



300617
UNIVERSIDAD LA SALLE
ESCUELA DE INGENIERIA 20
INCORPORADA A LA U.N.A.M. 2ej

" ANALISIS DE LA INSTALACION DEL SISTEMA
ELECTRICO DE POTENCIA EN LA PLATAFORMA
MARINA DE TELECOMUNICACIONES ECO-1"

TESIS PROFESIONAL QUE PARA OBTENER EL
TITULO DE INGENIERO MECANICO ELECTRICO
CON ESPECIALIDAD EN SISTEMAS ELECTRONICOS
Y DE COMUNICACIONES.

P R E S E N T A .

JOSE ILLANA BENAVENTE

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

México, D.F., a 10 de Enero de 1986



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

I N D I C E

	PAGINA
1. INTRODUCCION	
1.1 Antecedentes y generalidades	1
1.2 Objetivo de la obra	7
2. CRITERIO DE DISEÑO	
2.1 Alcance	14
2.2 Códigos y normas	15
2.2.1 Clasificación de áreas peligrosas	16
2.3 Condiciones del medio ambiente	19
2.4 Generadores	20
2.4.1 Control de generadores	20
2.5 Distribución de fuerza	22
2.6 Transformadores	24
2.7 Sistema de tierras	24
2.8 Sistema de canalizaciones	26
2.9 Alambrado	30
3. SISTEMAS Y EQUIPOS NECESARIOS	
3.1 Descripción de los sistemas	34
3.2 Arreglo general de equipos	39
3.2.1 Tripode (Area 473)	39
3.2.2 Tetrapodo (Area 471)	46
4. CUADRO DE CARGAS ELECTRICAS	
4.1 Cargas del tablero general de distribución.	54
4.2 Cargas del centro de control de motores CCM # 1	55
4.3 Cargas del centro de control de motores CCM # 2	56
4.4 Cargas del tablero de distribución módulo habitacional	57

	PAGINA
5. DIAGRAMAS UNIFILARES	57
6. ANALISIS DEL SISTEMA ELECTRICO DE FUERZA	
6.1 Fuente primaria de energía	59
6.2 Características del equipo	59
6.3 Diagramas de reactancias	63
6.4 Cálculo de corto-circuito	64
6.5 Cálculo de caída de voltaje debido al arranque de motores	69
6.6 Cálculo de conductores y diámetros de tuberías conduit	76
6.7 Selección de protecciones contra cargas	84
7. SISTEMA DE TIERRAS	
7.1 Consideraciones generales	93
7.2 Cálculo de la red	97
CONCLUSIONES	102
INDICE DE DIAGRAMAS	105
BIBLIOGRAFIA	108

1.0 INTRODUCCION

1.1 Antecedentes y Generalidades

México inició por primera vez la exploración de yacimientos de hidrocarburos en el mar frente a las costas de Tampico, Tamps. y Poza Rica, Ver., en el año de 1965, el resultado de estas exploraciones fué altamente satisfactorio, lo que provocó que PEMEX se decidiera por iniciar la perforación con las plataformas fijas, de las cuales se instalaron diez. Su trabajo fué un éxito, a tal grado que un solo pozo alcanzó la producción de 26,000 barriles por día.

Para el año de 1975 se inicia nuevamente la exploración de yacimientos en el mar, esta vez en la SONDA DE CAMPECHE, área de 700 Km² aproximadamente, que se localiza a 80 -- Kms al noroeste de la isla de Ciudad del Carmen, Camp. Allí se perforo con barcaza el primer pozo exploratorio CHAC-I a una profundidad de 3,567 mts. descubriéndose un yacimiento de aceite comercial en una prueba de formación en rocas calceareas. Este descubrimiento fué el punto de partida hacia nuevas exploraciones las cuales han dado como resultado el Complejo Cantarell en donde se localiza el campo AKAL, además de otros campos productores de hidrocarburos los cuales son: NOHOCH, ABKATUN, KU, POOL y CHUC.

Los trabajos de instalación de plataformas en la -- Sonda de Campeche, se iniciaron oficialmente el 24 de Octubre de 1978 con el lanzamiento al mar de la subestructura de la -- plataforma de perforación de AKAL "C". Previamente a este -- lanzamiento se habfa iniciado la perforación de pozos exploratorios utilizando para ello plataformas marinas de las llamadas autoelevables (Jack-up) y también barcazas de perforación.

Al salir estos pozos susceptibles de desarrollo se elaboran los estudios de factibilidad económica para determinar la rentabilidad del proyecto de instalar plataformas marinas de perforación fijas con un máximo de 12 pozos cada una, el resultado de estos estudios fué positivo y de inmediato la Superioridad autorizó para que se iniciara la construcción de diez plataformas de perforación, mismas que deberían ser instaladas sobre los pozos exploratorios con el fin de que éstos fueran aprovechados como productores, cosa que después no fué posible debido a razones de seguridad.

Una vez iniciados los trabajos de perforación en la Sonda de Campeche, los resultados obtenidos fueron muy superiores a los estimados en el proyecto, lo que obligo a modificar los diámetros de los oleogasoductos proyectados a incrementar la capacidad de separación y bombeo en las plataformas de producción. Por otra parte, la alta producción que podía aportar cada pozo de desarrollo obligó a disminuir la cantidad de pozos por perforar en cada plataforma fija, así una vez iniciada la fabricación de las estructuras y pilotes de las diez plataformas fijas surgió el problema de la falta de equipos de perforación marina en el mercado, el solicitarlo nuevo al fabricante era prácticamente imposible, ya que el tiempo de entrega era de 24 meses, para solucionar este problema, se procedió a recuperar los equipos de perforación instalados en el Golfo de México frente a Poza Rica y Tuxpan, Ver.

El siguiente paso fué el de contar con los equipos adecuados para la instalación de plataformas, para este efecto, se contrató un barco-grúa con una capacidad de izaje de 2,000 toneladas de carga y equipado con todos los elementos necesarios para soldar y pilotear los pilotes de cimentación, éste barco viene acompañado de un remolcador de 8000 H.P. para maniobras marinas, con estos elementos se --

iniciaron los primeros trabajos de instalación de plataformas mismos que se han venido incrementando en relación directa con la dinámica de la producción de crudo y gas que se genera día con día.

Para satisfacer las necesidades de comunicación -- planteadas a partir de la instalación de las primeras plataformas de perforación y producción en la Sonda de Campeche, - el entonces Departamento de Ingeniería de Telecomunicaciones de Petróleos Mexicanos proyectó e instaló a mediados de 1979 los enlaces radioeléctricos Cd. Pemex-Palizada-Cd. del Carmen. Y las plataformas AKAL "C" Y NOHOCH "A", con capacidad de 24 y 12 canales respectivamente, a principios de 1980, estableciéndose así la primera red de comunicaciones entre plataformas y tierra.

Los equipos instalados habían sido adquiridos para enlaces terrestres de baja capacidad telefónica y al alterar el plan de ampliación del sistema fué necesario efectuar modificaciones técnicas a los equipos, para que éstos pudieran operar adecuadamente bajo las condiciones prevalecientes en trayectorias sobre el mar y debido a la longitud de las trayectorias AKAL "C"-Carmen y Carmen-NOHOCH exceden los 90 kms y se encuentran obstruidas por la curvatura terrestre. Para obtener los niveles de recepción requeridos para el establecimiento de los servicios, fué necesario utilizar amplificadores lineales de radio-frecuencia de alta potencia, sin embargo, debido a las condiciones de propagación prevalecientes sobre el mar, las trayectorias sufrían continuos y severos desvanecimientos, lo que se traducía en baja continuidad de operación.

Los requerimientos de comunicación fueron satisfechos en base a la utilización de equipos de radio-comunicación por frecuencia modulada en muy altas frecuencias (VHF), con este sistema, todas las plataformas utilizaban una misma frecuencia de operación (canal), para comunicarse entre sí y con el centro de operaciones en Ciudad del Carmen; estas plataformas tenían además equipos de comunicación en altas frecuencias (HF) de banda lateral para uso en emergencias y para la comunicación en barcos; disponían además de equipos en muy altas frecuencias en la banda de servicio marino, también para la comunicación con barcos.

Fue a raíz de la iniciación del bombeo del petróleo producido en el primer complejo que se desarrolló (AKAL "C"), cuando se hizo indispensable el establecimiento de sistemas de comunicación más amplios, versátiles y complejos, capaces de satisfacer la demanda de servicios de comunicación necesarios para lograr una coordinación adecuada tanto en la operación de las plataformas como en la operación del oleoducto AKAL "C"-Dos Bocas.

Como parte de los estudios efectuados para dotar de servicios de comunicación al campo de plataformas marinas se consideró la posibilidad de que las plataformas vinieran preparadas desde los patios de fabricación con la infraestructura, así como las facilidades de comunicación que iban a requerir, esto se logró solo parcialmente, ya que había un programa acelerado para incrementar la producción, por lo que las plataformas se enviaron incompletas con objeto de terminarlas, una vez que estuvieran instaladas en el campo de plataformas marinas.

En relación con esto cabe señalar además que la -- concepción de una infraestructura típica solo era posible -- para el caso de los sistemas de comunicación que se utilizan -- para la coordinación local de operaciones, pero no así, para la comunicación con los otros complejos de plataformas y con tierra, ni tampoco para el establecimiento de los sistemas -- especiales electrónicos necesarios para el control de tráfico marítimo y la vigilancia de ductos submarinos, así como -- los necesarios para la captación y concentración en tiempo -- real, es decir, en el momento en el que los eventos están -- sucediendo, de las señales correspondientes a los procesos -- de producción y perforación que tienen lugar en las instalaciones marinas.

Fué por las razones anteriores, que se decidió satisfacer las necesidades a base de sistemas provisionales y esperar un lapso de tiempo razonable para ver cómo se desarrollaba el campo productor y planear en consecuencia la implantación de sistemas de comunicaciones y especiales electrónicos que pudieran satisfacer las necesidades en una forma adecuada y que fueran lo suficientemente flexibles y versátiles para poder establecer los servicios que pudieran requerirse en los siguientes diez años como mínimo, a costos -- razonables.

De acuerdo a lo anterior y con base en el estudio desarrollado por las diferentes dependencias de la Institución, involucradas en garantizar el cumplimiento de los programas de exportación de crudo, la entonces Subdirección de Explotación ratificó a la Subdirección de Proyecto y Construcción de Obras (SPCO), la necesidad de instalar en la zona marina seis plataformas de Telecomunicaciones:

1. Cayo Arcas
2. Akal "C"
3. Ku - 89
4. Rebomero
5. Ixtoc - I
6. Eco - I

Así como tres centros similares en tierra localizados en:

1. Cd. del Carmen, Camp.
2. Nvo Progreso Atasta, Camp.
3. Dos Bocas, Tab.

Para la construcción de los seis centros de Telecomunicaciones en la Sonda de Campeche el monto total del presupuesto requerido a precios de 1983 fué de: 2,004 MILLONES DE PESOS.

1.2 Objetivo de la Obra

Para instalar los sistemas de comunicación, ayuda a la navegación, vigilancia por radares, control de tráfico marítimo y adquisición de datos y control supervisorio para -- plataformas de perforación y producción, fué que originó la necesidad de contar con infraestructura común a estos sistemas, para lo cual la Gerencia de Ingeniería de Telecomunicaciones solicitó a la Gerencia de Proyectos y Construcción, la construcción e instalación de las seis plataformas de Telecomunicaciones para ubicarse en Estabilizadora de Aceite, - AKAL "C", KU-89, PR-I, CHAC-I, ECO-I, ésta última plataforma integra la ruta alternativa mar-tierra, puesto que permite acortar la longitud de las trayectorias existentes para obtener la condición de línea de vista, entre el complejo AKAL "C" y las instalaciones en tierra.

Por otra parte, ante la necesidad de proteger los ductos submarinos que van del campo AKAL "C" a la terminal marítima de Dos Bocas del campo NOHOCH "A" a ATASTA, Campeche y del Campo AKAL "J" a la plataforma de estabilización de crudo en Cayo Arcas, después de analizar diversas soluciones aplicables tomando como base experiencias que se tuvieran a nivel mundial en otras zonas productoras en el mar, se llegó a la conclusión que el problema por resolver para Petróleos Mexicanos no tenía paralelo y que la única solución que satisfacía los requerimientos, consistía en establecer un sistema de vigilancia que pudiera detectar a cualquier embarcación que se desplazara a lo largo de los ductos submarinos independientemente de las facilidades de comunicación propias de la embarcación; el sistema debería además aprovechar, tanto como fuera posible, la infraestructura propia de las instalaciones petroleras y sin infraestructura específica ser utilizable también para el establecimiento de los - -

sistemas de comunicación de mediana y alta capacidad necesarios para un campo petrolero de gran magnitud.

La solución a la que finalmente se llegó fué la de integrar una cadena desiete estaciones rastreadoras de radar, de manera que se entrelazaran las áreas de cobertura de las mismas, lográndose así la detección a todo lo largo de los ductos submarinos existentes, como de hecho el sistema de radar, también es radio-eléctrico, y su cobertura es comparable a la de los sistemas radioeléctricos de comunicación de alta-capacidad, ambos sistemas aprovechan la misma infraestructura.

Es importante hacer notar que si se deja de instalar una sola estación de la cadena se perdería la cobertura de una parte de alguno de los ductos submarinos y en consecuencia el sistema dejaría de cumplir cabalmente con su cometido.

La realización de estas obras, nos permite contar con la infraestructura necesaria para los sistemas definitivos de Telecomunicaciones del Golfo de Campeche y sistemas relacionados con esta zona productora, con lo que será posible:

- Incrementar en 300 canales telefónicos los servicios de larga distancia y en 700% el área de cobertura de los sistemas radiotelefónicos.
- Disponer de canales telefónicos de calidad adecuada para transmisión de datos requeridos por los sistemas de adquisición de datos y control supervisorio para plataformas de producción y de perforación.
- Establecer un sistema de comunicación Vía Satélite entre la Ciudad de México y el campo de plataformas, con capacidad inicial de 24 canales telefónicos, ampliables a 120.

- Alcanzar estandares adecuados de calidad, continuidad y confiabilidad de los servicios de Telecomunicaciones.
- Proporcionar protección a plataformas, ductos submarinos y embarcaciones mediante vigilancia por radar.
- Controlar el tráfico de embarcaciones de abastecimiento al campo de plataformas.
- Proporcionar ayuda a la navegación marítima en el área, por medio de radiobalizas, de acuerdo con los requerimientos de la Organización Marítima Internacional (OMI).

Cabe señalar que la instalación de ECO-I es indispensable, tanto para el sistema de comunicaciones, como para el sistema de vigilancia por radar, ya que divide aproximadamente a la mitad la distancia existente entre el campo de plataformas y tierra, que resulta insalvable para la operación de sistemas de microondas de la capacidad requerida, -- así como para la cobertura mediante radar, del gasoducto -- NOHOCH-ATASTA.

SISTEMA DE CONTROL MARINO, AYUDA A LA NAVEGACION Y VIGILANCIA POR RADAR

Este sistema está integrado por una cadena de siete estaciones rastreadoras de radar ubicadas en Cayo Arcas, AKAL "C", ECO-I, CHAC-I, KU_89, PR-I y DOS BOCAS, y cuatro centros de control ubicados en Cayo Arcas, CHAC-I y DOS BOCAS, con el área de cobertura indicada en la figura anexa, para cumplir con las funciones de control de tráfico marítimo y vigilancia de las instalaciones.

Se contará por otra parte con seis radiobalizas de radar ubicados en los mismos lugares, para cubrir las necesidades de ayuda a la navegación mediante el señalamiento radioeléctrico de canales seguros de navegación. Estos sistemas además de proporcionar servicios indispensables para la operación, mantenimiento y construcción de las instalaciones permiten prevenir daños accidentales a las mismas, ya sea -- colisión de alguna embarcación o por una operación de fondeo efectuada fuera de control, cabe señalar en este caso, que -- si ocurriera la ruptura de un ducto submarino, además de los daños a la ecología, se tendría producción diferida con consecuencias de magnitud incalculable para la economía nacional.

Existen en la zona marina aproximadamente 900 kms. de oleoductos y gasoductos submarinos que enlazan las plataformas entre sí y éstas con tierra, por lo cual es conveniente tener vigilada las 24 hrs. del día esta zona; por esta razón a instancias de Petróleos Mexicanos, el Gobierno de México promovió ante la O.M.I. (organización Marítima Internacional), la implantación de un reglamento que sirve de norma -- para el tráfico de embarcaciones, asignando canales específicos de navegación, zonas de prevención y zonas que deben evitarse, el instrumento con el cual Petróleos Mexicanos puede vigilar el cumplimiento de este reglamento, es el sistema de vigilancia por radar que se encuentra en proceso de instalación a cargo de la Gerencia de Ingeniería de Telecomunicaciones.

Una de las aplicaciones adicionales de este sistema será la supervisión del movimiento de las embarcaciones -- para optimizar su utilización y consecuentemente los costos de operación.

La ruptura de un oleoducto submarino ocasionada por el anclaje fuera de control de alguna embarcación en la Sonda de Campeche, sería de graves consecuencias ecológicas y costos elevados para el país, como sucedió con el derrame de petróleo crudo del pozo IXTOC-I. Asimismo, el cierre de pozos y consecuentemente la producción diferida, afectaría los compromisos internacionales del Gobierno de México relacionados con las cuotas de exportación contraídas con países compradores, que tan solo a través del barco Venture Europe son de 600,000 barriles diarios de crudo.

SISTEMA DE ADQUISICION DE DATOS Y CONTROL SUPERVISORIO PARA PRODUCCION

Este sistema está constituido por 64 unidades terminales remotas que reportarán información de los procesos de producción a un siguiente nivel jerárquico constituido por diez estaciones submaestras de supervisión y control, las que a su vez reportarán al último nivel jerárquico, constituido por una estación maestra de supervisión y control, ubicada en Ciudad del Carmen, Camp. Para ligar todas las estaciones mencionadas se requiere contar con los canales que serán proporcionados por los sistemas de comunicación de alta capacidad.

Es importante señalar que la dinámica de trabajo de un sistema de producción como el de la Sonda de Campeche, hace que sea imprescindible el contar con sistemas que proporcionen información instantánea en forma organizada y conveniente, ya que cualquier pérdida de la coordinación de las operaciones puede tener graves consecuencias.

Como información de interés cabe mencionar que considerando únicamente las señales más significativas de cada proceso en este sistema, se manejan del orden de 6,000 señales correspondientes, ya sea a valores analógicos tales como temperaturas, presiones, flujos, etc. y a señales de estado, tales como válvulas abiertas, cerradas, máquinas operando-parada, etc.

Considerando que este sistema fué proyectado para optimizar la operación y la seguridad de las instalaciones de producción de petróleo crudo y de gas, el impacto que tendrá este sistema es de la mayor trascendencia, ya que muchas de las funciones que se realizarán con el mismo, en la actualidad no se efectúan y algunas otras se hacen manualmente, sin las ventajas de obtener los datos con la precisión, seguridad y oportunidad con que lo permitirá el sistema.

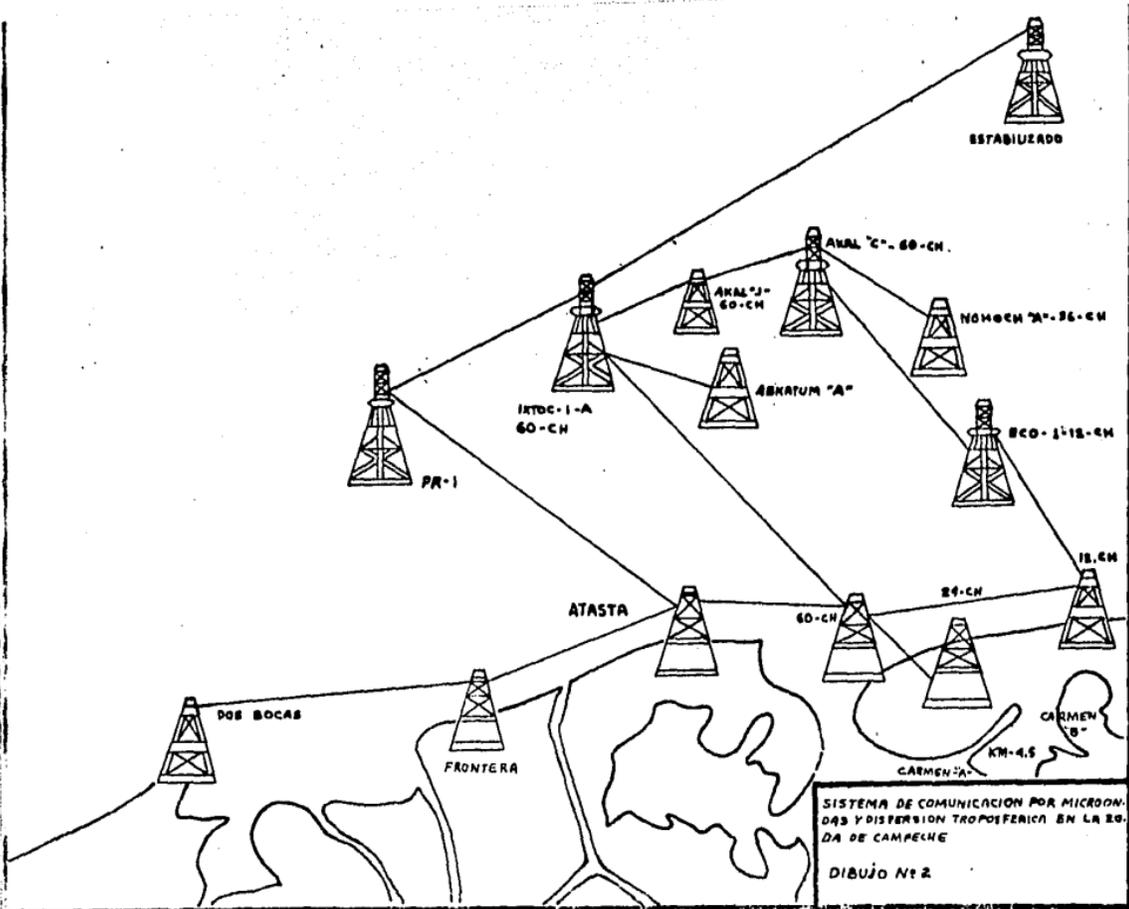
En este sentido cabe resaltar la importancia que tendrá para el personal de operación saber, por ejemplo, cuando la presión en una de las líneas de escurrimiento de los pozos se encuentre en límites de alarma; ésta misma prevención es válida tanto para las líneas de transporte de aceite como de gas. Asimismo, además de la detección temprana de las situaciones críticas de alarma, es importante la obtención de reportes de operación de las instalaciones en todo momento, tanto en las plataformas como en Ciudad del Carmen y en México, D.F. con la característica de que estos datos no estarán sujetos a error humano en cuanto a su precisión y oportunidad.

SISTEMA DE ADQUISICION DE DATOS Y CONTROL SUPERVISORIO PARA PERFORACION

Este sistema constará de quince unidades terminales remotas que reportarán a una estación maestra de supervisión y control las variables significativas en la operación de un equipo de perforación, con lo que será posible mejorar la eficiencia y consecuentemente reducir el tiempo necesario para la perforación de un pozo. Asimismo, será posible mejorar la seguridad, ya que se tendrá la señalización instantánea de cualquier condición anormal que eventualmente pudiera traer como consecuencia el descontrol de un pozo, como ya sucedió en el caso del pozo IXTOC-I en Junio de 1979.

ESTACION TERRENA DE COMUNICACION VIA SATELITE CHAC-I

Con objeto de descongestionar los sistemas de comunicación de mediana capacidad de la condición de señales hasta el centro administrativo de México, D.F. y dejarlos así disponibles para satisfacer las necesidades locales de comunicación, así como con el objeto de contar con un sistema alternativo de una alta calidad, se firmó un convenio con la Secretaría de Comunicaciones y Transportes para establecer la estación terrena de comunicación Vía Satélite CHAC-I, la cual proporcionará 24 canales telefónicos a 120, entre el campo de plataformas y la Ciudad de México, así también, 4 señales de T.V. para su difusión en el campo de plataformas.



2.1 ALCANCE

Este criterio proporciona los conceptos básicos para el desarrollo del diseño de un sistema eléctrico, para la plataforma de Telecomunicaciones Tetrapdo-ECO-1.

En esta descripción se definen los códigos eléctricos, la fuente y distribución de energía eléctrica para los -- varios servicios, las normas aplicables para el equipo usado, -- la clasificación de áreas, el tipo de alambrado para ser usado, los métodos generales para ser seguidos en el diseño, y la descripción general del sistema involucrado en la porción eléctrica incluyendo, pero no limitado a: fuerza, alumbrado, control y sistema de tierras.

La selección de métodos y materiales está basada en las prácticas de ingeniería que resulten en un servicio que -- opere con confiabilidad y con un mínimo de mantenimiento, pérdidas y costo.

Como parte del diseño, se elaboraron los siguientes cálculos, cuyos resultados fueron recopilados y archivados -- apropiadamente para futura referencia, en el capítulo VI.

1. Estudio de corto-circuito
2. Cálculos de alumbrado para todas las áreas y edificios.
3. Caída de voltaje en donde pudiese ser un -- factor importante.

Como parte del diseño, se elaboran los siguientes dibujos:

1. Clasificación de áreas.
2. Diagramas unifilares para el sistema de distribución eléctrica.
3. Diagrama unifilar para el centro de control de motores.
4. Fuerza, sistema de tierras y detalles de todos los anteriores.
5. Cédula de cables y conduits.

2.2 CODIGOS Y NORMAS

El diseño e instalación deberán estar de acuerdo con las normas y códigos aplicables de:

- A) NATIONAL ELECTRICAL CODE (NEC)
- B) NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION (NFPA)
- C) AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE (API)
RP-500B Y RP-14-P
- D) OCCUPATIONAL AND HEALTH Y ACT (OARA)
- E) ILLUMINATING ENGINEERING SOCIETY (IES)
- F) MARINE NAVAIDS-INTERNATIONAL ASSOCIATION
OF LIGHTHOUSE
- G) NORMAS DE PEMEX

El equipo eléctrico deberá estar conforme a las normas más recientes aplicables de:

- A) NATIONAL ELECTRICAL MANUFACTURES ASSOCIATION (NEMA)
- B) AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE (ANSI)
- C) INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS (IEEE)
- D) INSULATED POWER CABLES ENGINEERS ASSOCIATION (IPCEA)

Donde sea aplicable, los materiales deberán tener la aprobación y el marbete (UL) "UNDERWRITERS' LABORATORIES".

Sujeto para aprobación por el cliente, el equipo eléctrico especialmente fabricado, suministrado como una parte regular del equipo patentado o estandarizado, deberá estar de acuerdo con las normas del fabricante del equipo para las condiciones de diseño.

2.2.1 CLASIFICACION DE AREAS PELIGROSAS

Las áreas peligrosas como están definidas en el código eléctrico (NATIONAL ELECTRICAL CODE) son: Clase I, - División I, Grupo D; o Clase I, División II, Grupo D. Las localizaciones están de acuerdo con las prácticas recomendadas por el API 500 B.

1. Como mínimo, las siguientes localizaciones deben ser clasificadas.

Division I

- a) El interior de cabinas para medidores de gas, compresores de gas, bombas para hidrocarburos o cualquier otro equipo que maneje hidrocarburos.

b) El interior de las cabinas que encierran turbinas o motores recíprocos operando con cualquier combustible distinto al diesel y que:

1. Contengan equipo de acuerdo al inciso a) anterior.
2. No tengan ventilación forzada.
3. Tengan ventilación forzada mediante un único ventilador sin dispositivos de paro por detección de gas en la cabina.

c) Áreas bajo cubierta de drenajes abiertos, sumideros y donde puedan quedar atrapados vapores densos.

d) Un área en el espacio de 5 pies en orificios de salida de válvulas de alivio para hidrocarburos, venteo de tanques o mástil de venteo y 5 pies del árbol de navidad.

2. Como mínimo, las siguientes localizaciones -- son clasificadas:

Division II

a) Todas las áreas en el espacio de 10 pies de cualquier equipo manejando hidrocarburos.

b) Un área circundando cualquier área División I y extendiéndose 10 pies más allá - del límite del área División I.

c) Interior de cabinas con ventilación forzada encerrando turbinas o motores recíprocos, siempre que tales edificios estén protegidos mediante sistemas de ventilación de respaldo y/o detectores de gas -- para paro.

3. Las siguientes localizaciones son clasificadas como:

Áreas no peligrosas

a) El interior de cuartos o edificios localizados junto a las áreas División I ó II, que estén efectivamente sellados de posibles fuentes de vapor e inflamables y presurizados a 0.5 pulgadas de H₂O con aire no contaminado.

b) El interior de cabinas localizadas en -- áreas no peligrosas y en las cuales materiales no peligrosos sean manejados o almacenados.

c) Áreas adecuadamente ventiladas, externas a la periferia de todas las áreas de equipo de proceso que estén clasificadas como División I ó II.

- d) Areas adecuadamente ventiladas más de 3 - pies bajo la superficie del piso de la -- cubierta inferior, excepto donde un recipiente de proceso para hidrocarburos penetre la cubierta, el área en el espacio de 10 pies desde el recipiente deberá ser clasificada como División II.

2.3 CONDICIONES DEL MEDIO AMBIENTE

Las condiciones climatológicas y de medio ambiente en las que el equipo generalmente estará sujeto son como sigue:

- a) Temperatura máxima en el interior de cabinas para intemperie (140°F)
- b) Temperatura ambiente máxima (104°F)
- c) Temperatura ambiente mínima (50°F)
- d) Humedad relativa máxima 80-100%
- e) Velocidad máxima del viento 150 MPH
- f) Elevación sobre el nivel del mar. 50 FT
- g) Atmósfera altamente salina y corrosiva

2.4 GENERADORES

Los generadores eléctricos son trifásicos del tipo síncrono capacitados para operación continua a los KVA nominales de placa y 0.8 de factor de potencia en una temperatura ambiente de 110°F.

Los generadores accionados por motores recíprocos pueden ser de diseño de un solo cojinete.

El aislamiento de los generadores (incluyendo el excitador) son clase F; no obstante, el diseño del generador está limitado para una máxima elevación de temperatura al límite de Clase B.

Los generadores tienen el sistema de aislamiento-sellado y garantizado por el fabricante, con recubrimiento adicional de epoxy del rotor y excitador ensamblados y del estator para una resistencia máxima a la humedad y para uso en atmósfera marina.

Los generadores están provistos de adecuadas resistencias calefactoras para prevenir la condensación mediante los períodos de marcha mínima o de no operación.

