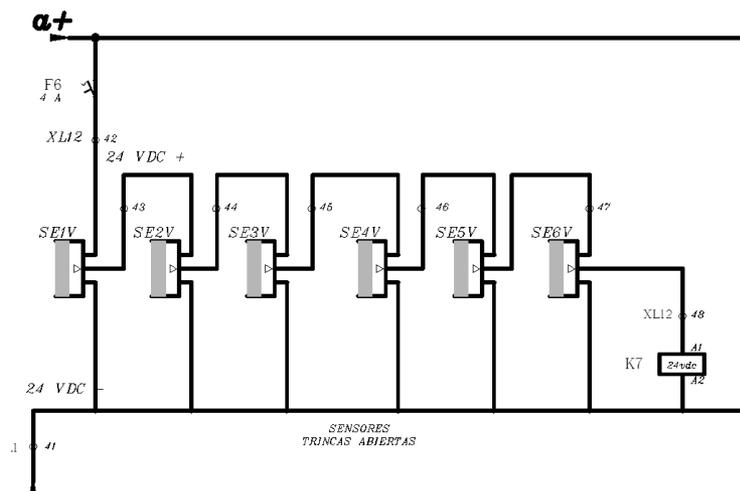


Figura No.3.9, Sensores inductivos conectados en serie. Trincas abiertas.

Los sensores 1, 2, 3, 4, 5 y 6 se encuentran en los seguros que están en la compuerta y que se desplazan junto con ella. Al estar totalmente retraídos accionan la palanca de giro y estas se incrustan en las aberturas que se encuentran en la base del marco.

Si los cilindros están avanzados (vástago fuera) la palanca de giro se acciona en posición contraria y en este momento la palanca es detectada por los sensores inductivos que se encuentra a 5 mm. (Nivel máximo de sensado 10 mm).

Tabla de consumo de corriente de sensores de trincas abiertas.



Tabla No. 3.2 consumo de Energía de los sensores.

Cantidad	Corriente de consumo. 24 VDC.	Total de corriente
6	400 mA. c/u.	2.4 A.

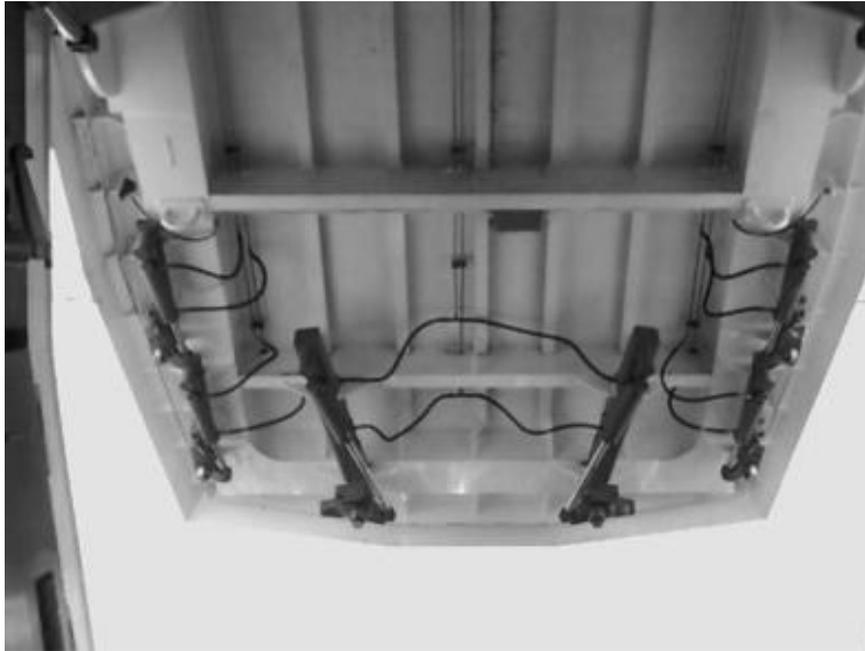


Figura No.3.10
Posición de los sensores inductivos 1, 2, 3, 4,5 y6 colocados en la compuerta y conectados en serie. (Trincas viajeras), Fuente (archivo personal)

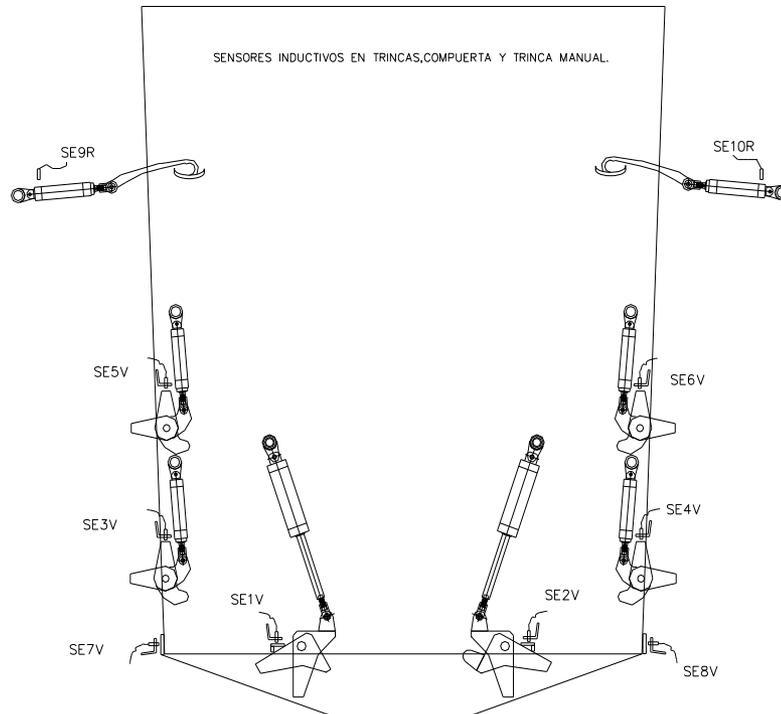


Figura No.3.11.
Posición de los sensores inductivos 1, 2, 3, 4, 5 y 6 colocados en la compuerta (trincas viajeras)

De esta manera cuando los sensores detectan la cercanía del metal se cierran sus contactos NA (sensores conectados en serie) y se energiza la bobina del relevador K7 a su vez cierra el contacto 5-9 y este energiza la bobina de KZ y se tiene energía de 24 VDC a través del contacto 33-34 y así poder cerrar el circuito de abrir trincas con el joystick (S9) contacto abierto de esta forma podemos tomar ya sea un contacto NA o un NC. Para utilizarlo en este caso como un permisivo, de lo contrario si no está activado, quiere decir que no podemos realizar el siguiente paso por que nos falta una tensión de seguridad.

3.3.7.-Trincas viajeras cerradas, arreglo de sensores de presión en serie P1, P2 y P3. (Presostatos) para indicar que estas están en posición de cerrado.

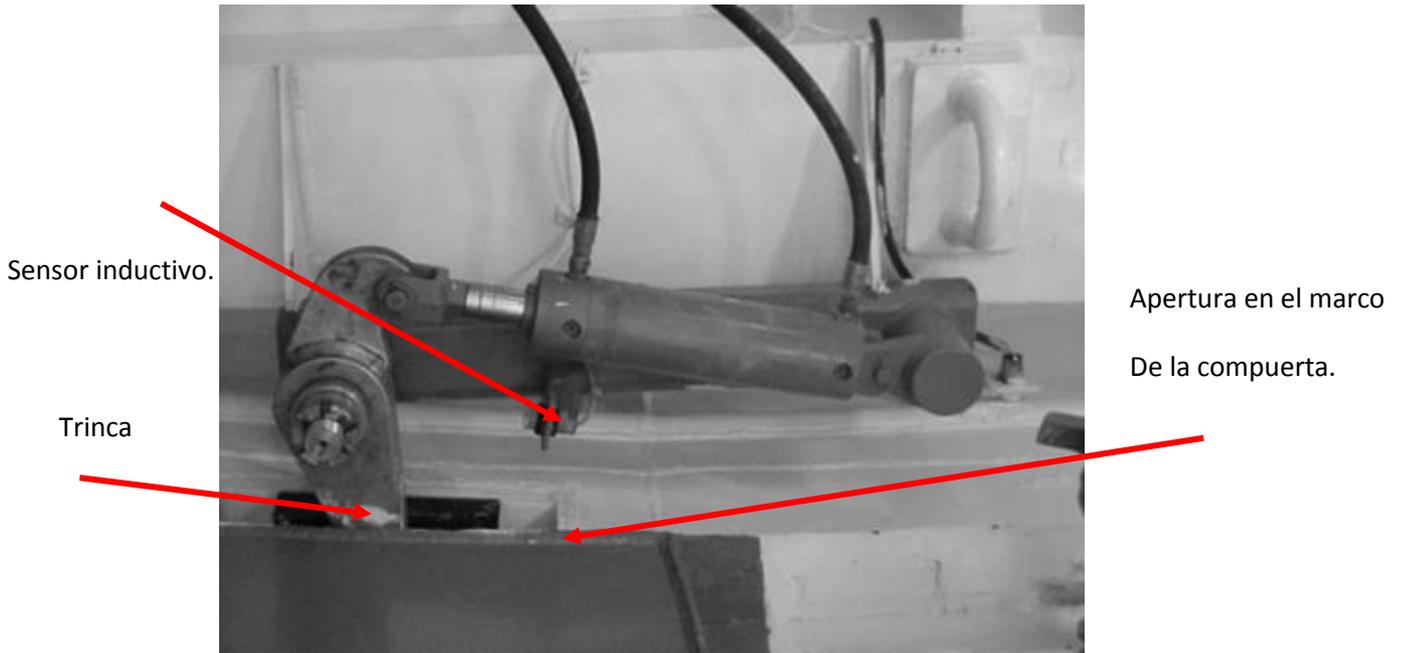


Figura No.3.12
Cilindros hidráulicos, estos viajan con la compuerta (trincas viajeras)
Fuente (archivo personal)

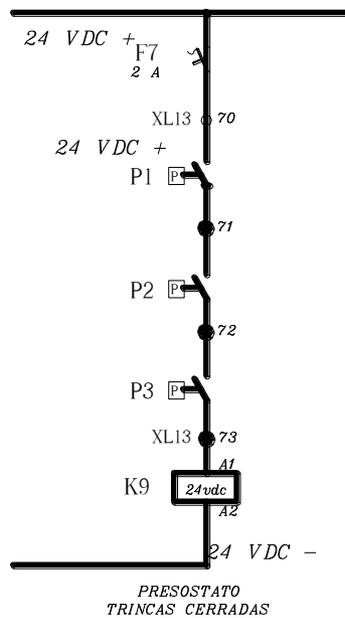


Figura No.3.13
Sensores de presión conectados en serie, trincas cerradas.



3.3.8.-Accionamiento de la compuerta.

Por condiciones de seguridad la compuerta únicamente se podrá manipular (ABRIR O CERRAR) cuando las condiciones de seguridad así lo permitan, todas las trincas, manuales y viajeras deberán estar abiertas, la seguridad en el control electroneumático se logra mediante relevadores auxiliares, apoyados con sensores de presencia y de presión. Ver planos de control # 2 al 14.

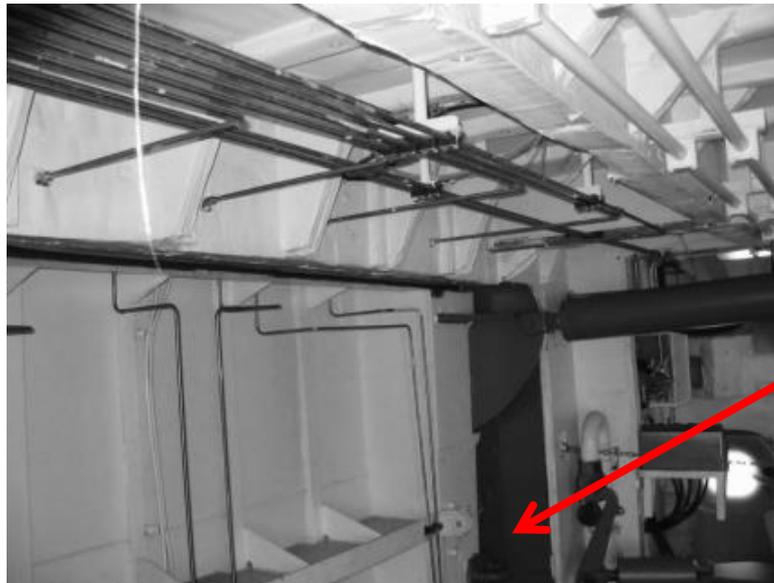
El tiempo de apertura de la compuerta se comprobó en presencia de los representantes de la Secretaría de Marina Armada de México los cuales se atestiguaron todos y cada uno de los movimientos, tales como apertura y cierres de trincas manuales y viajeras.

Se comprobó el uso de llave de puenteo de seguridades, arranque de la unidad de emergencia desde el cuarto de máquinas, uso de la energía en acumuladores al final como último recurso de energía de emergencia se utilizó la bomba manual.

Para tomar el tiempo se utilizó un cronómetro, el tiempo de apertura que se tenía para las embarcaciones anteriores era de 48 segundos y se logra dejar el registro de apertura a los 38 segundos, este tiempo es únicamente para que salga la lancha y pueda salir en persecución.

3.3.8.1.- Cierre de la compuerta, sensores inductivos SE7 y SE8 conectados en serie para detectar esta posición.

Para que nuestro control electromecánico funcione adecuadamente se requiere que cada cilindro nos indique la posición final o inicial (posición del vástago), se decide utilizar sensores inductivos con cuerpos de plástico resistente al ambiente marino, en el mercado Mexicano existe una cantidad considerable de sensores de este tipo, para indicar que la compuerta está totalmente abierta se utilizarán detectores de presión (presostatos) ya que se complica la instalación de sensores de inductivos. Todos alimentados a 24 VDC. Para indicar que la compuerta está totalmente cerrada se utilizarán sensores inductivos SE7 y SE8. Estos también se conectan en serie y de esta manera se vigilan uno a otro.



Sensores inductivos
Uno por cada extremo.

Figura No.3.14
Sensores Inductivos SE7 y SE8 (compuerta cerrada), Fuente (archivo personal)

Los sensores de la compuerta funcionan de la siguiente manera, al momento de cerrar completamente la compuerta los sensores detectan la cercanía del metal que se encuentra a 5 mm. (Nivel máximo de sensado 10mm).

Para indicar que la compuerta está cerrada se utilizaron sensores inductivos conectados en serie (SE7 Y SE8), de esta manera tendremos una señal positiva para activar la bobina del relevador de control (K6).

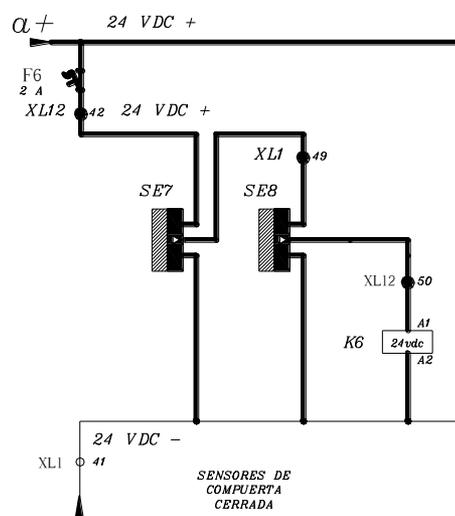


Figura No.3.15
Sensores inductivos de compuerta cerrada, SE7 y SE8, conectados en serie.



3.3.8.2.- Detector de presión P4 (presostato) conectado en serie para detectar la compuerta abierta.

Para vigilar que la compuerta está abierta se utilizó un Presostato (P4) y cuando este se activa manda una señal de 24 VDC, y active la bobina del relevador (K8), Ver **plano No.10**

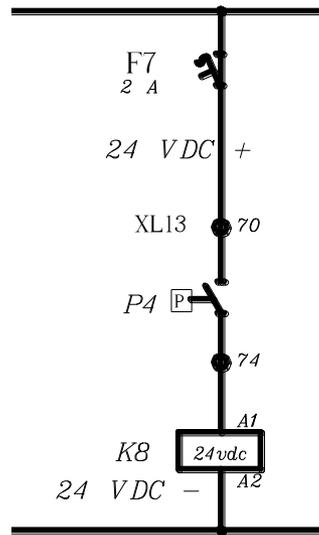


Figura No.3.16
Sensor de presión (Presostato P4) de compuerta abierta, conectado en serie.



Figura No.3.17, Cilindro hidráulico de 11" de diámetro por 1.20 M. de largo para la apertura de la compuerta uno en cada extremo. Fuente (archivo personal).

3.4.-OPERACIÓN DEL WINCH PARA LA RECUPERACIÓN DE LA LANCHAS INTERCEPTORA.

Winch Hidráulico. Para la operación de este dispositivo únicamente se podrá utilizar con la unidad de potencia principal o la unidad de potencia auxiliar, ya que este demanda una presión de 2,100 PSI. Si se llegara a utilizar con la presión de los acumuladores sería insuficiente la energía almacenada y se terminaría muy rápido.

El motor hidráulico convierte la energía hidráulica en energía mecánica. El motor hidráulico usa el flujo de aceite enviado por la bomba y lo convierte en un movimiento rotatorio para impulsar otro dispositivo (por ejemplo, mandos finales, diferencial, transmisión, rueda, ventilador, otra bomba, etc.).

Ver **figura No.3.18**, Para la operación del Winch hidráulico se tiene una caja de dos botones (soltar y retraer). Esta caja se ubica en un extremo del Winch. (Poste). La presión del sistema para el accionamiento de cilindros es de 1,200 Psi, y para el accionamiento del Winch es de 2,100 psi. Entonces surge la pregunta cómo es posible que el Winch accione si no si tiene la potencia requerida.

En este caso la bomba de pistones de caudal variable tiene la opción de poder trabajar a dos presiones distintas, por medio de una válvula se obtiene la segunda presión de trabajo (2,100 psi). Al momento de accionar cualquiera de los dos botones del Winch, atrás o adelante, en forma paralela se energiza la bobina de la segunda presión.

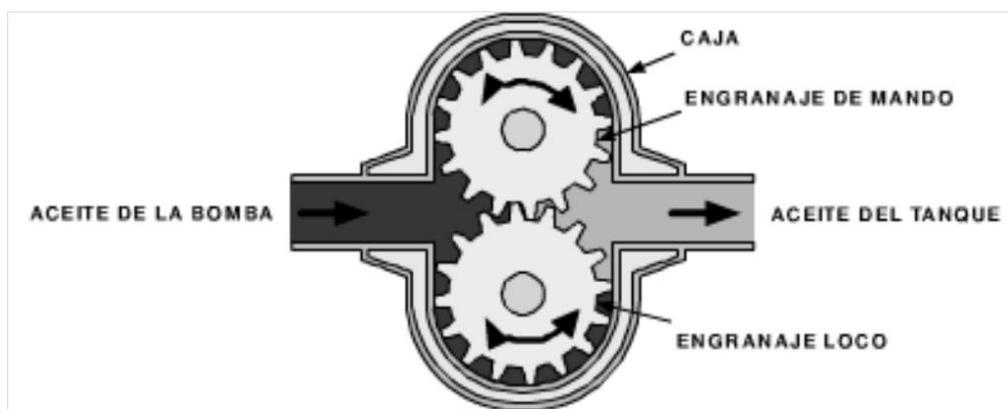


Figura No.3.18, motor Hidráulico, Fuente ,Catalogo Parker. SBP-0001-90.

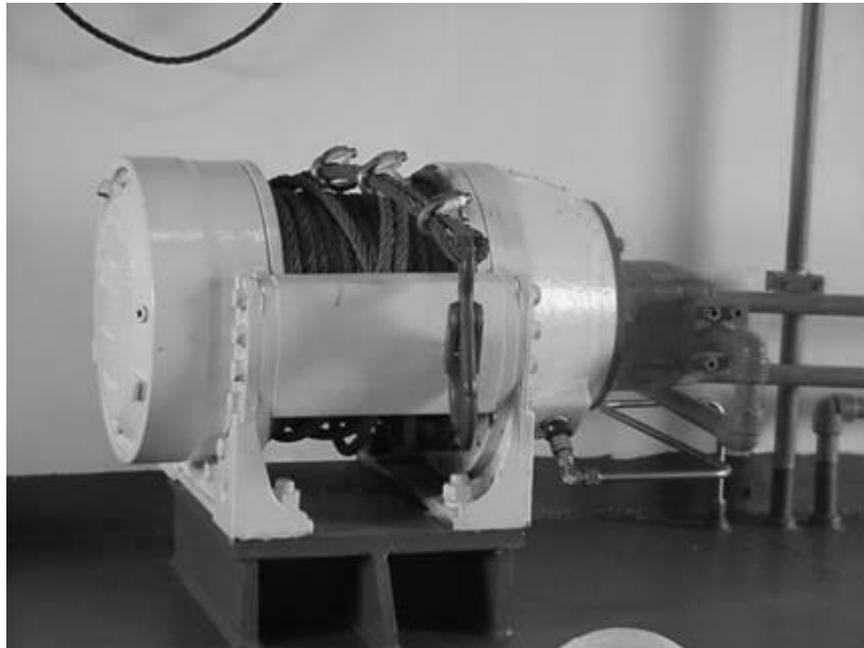


Figura No.3.19, Wich hidráulico, Fuente (archivo personal)

3.5.-PRUEBAS Y MEDICIONES.

