

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA

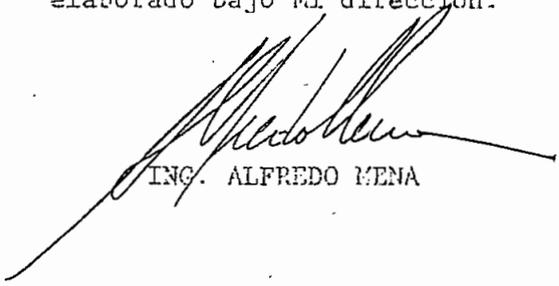
SISTEMA DE FUERZA PARA LA FABRICA INGAORO

TESIS DE GRADO PREVIA LA OBTENCION DEL TITULO DE
INGENIERO ELECTRICO EN LA ESPECIALIZACION POTENCIA

JOSE ENRIQUE HERRERA CHECA

QUITO, AGOSTO DE 1.977

Certifico que el presente trabajo fue
elaborado bajo mi dirección.



ING. ALFREDO MENA

AGRADECIMIENTO:

Mi agradecimiento a INGAORO S.A.;
GOING CIA. LTDA.; Ing. JULIO JURADO
e Ing. ALFREDO MENA por su colabo-
ración para la ejecución del presen-
te trabajo.

P R E F A C I O

El trabajo que se describe a continuación es de carácter práctico, aplicable en la realidad: por la naturaleza del mismo para su desarrollo no se requiere la aplicación de nuevas teorías o complicados procesos matemáticos, se necesita solamente aplicar criterios basados en la experiencia y conceptos sencillos a problemas concretos.

La información técnica necesaria para el diseño eléctrico del sistema de fuerza de la nueva fábrica INGAORO fue suministrada por Coca Cola de Colombia y Crown Cola de Argentina.

El diseño eléctrico de fuerza comprende:

Acometida en alta tensión, Equipo de transformación y protección, Centros de distribución, alimentadores, control y protección del equipo eléctrico. Para asegurar la continuidad del suministro de energía a la fábrica se ha previsto un sistema de generación propio de emergencia.

Los materiales y equipos necesarios, en su fabricación y pruebas deberán satisfacer los requerimientos de las normas más recientes en lo que sean aplicables o de las vigentes en el país de fabricación. Para facilitar su adquisición se ha elaborado la lista de materiales y equipos y sus especificaciones técnicas por secciones de modo que puedan recibirse las cotizaciones para seleccionar la más conveniente.

Además del diseño eléctrico, lista de materiales y equipos, especificaciones técnicas se han incluido las recomendaciones

- - - -

para la construcción y el mantenimiento que son importantes para el satisfactorio funcionamiento de la fábrica, especialmente el mantenimiento ya que la paralización de la producción de la fábrica representa pérdidas.

I N D I C E

	<u>Pág.</u>
CAPITULO I.- INTRODUCCION	1
1.1 Ubicación del Proyecto y su Importancia	1
1.2 Descripción del Proceso de la Fábrica	3
1.3 Características Técnicas y Capacidad de Equipos	5
1.4 Demanda de Energía.- Factor de Demanda	11
1.5 Potencia Reactiva.- Factor de Potencia	13
CAPITULO II.- DISEÑO DEL SISTEMA DE FUERZA	18
2.1 Sistema de Iluminación.....	18
2.2 Cálculo de Alimentadores	26
2.3 Diseño del Sistema de Distribución Interno.....	30
2.4 Diseño del Sistema de Control y Protecciones.....	31
2.5 Diseño de la Subestación	38
2.6 Estudio de un Sistema de Emergencia...	41
CAPITULO III.-ESPECIFICACIONES TECNICAS	45
3.1 Conductores	58
3.2 Transformadores y Equipo de Protección	59
3.3 Accesorios para la Acometida de Alta Tensión	61
3.4 Tableros y Equipo de Control.....	61
3.5 Bandeja, Ductos y Accesorios para los Sistemas de Fuerza e Iluminación.....	64
3.6 Equipo de Iluminación	65
3.7 Sistema de Emergencia	66
CAPITULO IV.- RECOMENDACIONES PARA LA CONSTRUCCION	68
4.1 Malla de Tierra	68
4.2 Recorrido de Bandejas, Ductos y Tubería Portacables	75
4.3 Instalación del Equipo Eléctrico	76
4.4 Subestación	80

	<u>Pág.</u>
CAPITULO V.- MANTENIMIENTO ELECTRICO	82
5.1 Plan General de Mantenimiento	82
5.2 Mantenimiento de los Tableros Eléctricos	87
5.3 Mantenimiento de los Motores	91
CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	97
6.1 Conclusiones y Recomendaciones	97
6.2 Apéndice	100
6.3 Tablas	103
6.4 Planos	103
6.5 Bibliografía	104
INDICE	105

SISTEMA DE FUERZA PARA LA FABRICA INGAORO

CAPITULO I.- INTRODUCCION

1.1 UBICACION DEL PROYECTO Y SU IMPORTANCIA

La fábrica de bebidas gaseosas INGAORO está localizada en la ciudad de Machala, Provincia de El Oro, situada en la región Sur-occidental del País, en la frontera con Perú y junto al Océano Pacífico. Esta es una de las zonas más fértiles del Ecuador, produce casi todo el banano de exportación, de allí que la mayor parte de su población se ocupa en actividades relacionadas con la producción de banano como: cultivo, cosecha, embalaje, transporte y embarque. El sector industrial no se ha desarrollado mayormente, existen pocas y pequeñas industrias que ocupan un reducido número de personal para sus actividades; se espera un mayor incremento industrial con los incentivos que se ofrecen para la creación de industrias en ciudades que no sean Quito o Guayaquil y las disponibilidades de puerto y abundante mano de obra, especialmente en el campo alimenticio por el potencial agrícola que constituye esta zona.

La creación de nuevas industrias en zonas como esta, además de ofrecer nuevas oportunidades de trabajo se originará una diversificación de las actividades, porque resulta peligroso el depender únicamente de la actividad agrícola constantemente amenazada por plagas, agentes naturales, mercados competitivos y otros factores negativos que pueden afectar seriamente esta actividad, perjudicando a las personas relacionadas con ella.

INGAORO es una pequeña industria existente, dedicada a la elaboración de bebidas gaseosas de las que abastece a casi toda la Provincia de El Oro; con su producción actual no satisface la demanda existente en esta zona, pero con la producción de la nueva planta que se instalará se espera cubrir la demanda actual y la prevista para los próximos cinco años, período durante el cual la producción se incrementará hasta alcanzar una producción igual a cuatro veces la actual que es la capacidad de la nueva maquinaria a instalarse; este incremento de producción requiere un aumento del personal de la fábrica.

Las bebidas gaseosas productos de consumo popular se elaboran también en otras ciudades no muy distantes de Machala desde las cuales se podría abastecer la zona contando con las facilidades de transporte y vías de comunicación de que se dispone. La producción en la misma zona de consumo representa una oportunidad de trabajo para sus habitantes.

Aunque esta no es una gran industria que de ocupación a cientos de trabajadores, es un modelo de pequeñas industrias que podrían crearse para aprovechar los recursos humanos existentes y aportar decisivamente al desarrollo de una región.

Resultaría beneficioso que además de las decisiones y políticas orientadas a incentivar el desarrollo industrial que podrían beneficiar a unos pocos, se dote de la infraestructura básica como agua potable, alcantarillado, saneamiento ambiental, etc., que beneficiaría al desarrollo industrial y a la población en general.

1.2. DESCRIPCION DEL PROCESO DE LA FABRICA

La elaboración de bebidas gaseosas comprende los siguientes procesos fundamentales: lavado, embotellado, transporte y almacenamiento; complementados a su vez con procesos auxiliares como: tratamiento de agua, elaboración de jarabe, producción de frío, vapor, etc. A continuación se describirá brevemente el proceso general sin precisar detalles, porque el objeto es únicamente el dar una idea del mismo.

Los envases vacíos provenientes del consumidor, almacenados previamente en las cajas de 24 unidades entran al desencajonador donde automáticamente son extraídos de los cajones y depositados en una banda transportadora que los lleva hasta la mesa de carga de la lavadora; las cajas vacías por otro transportador son llevadas hasta el encajonador. El ciclo de lavado empieza cuando las botellas automáticamente entran a la mesa de carga y por medio de un sistema de dedos y guías de deslizamiento son introducidas en los bolsillos autocentrantes dentro de los cuales se realiza todo el proceso de lavado. Según como las botellas van entrando a la máquina, por la parte superior de esta se efectúa un prelavado por medio de una batería de rociadores que utiliza agua con restos cáusticos provenientes de los enjuagues finales; este prelavado tiene como finalidad eliminar la suciedad gruesa y basura suelta que se adhieren a las botellas, disminuyendo así la degradación del cáustico en los baños subsiguientes; luego las botellas pasan sobre una superficie de chapa calentada por la solución cáustica del tanque de inmersión con cierta temperatura evitando así el choque térmico.

Después de la etapa de prelavado las botellas antes de pasar al tanque principal se sumergen en un tanque de - presoda el que a su salida posee rociadores alimentados por una bomba centrífuga que toma el agua de un tanque lateral. Una vez que las botellas surgen del baño cáustico son lavadas interior y exteriormente por una batería de rociadores que a su vez la enfrían gradualmente hasta llegar a la temperatura ambiente en la última etapa, finalizando el proceso de lavado con la extracción de las botellas de los bolsillos por mecanismos de salida y depositándolos sobre una cadena transportadora que las conduce hasta la llenadora, pasando previamente por un sitio de inspección de envases vacíos donde se controla si las botellas han sido bien lavadas; si se detecta alguna suciedad regresan en una cadena transportadora a la mesa de carga para ser lavadas nuevamente.

Todo el proceso de lavado se realiza en una sola máquina, la lavadora 2T.32 Iguazú; el cáustico, agua y vapor - necesarios llegan a la lavadora por tuberías y mediante bombas desde los lugares donde se producen o almacenan estos componentes.

Para el proceso de embotellado se utilizan las siguientes máquinas: proporcionador, enfriador, saturador y llenadora, se requiere agua pura, jarabe, anhídrido carbónico, aire comprimido y frío. Estos componentes llegan a la sala de embotellado por tuberías y mediante bombas.

El jarabe elaborado a base de concentrados y azúcar sometida a un tratamiento de purificación se almacena en un tanque

desde el cual se envía mediante una bomba centrífuga al proporcionador, donde se mezcla con agua pura procedente del tratamiento de agua en las proporciones adecuadas, de allí la solución pasa al enfriador en el que se baja la temperatura para añadir anhídrido carbónico en el saturador desde el cual sale la bebida elaborada para ser depositada en los envases limpios procedentes de la lavadora en cantidades que dependen del volumen del envase que se va a llenar.

En la llenadora se envasa automáticamente la bebida y se coloca la tapa de seguridad para salir al encajonamiento, mediante una cadena transportadora, pasando previamente por inspector de envases llenos, quien retira de la cadena transportadora todas las botellas que no reúnen las condiciones para su venta al público. En esta línea no se contempla la instalación de un encajonador automático por ser muy costoso y por reemplazar en su trabajo a cuatro personas que encajonan manualmente el producto que es almacenado para la venta al público.

1.3 CARACTERISTICAS TECNICAS Y CAPACIDAD DE EQUIPOS.

Las características técnicas de las máquinas que se instalarán fueron suministradas por Coca Cola de Colombia, Crown-Cola e Ingaoro, especificándose como características eléctricas únicamente la potencia de los motores en H.P. (Caballos de Fuerza) y la tensión de operación de 440 voltios, que es igual para todos los motores.

A continuación se describen además de las características eléctricas otras que pueden ser necesarias para el diseño - tales como la altura de las máquinas, acometidas de tuberías, etc.

LAVADORA 2Y-32 IGUAZU

Tanques 32 bolsillos de ancho	2
Golpes por minuto	12.5
Velocidad	40 b.p.m.
Caballos caldera requeridos	60 B.H.P.
Tiempo de remojo	9.2 min.
Consumo de agua en los enjuagues finales	45 G.p.h.
Altura mesa de cargue	900 ± 100 mm
Altura de acometidas	
Vapor	305 mts.
Agua	1,5 mts.
Dimensiones exteriores:	
Largo	14,453 mts.
Alto	2,915 mts.
Ancho	4,804 mts.

Características de los equipos eléctricos:

Cantidad	Tipo	Voltaje	Potencia (HP)
1	Motor de mando principal	440 Volts.	20
1	Motobomba	" "	20
1	Motobomba	" "	15
1	Motobomba	" "	10
1	Motobomba	" "	5,5
1	Motor reductor	" "	2

Potencia total 72.5 HP.

El tablero eléctrico se encuentra localizado en la mesa de descarga a una altura de 2 mts. en la parte central. Los motores y sus sistemas de control vienen interconectados.

LLENADORA SUB-40-10

Dimensiones exteriores:

Largo	2.489 mts.
Alto	2.448 mts.
Ancho	2,237 mts.
Diámetro	1,886 mts.

Características de los equipos eléctricos:

Cantidad	Tipo	Voltaje	Potencia
1	Motor de mando principal	440 Volts.	5.5 HP.
1	Motor reductor tolva	440 Volts.	0.5 HP.

SUBTOTAL: 6.0 HP.

Acometida eléctrica H 2.0 mts.

PROPORCIONADOR

Dimensiones exteriores:

Largo	1.6 mts.
Ancho	0.790 mts.

Dispone de una motobomba de 5.5 HP. La acometida eléctrica h 1.5 mts.

SATURADOR SURE CARB-ST

Dimensiones exteriores:

Largo	1.220 mts.
Ancho	0.760 mts.

Dispone de una bomba centrífuga de 1.0 HP.

ENFRIADOR DE AMONIACO 6 LA

Dimensiones exteriores:

Largo	3.050 mts.
Ancho	0.760 mts.

Tiene un circuito de comando con un motor de 0.5 HP.

TRANSPORTADOR DE BOTELLAS

Son comandados por 16 motoredutores de 1 HP de potencia cada uno.

No traen arrancadores y se debe prever una acometida individual para cada uno.

TRANSPORTADOR DE CAJAS

Utiliza 5 motoredutores de una potencia de 2 HP cada uno, 440 Vol_{tios}. No traen arrancadores y se debe prever una acometida individual para cada uno.

DESECAJONADORA

Dimensiones exteriores:

Largo	5.410 mts.
Ancho	3.105 mts.

Cuenta con un motor de 3HP.

TANQUE DE JARABE TERMINADO

Tiene un motoreductor de 6 HP.

Diámetro	1.880 mts.
Altura más apoyos	2.380 mts.

TANQUE DE COCIMIENTO

Tiene un motoreductor de 3HP

Diámetro	2.100 mts.
Alto	3.300 mts.

BOMBA CENTRIFUGA

Potencia 5 HP.

Capacidad 20.000 Lts/hora.

FILTRO PRENSA

Tiene una bomba centrífuga de 12,5 HP.

Largo 1.90 mts.

Ancho 0.81 mts.

Alto 0,05 mts.

COMPRESOR DE AMONIACO

Largo 1.70 mts.