2.4.1 CONTROL DE LOS GENERADORES

Cada generador tiene un regulador de voltaje automático del tipo estático con protección de baja frecuencia y un rango de voltaje ajustable con reóstato manual, un circuito compensador de corriente cruzada para operación - - -

continua en paralelo y un circuito para reforzar el campo -- en arranques rigurosos de motores y corrientes de corto-circuito sostenidas.

1. Cada generador deberá ser protegido como mínimo por lo siguiente:
 - a) Protección de sobrecorriente de largo-tiempo y corto tiempo.
 - b) Relevador de potencia inversa (únicamente-para operación en paralelo).
2. Deberán ser suministrados los circuitos; sincronoscópio, luces y conmutadores (switches) - de sincronización para unidades en paralelo -- de sincronización manual. Un relevador para- verificación de la sincronización automática - deberá ser instalado como respaldo al switch - de sincronización manual para seguridad.
3. Como mínimo, el siguiente equipo de medición - es provisto en cada generador.
 - a) Voltmetro con conmutador (switch) 3ø y con posición de fuera.
 - b) Ampermetro con conmutador (switch) 3ø y -- con posición de fuera.
 - c) Frecuencímetro.
 - d) Kilowattmetro 3ø.
 - e) Factorímetro (medidor del factor de potencia) o medidor de VARS para unidades en -- paralelo.
 - f) Horómetro (para medición del tiempo de operación).

4. El equipo de protección mínimo, para motores - reciprocantes accionando generadores es como sigue:
 - a) Paro por sobre-temperatura.
 - b) Paro por baja presión del aceite.
 - c) Paro por sobre-velocidad.
 - d) Paro por exceso de vibración.
 - e) Paro por sobre-accionamiento de arranques.

2.5 DISTRIBUCION DE FUERZA

El equipo de distribución consiste de generadores, tablero de distribución, transformadores, centro de control de motores, tableros de distribución y alumbrado.

1. Los tableros de control de fuerza de C.D. deberán ser alimentados desde un banco de baterías destinado a esa única finalidad y no para -- otras cargas.
2. Todos los equipos de distribución (arrancadores, interruptores, etc.) deberán ser instalados en el tablero de distribución y en el centro de motores para uso interior en todo lo -- posible.

3. Los gabinetes de control para uso exterior - - donde sea requerido, deberán ser adecuados para el área en que estén instalados y deberán ser contruidos del material disponible con la mayor resistencia a la corrosión. Todos los gabinetes para uso a la intemperie deberán ser Nema 4 ó Nema 7 y estar ventilados y drenados, además ser de aluminio libre de cobre con la herrajería de acero inoxidable, excepto cuando los Nema 4 sean disponibles de acero inoxidable 316. Los conmutadores de control (switches) en gabinetes de control de motores deberán ser del tipo de palanca oscilante con eje y mango de acero inoxidable.

4. Los controles para motores en bajo voltaje (abajo de 600V) para motores de inducción trifásicos deberán ser del tipo magnético, interruptor de aire en caja moldeada, pleno voltaje, - con disparo únicamente magnético y relevador - de sobre-carga de 3 elementos bimetalicos. Los interruptores deberán ser para 600 volts - C.A. nominales y de disparo libre mecánicamente. Los circuitos de control deberán ser para 120 volts diseñados para control de 3 alambres, que suministre protección para bajo voltaje. Si el voltaje de control es desde una fuente externa, un switch de bloque en el interruptor y un fusible deben estar provistos.

5. El centro de control de motores y el tablero de distribución y alumbrado están provistos -- con 25% de reserva (disponibles) para la adición de equipo futuro.

2.6 TRANSFORMADORES

1. Los transformadores para servicio en bajo voltaje (600 volts ó menos) normalmente deberán ser de tipo seco con adecuada protección a la humedad y corrosión.

Los transformadores para uso intemperie, de preferencia deberán ser de construcción, tanto el devinado primario como el secundario, del tipo helicoidal ó disco cilíndrico, sumergidos en líquido contenido en un tanque resistente a la corrosión.

Los transformadores localizados en el interior de los cubículos del centro de control de motores pueden ser del tipo abierto.

2. Los transformadores tipo seco y sumergidos en líquidos deberán tener una capacidad nominal mínima de 115 y 125% respectivamente, de la carga máxima prevista. Los transformadores deberán tener protección en el primario de sobre-carga y corto-circuito.

2.7 SISTEMAS DE TIERRAS

Las piernas y pilotes de acero de la subestructura (jacket) y de la superestructura de la plataforma constituyen el bus principal de tierra.

1. El equipo de proceso asegurado y en contacto con la estructura de la plataforma deberá ser considerado como suficientemente aterrizado; sin embargo, para obtener una mayor confiabilidad del aterrizaje, se conecta a la estructura de acero por medio de puentes de cable de cobre trenzado desnudo semiduro.

2. El siguiente equipo eléctrico es firmemente conectado a tierra por medio de puentes de cable de cobre trenzado:
 - a) Los buses de tierra del tablero de distribución y centro de control de motores.
 - b) Carcaza de motores y generadores.
 - c) Tanques o cubiertas de transformadores.
 - d) Recorridos de conduit.

3. Las cajas de terminales, estaciones de botones, receptáculos interruptores de temperatura, nivel o presión, instrumentos eléctricos, termopares, válvulas solenoides y otros dispositivos similares, son considerados como aterrizados si están en contacto físico con estructura de acero, tubería, conduit o cable blindado, y no deberá estar provisto con puentes de unión de cable de cobre trenzado.

4. Los puentes de unión para aterrizaje son de cable de cobre trenzado y de tamaño de acuerdo con la tabla 250-94 (2) del NEC como mínimo, excepto que el tamaño mínimo para tales puentes de unión deberá ser el No. 2 AWG.

5. Los puentes de unión están permanentemente -- asegurados (con Cadweld o similar) a la estructura de la plataforma y son atornillados al -- equipo para que el aterrizaje permita ser removido, los pernos de fijación del equipo no deberán ser usados para conectar los puentes de unión para aterrizaje.

2.8 SISTEMAS DE CANALIZACIONES

El método general de alambrado es el de cables alojados en conduit. El cable blindado armado metálico podrá -- ser usado en todos los servicios de uso exterior, y deberá -- ser considerado adecuado para localizaciones clasificadas -- como División I, División II, o no peligrosas.

Sistema de canalización por conduit.

1. A menos que de otra manera sea especificado, -- el tamaño mínimo del conduit rígido deberá ser de diámetro 3/4".
2. El conduit deberá ser soportado firmemente e -- instalado en forma limpia y bien acabada con -- todas las juntas roscadas, lubricadas y correctamente ajustadas, todos los extremos de las -- juntas cortadas en campo deberán ser de corte -- en frío y limados para que su acabado sea terso y libre de rebabas y aristas puntiagudas. Todos los codos o curvas efectuados en campo -- deberán ser hechos con dobladores y prensas -- diseñados expresamente para doblar conduit.

3. El conduit y los gabinetes de dispositivos, --
son equipados con drenes y respiraderos localizados en todos los puntos más bajos y altos --
respectivamente para eliminación de la humedad.

4. Los sellos para conduit son instalados en los puntos donde sea requerido por el código NEC -
basado en la clasificación de áreas peligrosas.

5. Además de los sellos requeridos por el NEC, --
los sellos de drene para prevenir el paso de -
humedad son instalados, sin importar la clasificación de área, en todas las conexiones de -
conduit que entran en cualquier caja de conexiones, instrumentos, ó cualquier gabinete distinto
a condulet para conduit.

En casos donde los instrumentos u otros dispositivos siendo conectados desde un único conduit y estando muy próximos, y los sellos para los dispositivos individuales no son requeridos por el código, un sello único puede ser --
usado en el cabezal del recorrido del conduit. Tales instalaciones están conectadas en la -
parte inferior para que la humedad drene desde los dispositivos hacia abajo.

6. Los sellos verticales en todos los conduits --
penetrando a gabinetes por la parte superior -
están equipados con drenes para desplazar continuamente la humedad. Al menos un sello vertical en uno de los conduits penetrando a los gabinetes por la parte de abajo deberá estar -
provisto con un drene, para desplazar continuamente la humedad en el caso de que el gabinete no esté de por sí equipado con drene propio.

7. Las conexiones horizontales de conduit a gabinete están dispuestas para drenar hacia afuera desde el gabinete a un drene en el punto más bajo del conduit.

8. Para facilitar el mantenimiento de equipo o reemplazo por otro, una tuerca unión debe ser instalada entre cada uno de los sellos de conduit y el gabinete.

9. Las conexiones de conduit a dispositivos primarios son hechas por medio de acoplamientos flexibles a prueba de explosión (áreas con División I) ó conduit metálico flexible hermético a líquidos (todas las demás áreas); la longitud flexible deberá ser de 12" máxima para conexiones flexibles rectas y 18" máximas para conexiones donde el conduit flexible debe hacer una curvatura de 90°. Las conexiones flexibles son de 3/4" de diámetro a menos de que esté dictado un tamaño superior por motivo del llenado del alambrado.

10. Selección de materiales de canalizaciones tubería conduit.
 - a) Conduit rígido: de aluminio libre de cobre pared gruesa, longitud estandar de 10 pies, roscado en ambos extremos.
 - b) Conduit metálico flexible hermético a líquidos.

11. Condulets para conduit.

- a) Areas División II y no peligrosas: condulets con cuerpo y tapa de aluminio libre de cobre, con tornillería de acero inoxidable 316, empaques, de la serie, forma 8 de Crouse-Hinds o similar.
- b) Conectores para conduit metálico flexible hermético a líquidos: tipo LT de Crouse-Hinds o similar.

12. Abrazaderas y soportes.

Las siguientes son aceptables:

- a) Grapas korns de acero galvanizado con pernos y tuercas de acero inoxidable 316.
- b) Unistrut galvanizado o similar, con grapas galvanizadas y tornillería de acero inoxidable.
- c) Estructuras fabricadas de acero, atornilladas o soldadas y pintadas de acuerdo a la especificación de D.I.I.S.A., No. - - 000-ME-03 "Protective Coatings".
- d) Grapas de acero vaciado galvanizado con un barreno y con asiento de respaldo.
- e) Pernos-U, de acero inoxidable 316.
- e) Las varillas roscadas en su totalidad y toda la herrería asociada pueden ser usadas solamente en áreas con aire acondicionado; en caso de usarse deberán ser de acero galvanizado.

13. Cajas de conexiones y cajas de terminales.

- a) Areas División I y para dispositivos que -- producen arcos en áreas División II: Las cajas serán a prueba de explosión, de aluminio libre de cobre o acero vaciado galvanizado por inmersión en caliente, con la herrajería de acero inoxidable 316.
- b) Areas División II y exteriores no peligrosas: las cajas serán Nema 4, herméticas - al agua, fabricado de lámina de acero inoxidable 316, o aluminio libre de cobre con herrajería de acero inoxidable 316.
- c) Areas interiores con aire acondicionado: Serán de lámina de acero NEMA 1.
- d) Paneles para montaje en interiores, bujes y tornillos, bisagras pernos cubiertos, - etc., para cajas NEMA 4 y 7 deberán ser - de acero inoxidable 316.

2.9 ALAMBRADO

El alambrado está dividido de acuerdo a su función como sigue:

- a) 480 volts. cables de fuerza: conductores de - cobre trenzado clase B, aislado tipo termoplástico THWN 90°C, de acuerdo o que excedan a la norma UL-83 para cables con aislamiento THWN - con cubierta exterior de nylon resistente a - la humedad, a los aceites, ácidos, álcalis gasolinas y productos químicos.

b) Alambrado de fuerza (120 volts e interior) y control 120 VCA y 24 VCD (relevadores y contactos de relevadores, interruptores de presión, suministro de energía a instrumentos, graficadores, etc.). Conductores unipolares en conduit: conductor de cobre trenzado de acuerdo al ASTM B-3 y B-8, con aislamiento de acuerdo que exceda los requerimientos de IPCEA S-66-524, NEMA WC-7 y UL-44. Listado para la UL -- como tipo XHHW.

c) Cables de control multiconductores en conduit: conductores de cobre trenzado clase B de acuerdo a la ASTM B-33 aislamiento de polietileno - PVC, con cubierta de policloruro de vinilo - - (PVC).

1. El alambrado para cada una de estas funciones-clasificadas, deberá mantenerse separado uno con respecto a otro por medio de conduits ó cables separados y terminales o cajas de conexiones separadas para cada servicio, excepto el alambrado dentro de los paneles de control.

2. Las conexiones del alambrado No. 10 AWG y menor, a tablillas de terminales deberán ser hechas con zapatas terminales del tipo de lengüeta doblada hacia dentro con horquilla, teniendo collar de aislamiento de nylon. El alambrado No. 8 AWG y superior no deberán tener zapatas terminales para la conexión a las tablillas de terminales.

3. Las tablillas de terminales para alambrado No. 8 AWG y menor deberán ser para uso rudo, irrompible, 600 volts nominales, ajuste con apriete montado en canal, construcción de secciones individuales, con terminales de tornillo con - - abrazadera y superficie de marcado permanente en la terminal. No más de (2) dos conductores de control o un conductor de fuerza pueden ser terminados en un tornillo terminal.
4. Cada alambre y cada punto terminal se les debe asignar un número de identificación que deberá aparecer en los dibujos. Cada conductor deberá quedar membrado con calidad y permanentemente en cada extremo con el número de identificación indicado en los dibujos, usando marcadores plásticos de fácil colocación (tipo SM de T & B, electrovert "Z" o similar). Marcadores adheridos del tipo Ala de Mosca no son aceptables. Cada terminal de cada tira de terminales deberá ser marcada claramente y permanentemente con el número de identificación mostrada en los dibujos.
5. Todos los relevadores y contactores operando - arriba de 120 volts deberán tener contactos -- para 600 volts. Todos los contactores de fuerza deberán ser Nema tamaño 1 o mayores.] Los relevadores de control operando a 120 volts o abajo deberán tener contactos herméticamente - sellados y no deberán ser del tipo de mercurio.

6. Los empates, derivaciones y terminaciones de conductores deberán ser hechos usando conectores de presión, o tablillas de terminales o de conexión solamente; ningún empate podrá ser -- estirado a través de una canalización.

7. Todo el cable, es de cobre trenzado. Los conductores para control son del No. 12 AWG como tamaño mínimo; el No. 12 AWG es el tamaño minimo para alimentadores de motores y alumbrado. El alambrado para instrumentos de señalización (milivolts o miliamps) deberá ser del No. 16 - AWG como tamaño mínimo.

3.0 SISTEMAS Y EQUIPOS NECESARIOS

3.1 DESCRIPCION DE LOS SISTEMAS

Las bases de diseño tienen como objetivo proporcionar los lineamientos de proceso que se utilizaron para efectuar los cálculos de los equipos de la plataforma de Telecomunicaciones ECO-I, considerada como uno de los centros de enlace para los medios de comunicación y vigilancia de la Sonda de Campeche.

ECO-I, localizada en la latitud 19° 16" N. y longitud 92° 17" W, ver dibujo No. 2, no tiene plataformas - anexas, por lo que contará con los servicios necesarios para su operación independiente. Los cuales estarán concentrados en una plataforma de 4 columnas (TETRAPODO).

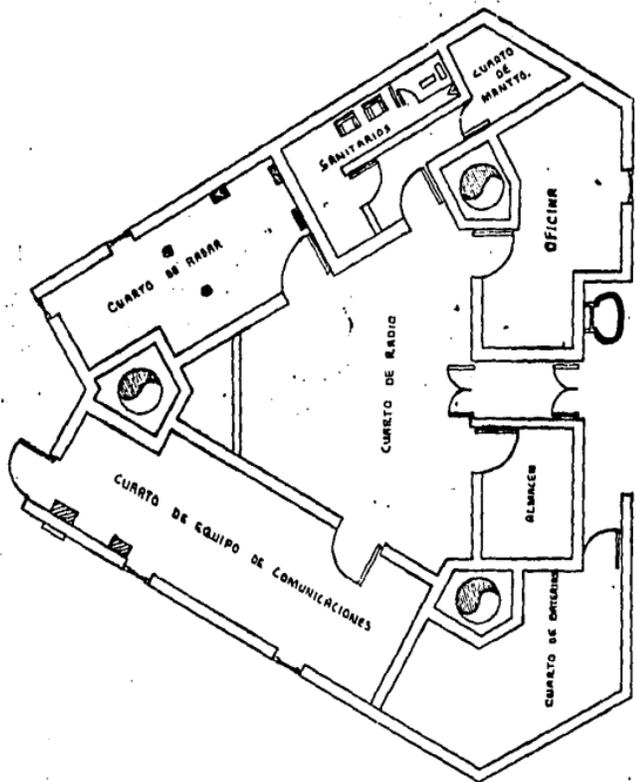
1. INSTALACIONES

La plataforma contará entre sus instalaciones con:

Torre de Telecomunicaciones autosoportada.

Módulo de Comunicaciones con las siguientes divisiones según el dibujo No. 3:

CUARTO DE EQUIPO
CUARTO DE RADAR
CUARTO DE RADIO
CUARTO DE MANTENIMIENTO
CUARTO DE BATERIAS
OFICINA
ALMACEN (CCM)
SANITARIOS



DISTRIBUCION DE MODULO DE COMUNICACIONES

DIBUJO No 3

Estas estructuras estarán en una plataforma de 3 columnas y estará comunicada por medio de un puente al Te trapodo, el que contendrá los siguientes servicios:

2. ALOJAMIENTO

Tendrá un módulo habitacional con capacidad -- para 12 personas, con zonas adecuadamente distribuidas y -- agrupando los servicios indispensables de vivienda.

3. GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA

El sistema tendrá dos generadores accionados - por motores reciprocantes de combustión interna diesel, de los cuales uno estará operando normal y uno disponible, en reserva, para suministrar energía eléctrica a los sistemas de comunicación, radar, módulo habitacional, así como los - servicios propios de la plataforma.

4. SERVICIOS AUXILIARES

La plataforma para su operación normal requiere de ciertos servicios, de los cuales algunos se generan - en la misma plataforma y otros se obtienen de cierta fuente de suministro. A continuación se mencionan en forma detallada las bases que se siguieron para determinar el equipo a utilizar para dichos servicios.

a) AGUA DE SERVICIOS

Se cuenta con dicho sistema para ser utilizado en estaciones de servicio, presurizar la red de agua contra incendio y alimentar a la potabilizadora.

Capacidad	172 GAL
Tiempo de residencia	10 MIN
Forma de suministro	BOMBA ELECTRICA
Fuente de suministro	EL MAR

Condiciones de suministro al sistema hidroneu-
mático (para presurización de la red de agua contra incen-
dio).

Flujo (G.P.M.)	20-45
Presión (PSIG)	100

Condiciones de suministro a potabilizadora

Flujo (G.P.M.)	25.
Presión (PSIG)	40-100

b) AGUA POTABLE

Se dispondrá de este servicio para utilizarse-
en las estaciones de servicio y en el módulo habitacional -
de la plataforma.

Capacidad de almacenamiento	2591 GAL
Tiempo de residencia	CADA 4,5 DIAS
Fuente de suministro	POTABILIZADORA
Forma de suministro	BOMBA ELECTRICA
Disponibilidad	LIMITADA A 50 - GAL DIA P/PERSONA

Condiciones de suministro a tanque de almacena-
miento:

Flujo (G.P.M.)	5-80
Presión (PSIG)	15-40

C) AIRE DE PLANTA

Se utilizará para presurizar el tanque -- hidroneumático, estaciones de servicio y para alimentar el Taller de Mantenimiento.

Capacidad de Almacenamiento	120 PIES ³
Tiempo de residencia	30 MIN.
Fuente de suministro	COMPRESOR NO LUBRICADO. (SUCCION: MEDIO AMBIENTE)
Condiciones de operación	
Flujo (PIES ³ /MIN)	30
Presión (PSIG)	80-175

D) DIESEL

Para suministro a generadores y a bomba -- contra incendio.

Capacidad de almacenamiento	15,600 GAL
Tiempo de residencia	14 DIAS
Forma de suministro	BOMBA ELECTRICA
Servicio adicional	CENTRIFUGA

Condiciones de suministro al tanque de almacenamiento.

Flujo (G.P.M.)	100
Presión (PSIG)	10-75

Condiciones de suministro a servicios.

Flujo (G.P.M.)	5
Presión (PSIG)	38

E) POLIPASTO

La plataforma contará con este servicio de izaje para el abastecimiento de cargas pesadas desde una embarcación.

Capacidad de carga 5 TONS.

F) CAPSULA DE SALVAMENTO

Este dispositivo de seguridad es sólo para casos de emergencia, donde es necesario el abandono de la plataforma.

Tendrá una capacidad para 23 personas y contará con un sistema de izaje con motor eléctrico.

G) TALLER DE MANTENIMIENTO

Para efectos de mantenimiento preventivo y reparaciones de los diferentes equipos de que dispone la plataforma, se instalará un paquete

3.2 ARREGLO GENERAL DE LOS EQUIPOS

Para el desarrollo de este tema y teniendo ya el objetivo de la obra, es necesario tomar en cuenta el total del proyecto; 6 plataformas de Telecomunicaciones donde su prefabricación en serie abatiría en cierto grado el costo de las mismas. Teniendo esto como base para la plataforma ECO-I, donde ya mencionamos anteriormente no existen plataformas anexas y debido a la necesidad de autosuficiencia de servicios, se incluyó en el proyecto una infraestructura adicional capaz de contener estos servicios.

A la primera se le denominará Area 473 y a la -- segunda Area 471, ambas comunicadas por un puente, Area -- 472.

3.2.1. TRIPODE (AREA 473)

El módulo de comunicaciones está instalado en -- una estructura marina de 3 columnas de forma triangular -- con 12 M. aproximadamente de longitud por lado y a una altura de 52 pies sobre el nivel del mar, a la cual se le denominará Tripode.

La distribución de los equipos (abajo enlista--- dos) en los paquetes, es como se ilustra en el Dibujo No.- 4.

CUARTO DE EQUIPO DE COMUNICACIONES

1. Equipo de microondas
2. Equipo de Mux Microondas
3. Equipo de UHF
4. Equipo de Mux UHF
5. Equipo de HF
6. Equipo de VHF
7. Sistema de Alimentación Microondas
8. Sistema de Alimentación VHF, UHF, HF
26. Tablero de Distribución C.A. (TF-3) de 24 polos, 220/127 V.C.A., 3 fases, 4 hilos con interruptor principal de 100 Amps.

CUARTO DE RADIO

9. Consolas de Comunicaciones
10. Teleimpresores
11. Facsímiles

CUARTO DE RADAR

12. Teleimpresor TTY-43
13. Modem ITT 2084
14. Consola VOC-80
15. Radio Consola
16. Radio Banda Lateral (Harris)
17. Radio Multicanal Marino
18. Grabadora de Cassettes Roger
30. Tablero de Distribución C.A., (TF-1) de 16 polos, 220 V.C.A. Reg., 3 fases, 3 hilos con interruptor principal de 50 Amps.

CUARTO DE BATERIAS

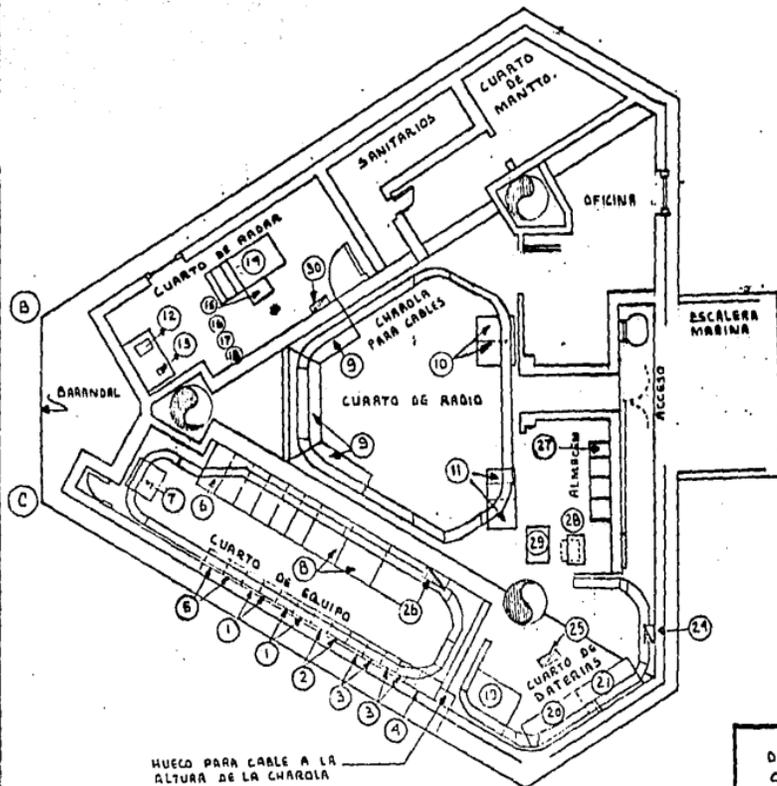
19. Cargador de Baterías para Banco No. 1
20. Cargador de Baterías para Banco No. 2
21. Cargador de Baterías para Banco No. 3
24. Tablero de Distribución de C.A., (TF-4_ de 6 polos 220/127 V.C.A., 2 fases, 3 hilos
25. Tableros de Distribución de C.D. (TF-5A,B,C), consta de 3 tableros de Distribución de 18 polos, - - 125/250 V.C.A., 2 hilos, con interruptor principal de 100 Amps.

CUARTO DE ALMACEN

27. Centro de Control de Motores (CCM-2)

Donde estarán ubicados los siguientes equipos:

- a) Transformador trifásico (TR-1) de 30 KVA, - - 480/220/127 V.C.A. 3 fases, 4 hilos, Delta-Estrella, tipo seco para alim. a circuitos de alumbrado.
 - b) Tablero de Distribución de C.A. (LP-1) de 42 polos, 220/127 V.C.A., 3 fases, 4 hilos, con interruptor principal de 100 Amps.
28. Transformador Trifásico (TR-2) de 9 KVA, 480/220/ V.C.A., 3 fases, 4 hilos, Estrella-Delta, tipo -- seco, para alimentación a equipo de radar.
 29. Transformador Trifásico (TR-3) de 30 KVA, 480/220/ 127 Volts. C.A., 3 fases, 4 hilos Delta-Estrella, tipo seco para alimentación del equipo de comunicaciones.



- LISTA DE EQUIPO —
CUARTO DE COMUNICACION
- 1.. EQUIPO DE MICROONDAS
 - 2.. EQUIPO DE MUXICADONAS
 - 3.. EQUIPO DE UHF
 - 4.. EQUIPO DE MUX UHF
 - 5.. EQUIPO DE UHF
 - 6.. EQUIPO DE VHF
 - 7.. SISTEMA DE ALIMENTACION MICROONDAS.
 - 8.. SIST. DE ALIM. UHF, VHF, HF.
 - 9.. CONSOLAS DE COMUNICACIONES.
 - 10.. TELEIMPRESORAS.
 - 11.. FACIMILES.
- EQUIPO DE RADAR —
- 12.. TELEIMPRESOR TTV-45
 - 13.. MODEM ITT 20B4
 - 14.. CONSOLA VOL. 80
 - 15.. RADIO CONSOLA
 - 16.. RADIO HARRIS
 - 17.. RADIO ROBERTSON
 - 18.. CASSETA LOGEA
 - 19.. CARGADOR BANCO No 1
 - 20.. CARGADOR BANCO No 2
 - 21.. CARGADOR BANCO No 3
 - 24.. TABLERO DE DISTRIB. DE C.A. CTF DE 6 POLOS 210/121 VCA 60 HZ.
 - 25.. TABL. DE DISTRIB. DE CA. (T.P. 5A/1E)
 - 26.. TABL. DE DISTRIB. DE C.A. (T.F. 3)
 - 27.. CENTRO DE CONTROL DE MOTORES
 - 28.. TRANSFORMADORA TAIFASICO — 9 KVA 480/210 C.A. 60 HZ.
 - 29.. TRANSF. TAIFASICO DE 30 KVA.
 - 30.. TABL. DE DISTRIB. C.A. (T.F.) 3 FAS 220 V. 60 HZ.
 - 31.. REGULADORA DE VOLTAGE 3 FAS 220 V. C.A.

DISTRIBUCION DE EQUIPOS DE COMUNICACIONES Y SISTEMA DE FUERZA TRIPODE.

DIBUJO No 1

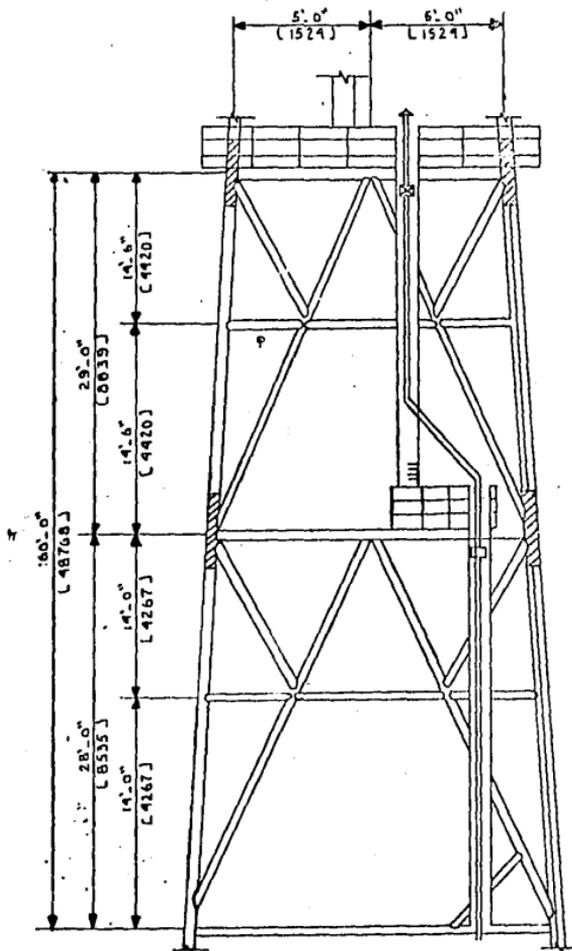
31. Regulador de Voltaje de 9 KVA, 220 Volts. C.A., 3 fases, 4 hilos, Delta, variación de entrada $\pm 20\%$, variación de salida $\pm 1\%$, tiempo de respuesta de 5 a 10 ciclos/seg. para alimentación al equipo de radar.