Al momento de arrancar la unidad hidráulica el motor no alcanzaba su velocidad nominal y se paraba totalmente. La Secretaria de Marina Armada de México para el arranque de cualquiera de las unidades hidráulicas fue clara en el punto siguiente. Los arrancadores de los motores para las unidades hidráulicas deberán ser a tensión reducida ya que la energía eléctrica que genera el barco está limitada a cierta cantidad para el uso de cada sección. Debido a que la energía que se consume con motores a tensión plena se puede ir hasta los 700% de la corriente nominal.

Por lo que no se puede sobrecargar la unidad de generación del buque.

Durante la puesta en marcha del sistema de apertura, el primer arranque de la unidad de potencia principal fue sin problemas ya que la tubería se encontraba descargada (sin aceite en el interior), en el segundo arranque se presenta el primer problema el motor no alcanza su velocidad nominal y se para en el intento, puesto que la presión se envía directamente a la red, está ya se encontraba con



cierta cantidad de aceite en su interior, nuestro motor es de 50 Hp. y la bomba (47.5 galones por minuto) el llenado era muy rápido.

El problema residía en que el arrancador a tensión reducida que se utilizó, entregaba un torque muy bajo y el motor no en poco tiempo no desarrollaba su velocidad nominal, la bomba hidráulica encontraba una oposición muy fuerte en el llenado de la presión de la tubería.

Dada las condiciones de entrega se tenía que solucionar el problema el mismo día. Después de analizar el problema durante medio día se llegó a la siguiente conclusión: Era evidente que el motor deberá tener un arranque sin obstrucción hasta que llegue a su velocidad nominal.

Solución: Una de las soluciones era de que al momento de arranque se debía colocar una desviación a tanque mientras durara el tiempo del arrancador a tensión reducida (este se calibra a 10 segundos).

Se utilizó una electroválvula de 4 vías dos posiciones y funciona de la siguiente manera:

En el circuito de mando de ambas unidades de potencia (K2 plano hoja 2, para la unidad de potencia principal y K3 plano hoja 3, para la unidad de potencia auxiliar), al momento de arrancar cualquiera de las dos unidades, se cierran el contacto auxiliar NA (83-84) de (K2 ó K3), y cualquiera de estos contactos energizan la bobina del Temporizador (T1), ver hoja No.2. Este cierra un contacto NA (13-14). El temporizador está ajustado a 10 segundos, este tiempo es el que tarda la válvula energizada (24 VDC) y envía la toda la presión a tanque, tiempo suficiente para que el motor obtenga su velocidad nominal, después de este tiempo la válvula se desenergiza regresando a sus posición original por medio de un resorte propio de la electroválvula ver **figura No.3.20**

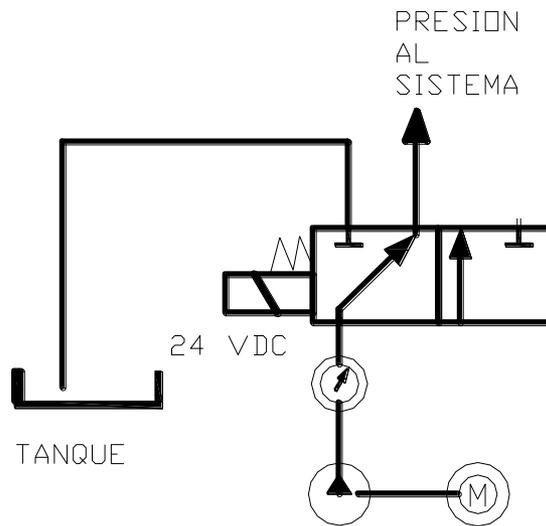


Figura No.3.20
Distribución de presión primero a un punto y después al otro.

Para ilustrar mejor el arreglo eléctrico que se realizó al momento de arrancar cualquiera de las unidades de potencia hidráulica. Ver **figura No.3.21**

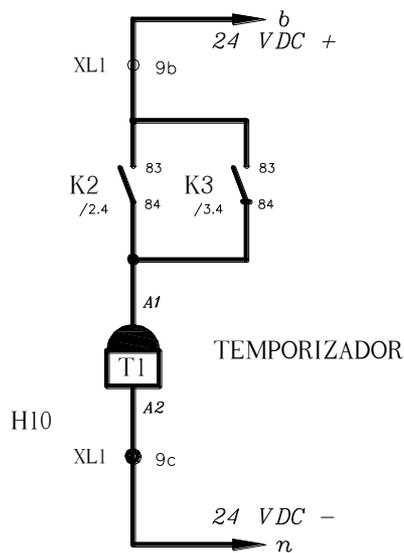


Figura No.3.21
Arreglo eléctrico que se realizó al momento de arrancar cualquiera de las unidades de potencia hidráulica.

Ya que se había solucionado el problema de arranque del motor el segundo problema que resultó durante la siguiente prueba de apertura de la compuerta;

Problema:

Los cilindros principales que abren la compuerta al momento que esta se encontraba con una apertura aproximada de 80° sobre la horizontal, el vástago de los cilindros salen en su totalidad y forman un trinquete (ver figura 8.3), cuando se decide cerrar la compuerta esta no presenta ningún movimiento (no abre ni cierra), sino que se queda bloqueada.

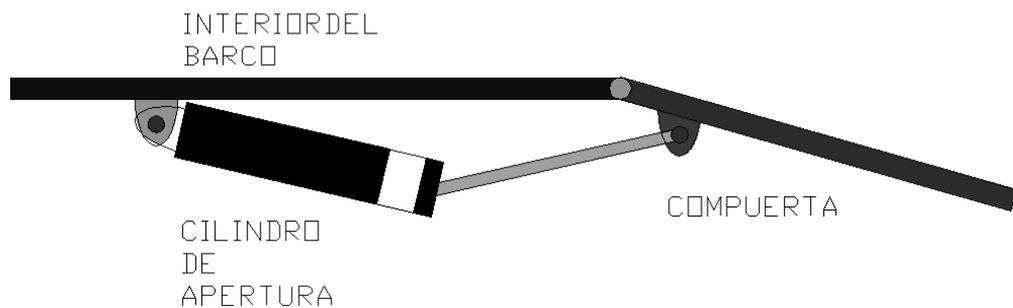
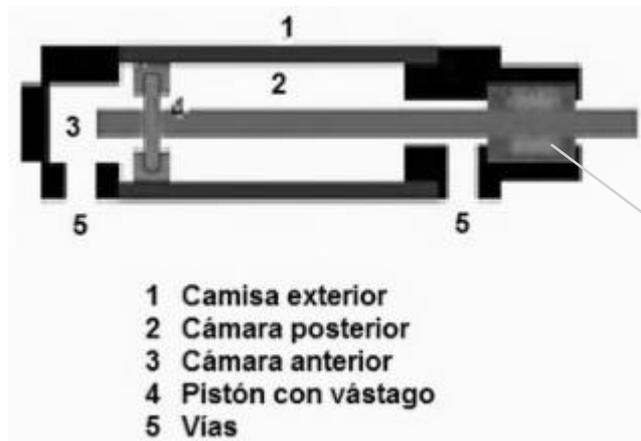


Figura No.3.22
Vástago flexionado al abrir la compuerta.



- 1 Camisa exterior
- 2 Cámara posterior
- 3 Cámara anterior
- 4 Pistón con vástago
- 5 Vías

Casquillo guía.

Figura No.3.23
Anillo de Refuerzo en el casquillo guía. Evitando que salga todo el vástago.



Solución: de la misma manera que fueron montados auxiliados por malacates los cilindros hidráulicos son desmontados para trasladarlos a la ciudad de México y modificarlos mecánicamente colocando un anillo de refuerzo en la parte delantera. Este refuerzo además de ayuda a que el vástago de 2" de diámetro no salga en su totalidad, le da cuerpo a la camisa en el extremo para evitar la deflexión. Ver **figura No. 3.23.**

3.6.-MEMORIAS DE CÁLCULO Y PLANOS DE CONTROL.

3.6.1.-Cable utilizado en este diseño.

Características de cable para uso en ambiente marino.

El uso de cables, conectores y cualquier elemento de cableado en el sector naval está regulado por estrictas normas tanto nacionales como internacionales. En buques de pasajeros los requisitos de seguridad son todavía más exigentes. Por eso, históricamente, organismos de certificación y homologación independientes tales como Lloyds, Germanischer Lloyds, Det Norske Veritas (DNV), ABS Europa, UL, GOST y GOST-R, etc. permiten acreditar que los productos que ofrecen los fabricantes cumplen toda la normativa exigida. En el caso de los cables para buques, hay una serie de factores que hay que tener en cuenta en la selección del producto adecuado:

- Normalmente los conductos y bandejas por los que se van a instalar disponen de espacio limitado, por lo que se requieren cables con diámetro exterior reducido.
- Ya que su instalación acostumbra a ser complicada, hay una clara tendencia a utilizar cables flexibles, con materiales de cubierta resistentes a la abrasión (para evitar que se deterioren durante su instalación) y con baja adherencia que proporcione un buen deslizamiento en ambientes húmedos o mojados.
- En ocasiones se requiere que los cables a instalar puedan proteger a las personas y bienes en caso de incendio. Esto se consigue con cables libres de halógenos, que proporcionan una baja emisión de gases tóxicos y corrosivos, una opacidad reducida para mejorar la mala visibilidad que provocan los



- humos y una alta Ignifugación (dificultan la propagación de la llama y el fuego), según las diferentes normativas IEC.
- En aplicaciones de control e instrumentación, se utilizan pantallas de blindaje contra perturbaciones electromagnéticas. En algunas ocasiones, la pantalla de cobre desnudo o cobre estañado tiene además una función suplementaria, ya que también hace de armadura (sustituyendo a la clásica armadura de trenza de acero por no ser magnética).
 - En función de la aplicación específica, se puede requerir también que el cable ofrezca resistencia a la humedad, a los aceites, a los hidrocarburos, a temperaturas extremas (bajas o altas), etc.
 - Los ambientes salinos (off-shore, etc.) pueden producir altos niveles oxidación en las conexiones, por lo que se recomienda utilizar conductores de cobre estañado en lugar de cobre desnudo.

3.6.2.-Cálculos eléctricos de los cables de alimentación a los motores de las bombas y al tablero de control.

Caída de tensión.

La caída de tensión se entiende como la pérdida de potencial en la conducción de corriente eléctrica en un conductor, originada por la distancia o la sección transversal del mismo, y que se refleja como aumento de corriente y disminución de voltaje.

A continuación presentamos los cálculos de caída de tensión en los circuitos eléctricos de baja tensión desde el punto de vista normativo.

En la NOM-001-SEDE-2012 el cálculo de caída de tensión solamente es obligatorio para calcular los alimentadores de las bombas contra incendio - Referencia: Sección 695-8.

El alimentador principal de cada una de las bombas y para el tablero de control es suministrado por la Secretaría de Marina Armada de México.



Nuestro departamento de calidad con la finalidad de corroborar las protecciones y alimentaciones eléctricas de cada uno de las cargas nos dimos la tarea de realizar cálculos para verificar los alimentadores y protecciones y así poder realizar un informe detallado de nuestra posición con respecto a los servicios de suministro eléctrico que recibiríamos por parte de la unidad generadora del buque.

De esta manera estaríamos confiando con el suministro para tener al menos la tensión mínima de operación de los equipos.

Un caso crítico lo tenemos en los circuitos de sistemas por las noches, cuando las cargas están a su máxima carga sobre todo en circuitos de alumbrado y cualquier caída de tensión es importante.

3.6.2.1.- Selección del calibre del conductor eléctrico para el motor de la bomba de 50 HP. De acuerdo con la norma de instalaciones eléctricas NOM-001-SEDE-2012.

La transmisión de energía eléctrica en forma segura y eficiente depende de una correcta selección del calibre del conductor.

La capacidad de conducción de corriente de los conductores eléctricos depende de muchos factores, entre los cuales podemos mencionar los siguientes: tipo de instalación (Conduit, charola, ducto subterráneo, etc.), del arreglo de los conductores (plano, trébol, etc.), de la temperatura de operación

De los conductores seleccionados, de la longitud del circuito, etc. Debido a lo anterior, se debe realizar un estudio completo de la instalación eléctrica diseñada.

De acuerdo a la siguiente tabla. Corrientes a plena cargas de motores trifásicos de corriente alterna. Las tensiones enumeradas son las nominales de los motores. Las corrientes enumeradas se permitirán para sistemas con intervalos de tensión de 110 a 120 volts, 220 a 240 volts, 440 a 480 volts y 550 a 600 volts.

Tabla No. 3.3 (430-250 de NOM-001-SEDE- 2012).

kW	hp	Tipo de inducción de jaula de ardilla y de rotor devanado. (amperes)							Tipo síncrono de factor de potencia unitario* (amperes)			
		115 volts	200 volts	208 volts	230 volts	460 volts	575 volts	2300 volts	230 volts	460 volts	575 volts	2300 volts
0.37	½	4.4	2.5	2.4	2.2	1.1	0.9	—	—	—	—	—



0.56	¾	6.4	3.7	3.5	3.2	1.6	1.3	—	—	—	—	—
0.75	1	8.4	4.8	4.6	4.2	2.1	1.7	—	—	—	—	—
1.12	1 ½	12	6.9	6.6	6	3	2.4	—	—	—	—	—
1.5	2	13.6	7.8	7.5	6.8	3.4	2.7	—	—	—	—	—
2.25	3	—	11	10.6	9.6	4.8	3.9	—	—	—	—	—
3.75	5	—	17.5	16.7	15.2	7.6	6.1	—	—	—	—	—
5.6	7 ½	—	25.3	24.2	22	11	9	—	—	—	—	—
7.5	10	—	32.3	30.8	28	14	11	—	—	—	—	—
11.2	15	—	48.3	46.2	42	21	17	—	—	—	—	—
14.9	20	—	62.1	59.4	54	27	22	—	—	—	—	—
18.7	25	—	78.2	74.8	68	34	27	—	53	26	21	—
22.4	30	—	92	88	80	40	32	—	63	32	26	—
29.8	40	—	120	114	104	52	41	—	93	41	33	—
37.3	50	—	150	143	130	65	52	—	104	52	42	—
44.8	60	—	177	169	154	77	62	16	123	61	49	12
56	75	—	221	211	192	96	77	20	155	78	62	15
75	100	—	285	273	248	124	99	26	202	101	81	20
93	125	—	359	343	312	156	125	31	253	126	101	25
112	150	—	414	396	360	180	144	37	302	151	121	30
150	200	—	552	528	480	240	192	49	400	201	161	40
187	250	—	—	—	—	302	242	60	—	—	—	—
224	300	—	—	—	—	361	289	72	—	—	—	—
261	350	—	—	—	—	414	336	83	—	—	—	—
298	400	—	—	—	—	477	382	95	—	—	—	—
336	450	—	—	—	—	515	412	103	—	—	—	—
373	500	—	—	—	—	590	472	118	—	—	—	—

*Para factores de potencia de 90 por ciento y 80 por ciento, las cifras anteriores se deben multiplicar respectivamente por 1.10 y 1.25

De acuerdo a la tabla anterior la corriente a plena carga del motor de 50 HP. Conectado en 460 volts. Es de 65 amperes.

El factor de potencia que se tiene es del 80% por lo que la corriente se debe multiplicar por 1.25 de acuerdo a la tabla 430-250. Por lo tanto la corriente de protección se calcula con la fórmula 6.

$$I_{prot} = I_n (1.25) \dots \dots \dots \text{Ecuación 6.}$$

Substituyendo valores.

$$I_{prot} = 65 (1.25) = 81.25 \text{ Amp.}$$

A continuación se indica como calcular la capacidad de conducción de corriente para conductores eléctricos en tubería conduit de acuerdo con la norma de instalaciones eléctricas NOM-001-SEDE- 2012.



- Se elige el tipo de producto requerido en función de su aplicación, materiales, construcción y temperatura del conductor.
- Se determina la corriente nominal de la carga, utilizando las fórmulas indicadas en la tabla siguiente, de acuerdo con el tipo de sistema eléctrico (de corriente continua, de corriente alterna monofásico o trifásico) y del tipo de carga (motores, alumbrado u otras cargas)

Tabla No. 3.4 (Tabla 310-15(b)(16)).- Ampacidades permisibles en conductores aislados para tensiones hasta 2000 volts y 60 °C a 90 °C. No más de tres conductores portadores de corriente en una canalización, cable o directamente enterrados, basados en una temperatura ambiente de 30 °C*

Tabla No. 3.4 (Tabla 310-15(b)(16))

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la tabla 310-104(a)]					
		60 °C	75 °C	90 °C	60 °C	75 °C	90 °C
mm ²	AWG o kcmil	TIPOS TW, UF	TIPOS RHW, THHW, THHW-LS, THW, THW-LS, THWN, XHHW, USE, ZW	TIPOS TBS, SA, SIS, FEP, FEPB, MI, RHH, RHW-2, THHN, THHW, THHW-LS, THW-2, THWN-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	TIPOS UF	TIPOS RHW, XHHW, USE	TIPOS SA, SIS, RHH, RHW-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2
		COBRE			ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE		
0.824	18 ^{**}	—	—	14	—	—	—
1.31	16 ^{**}	—	—	18	—	—	—
2.08	14 ^{**}	15	20	25	—	—	—
3.31	12 ^{**}	20	25	30	—	—	—
5.26	10 ^{**}	30	35	40	—	—	—
8.37	8	40	50	55	—	—	—
13.3	6	55	65	75	40	50	55
21.2	4	70	85	95	55	65	75
26.7	3	85	100	115	65	75	85
33.6	2	95	115	130	75	90	100
42.4	1	110	130	145	85	100	115
53.49	1/0	125	150	170	100	120	135
67.43	2/0	145	175	195	115	135	150



85.01	3/0	165	200	225	130	155	175
107.2	4/0	195	230	260	150	180	205
127	250	215	255	290	170	205	230
152	300	240	285	320	195	230	260
177	350	260	310	350	210	250	280
203	400	280	335	380	225	270	305
253	500	320	380	430	260	310	350
304	600	350	420	475	285	340	385
355	700	385	460	520	315	375	425
380	750	400	475	535	320	385	435
405	800	410	490	555	330	395	445
456	900	435	520	585	355	425	480
507	1000	455	545	615	375	445	500
633	1250	495	590	665	405	485	545
760	1500	525	625	705	435	520	585
887	1750	545	650	735	455	545	615
1013	2000	555	665	750	470	560	630

* Véase 310-15(b)(2) para los factores de corrección de la ampacidad cuando la temperatura ambiente es diferente a 30 °C.

** Véase 240-4(d) para limitaciones de protección contra sobrecorriente del conductor.

De acuerdo a la capacidad de conducción de corriente de la tabla anterior se selecciona un Calibre # 2 a 75°C. Este conductor tiene una capacidad de conducción de 115 Amp. Una vez elegido el calibre del conductor, se corrige la capacidad de conducción de corriente tomada de la Tabla 310-15(b)(2)(a).- (NOM-001-SEDE- 2012), en función de la temperatura ambiente del lugar de instalación, para ello se multiplica por el factor de corrección.

Tabla No. 3.5 (Tabla 310-15(b)(2)(a)).- Factores de Corrección basados en una temperatura ambiente de 30 °C.

Para temperaturas ambiente distintas de 30 °C, multiplique las anteriores ampacidades permisibles por el factor correspondiente de los que se indican a continuación:			
Temperatura ambiente (°C)	Rango de temperatura del conductor		
	60 °C	75 °C	90 °C
10 o menos	1.29	1.20	1.15
11-15	1.22	1.15	1.12
16-20	1.15	1.11	1.08
21-25	1.08	1.05	1.04
26-30	1.00	1.00	1.00
31-35	0.91	0.94	0.96
36-40	0.82	0.88	0.91



41-45	0.71	0.82	0.87
46-50	0.58	0.75	0.82
51-55	0.41	0.67	0.76
56-60	-	0.58	0.71
61-65	-	0.47	0.65
66-70	-	0.33	0.58
91-75	-	-	0.50
76-80	-	-	0.41
81-85	-	-	0.29

Se selecciona el factor de temperatura de 36 a 40 °C, porque en el trayecto del conductor se encuentra expuesto a una temperatura hasta de 37°C. (Temperatura medida en sitio) Por lo que se toma para cálculo una corriente corregida por temperatura. (36 a 40 °C) factor de 0.88.

$$I_{temp} = I_{cond} (Factor) \dots\dots\dots Ecuación 7.$$

$$I_{corr} = (115)(0.88) = 101.20 \text{ Amp.}$$

Debido a que en la canalización existen más de 3 conductores portadores de corriente, se corrige la capacidad de conducción de corriente multiplicando ésta por el factor de la Tabla siguiente tabla. Factor del 80% (de 4-6 conductores).