Ancho 1.20 mts.

Tiene dos motores eléctricos de 60 HP. cada uno y su respectivo tablero eléctrico completo.

SUBTOTAL 120 HP.

CONDENSADOR EVAPORATIVO

Tiene dos motores de 10 HP cada uno y una bomba de 1.5 HP.

COMPRESOR DE AIRE

Largo 1.65 mts.

Alto 1.30 mts.

Diámetro 0.55 mts.

Acometida eléctrica h 1.10

CALDERA DISTRAL

1 Motor de 1HP 440 Volts.

CALDERA YORK-SHIPLEY

1 Motor de 2HP, 440 Volts.

TANQUE DE ALMACENAMIENTO ACPM

Diámetro 1.50 mts.
Longitud 3.65 mts.
1 Motobomba de una potencia de 1HP.

TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE SODA

Alto 0.50 mts.
Largo 0.90 mts.
1 Motobomba de 1HP de potencia, 440 Volts.

TANQUES DE CONDENSADO

Se utilizarán dos que se encuentran en la línea actual. 1 Motobomba, 440 voltios 4 HP. y otra Motobomba de las mismas características.

TRATAMIENTO DE AGUA

- Floculador

1 Motoreductor de 1HP, 440 voltios.

- Dosificador de alumbre

1 Motoreductor de 1/3 de HP; 440 voltios.

- Dosificador de Cloro

1 Motoreductor de 1/3 de HP, 440 voltios.

- Dosificador de Cal

1 Motoreductor de 1/2 HP, 440 voltios.

- Bomba de Impulsión o Circulación

Potencia 5.5 HP.

- Bomba de Contralavado

Potencia 5.5 HP.

No tiene arrancadores individuales, traen un tablero de control para todos los motores.

1.4 DEMANDA DE ENERGIA.- FACTOR DE DEMANDA

Algunos conceptos necesarios para determinar la demanda de energía y el factor de demanda se señalan en el Apéndice No. 1, en el Capítulo VI.

Para el caso de la instalación de INGAORO se supone que la carga total conectada se energiza simultáneamente en períodos de tiempo bastante grandes como el período de tiempo de operación normal de la planta de diez horas diarias; por tanto el factor de demanda es igual a la unidad y los cálculos para el diseño se harán en base a esta consideración, lo que dará como resultado un sobredimensionamiento en el calibre de los conductores favoreciendo la confiabilidad lo que para el presente caso significará un incremento en las ganancias.

La demanda de energía pueda establecerse en un período de tiempo durante el cual la demanda permanezca constante. La máxima demanda se tiene al momento de arranque de los motores en el que la corriente aumenta notablemente, pero en un intervalo de tiempo corto durante el cual no se compromete la integridad de los conductores; además en el diseño se prevé el incremento de cierto porcentaje en la capacidad de conducción por efectos del arranque. Los cálculos no podrían basarse en estas condiciones que no son las normales de operación de las máquinas y además son momentáneas.

Si el factor de demanda es igual a la unidad, la máxima demanda es igual a la relación continua de carga que puede ser establecida en base a los datos característicos de las placas de cada máquina. El período de tiempo sobre el cual se promedia la demanda es una hora.

EQUIPOS	POTEN- CIA HP	COS.	% EFC.	KW.	KVA.	I AMP.
Lavadora	20	0.89	89	16.76	18.84	24.72
	20	0.83	91	16.40	19.75	25.92
	15	0.87	89	12.57	14.45	18.96
	10	0.80	95	7.85	9.82	13.06
	5.5	0.88	85	4.83	5.49	7.19
	2	0.84	75	1.99	2.37	3.10
	72.5	0.85	90	60.40	70.72	92.95
Saturador	10	0.90	84	8.89	9.87	12.93
Proporcionador	5.5	0.89	86	4.77	5.36	7.9
Llenadora	5.5	0.85	88	4.66	5.49	7.19
	0.5	0.75	76	0.66	0.88	1.16
Transportador de botellas	15	0.74	80	13.99	18.90	24.75
Transportador de cajas	10	0.80	87	8.57	10.72	14.04
Desencajonador	3	0.82	0.81	2.73	3.33	4.36
Compresor de aire	10	0.80	90	7.5	9.86	13.67
Compresor NH3 # 1	60	0.87	84	53.29	61.25	80.23
Compresor NH3 # 2	60	0.87	84	53.29	61.25	80.23
Condensador evaporativo	21.5	0.87	80	20.05	23.04	30.19
Tanque de jarabe	6	0.85	82.5	5.42	6.38	8.36
Tanque de cocimiento	3	0.70	82.5	2.71	3.88	5.08
Bomba centrífuga	5	0.88	82.5	4.52	5.14	6.73
Filtro prensa	12.5	0.89	82.5	11.30	12.7	16.64
Calderos	3	0.74	75	2.97	4.02	5.28
Tanque de soda	1	0.74	75	0.99	1.34	1.76
Tanque de almacenamiento	1	0.74	75	0.99	1.34	1.76
Tanque de condensado	8.0	0.85	75	7.96	9.36	12.28
Tratamiento de agua	14	0.74	75	13.93	18.82	24.65
Bombas de absorción	6	0.88	82.5	5.43	6.17	8.08
Acondicionador de aire	30	0.8	75	30	37.50	49.13
	363	0.84	0.83	325.02	387.32	500.78
KVAR = 387.32x0.54				<u>81.26</u>	<u>96.83</u>	
KVAR = 210.15				406.28	484.15	
				=====	=====	

$$\text{HP} = 363$$

$$\cos \theta = 0.84$$

$$\% \text{Ef.} = 83$$

$$\text{KW} = 325.02 + 81.26 = 406.28$$

$$\text{KVA} = 387.32 + 96.83 = 484.15$$

La demanda determinada corresponde al suministro a la tensión de 440 voltios.

Para alumbrado, tomacorrientes, salidas especiales que operan a 220/110 voltios se establecerá la demanda en base a los resultados del diseño que se obtenga más adelante y factores de demanda típicos que pueden establecerse para tales servicios.

El suministro de energía será cubierto por la Empresa Eléctrica El Oro desde una línea de alta tensión que cruza a unos 500 metros de la fábrica. Se ha previsto la instalación de un transformador trifásico para el suministro de energía a 440/254 voltios para la nueva planta; y un banco trifásico para el suministro a 220/827 para la planta actual, para alumbrado y tomacorrientes de la nueva planta.

La demanda máxima se determina para especificar la capacidad de los transformadores, interruptores, conductores para alta y baja tensión.

1.5 POTENCIA REACTIVA.- FACTOR DE POTENCIA

Las expresiones de potencia aparente, activa, reactiva definidas en el Apéndice Nro. 1 se pueden representar geoméricamente mediante los lados de un triángulo conocido como triángulo de potencias.

En aplicaciones industriales que se trabaja con cargas inductivas la corriente se retrasa a la tensión como se indica en la fig.1 la corriente se descompone en dos componentes una activa en fase con la tensión V y una reactiva en cuadratura con V.

El producto de la tensión por la corriente nos da:

P Tensión x Componente activa de la corriente (En fase) $P=VI \cos \theta$

Q Tensión x Componente reactiva de la corriente (Cuadratura) $Q=VI \sin \theta$

S Tensión X Corriente.

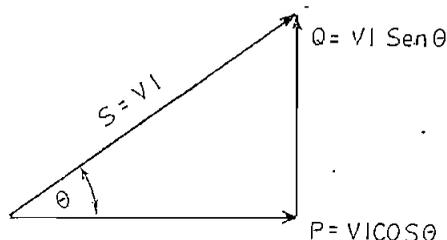


Fig. 1

La potencia reactiva es la componente de magnetización de la potencia requerida por un circuito, necesaria para establecer el flujo magnético requerido por el circuito y generalmente es referida como los Volt-Amperes de magnetización.

Factor de Potencia. - Es la relación de la potencia activa a la potencia aparente. La expresión factor de potencia se emplea para designar la potencia de que se dispone realmente a la que hubiese podido disponerse si la tensión y la corriente estuviesen idealmente en fase.

$$\cos \theta = \frac{\text{Potencia activa}}{\text{Potencia aparente.}}$$

Cuando el ángulo de fase difiere de la condición ideal origina uno o varios de los siguientes factores adversos:

- 1.- Se incrementan los valores de la corriente.
- 2.- La capacidad de corriente de los aparatos y conductores para que funcionen normalmente deberá incrementarse.
3. Se incrementa la caída de tensión.
- 4.- Las pérdidas I^2R son mayores.
- 5.- La energía producida y transmitida se incrementa porque se incrementan las pérdidas.

Los factores de potencia bajos se deben primordialmente a la presencia de las componentes retrasadas de la corriente empleadas en la magnetización de los campos necesarios en los diversos equipos y en los campos magnéticos propios de los motores de inducción, transformadores, bobinas de reactancia, reguladores de inducción, relojes eléctricos, electroimanes, etc., que consumen corriente de excitación para establecer los campos magnéticos necesarios para su funcionamiento. En el caso de los transformadores y motores de inducción el valor de la corriente de excitación es independiente de la carga mientras la tensión permanezca constante.

Especialmente en el caso de los motores el factor de potencia se reduce considerablemente al descender la carga, por tanto un medio eficaz para evitar factores de potencia bajos es la instalación de motores con la potencia adecuada para la carga que sirve. Se puede mejorar el factor de potencia global de una instalación reemplazando los motores que funcionan descargados por otros que trabajen a plena carga nominal. Los motores de inducción de alta velocidad trabajan como factores -

de potencia más elevados que los motores de pequeña velocidad y de la misma potencia.

Consecuencias de un bajo factor de potencia.

- 1) Una corriente mayor que la nominal produce una mayor caída de tensión y por tanto una disminución de la tensión aplicada.
- 2) La intensidad de iluminación disminuye.
- 3) Los motores de inducción bajan un poco su velocidad (mayor deslizamiento) y consumen más corriente para desarrollar la misma potencia.
- 4) Una corriente mayor origina un aumento de las pérdidas I^2R en los conductores y devanados de las máquinas.
- 5) El rendimiento en conjunto disminuye porque la mayor parte del consumo se traduce en pérdidas.
- 6) La temperatura de los conductores aumenta y la vida de su aislamiento disminuye.
- 7) El factor de seguridad de contactos, interruptores, disyuntores, disminuye y puede excederse de su capacidad nominal.

Ventajas de la corrección del factor de potencia.

- 1.- Facilita el suministro a la tensión nominal.
- 2.- Mejora la regulación de tensión.
- 3.- Disminuye las pérdidas en los circuitos y cables alimentadores.
- 4.- Disminuye las pérdidas en los transformadores.
- 5.- Permite la obtención de la potencia nominal en los transformadores y alternadores.
- 6.- Disminuye la facturación de fuerza si existe una penalidad por factor de potencia bajo.

CAPITULO II.- DISEÑO DEL SISTEMA DE FUERZA

2.1.- SISTEMA DE ILUMINACION

Entre otros métodos que se tiene para el cálculo de iluminación se puede citar el método punto por punto y el método de los Lúmenes; el primero como su nombre lo indica requiere el cálculo de niveles de iluminación específicos en ciertos puntos, precisión que no se requiere en el presente caso.

Para los cálculos de este diseño se ha escogido el método de los Lúmenes que es más directo y de fácil aplicación resultando más adecuado.

A continuación se resumen los pasos a seguir con el método de los Lúmenes. (1)

1.- Nivel de Iluminación

Una de las más importantes consideraciones en el diseño para obtener una buena visibilidad en un ambiente iluminado es el nivel de iluminación. Los requerimientos para una buena iluminación varían con las condiciones del medio ambiente, contraste de colores o de brillo y de acuerdo a la naturaleza de las actividades que se desarrollen.

En base a experiencias y estudios efectuados por industrias especializadas en iluminación o sociedades de Ingenieros se han formulado recomendaciones de los niveles de iluminación de los más variados lugares donde se desarrolla la actividad humana; estas recomendaciones representan los valores mínimos para una buena práctica

acorde con las exigencias actuales, pero si es preciso mayor confort se pueden estimar valores más altos. Las recomendaciones de los niveles de iluminación pueden ser consultadas en cualquier reporte, catálogo o manual de iluminación.

2.- Seleccionar el Tipo de Luminaria

Esta selección generalmente se hace en base a las características técnicas que pueden obtenerse en catálogos de los fabricantes.

3. Determinar el Coeficiente de Utilización

El coeficiente de utilización es la relación de los lúmenes que inciden y el total de lúmenes generados por la lámpara.

El coeficiente de utilización se determina en base al índice del local y las reflectancias del cielo y paredes del local que se quiere iluminar.

Índice de locales es un número que expresa la relación existente entre las dimensiones del local y puede ser calculado con la siguiente ecuación:

$$IL = \frac{5 H (Largo + Ancho)}{(Largo \times Ancho)} \quad 2.1.1$$

IL = Índice de local.

H = Altura de montaje.

En el caso de lámparas empotradas o colocadas directamente bajo el tumbado, la altura de montaje es la distancia - desde la lámpara hasta el plano de trabajo. (El plano de trabajo se considera a 0.75 mts. sobre el piso).

El porcentaje de reflectancia del cielo y paredes depende del tipo de acabado de estos.

Para los diferentes tipos de lámparas se han elaborado tablas de los coeficientes de utilización para los diferentes - valores de índice del local y reflectancias del cielo y paredes; en el presente caso se utilizarán las tablas del Manual de Iluminación de Westinghouse.

En lámparas suspendidas se debe determinar la reflectancia efectiva del cielo, que puede efectuarse de la siguiente manera:

a) Determinar el índice de local del tumbado.- Este valor se calcula con la ecuación 2.1.1 con el valor de H igual a la distancia de la lámpara al tumbado.

b) Determinar la reflectancia efectiva del cielo.- La reflectancia efectiva del tumbado se determina con ayuda de la tabla # 1, donde la reflectancia base es la del tumbado y la reflectancia de paredes es de las paredes que se encuentran bajo la lámpara.

4.- Factor de Pérdidas

El factor de pérdidas es el producto de todos los - - -

factores que contribuyen con pérdidas. Este factor expresa la relación entre el mayor nivel de iluminación que se alcanza - cuando la instalación es nueva y el mínimo nivel de ilumina- ción que se tendrá cuando la instalación necesita una acción correctiva.

Los factores que contribuyen con pérdidas son:

- 1.- Funcionamiento de baliastos.
- 2.- Bajo voltaje en las lámparas.
- 3.- Variación de la reflectancia. (Debido especialmente a plásticos de mala calidad).
- 4.- Defectuosa fabricación de las lámparas.
- 5.- Temperatura ambiente.
- 6.- Degradación luminosa de la lámpara.
- 7.- Lámparas con intercambiador de calor.
- 8.- Disminución luminosa.

5.- Cálculo del Número de Lámparas y Luminarias Requeridas.