TORRE DE TELECOMUNICACIONES

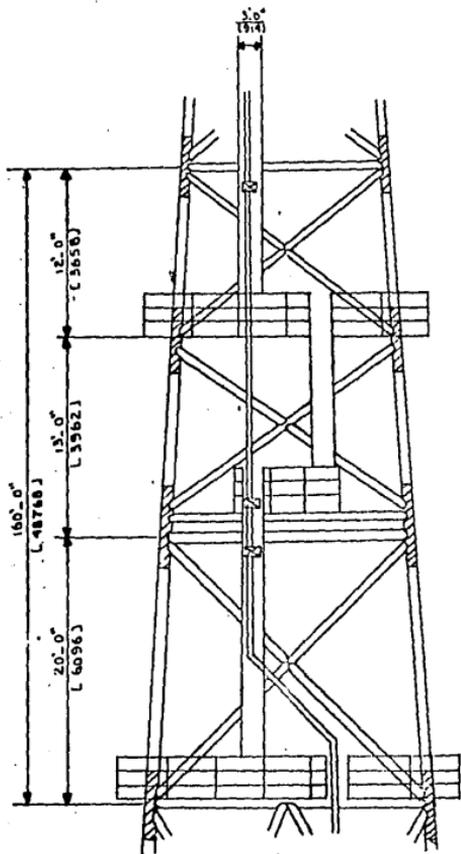
Dentro de esta área se contará también con una Torre de Telecomunicaciones Autosoportada de 48.77 M (160 pies) de altura, como se puede ver en el Dibujo No. 5. Entre las finalidades de ésta se encuentran las siguientes:

- a) La instalación de antenas para radios de diferentes frecuencias.
- b) La instalación de antenas (Parabolas) para equipo de microondas.
- c) La instalación de antenas para equipos de comunicaciones.
- d) La instalación del sistema de radar.
- e) La instalación del sistema de radio.

Una de las limitantes dadas por los fabricantes del equipo de radar es la instalación de algunos de sus equipos a una distancia máxima de 10 m. de la base de la antena de radar, por lo que se incluyó en la torre un cuarto para dicho fin, al cual se le denominará cuarto Shelter, que contará con el siguiente equipo (Ver dibujo No. 6).

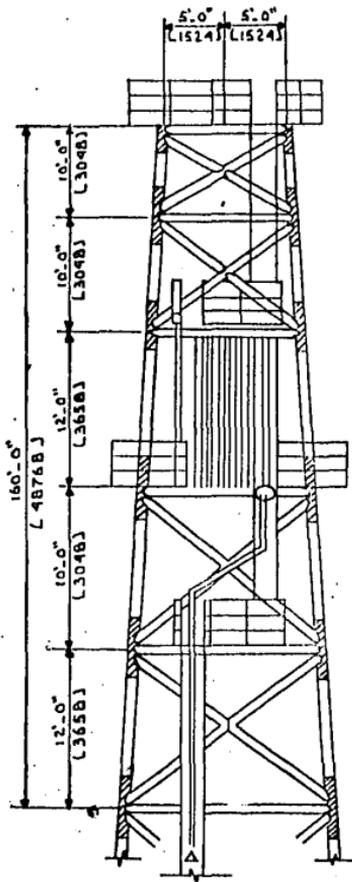


TORRE DE COMUNICACIONES
 SECCION N.º 1 DIBUJO N.º 5



TORRE DE TELECOMUNICACIONES
 SECCION No 2

DIBUJO No 5



- TORRE DE TELECOMUNICACIONES -
 SECCION No 3 DIBUJO No 5

1. Receptor - Transmisor
2. Rectificador
3. Display de 9 pulg.
4. Unidad de control de Ingenieros
5. Interruptor de cambio de gufa de onda
6. Carga Dummy
7. Tablero de distribución C.A. (TF-2) de 12 polos, 220 V.C.A. Reg., 3 fases, 3 hilos.
8. Tablero de distribución C.A., (LP-2) de 8 polos, 220/127 V.C.A., 3 fases, 4 hilos.

Las capacidades de los equipos fueron proporcionadas por el Departamento de Ingeniería de Telecomunicaciones de Petróleos Mexicanos. De acuerdo a sus necesidades de -- operación.

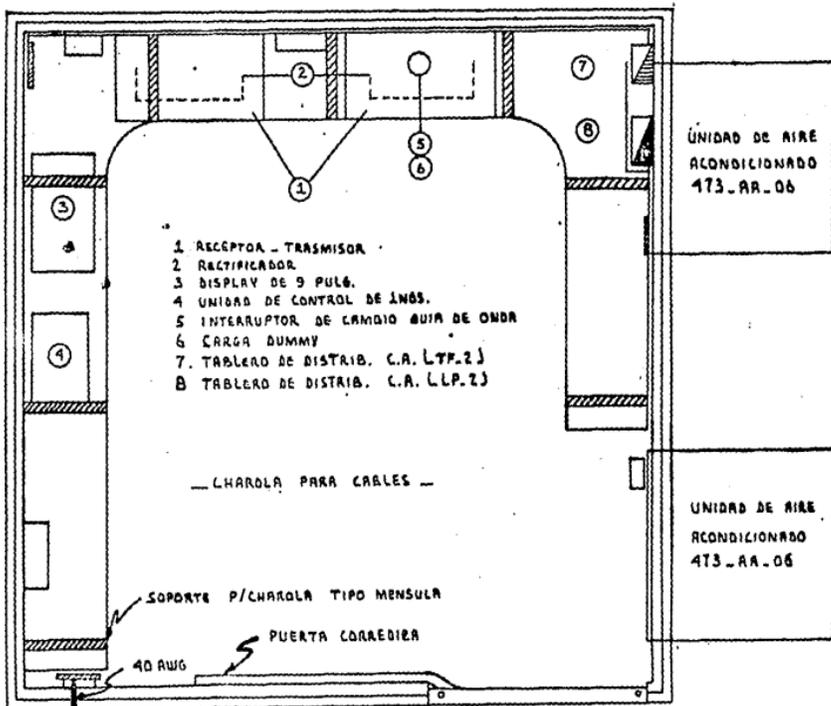
Considerando que para servicios de instalaciones de Telecomunicaciones, especialmente en equipos automáticos de selectores y sistemas de radar es recomendable que la -- humedad absoluta sea de 10 g/m³.

Dadas las condiciones ambientales

Temperatura ambiente promedio	26°C
Humedad relativa promedio	90%

Y consultando la tabla No. 1 encontramos que corresponde a un contenido de vapor de agua de 22.7 g/m³, por lo tanto, una humedad absoluta excesiva.

Las variaciones de más de ± 2 g/m³ con respecto a este valor nominal deben compensarse por medio de un sistema de aire acondicionado como a continuación se describe:



DISTRIBUCION DE EQUIPO RADAR
 CUARTO SHELTER

DIBUJO N.º 6

RELACION ENTRE HUMEDAD RELATIVA Y ABSOLUTA DE GASES

HUM. REL.	HUMEDAD ABSOLUTA EN G/M ³									
	TEMPERATURA EN °C									
	16	18	20	22	24	26	28	30	32	
30	4.1	4.6	5.3	5.9	6.7	7.6	8.5	9.5	10.7	
35	4.8	5.4	6.1	6.9	7.8	8.8	9.9	11.1	12.5	
40	5.5	6.2	7.0	7.9	8.9	10.1	11.3	12.7	14.3	
45	6.1	7.0	7.9	8.9	10.1	11.3	12.8	14.3	16.1	
50	6.8	7.7	8.8	9.9	11.2	12.6	14.2	15.9	17.8	
55	7.5	8.5	9.6	10.9	12.3	13.9	15.6	17.5	19.6	
60	8.2	9.3	10.5	11.9	13.4	15.1	17.0	19.1	21.4	
65	8.9	10.1	11.4	12.9	14.5	16.4	18.4	20.7	23.2	
70	9.5	10.8	12.3	13.9	15.7	17.6	19.8	22.3	25.0	
75	10.2	11.6	13.2	14.9	16.8	18.9	21.3	23.9	26.7	
80	10.9	12.4	14.0	15.9	17.9	20.2	22.7	25.5	28.5	
85	11.6	13.2	14.9	16.8	19.0	21.4	24.1	27.0	30.3	
90	12.3	13.9	15.8	17.8	20.1	22.7	25.5	28.6	32.1	
95	13.0	14.7	16.7	18.8	21.2	24.0	27.0	30.2	33.9	
100	13.6	15.5	17.5	19.8	22.4	25.2	28.3	31.8	35.7	

TABLA No. 1.

MODULO DE COMUNICACIONES

1. Unidad acondicionadora de aire tipo paquete 473-AA-01 con capacidad de 210,730 BTU/Hr., 30 H.P., 480 V.C.A. 3 fases localizada en la azotea del módulo. r
2. Unidad presurizada 473-AA-02 con motor eléctrico de $3/4$ H.P., 480 V.C.A., 3 fases.
3. Serpentín de calentamiento 473-AA-03 de 10 KW, 480 V.C.A., 3 fases.
4. Unidad de aire acondicionado tipo ventana 473-AA-04 - con capacidad de 47,000 BTU/Hr., 7.5 H.P., 220 V.C.A., 3 fases, localizada en cuarto de radar (reserva).
5. Unidad de aire acondicionado tipo ventana 473-AA-05 - con capacidad de 47,000 BTU/Hr., 7.5 H.P., 220 V.C.A. 3 fases, localizada en cuarto de equipo de comunicaciones (reserva).
6. Ventilador tipo axial 473-V-01 con motor eléctrico de $1/30$ H.P., 120 V.C.A., en cuarto baterías.
7. Extractor de aire tipo techo 473-V-02, con motor eléctrico de $1/50$ H.P., 120 V.C.A., en baños.

CUARTO SHELTER

8. Unidad de aire acondicionado, tipo ventana 473-AA-06 - con capacidad de 18,400 BTU/Hr., 1.5 H.P., 220 V.C.A. 2 fases.
9. Unidad de aire acondicionado tipo ventana 473-AA-07 - con capacidad de 18,400 BTU/Hr., 1.5 H.P., 220 V.C.A. 2 fases (reserva).

Un servicio adicional que tendrá ésta área será el de un monorraíl o polipastro 473-G-02 con capacidad de carga de 2 toneladas con un motor eléctrico de -- 7.5 H.P., 480 V.C.A., 3 fases, 4 hilos para el gancho y un motor eléctrico de 1/2 H.P., 480 V.C.A., 3 fases, 4 - hilos para el carro de desplazamiento.

3.2.2 TETRAPODO (AREA 471)

En esta estructura es donde se encontrarán los -- servicios ya descritos en el inciso 3.1, el Tetrapodo tiene 17.38 M (57') de longitud por cada lado soportado por 4 columnas al lecho marino, la cual está compuesta en 4 niveles.

N-9'-0"	Embarcadero o zona de mareas
N-52'-0"	Zona de servicios o cubierta interior
N-76'-00"	Localización de módulo habitacional - y cuarto de generación o cubierta superior.
N-90'-6"	Helipuerto.

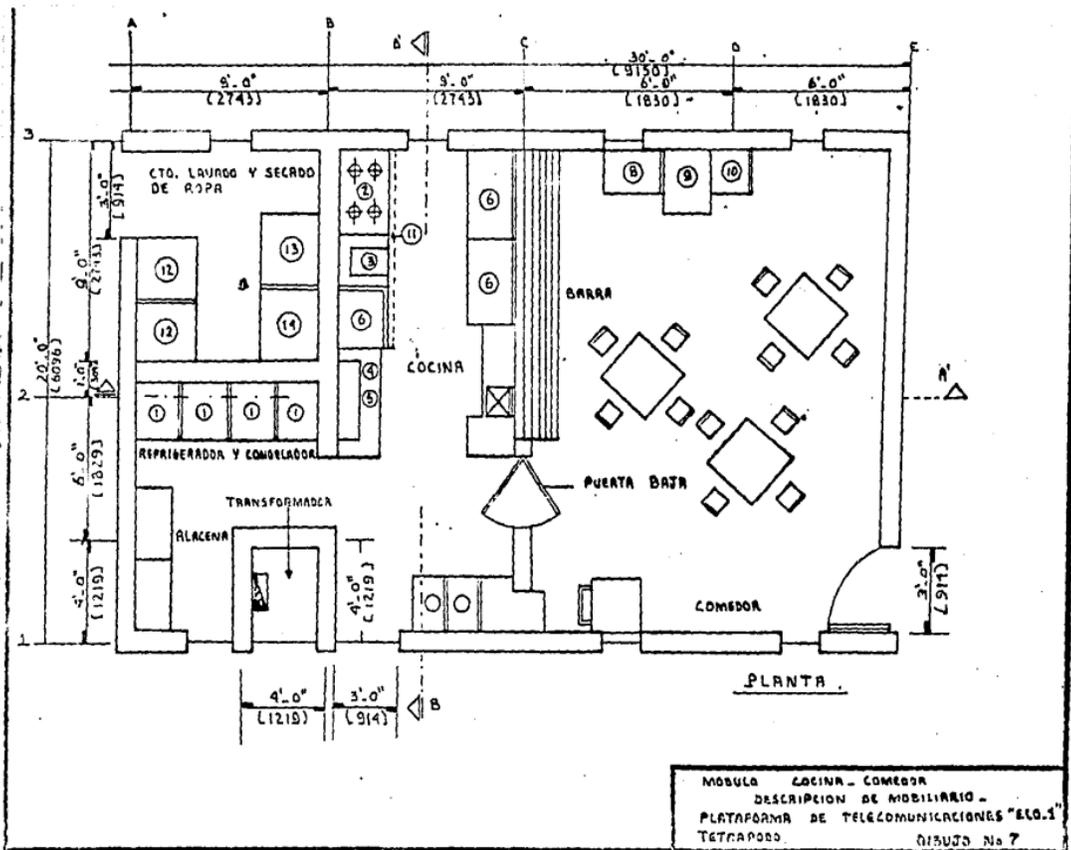
1. MODULO HABITACIONAL

La construcción del módulo es en un solo nivel -- con dimensiones de 13.72 M (45') de largo, 6.10 M (20') de ancho y 2.90 M (9') de altura.

Teniendo una distribución de los accesorios de -- servicios como se indica en el dibujo No. 7, a continuación enlistamos los equipos con que contará dicho módulo.

COCINA COMEDOR

1. Refrigerador y congelador con capacidad de 1 HP y 1.5 HP, 220 V.C.A. respectivamente.
2. Estufa eléctrica con cap. de 21 KW
3. Freidor eléctrico con cap. de 12 KW
4. Horno eléctrico con cap. de 8.4 KW
5. Batidora eléctrica con cap. de 0.25 HP
6. Mesa caliente (plancha) con cap. de 2.4 KW
7. Lavadora de loza con cap. de 5 HP
8. Tostador y cafetera con cap. de 1.6 KW



MODULO CUCINA - COMEDOR
 DESCRIPCION DE MOBILIARIO -
 PLATAFORMA DE TELECOMUNICACIONES "ELO.1"
 TETRAPODO 015025 No 7

9. Máquina de hacer helados con cap. de 1.1 HP
10. Máquina surtidora de leche con cap. de 1 HP
11. Campana de extracción para cocina con capacidad de 0.25 HP.

LAVANDERIA

12. Máquina lavadora con cap. de 0.5 HP
13. Máquina secadora con cap. de 0.5 HP
14. Calentador de agua con cap. de 13.5 KW

La función de este módulo es proporcionar los servicios de vivienda al personal que laborará en esta plataforma, contando con servicios propios como son:

- a) Sistema de alumbrado con cap. de 9.5 KW, 220/127 VCA.
- b) Distribución de energía:
Transformador trifásico (471-TRMH-01) de - 150 KVA, 480/220 V.C.A., 3 fases, Delta-Estrella, tipo seco.
Tableros de distribución 471-TD-B, 220/127 V.C.A., 3 fases.
- c) Unidad de aire acondicionado central con capacidad de 225,000 BTU/Hr., 30 H.P., - 220 V.C.A., con presurizador integrado.

NOTA: El proveedor del módulo proporcionará la Ingeniería e información referente a todos los circuitos eléctricos, así como la instalación de los mismos y los equipos antes descritos.

2. SERVICIOS AUXILIARES

A continuación se describirán los equipos seleccionados para los servicios auxiliares de la plataforma, de acuerdo a las bases de diseño (refiérase al punto 3.1 inciso 4).

El arreglo general de los equipos es de acuerdo al dibujo No. 8.

A) AGUA DE SERVICIO

El agua de mar es transferida desde el mar hacia la plataforma por medio de las bombas para agua de mar 471-B-04 A/B. Estas son tipo turbina vertical, sumergidas en el mar y accionadas por motores eléctricos con una potencia de 15 -- H.P., 480 V.C.A., 3 fases, instalados en la cubierta inferior de la plataforma. Una de ellas opera continuamente, mientras la otra permanece de repuesto.

B) SISTEMA DE AGUA POTABLE.

El sistema está dividido en:

1. Unidad Desaladora

El paquete para potabilizar el agua de mar 471-P-01 operará en forma intermitente y tendrá un consumo de 20 H.P., 480 V.C.A. en el sistema.

Una breve descripción del proceso es la siguiente:

El agua es inyectada con los siguientes químicos; Coagulantes, Acido (como inhibidor de corrosión) y Bisulfito de Sodio. Esta etapa se realiza con la ayuda de bombas dosificadoras que inyectan los reactivos.

El agua pre-tratada pasa por un filtro de arena y posteriormente por uno de cartucho. Esta agua alimenta la succión de la bomba de alta presión y la descarga de la misma pasa por unas membranas que por efecto del fenómeno - - "Osmosis Inversa" se obtiene agua potable, que por último - para eliminar las bacterias se dispone de un sistema de cloración.

2. DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE

La salida de agua de la desaladora va a un tanque de almacenamiento y de éste es necesario sea transferida a otro tanque elevado para su distribución.

Para lo anterior, se usaron las bombas 471-B-02 A/B que son de tipo centrífuga y accionadas por motor eléctrico con capacidad de 2 H.P., 480 V.C.A., 3 fases. Una -- bomba estará de reserva.

C) SISTEMA DE AIRE DE PLANTA

El sistema de aire de planta estará constituido -- por dos compresores recíprocos no lubricados 471-H-01 -- A/B teniendo como fuerza motriz motor eléctrico con una potencia de 7.5 H.P., 480 V.C.A., 3 fases, uno de ellos opera en forma continua y el otro permanece en espera para entrar automáticamente a falla del primero.

D) SISTEMA DE DIESEL

El diesel se almacena en un tanque vertical atmosférico y pasa a la succión de las bombas de transferencia -- 471-B-01 A/B que son de engranes e impulsadas por motor -- eléctrico de 2 H.P., 480 V.C.A., 3 fases, permaneciendo una en operación continua y la otra en espera.

El sistema cuenta adicionalmente con una centrífuga 471-ME-01 para poder purificar el diesel. Su operación -- es en forma intermitente para lo cual cuenta con un motor -- eléctrico de 10 H.P., 480 V.C.A., 3 fases.

E) POLIPASTO

La plataforma contará con un monorriel 471-G-01, -- la fuerza motriz saldrá de un motor de 12 H.P., 480 V.C.A., -- 3 fases para el izaje y de un motor con capacidad de 1½ H.P. 480 V.C.A., 3 fases para desplazamiento horizontal.

F) CAPSULA DE SALVAMENTO

El sistema de izaje de este dispositivo 471-X-01 -- será accionado por un motor eléctrico de 25 H.P., 480 V.C.A. 3 fases.

Su localización se puede apreciar en el Dibujo 9.

G) TALLER DE MANTENIMIENTO

A fin de garantizar una continuidad de operación - de los equipos y mantenerlos siempre disponibles se tendrá - este taller de mantenimiento 471-TM-01 que consumirá un total de 25 KW, 480 V.C.A., 3 fases.

Sus dimensiones y localización en la cubierta inferior se pueden observar en el Dibujo No. 8.

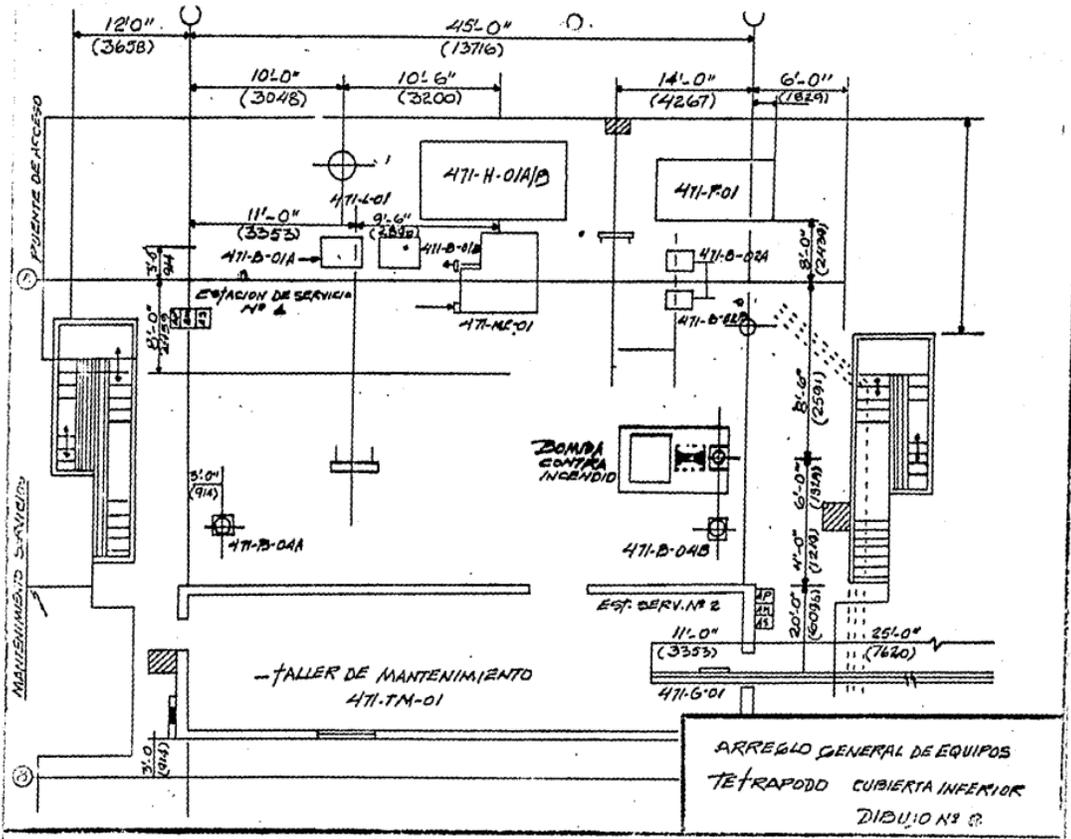
Estos datos fueron recopilados basándose en los -- conceptos generales de Ingeniería, en la experiencia de la -- instalación de equipos similares y su operación, así como en las especificaciones de los fabricantes de algunos de éstos -- equipos.

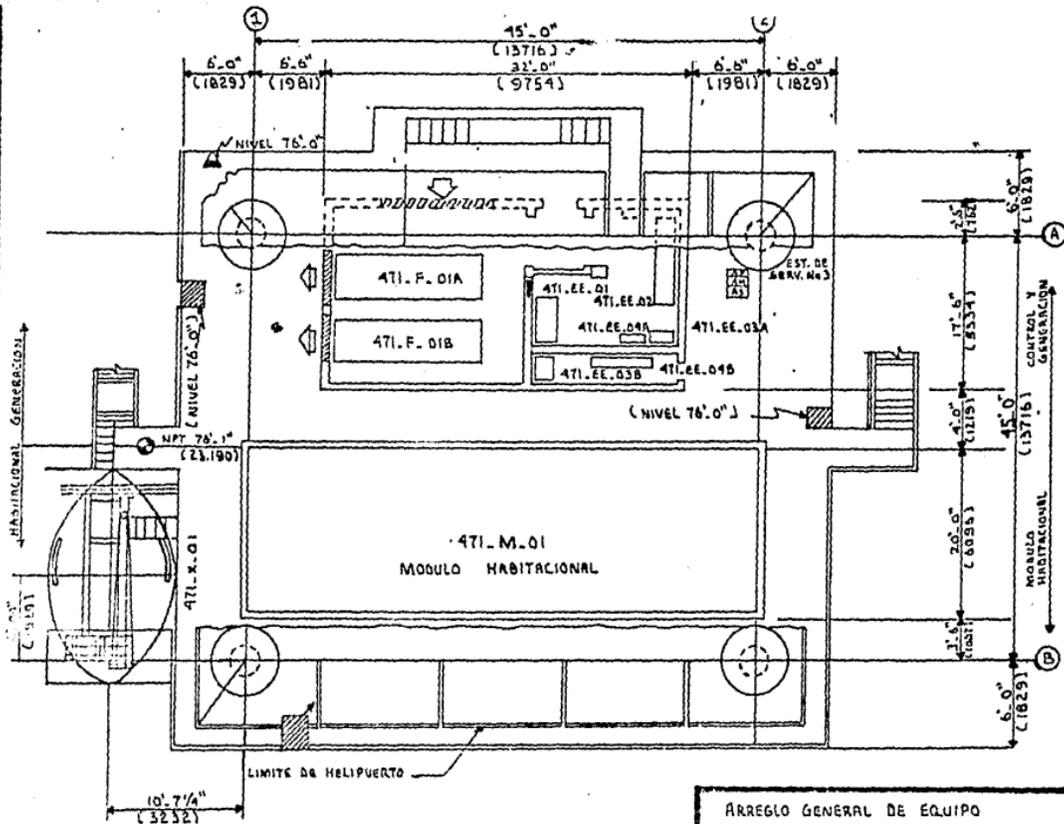
3. GENERACION

La completa generación de energía eléctrica, distribución, control y protección está provista de un edificio tipo paquete tal como está en el Dibujo No. 9, compuesto por los siguientes equipos:

1. Generadores de voltaje 471-F-01 A/B con capacidad de 300 KW c/u, 480 V.C.A., factor de potencia 0,8, 60 Hz.
2. Tablero de distribución C.A. 471-EE-01 480 - - V.C.A., 3 fases.
3. Centro de control de motores 471-EE-02 (CCM-1) 480 V.C.A., 3 fases.

Donde estarán localizados:





ARREGLO GENERAL DE EQUIPO
TETRAPODA CUBIERTA SUPERIOR

DISEÑO No 9

- a) Transformador trifásico (TR-A) de 37.5 KVA, 480/220 127 V.C.A., 3 fases, 4 hilos, Delta-Estrella, tipo seco para alimentación a circuitos de alumbrado.
 - b) Tablero de distribución de C.A. (LP-A) de 36 polos, 220/127 V.C.A., 3 fases.
4. Cargador de baterías 471-EE-03A 125 VCD.
 5. Banco de baterías 125 V.C.D., 471-EE-03B.
 6. Cargador de baterías 471-EE-04A 24 V.C.D.
 7. Banco de baterías 24 V.C.D., 471-EE-04B.
 8. Unidad de aire acondicionado tipo paquete - 471-AA-01A con capacidad de 37,000 BTU/Hr., 5 H.P., 480 V.C.A., 3 fases, con unidad de presurización integrada.

La operación de los generadores normales deberá -- ser en cualquier combinación de unidades operando, con una - unidad disponible la cual deberá arrancar y entrar al sistema al fallar la unidad operando. Las unidades pueden estar operando en paralelo.

La capacidad de los moto-generadores fue determinada tomando las cargas de los equipos (las cuales ya fueron - descritas en este capítulo incisos 3.2.1 y 3.2.2), como se - demostrará en los capítulos siguientes.

4.0 LISTA DE CARGAS ELECTRICAS

Una parte esencial en el cálculo preliminar fué la estimación de la cantidad de energía eléctrica requerida. La porción más grande de carga eléctrica en la plataforma es la carga de motores. Esta lista fué considerada para calcular el probable tamaño de la fuente de alimentación. Del capítulo anterior recopilamos datos de las capacidades nominales de los equipos y se obtuvo lo siguiente:

4.1 CARGAS DEL TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCION 480 V.C.A. 471-EE-01

No. DE EQUIPO	DESCRIPCION	HP (NOM) INSTALADO	H.P. OPERANDO	OBSERVACIONES
471-EE-02	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES (CCM-1)	190	122.15	
473-EE-01A	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES (CCM-2)	121.15	98.24	
471-TRMH-01	TRANSFORMADOR MOD. HABITA- CIONAL	<u>150</u>	<u>120</u>	
		481.15	340.39	

4.2 CARGAS DEL CDNTRO DE CONTROL DE MOTORES CCM # 1, 480 V.C.A. 471-EE-02.

No. DE EQUIPO	DESCRIPCION	HP (NOM) INSTALADO	H.P. OPERANDO	FACTOR CARGA	OBSERVACIONES
471-LP-A	TRANSFORMADOR TR-A PARA TABLERO DE DISTRIB. DE- ALUMBRADO.	30	24	0.8	
471-AA-01A	UNIDAD DE AIRE ACOND.PA QUETE PARA CTO. DE CON- TROL DE GENERACION.	5	4	0.8	
471-B-01A	BOMBA PARA DIESEL	2	1.2	0.8	
471-B-01B	BOMBA PARA DIESEL	2	0	0	RESERVA
471-B-02A	BOMBA DE AGUA POTABLE	2	1.6	0.8	
471-B-02B	BOMBA DE AGUA POTABLE	2	0	0	RESERVA
471-B-04A	BOMBA DE AGUA DE MAR	15	0.8	12	
471-B-04B	BOMBA DE AGUA DE MAR	15	0	0	RESERVA
471-G-01	POLIPASTO	13.5	1.3	17.55	VER NOTA 1
471-H-01A	COMPRESOR DE AIRE	7.5	0.8	6	
471-H-01B	COMPRESOR DE AIRE	7.5	0		RESERVA
471-ME-01	CENTRIFUGA DE DIESEL	10	0.9	9	
471-P-01	UNIDAD DESALADORA	20	1.0	20	
471-TM-01	TALLER MANTENIMIENTO	33.5	0.8	26.8	
471-X_01	CAPSULA DE SALVAMENTO	25	0	0	
		190.0		122.15	

4.3 CARGAS DEL CENTRO DE CONTROL DE MOTORES CCM # 2, 480 V.C.A. 473-EE-01A

No. DE EQUIPO	DESCRIPCION	HP (NOM) INSTALADO	FACTOR CARGA	H.P. OPERANDO	OBSERVACIONES
LP-1, LP-2	TRANSFORMADOR TR-1 PARA TABLERO DE -- DISTRIBUCION DE -- ALUMBRADO.	30	0.8	24	
473-AA-01	UNIDAD DE AIRE ACON- DIONADO TIPO PAQUE TE,	30	0.8	24	
473-AA-02	UNIDAD PRESURIZADORA	0.75	0.8	0.6	
473-AA-03	SERPENTIN CALEFACTOR	13.4	0.6	8.04	
473-G-02	POLIPASTO	8	1.3	10.4	VER NOTA 1
TF-1, TF-2	TRANSFORMADOR TR-2 PARA EQUIPO EN CTO DE CONTROL DE RADAR Y EQUIPO EN CTO. SHELTER.	9	0.8	7.2	
TF-3, TF-4	TRANSFORMADOR TR-3 PARA CARGADOR RECTI FICADOR DE BACTERIÁS PARA EQUIPO DE COMU- NICACION.	<u>30</u> 121.15	0.8	<u>24</u> 98.24	

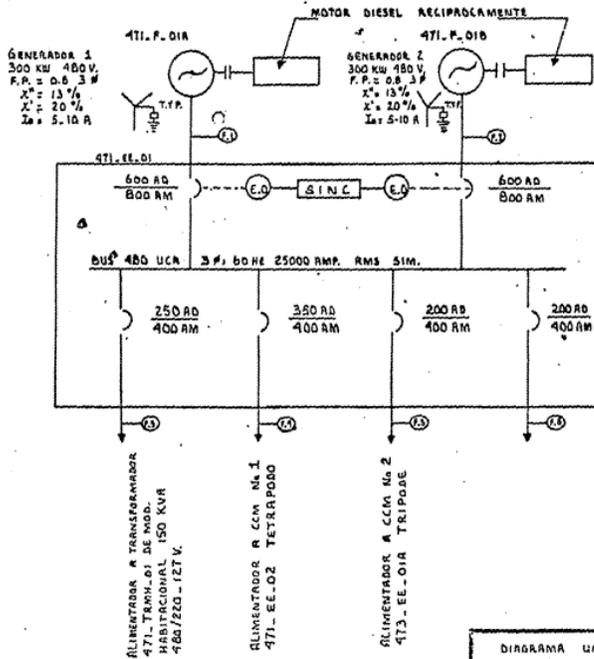
4.4 CARGAS DE TABLERO DE DISTRIBUCION 220/127 V.C.A.
471/TD-B MOD. HABITACIONAL.