Tabla No. 3.6, (tabla 310-15(b)(3)(a)).- Factores de ajuste para más de tres conductores portadores de corriente en una canalización o cable

Número de conductores ¹	Porcentaje de los valores en las tablas 310-15(b)(16) a 310-15(b)(19), ajustadas para temperatura ambiente, si es necesario.
4-6	80
7-9	70
10-20	50
21-30	45
31-40	40
41 y más	35



¹Es el número total de conductores en la canalización o cable ajustado de acuerdo con 310-15(b)(5) y (6).

Factor para corrección de 4-6 conductores. = 0.80

Corriente corregida por agrupamiento.

$$I_{ca} = I_{corr} (Factor) \dots \dots \dots \text{Ecuación No.8.}$$

$$I_{ca} = (101.2)(0.80) = 80.96 \text{ Amp.}$$

Después de obtener la corriente por los ajustes anteriormente realizados también se hace necesaria los cálculos por caída de tensión en el circuito trifásico de alimentación a uno de los motores de corriente alterna. Motor de 50 HP.

Los cálculos de la caída de tensión de tres conductores monopolares en una canalización usan los datos de resistencia, reactancia e impedancia.

Tabla No. 3.7 (Tabla # 9).- Resistencia y reactancia en corriente alterna para los cables para 600 volts, 3 fases a 60 Hz y 75 °C. Tres conductores individuales en un tubo conduit.

Area mm ²	Tamaño (AWG o kcmil)	Ohms al neutro por kilómetro														
		X _L (Reactancia) para todos los conductores		Resistencia en corriente alterna para conductores de cobre sin recubrimiento			Resistencia en corriente alterna para conductores de aluminio			Z eficaz a FP = 0.85 para conductores de cobre sin recubrimiento			Z eficaz a FP = 0.85 para conductores de aluminio			
		Conduit de PVC o Aluminio	Conduit de acero	Conduit de PVC	Conduit de Aluminio	Conduit de Acero	Conduit de PVC	Conduit de Aluminio	Conduit de Acero	Conduit de PVC	Conduit de Aluminio	Conduit de Acero	Conduit de PVC	Conduit de Aluminio	Conduit de Acero	
2.08	14	0.190	0.240	10.2	10.2	10.2	—	—	—	8.9	8.9	8.9	—	—	—	
3.31	12	0.177	0.223	6.6	6.6	6.6	—	—	—	5.6	5.6	5.6	—	—	—	
5.26	10	0.164	0.207	3.9	3.9	3.9	—	—	—	3.6	3.6	3.6	—	—	—	
8.36	8	0.171	0.213	2.56	2.56	2.56	—	—	—	2.26	2.26	2.30	—	—	—	
13.30	6	0.167	0.210	1.61	1.61	1.61	2.66	2.66	2.66	1.44	1.48	1.48	2.33	2.36	2.36	
21.15	4	0.157	0.197	1.02	1.02	1.02	1.67	1.67	1.67	0.95	0.95	0.98	1.51	1.51	1.51	
26.67	3	0.154	0.194	0.82	0.82	0.82	1.31	1.35	1.31	0.75	0.79	0.79	1.21	1.21	1.21	
33.62	2	0.148	0.187	0.62	0.66	0.66	1.05	1.05	1.05	0.62	0.62	0.66	0.98	0.98	0.98	
42.41	1	0.151	0.187	0.49	0.52	0.52	0.82	0.85	0.82	0.52	0.52	0.52	0.79	0.79	0.82	
53.49	1/0	0.144	0.180	0.39	0.43	0.39	0.66	0.69	0.66	0.43	0.43	0.43	0.62	0.66	0.66	
67.43	2/0	0.141	0.177	0.33	0.33	0.33	0.52	0.52	0.52	0.36	0.36	0.36	0.52	0.52	0.52	
85.01	3/0	0.138	0.171	0.253	0.269	0.259	0.43	0.43	0.43	0.289	0.302	0.308	0.43	0.43	0.46	



107.2	4/0	0.135	0.167	0.203	0.220	0.207	0.33	0.36	0.33	0.243	0.256	0.262	0.36	0.36	0.36
127	250	0.135	0.171	0.171	0.187	0.177	0.279	0.295	0.282	0.217	0.230	0.240	0.308	0.322	0.33
152	300	0.135	0.167	0.144	0.161	0.148	0.233	0.249	0.236	0.194	0.207	0.213	0.269	0.282	0.289
177	350	0.131	0.164	0.125	0.141	0.128	0.200	0.217	0.207	0.174	0.190	0.197	0.240	0.253	0.262
203	400	0.131	0.161	0.108	0.125	0.115	0.177	0.194	0.180	0.161	0.174	0.184	0.217	0.233	0.240
253	500	0.128	0.157	0.089	0.105	0.095	0.141	0.157	0.148	0.141	0.157	0.164	0.187	0.200	0.210
304	600	0.128	0.157	0.075	0.092	0.082	0.118	0.135	0.125	0.131	0.144	0.154	0.167	0.180	0.190
380	750	0.125	0.157	0.062	0.079	0.069	0.095	0.112	0.102	0.118	0.131	0.141	0.148	0.161	0.171
507	1000	0.121	0.151	0.049	0.062	0.059	0.075	0.089	0.082	0.105	0.118	0.131	0.128	0.138	0.151

Notas:

- Estos valores se basan en las siguientes constantes: conductores del tipo RHH con trenzado de Clase B, en configuración acunada. La conductividad de los alambres es del 100 por ciento IACS para cobre y del 61 por ciento IACS para aluminio; la del conduit de aluminio es del 45 por ciento IACS. No se tiene en cuenta la reactancia capacitiva, que es insignificante a estas tensiones. Estos valores de resistencia sólo son válidos a 75 °C y para los parámetros dados, pero son representativos para los tipos de alambres para 600 volts que operen a 60 Hz.
- La impedancia (Z) eficaz se define como $R \cos(\theta) + X \sin(\theta)$, en donde θ es el ángulo del factor de potencia del circuito. Al multiplicar la corriente por la impedancia eficaz se obtiene una buena aproximación de la caída de tensión de línea a neutro. Los valores de impedancia eficaz de esta tabla sólo son válidos con un factor de potencia de 0.85. Para cualquier otro factor de potencia (FP) del circuito, la impedancia eficaz (Ze) se puede calcular a partir de los valores de R y XL dados en esta tabla, como sigue: $Z_e = R \times FP + X_L \sin[\arccos(FP)]$.

La impedancia eléctrica del cable Ze, expresada en ohm/km, está dada por la siguiente fórmula:

$$Z_e = RL \cos \theta + XL \sin \theta \dots\dots\dots \text{Ecuación 9.}$$

Dónde:

RL = Resistencia del conductor a la C.A. y a la temperatura de operación, en ohm /km.

XL = Reactancia inductiva del conductor, en Ω /km.

FP. = $\cos \Phi = 0.95$

Φ = Es el ángulo Del factor de potencia (FP).

Se toman valores de reactancia e impedancia del cable de la Tabla # 9.

Substituyendo valores.

$$Z_e = 0.66 (0.95) + (0.187)(0.309)$$

$$Z_e = 0.68477 \text{ ohm/km.}$$

Teniendo los datos anteriores se calcula la caída de tensión del conductor utilizando la formula siguiente para circuitos trifásico.

$$\%e = \frac{\sqrt{3} L Z_e I}{V_{ff}} * 100 \dots\dots\dots \text{Ecuación No. 10.}$$



Dónde:

%e = Caída de tensión en el cable, en %

I = Corriente eléctrica que circula a través del conductor, en Amp. (81.25 Amp).

L = Longitud total del circuito, en km (0.08).

Vff = Tensión entre fases, en Volts. (440 V).

Ze = Impedancia eléctrica del cable, en Ω /km.(0.6847 ohm/km)

Substituyendo valores.

$$\%e = \frac{1.732 (0.08)(0.6847)(81.25)}{440} * 100$$

$$\%e = 1.75$$

La NOM-001-SEDE-2012 indica que la caída de tensión máxima permitida en la instalación tomando en consideración los cables del circuito alimentador y del circuito derivado, no debe ser mayor del 5%. Para el caso del circuito derivado, la caída de tensión no deberá ser mayor de 3% y debe considerarse una caída de tensión máxima de 2% para el circuito alimentador.

Si la caída de tensión resultante del cálculo es mayor a lo anterior, debemos considerar un calibre mayor, volver a realizar los cálculos y verificar que se cumplan los porcentajes de caída de tensión sugeridos.

De acuerdo a NOM-001-SEDE-2012 es necesario instalar el conductor de puesta a tierra de equipos en todos los alambrados. Para seleccionar el calibre de puesta a tierra de equipos nos basaremos en la Tabla 5, la cual indica el calibre mínimo para la puesta a tierra de canalizaciones y equipos.

Tabla # 3.8. (Tabla 250-122).- Tamaño mínimo de los conductores de puesta a tierra para canalizaciones y equipos



Capacidad o ajuste del dispositivo automático de protección contra sobrecorriente en el circuito antes de los equipos, canalizaciones, etc., sin exceder de: (amperes)	Tamaño			
	Cobre		Cable de aluminio o aluminio con cobre	
	mm ²	AWG o kcmil	mm ²	AWG o kcmil
15	2.08	14	—	—
20	3.31	12	—	—
60	5.26	10	—	—
100	8.37	8	—	—
200	13.30	6	21.20	4
300	21.20	4	33.60	2
400	33.60	2	42.40	1
500	33.60	2	53.50	1/0
600	42.40	1	67.40	2/0
800	53.50	1/0	85.00	3/0
1000	67.40	2/0	107	4/0
1200	85.00	3/0	127	250
1600	107	4/0	177	350
2000	127	250	203	400
2500	177	350	304	600
3000	203	400	304	600
4000	253	500	380	750
5000	355	700	608	1200
6000	405	800	608	1200

Para cumplir con lo establecido en 250-4(a)(5) o (b)(4), el conductor de puesta a tierra de equipos podría ser de mayor tamaño que lo especificado en esta Tabla.

*Véase 250-120 para restricciones de instalación.

Este conductor de puesta a tierra de equipos puede ser conductor desnudo o aislado. Si es aislado, el color de identificación del aislamiento debe ser verde. Seleccionamos un calibre 8 para nuestro sistema de tierra física.

3.6.2.2.- Selección del calibre del conductor eléctrico para el tablero de control. De acuerdo con la norma de instalaciones eléctricas NOM-001-SEDE-2012.

Para este alimentador se considera un calibre mínimo del número 10. Con una sección de 5.26 a 6 mm.

El sistema de corriente alterna, trifásico a 440 volts. El consumo máximo que se tiene es de 8 Amp.

De acuerdo a la tabla # 3.4 - de la NOM-001-SEDE-2012).

La conducción de corriente en amperes del cable # 10 es de 30 Amp. (60°C).



Una vez elegido el calibre del conductor, se corrige la capacidad de conducción de corriente tomada de la Tabla anterior, en función de la temperatura ambiente del lugar de instalación, para ello se multiplica por el factor de corrección que se indica en la Tabla #3. 36-40 °C. El factor de corrección por temperatura es 0.82 (60°C).

Para corregir la corriente por factor de temperatura se toma la formula No. 7 y se sustituyen valores.

$$I_{temp} = (30)(0.82) = 24.60 \text{ Amp.}$$

Debido a que en la canalización existen más de 3 conductores portadores de corriente, se corrige la capacidad de conducción de corriente multiplicando ésta por los factores de la Tabla 4. Factor 0.8.

Tabla número 4, Factores de corrección por agrupamiento.

De 4-6 conductores (factor 0.80).

Para corregir por agrupamiento se toma la formula No. 8 y se sustituyen valores.

$$I_{ca} = (24.60)(0.80) = 19.68 \text{ Amp.}$$

Después de obtener la corriente por los ajustes anteriormente realizados se ve claramente que el cable cumple con los requerimientos mínimos necesarios.

Teniendo en cuenta la corriente de demanda del tableros de control (8 Amp). No se hace necesario el cálculo por caída de tensión ya que el cable de calibre número 10 esta sobrado en cuanto a conducción de corriente se refiere. Se selecciona un calibre 12 para sistema de tierra física.

3.6.3.-Calculo de las protecciones de los motores y el tablero de control. De acuerdo con la norma de instalaciones eléctricas NOM-001-SEDE-212.

Conforme a la tabla #1 (430-250 de NOM-001-SEDE- 2012).



Corrientes a plena carga de motores trifásicos de corriente alterna. Las tensiones enumeradas son las nominales de los motores. Las corrientes enumeradas se permitirán para sistemas con intervalos de tensión de 110 a 120 volts, 220 a 240 volts, 440 a 480 volts y 550 a 600 volts.

La corriente a plena carga del motor de 50 HP. Es de 65 Amps.

Realizando el cálculo de la corriente de protección para los motores de 50 HP.

Utilizando la ecuación No. 6, para calcular la corriente de protección.

$$I_{prot} = 65 (1.25) = 81.25 \text{ Amp.}$$

Una vez calculada la corriente de protección se elige un Interruptor automático. Tamaño S3 para protección de motores, clase 10, disparo a 80...100Amp, bornes de tornillo, poder de corte estándar, Marca siemens, modelo 3RV1041-4MA10 Poder de corte límite en cortocircuito (Icu) 50 KA.

Tabla # 3.9 (Tabla 430-52).- Ajuste máximo de los dispositivos de protección contra cortocircuito y falla a tierra para circuitos derivados de motores.

Tipo de motor	En porcentaje de la corriente a plena carga			
	Fusible sin retardo de tiempo ¹	Fusible de dos elementos ¹ (con retardo de tiempo)	Interruptor automático de disparo instantáneo	Interruptor automático de tiempo inverso ²
Motores monofásicos	300	175	800	250
Motores polifásicos de corriente alterna distintos a los de rotor devanado	300	175	800	250
De jaula de ardilla: diferentes de los de diseño B energéticamente eficientes	300	175	800	250
De diseño B energéticamente eficientes	300	175	1100	250
Sincrónicos ³	300	175	800	250
Con rotor devanado	150	150	800	150
De corriente continua (tensión constante)	150	150	250	150

Para algunas excepciones a los valores especificados, ver 430-54.

¹ Los valores de la columna fusible sin retardo de tiempo se aplican a fusibles de Clase CC de acción retardada.

² Los valores de la última columna también cubren los valores nominales de los interruptores automáticos de tiempo inverso no ajustables, que se pueden modificar como se describe en 430-52(c)(1), Excepción 1 y 2.

³ Los motores sincrónicos de bajo par y baja velocidad (usualmente 450 rpm o menos), como los utilizados para accionar compresores alternativos, bombas, etc. que arrancan sin carga, no requieren que el valor nominal de los fusibles o el ajuste de los interruptores automáticos sea mayor al 200 por ciento de la corriente a plena carga.



De acuerdo a la tabla anterior y conforme a las características que se deben cumplir para la protección en porcentaje de la corriente a plena carga del interruptor automático, tenemos que:

$$I \text{ de la carga (motor)} < I \text{ interruptor} < I \text{ ampacidad del cable.}$$
$$65 \text{ Amp} < 100 \text{ Amp.} < 115 \text{ Amp.}$$

De acuerdo a la tabla anterior no se está excediendo del 250% la corriente del interruptor automático.

En este caso es de 100 Amp.

Apegados a la normatividad artículo 430-33 de (NOM-001-SEDE- 2012).

Motores de servicios intermitentes y similares. Se permitirá que un motor, utilizado para una condición que es inherentemente de servicio de corta duración, intermitente, periódica o variable, como se indica en la Tabla 430-22(e), esté protegido contra sobrecargas por el dispositivo protector contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado, siempre que el valor nominal o ajuste del dispositivo protector no exceda los valores indicados en la Tabla 430-52. Todas las aplicaciones de los motores se deben considerar como de servicio continuo, excepto si la naturaleza del aparato accionado por el motor es tal que éste no puede funcionar continuamente con carga bajo ninguna condición de uso.

Para la protección del tablero de control se calcula de igual manera ya que la corriente consumida por las cargas no supera los 8 Amp.

Realizando el cálculo de la corriente de protección para el tablero de control.

$$I_{prot} = 8 (1.25) = 10 \text{ Amp.}$$

Se elige un interruptor de 3X15 Amp.

Instrucciones de operación.

- Todo el personal que estará involucrado en el manejo de este sistema se deberá capacitar para tal fin.
- Solo personal capacitado deberá tener acceso al control eléctrico.



- Al momento de cambiar algún dispositivo o componente eléctrico es preferible que sea el mismo tipo, ya que los espacios son reducidos y emplear algún otro de mayor tamaño existe la problemática de espacio para cableado y para el equipo.
- Las llaves de puenteo de seguridad, solo se utilizarán en casos especiales, no se deben utilizar nunca para movimientos de rutina y se emplearán en los siguientes casos:
 - Cuando se realicen pruebas.
 - Cuando se realice un mantenimiento a algún cilindro, sensor, trinca etc.
 - En caso de emergencia.
- Los sensores de trincas abiertas, y puertas cerradas están conectados en serie de tal manera que si alguno de estos fallará, se debe de reemplazar de inmediato, de lo contrario no se tendrá energía de control.
- Los presostatos son regulables, si alguno de éstos fallara de deben sustituir por otro semejante.
- Cuando se reemplace algún equipo o componente eléctrico, se deberá consultar el diagrama de control eléctrico.
- El mantenimiento preventivo como su nombre le indica es prever, esto en el sistema eléctrico difícilmente podremos anticipar la falla de algunos de los equipos por ejemplo, algún relevador, si no es hasta que nos falla, el mantenimiento preventivo en este sistema, podemos empezar por tener el almacén un stock de materiales usados en el proyecto, para apoyar este tema se cuenta en este manual con una lista de materiales, y otra para materiales que son susceptibles de sufrir algún daño en corto tiempo.
- Cada una de las cajas ya sea de control o de arrancadores se encuentran marcadas por una nomenclatura única, en la parte inferior o superior, esta hace referencia al plano eléctrico de control para la fácil localización de fallas.
- Se entregará información electrónica para que los cambios que se realicen se puedan actualizar de forma simultánea y evitar pérdida de información.



- En el cuarto de máquinas donde se encuentran los tableros de control de los dos motores para bombas de las unidades hidráulicas y del tablero de control principal.
- No se podrán arrancar las dos unidades de potencia Hidráulica al mismo tiempo.
- Se debe tener especial cuidado en los cilindros de trincas manuales, ya que si éstos no se encuentran totalmente retraídos los sensores no activarán el relevador y por lo tanto no habrá energía para control.

Puesta en marcha.

Para la correcta ejecución se deben considerar los siguientes puntos.

- Energizar con el botón Tensión de Control.
- Arrancar Unidad Hidráulica.
- Si éstos no responden verificar que todos los interruptores estén en posición correcta de energizado.
- Arranque del sistema hidráulico.
- Si los cilindros de trincas manuales están sujetando la puerta no se realizará ningún movimiento, excepto las trincas manuales.
- Si la lámpara indica que los cilindros de trincas manuales estén fuera de posición, se deben retraer en forma manual, mediante las palancas correspondientes, si aún la lámpara sigue en forma permanente se puede deber a las siguientes causas.
 - Que alguno de los sensores este dañado.
 - Que uno de los dos cilindros no esté totalmente retraído.
- Si al momento de abrir trincas éstas no responden, Se puede deber a lo siguiente.
 - Que la compuerta no esté totalmente cerrada y los sensores no estén actuando.
 - Que alguno de los sensores esté dañado.