El número de lámparas y luminarias requeridas puede calcu- larse por medio de las siguientes relaciones:

$$\# \text{ de lámparas} = \frac{\text{Luxes} \times \text{Area del local}}{\text{Lúmenes} \times \text{lámpara} \times \text{Coef. de Utiliz.} \times \text{Fact. de pérd.}}$$

2.1.2

$$\# \text{ Luminarias} = \frac{\text{Número de lámparas}}{\text{Lámparas por luminaria}}$$

2.1.3

El método descrito anteriormente será ilustrado con un ejemplo:

- - - -

Local a iluminar: Area destinada a Almacén de envases

Dimensiones: Largo 40 mts.

Ancho 15 mts.

Altura 4 mts.

Altura de suspensión de las luminarias

2.5 mts. del techo.

1).- Nivel de iluminación: 100 Luxes.

2).- Tipo de iluminación a utilizarse:

Flourescente 2-T-12 Lamp. 430MA F40CW (+) (1)

Rendimiento lumínico: 3150 Lúmenes/Lámpara.

3).- Coeficiente de utilización:

$$IL = \frac{5 \times 3,25 (30 + 15)}{30 \times 15} = 1.6$$

Reflectancia efectiva del cielo:

$$IL \text{ Cielo} = 1.6 \frac{1.5}{4.0} = 0.6$$

Con una reflectancia de 10% techo y 30% de paredes

C.u = 0,52

4).- Factor de pérdidas:

Funcionamiento de ballastos:	0.95
Bajo voltaje de lámparas	0.98
Variación de reflectancia	1.00
Fallas de fabricación	1.00
Temperatura ambiente	1.00
No hay intercambiador de calor	1.00
Degración luminosa	0.87
Disminución luminosa	0.86
FACTOR DE PERDIDAS (F1)	<u>0.672</u>
	=====

5).- Cálculo del número de lámparas y luminarias requeridas:

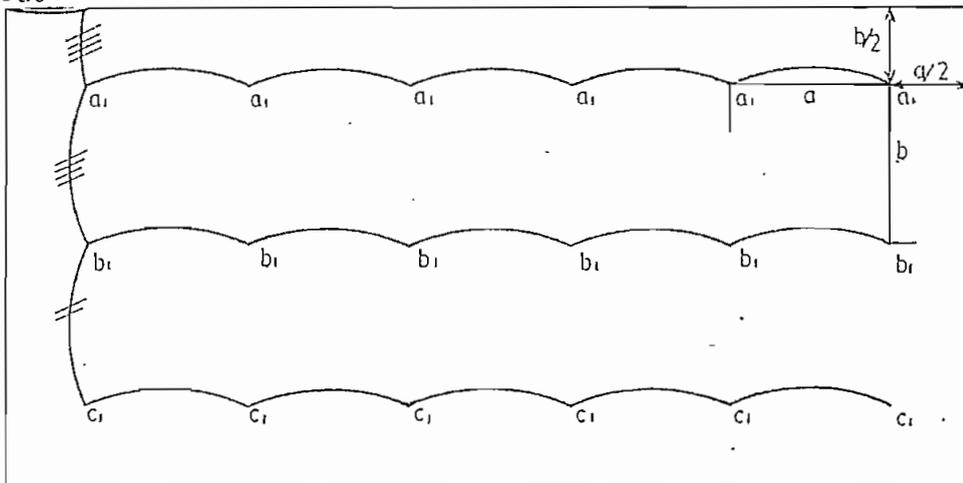
$$\# \text{ Lamp} = \frac{100 \text{ luxes} \times 450 \text{ mts.}^2}{3150 \text{ Lum/Lamp} \times 0.52 \times 0.612}$$

$$\# \text{ Luminarias} = \frac{40 \text{ Lámparas}}{2 \text{ Lámpara/Luminaria}} = 20$$

$$\# \text{ Luminarias} = 20.$$

La distribución de luminarias puede verse en el plano No. 12, en el Capítulo VI.

Sabc



Para las restantes áreas a iluminar se emplea el mismo procedimiento de cálculo y a continuación se indican los resultados. Los datos necesarios para los cálculos se han tomado de Lightnig Hand book de Westinghouse..

# CIRCUITO LOCAL	DIMENSIONES	TIPO DE LUMINARIA	RENDIMIENTO LUM/LAMP.	NIVEL DE ILUM. LUXES	C.U.	F.L.	#LAMP.	#LUM	a/b.
1 Almacén de envases	30x15x4	F40CW	3150	100	0.52	0.672	40	18	5.00 5.00
2 Lavado	20x15x3.25	F40CW	3150	100	0.60	0.672	24	12	5.00 5.00
3a) Tanques y calderos	17.5x5.5x3.25	F40CW	3150	100	0.45	0.672	10	6	3.75 2.92
3b) S/E	7.5x5.5x3.25	F40CW	3150	100	0.34	0.672	6	3	2.75 2.50
3c) Compresores NH3	5.0x5.5x3.25	F40CW	3150	100	0.39	0.672	4	2	2.50 2.75
4a) Embotellamiento	15x9.5x3.00	F40T10/CW/99	3150	200	0.51	0.672	26	15	3.17 3.00
4b) Jarabas	11.25x9.5x3.00	F40T10/CW/99	3150	200	0.51	0.672	20	10	3.10 3.00
4c) Control de calidad	3.75x3.75x3.00	F40T10/CW/99	3150	200	0.51	0.672	3	2	3.5 3.5
4d) Producción	3.75x3.75x.300	F40T10/CW/99	3150	200	0.51	0.672	3	2	
4e) TALLER	5x5x3.25	F40CW	3150	100	0.40	0.672	6	4	
4f) BODEGA	5.675x3.25	F40CW	3150	100	0.40	0.672	6	3	
5) JARABE	15x15x3.25	F40CW	3150	100	0.51	0.672	16	8	
6) ALMACEN	45x15x3.25	F40CW	3150	100	0.52	0.672	50	24	5.00 5.00

ILUMINACION EXTERIOR

Para la iluminación de la parte exterior de la fábrica se utilizará lámparas de sodio alta presión, caracterizadas por su luz de color amarillo que resulta adecuada en este caso para obtener la armonización de color con la luz de la avenida advacente a la parte frontal de la fábrica por donde exista intenso tráfico vehicular.

Con este tipo de lámparas se puede lograr altos niveles de iluminación sin aumentar la potencia consumida en relación a otro tipo de lámparas; tienen un rendimiento lumínico de 100 a 130 lúmenes por Wattio y una vida media comprendida entre 12.000 y 16.000 horas.

El tipo de luminarias a utilizarse es la C250s50 (1) que tiene una potencia de 250 wattios y su instalación resulta sencilla.

El control de toda la iluminación exterior será automático mediante una fotocélula y relés para el control de todo el conjunto.

001754

2.2. CALCULO DE ALIMENTADORES

La sección de los alimentadores se puede calcular considerando su capacidad térmica y la caída de tensión en régimen normal y de arranque. Los alimentadores serán de una sección suficiente para que la caída de tensión total desde el tablero de distribución al punto donde se verifique las conexiones no exceda de un 2%.

Los conductores para alimentadores de motores deberán tener una capacidad de transporte de corriente no inferior al 125% de la corriente a plena carga del motor más grande, más la suma de todas las corrientes a plena carga de los demás motores que el alimentador abastece.

Resistencia del Conductor y Caída de Tensión. - La resistencia de 1 metro milímetro cuadrado de hilo de cobre comercial (Un conductor que posea una sección transversal de 1 mm^2 , se calcula usualmente de 0.017 a 0.018 Ohm. a 24° C.)(2). La resistencia de cualquier cobre comercial será:

$$R = \frac{0.0177 \times l \text{ mts} \times I}{S \text{ mm}^2} + \text{Ohms} \quad 2.2.1$$

R = Resistencia del conductor de cobre

l = Longitud del conductor expresada en metros.

I = Corriente que circulará por el conductor.

S = Sección transversal del conductor expresada en mm^2 .

La reactancia de un circuito de corriente alterna depende del tamaño del conductor, separación entre conductores, - - -

disposición, frecuencia de la corriente y presencia o ausencia de materiales magnéticos tales como ductos o tubos de acero.

Para un conductor de dimensiones determinadas se pueda reducir la reactancia colocándolo en ductos o tubos no magnéticos.

Su efecto en la regulación de tensión en los circuitos de corriente alterna largos o de gran potencia es frecuentemente mayor que el efecto de caída de tensión debida a la resistencia - que se tomará en cuenta al proyectar tales circuitos.

En este caso la caída de tensión por reactancia es despreciable pero es considerada.

La caída de tensión por efecto de la resistencia propia de los conductores y considerando su reactancia puede ser calculado en base a la siguiente ecuación:

$$\Delta V = I (R \cos \theta + X \sin \theta) \quad 2.2.2.$$

ΔV = Caída de tensión.

I = Corriente nominal.

R = Resistencia de conductor.

X = Reactancia del conductor.

El calibre de los conductores para alimentadores se determina en base a la carga que se va a servir, la caída de tensión desde el tablero hasta el punto de conexión, temperatura ambiente,

las recomendaciones respecto a la capacidad de conducción señaladas anteriormente.

Los alimentadores se han diseñado bajo un concepto técnico-económico, este concepto ha hecho agrupar motores de potencia similares para ser servidos desde un mismo alimentador principal, consiguiéndose de esta manera economía en la protección al corto circuito ya que con un interruptor se da protección a un grupo de motores a la vez lo que permite, si los motores son de características similares y un número no elevado alta sensibilidad.

En el diagrama unifilar en el Capítulo VI, Plano No. 3, los alimentadores necesarios para la operación de la nueva planta y de reserva que se ha creído necesario dejar para ampliaciones futuras de la fábrica: además las barras de los tableros de distribución tendrán capacidad suficiente que permitan sin modificación de los tableros el montaje de otros interruptores si es necesario.

Los resultados del Cálculo puede verse en el cuadro No. 2 que se adjunta a continuación.

CUADRO NO. 2
DATOS CARACTERISTICOS DE LOS ALIMENTADORES

No.		LONGITUD MTS.	POTENCIA HP.	POTENCIA KVA.	CORRIENTE AMP.	CAPAC. THW.	CALIBRE AWG.	No. DE CONDUC.	V VOTTS.	PROTEC.	
1	LLENADORA PROPORCIONADOR ENFRIADOR	40 44									
			12	11.73	16.25	45	8-10	3-1	3.9	0.8%	30 A
2	COMPRESOR DE AIRE SATURADOR	50	20	19.86	26.26	45	8-10	3-1	7.88	1.7%	50
3	TRANSPORTADOR JUNTO A LA LLENADORA	35	8	10.8	13.2	45	8-10	3-1	2.77 3.53	0.6% 0.8%	30 A
4	TRANSPORTADOR JUNTO A LA DESECAJONADORA	15	11	12.66	16.56	45	8-10	3-1	1.50 1.91	0.33%	30 A
5	TRANSPORTADOR JUNTO A LA ENCAJONADORA	25	8	9.33	12.20	45	8-10	3-1	1.83 2.34	0.4% 0.5	30 A
6	LAVADORA	36	72.5	70.72	92.95	115	2-6	3-1	3.074	0.6	200 Amp.
7	COMPRESOR NH3	14	120	122.30	160.45	115	2-6	3-1	2.062		300 Amp.
8	CONDENSADOR EVAP.	30	21.5	23.04	30.19	45	8-10	3-1	5.44	1.2%	50 "
9	TRATAMIENTO DE AGUA	45	14.33	18.82	24.65	115	12-6	3-1	2.03	0.4%	50 "
10	TANQUES Y CALDEROS	25	11	16.06	17.56	45	8-10	3-1	2.63	0.5%	30 "
11	SALA DE JARABE	65	14	15.40	20.17	45	8-10	3-1	7.43	1.6%	30 "
12	FILTRO PRENSA	65	12.5	12.10	16.66	45	8-10	3-1	6.5	1.4	30 "
13	AIRE ACONDICIONADO	50	30	37.50	49.13	115	2-6	3-1	4.51	1%	100 "
14	RESERVAS										

2.3. SISTEMA DE DISTRIBUCION INTERNA

Conociendo el número de alimentadores y sus características, es conveniente señalar su trayectoria desde el centro de distribución hasta los puntos de conexión. La presencia de agentes que puedan afectar la integridad de los conductores, y las exigencias de las normas de seguridad de mantener una distancia mínima de cierto equipo hacen que la trayectoria de los conductores no sean arbitrarias.

Considerando que en esta fábrica será prácticamente imposible mantener los pisos secos y el ambiente sin excesiva humedad resulta conveniente que todos los alimentadores hagan su recorrido principal en una bandeja portacable que tendrá como trayectoria la del plano No. 4, Capítulo VI. Desde la bandeja portacable se bajarán los conductores que alimentarán a las máquinas con ayuda de accesorios y tubería flexible (BX) y conduit del tipo pesado.

La bandeja portacable será fabricada con perfiles metálicos y cerrada con chapa de acero en sus tres lados y con tela metálica en la parte superior para evitar que penetren los insectos al recinto de los conductores y facilitar la disipación de calor; su fijación en las cerchas del techo se hará con platinas de hierro.

Se ha previsto que el interior de la bandeja además de alojar los conductores tendrá la holgura suficiente que permita trabajar con facilidad en caso de mantenimiento o ampliaciones de las instalaciones; las dimensiones de su sección transversal se ha establecido en base al número de conductores que se alojarán en su interior y al grosor de cada uno de ellos incluido el aislamiento.

Para evitar los efectos de la humedad constante del medio ambiente los conductores que se utilizarán serán tipo THW con aislamiento termoplástico que tiene como características resistencia a la humedad, resistencia al calor y retardo a la llama.

Centros de distribución: el conjunto de dispositivos de control y protección de los alimentadores se agruparán en tableros desde los cuales se comandará la operación de la fábrica.

El control de los alimentadores que operarán a la tensión de 440 Voltios se hará desde un tablero principal de las siguientes características: metálico, a prueba de salpicadura, tipo autosoportable, puertas de acceso frontal y lateral, accionamiento de los dispositivos de control desde el exterior.

El control de los alimentadores que operarán a la tensión de 220 Voltios se hará desde un tablero auxiliar de las siguientes características: metálico, a prueba de salpicadura, tipo mural, puerta de acceso frontal.

2.4 SISTEMA DE CONTROL Y PROTECCIONES

La protección de los alimentadores se lo hará por medio de un interruptor termomagnético del tipo caja moldeada, el cual deberá tener una relación continua de corriente no menor al 125% de la corriente a plena carga del alimentador; el interruptor servirá para protección de cortocircuito y sobrecarga, pudiéndose utilizarlo

también como switch desconectador.

El conjunto de alimentadores agrupados en los tableros será protegido con un interruptor principal el que comandará todas las instalaciones alimentadas desde ese tablero.

Las especificaciones técnicas se harán en base a las características de operación y el cálculo de la corriente de cortocircuito que puede efectuarse mediante un procedimiento simplificado - presentado en los reportes 114-116, patrocinados por el comité de aparatos de protección de AIEE. Este método ha sido encontrado satisfactorio y su uso se está generalizando con un método simplificado de aproximación en el cálculo de la magnitud de las corrientes de falla; sin embargo pueden utilizarse métodos más rigurosos según se requiera.