DESCRIPCION	H.P. (NOM) INSTALADO	FACTOR CARGA	H.P. OPERANDO	OBSERVACIONES
UNIDAD DE AIRE ACON. TIPO PAQUETE	30	0.8	24.0	
TABLERO DE ALUMBRADO	12.74	0.8	10.19	
EQUIPO DE REFRIGERACION	1	0.8	0.8	
EQUIPO DE CONGELACION	1.5	0.8	1.2	
ESTUFA ELECTRICA	28.17	0.8	22.54	
FREIDOR	16.1	0.8	12.88	
HORNO ELECTRICO	11.27	0.8	9.01	
MESA CALIENTE DE ALIM.	3.22	0.8	2.58	
LAVADORA DE PLATOS	5	0.8	4.0	
CAFETERA ELECTRICA	2.15	0.8	1.72	
BATIDORA ELECTRICA	0.25	0.8	0.2	
MAQ.P/HACER HELADOS	1.1	0.8	0.88	
SUMINISTRADOR DE LECHE	1	0.8	0.8	
CAMPANA EXTRACTORA	0.25	0.8	0.2	
LAVADORA DE ROPA	0.5	0.8	0.4	
SECADORA DE ROPA	0.5	0.8	0.4	
CALENTADOR DE AGUA	<u>18.11</u>	0.8	<u>14.49</u>	
	132.86		106.29	

NOTA: De acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (B.O.E. 20-7-1955). En los motores de ascensores, grúas y aparatos de elevación en general, se computará como intensidad normal a plena carga, la necesaria para elevar las cargas fijadas como normales a la velocidad de régimen, una vez pasado el período de arranque, multiplicada por 1.3.

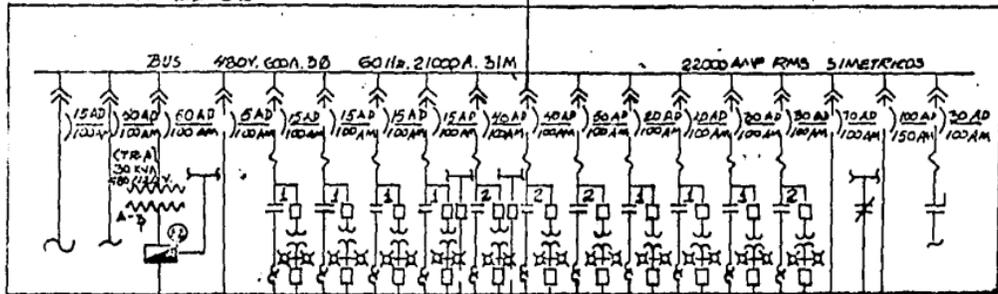
5.0 DIAGRAMAS UNIFILARES

La finalidad de los diagramas presentados en los dibujos Nos. 10, 11, 12 y 13 es el de presentar una descripción del sistema eléctrico incluyendo las unidades de generación, para que se obtenga una referencia de las principales cargas y rápidamente se puede identificar un alimentador particular y verificar los dispositivos de protección principales de la puesta-fuera de servicio de la plataforma sistema o equipo especificado.



VIENE DESDE T.P.D. DIST. 430V.

CCM-1-471-EE-02



TABLERO DE CONTROL Y ARRANQUE

DISPONIBLE

DISPONIBLE

TABLERO DIST. L.P.A. PUNTO DE ARRANQUE

SIST. INTERCAMBIABLE DE FUENTE 471-EE-03AD

UNIDAD DE AIRE ACONDICIONADO TIPO PAQUETE 471-AA-01A

BOMBA PARA DIESEL 471-B-01A

BOMBA PARA DIESEL 471-B-01B

BOMBA DE AGUA POTABLE 471-B-02A

BOMBA DE AGUA POTABLE 471-B-02B

BOMBA DE AGUA DE MAR 471-B-01R

BOMBA DE AGUA DE MAR 471-B-04D

POLIPASTO 471-6-01

COMPRESOR DE AIRE 471-H-01A

COMPRESOR DE AIRE 471-H-01B

GENERADORA DE DIESEL 471-NE-01

UNIDAD DESALADORA 471-P-01

TALLER DE MANITO 471-TM-01

CAPIULA SANGRAMENTO 471-X-01

DISPONIBLE

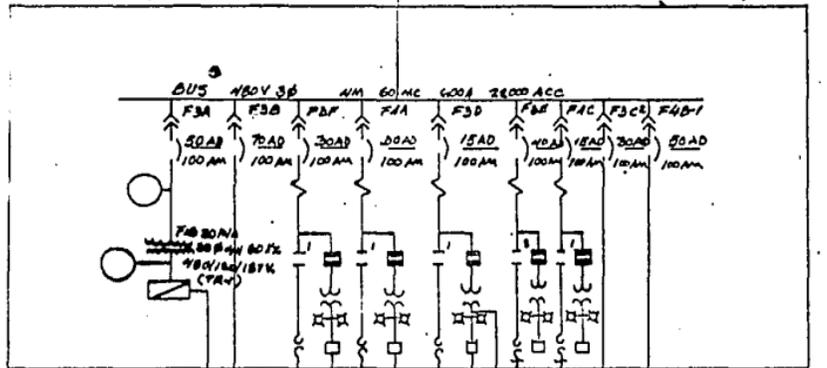
DIAGRAMA UNIFILAR DEL CENTRO DE CONTROL DE MOTORES CCM-1 480VCA 471-EE-02

DIABLO Nº 11

ALIMENTACION DEL TABLERO DE UBICACION
480 VCA 477-EE EN TETRAPODO ECo-1

CORRESPONDE AL CIRCUITO
F-5 DE LA PLATAFORMA
TETRAPODO ECo-1

CCM-2 475-EE-01A



TABLERO DE DISTRIBUCION DE
LA ALIMENTACION PARA EL CENTRO DE
CONTROL DE LAS TELECOMUNICACIONES
TABLERO ALIMENTADO F-2
PARA UNIDAD DE RADIOS
UNIDAD ACONDICIONADOR
DE AIRE 473-AA-01

SUBESTACION DE
CONTROL DE
473-AA-03
MOTOR F-5 473-D-02

UNIDAD PRESURIZADA
473-AA-02

DISPONIBLE
DISPONIBLE

REGULADOR VOLTAJE
DE 220V A 100V, 100A
TABLERO DE CONTROL DE
LA UNIDAD DE PRESURIZACION
TABLERO DE CONTROL DE
LA UNIDAD DE ACONDICIONAMIENTO
DE AIRE 473-AA-01
PARA EL CENTRO DE
CONTROL DE LAS
TELECOMUNICACIONES
TAB. DISTRIB. DE
LA ALIMENTACION
PARA EL CENTRO DE
CONTROL DE LAS
TELECOMUNICACIONES

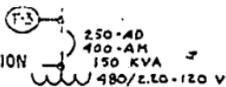
SIMBOLOGIA

- DESCONECTOR MECANICO
- CONTACTOR NEMA
- FUSIBLE
- CONTACTO NORMALMENTE CERRADO
- ELEMENTO TERMINO
- TRANSFORMADOR DE POTENCIA
- MOTOR CAP. EN H.P.
- AD INTERRUPTOR AM TERMOMAGNETICO
- AD INTERRUPTOR CON DISFARO MAGNETICO
- TRANSFORMADOR DE CONTROL
- CIRCUITO DE FUERZA 110
- LUX. PILOTO 110V
- SELECTOR MANUAL AUTO-MANUAL 110V
- ESTACION BATERIA
- TND. DIST. ACONDICIONADO
- RESISTENCIA
- TABLERO DISTRIBUCION DE FUERZA

DIAGRAMA UNIFILAR DEL
CENTRO DE CONTROL DE
MOTORES CCM-2 480VCA
473-EE-01A

DIBUJO N° 12

VIENE DESDE TABL. DISTRIBUCION
480 V. 471-EE-01

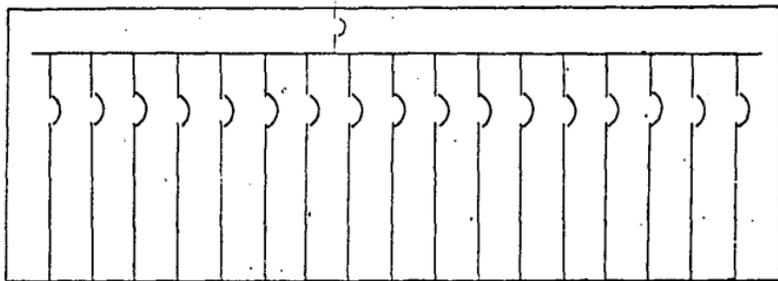


471-TRMH-01

3 Ø, 4 H, 60-Hz

- $\frac{Y}{\Delta}$

471-TD-B



PLAQUETA DE CONTROL Y ARRANQUE



UNIDAD DE AIRE ACONDICIONADO TIPO
ANQUETE

CIRCUITOS DE ALUMBRADO

EQUIPO DE REFRIGERACION

EQUIPO DE CONGELACION

ESTUFA ELECTRICA

FRIGIDOR

HORNADO ELECTRICO

MESA CALIENTE

LAVADORA DE PLATOS

CAFETERA

BATIDORA ELECTRICA

MCD. P/ HACER HELADOS

ASFO. SUM. LECHE Y AGUA

CAMPANA EXTRACTORA

LAVADORA DE ROPA

SECADORA DE ROPA

CALENTADOR DE AGUA

DIAGRAMA UNIFILAR DEL MODULO
HABITACIONAL 471-TD-B
DIBUJO N° 13

6.0 ANALISIS DEL SISTEMA ELECTRICO DE FUERZA

6.1 FUENTE PRIMARIA DE ENERGIA

El suministro de energía eléctrica para la plataforma es por medio de dos unidades moto-generadoras de 300 KW cada una, conectadas en paralelo.

La distribución de la energía eléctrica a las cargas de la propia plataforma, es a partir de los interruptores termomagnéticos del tablero de distribución 480 V. 471-EE-01 que alimenta a los siguientes equipos: CCM # 1 471-EE-02, CCM # 2 473-EE-01A y al transformador de 150 KVA 480/220-177 V. 471-TRMH-01. Para los requerimientos de energía a 220-127 se tienen transformadores a 480/220-127 V. 3 fases que alimentan a los diferentes tableros de distribución de fuerza y alumbrado equipados con interruptor general e interruptores termomagnéticos derivados, que a su vez suministran la energía eléctrica a todas las cargas de alumbrado y contactos de 220-127 V.

6.2 CARACTERISTICAS DEL EQUIPO

A) GENERADORES

Gen. No. 1, Gen. No. 2 = 300 KW, 0.8 FACTOR DE POTENCIA, 480 VCA, 3 fases, 60 Hz.

Sobre los 375 KVA base:

Reactancia subtransitoria $X''_d = 0.13$ pu.

Reactancia transitoria $X'_d = 0.20$ pu.

Reactancia secuencia $X_2 = 0.13$ pu.

negativa.

Reactancia secuencia cero $X^0 = 0.03$ pu.

Ver tabla No. 2 de constantes típicos.

Los cálculos están basados sobre las siguientes características del generador.

TABLA N° 2

Tabla A.4 Constantes típicas de máquinas síncronas trifásicas†

(Las reactancias se dan por unidad. Los valores por debajo de las líneas horizontales de las casillas son el campo normal de valores; por encima, son los valores medios).

	X_d (sin sat.) (1)	X_d' corriente nominal (2)	X_d'' tensión nominal (3)	X_d''' tensión nominal (4)	X_q corriente nominal (5)	X_{q1} corriente nominal (6)
Generadores bipolares	$\frac{1.20}{0.95-1.45}$	$\frac{1.16}{0.92-1.42}$	$\frac{0.15}{0.12-0.21}$	$\frac{0.09}{0.07-0.14}$	$-X_d''$	$\frac{0.03}{0.01-0.05}$
Generadores tetrapolares	$\frac{1.20}{1.60-1.45}$	$\frac{1.16}{0.92-1.42}$	$\frac{0.23}{0.20-0.28}$	$\frac{0.14}{0.12-0.17}$	$-X_d''$	$\frac{0.03}{0.015-0.14}$
Generadores y motores con polos salientes (con amortiguadores)	$\frac{1.25}{0.60-1.60}$	$\frac{0.70}{0.40-0.60}$	$\frac{0.30}{0.20-0.50}$	$\frac{0.20}{0.13-0.33}$	$\frac{0.20}{0.13-0.33}$	$\frac{0.15}{0.13-0.23}$
Generadores con polos salientes (sin amortiguadores)	$\frac{1.25}{0.60-1.50}$	$\frac{0.70}{0.40-0.60}$	$\frac{0.30}{0.20-0.50}$	$\frac{0.30}{0.20-0.50}$	$\frac{0.45}{0.35-0.65}$	$\frac{0.19}{0.03-0.24}$
Condensadores refrigerados por aire	$\frac{1.85}{1.25-2.20}$	$\frac{1.15}{0.95-1.30}$	$\frac{0.40}{0.30-0.50}$	$\frac{0.27}{0.19-0.30}$	$\frac{0.26}{0.15-0.40}$	$\frac{0.12}{0.025-0.13}$
Condensadores refrigerados por hidrógeno a 1/2 psi KVA nominales	$\frac{2.20}{1.50-2.63}$	$\frac{1.35}{1.10-1.55}$	$\frac{0.48}{0.36-0.60}$	$\frac{0.32}{0.23-0.36}$	$\frac{0.31}{0.22-0.43}$	$\frac{0.14}{0.030-0.16}$

† Reproducido con autorización de la "Westinghouse Electric Corporation", del "Electrical Transmission and Distribution Reference Book".

‡ X_d varía tan críticamente con el paso del devanado del inducido, que, difícilmente, puede darse un valor medio. La variación es desde 0.1 a 0.7 de X_d' . El límite inferior es para devanados de paso 1/2.

§ Las unidades de alta velocidad tienden a tener reactancias bajas y las de baja velocidad, reactancias altas.

Sobre 1 MVA base

$$\text{donde: } X_{REF} = \frac{(KVA \text{ Base}) \times X}{KVA_{NOM.}}$$

$$X^d = 0.346 \text{ p.u.}$$

$$X_2 = 0.346 \text{ p.u.}$$

$$X_0 = 0.08 \text{ p.u.}$$

X_{REF} = Reactancia referida a una base.

B) MOTORES A 480 V.C.A.

1. Para el CCM # 1

La carga por motores es 190 H.P. (Nom), de la cual hay que considerar el factor de carga de cada uno.

Lo anterior se puede observar en el capítulo - 4.0 inciso 4.2.

Ahora tenemos que:

$$KVA. = \frac{.746 \text{ H.P.}}{EF. \times F.P.}$$

Donde:

EF. = Eficiencia

F.P. = Factor de Potencia

Los cuales se pueden consultar en la tabla No.3
Se desarrolla un ejemplo típico para la realización de dichos cálculos.

Centrífuga de diesel 471-ME-01 de 10 H.P., - -
480 V.C.A., 3 fases.

$$KVA = \frac{.746 (10)}{(.86) (.88)} = 9.86$$

Ahora, considerando para los transformadores - los siguientes valores típicos para un factor - de carga de 0.8:

Eficiencia = 93%

Factor de Potencia = 0.8

Tenemos la siguiente tabla de resultados, donde se puede apreciar que no se incluyeron los equipos de reserva.

No. Equipo	Descripción	Capacidad Nom. en H.P.	KVA
471-LF-A	Transformador TR-A	30	30
471-AA-01A	Unidad de aire acond.	5	5.16
471-B-01A	Bomba para diesel	2	2.61
471-B-02A	Bomba de agua potable	2	2.4
471-B-04A	Bomba de agua de mar	15	14.6
471-G-01	Polipasto	13.5	13.16
471-H-01A	Compresor de aire	7.5	7.65
471-ME-01	Centrifuga de diesel	10	9.86
471-P-01	Potabilizadora	20	18.74
471-TM-01	Taller de Mantenimiento	<u>33.5</u>	<u>31.25</u>
		138.5	135.43

De la publicación No. 141 de IEEE

$$X^{\circ} d = 25\%$$

Y, sobre una base de IMVA, donde:

$$X_{REF.} = \frac{(KVA_{BASE}) (\% X^{\circ} d)}{(KVA_{REALES}) 100}$$

$$X_1 = X_2 = 1.846 \text{ p.u.}$$

2. Para el CCM # 2

No. Equipo	Descripción	Capacidad Nom. en H.P.	KVA
LP-1, LP-2	Transformador TR-1	30	30
473-AA-01	Unidad de aire acond.	30	28.9
473-AA-02	Unidad presurizadora	0.75	0.97
473-AA-03	Serpentín calefactor	13.4	10
473-G-02	Polipasto	8	8.03
TF-1, TF-2	Transformador TR-2	9	9
TF-3, TF-4	Transformador TR-3	<u>30</u>	<u>30</u>
		121.15	116.9

MOTORES DE INDUCCION

VELOCIDAD, EFICIENCIA, FACTOR DE POTENCIA Y DESLIZAMIENTO

H.P. Motor	Número de polos	Velocidad Sincrónica		Velocidad aprox. a plena carga		Eficiencia en %				Factor de poten coa en %				Deslizamiento a plena carga en %		H.P. Motor
		25 Ciclos	60 Ciclos	25 Ciclos	60 Ciclos	½ Cga.	¾ Cga.	Plena Cga.	1½ Cga.	½ Cga.	¾ Cga.	Plena Cga.	1½ Cga.	Limites Usuales	Prom	
1	4	750	1800	690	1760	74	77	77	76	60	72	80	83	8-20	14	1
2	6	500	1200	460	1120	82	84	84	86	60	72	78	80	8-18	13	2
5	6	500	1200	460	1120	84	86	86	85	78	84	86	87	7-15	11	5
10	6	500	1200	465	1135	85	86	86	84	80	86	89	90	6-12	9	10
20	6	500	1200	470	1135	87	88	87½	87	82	89	91	90	4-10	7	20
50	8	375	900	360	850	87	88	88	88	78	86	89	90	2-8	5	50
100	10	300	720	288	690	89	90	90	90	83	89	91	91	1-6	3 5	100
200	12		600		575	91	92½	92	91	85	91	92	91	1-4	2 5	200

TABLA No. 3

De la publicación No. 141 del IEEE.

$$X^d = 25\%$$

Y, sobre una base de IMVA, tenemos:

$$X_1 = X_2 = 2.138 \text{ p.u.}$$

C) TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCION 480-220/127 V.
150 KVA, 471-TRMH-01.

De la publicación "Industrial Power Handbook"

$$X = 5\% \text{ Donde } X_{REF.} = \frac{(KVA_{BASE}) (\% X)}{(KVA_{NOM}) 100}$$

Sobre una base de 1 MVA

$$X = 0.333 \text{ p.u.}$$

D) CARGA EN EL TABLERO DE DISTRIBUCION 220/127 V.
132.86 H.P. (NOM.), 471-TD-B.

Descripción	Cp. Nom. en H.P.	KVA
Unidad de aire acond.	30	28.9
Tablero de alumbrado	12.74	9.5
Equipo de refrigeración	1	1.29
Equipo de congelación	1.5	1.87
Estufa eléctrica	28.7	21.0
Freidor	16.1	12.0
Horno eléctrico	11.27	8.4
Mesa caliente	3.22	2.4
Lavadora de platos	5	5.16
Cafetera eléctrica	2.15	1.6
Batidora	0.25	0.32
Máquina para helados	1.1	1.42
Suministro de leche	1	1.29
Extractor	0.25	0.32
Lavadora de ropa	0.5	0.65
Secadora de ropa	0.5	0.65
Calentador de agua	<u>18.11</u>	<u>13.5</u>
	132.86	110.27

De la publicación "Industrial Power Hand Book"
(Editado por D Beeman-Mc Gralv-Hill)

$$X^d = 25\%$$

Sobre una base de IMVA

$$X = 2.267 \text{ p.u.}$$

E) RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA DE LOS GENERADORES.

(Referencia: Norma. 242, inciso 8.2.4 de la publicación de IEEE).

$$R = V_f - N / IG$$

Siendo

$V_f - N$: Voltaje de una fase a neutro

IG : Corriente a tierra = 10 Amps.

$$R = 277 / 10A = 27.7 \text{ Ohms.}$$

$$\text{Valor p.u.} = \frac{(\text{Valor real, Ohms}) \times (\text{KVA BASE})}{(\text{KV, Voltaje BASE})^2 \times 1,000}$$

$$RN = \frac{(27.7)(1000)}{(0.480)^2 \times 1000} = 120.22$$

$$RN = 120.22 \text{ p.u.}; \text{ Donde } R_o = 3 RN + R_{go}$$

$$R_o = 3RN = 3 (120.22) = 360.67 \text{ p.u.}$$

6.3. - DIAGRAMA DE REACTANCIAS

A). - DIAGRAMA UNIFILAR DEL SISTEMA DE DISTRIBUCION.

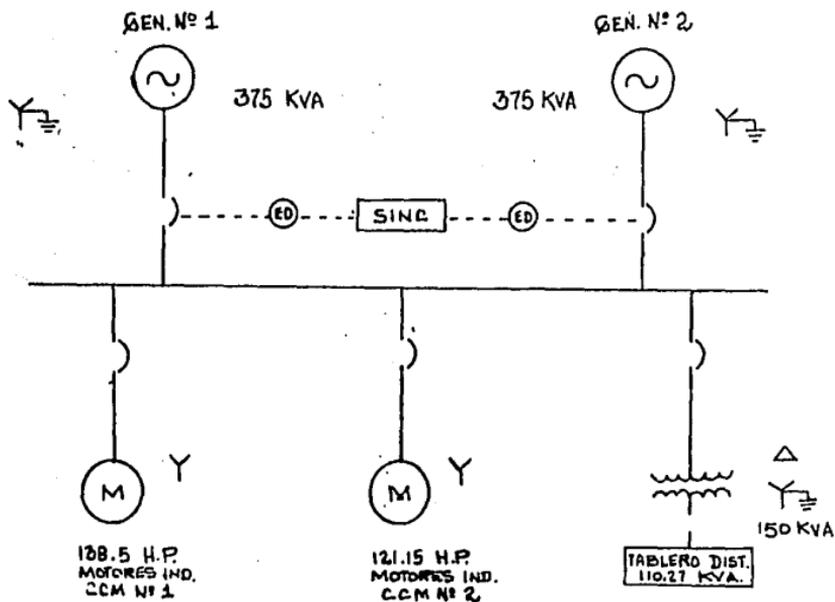
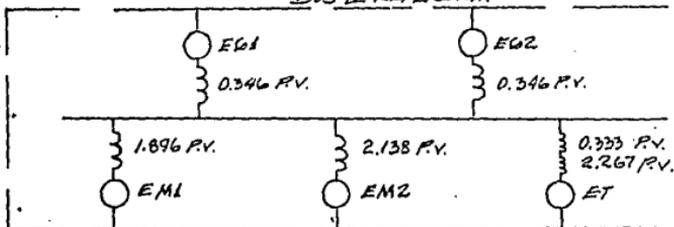


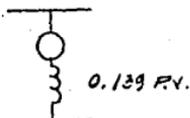
DIAGRAMA DE
REACTANCIAS

B).- DIAGRAMA DE REACTANCIAS

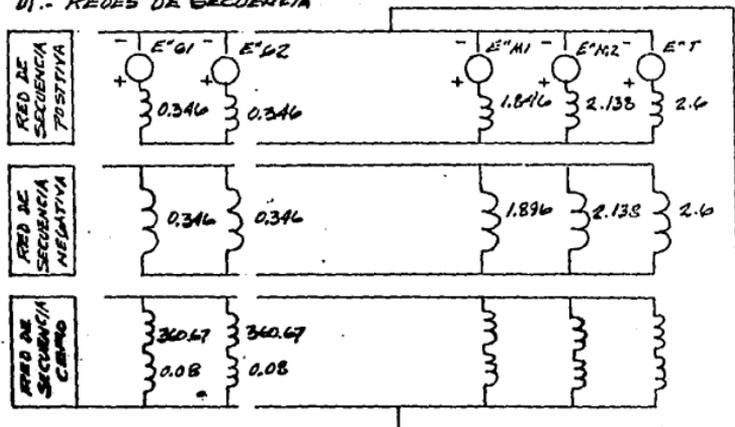
DOS DE REFERENCIA



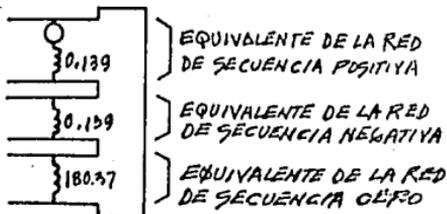
C).- REACTANCIA EQUIVALENTE



D).- REDES DE SECUENCIA



REDES DE SECUENCIAS.



6.4 CALCULO DE CORTO - CIRCUITO

En este estudio de corto-circuito, las corrientes de corto circuito anticipadas para las condiciones de falla trifásica y de una línea a tierra han sido calculadas para los dos siguientes casos.

- 1) Corriente máxima de falla con dos generadores conectados al Bus.
- 2) Corriente mínima de falla con un generador conectado al Bus.

La configuración del sistema es como se muestra en los diagramas unifilares del Capítulo V.

Los valores de las reactancias usados para el cálculo son los dados en el inciso 6.2, donde se puede ver que las cargas de motores fueron reagrupadas como una única carga de cada CCM, descontando las cargas de los equipos de reserva. Las impedancias de los cables de los alimentadores, interruptores y transformadores de voltaje (sólo se incluyó el del módulo habitacional) no fueron tomadas en consideración, para el cálculo de las corrientes de corto-circuito bajo las condiciones de falla propuesta anteriormente.

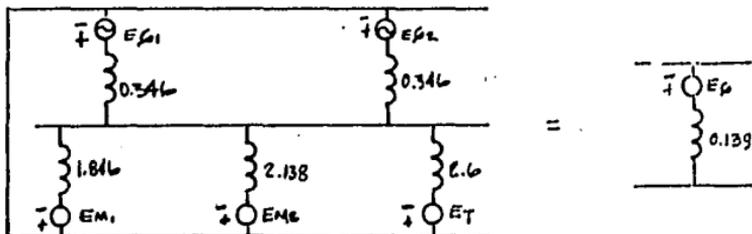
El método de cálculo empleado está basado en el sistema de componentes simétricas con valores por unidad.

A) CALCULO DE LAS CORRIENTES EN CORTO CIRCUITO PARA UNA FALLA TRIFASICA EN EL SISTEMA 480 V.C.A.

1) Con dos generadores conectados al Bus

a) Corriente Máxima de Falla

BUS DE REFERENCIA



Reactancia Equivalente = 0.139

Valor eficaz de la corriente de falla simétrica:

$$I_{cc \text{ SIM.}} = \frac{\text{KVA BASE}}{\sqrt{3} \text{ KV (Xeq TOTAL)}}$$

Sustituyendo:

$$I_{cc \text{ SIM.}} = \frac{1000}{1.73 \times 0.48 \times 0.139}$$

$I_{cc \text{ SIM.}} = 8 \text{ 663.59 AMPS.}$

b) Corriente de falla a la interrupción.

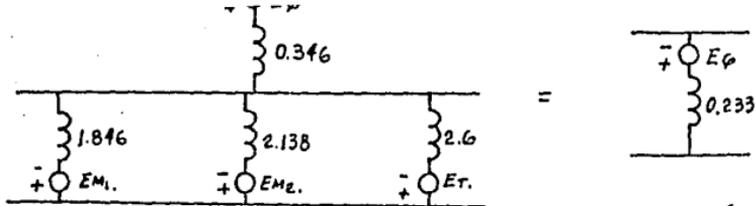
No tomando en cuenta la contribución de los motores, de la corriente de falla simétrica:

$$I_{cc \text{ SIM}} = \frac{1000}{1.73 \times 0.48 \times 0.173}$$

$I_{cc \text{ SIM}} = 6960.91 \text{ AMP.}$

2) Con un generador conectado al Bus

a) Corriente máxima de falla



Reactancia equivalente = 0.233

Valor eficaz de la corriente a falla simétrica:

$$I_{cc \text{ SIM.}} = \frac{1000}{1.73 \times 0.43 \times 0.233}$$

$I_{cc \text{ SIM.}} = 5 \text{ 168.4 A.}$

- b) Corriente de falla a la interrupción no toman-
do en cuenta la contribución de los motores, -
valor eficaz de la corriente a falla simétrica.

$$I_{cc \text{ SIM.}} = \frac{1000}{1.73 \times 0.40 \times 0.346}$$

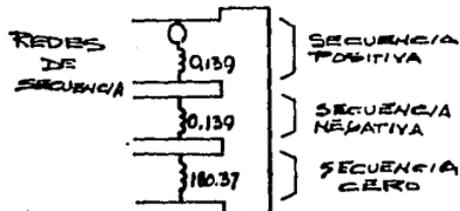
$I_{cc \text{ SIM.}} = 3 \text{ 480.46 A}$

B) CALCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTO CIRCUITO PARA UNA FALLA DE LINEA A TIERRA EN EL SISTEMA 480 V.C.A.