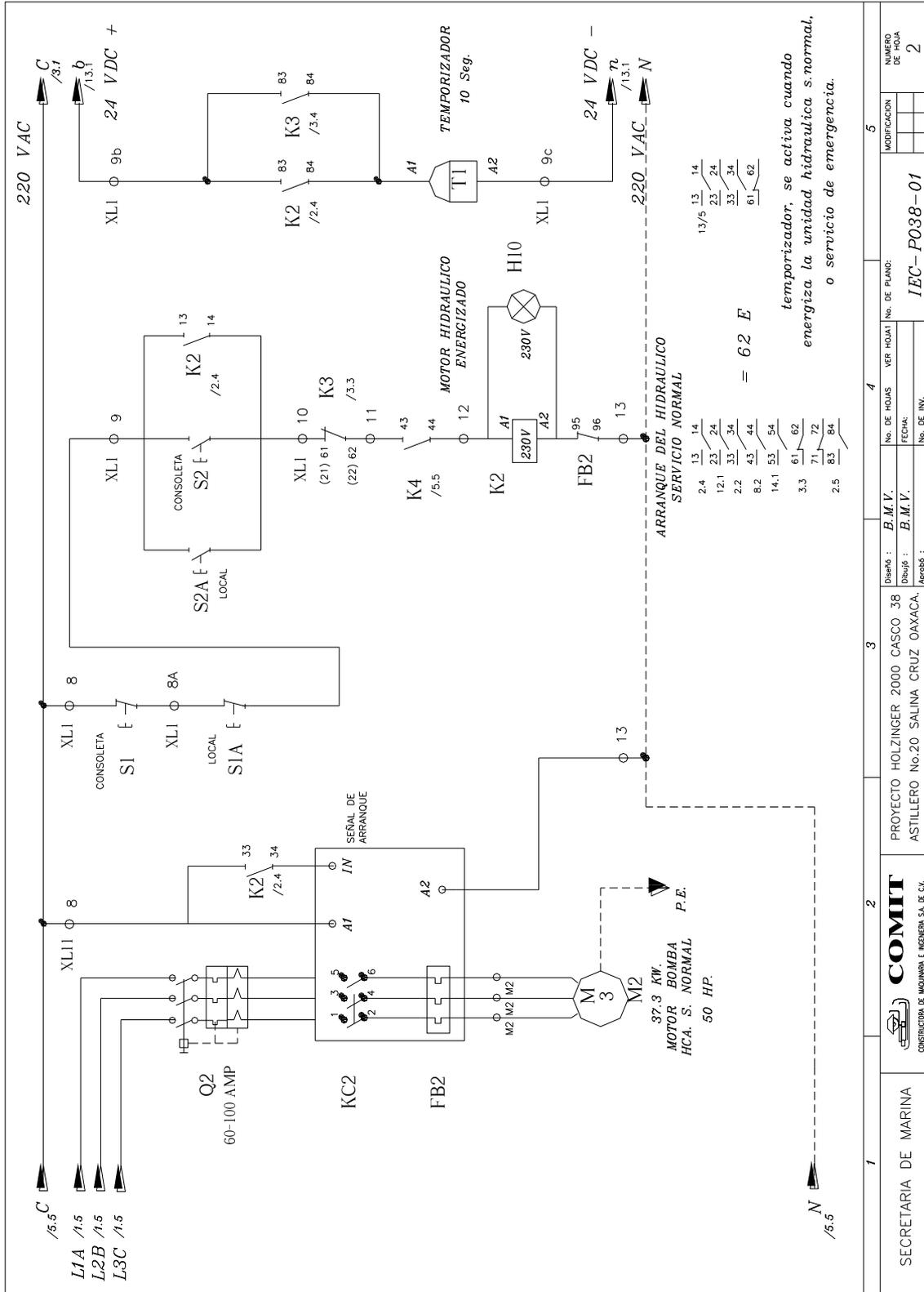
- las trincas deben estar totalmente retraídas (abiertas), para que los sensores detecten su posición correcta de lo contrario la puerta no ejecutará ningún movimiento hidráulico y por consiguiente ni mecánico.
- la compuerta no abrirá si las trincas estén cerradas, no operará porque eléctricamente está protegida.
- las trincas no se cerrarán ni se abrirán cuando la compuerta este abierta, solo se cerrarán, y abrirán cuando la compuerta está totalmente cerrada. (excepto cuando se tenga la llave).
- Nunca se podrán arrancar las dos unidades al mismo tiempo, Únicamente se podrá energizar una sola unidad hidráulica a la vez.
- Para arrancar la unidad de servicio de emergencia es necesario realizarlo desde el cuarto de máquinas y realizarlo desde los botones que se tienen en la unidad de potencia, ya que ésta no se puede arrancar desde la consola.
- Todos los controles de la consola excepto el arranque y paro del hidráulico son compatibles para las dos unidades de potencia.
- Todos los movimientos de los cilindros están vigilados, coordinados con reveladores de control si por alguna razón alguno de estos falla, el control no se realizara satisfactoriamente, ya que todos están conectados en serie.
- El sistema de control eléctrico cuenta con una llave de puenteo de seguridades, para que la ésta tenga acceso al sistema es necesario lo siguiente:
 - Que el paro de emergencia está activado. (Que la lámpara de paro de emergencia lo indique).
 - Solo en este momento la llave podrá activarse, y puentear todas las seguridades del control eléctrico.
- **Nota:** Se entiende por puenteo de seguridades: que se podrán realizar todos los movimientos de los cilindros a voluntad del operador.
Esta llave solo la tendrá el jefe de mantenimiento industrial o responsable del equipo.



- Al momento de arrancar cualquiera de las dos unidades Hidráulicas, se energizará una electroválvula que corresponde a la apertura a su tanque de retorno correspondiente esto es que cada unidad tiene una electroválvula para que su retorno sea el correcto a cada unidad.
- Al tener en operación cualquiera de las unidades se tendrá una alarma visual y otra auditiva que se activarán por todo el tiempo en que éstas estén en operación.
- Cuando se tenga que realizar alguna inspección en los tableros de arrancadores es necesario desenergizar antes por medio de la palanca que se encuentra al frente.
- El tablero de control está equipado con una lámpara que indica el estado en que se encuentra (energizado e desenergizado).

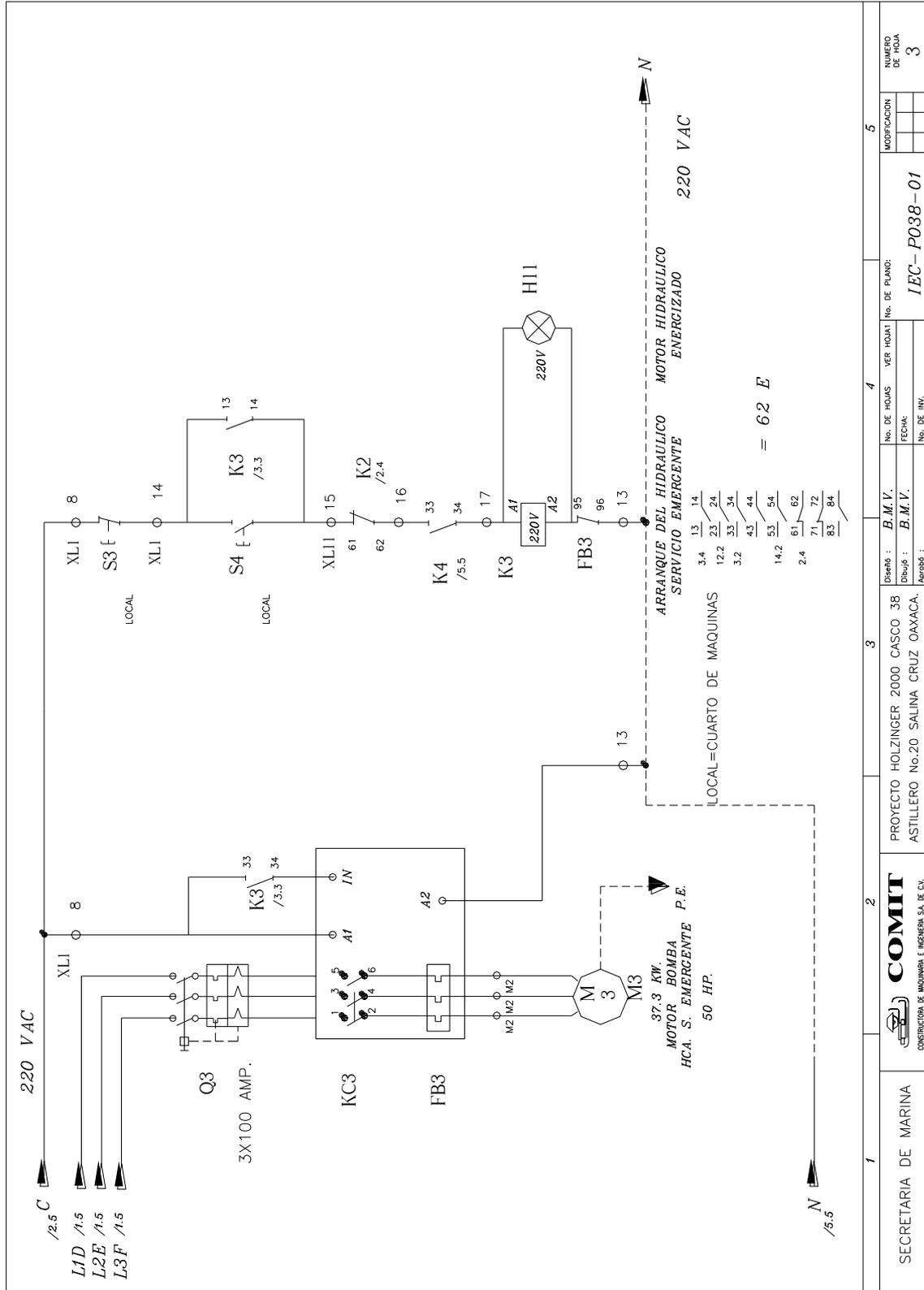


Planos de control.

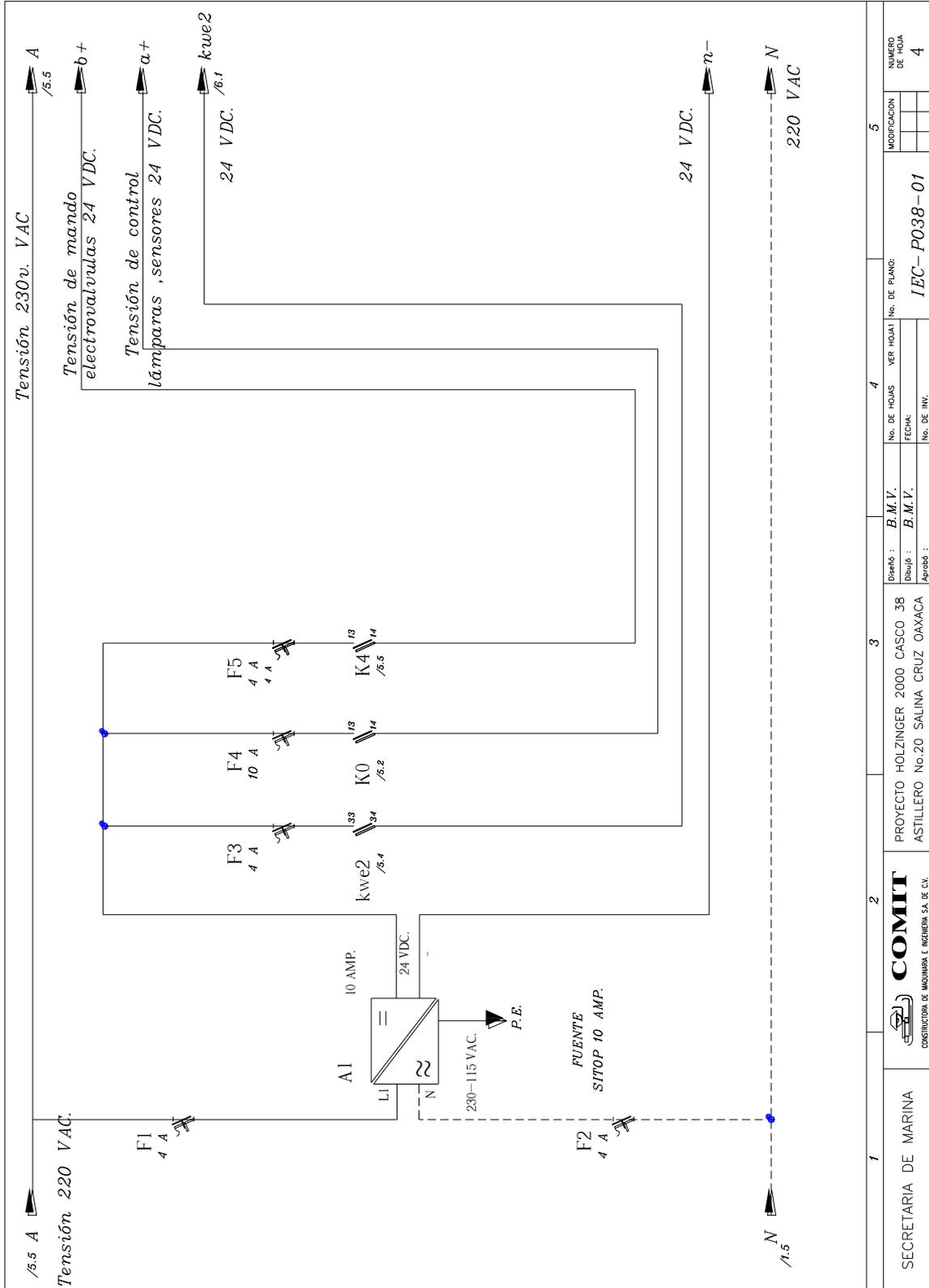


Arranque de la unidad Hidraulica servicio Normal.

SECRETARIA DE MARINA	COMIT	PROYECTO HOLZINGER 2000 CASCO 38 ASTILLERO No.20 SALINA CRUZ OAXACA.	No. DE HOJAS FECHA No. DE INV.	No. DE PLANOS VER HOJA1 No. DE PLAND: FECHA No. DE INV.	MODIFICACION	NUMERO DE HOJA
						2

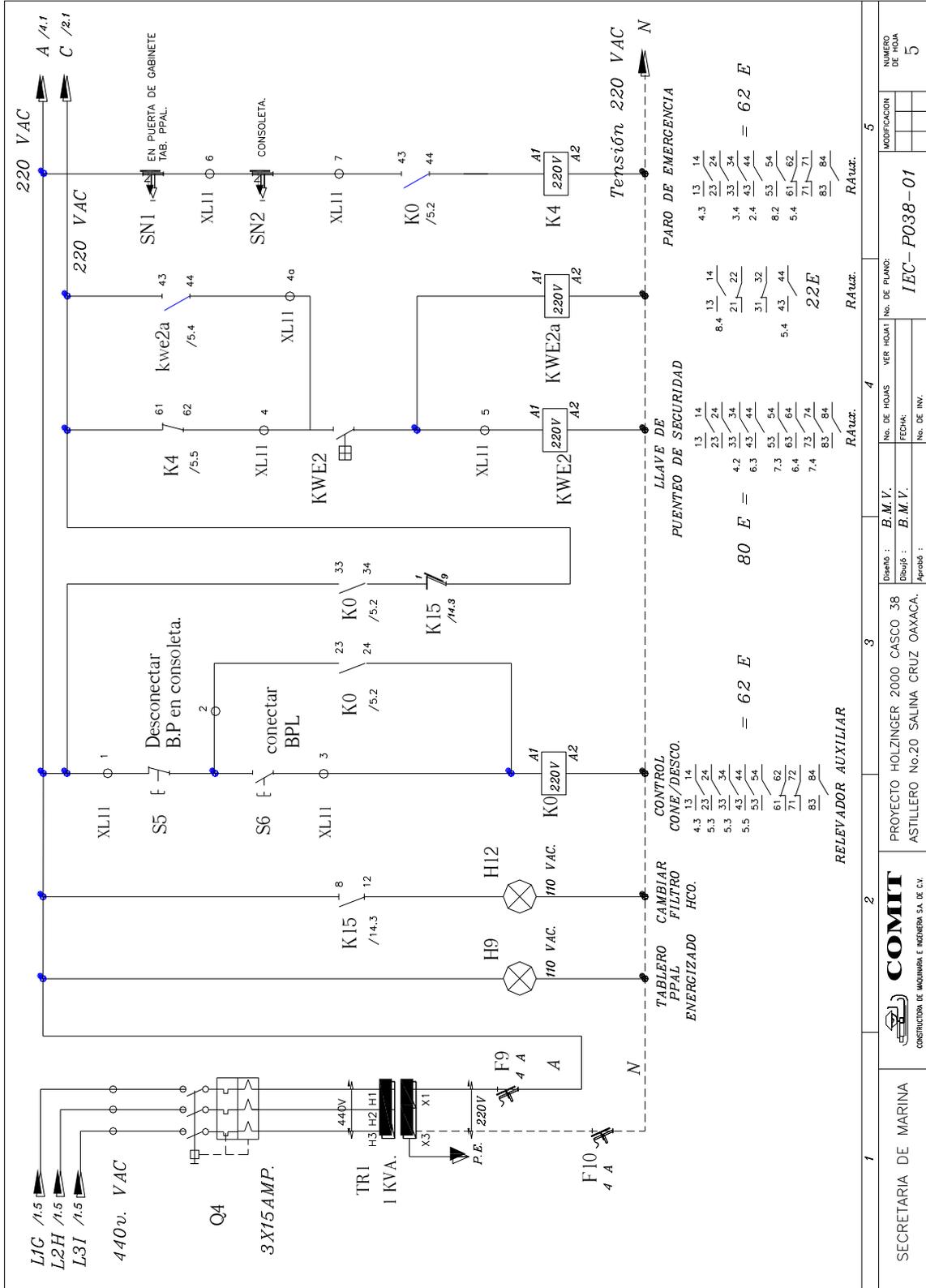


Arranque de la unidad Hidraulica servicio de Emergencia.



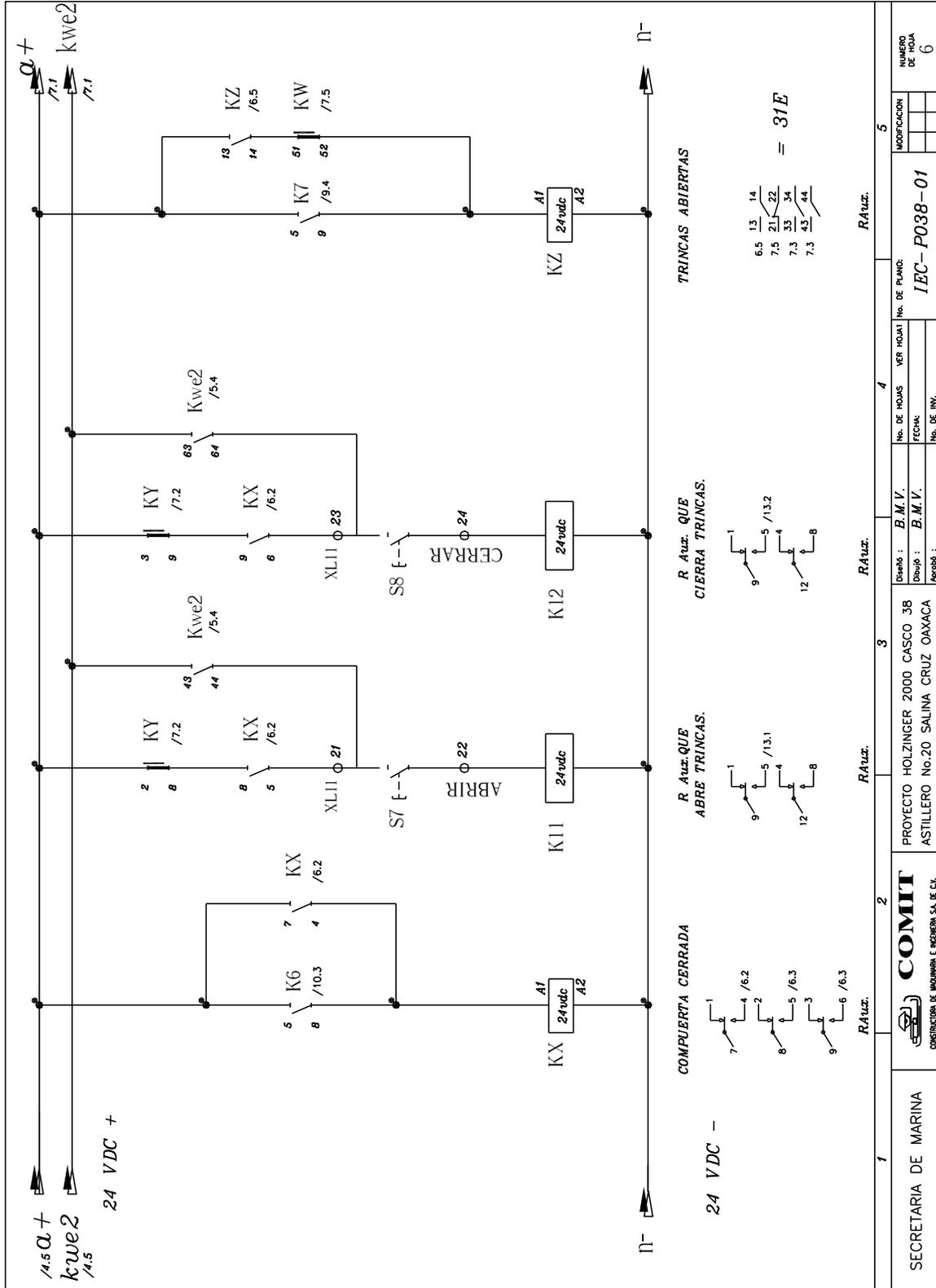
SECRETARIA DE MARINA	COMIT CONSTRUCTORA DE MAQUINARIA E INGENIERIA S.A. DE C.V.	PROYECTO HOLZINGER 2000 CASCO 38 ASTILLERO No.20 SALINA CRUZ OAXACA	Diseño : B.M.V.	No. DE HOJAS	VER HOJA 1	No. DE PLANO:	IEC-P038-01	MODIFICACION	NUMERO DE HOJA
			Dibujó : B.M.V.	FECHA:	FECHA:	NUMERO DE HOJA			
			Aprobó :	No. DE INV.					4
					4				5