El nuevo método se basa en la determinación de un valor inicial de la corriente simétrica RMS (Componente ac) al cual se lo multiplica por cierto factor según el propósito de aplicación.

El procedimiento para calcular la corriente de cortocircuito en interruptores de corte y relés es el siguiente:

1.- Determinar el valor más alto de la corriente simétrica para un tipo de fallas; este valor es: $I_{cc} = \frac{E}{X_L}$

2.- El valor obtenido anteriormente se multiplica por un valor propio de la tabla 2.4.1.

3.- El resultado es la corriente momentánea de interrupción

- - - -

y puede ser utilizada para seleccionar el interruptor de corte.

El factor de la tabla 2.4.1 representa la relación entre la corriente rms total en el instante de separación del contacto y el valor inicial de la corriente rms simétrica inicial.

- I_{cc} Corriente de cortocircuito.
- E Voltaje línea neutro.
- X Reactancia de secuencia positiva vista desde el punto de falla incluyendo la reactancia trasiente o subtrasiente de las máquinas.

En este caso, la longitud de la línea de subtransmisión es pequeña, se puede considerar una barra infinita en el lado de 13.8 KV. estando la corriente únicamente limitada por la impedancia de transformador que se supone del 4% en base a los 500 KVA y considerando como contribución al cortocircuito toda la carga de los motores.

$$V_B = 440 \text{ Volts.}$$

$$E = 1.0 \text{ p.u.}$$

$$KVA_B = 500 \text{ KVA}$$

$$X1 = 0.04 \text{ p.u.}$$

$$I_B = \frac{500 \times 1000}{\sqrt{3} \times 440} = 656.08 \text{ Amperios}$$

$$I_{cc} = \frac{E}{X1}$$

$$I_{cc} = \frac{1.0}{0.04} = 25 \text{ p.u.}$$

$$I_{cc} = 25 \times 656.08 = 16.402.08 \text{ Amperios}$$

$$I_{rms} = 16.402.08 \times 1.25 = 20.502.56 \text{ Amperios.}$$

Los interruptores a instalar serán del tipo caja moldeada, 600 Volts a.c.; 60 Hz; 3 polos; capacidad de ruptura de 22.000 Amperios

simétricos. La capacidad continua de corriente del interruptor que protege los alimentadores de las máquinas será 1.200 Amperios, y la del interruptor que protege los alimentadores para alumbrado 400 - Amperios. En ambos casos los valores especificados son mayores que los necesarios ya que en caso de ampliación de las instalaciones - se dispondría de capacidad suficiente.

Control y protección de motores

Los dispositivos para control y protección de los motores que se instalarán son de características diferentes, por tanto es conveniente plantear un esquema básico de los circuitos de control y protección aplicable a la mayor parte de motores.

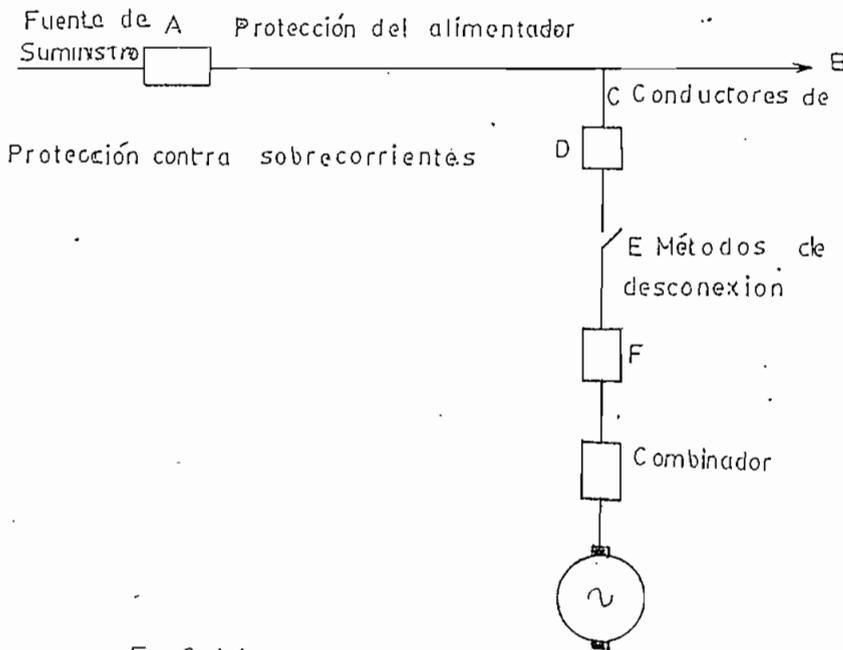


Fig 2 4 1

En este esquema constan las correspondientes partes del alimentador y el equipo necesario para control y protección.

A continuación se explica cada uno de los componentes del esquema.

A.- Protección del alimentador contra excesos de corriente.- Cuando el alimentador sirve a un grupo de motores, el valor de la protección se establece en base a la corriente a plena carga del motor de mayor potencia más la suma de las corrientes a plena carga de los restantes motores.

B.- Conductores para los alimentadores de motores.- En general deberán tener una capacidad de transporte de corriente no inferior al 125% de la corriente a plena carga del motor; cuando el alimentador abastece a varios motores esta capacidad será del 125% de la corriente a plena carga, más la suma de las corrientes a plena carga de los demás motores.

C.- Conductores de circuitos derivados para motores.
(Igual que B).

D.- Protección contra excesos de corriente de los circuitos derivados para motores.- Las normas indican que la máxima corriente permitida depende del tipo, sistema de arranque e intensidad a rotor bloqueado de los motores. Esta protección deberá soportar la corriente de arranque.

E.- Métodos de desconexión.- Cada motor debe tener un contactor o mecanismo desconectador de una capacidad de corriente no inferior al 125% de la corriente señalada en la placa del motor; deberá ser conectado de tal manera que desconecte todos los conductores no puestos a tierra.

F.- Dispositivo de sobrecorriente del motor en marcha.

Este dispositivo de protección debe ser puesto fuera del sistema durante el arranque, si los fusibles o interruptores automáticos de tiempo retardado son ajustados o regulados a no más del 400% de la corriente a plena carga.

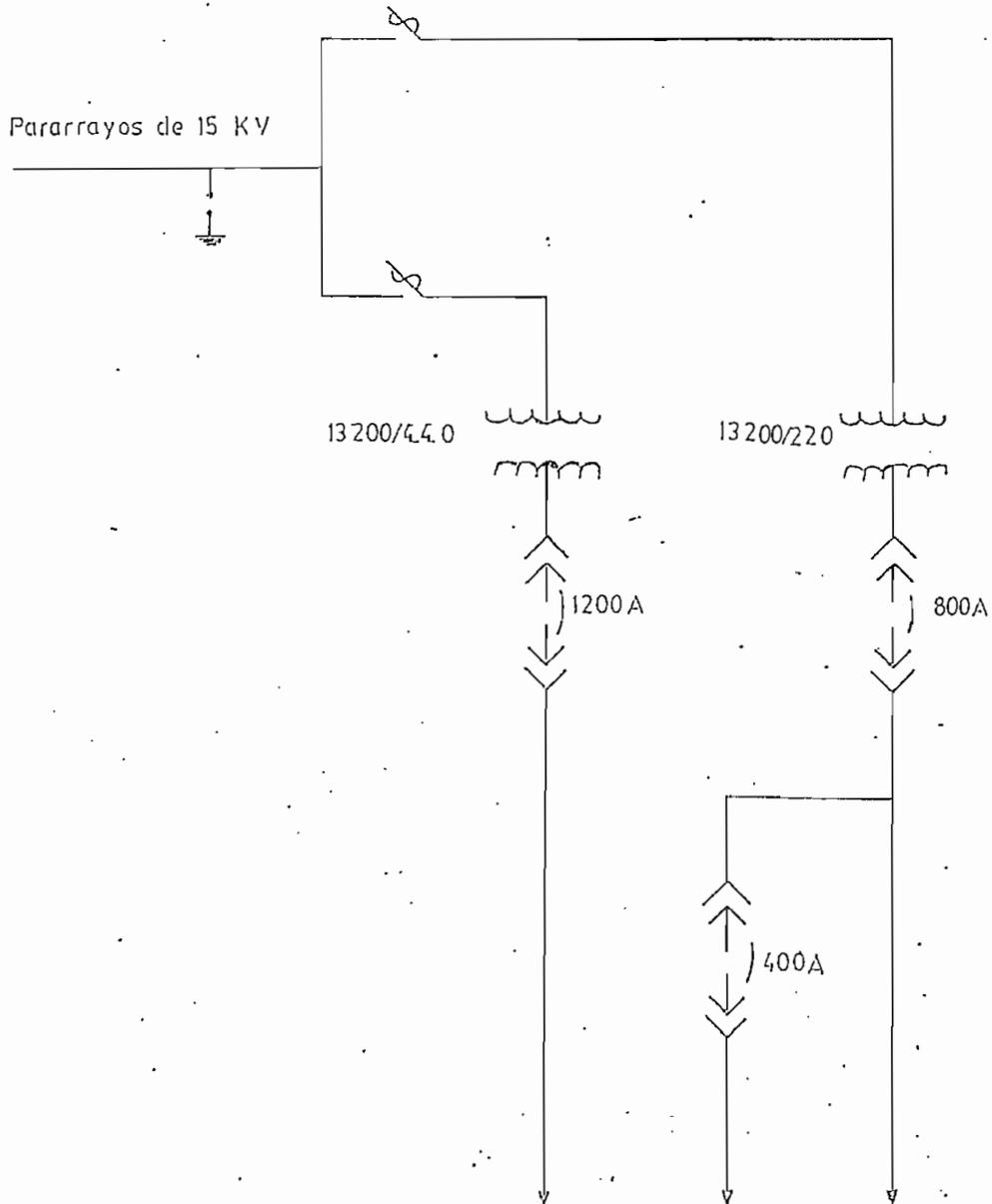
Dependiendo del tipo, tamaño y diversas aplicaciones - que puedan tener los motores se pueden prever además protecciones - que actúen desconectando el motor cuando se produzcan sobrecargas - en servicio permanente, arranque o frenado demasiado prolongados, frecuencia de maniobras demasiado alta, falta de una fase, tensiones - inadmisibles, rotor bloqueado, temperatura del medio ambiente demasiado elevada, obstaculización del flujo del medio refrigerante, etc. Para ello los dispositivos de protección como relés que actúen en alguno de estos casos deberá actuar también en otros; por ejemplo un relé diseñado para operar en caso de excesiva sobrecarga podrá también actuar cuando se produzca una falla en las bobinas.

Para el caso de INGAORO los motores de los transportadores vienen desprovistos del equipo de control y protección, dando oportunidad a que pueda planificarse su control individual o por grupos basándose en el aspecto funcional de la planta, ya que los motores se encuentran diseminados en algunos casos será conveniente su control individual y en otros por grupos.

La selección de los dispositivos de control y protección se hace en base a las características propias de cada motor y algunos de los criterios expresados anteriormente; por ejemplo el tamaño de los contactores en base a los Hp, los térmicos y fusibles en base a la corriente a plena carga.

SUBESTACION

DIAGRAMA UNIFILAR



2.5 DISEÑO DE LA SUBESTACION

El diagrama unifilar muestra el esquema de la subestación de distribución que servirá al sistema IngaOro.

Mediante una derivación de la línea de subtransmisión a 13.8 KV que atraviesa a 500 metros de la fábrica, se efectúa la acometida en alta tensión a la subestación; esta acometida está construida con el conductor ACCR # 4 AWG y según las normas de distribución de Inacel.

Como protección del equipo, en alta tensión se colocará en la estructura terminal pararrayos y seccionadores fusibles; los pararrayos protegen contra las sobretensiones que se pudiesen originar en la línea de alta tensión; los seccionadores fusibles además de dar protección de cortocircuitos en alta tensión sirven como mecanismo de desconexión en alta tensión.

Desde la estructura terminal mediante una acometida subterránea se llevará la energía hasta la cámara de transformadores; el equipo y materiales para la acometida subterránea serán aislados para 15KV.

Para dar servicio a la nueva planta se ha previsto una acometida independiente que sirve a la planta actual, lo que dará autonomía en el funcionamiento de cada una.

El equipo de transformadores está compuesto por:

- Un transformador trifásico para suministro de energía a la tensión de 440 Voltios.

- Un banco de tres transformadores monofásicos para suministro de energía a 220 Voltios.

La conexión de las bobinas del transformador trifásico será Δ en lado primario para evitar corrientes de tercera armónica y Y_0 en el secundario para detección de fallas a tierra.

Los transformadores serán sumergidos en aceite, autoenfriados, con derivaciones de $\pm 5\%$ en pasos de 2.5% .

La capacidad del transformador trifásico para servicio de la nueva planta se ha determinado en base a la demanda de carga establecida en 1.2 que sumada a la cantidad prevista como reserva-arranque asciende a 480 KVA., por lo que se concluye que la capacidad mínima admisible del nuevo transformador es 500 KVA.

El banco existente de tres transformadores monofásicos de 75 KVA cada uno verá incrementada su carga ya que proveerá de energía para los servicios de alumbrado, tomacorrientes, salidas especiales de la nueva planta. La demanda de carga de la planta actual se estima en 150KVA que con el incremento antes indicado alcanzaría a 200KVA que puede ser abastecida por el banco trifásico de transformadores.

En el local asignado para la subestación se deberá instalar los transformadores y tableros, lo que obliga a buscar un mejor aprovechamiento del espacio disponible para ofrecer comodidad en caso de mantenimiento o reparaciones y al mismo tiempo seguridad al personal que trabaje allí.

El área donde se instalarán los transformadores es cerrada en sus tres lados con paredes de bloque, el cuarto lado se lo hará con una malla de alambre conectada a tierra, con una puerta de acceso que deberá permanecer siempre cerrada.

El objetivo de tener la cámara de transformadores completamente cerrada es evitar posibles accidentes por contacto accidental de personas u objetos con partes energizadas de los transformadores y la protección física de estos.

Para las acometidas subterráneas de alta tensión se utilizará conductores de cobre aislados para 15 KV. calibre # 4 AWG, de una capacidad de conducción de corriente mayor que la necesaria; ya que no existe en el comercio conductores aislados para 15 KV. de secciones inferiores a la del # 4 AWG.

Para su conexión en los seccionadores fusible instalados la estructura terminal de la acometida aérea, se emplearán cajas terminales de alta tensión tipo interperie, y para la conexión en los bushings de alta tensión de los transformadores se empleará cajas terminales de alta tensión tipo interior.

Los conductores que van desde los bushings de baja tensión del transformador trifásico hasta el tablero principal deberán tener una capacidad de conducción de corriente de 650 Amperios por fase, para ello se podrá emplear varios conductores por fase que en conjunto den una capacidad equivalente a la indicada anteriormente.

La mínima capacidad de conducción de los conductores que van desde los bushing de baja tensión de los transformadores del ban-

co trifásico hasta el tablero auxiliar de la nueva fábrica es de 80 Amperios, pudiéndose emplear un conductor # 2 AWG.

Todos los conductores de baja tensión deberán ser aislados para 600 Voltios e irán alojados en ductos subterráneos dentro de la subestación.