1. Con dos generadores conectados al Bus

a) Corriente máxima de falla

REDES DE SECUENCIA



Reactancia equivalente = 180.65

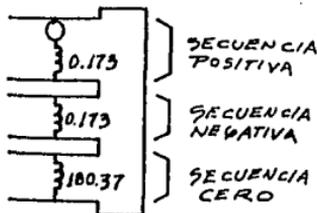
Valor eficaz de la corriente a falla simétrica.

$$I_{cc \text{ SIM.}} = \frac{3 \text{ (KVA BASE)}}{\sqrt{3} \text{ (KV)} X_{eq}}$$

$$I_{cc \text{ SIM.}} = \frac{3 \times 100}{1.73 \times 0.48 \times 180.65} = 19.99 \text{ AMP.}$$

b) Corriente de falla a la interrupción

No tomando en consideración la carga de motores, tenemos la siguiente reactancia equivalente.



Reactancia equivalente = 180.72

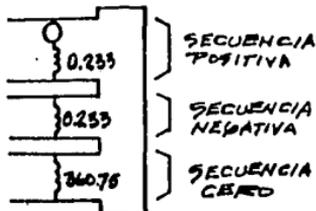
Valor eficaz de la corriente a falla simétrica.

$$I_{cc \text{ SIM.}} = \frac{3 \times 1000}{1.73 \times 0.48 \times 180.72}$$

$$I_{cc \text{ SIM.}} = 19.99 \text{ A}$$

2. Con un generador conectado al Bus

a) Corriente máxima de falla



Reactancia equivalente = 361.21

Valor eficaz de la corriente a falla simétrica

$$\text{Icc SIM.} = \frac{3 \times 1000}{1.73 \times 0.48 \times 361.21}$$

$$\text{Icc SIM.} = 10 \text{ A.}$$

b) Corriente de falla a la interrupción.

No tomando en consideración la carga de motores, --
tenemos que:

Valor eficaz de la corriente a falla simétrica

$$\text{Icc SIM.} = \frac{3 \times 1000}{1.73 \times 0.48 \times 361.44}$$

$$\text{Icc SIM.} = 10 \text{ A}$$

C) RESUMEN

El resumen de los valores de las corrientes para --
condiciones de falla consideradas, es como sigue (en amperes):

Condición de falla considerada	2 Generadores conect. al Bus		1 Generador conect. al Bus	
	Máxima	Interrup.	Máxima	Interrup.
Falla Trifásica Simétrica en 480 V	8,663.59	6,960.91	5,168.4	3,480.46
Falla de una línea a tierra en 480 V	19.99	19.99	10.0	10.0
* Falla de una línea a tierra en 480 V	11,289.74	9,311.12	6,568.57	4,655.56

* Este cálculo se realizó despreciando el banco de resistencia (RN) del neutro del generador a tierra y en donde se puede ver que la corriente máxima de corto-circuito es cuando la falla --
ocurre entre una fase y tierra con dos generadores conectados --
al bus y con la carga de los motores. Este valor se usará para
calcular el calibre del conductor de la red de tierras. Y la --
capacidad interruptiva de los diferentes dispositivos eléctricos
del sistema.

6.5 CALCULO DE LA CAIDA DE VOLTAJE DEBIDO AL ARRANQUE DE MOTORES.

El efecto sobre el sistema por el arranque del motor de inducción de capacidad más grande instalado, es determinado en esta sección. Las máquinas suministradas para usarse sobre el sistema son motores de inducción jaula de ardilla. La capacidad nominal de la unidad más grande es de 30 HP. una relación de arranque de 6.0 es supuesta.

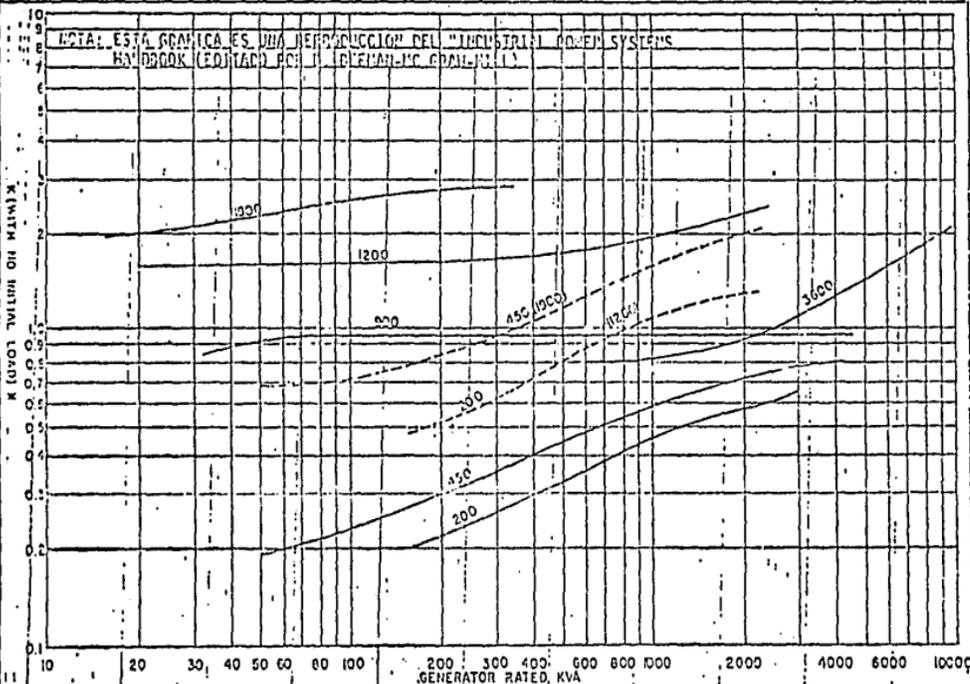
La regulación de voltaje inherente de un generador depende de la resistencia y de la reactancia de dispersión y particularmente más sobre la reacción de armadura. Los valores obtenidos también dependen del factor de potencia de la carga, ya que esto determina la componente directa de magnetización de la reacción de armadura.

El estudio de regulación de voltaje está basado en el método delineado en el "Industrial Power Systems Handbook" (editado por D. Beeman Mc Graw-Hill).

Los cálculos de caída de voltaje son en efecto más complicados que como se muestran, ya que las reactancias de las máquinas rotativas son complejas y varían desde valores sub-transitorios a través de valores transitorios hasta valores síncronos. Las características del excitador del campo del generador y el regulador de voltaje automático determinarán la capacidad y magnitud de recuperación de voltaje. Sin embargo, éstas condiciones han sido provistas por las siguientes gráficas usadas en los cálculos:

- a) Valores típicos del factor 'K' de funcionamiento para generadores de C.A. (Fig. 1).
- b) Curvas de voltaje mínimo de generadores (Fig.2)
- c) Curvas de voltaje restablecido de generadores (Fig.3).

NOTA: ESTA GRÁFICA ES UNA REPRODUCCIÓN DEL "INDUSTRIAL POWER SYSTEMS HANDBOOK (EDITADO POR J. PETERMAN-DE GRADUILLI)"



TYPICAL VALUES OF PERFORMANCE FACTOR K FOR A-C GENERATORS.

NORMAS DE INGENIERIA
 SUBJECT: "300-1" - FIG. "1"

GENERATOR RATED, KVA

MULTIPLIERS TO ALLOW FOR VARIATION OF EXCITER RESPONSE WITH GENERATOR INITIAL LOAD

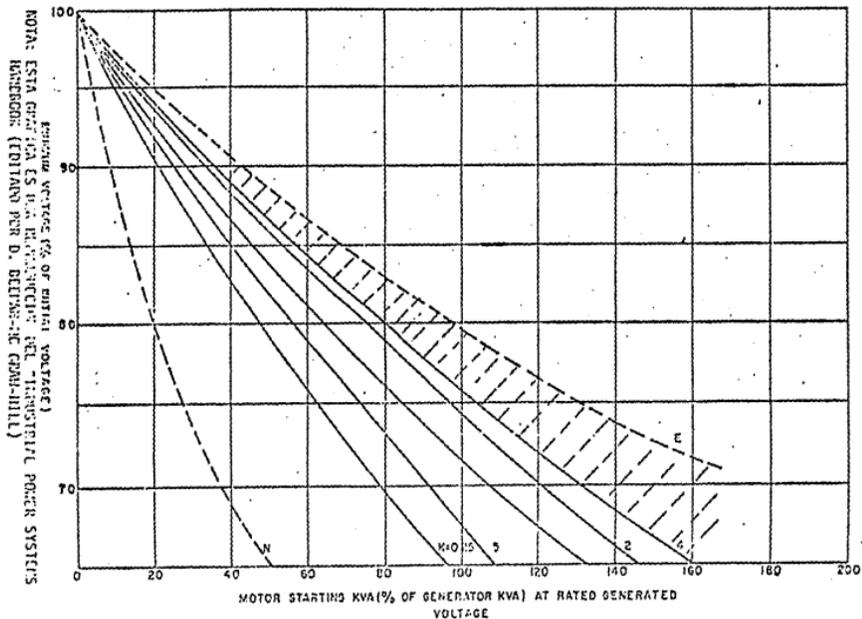
—— WITH DIRECT-CONNECTED EXCITER
 - - - - WITH BELTED EXCITER
 NUMBERS ON CURVES ARE RPM
 NUMBERS IN BRACKETS ARE EXCITER RPM

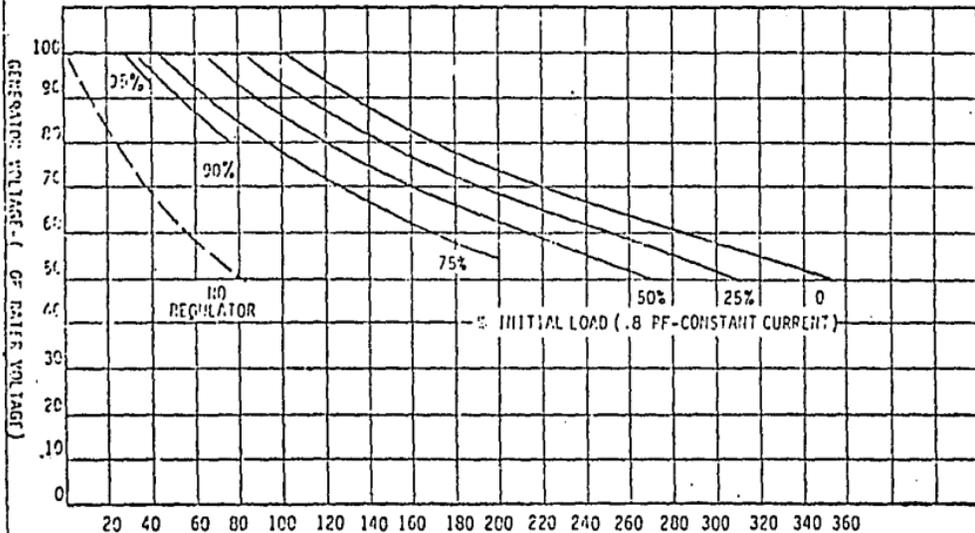
INITIAL LOAD (PER CENT)	MULTIPLY K BY
100	170
75	155
50	145
25	125
0	100

HIGH-SPEED GENERATORS
(1500 500 RPM)

NORMAS DE INGENIERIA

ENLACE: "E.C.O.-1" FIG. "2"





MOTOR STARTING KVA IN PERCENT OF GENERATOR KVA AT RATED GENERATOR VOLTAGE
(BASED ON MAXIMUM EXCITATION-120 PER CENT OF RATED GENERATOR FIELD CURRENT)

NOTE: RESTORED VOLTAGE EQUALS VALUE READ FROM CURVE OF THE INITIAL VOLTAGE
(REGULATOR SETTING) WHICHEVER IS LOWER.

ESTA GRAFICA ES UNA REPRODUCCION DEL "INDUSTRIAL POWER SYSTEMS
HANDBOOK (EDITADO POR D. BEEMAN-1966 GRAM-HILL).

RESTORED GENERATOR VOLTAGE

NORMAS DE INGENIERIA
TUBERON, "BOC-1", FIG. "3"

Estas gráficas han sido extraídas de la publicación mencionada anteriormente.

A) EL SISTEMA

El sistema de energía comprende dos (2) Moto-Generadores accionados por máquinas recíprocantes de diésel 'capacitados con 300 KW nominales a 0.8 de F.P., 480 volts, 3 fases, -- 60 Hz.

La carga en operación del sistema es estimada en -- 342.8 KVA (refiérase al capítulo 6.0 inciso 6.2. La configuración del sistema es mostrada en el capítulo 5.0). Cabe mencionar que se tomaron los consumos reales de los transformadores-- (ver capítulo 4.0).

La corriente de arranque del motor más grande en el sistema ocurre en el arranque del motor de 30 HP correspondiente a la unidad de aire acondicionado 473-AA-01. El efecto del arranque de este motor es por esto investigado.

B) CALCULOS DE CAIDA DE VOLTAJE

Los cálculos de caída de voltaje son llevados a cabo para la condición cuando el motor más grande es arrancado - con la carga nominal operando sobre el sistema y dos generadores en operación. El voltaje mínimo y los valores del voltaje restablecido son determinados para esta condición.

El voltaje restablecido (restablecido por el regulador de voltaje automático) es el voltaje disponible para la -- condición de par máximo y aceleración del motor.

Cuando el motor alcanza su velocidad, el regulador restablece el voltaje del generador a 100%. El voltaje restablecido determina el par disponible para el arranque del motor.

El voltaje mínimo del generador determina si los -- dispositivos por bajo voltaje y conectores conectados al sistema caerán, o los motores operando se atascarán, durante el disturbio causado por las condiciones del motor arrancado.

C) CALCULO DE LA CAIDA DE VOLTAJE CUANDO EL MOTOR MAS GRANDE ARRANCA CON LA CARGA NOMINAL OPERANDO SOBRE EL SISTEMA.

Carga nominal operando en el sistema
= 313.9 KVA

(de la sección 6.2 la suma de las cargas operando en los CCMS y el tablero de distribución 471-TD-01).

Capacidad de los generadores = 300 KW
= 375 KVA

Por consiguiente
% de carga sobre los gen. = $\frac{313.9}{375}$
= 83.70%

KVA de arranque del motor de 30 HP
= 6 X 28.9 KVA = 173.4 KVA

Los KVA aplicados al generador
= $173.4 \frac{(480)^2}{460}$ = 188.8 KVA

Carga aplicada repentinamente como un % de la capacidad nominal de los generadores.

$$= \frac{(188.80)}{375} \times 100 = 50.35\%$$

D) FACTOR DE FUNCIONAMIENTO

De la gráfica de "Valores Típicos del Funcionamiento para Generadores de C.A." Fig. 1 el factor de funcionamiento 'K' para un generador de 375 KVA y 1800 RPM con - - 83.70% de carga de trabajo arroja:

$$K = 2.80 (1.602)^*$$
$$K = 4.486$$

Donde:

- K está definido como respuesta del excitador en volts/seg.
Voltaje del excitador para el voltaje nom. del gen. con carga nom.
- X Constante del tiempo del circuito de campo abierto del generador en segundos.

* El factor de multiplicación para 'K' para permitir la carga del 83.70% de los generadores es obtenida por interpolación entre:

100% de carga inicial - 1.70

75% de carga inicial - 1.55

E) ESTIMACION DE LA CAIDA DE VOLTAJE DEL GENERADOR

Las curvas de voltaje mínimo de generación en la Fig. 2, son usadas para estimar el voltaje mínimo ocurriendo en las terminales de un generador, suministrando energía a un motor de inducción tipo jaula de ardilla o, un sincrónico que esté siendo arrancado. La carga inicial sobre el generador es supuesta que sea del tipo de corriente constante. Las curvas muestran el voltaje mínimo en % del voltaje inicial del generador, graficadas contra los "KVA de arranque del motor" en % de los KVA nominales del generador. Los KVA de arranque del motor son los KVA que serían tomados por el motor siendo arrancado, si el voltaje del generador fuese mantenido en valor nominal. Puesto que existe una caída de voltaje en el generador, los KVA reales tomados por el motor, generalmente serán menores que el valor definido anteriormente, por el efecto de esto es tomado en cuenta por las curvas.

A partir de las curvas de la Fig. 2, el voltaje mínimo de los generadores para 50.35% de KVA de arranque y un factor 'K' de 4.486 se determina un 88% del voltaje inicial.

Por consiguiente, el voltaje mínimo en el generador

$$\frac{(88.0)}{100} \times 480 \text{ V} \\ = 422.4 \text{ V}$$

F) VOLTAJE RESTABLECIDO DEL GENERADOR

De las curvas de voltaje restablecido del generador, mostradas en la Fig. 3, los volts restablecidos por el generador, para 50.35% de KVA de arranque del motor y 83.70% de carga inicial sobre el generador, se determina un 95% del voltaje inicial de 480 V.

G) VOLTAJE EN EL ARRANCADOR DEL MOTOR

$$\begin{aligned} &\text{El voltaje m\u00ednimo en el arrancador del motor =} \\ &\left[\begin{array}{l} \text{Voltaje inicial en} \\ \text{el arrancador} \end{array} \right] \times \left[\frac{\text{Voltaje m\u00ednimo del gen.}}{\text{Voltaje inicial del gen.}} \right] \\ &= 460 \frac{(422.4)}{480} = 404.8 \text{ V} \end{aligned}$$

H) CONCLUSIONES

Cuando el motor m\u00e1s grande (30 HP) en el sistema es arrancado con un generador operando con 83.70% de carga.

- a) El voltaje m\u00ednimo del generador
= 422.4 V
= 88.0% del voltaje nominal (480V)
- b) El voltaje restablecido del generador
= 456 V
= 95% del voltaje nominal.
- c) El voltaje en el arrancador del motor
= 404.8 V
= 88.0% del voltaje nominal (460V)

Los c\u00e1lculos indican que el sistema es capaz de soportar dentro de los l\u00edmites especificados, la ca\u00edda de voltaje causada por las condiciones del arranque del motor.

I). CAIDA DE VOLTAJE EN EL INSTANTE DEL ARRANQUE DEL MOTOR

En este caso la impedancia entre el generador y el motor no es considerada, el enfoque es únicamente por la corriente inicial de arranque del motor.

La impedancia de un generador y de un motor es predominantemente reactancia inductiva; así que la caída de voltaje simplemente llega a ser una relación de las reactancias en el circuito.

$$\text{Caída de voltaje en \%} = \left(1 - \frac{X_M}{X_M + X_G}\right) \times 100$$

Siendo:

X_M = La reactancia del motor

X_G = La reactancia del Gen.

Por consiguiente:

Un (1) generador de 300KW = 375 KVA

Carga operando normalmente = 313.9 KVA

Con 173.4 KVA de arranque del motor (refiérase al inciso c) anterior)

Reactancia de motor:

$$\begin{aligned} X_M &= \frac{1000 \text{ KV}^2}{\text{KVA arranque}} \\ &= \frac{1000 \times (0.48)^2}{173.4} \\ &= 1.33 \text{ Ohms.} \end{aligned}$$

Reactancia del generador:

$$X_G = \frac{10 (X'_d \%) (\text{KV}^2)}{\text{KVA Base}}$$

Siendo $X'_d \%$ la reactancia transitoria de los generadores en % y 312.5 KVA la potencia base.

$$XG = \frac{10 (20) (0.48)^2}{375}$$

$$= 0.122 \text{ Ohms}$$

$$\% \text{ caída de voltaje} = 100 \times \left(1 - \frac{1.33}{1.33 + 0.122} \right)$$

J) EFECTO DE LA CARGA INICIAL

La caída de voltaje será incrementada a causa de que los KVA base del generador es reducida.

Una buena aproximación es como sigue:

$$(X' d1) = \frac{(KVA \text{ Gen.} + KVA \text{ carga}) X' d}{KVA \text{ Gen.}}$$

$$= \frac{(375 + 313.9) \times (20)}{375}$$

$$= 36.74\%$$

$$XG = \frac{10 (36.74\%) (0.48)^2}{375}$$

$$XG = 0.225 \text{ Ohms.}$$

$$\% \text{ caída de voltaje} = 100 \times \left(1 - \frac{1.33}{1.33 + 0.225} \right)$$

$$= 14.51\%$$

O sea el 85.49% del voltaje nominal (480 V) igual a 410.35 V.

6.6 CALCULO Y SELECCION DE CONDUCTORES Y DIAMETROS DE TUBERIAS CONDUIT.

A) CONSIDERACIONES POR CORRIENTE

Por Temperatura

El factor de temperatura (f.t), se considera de operación del conductor (t.c), de 75°C con aislamiento tipo THWN y para un aislamiento tipo XHHW. Referencia:

National Electric Code, edición 1981 pág. 70-139
(ver la tabla No. 4)

Por Agrupamiento

El factor de agrupamiento (f.a) para los conductores será de acuerdo a las especificaciones del National Electric Code, edición 1981 pág. 70-144 (ver la tabla No. 5).

Tabla de Ampacidades

La capacidad de corriente de los conductores seleccionados está basado en la tabla 310-16 del National Electric Code, edición 1981 pág. 70-139 (ver tabla No. 6).

Ecuaciones Empleadas

Las ecuaciones que se usaron para conocer el consumo en amperes de los equipos eléctricos están basados en la tabla 6-3 del "Stell Electrical Raceways Design Manual" edición 1968 pág. 156 (ver las fórmulas de conversión en el anexo 1).

B) CONSIDERACIONES PARA LA CAIDA DE TENSION

Factores de Impedancia

Las impedancias que se emplearon en los conductores que se usaron para alimentar los equipos eléctricos están basados en el "Stell Electrical Raceways Design Manual" edición 1975, tabla B pág. (ver tabla No. 7).

Longitud de Conductores

Las distancias de los conductores que alimentan a los equipos eléctricos están basados en los planos de los -- sistemas de fuerza y distribución del equipo (refiérase al -- capítulo 3.0 inciso 3.2). Así como también se pueden corroborar estas distancias en los planos de rutas conduits que -- se incluyen en el inciso siguiente.

Ecuaciones empleadas

Para conocer la caída de tensión en volts (Δv) y en porcentaje se emplearon las siguientes ecuaciones:

$$\Delta v = \frac{K \cdot L \cdot I \cdot F}{100} \quad K = \frac{\Delta v \text{ max } (100)}{F L I}$$

$\Delta v \text{ max} = \% \text{ de caída Volts}$

$\frac{\% \Delta v}{\text{Volts}} \times 100$; en donde:

Δv = Caída de tensión máxima permitida en Volts

L = Longitud del conductor en mm.

I = Corriente nominal del equipo en A.

K = Factor de impedancia (ver tabla No. 7)

F = Factor del sistema (2.82 sist. trifásicos y 3.28 sist. monofásicos).

La caída de tensión, desde el punto de suministro hasta la carga, no debe ser mayor del 4% para aparatos y motores y del 3% para cargas de alumbrado. De acuerdo a la sección 203.3 de las normas técnicas para instalaciones eléctricas.

Consideraciones por Sobrecarga

Para los conductores que alimentan un motor se consideró una ampacidad igual al 125% de la intensidad de corriente consumida por el motor a plena carga. (sección 403.14 de las normas técnicas para instalaciones eléctricas).

Para los conductores que alimentan a varios motores se consideró una ampacidad igual al 125% de intensidad de corriente a plena carga del motor más grande, más la suma de las intensidades a plena carga de los restantes motores del grupo, basándonos en la sección 403.16 de las N.T.I.E,

El factor de corrección por agrupamiento, éstos factores solo influirán si las condiciones en que se encuentre instalado el conductor referido son propicias para la aplicación de los factores de corrección mencionados.

El factor de corrección por temperatura, es aplicado de acuerdo a la temperatura ambiente promedio que prevalezca en el lugar donde se instalará dicho conductor. Con el objeto de aclarar más sobre este punto, se agrega una tabla con las referencias para los diferentes tipos de aislamientos (tabla 310-16 del N.E.C.), anexo como tabla No. 4.

El factor de corrección por agrupamiento, en caso de tenerlo, deberá aplicarse como sigue (sólo cuando se tengan más de tres conductores en un conduit o ducto).

Número de conductores $\%$ en que se reduce la ampacidad.

4 - 6	80%
7 - 9	70%
10 ó más	60%

C) SELECCION DE DIAMETROS DE LAS TUBERIAS CONDUIT.

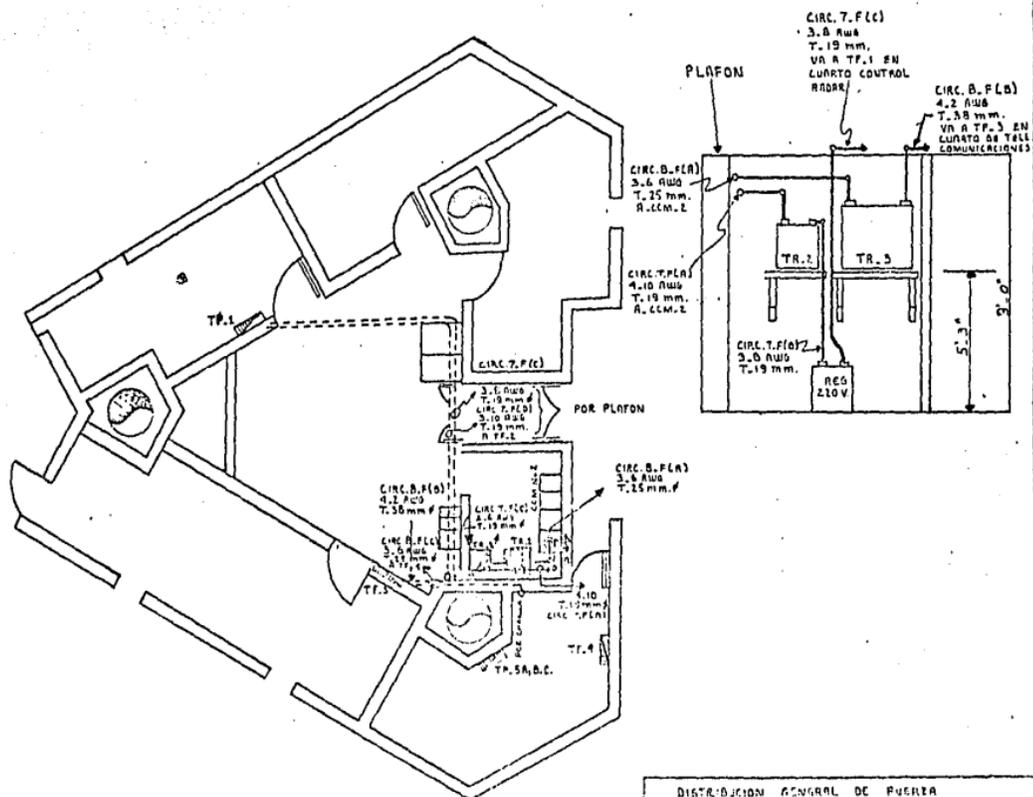
Para poder obtener el diámetro de la tubería, hay que tener en cuenta que los conductores que instalamos, en su interior no deberán de ocupar más del 40% del área de dicha tubería (sección 304.4 de las Normas Técnicas para Instalaciones Eléctricas).

ESTA TESIS NO DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA

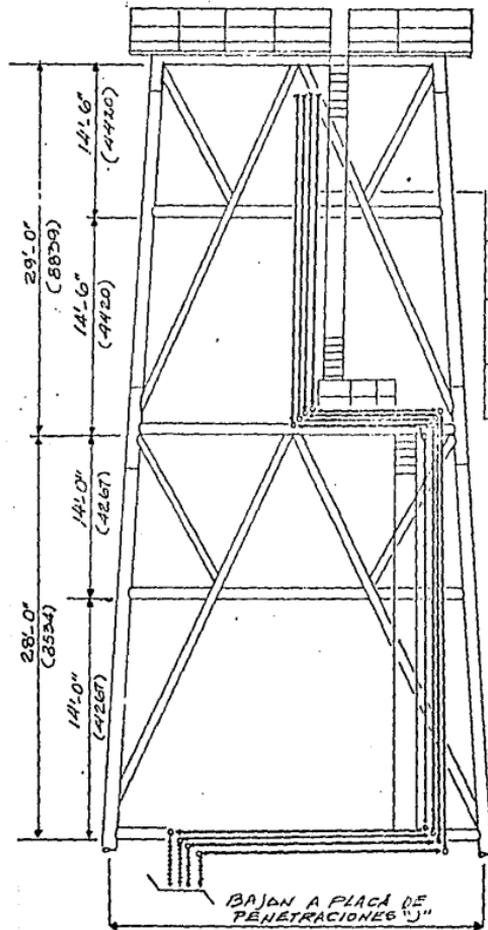
La selección la podemos hacer a cada 1000 ft. tabla 3A capítulo 9 del N.E.C., ésta se anexa como tabla No.9.

Se incluyó en este capítulo los planos de las rutas conduit a seguir en la instalación del sistema. Dibujos Nos. 14, 15, 16, 17, 18, 19 y 20.

Se desarrolló un ejemplo típico empleando las ecuaciones, factores y tablas mencionadas anteriormente y se anexó una tabla donde se indican el número de circuito, el tag del equipo, así como potencia o capacidad, tensión, corriente nominal, longitud del conductor, caída de tensión en volts y %, cal del conductor seleccionado, así como el diámetro de la tubería conduit seleccionado.