Tensiones de control

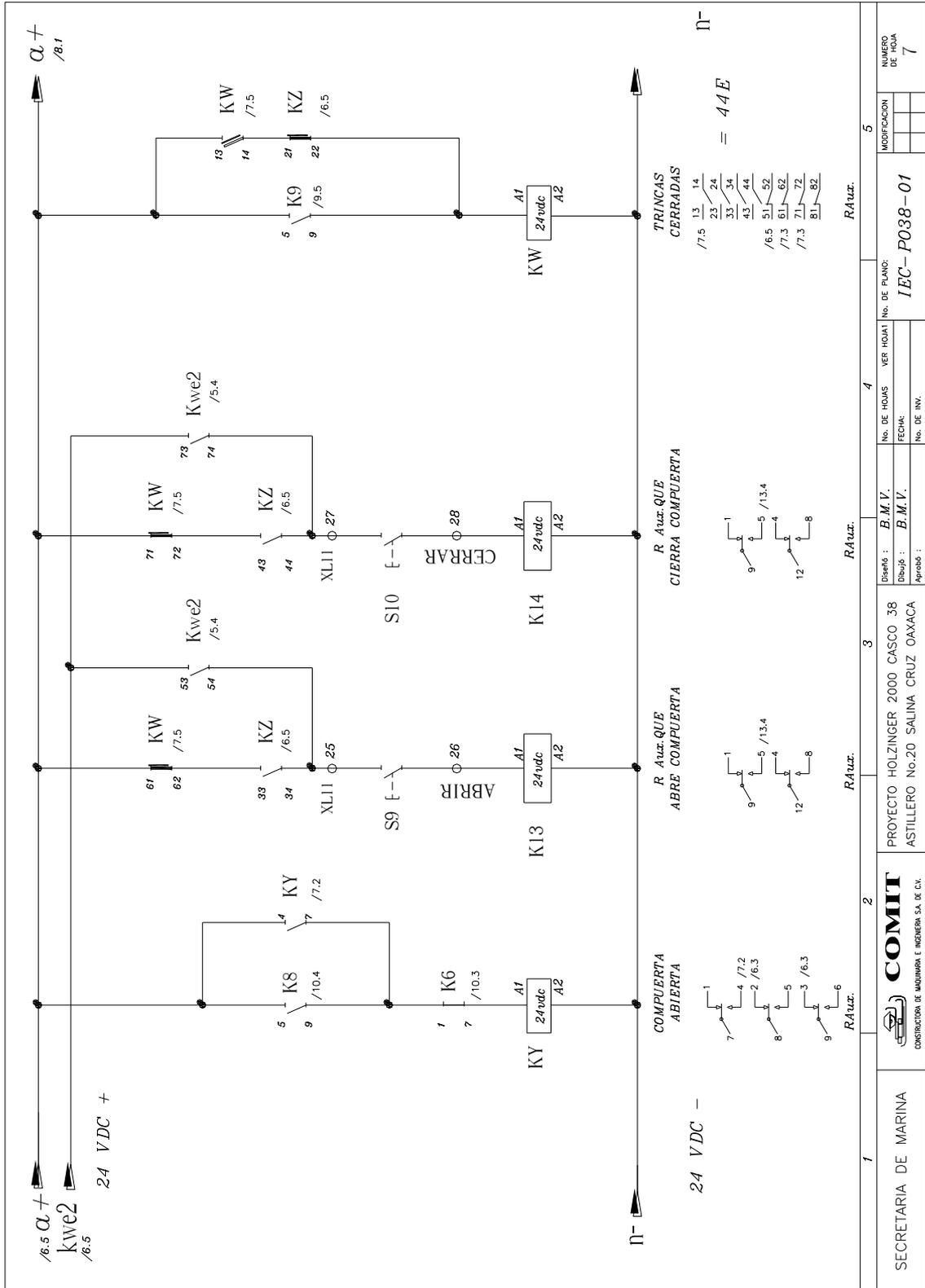


1	2	3	4	5
SECRETARIA DE MARINA	COMIT CONSTRUCTORA DE MAQUINARIA E INGENIERIA S.A. DE C.V.	PROYECTO HOLZINGER 2000 CASCO 38 ASTILLERO No.20 SALINA CRUZ OAXACA.	No. DE HOJAS : B.M.V. No. DE INY. : B.M.V. No. DE INV. :	MODIFICACION : No. DE HOJA : IEC-P038-01 No. DE PLANO : No. DE INY. :
				NUMERO DE PLANO : 5

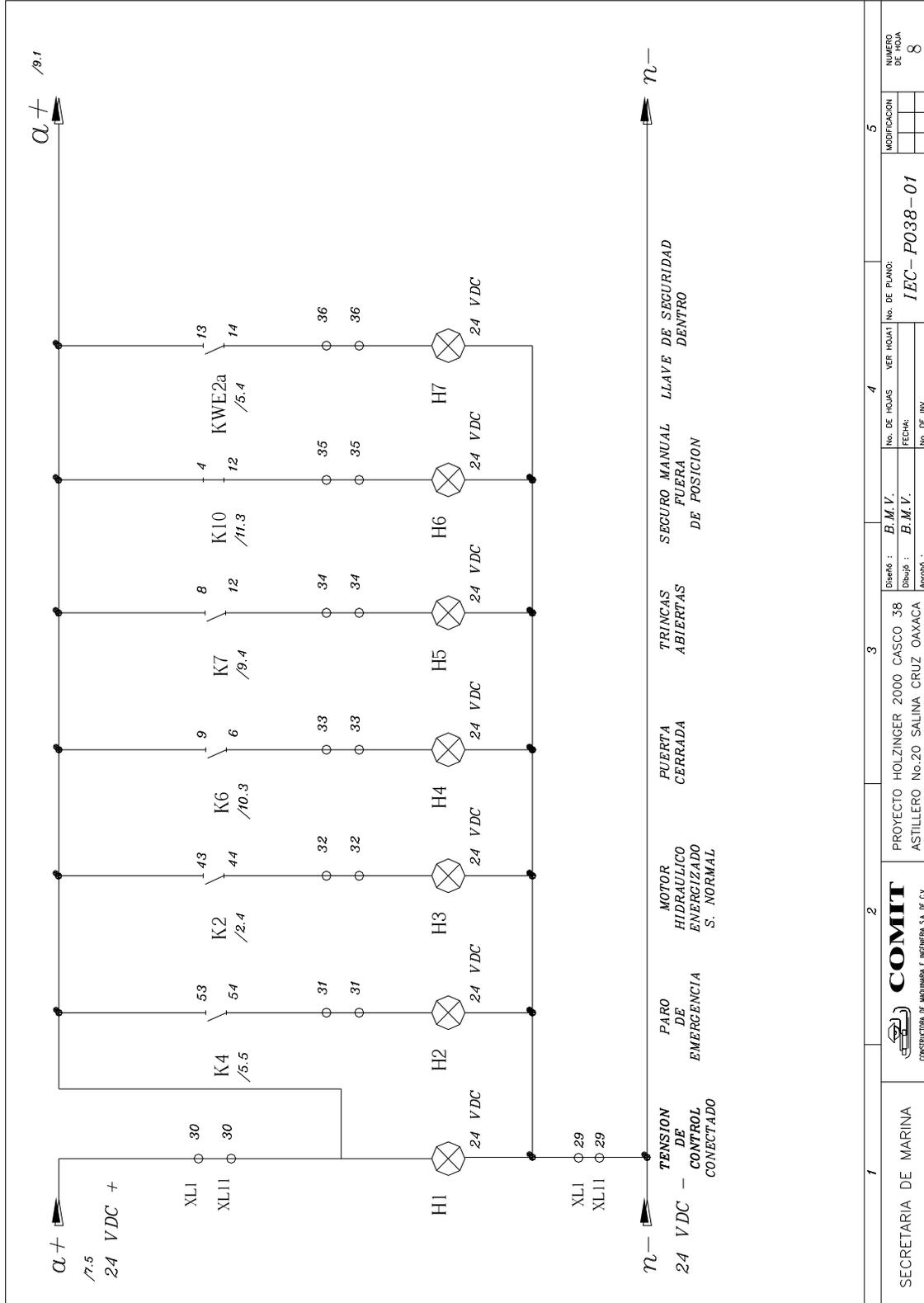
Conectar tension de control.



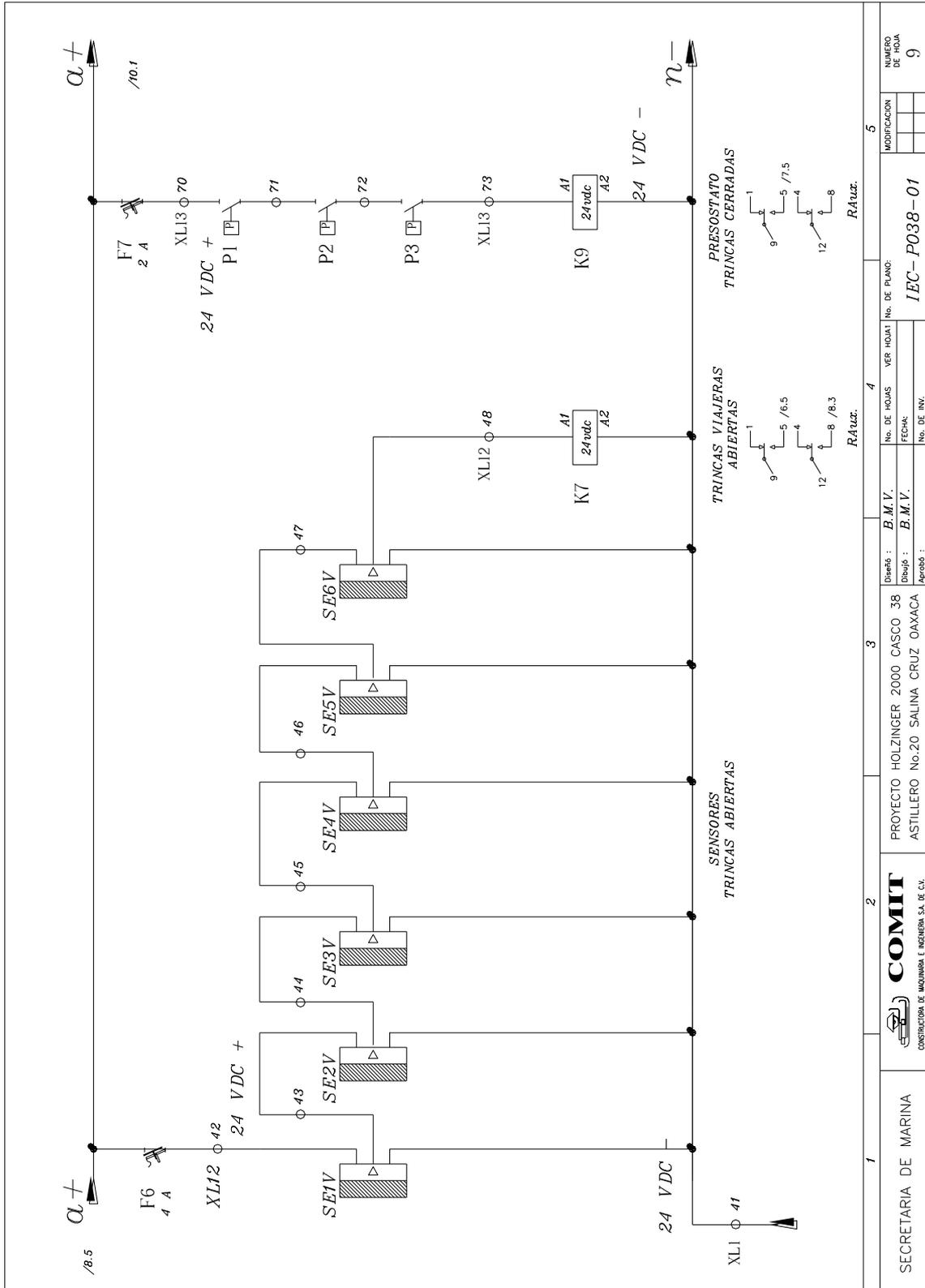
Abrir y cerrar trincas viajeras.



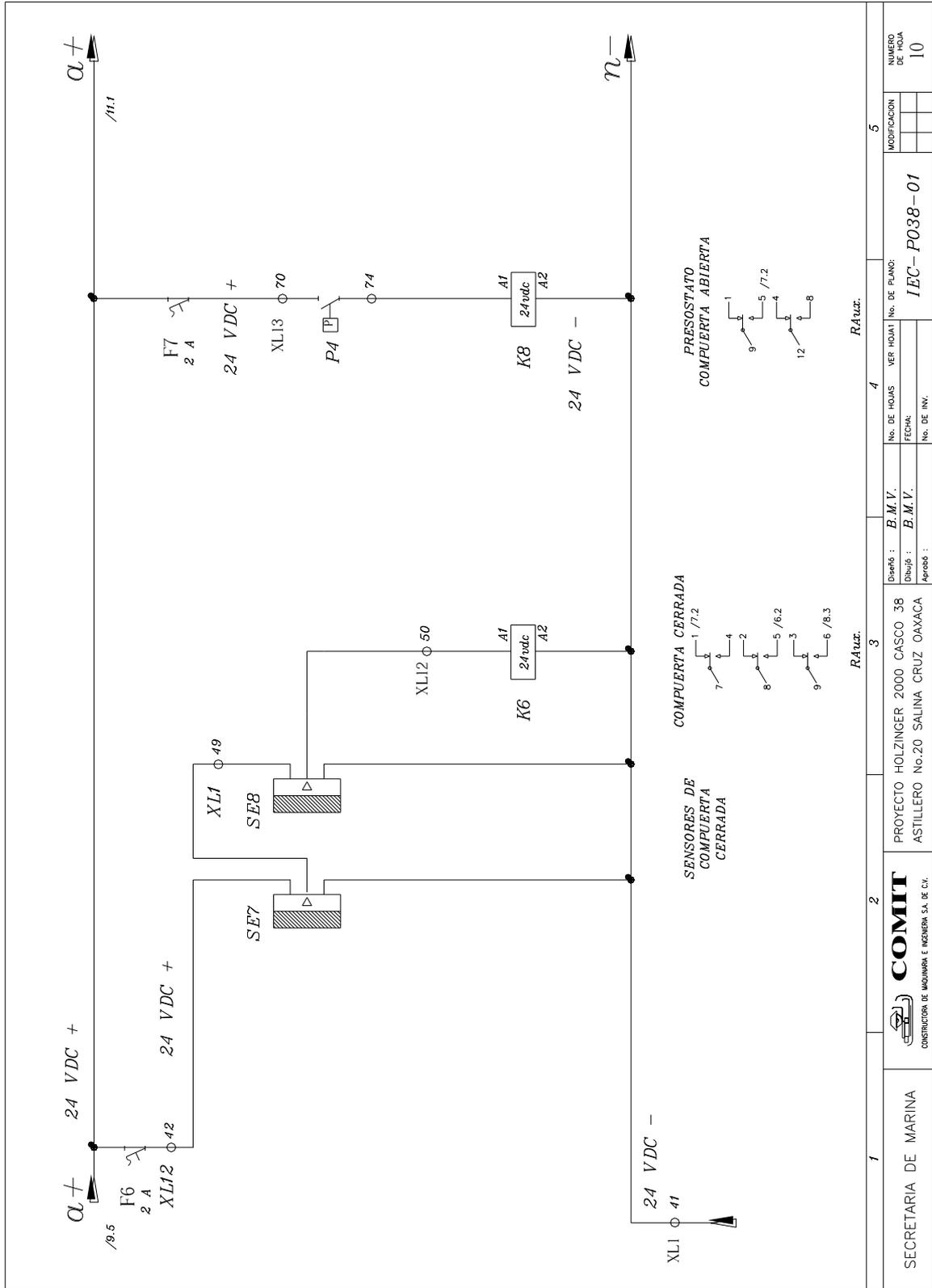
Abrir y cerrar compuerta.



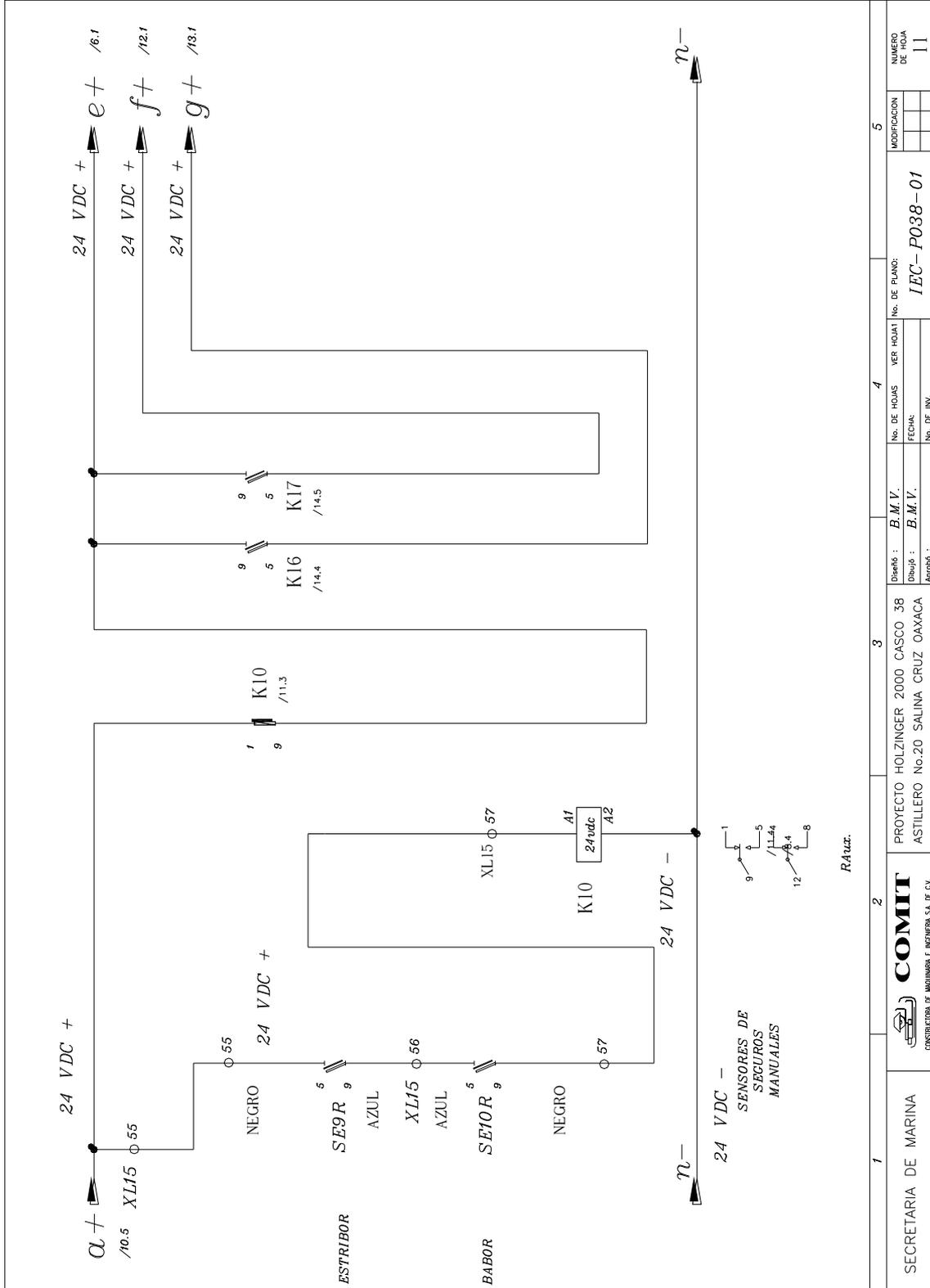
Lamparas indicadores.