2.6 SISTEMA DE EMERGENCIA

Cuando el servicio eléctrico continuo no es confiable es conveniente que las instalaciones industriales dispongan de un sistema de emergencia para la generación de energía porque la suspensión del servicio eléctrico representa pérdidas para las industrias por la paralización de su producción, e inclusive en algunos casos se incrementan por el deterioro de materias primas.

Una de las razones por las cuales algunas industrias prescinden de este tipo de instalaciones es por el alto costo del Kw-H producido, más alto que el costo del Kw-H adquirido a la empresa de suministro.

Cuando falle el suministro normal en la fábrica IngaOro la producción se paraliza, las pérdidas que se obtengan dependerán del tiempo que la fábrica se paraliza; la instalación de un sistema de emergencia se presenta como una alternativa que podrá ser adoptada cuando las circunstancias lo exijan.

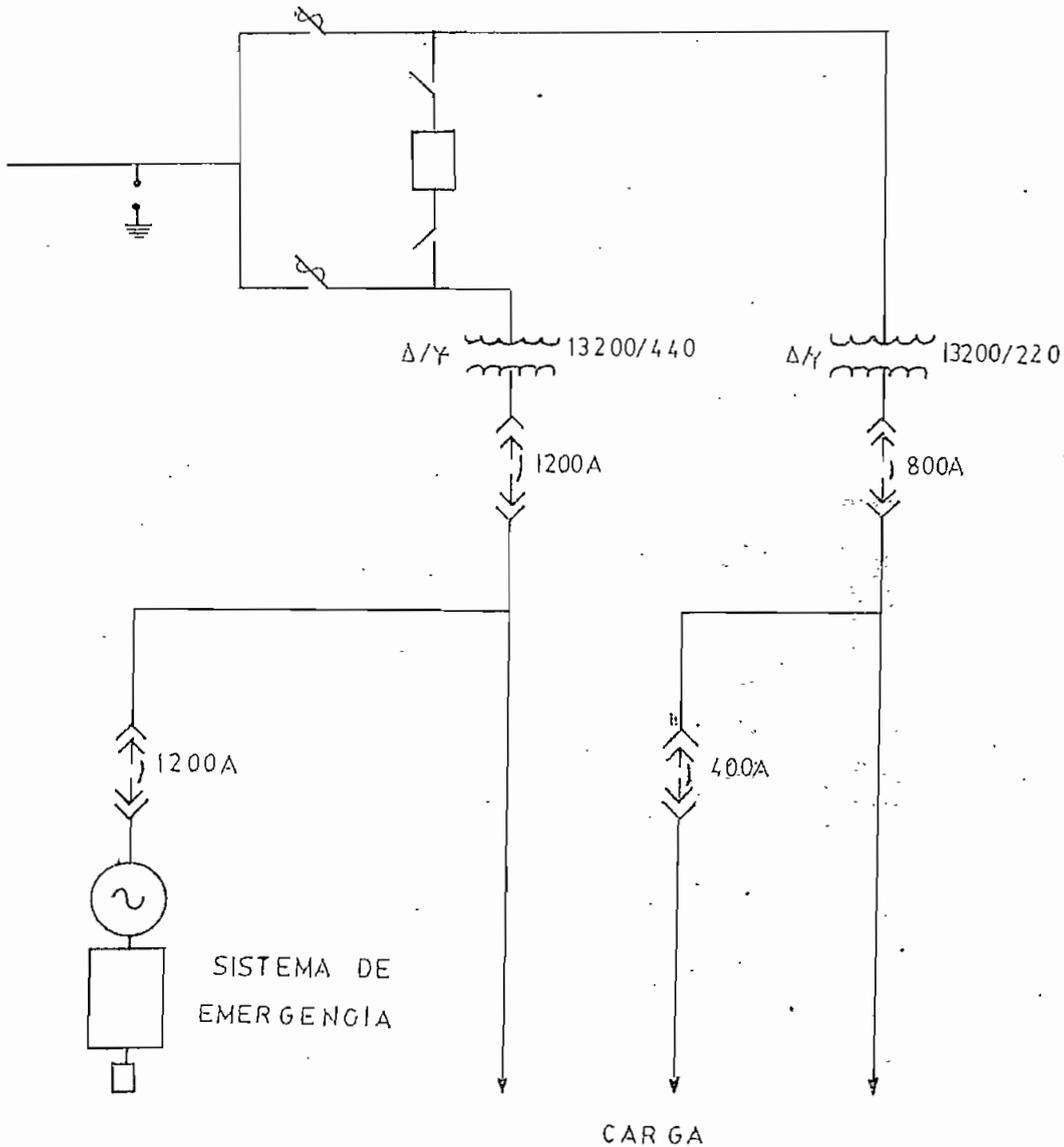
Entre las diferentes alternativas de generación de - - -

- - - -
energía eléctrica, la térmica resulta adecuada en este caso; esta requiere una inversión inicial baja y gastos de operación y mantenimiento altos en comparación con otras alternativas. Como este tipo de generación utiliza como combustibles productos derivados del petróleo, y considerando su continuo escalamiento en los precios, el costo por KW-H también se incrementa ya que el costo del combustible incide directamente en los costos de producción de un KW-H. Este factor también influirá aunque en menor medida en el costo de producción de un KW-H de la empresa de suministro.

El sistema de emergencia estará formado por un grupo motor generador de una capacidad de generación de 500KW, suficiente para satisfacer la demanda de la fábrica; menor capacidad obligaría a sobrecargar al grupo, mayor capacidad producirá la rápida formación de depósitos de carbón en el motor.

El sistema IngaOro para suministro normal tiene dos tensiones de operación 220/127 y 440/254 Voltios y frecuencia 60Hz; resultando adecuado que el sistema de emergencia tenga como tensión de generación 440 Voltios, y frecuencia 60Hz porque la mayor parte de carga conectada trabaja a esta tensión. Para su acoplamiento con toda la carga se podrán utilizar las instalaciones de la subestación previstas para un suministro normal instalando un interruptor en alta tensión para conectar entre sí las acometidas individuales en alta tensión como puede verse en el diagrama unifilar de la fig. 2.6. El contador de energía para suministro normal deberá ser instalado en alta tensión antes de los seccionadores, a fin de que con la apertura de estos para la desconexión de las instalaciones de la fábrica de la red de suministro, el contador de energía no registre, cuando funcione el sistema de emergencia.

De acuerdo a los procesos que se desarrollan en esta fábrica no se requiere transferencia automática de carga del suministro normal a l de emergencia; la transferencia de carga podrá hacerse manualmente por la apertura o cierre de interruptores o seccionadores según el caso lo requiera



Este diagrama unifilar muestra la instalación completa del sistema de fuerza para IngaOro incluido el sistema de emergencia para la generación de energía.

El grupo motor-generador deberá ser acoplado mecánicamente por el fabricante y montado sobre una plataforma metálica de tal forma que permita una fácil instalación: deberán ser además "tropicalizados", por las condiciones que van a operar: temperaturas ambiente elevadas.

Por efectos del ruido, el grupo termoeléctrico será instalado en un local convenientemente ubicado de tal forma que el ruido no moleste y la conexión con las instalaciones de la fábrica se facilite; este local en su construcción tendrá características similares al de la subestación.

Mediante una acomerida subterránea se llevará la energía desde la casa de máquinas hasta los centros de distribución localizados en la subestación.

Para control del sistema de emergencia deberá disponerse de un tablero que contenga el equipo de medición de Tensión, Corriente, Frecuencia y los Kilovats producidos: y de un interruptor para conectar o desconectar la carga del sistema de emergencia.

CAPITULO III.- ESPECIFICACIONES TECNICAS

Todos los materiales y equipos que se adquirieran serán nuevos, libres de desperfectos y los mejores que se encuentren - disponibles para el objeto, considerando su resistencia, durabilidad y adaptabilidad.

Los equipos y materiales detallados en la lista siguiente serán suministrados cumpliendo las especificaciones técnicas adjuntas.

SECCION	M A T E R I A L
A	Conductores
B	Transformadores y equipo de protección
C	Accesorios para acometida en alta tensión
D	Tableros y equipo de control
E	Bandejas, ductos y accesorios para los sistemas de fuerza e iluminación
F	Equipo para iluminación
G	Accesorios para puesta a tierra
H	Sistema de emergencia

SECCION A : CONDUCTORES

REGLON	DESCRIPCION	CANTIDAD Y UNIDAD.	PRECIO
A-1	Conductor de cobre semiduro, cableado siete hilos, calibre # 4 AWG, aislado para 15 KV.	300 mts.	
A-2	Conductor de cobre calibre 2/0 AWG, cableado 19 hilos, aislado para 600 voltios con aislamiento THW.	150 mts.	
A-3	Conductor de cobre calibre # 2 AWG, cableado 7 hilos, aislado para 600 voltios con aislamiento THW.	500 mts.	
A-4	Conductor de cobre calibre # 8 AWG, cableado 7 hilos, aislado para 600 voltios con aislamiento THW.	1500 mts.	
A-5	Conductor de cobre calibre # 10 AWG, sólido, aislado para 600 voltios con aislamiento THW.	1500 mts.	
A-6	Conductor de cobre calibre # 12 AWG, sólido aislado para 600 voltios con aislamiento THW.	1500 mts.	
A-7	Conductor de cobre semiduro cableado. 7 hilos calibre 1/0 AWG desnudo.		

SECCION B : TRANSFORMADORES Y EQUIPO DE PROTECCION

REGLON	DESCRIPCION	CANTIDAD Y UNIDAD	PRECIO
B-1	Transformador monofásico de-75 KVA, tipo convencional.	3	
B-2	Transformador trifásico de 500KVA, tipo convencional.	1	
B 3	Pararrayos clase distribución de 10Kv.	1	
B-4	Seccionador fusible tipo abierto, para abrir con carga 15 Kv.	1	
B-5	Tira-fusible de 50 Amp. tipo K apropia do para los portafusibles del renglón B-4	12	
B-6	Tira-fusible de 30 Amp. tipo K apropia- do para los portafusibles del renglón B-4.	12	

SECCION C: ACCESORIOS Y MATERIALES PARA LA ACOMETIDA EN
ALTA TENSION.

RENCLON	DESCRIPCION	CANTIDAD Y UNIDAD	PRECIO
C-1	Cajas terminales de alta tensión tipo interperie para 15Kv.	6	
C-2	Cajas terminales unipolares de alta tensión tipo interior para 15 Kv.	6	
C-3	Tubo de acero galvanizado de 4" de diámetro y de 6 mts. de longitud.	2	
C-4	Abrazaderas con perno para fijación doble.	2	
C-5	Abrazadera para fijación de bastidor doble.	10	
C-6	Pie de amigo angular para cruceta en volado.	2	
C-7	Perno espárrago rosca corrida .	10	
C-8	Cruceta de madera para disposición en volado estructura tipo RV.	2	

SECCION D : TABLEROS Y EQUIPO DE CONTROL

REGLON	DESCRIPCION	CANTIDAD Y UNIDAD	PRECIO
D-1	Tablero metálico tipo autosoportado, con puertas de acceso frontal y lateral, construido con plancha laminada de 1/16" y ángulo en L de 1 1/2 x 3/16", pintado con dos bases anticorrosivas gris y acabado con esmalte gris martillado. Estará formado por dos cuerpos.	1	
D-2	Tablero metálico tipo mural con puerta de acceso frontal construido con plancha laminada de 1/16" pintado con dos bases anticorrosivas gris y acabado con esmalte gris martillado.	1	
D-3	Interrupor principal automático de accionamiento frontal, capacidad continua 1200 Amp. trifásico, 600 Voltios y 22000 Amperios simétricos de capacidad de ruptura.	1	
D-4	Interrupor magnetotérmico, de accionamiento frontal, capacidad continua 400 Amperios; trifásico, tensión de operación 600 voltios, capacidad de ruptura 22000 Amperios simétricos.	1	

REGLON	DESCRIPCION	CANTIDAD Y UNIDAD	PRECIO
D-5	Interruptor magnetotérmico de 300 Amp. corriente nominal, disparo ajustable, tensión de operación 480 voltios.	1	
D-6	Interruptor magnetotérmico de 200 Amp. de corriente nominal, disparo fijo 480 voltios de tensión nominal.	1	
D-7	Interruptor magnetotérmico de 100 Amp. de corriente nominal, disparo fijo 480 voltios de tensión nominal.	1	
D-8	Interruptor similar al del renglón D-7 pero de 50 Amperios de corriente nominal.	3	
D-9	Interruptor similar al del renglón D-7 pero de 30 Amperios de corriente nominal.	10	
D-10	Interruptor magnetotérmico de 50 Amp. de corriente nominal, disparo fijo 220 voltios de tensión nominal.	3	
D-11	Interruptor similar al del renglón D-10 pero de 30 Amperios de corriente nominal.	10	
D-12	Voltímetro electromagnético escala 0-500 Voltios.	1	

REGLON	DESCRIPCION	CANTIDAD Y UNIDAD	PRECIO
D-13	Conmutador de voltímetro	1	
D-14	Amperímetros electromagnético es- cala 0- 1500 Amperios	3	
D-15	Medidor de Cos.θ	1	
D-16	Transformador de corriente tipo ventana de relación 1500: 5.	3	
D-17	Platina de cobre de 76x8 mm.	15 mts.	
D-18	Platina de cobre de 25x6 mm.	5 mts.	
D-19	Aisladores portabarras	12 .	

SECCION E : BANDEJAS, DUCTOS Y ACCESORIOS PARA LOS SISTEMAS DE ILUMINACION Y FUERZA.