DISTRIBUCION GENERAL DE FUERZA
 TABLEROS DE ALIMENTADO Y FUENTES
 TRIPADO



7-19 mm (3/4) ϕ ALIM. A TAB. LP.2
DESDE LP.1 4-12 AWG CIRC.2.F

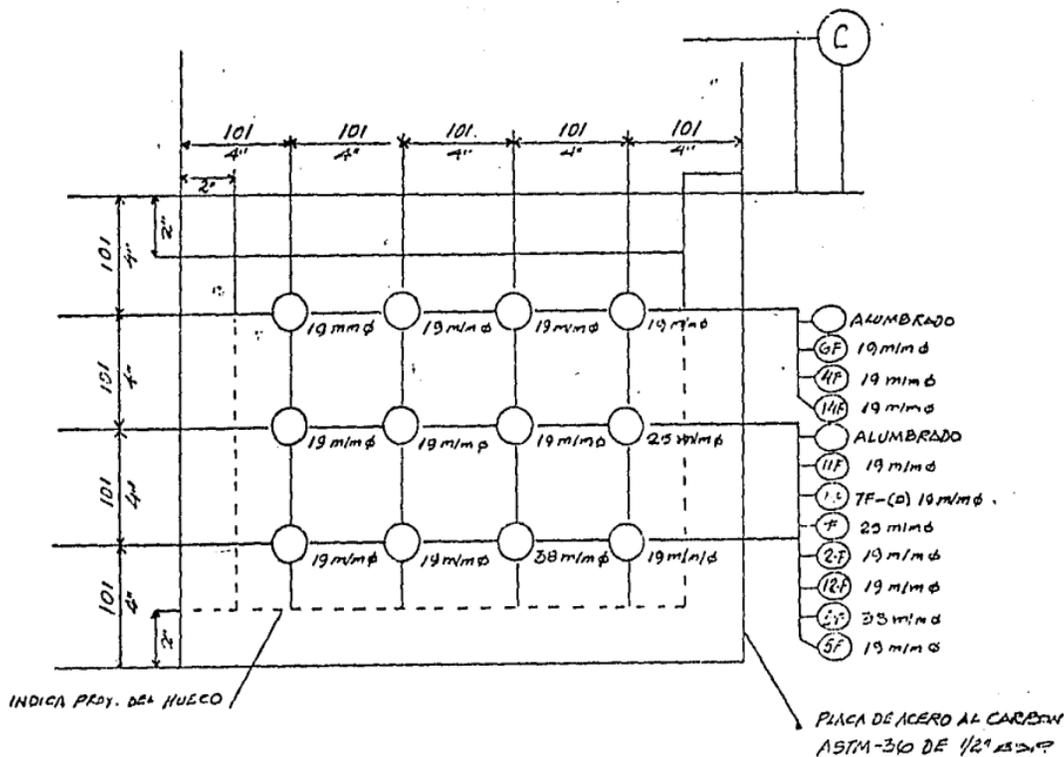
ALIM. A UNIDAD ACOND. N° 1 DESDE
LP.1 3-12 AWG, 7-13 mm (3/4) CIRC. III

ALIM. A UNIDAD ACOND. N° 2
DESDE LP.1 3-12 AWG, 7-13 mm (3/4)
CIRCUITO 12-F

A TABLERO TF-2 DE TF-1
CIRC. 7-F(0) 3-10 AWG, 7-13 mm (3/4)

BAJAN A PLACA DE
PENETRACIONES

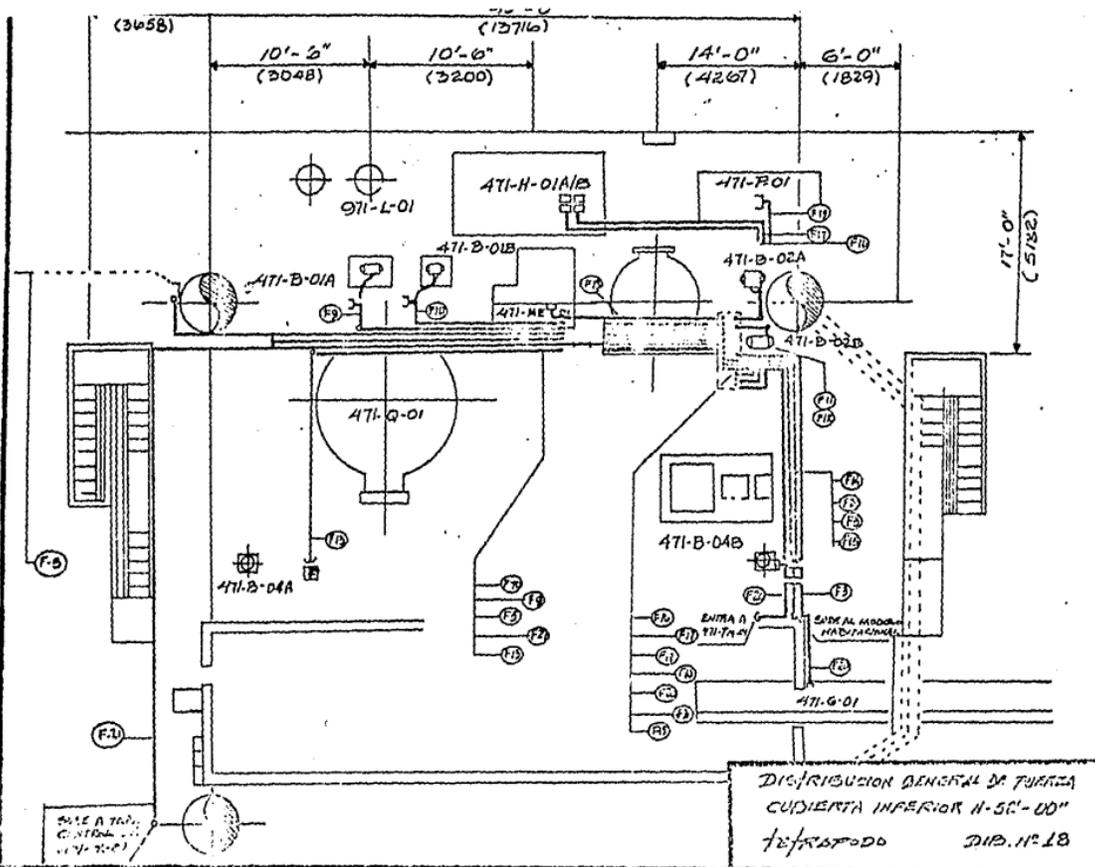
DISTRIBUCION GENERAL
DE FUERZA TORRE DE
TELECOMUNICACIONES
CUARTO SHELTER NO. 511

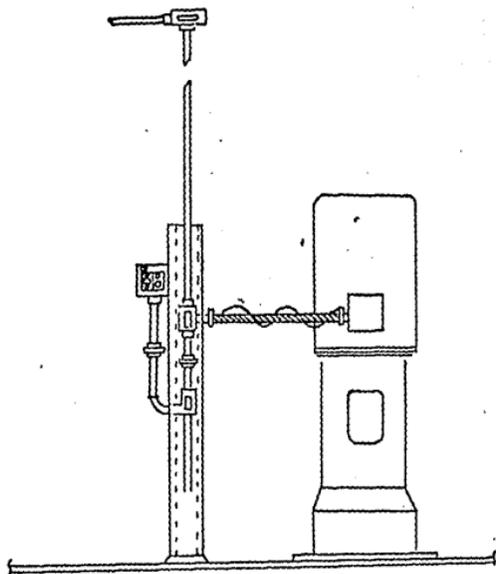


PLACA DE PENETRACIONES "J"

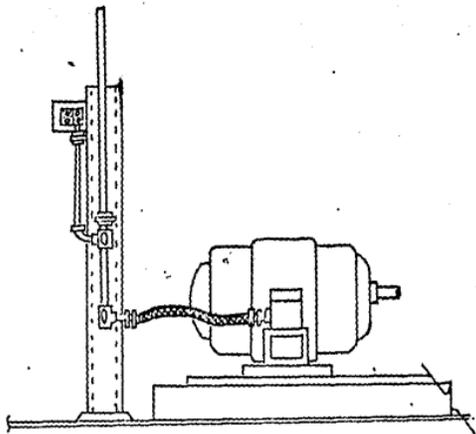
TRIPODE

D. Q. U. I. D. N.º 17





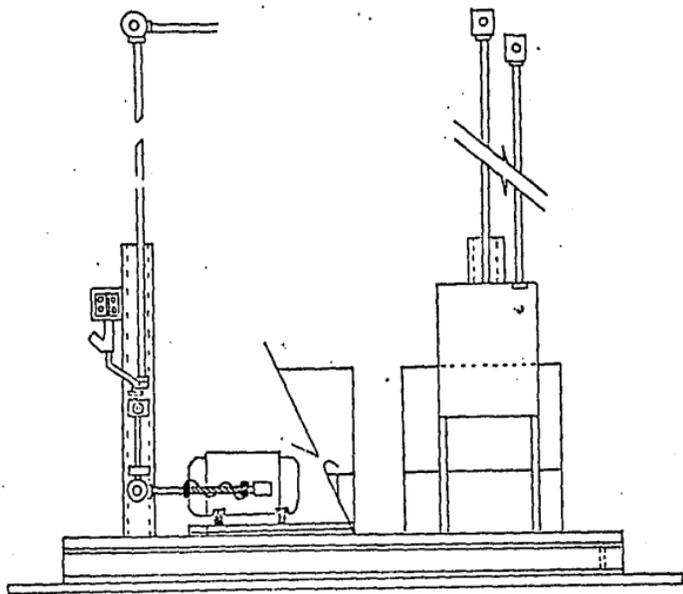
TIPICO DE INSTALACION PARA BOMBA
DE AGUA DE MAR 471-B-04A/B



TIPICO DE INSTALACION PARA BOMBAS
DE AGUA POTABLE 471-B-02A/B

TIPICO DE INSTALACION PARA
MOTORES VERTICALES Y
HORIZONTALES.

D.D. Nº 11



TÍPICO DE INSTALACION PARA
CENTRIFUGA 471-ME-01 Y
BOMBAS DIESEL 471-B-01/2
DIBUJO Nº 20

D) EJEMPLO TIPICO

Alimentación a la bomba de agua de mar 471-B-04A - de 15 H.P., 480 V., 3 fases, desde el CCM # 1, 471-EE-02, con una longitud del conductor de 30 m. y con 3 conductores de -- control cal. # 12 AWG y 2 conductores para la resistencia calefactora a 127 V., 1 ϕ , cal. # 12 AWG.

a) Selección del conductor por corriente

$$I_{nom} = \frac{H.P. \times 746}{\sqrt{3} \times V_f \times N_x F.P.}$$

$$I_{nom} = \frac{15 \times 746}{1.732 \times 480 \text{ v} \times 0.8 \times 0.8} = 21.03 \text{ AMP}$$

$$I_{corr} = \frac{I_{nom}}{ft \times f.a.} = \frac{21.03}{0.88 \times 0.8} = 29.8 \text{ AMP.}$$

Consultando la tabla No. 6 encontramos que el calibre No. 10 AWG con aislamiento THWN tiene una ampacidad de 30 AMP.

b) Selección por caída de tensión

$$\Delta V_{MAX} = 480 \text{ V} \times 3\% = 14.4 \text{ Volts.}$$

$$K = \frac{\Delta V_{MAX} (100)}{FL I_{nom}} = \frac{14.4 \times 100}{2.82 \times 30 \text{ m} \times 21.03 \text{ AMP.}}$$

$$K = 0.810$$

El calibre No. 10 AWG tiene una impedancia de - - 0.1935 (ver tabla No. 7).

$$\Delta v_{Obtenida} = \frac{K \cdot F \cdot L \cdot I}{100}$$

$$\Delta v_{Obtenida} = \frac{0.1935 \times 2.82 \times 30 \text{ m} \times 21.03 \text{ AMP}}{100}$$

$$\Delta v_{Obtenida} = 3.442 \text{ Volts}$$

$$\% \text{ Caída de tensión} = \frac{\Delta v_{obt.} \times 100}{V_f}$$

$$\% = \frac{3.442 \text{ VOLTS} \times 100}{480 \text{ VOLTS}} = 0.717\%$$

Se seleccionó cal. No. 10 AWG (por corriente) para alimentar el motor de la bomba de agua de mar 471-B-04A.

E) SELECCION DE LOS ALIMENTADORES PRINCIPALES

Para seleccionar el calibre de los conductores -- que alimentarán a los centros de control de motores (CCM'S)- y al tablero de distribución 480 V. 471-EE-01, se considera el 1.25% de la corriente nominal del motor mayor, más la suma de las corrientes nominales de los demás motores o cargas que se encuentren conectadas al circuito. De acuerdo a la - sección 403.10 de las normas técnicas para instalaciones - - eléctricas.

$$I_{cp} = I_n (\text{motor mayor}) \times 1.25 + I_n (\text{otras cargas})$$

Donde:

I_{cp} = Corriente del conductor principal

I_n = Corriente nominal

Para la selección del conductor alimentador a los CCM # 1 y 2, se consideran todas las cargas disponibles incluyendo los equipos de reserva, más un 25% de la carga total para una carga futura.

En el cálculo del conductor alimentador al tablero 480V. se consideró exclusivamente la carga operando en el sistema (refiérase al inciso 6.2), ya que se excediera a esta carga entraría en operación el generador de reserva.

La selección del conductor (por corriente) fué de dos conductores cal. No. 250 MCM por fase, ya que en costos, adquisición en el mercado y manejo en su instalación son más factibles que un conductor cal. 900 MCM por fase. Así también el diámetro de tubería conduit a utilizar es menor.

Este mismo criterio se utilizó para la selección del alimentador al tablero de distribución del módulo habitacional 471-TD-B.

AREA 4 7 1

CIRC. No.	EQUIPO No.	DESCRIPCION	CAPACIDAD NOMINAL	TENSION VOLTS	CORRIENTE NOM (AMP)	LONG. MTS	CAIDA DE VOLTS	TENSION %	CALIBRE CONDUC	ØTUB COND (mm)
F-1	471-EE-01	G-1 A TABL DISTR	300 KW	480	496.61	6	0.601	0.125 (2)	250 MCM	76.2
F-2	471-EE-01	G-2 A TABL DISTR	300 KW	480	496.61	5	0.500	0.104 (2)	250 MCM	76.2
F-3	471-TRMH-01	TRANS MOD HABIT	150 KVA	480	180.43	14	1.018	0.212	250 MCM	63.5
F-4	471-EE-02	CCM # 1	190 H.P.	480	276.62	4	0.309	0.064	500 MCM	76.2
F-5	473-EE-01-A	CCM # 2	121.15 H.P.	480	166.57	110	6.614	1.378	300 MCM	63.5
F-7A	TR-A	TRANSFORM ALUMB	30 KVA	480	36.08	3	0.248	0.052	6 AWG	-
F-7B	LP-A	TABL DISTR ALUM	24 KW	220	78.73	3	0.240	0.109	2 AWG	-
F-8	471-AA-01A	AIRE ACOND GEN	5 H.P.	480	7.01	7	0.419	0.087	12 AWG	19
F-9	471-B-01A	BOMBA P/DIESEL	2 H.P.	480	3.40	18	0.523	0.109	12 AWG	19
F-10	471-B-01B	BOMBA P/DIESEL	2 H.P.	480	3.40	19	0.552	0.115	12 AWG	19
F-11	471-B-02A	BOMBA A. POTABLE	2 H.P.	480	3.40	7	0.203	0.042	12 AWG	19
F-12	471-B-02B	BOMBA A. POTABLE	2 H.P.	480	3.40	8	0.232	0.048	12 AWG	19
F-13	471-B-04A	BOMBA A. DE MAR	15 H.P.	480	21.03	30	3.442	0.717	10 AWG	25.4
F-14	471-B-04B	BOMBA A. DE MAR	15 H.P.	480	21.03	17	1.950	0.406	10 AWG	25.4
F-15	471-G-01	POLIPASTO	13.5 H.P.	480	24.60	26	2.251	0.469	8 AWG	38.1
F-16	471-H-01A	COMPRESOR AIRE	7.5 H.P.	480	10.52	19	1.708	0.355	12 AWG	19
F-17	471-H-01B	COMPRESOR AIRE	7.5 H.P.	480	10.52	19	1.708	0.355	12 AWG	19
F-18	471-ME-01	CENTRIFUGA DIESEL	10 H.P.	480	14.03	10	0.765	0.159	10 AWG	19
F-19	471-P-01	U. DESALADORA	20 H.P.	480	28.04	12	1.184	0.246	8 AWG	38.1
F-20	471-TM-01	TALLER MANTO.	25 KW	480	37.59	25	2.152	0.448	6 AWG	25.4
F-21	471-X-01	CAP. SALVAMENTO	25 H.P.	480	45.56	35	3.651	0.760	6 AWG	25.4
F-25	471-TD-B	TABL DIST. HABIT	132.86 H.P.	220	406.42	3	0.258	0.122 (2)	4/0AWG	76.2

NOTA: Se empleo aislamiento XHHW (75°C) para alimentación al tablero de distribución 480 V y CCM # 1 y 2 y THWN (75°C) para los demás equipos.

TABLE NO. 4

FACTORES DE TEMPERATURA

Factores de corrección										
°C	Para temp ambiente arriba de 30°C multiplique las capacidades arriba indicadas por el factor apropiado para determinar la corriente de la carga según distribución									°F
31-40	.82	.88	.90	.91	.82	.88	.90	.91	.84-104	
41-50	.58	.75	.80	.82	.58	.75	.80	.82	105-124	
51-60	....	.50	.67	.71	....	.50	.67	.71	125-144	
61-70	....	.35	.52	.58	....	.35	.52	.58	145-154	
71-80	....	....	.30	.41	....	....	.30	.41	155-174	

TABLE No. 5

FACTORES DE AGRUPAMIENTO

70-144 NATIONAL ELECTRICAL CODE	
Number of Conductors	Percent of Values in Tables 310-16 and 310-18
4 thru 6	80
7 thru 24	70
25 thru 42	60
43 and above	50

TABLA No. 6

AMFACIDADES DE CONDUCTORES DE CONCRETO CON AISLAMIENTO
 NO MAS DE TRES CONDUCTORES EN UN CONDUITO O EN UN CABLEADO
 EN CHAROLA O ENTERRADOS EN UNO DE TEMPERATURA AMBIENTE
 DE 30°C (86°F).

Calibre	Temperatura del conductor								Carro (ft)
	60°C		75°C		90°C		90°C		
	(140°F)	(167°F)	(165°F)	(167°F)	(194°F)	(194°F)	(194°F)	(194°F)	
ANG	FUN.T. TR,UF	FEFV RM,PHH, KUP	V,MI	1A,785, SA,AVE, SIS,4EP	ROW,T. TR,UF	SH,FHV, FUH,	V,MI	TA,TFE, SA,FVH, SIB	ANG
MCM	TRM, TMM, YHKK, USE,TN	TRM, KAPV, 4EPH, 4EPH*		4EPB, 4EPB, 4EPH, 4EPH*		TMM, TMM, KAPV, USE		4EPB, 4EPB, 4EPH, 4EPH*	MCM
Cobre					Aluminio				
14	.....	.....	.....	21	.....	.....	.....	.....	.....
16	.....	.....	.....	22	.....	.....	.....	.....	.....
14	13	15	25	25	.....	.....	.....	.....	.....
12	20	20	30	30	15	15	25	25	12
10	30	30	40	40	25	25	30	30	10
8	40	45	50	50	30	40	40	40	8
6	55	65	70	70	40	50	55	55	6
4	70	85	90	90	55	65	70	70	4
3	80	100	105	105	65	75	80	80	3
2	95	115	120	120	75	80	85	85	2
1	110	130	140	140	85	100	110	110	1
0	125	150	155	155	100	115	125	125	0
00	145*	175	185	185	115	125	145	145	00
000	165	200	210	210	125	135	165	165	000
0000	185	230	235	235	135	150	185	185	0000
250	215	255	270	270	150	165	215	215	250
300	240	285	300	300	160	175	240	240	300
350	260	310	325	325	170	185	260	260	350
400	280	335	350	350	180	195	280	280	400
500	320	380	405	405	200	210	320	320	500
600	365	430	455	455	220	230	365	365	600
700	385	460	490	490	230	245	385	385	700
750	400	475	500	500	230	245	400	400	750
800	410	490	515	515	230	245	410	410	800
900	445	520	545	545	245	255	445	445	900
1000	485	565	585	585	260	270	485	485	1000
1250	495	590	615	615	265	275	495	495	1250
1500	525	625	700	700	270	280	525	525	1500
1750	545	650	735	735	285	295	545	545	1750
2000	560	665	755	755	290	300	560	560	2000

AMFACIDADES DE CONDUCTORES CON AISLAMIENTO EN UN RANGO DE
 0 - 2000 VOLTS., 60°C a 90°C

NORMAS DE 3 CONDUCTORES EN CONDUIT CHAROLAS O AEREOS BASA
 DO EN UNA TEMPERATURA AMBIENTE DE 30°C'

FACTORES DE IMPEDENCIA (K) PARA LA CAIDA DE TENSION
EN CONDUCTORES DE COBRE

TABLA No. 7

Wire size	Single-phase AC, unity power factor					
	100	90	80	70	60	DC
14	.5880	.5360	.4790	.4230	.3650	.5080
12	.3690	.3330	.2930	.2600	.2320	.3090
10	.2370	.2150	.1935	.1718	.1497	.2320
8	.1462	.1373	.1248	.1117	.0981	.1462
6	.0918	.0852	.0812	.0734	.0653	.0918
4	.0578	.0571	.0533	.0469	.0440	.0578
2	.0367	.0379	.0361	.0337	.0309	.0363
1	.0291	.0311	.0299	.0284	.0264	.0288
1/0	.0233	.0257	.0252	.0244	.0227	.0229
2/0	.0187	.0213	.0212	.0204	.0196	.0181
3/0	.0149	.0179	.0181	.0177	.0171	.0144
4/0	.0121	.0152	.0156	.0155	.0151	.0114
Wire size kcmil						DC
250	.0102	.0136	.0143	.0144	.0141	.0097
300	.0086	.0121	.0128	.0131	.0130	.0081
350	.0074	.0109	.0118	.0121	.0122	.0069
400	.0066	.0101	.0111	.0115	.0116	.0060
500	.0054	.0089	.0099	.0103	.0108	.0048
600	.0047	.0083	.0093	.0099	.0103	.0040
700	.0041	.0077	.0088	.0094	.0098	.0034
750	.0039	.0075	.0086	.0091	.0097	.0032
800	.0037	.0073	.0084	.0091	.0095	.0030
900	.0034	.0069	.0081	.0088	.0093	.0027
1000	.0031	.0067	.0079	.0086	.0091	.0025

PARA 3φ Y EN METROS

$$v = \frac{2.82 K L I}{100}$$

100

PARA 1φ Y EN METROS

$$v = \frac{3.28 K L I}{100}$$

100

ANEXO No. 1 FORMULA DE CONVERSION

TABLA DE FORMULAS ELECTRICAS PARA CORRIENTE DIRECTA Y CORRIENTE ALTERNA

PARA DETERMINAR	CORRIENTE DIRECTA	CORRIENTE ALTERNA:		
		MONOFASICA	BIFASICA	TRIFASICA
Corriente (I) Conociendo HP	$I = \frac{HP \times 746}{V \eta}$	$I = \frac{HP \times 746}{V \eta F.P.}$	$I = \frac{HP \times 746}{2V \eta F.P.}$	$I = \frac{HP \times 746}{\sqrt{3} V_1 \eta F.P.}$
Corriente (I) Conociendo la Potencia activa (W)	C.D., 2 hilos: $I = \frac{W}{V_1}$ C.D., 3 hilos: $I = \frac{W}{2V}$	1 fase, 2 hilos: $I = \frac{W}{V \text{ l.p.}}$ 1 fase, 3 hilos (conductores de fase): $I = \frac{W}{2V \text{ l.p.}}$ 1 fase, 3 hilos (Conductor W común): $I = \frac{W}{\sqrt{2} V_F \text{ l.p.}}$	$I = \frac{W}{2V \times F.P.}$	3 fases, 3 hilos: 3 fases, 4 hilos: $I = \frac{W}{\sqrt{3} V_1 F.P.}$ 3 fases, 4 hilos: $I = \frac{W}{3 V_1 \text{ p.}}$
Corriente (I) Conociendo la Potencia aparente (VA)	-----	$I = \frac{VA}{V}$	$I = \frac{VA}{2V}$	$I = \frac{VA}{\sqrt{3} V_1}$
Potencia Activa (W)	$W = VI$	$W = VI \text{ l.p.}$	$W = 2VI \text{ l.p.}$	$W = \sqrt{3} V_1 I \text{ l.p.}$
Potencia Aparente (VA)	-----	$VA = VI$	$VA = 2VI$	$VA = \sqrt{3} V_1 I$
Potencia en la Flecha en HP	$HP = \frac{VI \eta}{746}$	$HP = \frac{VI \eta F.P.}{746}$	$HP = \frac{2VI \eta F.P.}{746}$	$HP = \frac{\sqrt{3} V_1 I \eta F.P.}{746}$
Factor de Potencia (F.P.)	UNITARIO	$F.P. = \frac{W}{VI} = \frac{W}{VA}$	$F.P. = \frac{W}{2VI} = \frac{W}{VA}$	$F.P. = \frac{W}{\sqrt{3} V_1 I} = \frac{W}{VA}$
Sección de Conductor en mm ²	LEY DE OHM	$S = \frac{4 LI}{V_e \%}$	$S = \frac{2 LI}{V_e \%}$	$S = \frac{2 \sqrt{3} LI}{V_1 e \%}$

SIMBOLOGIA

donde:

- I = corriente por fase en amperes.
- L = longitud en metros.
- V = tensión al neutro en volts.
- e % = caída de tensión en por ciento.
- V₁ = tensión entre fases en volts.
- n = eficiencia expresada en %.

HP = caballos de potencia.

F.P. = factor de potencia (unitario)

W = potencia activa en watts.

VA = potencia aparente en volt ampere.

Velocidad Síncrona

$$RPM = \frac{f \times 120}{P}$$

donde:

RPM = revoluciones por minuto.

f = frecuencia.

P = número de polos.

NUMERO MAXIMO DE CONDUCTORES EN CONDUIT O TUBO

TABLA No. 9

Diámetro del tubo conduito en milímetros		1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	3 1/2	4	4 1/2	5	6
Tipo		Tamaño del conductor AWG, KCMIL												
TR, T, RUG.	14	9	15	25	44	60	99	142						
KCMIL	12	7	12	19	35	47	74	111	171					
KCMIL	10	5	9	15	28	36	63	85	131	176				
AWG	8	2	3	7	12	17	28	39	62	84	108			
KCMIL	14	6	10	16	29	40	65	93	143	192				
KCMIL	12	4	8	13	24	32	53	76	117	157				
KCMIL	10	4	6	11	19	26	43	62	95	127	163			
AWG	8	1	3	5	10	13	22	32	50	66	85	106	133	
TR	6	1	2	4	7	10	16	23	34	48	62	78	97	121
T	4	1	1	3	5	7	12	17	27	36	47	58	73	105
TIRM	3	1	1	2	4	6	10	15	23	31	40	50	63	91
KCMIL	2	1	1	2	4	5	9	13	20	27	34	43	54	74
KCMIL	1	1	1	1	3	4	8	9	14	19	25	31	39	51
TR	9	1	1	2	3	5	8	12	18	24	31	37	45	60
KCMIL	8	1	1	1	3	5	7	10	14	18	23	29	34	41
KCMIL	6	1	1	1	2	4	6	9	12	15	19	24	28	35
KCMIL	5	1	1	1	3	3	5	7	10	13	16	19	23	29
TR	250	1	1	1	2	4	6	8	10	13	16	19	23	28
TR	300	1	1	1	2	3	5	7	9	11	14	17	20	25
TR	350	1	1	1	1	3	4	6	8	10	12	15	18	22
TR	400	1	1	1	1	2	4	5	7	9	11	14	17	21
TR	500	1	1	1	1	1	3	4	6	7	9	11	14	17
TR	600	1	1	1	1	1	3	4	5	6	7	9	11	14
TR	700	1	1	1	1	1	2	3	4	5	7	9	10	13
TR	750	1	1	1	1	1	2	3	4	5	6	8	9	12

AREA 4 7 3

CIRC. No.	EQUIPO No.	DESCRIPCION	CAPACIDAD NOMINAL	TENSION VOLTS	CORRIENTE NOM.AMP.	LONGITUD MTS.	CAIDA DE VOLTS	TENSION	CALIBRE CONDUC.	ØTUBERIA COND. (mm)
1-F(A)	TR-1	TRANS ALUM	30 KVA	480	36.08	3	0.248	0.052	6 AWG	-
1-F(B)	LP-1	TABL DIST ALUM	24 KW	220	78.73	3	0.240	0.109	2 AWG	-
2-F	LP-2	TABL ALUM SHELTER	3 KW	220	9.84	49	4.120	1.872	12 AWG	19
3-F	473-AA-01	U. AIRE ACOND	30 H.P.	480	42.06	9	0.867	0.181	6 AWG	25.4
4-F	473-AA-03	SERPENTIN CALENT	30 KW	480	15.03	12	1.541	0.321	12 AWG	19
5-F	473-G-02	POLIPASTO	8 H.P.	480	14.58	22	2.741	0.571	12 AWG	19
6-F	473-AA-02	U.PRESURIZADORA	0.75 H.P.	480	1.4	10	0.119	0.025	12 AWG	19
7-F(A)	TR-2	TRANSF EQ RADAR	9 KVA	480	10.83	6	0.555	0.115	12 AWG	19
7-F(B)	-	REGULADOR 220 V	9 KVA	220	23.62	4	0.332	0.151	8 AWG	19
7-F(C)	TF-1	TABL DIST EQ RAD	7.2 KW	220	23.62	20	1.663	0.755	8 AWG	19
7-F(D)	TF-2	TABL DIST SHELTER	3.6 KW	220	11.81	67	4.318	1.962	10 AWG	19
8-F(A)	TR-3	TRANSF EQ COM	30 KVA	480	36.08	5	0.413	0.086	6 AWG	25.4
8-F(B)	TF-3	TABL DIST EQUIPO COMUNIC.	24 KW	220	78.73	9	0.721	0.328	2 AWG	38.1
8-F(C)	TF-4	TABL DIST CGADOR RECTIF EQ COMUN	15 KW	220	49.21	12	1.352	0.614	6 AWG	25.4
9-F	473-AA-04	U. AIRE ACOND CTO. RADAR	7.5 H.P.	220	22.94	24	1.938	0.881	8 AWG	19
10-F	473-AA-05	U AIRE ACOND CTO EQUIPO	7.5 H.P.	220	22.94	20	1.615	0.734	8 AWG	19
11-F	473-AA-06	U.A.ACOND. No.1	1.5 H.P.	220	9.97	48	1.894	0.861	12 AWG	19
12-F	473-AA-07	U.A.ACOND. No.2	1.5 H.P.	220	9.97	50	1.973	0.897	12 AWG	19
13-F	473-V-01	VENT.CTO.BAT.	1/30 H.P.	120	0.32	15	0.047	0.040	12 AWG	19
14-F	473-V-02	EXTRACTOR BAÑO	1/50 H.P.	120	0.19	8	0.075	0.013	12 AWG	19

6.7 SELECCION DE PROTECCIONES CONTRA SOBRE CORRIENTES Y SOBRE CARGAS

A) MOTORES

1. PROTECCION CONTRA SOBRE CORRIENTE

Para seleccionar la protección contra sobre corriente de un motor, se deberá considerar el 200% de la corriente del motor, ya que el National Electric Code establece que dicha protección no deberá exceder el 250% de la corriente nominal del motor.