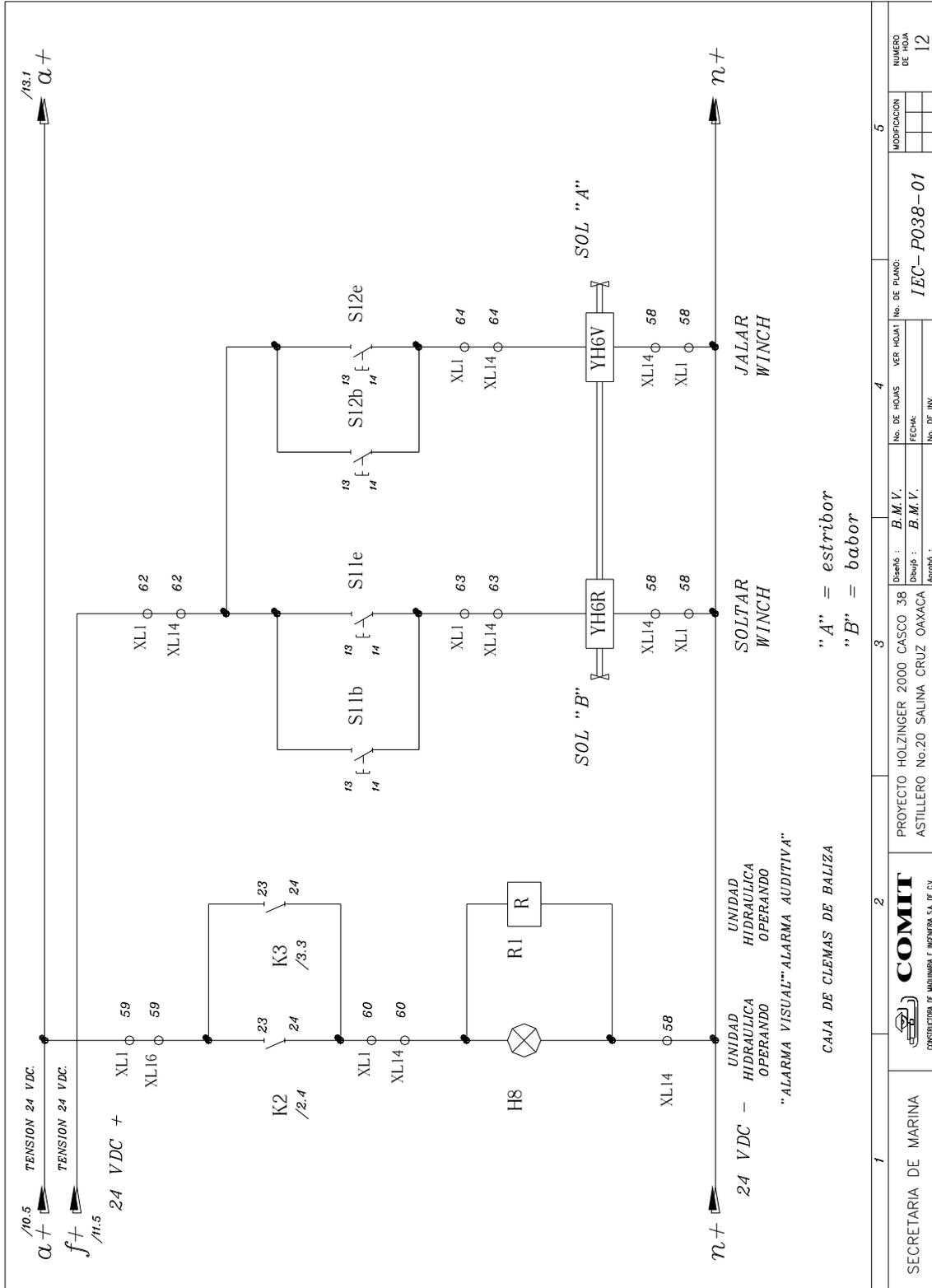
Sensores trincas abiertas.



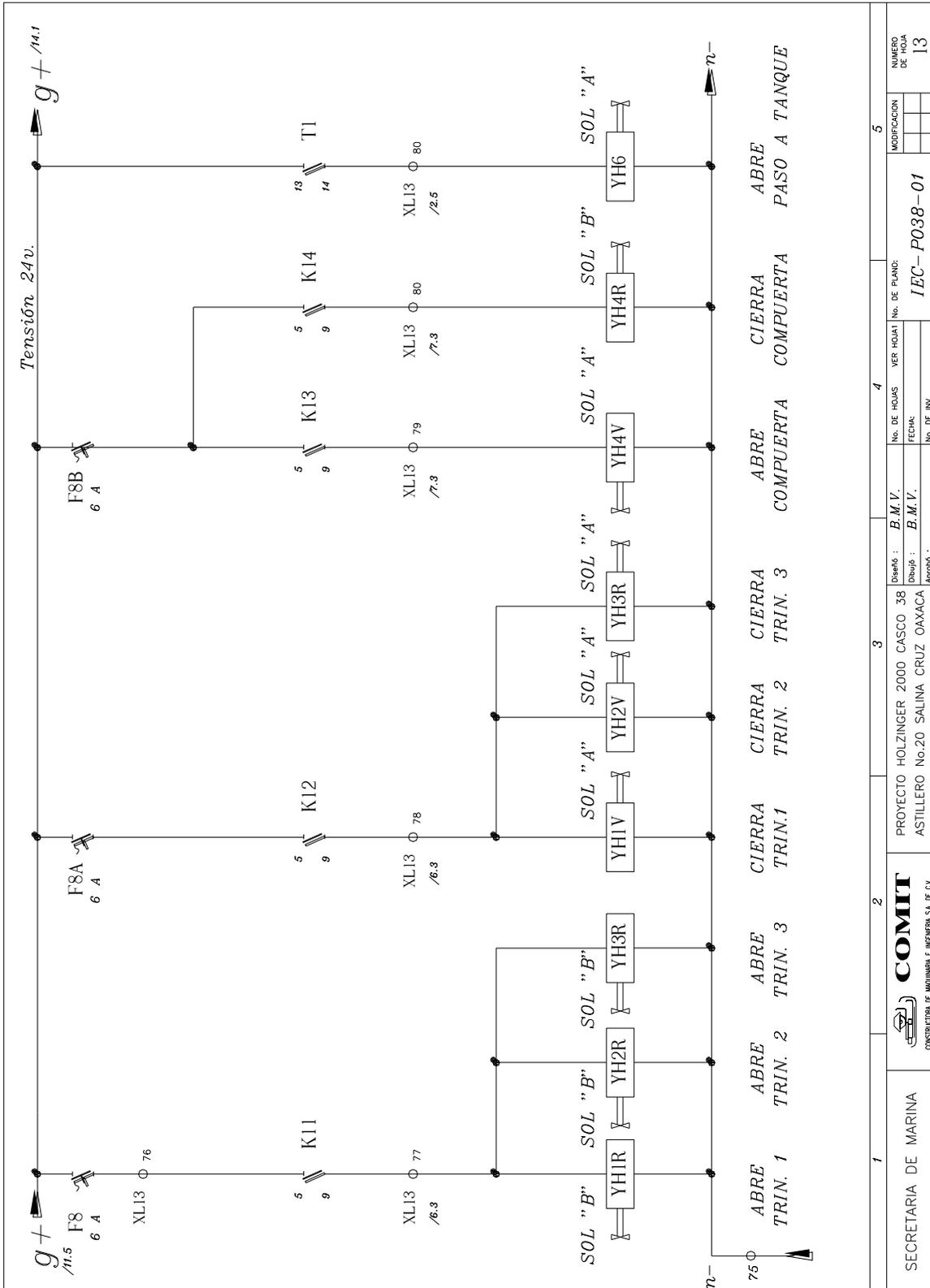
Sensores de la compuerta



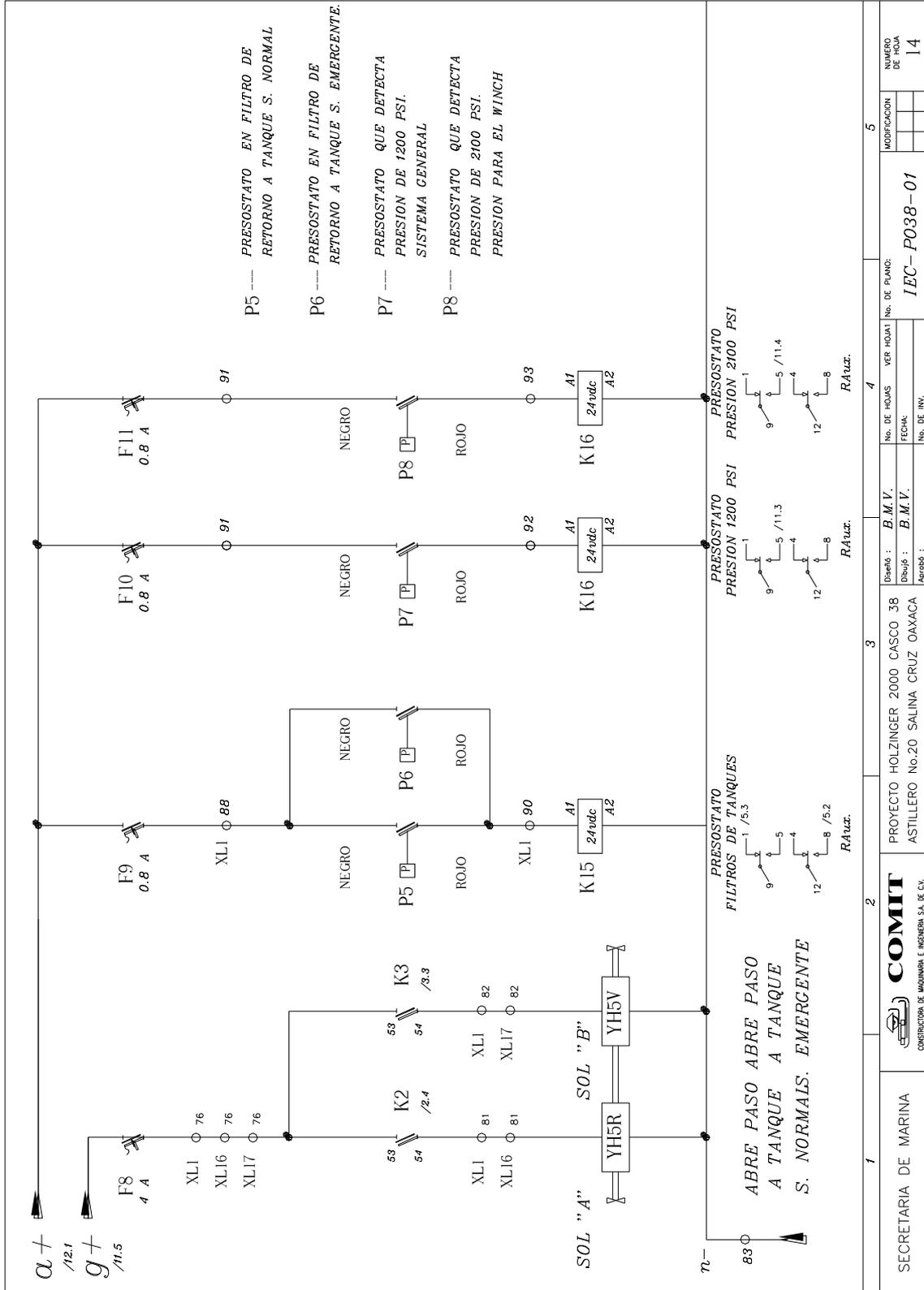
Sensores de seguro manual.



Alarma Visual y auditiva.



Electroválvulas para abrir y cerrar, compuertas y trincas viajeras.



1	2	3	4	5
SECRETARIA DE MARINA		COMIT		MODIFICACION
CONSTRUCCION DE MAQUINA E INGENIERIA S.A. DE C.V.		PROYECTO HOLZINGER 2000 CASCO 38 ASTILLERO No.20 SALINA CRUZ OAXACA		NUMERO DE HOJA
		Diseño: B.M.V. Dibujó: B.M.V. Aprobó:		14
		No. DE HOJAS: VER HOJA1 FECHA: No. DE INV.		
		No. DE PLANO: IEC-P038-01		

Sensores de presión (presostatos) en filtros de retorno, para las dos unidades de potencia



CAPITULO 4.- DISEÑO DEL SISTEMA DE ENERGIA Y EMERGENCIA.

4.1.-ANTECEDENTES Y CONSIDERACIONES.

La emergencia para este diseño radica en que después de la unidad de potencia de servicio normal, la operación de la unidad de potencia auxiliar, acumuladores hidráulicos y el accionamiento de la bomba manual se consideran sistemas de emergencia.

4.2.-DESCRIPCION DEL SISTEMA DE ENERGÍA CON LA UNIDAD HIDRÁULICA AUXILIAR.

Para arrancar la unidad de servicio de emergencia es necesario hacerlo desde el cuarto de máquinas para esto se tiene botones de arranque y paro en el tablero del interruptor de la unidad hidráulica de emergencia.

El arranque se tiene que realizar desde el cuarto de máquinas ya que ésta no se puede arrancar desde la consola.

Todos los movimientos de los cilindros están vigilados, coordinados con reveladores de control si por alguna razón alguno de estos falla, el control no se realizara satisfactoriamente, ya que todos los sensores inductivos están conectados en serie.

Al momento de arrancar cualquiera de las dos unidades Hidráulicas, se energizará una electroválvula que corresponde a la apertura a su tanque de retorno correspondiente esto es que cada unidad tiene una electroválvula para que su retorno sea el correcto a cada unidad, la activación de la electroválvula de retorno se realiza en 10 segundo tiempo en el cual el motor obtiene su velocidad nominal.

Al tener en operación cualquiera de las unidades se tendrá una alarma visual y otra auditiva que se activarán por todo el tiempo en que éstas estén en operación.



4.2.1.- Controles de Operaciones común entre la unidad de potencia principal y la de emergencia.

Todos los controles de la consola excepto el arranque y paro de la unidad de potencia auxiliar son compatibles para las dos unidades de potencia.

Los accionamientos anteriores de trincas manuales, trincas viajeras y el de la compuerta, son exactamente iguales a la de la unidad de potencia principal.

Con excepción de que la unidad de emergencia únicamente se arranca desde el cuarto de máquinas.

4.3.-ACCIONAMIENTO DEL SISTEMA HIDRÁULICO MEDIANTE LA ENERGÍA ALMACENADA EN LOS ACUMULADORES DE 25 GALONES C/U. (4 PZAS).

Si por alguna razón se tuviera que utilizar la presión de emergencia almacenada en (acumuladores), se deben realizar los siguientes pasos, primero se tienen que tener los interruptores principales (Q0 y Q01) en posición de apagado, se abre la válvula tipo bola de 1½" (No.25A ver diagrama hidráulico), que se indica, ver **foto No. 4.1.**



**Figura No.4.1, acumuladores de 25 galones c/u.
Fuente (archivo personal)**



De esta manera se libera la presión almacenada de 2,500 Psi, (en acumuladores ítem No.24), 4 piezas (ver **foto No.4.1**), con esta presión se puede realizar un ciclo completo del sistema (abrir trincas de emergencia "trincas manuales 2 piezas." abrir trincas que se encuentran en la compuerta (6 piezas), abrir compuerta.

De forma inversa se cierra compuerta, cerrar trincas de las compuestas, cerrar trinca manuales, con la presión que queda almacenad nos alcanza para medio ciclo más (abrir trincas y abrir compuerta).Para realizar cada uno de estos movimientos se cuenta con palancas de acción manual en cada una de los bloques de las válvulas.



Válvula
25A

**Figura No.4.2, válvula de paso.
Fuente (archivo personal)**

4.4.-ACCIONAMIENTO DEL SISTEMA HIDRÁULICO CON AYUDA DE LA BOMBA MANUAL.

Se tienen dos unidades de presión hidráulica, una de servicio normal y si fallara se tiene otra como servicio de emergencia, además si esta fallara se tienen acu-



muladores hidráulicos como segunda opción, como tercera y última opción se tiene una bomba de tipo manual. Ver **fotografía No.4.3.**

La misma válvula de globo que anteriormente se había abierto se tiene que cerrar (No.25A ver diagrama hidráulico), esto es con el fin de que la presión realizada no se canalice a los acumuladores si no que se dirija directamente al sistema, el movimiento de los cilindros ya sea para abrir trincas, abrir compuerta o viceversa se realizan de forma muy lenta, para esta operación se requieren de 10 personas por lo menos, 4 dentro del cuarto de máquinas y 6 que están afuera para relevar los que están dentro del cuarto de máquinas.

Para accionar los cilindros hidráulicos ya sea de las trincas y de la compuerta podemos accionar las válvulas con palancas manuales al frente de cada una de ellas.

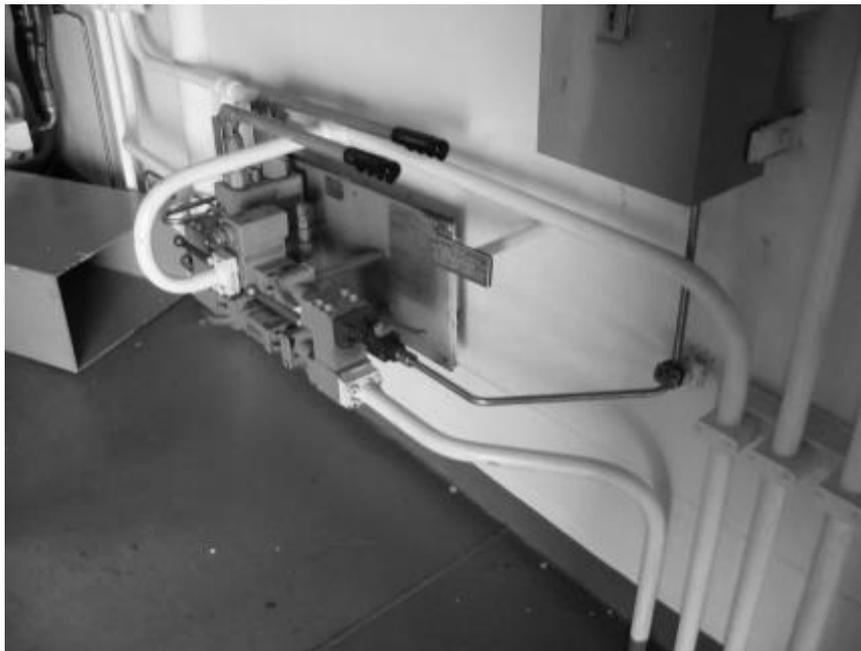


Foto No.4.3, bomba manual. Fuente (archivo personal)



4.5.-OPERACIÓN DEL WINCH PARA LA RECUPERACIÓN DE LA LANCHAS INTERCEPTORA.

Winch Hidráulico. Para la operación de este dispositivo únicamente se podrá utilizar con la unidad de potencia principal o la unidad de potencia auxiliar, ya que este demanda una presión de 2,100 PSI. Si se llegara a utilizar con la presión de los acumuladores sería insuficiente la energía almacenada y se terminaría muy rápido.

El motor hidráulico convierte la energía hidráulica en energía mecánica. El motor hidráulico usa el flujo de aceite enviado por la bomba y lo convierte en un movimiento rotatorio para impulsar otro dispositivo (por ejemplo, mandos finales, diferencial, transmisión, rueda, ventilador, otra bomba, etc.).

Para la operación del Winch hidráulico se tiene una caja de dos botones (soltar y retraer). Esta caja se ubica en un extremo del Winch. (Poste).

La presión del sistema para el accionamiento de cilindros es de 1,200 Psi, y para el accionamiento del Winch es de 2,100 psi.

Entonces surge la pregunta cómo es posible que el Winch accione si no si tiene la potencia requerida. En este caso la bomba de pistones de caudal variable tiene la opción de poder trabajar a dos presiones distintas, por medio de una válvula se obtiene la segunda presión de trabajo (2,100 psi).

Al momento de accionar cualquiera de los dos botones del Winch, atrás o adelante, en forma paralela se energiza la bobina de la segunda presión.



CAPITULO 5.- ESTIMACION DE COSTOS.

5.1.-CONSIDERACIONES GENERALES.

Definición de estimado

La palabra Estimar y Estimado se definen como apreciar, poner precio, evaluar las cosas.

En virtud de que la palabra "Estimación" en el contexto de la construcción en México se ha asociado al efecto de "liquidación parcial de los trabajos ejecutados", solo se empleará en esta obra con tal acepción, por lo general mencionándola como "Estimación de Obra" para ser más explícitos.

"Estimado de construcción" o simplemente "Estimado" tiene variaciones de Denominación, "Presupuesto" o "Presupuesto de Obra" y se aplican cuando se cotiza una obra a un tercero, ya sea en licitación o en asignación directa.

Cabe aquí mencionar los términos "Avalúo" y "Valuación", sinónimos a su vez de "Valoración" que se define como el señalar a una cosa el valor correspondiente a su estimación; ponerle precio.

Para ejecutar este proyecto se realizó una estimación de costos, y se entiende por costos de calidad el dinero destinado para obtener la calidad requerida.

La calidad no se consigue por casualidad ni accidentalmente, sino que todo debe ser planeado en actividades.

El objetivo fundamental de esta estimación de costos es que nos garantice la fabricación del sistema de control y cumpla satisfactoriamente con los requisitos preestablecidos de la Secretaría de Marina Armada de México.

5.2.-COSTOS DE INGENIERÍA.

Inversiones.

Se define a inversión como el capital que será utilizado para obtener un cierto producto o servicio.



Inversión fija.

Se considera como inversión fija al costo de implantación del proyecto, dentro de este se incluyen los costos de: construcción, maquinaria, equipos, puesta en marcha e imprevistos. A continuación se determinan los utilizados en este proyecto.

5.3.-COSTOS DE MATERIAL Y EQUIPO.