REGLON	DESCRIPCION	CANTIDAD Y UNIDAD	PRECIO
E-1	Bandeja portacable construída con perfiles metálicos de 1 1/2x3/16" forrada en sus tres lados con plancha laminada de 1/16", el cuarto lado será cerrado con tela metálica, tendrá una sección transversal rectangular de 0.15x0.25 mts.	66 mts.	
E-2	Tubería conduit rígida de 1/2" de diámetro EMT suministrada en tubo de 3 Mts.	150	
E-3	Tubería conduit rígida de 3/4" de diámetro EMT suministrada en tubos de 3 Mts.	50	
E-4	Tubería conduit rígida de 2" de diámetro EMT suministrada en tubos de 3mts.	15	
E-5	Conectores para tubería conduit de 1/2" de diámetro.	260	
E-6	Conectores para tubería conduit de 3/4" de diámetro.	60	
E-7	Conectores para tubería conduit de 2" de diámetro.	12	
E-8	Uniones para tubería conduit de 1/2" de diámetro.	160	
E-9	Uniones para tubería conduit de 3/4" de diámetro.	50	

REGLON	DESCRIPCION	CANTIDAD Y UNIDAD	PRECIO
E-10	Uniones para tubería conduit de 2" .	6	
E-11	Tubería flexible con cubierta plástica de 1/2" de diámetro.	120 mts.	
E-12	Conectores para tubería flexible de 1/2" de diámetro.	50	
E-13	Tubería flexible con cubierta plástica de 3/4" de diámetro.	20 mts.	
E-14	Conectores para tubería flexible de 3/4" de pulgada de diámetro.	10	
E-15	Tubería flexible de plástico corrugado de 1/2" de diámetro.		
E-16	Caja octogonal metálica rígida, galvanizada de 4x4x1 1/2".	100	
E-17	Tapas galvanizadas para caja octogonal especificada en el renglón E-16.	100	
E-18	Caja rectangular metálica rígida, galvanizada de 4x2x1 1/2".	30	
E-19	Interruptores simples empotrables de 10 Amp. 220 Volts. para utilizar en cajas especificadas en el renglón E-18 deberán ser a prueba de agua.	6	

REGLON	DESCRIPCION	CANTIDAD Y UNIDAD	PRECIO
E-20	Interruptores dobles empotrables de características similares a los especificados en el renglón E-19.	4	
E-21	Interruptor triple de 10 Amp. 220 Voltios empotrable para utilizar en las cajas especificadas en el renglón E-18.	4	
E-22	Enchufes dobles empotrables en las cajas especificadas en el renglón E-18 20 Amp. 220 Voltios, serán a prueba de agua.	30	
E-23	Enchufe trifásico con toma a tierra 220 Voltios, a prueba de agua.	3	

SECCION F : EQUIPO DE ILUMINACION

RENGLON	DESCRIPCION	CANTIDAD Y UNIDAD	PRECIO
F-1	<p>Luminaria completa, tipo de iluminación directa 2-T12 48", arranque automático rápido. estará compuesta de dos lámparas fluorescentes de 40 Watts cada una.</p> <p>Estas luminarias serán suspendidas del techo mediante cadenas.</p>	75	
F-2	<p>Luminaria similar a la especificada en el renglón F-1, pero esta será para empotrar en cielo falso.</p>	32	
F-3	<p>Lámpara de sodio de 400 Watts, serán suministradas con todos los dispositivos necesarios para el arranque.</p>	8	
F-4	<p>Fotocélula eléctrica.</p>	1	

SECCION G : ACCESORIOS PARA EL SISTEMA DE TIERRAS

REGLON	DESCRIPCION	CANTIDAD Y UNIDAD	PRECIO
G-1	Conductor de cobre cableado 7 hilos, desnudo semiduro, calibre 1/0 Awg.	215 mts.	
G-2	Conductor de cobre cableado 7 hilos, desnudo, semiduro, calibre 6 AWG.	50 mts.	
G-3	Varilla de copperweld de 5/8" de diámetro por 8' de longitud con su respectivo conector para conexión de la varilla a conducto 1/0 AWG.	6	
G-4	Conector de cobre en T, principal conductor 1/0 AWG derivación # 6AWG.	30	
G-5	Conector de cobre para conexión de conductor 6 AWG a perfil de hierro plano de 3/8 de espesor.	30	

SECCION H : SISTEMA DE EMERGENCIA

REGLON	DESCRIPCION	CANTIDAD Y UNIDAD	PRECIO
H-1	Un grupo termoeléctrico compuesto por un <u>mo</u> tor y un generador acoplados, montados en una plataforma.	1	
H-2	Tablero metálico tipo mural, deberá alojar en su interior el interruptor principal y el equipo de medición de Tensión, Corriente, Frecuencia y los Kw-Hora.	1	
H-2	Interruptor principal de apertura en aire <u>ti</u> po caja moldeada, 1200 Amp. de capacidad <u>con</u> tinua y 22000 Amperios simétricos de capacidad de ruptura.	1	
H-3	Interruptor de apertura en aceite, tensión <u>no</u> minal de operación 13200 Voltios.	1	
H-4	Voltímetro electromagnético de escala 0-500 <u>-</u> Voltios.	1	
H-5	Conmutador para Voltímetro .	1	
H-6	Amperímetro electromagnético escala 0 - 1500 <u>Amperios</u> ,	1	
H-7	Transformador de corriente tipo ventana de <u>re</u> lación 1500: 5.	1	
H-8	Frecuencímetro de lengüete escala 55-60 Hz.	1	

ESPECIFICACIONES TECNICAS

Estas especificaciones técnicas tienen por objeto establecer las características generales y particulares que deben satisfacer los materiales y equipos que se adquirieran.

Todos los materiales y equipos en su fabricación y pruebas deberán satisfacer los requerimientos de las normas más recientes, en lo que sean aplicables, que se indican a continuación o de las equivalentes en vigencia en el país de fabricación del equipo o material.

ASTM	American Society for Testing and Materials
IPCEA	Insulated power Cable Engineers Association
ANSI	American National Standard Institute
EI	Edison Electric Institute
IES	Illuminating Engineers Society

ESPECIFICACIONES

3.1 SECCION A : CONDUCTORES RENGLON A-1.

3.1.1 Conductor aislado para alta tensión.

El conductor será monofásico y deberá estar constituido por: el conductor de cobre, una capa de material semiconductor, una capa de material aislante, cinta semiconductor y cinta de apantallamiento.

NORMAS:- Este conductor deberá ser fabricado de acuerdo a las siguientes normas: IPCEA S-61-402; ASTM B231 y ASTM B'1248.

3.1.2 Conductores aislados para baja tensión. Renglones A2-A7

Todos los conductores serán con aislamiento THW para 600 Volts.

NORMAS:- N.E.C. U/L 83, Federal espec. JC30.

3.2. TRANSFORMADORES Y EQUIPO DE PROTECCION

3.2.1 Transformadores monofásicos convencionales.

Monofásico, tipo distribución, sumergidos en aceite, autoenfriados para instalación en la interperia.

Estos transformadores deberán ser suministrados con un bshing en el lado de alta tensión y tres bushing en el lado de baja tensión y conectores universales de Cu-Al.

Valores de Régimen:

Capacidad de régimen continuo	75KVA
Frecuencia	60 Hz.
Tensión primaria	13.2 KV.
Tensión secundaria	120/240
Impedancia en base a los KVA de régimen continuo	2%
Derivaciones	5% en pasos de 2 1/2
Clase de aislamiento en el lado de alta tensión (BIL)	95 KV.

NORMAS:- Las pruebas de los transformadores se ajustarán a los requerimientos de la norma ANSI C-57-12 y NEMA TR-11 y TR-12. Los transformadores se suministrarán completos con los accesorios normales según la norma NEMA TR-2.

3.2.2 Transformador trifásico.- Renglón B-2.

Transformador trifásico, sumergido en aceite, autoenfriado clase OA para instalación a la interperie.

Valores de Régimen:

Capacidad en régimen continuo	500 KVA.
Frecuencia	60 Hz.
Número de fases	3
Tensión nominal primaria	13.2KV.
Tensión nominal secundaria	257/440 V.
Conexión enrollado primario	Delta
Conexión enrollado secundario	Estrella
Clase de aislamiento en alta tensión (BIL)	110 Kv.
Derivaciones	5% en pasos de 2 1/2.

NORMAS:- Las pruebas de los transformadores se ajustarán a las normas: NEMA TR-1 EEI pub. # 55-14.

3.2.3 Equipo de protección.

Renglón B-3.- Los pararrayos serán del tipo válvula, clase distribución, de porcelana procesada en húmedo. Serán suministrados con los accesorios necesarios para montaje en cruceta. Deberán contener un dispositivo de protección para falla interna.

Los pararrayos se ajustarán en sus características eléctricas y pruebas a las normas ANSI y NEMA correspondientes.

Renglón B-4.- Los seccionadores fusibles deberán ser para uso a la interperie, del tipo abierto cut-out, servicio pesado, completos con

los cartuchos para fusibles y con los accesorios para el montaje en crucera de madera.

3.3 SECCION C.- ACCESORIOS Y MATERIALES PARA ACOMETIDA EN ALTA TENSION.

Las cajas terminalas de alta tensión tendrán un diafragma que da hermeticidad al conjunto realizando el sellado sobre la cubierta del cable, el deflector o trompeta guía-flujo metálico será prefabricado y permanecerá sólidamente unido al cuerpo de la caja terminal; será suministrada llena de pasta aislante inalterable con el tiempo. El terminal de conexión exterior y el conector de compresión serán de Cu-Al.

NORMAS: Las cajas terminales de alta tensión se realizarán según las normas NEMA correspondientes (UNE 20001 Europeas).

3.3.2 C-4 a C-7.

Los herrajes serán de acero de calidad estructural y sus características deberán responder a las especificaciones ASTM A7-61 T. serán galvanizados en caliente.

NORMAS:- Materiales de fabricación nacional. Normas de Distribución de INECEL

3.4 TABLEROS Y EQUIPO DE CONTROL

3.4.1 Renglón D-1.

El panel de control será metálico a prueba de salpicadura, -

autosoportante, con acceso frontal y lateral, estará formado por dos compartimientos independientes acoplados sólidamente entre sí; en uno de los lados y en la parte inferior se ubicará el interruptor principal de las características que se detallan más adelante, en la parte superior se ubicará el equipo de medición compuesto de: transformadores tipo ventana un voltímetro con conmutador, un medidor de factor de potencia y tres amperímetros, uno para cada fase.

El otro compartimiento ubicado junto al anterior servirá de base a las barras de distribución en las que se conectarán los interruptores que en número de 16 y de las capacidades que se detallan en los renglones D-5 a D-9, servirán como protección de los alimentadores.

El tablero será trifásico debiendo tener además de las tres barras para las fases, una barra para la conexión de neutros y tierra; las barras para las fases serán de cobre de una sección transversal rectangular para una capacidad mínima de 1200 Amperios a régimen normal continuo con una sobre-elevación máxima de temperatura de 55°C sobre una temperatura media de 30°C. La barra de neutro y tierra será de cobre y podrá ser de sección inferior a las de las fases teniendo como límite la sección necesaria para soportar una corriente momentánea de cortocircuito de 20.000 Amperios simétricos.

Renglón D-2

Este tablero deberá alojar en su interior a cuatro barras de cobre, tres para las fases y una para el neutro. La capacidad de las barras será como mínimo 225 Amperios con una capacidad en cortocircuito

de corto tiempo de 10.000 Amperios. Las barras estarán dispuestas en forma tal que el interruptor principal corte el suministro de energía a las barras de distribución.

Este tablero será adecuado para instalar el interruptor principal especificado en el renglón D-4, 12 interruptores para la protección de los alimentadores y una reserva para instalar cuatro interruptores más en el futuro.

3.4.3 Interruptor principal. Renglón D-3.

Este interruptor es de apertura en aire, tipo caja moldeada y de las siguientes características:

Tensión nominal	600 Voltios
Frecuencia	60 Hz.
Número de fases	3
Relé de sobrecorriente	Selectivo
Conectores	Cu AL 2 por fase

NORMAS:- NEMA standars pub. ABI-1950

NEMA standars 46-109.

3.4.4 Interruptores para protección de alimentadores.- Renglones D-4 a D-11.

Los interruptores serán del tipo caja moldeada, insertables en las barras del tablero metálico especificados en los renglones D-1 y D-2; además de las características especificadas en cada renglón tendrán las siguientes:

Número de fases	3
Frecuencia	60 Hz.
Operación	Manual
Conectores	Cu-Al tipo universal

NORMAS:- NEMA standar pub. AB1-1950.

3.4.5 Transformadores de corriente

Transformadores de corriente de 5 Amperios nominales en el secundario, clase de aislamiento 600 Volts.

Clase de precisión	1.2%
Carga según ANSI	B05
Relación de transformación	1.500:5

3.5 SECCION E: BANDEJA, DUCTOS Y ACCESORIOS PARA LOS SISTEMAS DE ILUMINACION Y FUERZA.

3.5.1 Bandeja portacable - Renglón E-1.

La bandeja portacable tendrá una sección transversal de 15x25 cm., deberá ser suministrada en tramos no inferiores a 4 mts. de longitud. Las sujeciones de la bandeja a la cercha o viga del techo deberán ser suministradas conjuntamente con la bandeja. En el plano de detalles se muestra una sugerencia para la construcción.

3.5.2 Tubería conduit rígida.- Renglones E-2 a E-4.

La tubería conduit será rígida tipo EMT (Electric Metallic Tube

sizes labeled by underwriters laboratories (Inc.) y de los diámetros que se especifican en cada renglón.

Renglones E-5 a E-18.

Todos los accesorios serán construídos de acuerdo a las normas ANSI 49462/63 Publicación CEF-17.

3.6 SECCION F: EQUIPO DE ILUMINACION

3.6.1 Renglón F-1

La luminaria estará compuesta de un receptáculo para la fijación de dos lámparas flourecentes, el receptáculo deberá estar - provisto de elementos que permitan la sujeción de la luminaria mediante cadenas de alambre al techo; dos lámparas flurecentes de 40 Wattios, 120 Voltios tipo de luz fría; ballastos y arrancadores. La luminaria vendrá completamente alambrada y lista para su instalación.

Renglón F-2

La luminaria será similar a la especificada en F-1 provista además de una luna difusora y los accesorios para ser instalada en potrada en cielo raso.

Renglón F-3.

Las luminarias de sodio se suministrarán con ballastos especiales requeridos incorporados a los circuitos de arranque. La lumi

naria será suministrada con todos los accesorios para su montaje.

NORMAS:- Todo el equipo de iluminación deberá satisfacer los requerimientos de las normas ANSI 1430 y las recomendaciones del IES (Illuminating Engineering Society) Manual.

3.7 SECCION H : SISTEMA DE EMERGENCIA

Renglón H-1

El grupo termoeléctrico deberá tener las siguientes características:

Capacidad continua	500Kw.
Número de fases	3
Frecuencia	60 Hz.
Tensión nominal	440 Voltios.

Renglón H-2

El tablero metálico será a prueba de salpicadura, tipo mural, con puerta de acceso frontal, en su interior deberá alojar al interruptor principal en la parte inferior y al equipo de medición en la parte superior.

Renglón H-3

El interruptor principal deberá tener las siguientes características:

Tensión nominal	600 Voltios
-----------------	-------------

Corriente nominal	1200 Amp.
Capacidad de cortocircuito	22000 Amp.
Número de fases	3
Operación	Manual
Tipo	Caja Moldeada
Relé de sobrecorriente	Selectivo
Conectores	Cu-Al.

Reglón H-8

El interruptor de apertura en aceite tendrá las siguientes características:

Tensión nominal	13800 Voltios
Frecuencia	60 Hz.
Número de fases	3
Corriente nominal	50 Amp.
Clase de aislamiento (BIL)	95 Kv.

CAPITULO IV.- RECOMENDACIONES PARA LA CONSTRUCCION

Entre las diferentes recomendaciones para la construcción de instalaciones eléctricas, procurando la seguridad del personal que trabaja en la fábrica y la protección de los equipos instalados, se han considerado aquellas que puedan ser aplicadas en el presente caso.

4.1 MALLA DE TIERRA

El sistema debe ser puesto a tierra con el objeto de proteger al personal que trabaja en la fábrica de corrientes peligrosas originadas por una falla en el sistema, los tubos y cajas metálicas, armazones de los equipos deberán ser puestos a tierra por medio de un conductor neutro de la menor resistencia posible consiguiendo que estén al mismo potencial de tierra de modo que en caso de falla los dispositivos de protección actúan rápidamente desconectando el circuito respectivo.