Por lo tanto, los interruptores adecuados deberán de ser capaces de permitir el paso de corrientes que sean de una magnitud de 200% de la corriente nominal del motor que esté alimentando.

Por otra parte, dichos interruptores deberán ser seleccionados de acuerdo a la capacidad interruptiva que resulte del cálculo de las corrientes de corto-circuito en el punto en que se encuentre instalado, refiérase al inciso 6.4.

2. PROTECCION CONTRA SOBRE CARGAS

Para un motor mayor de 1 H.P. dicha protección se -- considerará dentro de un rango del 125% al 140 de la corriente nominal, pues según las N.T.I.E. sección 403.23 no deberá exceder el 140% de la corriente nominal.

Para la selección de los elementos térmicos de protección contra sobre cargas se pueden consultar los catálogos sobre los valores comerciales de éstos, que editan las compañías fabricantes de materiales eléctricos.

3) ARRANCADORES

El tamaño del arrancador será seleccionado de acuerdo a la capacidad del motor, lo cual establece la norma NEMA y es como sigue:

CAPACIDAD EN H.P.	TAMARO NEMA	
220 VOLTS	480 VOLTS	
1 - 7.5	4 - 10	1
10 - 15	15 - 25	2
20 - 30	30 - 50	3
40 - 50	60 - 100	4
60 - 100	125 - 200	5

El tamaño NEMA de un arrancador, nos sirve en la etapa del diseño prácticamente para dimensionar nuestro centro de control de motores (CCM)

En los dibujos Nos. 21 y 22 se pueden apreciar las dimensiones dadas a las 4 secciones del centro de control de motores CCM # 2, localizado en el módulo de comunicaciones -- del tripode. Para el CCM # 1 las dimensiones de cada cubículo son similares de acuerdo al equipo que alojarán, de hecho es idéntico al CCM # 2, sólo que se incluyó una 5a. sección -- por existir un número mayor de arrancadores.

De acuerdo a la capacidad del motor, podemos seleccionar también si el arrancador es a tensión completa o a tensión reducida. En la sección 403.66 de las normas técnicas -- para instalaciones eléctricas, establece que los motores de -- 10 ó más H.P. de potencia deberán contar con arrancador a ten sión reducida.

Sin embargo, si el motor es de baja corriente a el arranque (par de arranque reducida) o si la línea que alimenta al centro de control de motores lo permite, o si no se tie nen trastornos con los equipos conectados a dicha línea se --

podrán instalar motores mayores a tensión plena, en este caso juega un papel muy importante el criterio de diseño y los cálculos de caída de voltaje (sección 6.5) realizados, por los cuales se determinó que no son necesarios los arrancadores a tensión reducida.

En el dibujo No. 23 se pueden observar las conexiones a realizar en la instalación de un arrancador a tensión plena.

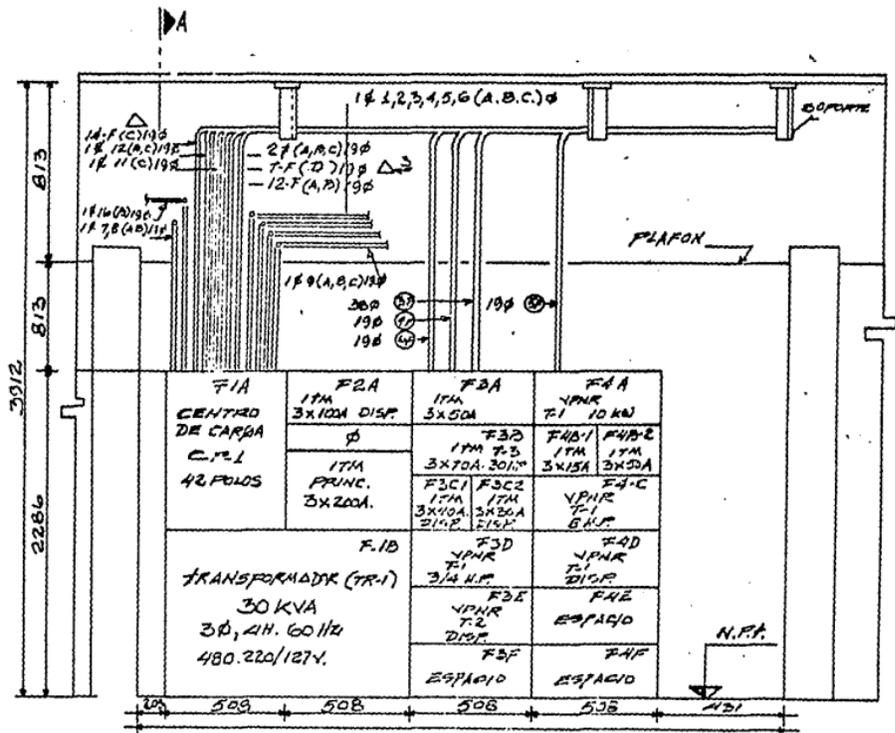
B) TRANSFORMADORES

La protección del primario de los transformadores se selecciona en base a la capacidad de los mismos y considerando un rango de 125% a 150% de la corriente nominal calculada, pues según el artículo 450.3 del N.E.C. dicha protección no deberá exceder el 150% de la corriente nominal del transformador.

Por recomendaciones reglamentarias, es necesario instalar un interruptor principal en los tableros de distribución, ya sean de alumbrado o de fuerza para protección del secundario de los transformadores y de las mismas cargas.

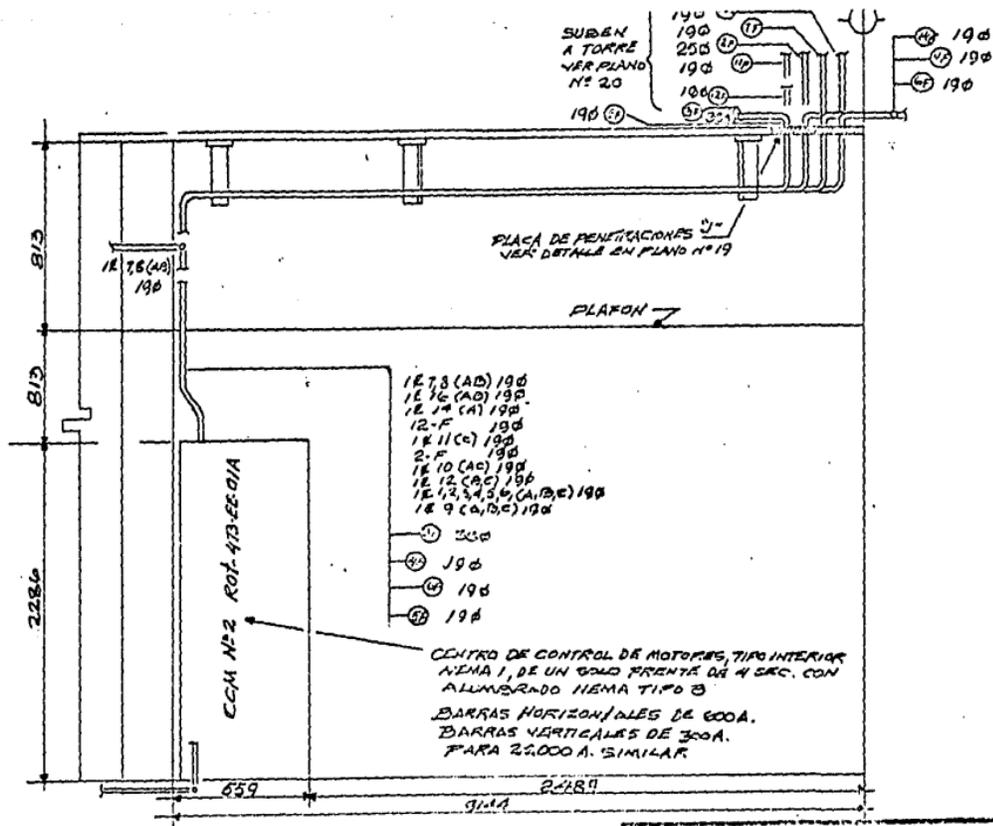
El interruptor deberá seleccionarse de acuerdo -- a la corriente nominal en el secundario del transformador.

Estos interruptores deberán tener una capacidad interruptiva aproximada a las corrientes de corto-circuito calculadas en el punto de su instalación.



Acotaciones cm/in.

CENTRO DE CONTROL DE MOTORES
Nº 2 MTS-EN-CIA
VISTA FRONTAL DIBUJO Nº 21

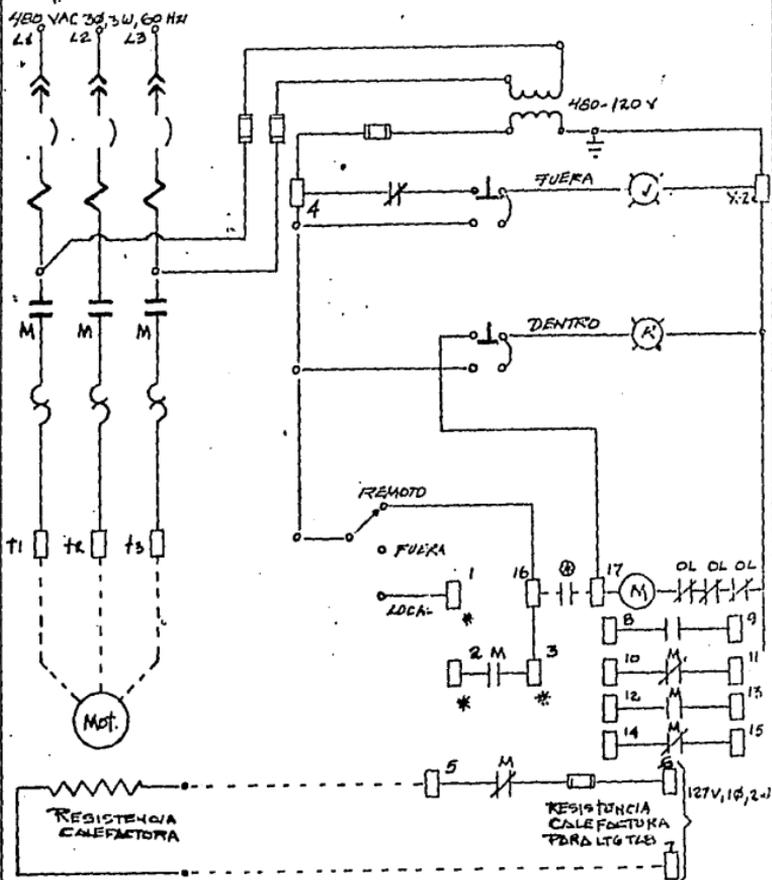


ACOTACIONES EN MM

CENTRO DE CONTROL DE MOTORES
 473-EE-01A
 VISTA LATERAL: DISEÑO N° 22

ELECTRICA

ESPECIFICACIONES GENERALES



NOTA: RESISTENCIA CALEFACTORA USESE SOLO PARA MOTORES
 MAYORES DE 10 H.P. CON ESTACION LOCAL DE CONTROL
 (BOTONERA) USE LAS TERMINALES N° 1, 2, 13 -
 CONTACTO PERMISIVO (SI ES REQUERIDO) USE LAS
 TERMINALES N° 16 Y 17.

DIAGRAMA DE ALAMENADO
 TÍPICO PARA UN ARMARIO
 15R A TENSIN

C) PROTECCIONES PRINCIPALES

Es necesario que cuando se tiene una concentración de cargas, se cuente con una protección principal para la misma para lo cual se seleccionará de la siguiente manera:

Se considera la protección del motor de mayor capacidad, más la suma de las corrientes nominales de las demás cargas.

I_{pp} = Corriente de la protección principal

I_n = Corriente nominal

Según la sección 403.44 de las N.T.T.E.

Para los CCM # 1 y 2 se consideraron todas las cargas incluyendo la de los equipos de reserva.

La protección para los alimentadores a los CCM # 1 y 2 se seleccionará de la misma manera anterior, pero ésta deberá ser ligeramente mayor que la de los CCM con la finalidad de poder coordinar el disparo de ambas.

Para la capacidad de estos interruptores se tendrá que tomar en cuenta la ampacidad de dichos conductores, así como la corriente de corto-circuito calculada en la sección 6.4 que es de 11,289.74 amperes, por lo que su capacidad interruptiva será de 25,000 amp. RMS.

Debido a la capacidad instalada y a la distribución del sistema de fuerza y alumbrado es necesario instalar un tablero de distribución principal a una tensión de 480 volts. en el cual estarán localizados los interruptores de protección a los alimentadores de los CCM # 1 y 2 y al módulo habitacional, mismos que serán del tipo termomagnético.

En este mismo tablero se tendrán los interruptores tipo electromagnético de protección principal a todo el sistema, de acuerdo a lo siguiente:

$$Iptdp = I_p \text{ motor mayor} + \leq I_n \text{ operando en cada CCM y Mod. Habit.}$$

Donde:

$Iptdp$ = Corriente de protección del tablero de distribución principal.

La sumatoria de las corrientes nominales en todos los CCM y demás equipos, considerando un factor de demanda -- para los diferentes equipos de acuerdo al régimen de operación dado y no considerando los equipos de reserva (consultando la sección 6.2), se obtendrá la capacidad de dichos interruptores.

La capacidad interruptiva normal para interruptores termomagnéticos a una tensión de 480 volts es de 22,000 amperes simétricos, mientras que la capacidad interruptiva alta en 480 volts es de 25,000 amps. simétricos. Así tenemos que la capacidad interruptiva en el tablero de distribución principal 471-EE-01 es de 25,000 amperes simétricos, mientras que para cada CCM es de 22,000 amperes simétricos y para cada interruptor la capacidad interruptiva es de 14,000 amperes simétricos.

Para la selección de los interruptores electromagnéticos es bueno mencionar que los valores comerciales de la capacidad nominal de éstos, son las siguientes:

600 AMPERS.	1600 AMPERES
800	2000
1000	2500
1200	3000

Para efectos de la selección de los valores comerciales de las capacidades nominales de los interruptores de tipo termomagnético se anexa la tabla No. 10

Se efectuó un ejemplo típico utilizando las ecuaciones, factores y tablas mencionadas anteriormente, anexándose las tablas correspondientes a cada área, donde se incluyó el número de circuito, número de equipo, capacidad del mismo, así como la tensión, corriente nominal, capacidad de disparo del interruptor, capacidad de marco del mismo, tamaño NEMA del arrancador y capacidad de los elementos térmicos.

D) EJEMPLO TIPICO

Protecciones a la alimentación de la unidad desaladora 471-P-01 (circuito No. 19), de 20 H.P., 480 V., 3 fases, desde el CCM # 1 471-EE-02.

- a) Selección de la protección contra sobrecorrientes.

$$I_{nom} = \frac{H.P. \times 746}{\sqrt{3} Vf. Fp. \text{ eff.}}$$

Donde:

I_{nom} = Corriente nominal
 $Vf.$ = Tensión entre fases
 $Fp.$ = Factor de potencia
 $eff.$ = Eficiencia

$$\text{Inom} = \frac{20 \text{ H.P.} \times 746}{1.73 \times 480 \text{ V} \times 0.8 \times 0.8}$$

$$\text{Inom} = 28.04 \text{ Amperes}$$

$$\text{Ip} = \text{Inom} \times 200\%$$

Donde:

Ip = Corriente de protección

$$\text{Ip} = 28.04 \times 2 = 56.08 \text{ Amperes}$$

Consultando la tabla No. 10 seleccionamos el interruptor termomagnético con capacidad de 50 amperes de disparo y 100 amperes de marco.

b) Selección del arrancador

El tamaño del arrancador a tensión completa es - - NEMA 2. (refiérase al inciso A.3 de este capítulo).

c) Selección de la protección contra sobre cargas.

$$\text{Ipt} = \text{Inom} \times 125\%$$

Donde: $\text{Ipt} = 28.04 \times 1.25 = 35.05 \text{ Amperes}$

Consultando un catálogo de valores comerciales de la capacidad nominal de elementos térmicos seleccionamos los de 36 amperes, los cuales no exceden el 140% de la corriente nominal.

DATOS DE MOTORES EN 480 VOLTS C.A., 3 FASES

TABLA No. 10

Horse-power	Full-load amp	Starter NEMA size	Circuit breaker		Fuse size	Power control	Three control	Three power
			Frame size	Trip size				
1/2	1.0	1	100	15	15	1*	No. 12	No. 12
3/4	1.4	1	100	15	15	1*	No. 12	No. 12
1	1.8	1	100	15	15	1*	No. 12	No. 12
1 1/2	2.6	1	100	15	15	1*	No. 12	No. 12
2	3.4	1	100	15	15	1*	No. 12	No. 12
3	4.8	1	100	15	15	1*	No. 12	No. 12
5	7.6	1	100	15	20	1*	No. 12	No. 12
7 1/2	11.0	1	100	20	30	1*	No. 12	No. 12
10	14.0	1	100	30	40	1*	No. 12	No. 12
15	21	2	100	40	60	1	No. 12	No. 10
20	27	2	100	50	70	1	No. 12	No. 8
25	34	2	100	70	90	1	No. 12	No. 8
30	40	3	100	70	100	1 1/2	No. 12	No. 6
40	52	3	100	100	150	1 1/2	No. 12	No. 4
50	65	3	225	100	175	1 1/2	No. 12	No. 2
60	77	4	225	125	200	1 1/2	No. 12	No. 2
75	96	4	225	150	250	1 1/2	No. 12	No. 1
100	121	4	225	200	320	2 1/2	No. 12	No. 2/0
125	156	5	400	300	400	2 1/2	No. 12	No. 3/0
150	180	5	400	400	450	2 1/2	No. 12	No. 4/0
200	240	5	600	500	600	3 1/2	No. 12	35G MCM
Table 1 450-150		Motor starter	Short-circuit protection listed on Table 450-152			Table 4 conduit size, in.	Table 310-12 75°C RHW or THW	

CIRC. No.	EQUIPO No.	DESCRIPCION	CAPACIDAD NOMINAL	TENSION VOLTS	AREA 471 CORRIENTE NOM. (AMP)	INTERRUPTOR TERMOMAGNET	AMPERES	ARRANCADOR TAMAÑO	ELEMENTO TERMICO
F-1	471-EE-01	G-1 A TABL DIST	300 KW	480	496.61	600 AMP.	800	-	-
F-2	471-EE-01	G-2 A TABL DIST	300 KW	480	496.61	600 AMP.	800	-	-
F-3	471-TRMH-01	TRANS MOD HABIT	150 KW	480	180.43	250 AMP.	400	-	-
F-4	471-EE-02	CCM # 1	190 HP	480	276.62	350 AMP.	400	-	-
F-5	473-EE-01A	COM # 2	121.15 HP	480	166.57	200 AMP.	400	-	-
F-7A	TR-A	TRANS ALUMB	30 KVA	480	36.08	50 AMP.	100	-	-
F-7B	LP-A	TAB DISTR ALUM	24 KW	220	78.73	100 AMP.	150	-	-
F-8	471-AA-01A	AIRE ACOND GEN	5 H.P.	480	7.01	15 AMP.	100	-	9.1 AMP.
F-9	471-B-01A	BOMBA PARA DIESEL	2 H.P.	480	3.40	15 AMP.	100	1	5.5 AMP.
F-10	471-B-01B	BOMBA PARA DIESEL	2 H.P.	480	3.40	15 AMP.	100	1	5.5 AMP.
F-11	471-B-02A	BOMBA PARA A.POT.	2 H.P.	480	3.40	15 AMP.	100	1	5.5 AMP.
F-12	471-B-02B	BOMBA PARA A. POT.	2 H.P.	480	3.40	15 AMP.	100	1	5.5 AMP.
F-13	471-B-04A	BOMBA AGUA DE MAR	15 H.P.	480	21.03	40 AMP.	100	2	28 AMP.
F-14	471-B-04B	BOMBA AGUA DE MAR	15 H.P.	480	21.03	40 AMP.	100	2	28 AMP.
F-15	471-G-01	POLIPASTO	13.5 H.P.	480	24.60	50 AMP.	100	2	28 AMP.
F-16	471-H-01A	COMPRESOR DE A.	7.5 H.P.	480	10.52	20 AMP.	100	1	14 AMP.
F-17	471-H-01B	COMPRESOR DE A.	7.5 H.P.	480	10.52	20 AMP.	100	1	14 AMP.
F-18	471-ME-01	CENTRIFUGA DIESEL	10 H.P.	480	14.03	30 AMP.	100	1	17.5 AMP.
F-19	471-P-01	U. DESALADORA	20 H.P.	480	28.04	50 AMP.	100	2	36 AMP.
F-20	471-TM-01	TALLER DE MANTO.	25 KW	480	37.59	70 AMP.	100	-	-
F-21	471-X-01	CAP. SALVAMENTO	25 H.P.	480	45.66	100 AMP.	150	2	70 AMP.
F-25	471-TA-B	TAB. DIST HABIT	132.86 HP	220	406.42	600 AMP.	800	-	-

A R E A 4 7 3

CIRC. No.	EQUIPO No.	DESCRIPCION	CAPACIDAD NOMINAL	TENSION VOLTS	CORRIENTE NON (AMP)	INTERRUPTOR TERMOMAGNET	AMPERES	ARRANCADOR TAMASO	ELEMENTO TERMICO
1-F(A)	TR-1	TRANSF ALUM	30 K.A	480	36.08	50 AMP	100	-	-
1-F(B)	LP-1	TAB DIST ALUM	24 KVA	220	78.73	100 AMP	150	-	-
2F	LP-2	TAB ALUM S	3 KW	220	9.84	15 AMP	100	-	-
3F	473-AA-01	V AIRE ACOND	30 H.P.	480	42.06	70 AMP	100	3	62
4F	473-AA-03	SERPENTIN CAL	10 KW	480	15.03	30 AMP	100	1	19.5
5F	473-G-02	POLIPASTO	8 H.P.	480	14.58	30 AMP	100	1	19.5
6F	473-AA-02	V.PRESURIZAD.	0.75 H.P.	480	1.4	15 AMP	100	1	2.1
7-F(A)	TR-2	TRANS EQUIP RAD	9 KVA	480	10.83	15 AMP	100	-	-
7-F C	TF-1	TAB DIST EQ RAD	7.2 KW	220	23.62	30 AMP	100	-	-
7-F-D	TF-2	TAB. DIST SHELTER	3.6 KW	220	11.81	20 AMP	100	-	-
8-F-A	TR-3	TRANS EQUIP COM	30 KVA	480	36.08	50 AMP	100	-	-
8-F-B	TF-3	TRANS EQUIP EQ COM	24 KW	220	78.73	100 AMP	150	-	-
8-F-C	TF-4	TAB. DIST CAR	15 KW	220	49.21	70 AMP	100	-	-
9-F	473-AA-04	V. AIRE ACOND	7.5 KW	220	22.94	50 AMP	100	-	36
10-F	473-AA-05	V.AIRE ACOND	7.5 KW	220	22.94	50 AMP	100	1	36
11-F	473-AA-06	V.AIRE ACOND # 1	1.5 H.P.	220	10.0	20 AMP	100	-	-
12-F	473-AA-07	V.AIRE ACOND # 2	1.5 H.P.	220	10.0	20 AMP	100	-	-
13-F	473-V-01	VENT CTO BAT	130 H.P.	120	0.32	15 AMP	100	-	-
14-F	473-V-02	EXTRACTOR BARO	$\frac{1}{50}$ H.P.	120	0.19	15 AMP	100	-	-

7.0 SISTEMAS DE TIERRAS

7.1 CONSIDERACIONES GENERALES

La razón primordial de contar con un sistema de tierras, es la de limitar las tensiones y corrientes que resulten peligrosas durante condiciones de falla, ya sean éstas ocasionadas por el equipo instalado o debido a una descarga atmosférica.

Un sistema de tierras debe cumplir con las siguientes funciones:

1. Por ser éste un sistema de baja impedencia, --permite la circulación con relativa facilidad de las corrientes de tierra.

2. Evita que durante la circulación de éstas corrientes de tierra, se puedan desarrollar diferencias de potencial entre distintos puntos de la instalación eléctrica, que pongan en peligro al personal.

3. Con la ayuda del sistema de relevadores, se facilitará la eliminación de las fallas a tierra en los sistemas eléctricos.

4. Permite mayor confiabilidad y continuidad al --servicio eléctrico. Cuando por las condiciones de altas corrientes a tierra, en instalaciones eléctricas, ya sean éstas ocasionadas por fallas en el equipo o por descargas atmosféricas, nos obliga a tomar precauciones para evitar daños al personal debido a las tensiones resultantes. Pues si una persona se pone en contacto con dos puntos entre los que existen una diferencia de potencial, puede ocasionarle una descarga de tal magnitud que sobrepase el límite de engarrotamiento muscular, lo que provocará que se desplome con lo que se ocasionará daño a algún órgano, como el corazón, pudiendo así éste entrar en fibrilación ventricular y ocasionar la muerte.

Las corrientes mínimas de percepción están indicadas entre 1 miliamperes y 10 miliamperes.

La etapa del dolor y el estado de fibrilación ventricular del corazón ocurre entre 50 y 100 miliamperes, pero arriba de este punto la corriente puede ocasionar quemaduras graves, daños al sistema nervioso, parálisis de miembros vitales, etc.

La cantidad de corriente que el ser humano es capaz de soportar está en función del tiempo, esto es que se pueden soportar corrientes mayores de corta duración, que corrientes menores por tiempo prolongado.

La ecuación que relaciona los parámetros de la intensidad de corriente tolerable y el tiempo que puede tolerar el cuerpo humano es la siguiente:

$$IK^2 T = 0.027; K = \frac{0.116}{T}$$

Donde:

I = Corriente efectiva que circular por el cuerpo humano

T = Tiempo de duración del choque eléctrico en segundos

0.027 = Es una constante de energía derivada empíricamente.

Es necesario para una buena comprensión tomar en cuenta los diversos casos que pueden presentarse al hacer contacto con superficies a diferente potencial.

Las diferencias de potencial tolerables se determinan de acuerdo con los conceptos de tensión de paso, tensión de contacto y tensión de transferencia.

TENSION DE PASO. Esta tensión se manifiesta al paso de la corriente que circula entre dos puntos del terreno, separados un paso entre sí, y se obtiene utilizando la siguiente fórmula.

$$E \text{ paso} = (RK + RF) IK = (1000 + 6 Ps) \frac{0.116}{T}$$

Siendo: $RF = 3 Ps$

$$E \text{ paso} = \frac{116 + 0.7 Ps}{\sqrt{T}} \text{ Voltios}$$

Donde: $RK =$ Resistencia del cuerpo (aproximadamente 1000Ω)
 $RF =$ Resistencia del terreno inmediato bajo cada pie.

TENSION DE CONTACTO. Es aquella tensión que se tiene al hacer contacto con una estructura y el suelo, teniendo una distancia media de un metro entre la mano y los dos pies.

$$E \text{ contacto} = (RK + \frac{RF}{2}) IK = (1000 + 1.5 Ps) \frac{0.116}{\sqrt{T}}$$

$$E \text{ contacto} = \frac{116 + 0.17 Ps}{\sqrt{T}} \text{ Voltios}$$

Las tensiones de transferencia son muy difíciles de limitar y generalmente obligan a aislar las partes vivas.

Como norma, se ha tomado como valor máximo de tensión que puede soportar el cuerpo humano, de 150 voltios durante un tiempo de 1.2 segundos.

Para las redes de tierra, se ha considerado tres sistemas que son:

1. Sistema radial
2. Sistema de anillo
3. Sistema de red

SISTEMA RADIAL. Este sistema es el más barato pero al menos satisfactorio.

Este sistema consiste en uno o varios electrodos a los cuales se conectan las derivaciones a cada aparato.

SISTEMA DE ANILLO. Este sistema se obtiene colocando en forma de anillo un cable de aproximadamente 1000 MCM alrededor de la superficie ocupada por el equipo de la plataforma y conectando derivaciones a cada aparato, usando para ello cable más delgado de calibre 500 MCM o calibre 4/0 AWG.

Este es un sistema económico y eficiente y en él se eliminan las grandes distancias de descarga a tierra del sistema radial. Por ello los potenciales peligrosos son disminuidos al dispararse la corriente de falla por varios caminos que se encuentran en paralelo.

SISTEMA DE RED. Este sistema es el más empleado en la actualidad, y consiste como su nombre lo indica, por una malla formada por cable de cobre de calibre 4/0 AWG y conectando a través de electrodos de varilla de Coperweld a partes más profundas para buscar zonas de menor resistividad.

Este sistema es el más eficiente, pero también el más caro de los tres sistemas mencionados.

Características del terreno. Para esto se toman -- muestras a determinada profundidad para saber su homogeneidad humedad o nivel de aguas freáticas.

Es necesario el uso de método y aparatos para conocer la resistividad, tipo de terreno, temperatura, humedad, -- concentraciones de sal y profundidad.

Si la resistividad del terreno es muy alta, se usarán varillas más largas e instalarán las mallas del sistema a mayor profundidad, para alcanzar las de menor resistividad, -- siendo conveniente colocar roca o grava triturada en la superficie para evitar la evaporación y reducir la magnitud de los choques eléctricos.

La temperatura también ejerce una influencia apreciable sobre la resistividad del terreno. Esto es, tomando como referencia cero grados centígrados se tiene que bajo dicho punto la resistividad crece, mientras que arriba de ese punto la resistividad decrece, excepto en el punto de ebullición debido al hecho de que en este punto existe evaporación de la humedad alrededor del punto de contacto.

Para determinar el valor de corrientes máximas de corto circuito a tierra se requiere:

1. Determinar el tipo de falla posible a tierra -- que producirá el máximo flujo de corriente drenado a tierra, -- así como los mayores gradientes locales en el área de la planta.

2. Determinar el máximo valor efectivo de la corriente simétrica de falla a tierra I'' , ya sea por cómputo o -- por analizadores, en el instante de indicarse la falla.