Se incluyen los costos de materiales de la parte mecánica, hidráulica y eléctrica, en donde se incluye la construcción del sistema de apertura de la compuerta, estructuras mecánicas de cada uno de los cilindros hidráulicos, soportes para tableros de control, etc. Para todos los costos presentados a continuación incluye el IVA.

Tabla #.5.1. Estimado/Presupuesto de construcción.

<i>Diseño electromecánico para apertura de compuerta.</i>				
<i>Materiales Parte mecánica.</i>				
<i>Ítem.</i>	<i>Descripción.</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Costo Unitario (US Dls).</i>	<i>Importe.</i>
1	Planchón Lamina negra 3/4" espesor, 2440x1220 mm.	2 pzas.	525.00	1,050.00
2	Lamina negra 1 1/2" espesor.40x40 cms.	2 pzas.	211	422.00
3	Acero Inoxidable 304, redondo de 5" diámetro. (para trincas)	1 pza.	19,120.00	19,120.00
4	Angulo de 3"x 3" x 1/4", A36 Gr.50.soportes	5	68	340.00
5	Pernos M25 X 70 acero inoxidable, 304	100	5	500.00
6	Tuercas 25mm. Acero inoxidable.	100	3	300.00
7	Arandelas 25mm. Acero inoxidable.	100	2	200.00
8	Pintura ambiente marino gris mate.	4 Gal.	150	600.00
9	Maquinado de piezas de acero inoxidable para trincas.	1 Lote	11,274.00	11,274.00
10	Soldadura.	1 Lote	7,500.00	7,500.00
11	Andamios.	1 Lote	832.00	832.00
12	Tubería acero al carbón cedula 40, ASTM A53.alta presión. Diámetro interior 2"	30 M.	14.82	444.6
13	Tubería acero al carbón cedula 40, ASTM A53.alta presión. Diámetro interior 1"	35 M.	12.43	435.02
14	Tubería acero al carbón cedula 40, ASTM A53.alta presión. Diámetro interior 3/4"	20 M.	10.45	209
15	Conexiones, codos, tees, soldaduras consumibles.	1 lote		398



TOTAL USD.	36,124.62
-------------------	------------------

Materiales Parte Eléctrica.

Ítem.	Descripción.	Cantidad	Costo Unitario (US Dls).	Importe.
1	Arrancador suave SIEMENS sirius 3RW30	4 pzas.	603.00	2,412.00
2	Contactador Siemens 3RT10.	4 pzas.	120.00	480.00
3	Tablero de control eléctrico de 1200x500mm. Ac.Inox.	2 pzas.	116.00	232.00
4	Botonera de 25x30 cms. En acero inoxidable NEMA 4X	2 pzas.	80.00	160.00
5	Botón pulsador marca Allen Bradley.	8 Pzas.	24.00	192.00
6	Botón Joystick marca Allen Bradley	4 pzas.	33.00	132.00
7	Relevadores de control Siemens 4NC+4NA, 24 VCD.	16 Pzas.	66.00	1,056.00
8	Clemas para cable 16-12 marca weidmüller serie W, 2.5 mm.	8000 pzas	0.85	680.00
9	Cable cal 16 AWG. (Control interior tablero VCA). Color azul.	500M.	1.85	925.00
10	Cable cal 16 AWG. (Control interior tablero VCD). Color rojo.	500M.	1.85	925.00
11	Motor de 50 HP. Siemens, 1750 rpm. 440V. Se agrega ficha técnica.	4 Pzas.	1298.0	5,192.00
12	Interruptor de 100 Amp. Siemens. modelo 3RV1041-4MA10	4 Pzas.	156.00	624.00
13	Fuente de poder de 220VCA- 24 VCD. 10A	2 pzas	149.00	298.00
14	Clemas tope final marca weidmüller serie W, modelo WSI.	100 pzas.	0.25	25
15	Clemas portafusibles marca weidmüller serie W, 4mm. Modelo WSI 4.	30 pzas.	4.8	144
15	Led lámparas indicadoras. 220 VCA, 24 VCD.	8 pzas.	20.16	161.28
16	Transformador 440-127 VCA.	2 pzas	210.00	420.00
17	Sensor inductivo 25mm. Diámetro.	16 Pzas.	42.74	683.84
18	Cable Afumex plus 750V, Quick System.cal 1X6mm2.	1000M.	4.26	4,260.00
20	Cable Afumex plus 750V, Quick System.cal 1X35mm2.	1500M.	8.92	13,380.00
21	Cable calibre 14 desnudo.	200M.	0.6	1,000.00
22	Cable calibre 8 desnudo.	400M.	10.00	4,000.00
23	Accesorios consumibles, sujeta cables, Cintas, tornillería, brocas, pasa muros. Etc.	1 lote.	241.00	241.00
TOTAL USD.				37,623.12



Material Partes Hidráulicas.				
Ítem.	Descripción.	Cantidad	Costo Unitario (US Dls).	Importe.
1	Bomba de pistón de caudal variable 47.5 GPM.	2	2,822.00	5,644.00
2	Filtros.	4	149.00	596.00
3	Cilindro de 12" Diámetro x 1.20M carrera, apertura de la compuerta(vástago 2")	4	1370.00	5,480.00
4	Cilindro de 3" Diámetro x 25mm. de carrera, trincas manuales (vástago 1")	4	764.00	3,056.00
5	Cilindro de 3" Diámetro x 35 mm. de carrera, trincas superiores (vástago 1")	4	973.00	3.892.00
6	Cilindro de 3" Diámetro x 30 mm. de carrera, trincas internas (vástago 1")	8	875.00	7,000.00
7	Válvula direccional 4 vías, 3posiciones setop 8	8	287.00	2,296.00
8	Winch 30 GPM.	2	3,629.00	7,258.00
9	Bomba manual	2	404	808.00
10	Acumulador hidráulico 25 Galones.	8	1,774.00	14,192.00
11	Presostatos	8	457.00	3,656.00
12	Válvulas reguladoras y accesorios varios.	1 Lote	22,540.00	22,540.00
13	Cable de acero 19mm. De diámetro para el winch.	1 Lote	8,245.00	8,245.00
14	Válvula de alivio	6	120	820.00
15	Válvula antiretorno en línea.	4	175	6,700.00
16	Válvula de contrabalance.	4	169	6.00
17	Válvula tipo bola de 1 1/2"	10	32	320.00
18	Válvula tipo bola de 1"	10	27	270.00
19	Válvula reguladora de caudal e línea.	26	321	8,346.00
TOTAL USD				97,233.00

5.4.-COSTOS DE CONSTRUCCIÓN Y MANO DE OBRA.

En este se incluyen los costos de obra mecánica y eléctrica, aquí se tomara en cuenta la compra de los equipos hidráulicos, mecánicos y eléctricos, así como la construcción de soportes en piso (interior del barco) donde se montaran las electroválvulas, tuberías, unidades hidráulicas, equipos eléctricos y los cilindros hidráulicos.

En este apartado también se incluye el costo de ingeniería de los siguientes departamentos como son:

Proyecto de control eléctrico, proyecto hidráulico y el proyecto mecánico. Siendo uno de los más cotizados el de control eléctrico seguido del hidráulico y por último el mecánico.



Tabla #.5.2 Costo General.

<i>Descripción</i>	<i>Costo en dólares</i>
Proyecto de control eléctrico.	2,822.00
Proyecto hidráulico.	2,450.00
Proyecto mecánico.	2,080.00
Transporte de los equipos hidráulicos, mecánicos y eléctricos a sitio.	3,560.00
Equipos eléctricos e instalación.	37,623.12
Equipos mecánicos, Fabricación e Instalación de soportes mecánicos.	36,124.62
Equipos e Instalación Hidráulica.	97,233.00
TOTAL USD.	181,892.74

5.5.-COSTO BENEFICIO GENERAL.

Toda empresa tiene como objetivo final la obtención de un beneficio.

Análisis Costo Beneficio.

La técnica de Análisis de Costo/Beneficio, tiene como objetivo fundamental proporcionar una medida de la rentabilidad de un proyecto, mediante la comparación de los costos previstos con los beneficios esperados en la realización del mismo.

Esta técnica se debe utilizar al comparar proyectos para la toma de decisiones.

Un análisis Costo/Beneficio por sí solo no es una guía clara para tomar una buena decisión. Existen otros puntos que deben ser tomados en cuenta.

El análisis Costo-Beneficio, permite definir la factibilidad de las alternativas planteadas o de un proyecto a ser desarrollado.

La utilidad de la presente técnica es la siguiente:

- Para valorar la necesidad y oportunidad de la realización de un proyecto.
Para seleccionar la alternativa más beneficiosa de un proyecto.
- Para estimar adecuadamente los recursos económicos necesarios, en el plazo de realización de un proyecto.



El análisis Costo/Beneficio involucra los siguientes pasos:

- Llevar a cabo una gran cantidad de ideas o reunir datos provenientes de factores importantes relacionados con cada una de sus decisiones.
- Elaborar dos listas, la primera con los requerimientos para implantar el proyecto y la segunda con los beneficios que traerá el nuevo sistema.
- Antes de redactar la lista es necesario tener presente que los costos son tangibles, es decir, se pueden medir en alguna unidad económica, mientras que los beneficios pueden ser tangibles y no tangibles, es decir pueden darse en forma objetiva o subjetiva.
- Determinar los costos relacionados con cada factor. Algunos costos como la mano de obra, serán exactos mientras que otros deberán ser estimados.
- Sumar los costos totales para cada decisión propuesta.
- Determinar los beneficios en alguna unidad económica para cada decisión.
- Poner las cifras de los costos y beneficios totales en una forma de relación donde los beneficios son el numerador y los costos son el denominador.
- Comparar las relaciones Beneficios a costos para las diferentes decisiones propuestas. La mejor solución, en términos financieros, es aquella con la relación más alta.

Diagrama de Gantt.

Es una grafica cuyo objetivo es mostrar los tiempos que se invierten en las diferentes actividades de un proyecto,

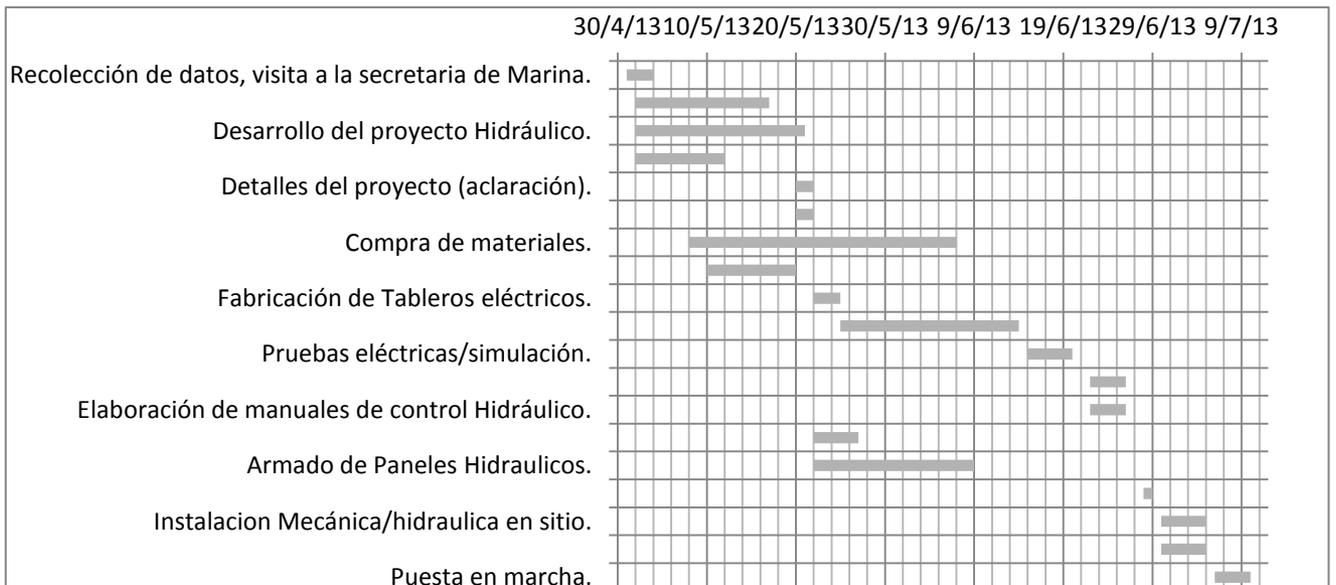
Esta grafica nos muestra el inicio y final de las diferentes actividades, pero también es una representación grafica del proceso en que se encuentra el proyecto, también es un buen medio de comunicar a las personas involucradas en que etapa se encuentra dicho diseño con respecto a las diferentes actividades.



Tabla #.5.3 Datos para el diagrama de Gantt.

GRAFICA DE GANTT			
ACTIVIDADES	fecha de inicio	Días de duración	Fecha final.
Recolección de datos, visita a la secretaria de Marina.	01-may-13	3	03-may-13
Desarrollo del proyecto eléctrico.	02-may-13	15	17-may-13
Desarrollo del proyecto Hidráulico.	02-may-13	19	21-may-13
Desarrollo del proyecto Mecánico.	02-may-13	10	12-may-13
Detalles del proyecto (aclaración).	20-may-13	2	22-may-13
Desarrollo del proyecto y presentación Final.	20-may-13	2	22-may-13
Compra de materiales.	08-may-13	30	07-jun-13
Fabricación de soportes mecánicos.	10-may-13	10	20-may-13
Fabricación de Tableros eléctricos.	22-may-13	3	25-may-13
Alambrado del tablero de control	25-may-13	20	14-jun-13
Pruebas eléctricas/simulación.	15-jun-13	5	20-jun-13
Elaboración de manuales de control eléctrico.	22-jun-13	4	26-jun-13
Elaboración de manuales de control Hidráulico.	22-jun-13	4	26-jun-13
Tratamiento térmico a partes mecánicas.	22-may-13	5	27-may-13
Armado de Paneles Hidráulicos.	22-may-13	18	09-jun-13
Preparación para embarque.	28-jun-13	1	29-jun-13
Instalación Mecánica/Hidraulica en sitio.	30-jun-13	5	05-jul-13
Instalación Eléctrica en sitio.	30-jun-13	5	05-jul-13
Puesta en marcha.	06-jul-13	4	10-jul-13

Tabla #.5.4 Grafica del diagrama de Gantt.





Breve descripción de los puntos de actividades.

En el punto de recolección de datos, este se refiere a una visita a los astilleros de la secretaria de Marina, en el puerto de Salina Cruz Oaxaca y en el de Tampico Tamaulipas. El objetivo de esta reunión contempla recabar información respecto a la operación de la compuerta y verificar los tiempos de accionamientos.

El desarrollo del proyecto eléctrico estuvo a cargo del departamento de ingeniería eléctrica en el cual participamos.

Se tienen algunas dudas con respecto al diseño eléctrico, mecánico e hidráulico, en este momento se decide que las dudas únicamente se podrán solucionar en los astilleros. Por lo que el departamento de ingeniería decide realizar una reunión de aclaración.

En el punto que se refiere a las compras de materiales en el diagrama se ve claramente que es muy extenso, esto se debe a que algunos materiales tienen tiempo de entrega largos.

La fabricación de soportaría se realiza en el taller de la compañía con una inspección del departamento de calidad. Después de realizar inspección dimensional de acuerdo a planos de construcción se envían a tratamientos térmicos.

La instalación mecánica, eléctrica e hidráulica se realizan al mismo momento para, por que se pueden acomodar algunas actividades.

Durante la puesta en servicio previamente se realizan actividades, para verificar el funcionamiento de cada uno de los equipos.



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Durante el inicio de los proyectos se vislumbraron los retos a los cuales nos enfrentaríamos que serían Ingeniería Eléctrica y Mecánica, se tenía la firme idea de que si podíamos lograr el objetivo y afrontar con energía los embates de los Ingenieros responsables del buen funcionamiento por parte de La Secretaria de marina Armada de México.

Digo esto porque los anteriores proyectos no los realizaba una empresa Mexicana, estas concesiones se las adjudicaban a una empresa canadiense. Por lo que era un verdadero logro aclarar algunas dudas de ingeniería con personal a cargo, estos estaban acostumbrados a que los extranjeros se puede decir que eran más complacientes en términos de dadas, y con todo lo que esto implica.

Durante el desarrollo del proyecto surgieron dudas, que posteriormente se disiparían con los encargados del proyecto de la Secretaria de Marina Armada de México.

Se concluyen los trabajos encomendados con la satisfacción de haber cumplido con los requerimientos del cliente.

Se mejora el tiempo de apertura que era anteriormente de 48 segundos (en embarcaciones anteriores) y se logra dejar el registro de apertura a los 38 segundos, únicamente de apertura para que la lancha rápida salga.

La recopilación de datos se logra únicamente con la visita realizada (una), al interior de una patrulla oceánica existente.

Los requerimientos por parte de la Secretaria para mejorar el proyecto son los siguientes puntos:

- Mejorar el tiempo de apertura (anteriormente 48 segundos).
- Control electromecánico.(tensión de control, libre decisión del proyectista).
- Colocar una segunda botonera (parte interna de la botonera principal), no se coloca una segunda botonera (se integra una llave de puenteo de seguridades).



- No se deberá realizar ningún movimiento de cilindros hidráulicos mientras las trincas manuales estén accionadas (asegurando la compuerta).

Datos obtenidos durante la visita.

- Las válvulas de accionamiento son eléctricas y mecánicas. (electroválvulas).
- Únicamente las válvulas de trincas manuales son mecánicas.
- Los sensores de inductivos y de presión a prueba de Corrosion.
- Tubería en la compuerta (tubing de acero inoxidable).
- Tubería para el sistema en general acero al carbón.
- Gabinetes a utilizar NEMA 4X.
- Arrancadores a tensión reducida.

Uno de los problemas encontrados fue el de tener muy en cuenta las altas presiones utilizadas.

El empleo de altas presiones como se utilizan en este tipo de trabajo 1,200 psi (84 kg/cm²) para la presión del sistema (apertura y cierre de la compuerta) y 2,100 psi (147 kg/cm²) para el Wich (soltar y jalar embarcación rápida).

Es muy peligroso, puedes cercenar una miembro del cuerpo si lo encuentra cercano durante una falla.

Para la realización de este trabajo fue de gran utilidad la contribución de la bibliografía anexa a este trabajo.

Recomendaciones que se sugieren para los próximos diseños.

- Consideramos que el empleo de procesadores lógico programable (PLC), ayudaría mucho ya que el espacio a utilizar en el tablero de control se reduce debido al pequeño espacio que ocupa éste.
- Sensores de temperatura para los devanados del motor, estos se pueden monitorear a través de transductores (sensores de temperatura) que nos



pueden emitir una señal analógica o digital). Se pueden emitir señales preventivas y en caso de omisión por tercera vez se ejecuta como una actividad permisiva en la tensión de control.

- Se le recomienda detectar sobreelevación de temperatura en el cuarto de máquinas.
- Se deberá implantar una bitácora de mantenimiento, esta deberá contener fechas y responsables de las acciones tomadas durante todo el tiempo.
- La botonera se tiene en la parte izquierda del buque (babor), justo debajo de las mangueras de presión que alimentan el cilindro de apertura de la compuerta. Se recomienda se proteja al operador por si llegase a ocurrir un desprendimiento o rotura de alguna de las manguera de presión.

En este diseño, el cable Afumex plus 750 V. para alimentar los motores y el tablero principal ya estaban incluidos en un paquete, por lo que no se pudo substituir por un cable mexicano de igual características, la marca del cable por la que se puede substituir es Viakon, las pruebas a que se someten estos conductores podría ser avalada por una tercería que atestiguara dichas pruebas, conforma a normatividad vigente.

Cable por el que se puede substituir.

Cables Cero Halógenos.

Por su excelente comportamiento, estos cables se usan en instalaciones donde se requiera máxima seguridad en condiciones de incendio, tales como: centrales eléctricas, lugares de alta concentración pública, embarcaciones marítimas etc.

Por la seguridad que ofrecen, son instalados en los circuitos de sistemas de transporte colectivo (metro). Pueden instalarse en charolas o tubería conduit y en instalaciones subterráneas o expuestas a la luz solar, en lugares húmedos o secos.

Para usarse en charolas, portan la marca SR y CT según requisitos de la NOM-001-SEDE.



GLOSARIO DE TERMINOS.

Astimar.

Astillero de Marina (ASTIMAR No.1) en Tampico Tamaulipas.

Astillero de Marina (ASTIMAR No.20) en Salina Cruz Oaxaca.

Los Astilleros de la Secretaría de Marina, también conocidos como ASTIMAR, son los astilleros mexicanos dependientes de la Dirección General de Construcciones Navales de la Armada de México, donde se llevan a cabo diversos tipos de construcciones y reparaciones navales en el territorio mexicano.

Aleación eutéctica.

Los relés de sobrecarga de aleación eutéctica generalmente se usan con arrancadores de motor NEMA.

Barras Huecas Honeadas.