La conexión a tierra se hará a una rejilla enterrada de 0.30 a 0.50 metros de la superficie del piso; esta rejilla deberá ser de cobre caracterizado por su buena conductividad y abarcará toda el área de construcción; para evitar descargas accidentales en el exterior del edificio que pudieran sufrir algunas personas por tensiones originadas por fallas, se deberá ampliar la rejilla del sistema de tierras hasta 1.50 mts. del área que ocupa la fábrica.

El procedimiento para el cálculo del sistema de tierras (8) se describe a continuación:

CALCULO DE LA MALLA DE TIERRA

El cálculo del sistema de tierras puede resumirse en los siguientes pasos:

- 1.- Investigación de las características del terreno.
- 2.- Determinación de la corriente máxima de falla a tierra.
3. Diseño preliminar del sistema de tierras.
- 4.- Cálculo de la resistencia del sistema de tierras.
- 5.- Cálculo del máximo aumento de potencial de la malla.
6. Cálculo de las tensiones en el piso exterior.
7. Investigación de los potenciales de transferencia y puntos de mayor peligro.
8. Corrección o refinamiento del diseño preliminar.
9. Construcción del sistema de tierra

Este procedimiento se aplicará para el cálculo del sistema de tierras para la fábrica IngaOro.

1.- Características del terreno.

Resistividad promedio del suelo donde irá enterrada la malla:

$$\rho = 1 \frac{\Omega \cdot m^2}{m}$$

Resistividad promedio del terreno en la superficie.

$$\rho^s = 1000 \frac{\Omega \cdot m^2}{m}$$

2.- Máxima corriente de falla.

El valor de la máxima corriente de falla se determinó en 2.4.

$$I_F = 20502.56 \text{ Amperios.}$$

Este valor deberá corregirse por un factor llamado "factor de decremento", ya que al ocurrir una falla, se origina una corriente transitoria que deberá tomarse en cuenta en su aspecto más desfavorable para la seguridad. La siguiente tabla nos proporciona algunos valores que se encuentran comúnmente en la práctica.

Tiempo de descarga o duración de la falla (T). (Segundos)	Factor de decremento (D)
0.08	1.65
0.10	1.25
0.20	1.12
0.25	1.10
0.30	1.08
0.40	1.05
0.50 o mayor	1.00

Para un tiempo de descarga de 0.40 según el factor de decremento es 1.05.

Aplicando este factor de decremento al valor calculado de corriente nos queda:

$$I_p = 20502.56 \times 1.05 = 21527.37 \text{ Amperios.}$$

Este valor de corriente será en el instante de iniciación de la falla.

3.- Diseño Preliminar.

El diseño preliminar de la rajilla de tierra se hace en base a las siguientes condiciones:

a) Un cable continuo debe rodear totalmente la rajilla para abarcar la mayor área posible debiendo formar un lazo cerrado para evitar puntas de cable sin conectar.

b) Los cables en el interior de la rajilla se colocarán paralelamente a una distancia conveniente, procurando llevarlo cerca de todas las salidas a estructuras, carcasas de motores, neutros, cajas metálicas, etc.

En cada unión entre cables deberá colocarse un conector que asegure una perfecta conexión eléctrica, también en cada unión puede introducirse una varilla de coperwell de 2.50 metros de largo y de alrededor de 15.88 m.m. de diámetro.

c) El diseño preliminar deberá ajustarse de tal modo que la longitud total de los conductores enterrados incluyendo las varillas, sea mayor o igual a la dada en la fórmula siguiente:

$$L = \frac{K_m \times K_i \times \rho \times \sqrt{t} \times I}{165 + 0.25 \rho_s}$$

L, Longitud total del conductor enterrado incluyendo las varillas (en metros).

K_m , coeficiente que toma en cuenta los conductores de la malla en cuanto a números, calibres y disposición.

En casos como este en que la malla no está uniformemente espaciada, se puede encontrar al producto de ($K_m \times K_i$) de acuerdo a la configuración de la malla, debiéndose tomar en cuenta el valor máximo y por lo tanto más desfavorable encontrado en estos diagramas. Para este caso se tiene $K_m \times K_i = 1.83$.

K_i , factor de corrección por irregularidad, para tomar en cuenta la distribución irregular de flujo de corrientes a tierra.

ρ Resistividad promedio del terreno en $\frac{\Omega \cdot m^2}{m}$

ρ_s Resistividad del terreno en la superficie del tipo de tierra que tocan los pies en $\frac{\Omega \cdot m^2}{m}$

I Corriente eficaz máxima que fluirá de la rejilla en conjunto a tierra en Amperios.

t Duración máxima de la descarga en segundos.

$$L = \frac{1.83 \times \sqrt{0.4} \times 1 \times 21527.37}{165 + 0.25 \times 1000} = 59.8 \text{ mts.}$$

La longitud total del conductor enterrado incluido las varillas en el diseño preliminar es de 225 metros mayor que la calculada con la fórmula 4.1.1.

4.- Cálculo de la resistencia del sistema de tierras.-

Se pueda considerar con mucha aproximación toda la malla equivalente a una superficie conductora circular de una área igual a la área cubierta por la malla. Siendo por tanto su radio:

$$r = \sqrt{\frac{A}{\pi}}$$

r, Radio de la lámina circular conductora equivalente en metros.

A, Área total encerrada por la rejilla.

$$r = \sqrt{\frac{900}{\pi}} = 16.93 \text{ mts.}$$

El cálculo de la resistencia de la lámina conductora circular a tierra se efectúa con el empleo de la siguiente fórmula:

$$R = \frac{\rho}{4r} + \frac{\rho}{L}$$

R, Resistencia aproximada de la red a tierra (En ohms).

r, Radio del círculo con una área igual a la de la rejilla diseñada.

L, Longitud del conductor enterrado.

$$R = \frac{1}{4 \times 16.93} + \frac{1}{225} = 0.0192 \Omega$$

$$R = 0.0192 \Omega.$$

5.- Cálculo del máximo aumento de potencial de la malla.

El aumento máximo de potencial de la malla respecto a tierra absoluta se calcula por la fórmula siguiente:

$$E = R I$$

E, Potencial máximo al que llega la malla respecto a tierra (En Volts).

R, Resistencia aproximada de la malla a tierra. (En Ohms)

I, Máxima corriente de falla (En Amperios).

$$E = 0.0192 \Omega \times 21527.37 \text{ A} = 413.33 \text{ Volts.}$$

Si el potencial encontrado en esta forma no excede de la tensión máxima E_d que puede soportar una persona sin sufrir daño alguno el diseño de la red es el de la rejilla a tierra del diseño preliminar.

E_d se puede encontrar con la siguiente fórmula:

$$E_d = \frac{165 + 0.25 \sqrt{t}}{t} \quad E_d = \frac{165 + 0.25 \times 1000}{0.4} = 656.13 \text{ Volts.}$$

Como el valor de E es menor que E_d el diseño preliminar es el diseño definitivo, debiendo proceder a la construcción del sistema de tierras.

Debido a la fuerte humedad del terreno donde se construirá este sistema de tierras las uniones deberán ser soldadas para asegurar una buena conexión y lograr la efectividad del sistema.

Se deberá conectar a la rejilla todas las tuberías y cajas metálicas, bandeja portacable, tableros, estructuras metálicas, carcasas de los motores, etc.

4.2 RECORRIDO DE BANDEJAS, DUCTOS Y TUBERIAS PORTACABLES.

Para la construcción, los planos de recorrido son únicamente una guía para el personal que ejecuta el trabajo; en ciertos casos es preciso modificar las trayectorias establecidos en los planos por la presencia de agentes que puedan afectar la integridad de los conductores intefarencias mecánicas, etc. Estas modificaciones no introducen cambios substanciales en el diseño original, constituyen un complemento del diseño.

Para la elección de la ruta de la bandeja, ductos y tuberías portacable se han considerado los siguientes factores:

Seguridad, facilidad de instalación, flexibilidad para reparación y mantenimiento.

La ruta escogida para la bandeja portacable permitirá una buena ventilación de los conductores alojados en su interior; evi-

- - - - -
tando aproximarse a lugares donde exista excesivo calor o cualquier otro agente que pueda afectar la vida de los conductores. Se ha procurado que la bandeja haga su recorrido principal por lugares donde se encuentra concentrada la carga, facilitando al mismo tiempo la bajada de los conductores hasta los puntos de conexión de las máquinas.

Los alimentadores que se alojarán en la bandeja tendrán trayectorias idénticas hasta determinado punto de la bandeja, por tanto en su interior habrá conductores de características similares, los cuales sino son convenientemente identificados y señalados de acuerdo al circuito al que pertenecen pueden confundirse, debiendo por lo menos identificar las puntas terminales de los conductores y adoptar un código de colores para los circuitos.

Las curvas de la bandeja portacable serán construídas de tal manera que permitan la libre circulación de los conductores en su interior. deberá inspeccionarse que no existan filos o salientes que puedan dañar el aislamiento de los conductores y ocasionar una falla.

En aquellos lugares donde los ductos y tuberías portacable irán ocultos su trayectoria de un punto a otro será lo más directa posible, mientras para los que no irán ocultos se procurará no dañar la estética del local aunque su trayectoria no sea la más corta entre dos puntos.

4.3 INSTALACION DEL EQUIPO ELECTRICO.

La correcta instalación del equipo eléctrico constituye una

- - - - -

garantía para un buen funcionamiento futuro, puede evitar innecesarias salidas fuera de servicio; para esto se deberá adoptar algunas medidas preventivas tendientes a conseguir la operación normal y eficiente del equipo instalado. A continuación se señala algunos aspectos considerados:

a) Tableros:

Los tableros al momento de su recepción deberán ser inspeccionados si durante el transporte fueron golpeados o maltratados; y chequeados si están contruidos de acuerdo con las especificaciones técnicas presentadas. Los interruptores deberán accionarse manualmente para comprobar si sus mecanismos accionan correctamente. Si exista alguna observación deberá comunicarse al suministrador o presentar el reclamo respectivo.

Una vez que los tableros sean montados en sus soportes o bases deberán ser alineados y nivelados correctamente para evitar esfuerzos innecesarios. Para evitar recalentamientos, que algunas protecciones no operan, contactos que no se cierran; se deberá reajustar todos los pernos, terminales, conexiones y remover toda la suciedad acumulada o la formación de óxidos por efecto de la humedad en las superficies metálicas. Si la humedad es excesiva en el interior de los tableros se los someterá a un tratamiento de secado.

Antes de energizar los tableros se deberá revisar las conexiones si están bien hechas.

Para seguridad del personal que operará los tableros principales y los tableros individuales de control y protección de los

motores en caso de que se produzca alguna falla y se origine una corriente peligrosa, todos los tableros serán puestos a tierra.

b) Motores

Para la instalación de los motores eléctricos será necesario una mutua colaboración entre el personal que efectúe el montaje mecánico y el de instalaciones eléctricas, ya que la mayoría de los motores vienen montados en la máquina o el conjunto de que forman parte. Si la instalación se realiza conjuntamente y en la forma correcta se obtendrá como resultado el buen funcionamiento de toda la máquina o conjunto.

Inicialmente se verificará las características eléctricas propias en la placa de cada motor; si algunas no coinciden con las especificadas y pueden afectar al normal funcionamiento o a la vida útil del motor, se deberá reclamar al suministrador o fabricante. De ser necesario se exigirá se efectúen según normas eléctricas las pruebas respectivas que garanticen el correcto funcionamiento bajo las condiciones de operación especificadas.

Se pueda esperar un normal funcionamiento de los motores eléctricos con un 10% del voltaje nominal de los motores; fuera de este límite su operación resulta peligrosa.

Antes de la instalación y para el mantenimiento futuro, es conveniente efectuar las pruebas eléctricas respectivas del equipo a instalar, según normas internacionales para establecer si las características del equipo coinciden con las especificadas por el fabricante.

Si los resultados de las pruebas son satisfactorios se procederá a la instalación del equipo en base a técnicas usuales cuidando que el equipo sea bien alineado para evitar que posteriormente se produzcan vibraciones, cortocircuitos de las bobinas, bloqueo del rotor, etc.

Si el equipo antes de su instalación no fue guardado en locales apropiados es probable que la humedad penetró hasta las bobinas, para detectar su presencia se medirá la resistencia de las bobinas si los valores que se obtengan en diferentes lecturas son bajos se debe a la presencia de la humedad en las bobinas, debiendo someterlas a un proceso de secado hasta evacuar toda la humedad.

Antes de energizar los motores se revisará:

- No exista suciedad.
 - El eje del motor está bien alineado.
 - El rotor gira libremente.
 - Conexión a tierra.
 - Cortocircuitos entre conductores y continuidad a tierra.
 - Las conexiones están bien hechas.
 - La tensión que llega a los terminales de entrada de un motor es aproximadamente igual a la tensión nominal.
- Si el motor debe girar en un determinado sentido, la secuencia de fases es la correcta.

Los tableros que contienen el equipo de control y protección de los motores, aunque son armados y revisados en la fábrica, antes de ser energizados deberán ser chequeados si las conexiones

están bien hechas, los contactos no están oxidados o flojos; en base a los planos eléctricos enviados por el fabricante, se revisará el circuito de control para evitar fallas que impidan el normal funcionamiento.

4.4 SUBESTACION

El local de la subestación deberá construirse con materiales a prueba de fuego como ladrillos o bloques de cemento; el piso o base del local será una estructura de dimensiones adecuadas para que no se produzcan hundimientos. En las paredes laterales se ha previsto ventanas ubicadas en forma tal que permitan una buena circulación de aire en el interior del local. Las puertas de acceso a la subestación y de la cámara de transformadores podrán accionarse desde el interior o desde el exterior.

Además de los ductos necesarios para alojar los conductores se recomienda construir ductos para la evacuación de aceite.

Para la instalación de los transformadores se observarán ciertas previsiones como el instalarlos en un local cerrado para evitar el contacto accidental de personas u objetos con las partes energizadas del transformador. Igual que al resto de equipo los transformadores antes de ser energizados deberán ser chequeados.

Los transformadores se considera como equipo vital para el funcionamiento de la fábrica, deberán chequearse prolijamente ya que de su instalación y su operación a un principio depende en gran parte la vida del equipo.

Los transformadores deberán inspeccionarse interiormente para chequear si las conexiones están bien hechas, la porcelana está rota o resquebrajada y si existen partículas extrañas en el aceite por la presencia de humedad.

También se revisará la posición del cambiador de derivaciones si está ajustada a la tensión nominal requerida.

El equipo de protección de los transformadores deberá ir colocado en la estructura terminal de la acometida aérea de alta tensión.

Para la confección de las puntas terminales en alta tensión y para la conexión en el bushing de alta tensión, se requerirá personal calificado y que tenga experiencia en este tipo de trabajos. De igual manera que para armar las cajas terminales de alta tensión tipo interperie.