Existen dos tipos de falla a tierra que son:

Falla monofásica

Falla trifásica o polifásica

De acuerdo al cálculo de corto-circuito, la corriente de circuito corto de fase a tierra o de secuencia cero es:

$$I_{cc} (F-0) = 11,289.74 \text{ Amperes}$$

Utilizando como factor de decremento "D" para $T = 0.25$ segundos nos da según la tabla II del manual de la Comisión Federal de Electricidad:

$D = 1.10$ (El factor de decremento considera el efecto del desplazamiento de la corriente directa y la atenuación de las componentes transitorias de la corriente alterna y de directa de las corrientes de falla) (Ver gráfica No. 4).

El factor de crecimiento del sistema (F.C.) considerado es de 1.5.

Corriente corregida

$$I'' = D \times F.C. \times I_{cc} = 1.10 \times 1.5 \times 11,289.74 = 18626.85 \text{ A}$$

Para el cálculo del área de los conductores

Utilizando la fórmula 12 página 17 del I.E.E.E.-80 y considerando conectores soldables tenemos:

$$A = \frac{I}{\sqrt{\frac{\log_{10} \left(\frac{T_m - T_a}{234 + T_a} + 1 \right)}{33 S}}}$$

Donde:

- I = Corriente corregida
A = Sección del conductor en Circular Mills
S = Tiempo de duración de la falla en segundos
Tm = Temperatura máxima permisible (450° para -
conector soldable)
Ta = Temperatura ambiente (40° C)

Sustituyendo tenemos:

$$A = \frac{18626.85}{\sqrt{\frac{\log_{10} (450 - 40 + 1)}{234 + 40}}} = 84\,879.7 \text{ Circular Mill}$$

$$\sqrt{\frac{\log_{10} (450 - 40 + 1)}{234 + 40}} \\ 33 \times 0.25$$

Debido a que un Circular Mills es igual a 0.00051 mm².
Por lo tanto:

$$A = 84,879.7 \times 0.00051 = 43.288 \text{ mm}^2$$

Checando en la tabla No. 8 observamos que el conductor calibre 1 tiene una sección de 42,410 mm². Considerando que el conductor usado es cable de cobre trenzado semi-duro -- (resistividad .01784) y dadas las condiciones atmosféricas -- prevalcientes en el área, seleccionamos el conductor calibre 2/0 AWG para la red general y para las derivaciones de cada -- equipo cable más delgado de calibre 1/0 AWG. Lo anterior puede ser verificado en la gráfica No. 4.

Resistencia de la red. Esta será determinada como ejemplo para la cubierta inferior nivel 52' - 0" (Fig. 25), de acuerdo a la fórmula No. 20 página 22 del I.E.E.E. - 80, se -- tiene:

$$R = \frac{P + P}{4 \text{ rs } L}$$

Donde:

P = Resistividad media del terreno
(1000- Ω /m) ver gráfica No. 5

R = Resistividad de la malla

rs = Radio del área equivalente circular (58 m²)

L = Longitud de la red propuesta (294 mts.)

Radio equivalente rs = Superficie =

π

$$= \frac{13.5 \times 13.5}{3.1416} = 58 \text{ M}^2$$

Longitud de la red

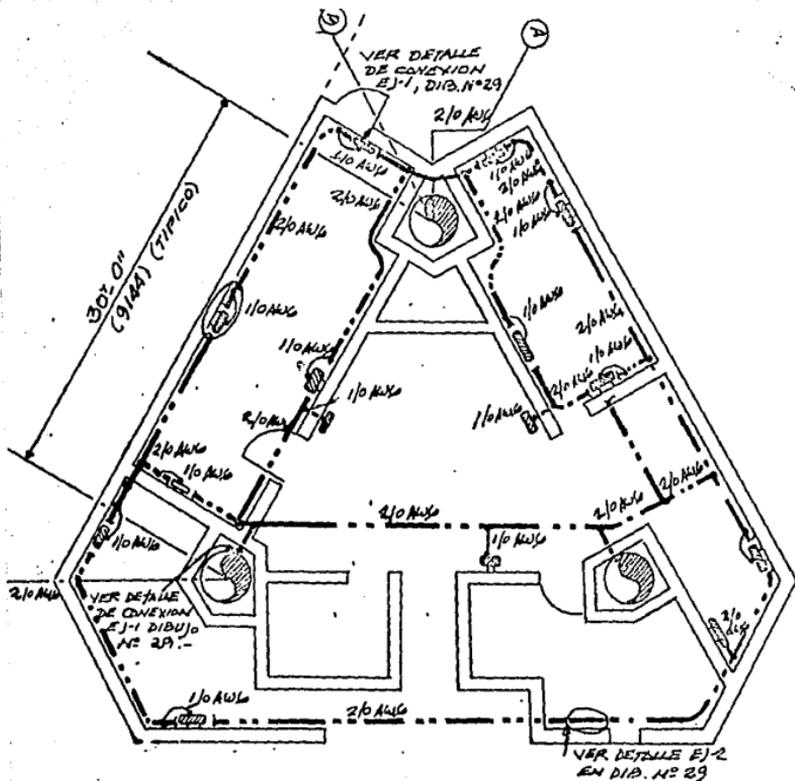
4 Cables de 13.5 mts. = 54 mts.

4 Cables de bajada 10.0 Mts. = 40 mts.

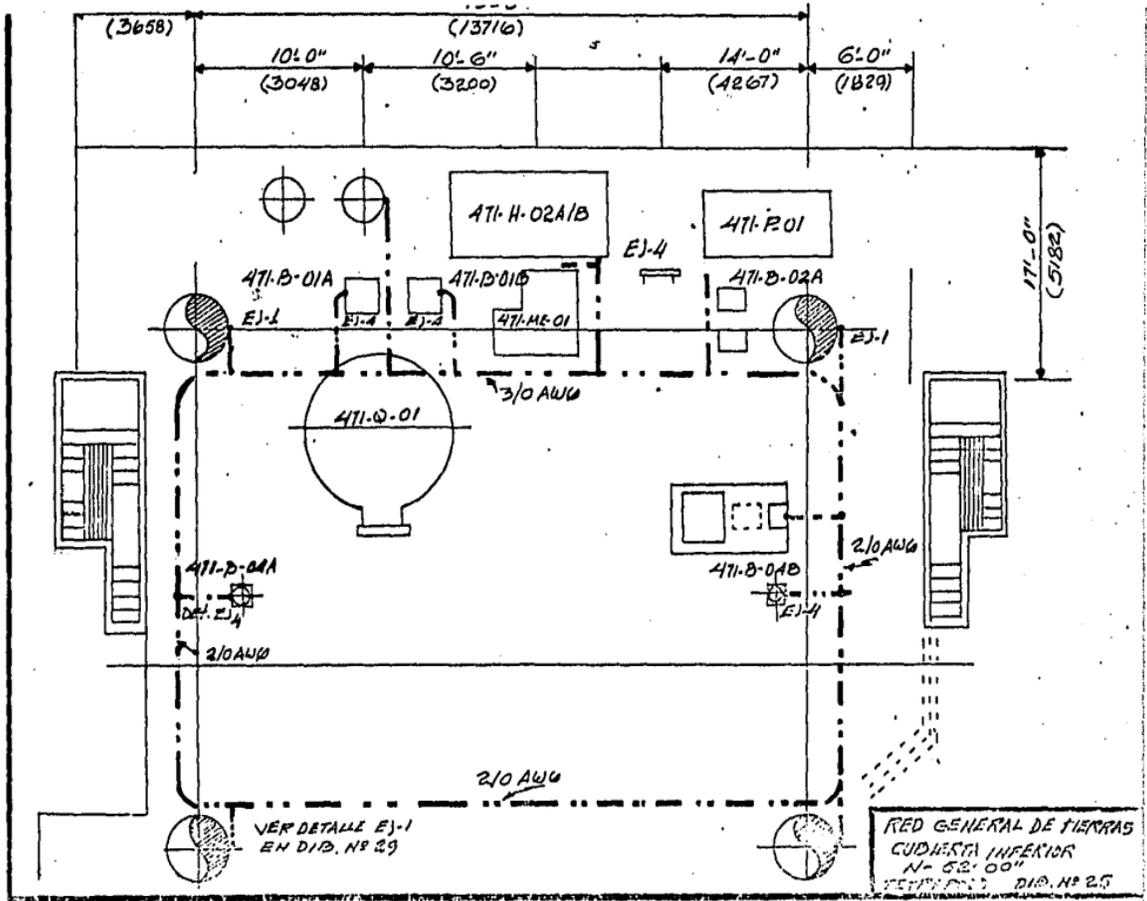
4 Pilotes de la plat. de 50 mts. = 200 mts.
294 mts.

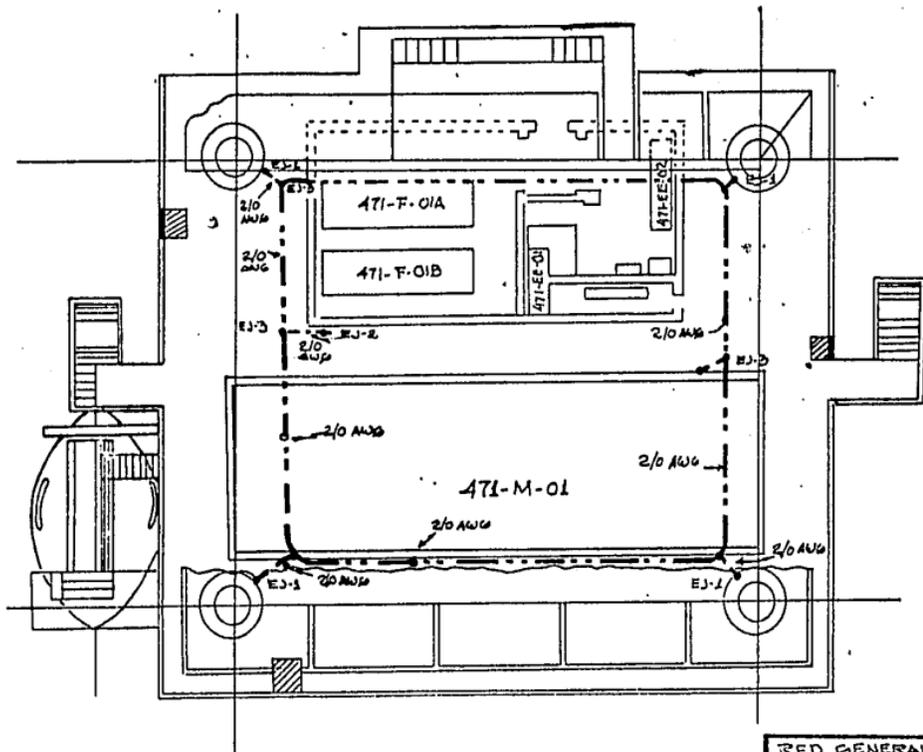
Por lo tanto:

$$R = \frac{1000}{4 (58)} + \frac{1000}{(294)} = 3.8 \text{ Ohms.}$$



RED GENERAL DE TIERRAS EN CUARTO DE TELECOMUNICACIONES TRIPNE DIB. N° 24





RED GENERAL DE TIERRAS
 CUBIERTA SUPERIOR N-76'00"
 TETRAPODO

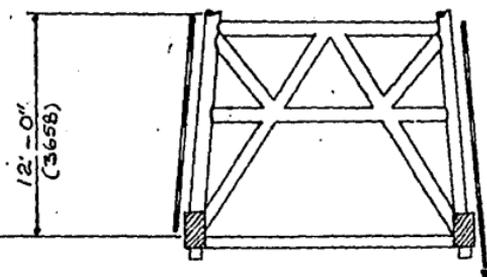
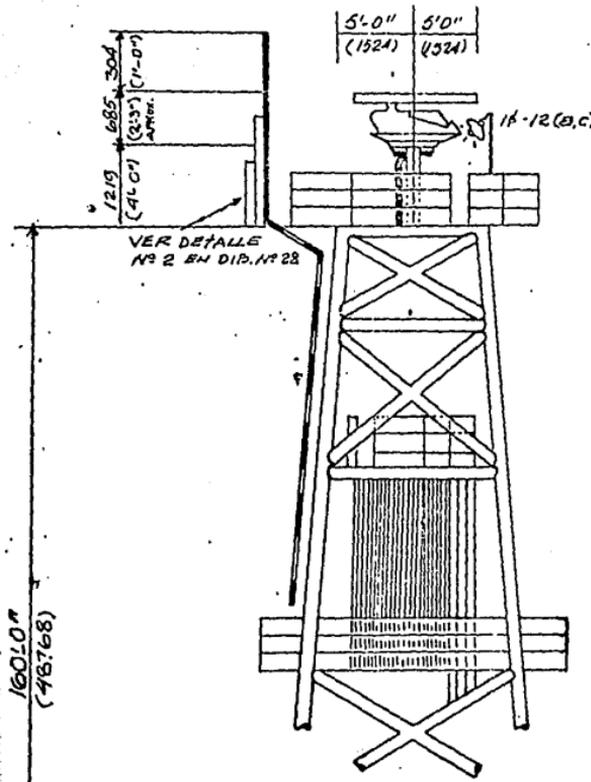
FORMA N° 2.5

SISTEMA PARARAYOS. La Torre deberá incluir un sistema de pararrayos de acuerdo a las normas "Lightning - Protection Code" y National Electric Code de la U.S. Fire-Protection Association.

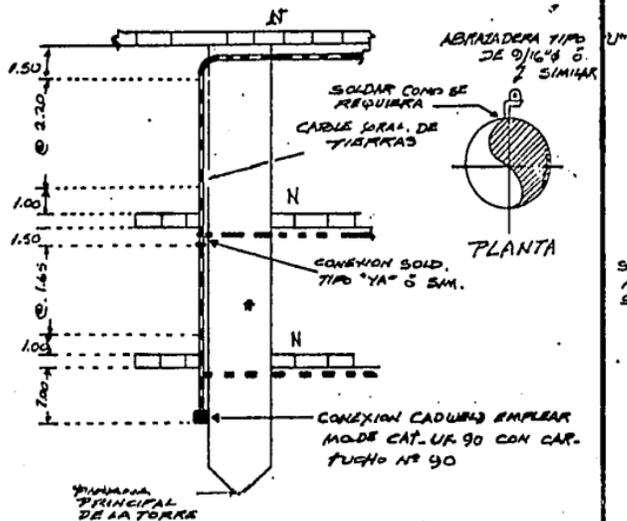
De acuerdo a éstas normas, el sistema de pararrayos (barra), deberá tener una altura hasta la punta de no menos de 2 pies sobre cualquier otro objeto localizado en la parte alta de la torre (dibujo No. 27).

La terminal de conexión al sistema de tierras - deberá ser localizada a una distancia no menor de 6 pies - de cualquier instalación eléctrica.

El sistema de tierras del pararrayos deberá ser independiente de los sistemas para los equipos de comunicación y radar, con una resistencia de 1 Ohms, conectado a la parte inferior de la pierna de la plataforma por medio de 1 cable de cobre desnudo calibre 2/0 AWG. (Dibujo No.28).



SISTEMA DE TIERRAS
TORRE DE TELECOMUNICACIONES
TRIPODE DIB. Nº 28

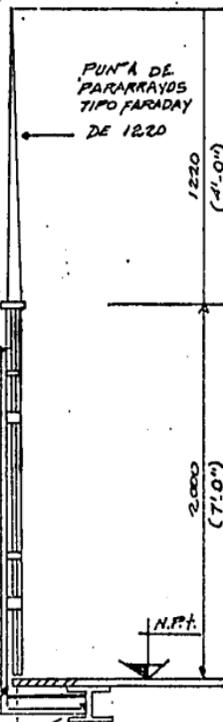


CONEXION SISTEMA DE TIERRAS
PARARRAYOS PIerna INFERIOR
DE PLATAFORMA.-

DETALLE Nº 1

SOLDAR LA BASE
AL TUBO COMO
SE REQUIERA

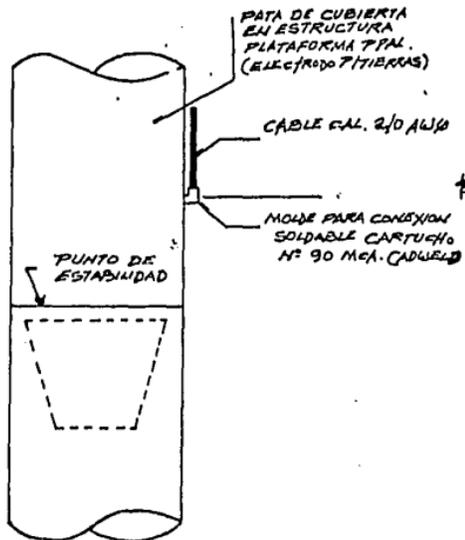
SOLDAR COMO
SE
REQUIERA



- PUNTA PARARRAYOS

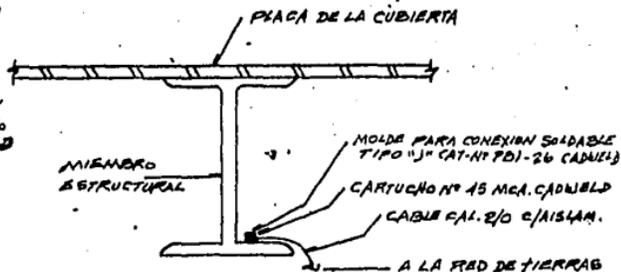
DETALLE Nº 2 DIBUJO Nº 28

CONTINUAR A RED DE PARARRAYOS



EJ-1

ELECTRODO VERTICAL DE TIERRAS

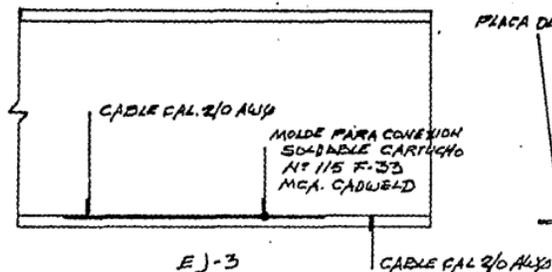
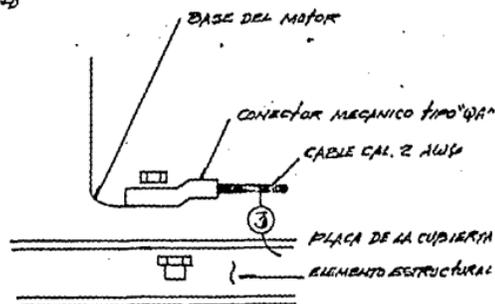
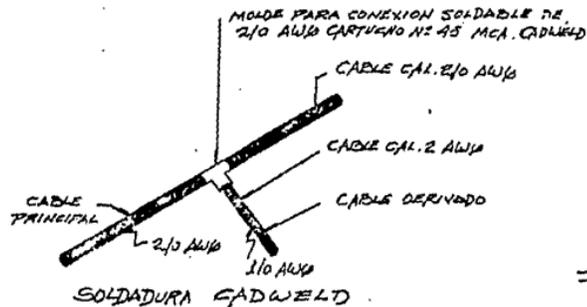


EJ-2

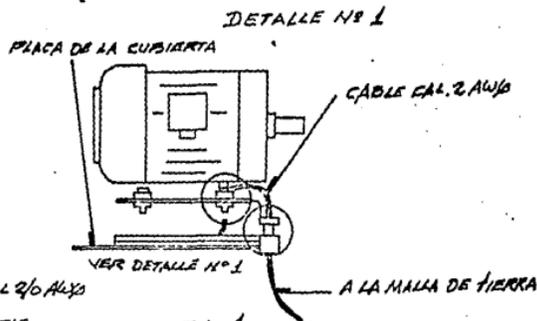
- ATERRIZADO PARA BASE DE MODULO

DETALLES DE INSTALACION
DEL SISTEMA DE TIERRAS

DISEÑO N° 29



SOPORTE TÍPICO PARA CABLE DE RED DE HIERROS



EJ-4
ATERORIZAJE DE MOTOR O EQUIPO SUJETO
CON TORNERIA.

DETALLES DE INSTALACION
DEL SISTEMA DE HIERRAS

DISUNO N° 30

CONCLUSIONES

La función principal de la instalación eléctrica de fuerza en la plataforma "ECO-I" es la de complementar la red de comunicaciones instalada por Petróleos Mexicanos para la coordinación de suministros de servicios al sistema de -- plataformas marinas en la Sonda de Campeche.

Actualmente se encuentra en operación la plataforma con un alto grado de eficiencia y contando con una buena funcionalidad y versatilidad del sistema. La plataforma está cumpliendo con todas las funciones para la cual fue diseñada como son las necesidades de comunicación, ayuda a la navegación, vigilancia por radar, control de tráfico marítimo sistemas de adquisición de datos, control y supervisión para producción y perforación, así como la de proporcionar los servicios indispensables al personal que ahí labora.

Los programas de mantenimiento son llevados a cabo con un estricto control como lo exigen los equipos instalados debido a las condiciones climatológicas imperantes y las necesidades, para la coordinación de la filosofía de operación del sistema, reglamentos, procedimientos y -- prácticas generales, así como las condiciones especiales de operación.

Una de las finalidades primordiales de ésta tesis es la de proporcionar una guía de los procedimientos más confiables para el diseño de sus sistema eléctrico de fuerza de tipo industrial, así como también la de analizar las condiciones que resulten con un menor costo y la mayor facilidad en su instalación con un mínimo de mantenimiento y pérdidas, teniendo en cuenta los riesgos que en este sistema se puedan originar.

Es importante mencionar que el estudio y determinación de los lineamientos de operación y proceso que se utilizaron en el desarrollo del diseño fué basándose en las normas y códigos eléctricos aplicables para el equipo usado, la clasificación de áreas, y la descripción general del sistema para que resulte un servicio que opere con confiabilidad y un máximo de seguridad, tanto para los equipos, como para el personal.

La selección de métodos y materiales están basados en los principios básicos de Ingeniería y en la experiencia de la construcción de instalaciones similares, donde es necesario tomar en consideración las condiciones geográficas y climatológicas imperantes en que estará sujeto el sistema, así como la flexibilidad de operación del mismo, garantizando de esta manera una eficiencia de trabajo en un porcentaje.

Dado el reciente descubrimiento de los enormes campos petrolíferos en la Sonda de Campeche y debido a que se encuentra en desarrollo la tecnología en el país, para esta nueva variante en la actividad petrolera, ha sido necesaria la importación de algunos equipos y materiales para la explotación marina de este recurso natural.

Por lo anterior, una problemática en el diseño del sistema fué la de considerar los productos de las industrias eléctricas nacionales, tomando en cuenta los códigos eléctricos, la generación y distribución de la energía eléctrica, las normas aplicables para el equipo a utilizar, la clasificación de áreas, el tipo de canalizaciones como son el alambrado y la tubería conduit.

Dentro de los cálculos que se realizaron para la determinación de los equipos y materiales a utilizar en el sistema están los siguientes:

1. Análisis de los equipos a utilizar incluyendo generación.
2. Estudio de corto-circuito
3. Caída de voltaje en el sistema
4. Cálculos de canalizaciones para cada circuito
5. Cálculos de protecciones contra sobre cargas para cada circuito.
6. Sistema de tierras

Siendo en este mismo orden su grado de dificultad de realización e importancia para el desarrollo de este trabajo.

Como parte del diseño se elaboraron los dibujos siguientes:

1. Diagramas unifilares para el sistema de distribución.
2. Diagramas unifilares para los centros de control de motores.
3. Distribución y arreglos de equipos.
4. Rutas conduit y alambrados de los circuitos de fuerza y detalles de instalación.
5. Centro de control de motores.
6. Sistema de tierras y detalles de instalación.

INDICE DE DIAGRAMAS

	Página
Carta geográfica de instalaciones marinas en la Sonda de Campeche.	6 - 7
Sistemas de comunicaciones en la Sonda de -- Campeche.	13 - 14
Distribución de módulo de comunicaciones.	34 - 35
Distribución de equipos de comunicaciones y sistema de fuerza. Tripode.	41 - 42
Torre de Telecomunicaciones. Sección Nos. 1, 2 y 3.	42 - 43
Distribución de equipo de radar. Cuarto Shelter.	43 - 44
Tabla de relación entre humedad relativa y absoluta.	43 - 44
Módulo cocina-comedor. Descripción del mobiliario.	46 - 47
Arreglo general de equipos. Cubierta inferior. Tetrapodo.	51 - 52
Arreglo general de equipos. Cubierta superior. Tetrapodo.	51 - 52
Diagrama unifilar general. Tablero de distribución 480 V.C.A. 471-EE-01.	58 - 59
Diagrama unifilar del centro de control de -- motores CCM # 1, 480 V.C.A. 471-EE-02.	58 - 59
Diagrama unifilar del centro de control de -- motores CCM # 2, 480 V.C.A. 473-EE-01A	58 - 59
Diagrama unifilar del módulo habitacional 471-TD-B.	58 - 59
Tabla de constantes típicos de reactancias -- para generadores.	59 - 60
Tabla de valores típicos de eficiencia y factor de potencia de motores para diferentes -- factores de carga.	61 - 62

Diagrama unifilar del sistema de distribución.	63 - 64
Diagrama de reactancias y redes de secuencia.	63 - 64
Gráfica de valores típicos del factor 'K' de funcionamiento para generadores de C.A.	69 - 70
Curvas de voltaje mínimo de generadores.	69 - 70
Curvas de voltaje restablecido de generadores.	69 - 70
Distribución general de fuerza. Tablero de alumbrado y fuerza. Trípode.	79 - 80
Distribución general de fuerza. Sistemas de aire acondicionado. Trípode.	79 - 80
Distribución general de fuerza. Torre de Tele comunicaciones.	79 - 80
Placa de penetraciones "J". Detalle No. 1. -- Trípode.	79 - 80
Distribución general de fuerza. Cubierta inferior, tetrapodo.	79 - 80
Típico de instalación para motores verticales y horizontales.	79 - 80
Típico de instalación para centrífuga 471-ME-01 y bombas diesel 471-B-02A/B	79 - 80
Tabla de factores de corrección por temperatura para conductores.	83 - 84
Tabla de factores de corrección por agrupamiento para conductores.	83 - 84
Tabla de ampacidad máxima para conductores con aislamiento en un rango de 0-2000 Volts, 60°C a 90°C	83 - 84
Tabla de factores de impedancia para la caída de tensión en conductores de cobre.	83 - 84
Tabla de fórmulas de conversión para C.D. y -- C.A.	83 - 84

Tabla de propiedades de los conductores de - - cobre.	83 - 84
Tabla del número máxima de conductores en - - conduit o tubo.	83 - 84
Centro de control de motores No. 2 473-EE-01A, vista frontal.	86 - 87
Centro de control de motores No. 2 473-EE-01A, vista lateral.	86 - 87
Diagrama típico de conexiones para un arranca- dor a tensión plena.	86 - 87
Tabla de datos de motores en 480 V.C.A., 3 fases.	90 - 91
Gráfica de curvas de valores de tiempo para -- corrientes de corto-circuito.	100 - 101
Gráfica de resistividad de diferentes tipos de agua.	100 - 101
Red general de tierras. Cuarto de Comunicaciones. Trípode.	100 - 101
Red general de tierras. Cubierta inferior. Tetrapodo.	100 - 101
Red general de tierras. Cubierta superior. Tetrapodo.	100 - 101
Sistema de tierras. Torre de Telecomunica- ciones.	101 - 102
Conexión sistema de tierras. Pararrayos. Detalle No. 1 y 2.	101 - 102
Detalles de instalación del sistema de tie- rras (Ej-1 y 2).	101 - 102
Detalles de instalación del sistema de tie- rras (Ej-3 y 4).	101 - 102

BIBLIOGRAFIA

Industrial Power Systems Handbook
Donald Becman
Ed Mc Graw - Hill
1975

Modern Analysis of Alternating Current Networks
Enrique Bustamante
Ed. Limusa Wiley
1971

Elementos de Diseño de Subestaciones Eléctricas
Gilberto Enríquez Harper
Ed. Limusa
1980

Manual de Instalaciones Eléctricas, Residenciales
e Industriales
Gilberto Enríquez Harper
Ed. Limusa
1977

Análisis de Redes
M. E. Van Valkenburg
Ed. Limusa
1977

Fundamentos de Instalaciones Eléctricas de
Mediana y Alta Tensión
Alberto Enríquez Harper
Ed. Limusa
1979

Prontuario Eléctrico
Pedro Camarena
Ed. C.E.C.S.A.
1981

Circuitos de Corriente Alterna
Russel M. Kerchner y George F. Corcoran
Ed. C.E.C.S.A.
1962

Circuitos Dispositivos y Sistemas
Ralph J. Smith
Ed. Limusa - Wiley, S.A.
1968

Circuitos, Teoría y Problemas
Joseph A. Edminster
Ed. Mc Graw - Hill
1973

Circuitos y Sistemas Electromecánicos (V.G y 8)
Víctor Gerez Greiser
Ed. Representaciones y Servicios de Ingeniería
1974

Análisis de Circuitos Eléctricos
Egon Brenner y Javid Mansour
Ed Mc Graw - Hill
1980

Tratado de Electricidad
Chester L Dawes
Ed. Gustavo Gili
1974

Transporte y Distribución de la Energía Eléctrica
Anthony J. Pansini
Ed. Glem
1975

Análisis de Sistemas Eléctricos de Potencia
William D. Stevenson
Ed. Castilla, S.A., Barcelona
1978

Conductores Eléctricos y Alambre Magneto
(Conelec, S.A.)
Ed. Proyección Publicitaria, S.A.
1974

Instituto de Investigaciones de la Industria Eléctrica
Comisión Federal de Electricidad, Manual de Diseño
1969

Information Transmission, Modulation and Noise
A Unified Approach to Communication Systems
Mischa Schwartz
Ed Mc Graw - Hill
1981

Fundamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica
Arthur E. Fitzgerald
Ed Mc Graw - Hill
1980

Análisis de Sistemas de Potencia
Charles A Gross
Ed. Interamericana
1982

Teoría y Problemas de Líneas de Transmisión
Robert A. Chipman
Ed Mc Graw - Hill
1979

Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión
Aprobado el 20 de Julio de 1955

Reglamentos sobre Instalación y Funcionamiento
de Centrales, Líneas de Transporte y Estaciones
Transformadoras de Energía Eléctrica.
10 de Abril de 1949

National Electrical Code (NEC)
Edición 1981

Amercian Petroleum Institute (API)
RP-SOOB y RP-14F

Stell Electrical Raceways Design Manual
Edidición 1975

National Fire Protection Association (NFPA)
Edidición 1979

Normas de Instalaciones Eléctricas
Petróleos Mexicanos
Edición 1981

Normas Técnicas para Instalaciones Eléctricas
N.T.I.E.
Edición 1981