Se utilizan para fabricar Cilindros Hidráulicos. La Característica principal de la Barras Huecas Moneadas es tener completamente liso su interior que se lo da un terminado tipo espejo, a la milésima.

Babor.

Mirando hacia proa, todas las partes del buque situadas a la izquierda se dicen a babor.

Bomba manual.

El accionamiento de esta bomba es a través de una palanca, toda vez que se agotó la energía de emergencia.

Cables Cero Halógenos.

Los halógenos son algunos elementos del grupo VIIA de la tabla periódica: Flúor, Cloro, Bromo y Yodo. Todos ellos son elementos tan reactivos que no se encuentran libres en la naturaleza, sino siempre mezclados con otros.



Así, los cables con aislamiento libre de halógenos no contienen ninguno de esos elementos y se comportan mucho mejor en caso de incendio que el PVC (que contiene cloro) teniendo características eléctricas y mecánicas muy similares.

De ahí que en el mercado se conozcan los cables cero halógenos como de alta seguridad frente al fuego.

Caudal.

En hidráulica, el caudal caracteriza a la rapidez del movimiento.

CEC.

Código eléctrico canadiense

Consoleta de mando.

Botonera de control para arranque de la unidad de potencia principal y el accionamiento de compuertas y trincas.

DPCC.

Dispositivos de protección contra cortocircuito.

Estribor.

Mirando hacia proa, todas las partes del buque situadas a la derecha se dicen a estribor.

IEEE.

American Institute of Electrical Engineers. Instituto Americano de Ingenieros Eléctricos.

IEC.

Comisión Electrotécnica Internacional.

IP.

Significa **Internal Protection.**



IP21: Protegido contra contacto con los dedos, contra ingreso de cuerpos sólidos mayores que 12 mm y contra gotas verticales de agua.

IP22: Protegido contra contacto con los dedos, contra ingreso de cuerpos sólidos mayores que 12 mm y contra gotas de agua hasta una inclinación de 15° con la vertical.

IP55: Protegido completamente contra contacto, contra acumulación de polvos nocivos y contra chorros de agua en todas las direcciones.

MCCB.

Interruptores automáticos en caja moldeada.

NEMA.

Asociación Nacional de Fabricantes de Equipos Eléctricos.

NEC.

Código Eléctrico Nacional.

OPV. (Offshore Patrol Vessel)

Patrulla a poca distancia de la costa

Patrulla oceánica.

Es una clase de patrullero oceánico buque (patrulla a poca distancia de la costa) (OPV, Offshore Patrol Vessel por sus siglas en inglés), construido y diseñado por la Armada de México para su propio uso.

Popa.

Parte trasera de una nave. Extremo opuesto a la proa; final de la estructura del casco que cierra al buque por su extremidad posterior. Por extensión se llama también popa al tercio posterior del buque.



Proa.

Es la parte delantera del buque. Se denomina también proa al tercio anterior del buque.

PLC.

Controlador lógico programable (Programmable Logic Controller).
Dispositivo electrónico muy usado en la automatización industrial.

Trincas viajeras.

Seguros que viajan con la compuerta. Para asegurar la hermeticidad cuando se encuentra cerrada.

Trincas manuales.

Seguros que se encuentran en la parte fija del buque.

Presostato.

Un presostato es un instrumento que capta automáticamente un Cambio en la presión y abre o cierra un elemento de conmutación eléctrica cuando se llega a un punto de presión predeterminado.

SMAM.

Secretaría de Marina Armada de México.

Winch de accionamiento Hidráulico.

Winch de rescate, en este caso se requieren arrastrar la embarcación rápida, las condiciones de trabajo son extremas. El Winch es un cabrestante, (también conocido como malacate o Winch en inglés) dispositivo mecánico, impulsado por una máquina hidráulica, con un cable que sirve para arrastrar.

Ignifugación:

Dificultan la propagación de la llama y el fuego. Según las diferentes normativas IEC.



FUENTES DE CONSULTA. BIBLIOGRAFIA.

- CHARLES S. SISKIND, Electrical Machines (International Student Edition), 1959, Second Edition, Japan, McGraw-Hill.
- SCHRADER BELLOWS PARKER. Hidráulica Industrial, primera edición, México 1995,
- Fuente de información: Recomendaciones para el ahorro de energía en motores eléctricos, FIDE

FUENTES ELECTRÓNICAS.

- Facultad de ciencias (UASLP).
- North American Industries, Inc.
- <http://galia.fc.uslp.mx>
- <http://ecatalog.weg.net>
- <http://guilenia.com>. Arrancadores Cutler Hammer.
- <http://automations.siemens.com>

NORMAS DE REFERENCIA.

- NEMA Asociación Nacional de Fabricantes de Equipos Eléctricos.
- NOM-016-ENER-2002, Norma Oficial Mexicana, Eficiencia energética de motores de corriente alterna trifásicos, de inducción, tipo jaula de ardilla, de uso general en potencia nominal de 0,746 a 149,2 kW. Límites, método de prueba y marcado.
- NRF-095-PEMEX-2004 Motores Eléctricos.
- NOM-001-SEDE-2012. Instalaciones Eléctricas (utilización)
- IEC International Electrotechnical Comisión, Comisión Electrotécnica Internacional.
- CEC Canadian Electric Code. Código Eléctrico Canadiense.

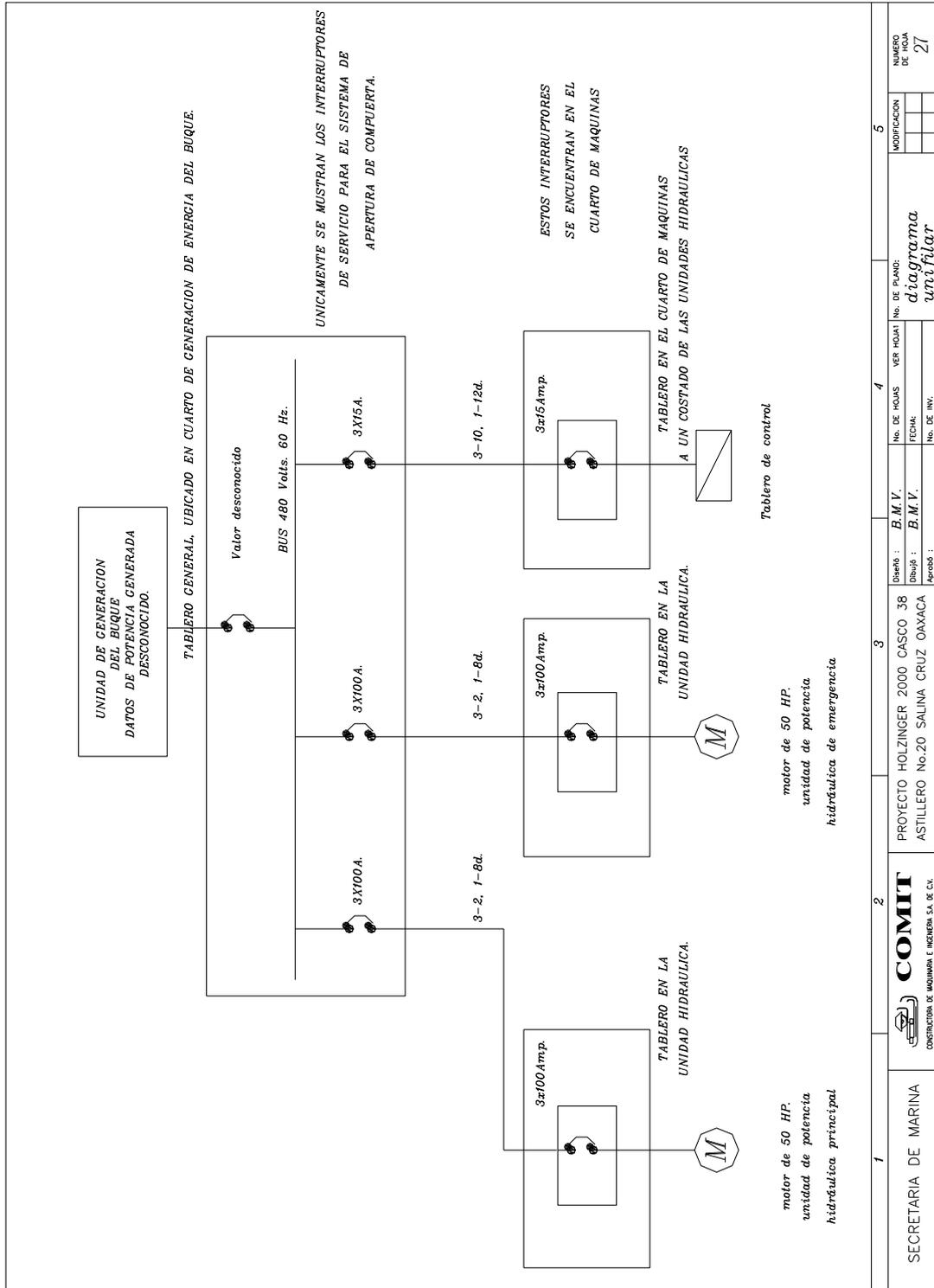


- IEC 60092-350 "Instalación eléctrica en buques"
- IEC 60228. "Conductores de cables aislados"
- IEC 60092-351 "Materiales de aislamientos para cables"
- IEC 60092-352 Elección e instalación de cables para redes de baja tensión"
- IEC 60092-376 "Cables para circuitos de control e instrumentación 150/250V (300V)"
- NMX-J-098-ANCE-1999. "sistemas eléctricos de potencia - suministro -
- Tensiones eléctricas normalizadas".



ANEXOS.

ANEXO A. Diagrama Unifilar.





ANEXO B. Simbología utilizada en los diagramas eléctricos.

	BOTON PULSADOR, CONTACTO NORMALMENTE CERRADO.		MOTOR TRIFASICO		SENSOR INDUCTIVO
	CONTACTO NORMALMENTE CERRADO. (NC).		FUENTE DE ENERGIA DE 220 VAC A 24 VDC		SENSOR DE PRESION (PRESOSTATO)
	BOTON PULSADOR, CONTACTO NORMALMENTE ABIERTO		TRANSFORMADOR		CONTACTO NORMALMENTE CERRADO (NC).
	CONEXION A TIERRA		FUSIBLE		ALARMA AUDITIVA
	TEMPORIZADOR		INTERRUPTOR		BOBINA SOLENOIDE DE ELECTROVALVULA
	LAMPARA INDICADORA 220 VAC.		PUNTOS DE ARRANQUE EN EL ARRANCADOR A TENSION REDUCIDA.	/1.5	INDICA POSICION DEL PUNTO O CONTINUACION. EJEMPLO: INDICA HOJA NUMERO 1, COLUMNA No.5. EJEMPLO: INDICA QUE VIENE DE LA HOJA 1 COLUMNA 5
	CONTACTO NORMALMENTE ABIERTO (NA)		LLAVE DE PUENTE DE SEGURIDADES		CONTACTOS ABIERTOS Y CERRADOS DE UN RELEVADOR AUXILIAR
	BOBINA DE RELEVADOR AUXILIAR A 220 VAC.		BOBINA DE RELEVADOR AUXILIAR A 24 VDC.		
	LAMPARA INDICADORA 24 VDC.		BOTON PULSADOR, PARO DE EMERGENCIA		

ANEXO C. Ficha técnica de aceite hidráulico utilizado en este diseño.

LÍNEA HIDROMAX EP

ACEITE HIDRÁULICO

PREGUNTE POR NUESTROS EXPERTOS
LUBRICANT CONSULTANTS

Los aceites hidráulicos HIDRO MAX EP son lubricantes de alta calidad, formulados a partir de bases parafínicas destiladas de excelente estabilidad, inhibidores de oxidación y herrumbre, un antiespumante especialmente seleccionado para facilitar la rápida eliminación del aire atrapado y un aditivo antidesgaste y de extrema presión que permite trabajar a velocidades y presiones altas con un mínimo desgaste en las espas y engranes de las bombas.

VENTAJAS

- Muy estables en servicio bajo efectos de altas temperaturas y/o oxidación.
- Excepcionalmente estables en presencia de humedad.
- Poseen una excelente capacidad para desmulsificar rápidamente el agua contaminante.
- No daña sellos de los sistemas Hidráulicos.
- Alta resistencia a la formación de lodos.
- Alto índice de viscosidad (buena estabilidad térmica)

USOS

- Bombas de pistones axiales, de espas, etc.
- Sistemas hidráulicos móviles.
- Sistemas hidráulicos industriales:
 - prensas,
 - Máquinas y herramientas.
 - Compresores de aire.
 - El equipo móvil de construcción.
 - Máquinas de moldeo por inyección.
 - Reductores de velocidad.
- Entre otros.

CARACTERÍSTICAS

PARÁMETROS	METODO ASTM	HIDROMAX							
		32	46	68	100	150	220	320	
Viscosidad @ 40°C cSt	D-445	28,8 - 35,2	41,4 - 50,6	61,2 - 74,8	90 - 100	135 - 155	198 - 242	288 - 352	
Conversión Saybolt SSU	D-2161	136,2 - 164,9	193,1 - 235	264 - 347	417 - 463	625 - 718	917 - 1120	1336 - 1631	
Viscosidad @ 100°C cSt	D-445	<50	<62	<79	<10,1	<13,4	<16,9	<21,6	
Índice de viscosidad	D-2270	98	98	98	98	98	98	98	
Densidad @ 25°C	D-5355	0,86-0,90g/ml							
Aspecto visual		Ámbar claro transparente							
Punto de inflamación	D-92	Mínimo 180-C							
Punto de ignición	D-92	Mínimo 190-C							
Prueba de manchado a tira de cobre	D-130	1B	1B	1B	1B	1B	1B	1B	

INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍA

Carretera Apodaca Santa Rosa Km.0.6 Apodaca, NL, México C.P. 66602
 T: (81) 83.85.45.11, (81) 83.85.45.12, (81) 83.85.45.13 Y en toda República... 01 800 738 80 00 | www.lufhissa.com



ANEXO D. Ficha técnica de Bomba de pistones.

Bombas de Pistones

PAVC



- Carcasa de hierro fundido de alta resistencia
- Precarga integrada
- Alta capacidad de carga
- Buje de la flecha sellado (opcional)
- Carcasa de dos piezas
- Controles de cartucho
- Válvula de purga
- Opción de flecha pasada
- Localización opcional de los puertos
- Soporta altas presiones con fluidos agua glicol
- El drenaje puede ser filtrado o enfriado

Tamaño PAVC	-33	-38	-65	-100
Desplazamiento (cm ³ /rev)	33	38	65	100
(pulg ³ /rev)	2.0	2.3	4.0	6.1
Presión continua máxima (Bar)	207	207	207	207
(PSI)	3000	3000	3000	3000
Velocidad máxima de autocebado a 0 PSI manométrica (rpm)	3000	3000	3000	3000



zp01

ANEXO E. Ficha técnica de motor jaula de ardilla.

Motores trifásicos jaula de ardilla, alta eficiencia, totalmente cerrados

Totalmente cerrados con ventilación exterior. Montaje: horizontal (F1), Aislamiento clase F, Diseño NEMA B según norma MG-1, 33°C temperatura ambiente a una altitud de 2300 msnm

40°C temperatura ambiente a una altitud de 1000 msnm

Factor de servicio:

1.15 Motores RGZE y RGZESD

Armazones 143T a 256T en 2 y 4 polos

Descripción				Modelo			
Potencia en HP	Velocidad en RPM	Tensión a 60 Hz en Volts	Tamaño Armazón NEMA	RGZE-B/C Con brida C Catálogo Spiridon	RGZE-JM BC + espiga JM Catálogo Spiridon	RGZESD-B/C Con brida C Catálogo Spiridon	RGZESD con brida C A prueba de explosión Catálogo Spiridon
50	3600	23/460	326T5	A7810000018182	A7810000020100	*	*
	1800	23/460	326T	A7810000018184	A781000002141	*	*
	1200	23/460	365T	A7810000017047	No disponible	*	*
	900	23/460	404T	A7810000017058	No disponible	*	*
60	3600	23/460	364T5	*	No disponible	*	*
	1800	23/460	364T	*	No disponible	*	*
	1200	23/460	404T	*	No disponible	*	*
	900	23/460	405T	*	No disponible	*	*
75	3600	23/460	365T5	*	No disponible	*	*
	1800	23/460	365T	*	No disponible	*	*
	1200	23/460	405T	*	No disponible	*	*
	900	460	444T	No disponible	No disponible	*	*
100	3600	23/460	405T5	*	No disponible	*	*
	1800	23/460	405T	*	No disponible	*	*
	1200	460	444T	No disponible	No disponible	*	*
	900	460	444T	No disponible	No disponible	*	*



Motor utilizado, tamaño armazón NEMA 326T. 1800 RPM.

FUENTE; <http://industria.siemems.com.mx/motores/motores>.

ANEXO F. Ficha Técnica del cable utilizado en este diseño.

marina cables de BT para potencia

AFUMEX PLUS 750V QUICK SYSTEM (AS)

Tensión nominal: 300/500 V
450/750 V

Norma técnica: UNE 211002



CARACTERÍSTICAS CABLE



Cable flexible



No propagación de la llama
IEC 60332-1



No propagación del incendio
IEC 60332-3



Baja emisión de humos opacos
IEC 61034-1/-2



Libre de halógenos
IEC 60754-1



Muy baja emisión de gases corrosivos
IEC 60754-2



Reducida emisión de gases tóxicos
NFC 20454



Resistencia a la absorción de agua



Resistencia al frío

- Norma constructiva: UNE 211002.
- Temperatura de servicio (instalación fija): - 40 °C, + 70 °C.
- Tensión nominal de servicio: 300/500 V hasta 1 mm² y 450/750 V desde 1,5 mm².
- Ensayo de tensión en c.a. durante 5 minutos: 2000 V en los cables ES05Z1-K y 2500 V en los ES07Z1-K.

Ensayos de fuego:

- No propagación de la llama: UNE EN 50265-2-1 ; IEC 60332-1 ; NFC 32070-C2.
- No propagación del incendio: UNE EN 50266-2-4; IEC 60332-3; NFC 32070-C1.
- Libre de halógenos: UNE EN 50267-2-1 ; IEC 60754-1 ; BS 6425-1.
- Reducida emisión de gases tóxicos: NES 713 ; NFC 20454 ; It ≤ 1,5.
- Baja emisión de humos opacos: UNE EN 50268 ; IEC 61034 - 1,2.
- Muy baja emisión de gases corrosivos: UNE EN 50267-2-3 ; IEC 60754-2 ; NFC 20453 ; BS 6425-2 ; pH ≥ 4,3 ; C ≤ 10 μS/mm.

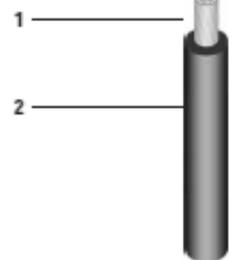
DESCRIPCIÓN

CONDUCTOR (1)

Metal: Cobre electrolítico recocido.

Flexibilidad: Flexible, clase 5; según UNE EN 60228.

Temperatura máxima en el conductor: 70 °C en servicio permanente, 160 °C en cortocircuito.



AISLAMIENTO (2)

Material: Mezcla especial termoplástica, cero halógenos, tipo AFUMEX TI Z1.

Colores: Amarillo, amarillo/verde, azul, blanco, gris, marrón, rojo y negro.

APLICACIONES

Cable para cuadros eléctricos. Libre de halógenos, no propagador de incendio, con baja emisión de humos opacos y baja emisión de gases tóxicos y corrosivos para instalación fija en buques. Especialmente indicado para zonas de difícil ventilación, y en emplazamientos donde, en caso de incendio, la presencia de humos tóxicos y corrosivos suponga una amenaza para personas y/o equipos.



marina

cables de BT para potencia

AFUMEX PLUS 750V QUICK SYSTEM (AS)

Tensión nominal: **300/500 V**
450/750 V

Norma básica: **UNE 211002**



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Sección nominal mm ²	Espesor de aislamiento mm	Diámetro exterior mm	Peso total kg/km	Resistencia del conductor a 20 °C Ω/km
1 x 0.5	0,6	2.1	9	39
1 x 0.75	0.6	2.3	11	26.5
1 x 1	0,6	2.8	14	19.5
1 x 1.5	0.7	3.4	20	13.3
1 x 2.5	0.8	4.1	32	7.98
1 x 4	0.8	4.8	46	4.95
1 x 6	0.8	5.3	65	3.30
1 x 10	1.0	6.8	111	1.91
1 x 16	1.0	8.1	164	1.21
1 x 25	1.2	10.2	255	0.78
1 x 35	1.2	11.7	351	0.554
1 x 50	1.4	13.9	520	0.386
1 x 70	1.4	16	700	0.272
1 x 95	1.6	18.2	920	0.206
1 x 120	1.6	20.2	1130	0.161
1 x 150	1.8	22.5	1410	0.127
1 x 185	2.0	20.6	1770	0.106
1 x 240	2.2	28.4	2300	0.0801