CAPITULO V.- MANTENIMIENTO ELECTRICO

5.1. PLAN GENERAL DE MANTENIMIENTO.

Aún cuando un sistema eléctrico ha sido correctamente planificado y los equipos instalados son de buena calidad, las diferentes piezas y mecanismos están sujetos a desgaste o deterioro - desde que los equipos inician su funcionamiento. Este factor junto a la acción perjudicial del medio como polvo, humedad, atmósferas corrosivas, etc., ocasionan desperfectos en los equipos e inclusive su salida de servicio. Es necesario por tanto, adoptar una serie de medidas y precauciones que tiendan a evitar que se produzcan dichos desperfectos.

En algunas oportunidades, el costo de solamente una hora de salida de servicio por un daño inesperado pueda exceder grandemente al costo de inspección y prueba de los equipos; es más práctico gastar una pequeña cantidad de dinero en mantenimiento que gastar en reparaciones de emergencia.

Las inspecciones y pruebas del equipo cada cierto período de tiempo o al cabo de un determinado número de horas de trabajo recomendadas por el fabricante se contemplan en el programa de mantenimiento regular.

Para evitar que el equipo falle por desgaste de piezas debido a posibles deficiencias de materiales o por la acción del medio circundante, especialmente cuando las condiciones de operación son rigurosas, se deba inspeccionar el equipo para tomar alguna acción correctiva oportuna. Estas inspecciones forman parte del mantenimiento preventivo.

Los materiales, especialmente los dieléctricos van perdiendo sus propiedades originales con el transcurso del tiempo.

Los resultados que se obtengan de las pruebas determinarán si los materiales pueden continuar operando o deben ser retirados de servicio.

El mantenimiento regular, el mantenimiento preventivo y la regularidad de pruebas deberán estar contemplados en el programa de mantenimiento: para su ejecución se requerirá disponer de personal calificado y bien entrenado, herramientas y equipo adecuado y la disponibilidad de repuestos. La responsabilidad del mantenimiento deberá ser confiada a una persona quien ejercerá el cargo de jefe de mantenimiento, preferiblemente un ingeniero.

Objetivos del programa de mantenimiento.

- Mantener el equipo en condiciones satisfactorias para una operación segura.
- Tratar de obtener la mayor eficiencia del equipo durante todo el tiempo.
- Reducir al mínimo el tiempo durante el cual la planta se paralice por fallas.
- Aumentar la vida del equipo.
- Acumular la experiencia para evaluar la calidad del equipo.

Para el cumplimiento de las actividades propuestas en el programa de mantenimiento, este deberá desarrollarse ordenadamente en base a un itinerario establecido y en base a la importancia que tiene el equipo para el funcionamiento normal de la fábrica, las

- - - -
recomendaciones del fabricante, el personal que se disponga para mantenimiento. La planificación del mantenimiento será dinámica, es decir que un programa de mantenimiento no puede ser estable para todo el tiempo, sino que deberá estructurarse en base al funcionamiento del equipo, las dificultades que se presenten más a menudo, etc.

La información que puede obtenerse de las pruebas e inspecciones es muy valiosa para planificar el mantenimiento futuro; esta deberá acumularse y archivarse en los registros de mantenimiento. Es conveniente la elaboración de un registro individual para cada máquina y en este constará inicialmente la información básica que trae el equipo: identificación de fábrica, serie, ubicación, etc. Posteriormente se incluirá los resultados de las inspecciones, partes del equipo que han sido chequeadas y cambiadas, los datos de tiempo y frecuencia de las inspecciones y chequeos, los problemas que se han detectado y las posibles soluciones adoptadas. Estos registros si son llevados correctamente, establecen la condición de los equipos y su confiabilidad.

Los registros de mantenimiento serán de utilidad práctica porque en base a los datos contenidos se puede ampliar o reducir la frecuencia y tiempo de las pruebas e inspecciones, establecer si el equipo necesita una reparación total o parcial; y en general las acciones correctivas que se podría adoptar. Resulta poco práctico y no es aconsejable que unas pocas personas conozcan las medidas adoptadas, las reparaciones efectuadas y algunos pormenores del mantenimiento; porque dichas personas pueden retirarse de su trabajo en la planta o pueden olvidar con el transcurso del tiempo, en cambio la

información contenida en los registros estará disponible para quien lo necesite.

Unicamente se han señalado algunos lineamientos para estructurar el programa de mantenimiento; el itinerario, actividades específicas, frecuencia no pueden determinarse antes que el equipo funcione.

El jefe de mantenimiento establecerá prioridades para en el itinerario de mantenimiento, las actividades específicas del personal; el programa de mantenimiento inicial será estructurado para un período de tiempo corto, en base a la experiencia que se obtenga de este, se aumentarán o disminuirán las inspecciones en dicho período o se variará el orden establecido para ejecutar el mantenimiento.

Considerando las condiciones del medio ambiente en que operará la fábrica, a continuación se señalan algunas medidas y cuidados que deberán observarse durante las inspecciones:

a) Limpieza. - La suciedad es la principal causa de fallas eléctricas; la acumulación diaria de partículas hilachas, partículas de aceite y vapores, se forman depósitos que impiden el flujo de aire necesario para una buena ventilación, incrementando la temperatura de operación y disminuyendo la vida del aislamiento.

Por la ubicación de la fábrica, junto a un depósito de materiales de construcción para carreteras, deberá limpiarse constantemente los equipos para evitar reparaciones que pueden resultar costosas.

b) Controlar el efecto de la humedad. - La fábrica operará en un

ambiente normalmente húmedo que facilitará la oxidación de elementos de cobre, aluminio, hierro, etc., que es perjudicial para el funcionamiento de los equipos. Las uniones entre conductores serán soldadas para evitar la formación de óxidos por la penetración de la humedad en dichas partes, antes de ser soldadas deberán ser cuidadosamente limpiadas para conseguir una buena soldadura, la que finalmente deberá ser cubierta con algún material aislante.

Las cubiertas metálicas a prueba de agua deberán ser inspeccionadas para comprobar si existe penetración de humedad y se deberá impermeabilizarlas correctamente en caso que se detecten la formación de gotas de agua en el interior de las cajas metálicas.

c) Controlar ajuste. - El movimiento causado al desgaste de las partes móviles y cuando se produce un desgaste apreciable se producen vibraciones que a su vez ocasionan el desgaste de otras partes. Es necesario una continua vigilancia para detectar el desgaste en los equipos y tomar la acción correctiva oportuna.

El ajuste de pernos y contactos se puede hacer en unos pocos minutos, que pueden prevenir horas de trabajo o continuos problemas.

d) Prevenir la fricción. - El equipo eléctrico para funcionar correctamente tendrá un mínimo de fricción, su efecto en el libre movimiento de los mecanismos eléctricos puede causar dificultades. La fricción se producirá por la acumulación de suciedad como óxidos o partes metálicas o si el equipo no ha sido alineado correctamente.

Cuando se detecte que existe fricción, a menos que los requerimientos de lubricación del fabricante así lo especifiquen, debe -

procederse a lubricar, ya que el origen de la fricción no es generalmente la falta de lubricación, sino la acumulación de suciedad.

Una película de aceite puede extenderse e impedir eventualmente la remoción de óxidos formados; el aceite, polvo recogido, materiales abrasivos atacan a cierto tipo de aislamientos, aunque los materiales que se emplean en la actualidad no son afectados.

El itinerario para el mantenimiento de la nueva instalación no pueda ser establecido, antes que la planta inicie su operación, tentativamente se podría bosquejar un esquema en base a las recomendaciones del fabricante, a la contaminación que se observe: el funcionamiento de los equipos en los primeros días de operación de la planta determinará el orden con que debe realizarse el mantenimiento la frecuencia, es decir el programa de mantenimiento deberá basarse en el funcionamiento real del equipo.

5.2 MANTENIMIENTO DE LOS TABLEROS ELECTRICOS.

Un tablero que trabaja regularmente puede ser chequeado posteriormente si existe algún punto donde se produce calentamiento excesivo, si esto ocurre el tablero debe ser revisado.

Antes de realizar ninguna operación hay que desenergizar los tableros y chequear con un voltímetro para estar seguros que el tablero está completamente desenergizado.

Dependiendo de las condiciones que se observe en los tableros y en períodos de seis meses a un año, o después de que ha - -

ocurrido una falla en los tableros se realizará los siguientes trabajos:

a) Si hay formación de gotas de agua por condensación de la humedad en el interior de los tableros tipo cerrado se buscará y encontrará los sitios por donde la humedad penetra a fin de sellarlos e impedir definitivamente que la humedad penetre.

b) Secar y limpiar completamente los materiales que aparezcan mojados o húmedos o que muestran la acumulación de materiales que se forman por la humedad. Si existe una apreciable cantidad de materiales se deberá limpiar íntegramente todo el tablero.

c) Inspeccionar todas las uniones y terminales eléctricas. Si existe algún signo de recalentamiento o aflojamiento hay que reajustar todos los pernos tuercas y mecanismos accesibles; si las superficies de contacto están deterioradas o corroídas deberán ser cambiadas. Los signos de deterioración del aislamiento de los conductores como lacre o conductor de retiro se debe cambiar todas esas partes después que se ha corregido la causa que originó el recalentamiento.

d) Chequear la operación mecánica de todos los componentes; los mecanismos de los interruptores contactores, relés de protección deberán accionar perfectamente para abrir o cerrar algún circuito.

e) Examinar las grietas, resquebrajaduras y salpicaduras de arco eléctrico en las cámaras de extinción del arco y en partes

aisladas; cuando hay evidencia de esto se deberá limpiar las salpicaduras del arco, depósitos de aceite y hollín, aquellas partes que el material está afectado deben ser cambiadas.

f) Limpiar los contactos, hojas, grapas de cobre evitando remover el esmalte de las superficies de contacto.

g) Lubricar únicamente aquellas partes que requieren, debiendo limpiar el exceso de lubricación. No deberá usarse grasa o aceite en ninguna parte de los interruptores del tipo caja moldeada.

h) Operar cada interruptor varias veces para tener la seguridad de que sus mecanismos accionan perfectamente.

Para la ejecución de los trabajos puedan hacerse las siguientes recomendaciones:

1) Cuando se va a trabajar, deberán ser desenergizados y desconectados todos sus circuitos, y los mecanismos parados.

2) No se recomienda el uso de lijas para limpiar o igualar alguna parte del equipo eléctrico. Para estas aplicaciones se recomienda el uso de papel de óxido de aluminio, el que remueve las partículas de material de las superficies o áreas de contacto.

Se deberá poner bastante atención a los relés de sobrecorriente o térmicos que son bastante susceptibles cuando las conexiones están flojas.

Para facilitar el mantenimiento a continuación se presenta un esquema de posibles fallas, sus causas y las acciones correctivas que deben adoptarse. (5)

INSTRUCCIONES

C A U S A

CONDICION

A G C I O N C O R R E C T I V A

Térmico brinca A). Excesiva corriente frecuentemente

B). Los terminales no están ajustados correctamente.

C). Los cables no están bien ajustados en los terminales.

D). Tamaño impropio de los conductores.

E). Temperatura ambiente también es alta.

F). La unidad de apertura no está bien ajustada en la base.

El interruptor magnético opera. A). Alta corriente consumida por el motor.

B). Alto pico de corriente en la transferencia del arranque.

La función eléctrica o mecánica. A). Alta humedad.

B). Ambiente corrosivo.

C). Si los accesorios están incluidos en breaker tener la seguridad que estos funcionan correctamente.

El breaker debe operar libremente con sobrecarga. Comprobar si la corriente es mayor que la característica del térmico.

Se puede inspeccionar visualmente si existe alguna coloración en el área que indique conexiones flojas.

También puede inspeccionarse visualmente. Los cables llegan a despasarse con el servicio debido a varias razones tales como las vibraciones de las máquinas.

Cuando un conductor lleva más corriente que la nominal este produce (calentamiento) calor, este puede transmitirse hasta el breaker. Por esto el conductor debe ser del calibre adecuado para evitar su calentamiento.

Esto puede ser un problema en días calurosos si la temperatura ambiente es mayor que 40°C. Se debe instalar un ventilador.

Cuando esta unidad está mal ajustada puede ser reconocida por la coloración cuando se inspecciona el breaker. Debiendo ajustarse con el torque sugerido por el fabricante.

Ajustar (el trip magnético) la característica del trip magnético a un valor más alto o hasta antes que el breaker salte con el arranque.

Si se experimenta en un circuito abierto durante la transferencia puede haber un error de diseño, la corriente pico durante la transferencia no excede un valor igual a 20 veces la corriente a plena carga.

Los breakers deben ser retirados de los lugares donde exista alta humedad, después de que se ha producido algunos problemas asociados con la humedad tales como la formación de un dieléctrico. Una buena solución puede ser la inclusión de calefactores dentro del compartimiento cerrado.

Los breakers deben ser retirados de los ambientes corrosivos en lo posible. Los breakers deben ser tratados para que puedan resistir mejor en los ambientes corrosivos.

Remover la cubierta del breaker y determinar qué tipo de accesorios están instalados y chequear su funcionamiento.

Para el mantenimiento de los dispositivos utilizados para arranque y parada de los motores (contactores, arrancadores, etc) se sugieren adoptar las siguientes medidas:

- 1) No lubricar las puntas de los contactos y conexiones.
- 2) Las superficies de sello magnético deberán ser limpiadas ocasionalmente para evitar la acumulación de suciedad.
- 3) Chequear el ajuste de todas las conexiones, especialmente de los relés térmicos o de sobrecarga, una conexión floja causa recalentamiento el que puede afectar a la calefacción del relé.
- 4) Los contactos si llegan a quemarse o endurecerse durante el servicio deben ser limpiados. Los contactos deben ser cambiados cuando estén bastante gastados o así lo indiquen los requerimientos del fabricante; para el cambio de contactos no se necesita herramientas especiales.
- 5) Se debe remover los depósitos de suciedad formados.
- 6) Observar si las partes móviles accionan libremente, sino deberá investigarse la causa y adoptar alguna solución.
- 7) Desconectar el motor y probar manualmente los botones de arranque y parada, los relés de sobrecarga.

5.3 MANTENIMIENTO DE LOS MOTORES

Un efectivo programa de mantenimiento puede minimizar las interrupciones de servicio. El conocimiento de todas las partes de los motores que necesitan un reajuste periódico, o las que son susceptibles de dañarse deben estar contempladas en el programa de mantenimiento.

Es esencial determinar los daños mecánicos causados por -

- - -
partes desgastadas, objetos extraños, la deterioración de los componentes por esfuerzos técnicos, eléctricos, magnéticos y fuerzas vibratorias.

A la inspección y pruebas contempladas en el programa de mantenimiento deberán basarse en inspecciones y pruebas visuales previas; para mayor efectividad del programa de inspecciones visuales este deberá concentrarse a las áreas mostradas por experiencias previas que son más propensas a dañarse. Los rangones que deben inspeccionarse son los que se indican en el esquema adjunto, en que se refiere las posibles fallas de los motores, su causa y la acción correctiva aconsejada. (5)

PROBLEMA	CAUSA	ACCION CORRECTIVA
El motor falla al arrancar.	Fusibles fundidos	Cambiar los fusibles al mínimo de 125% de los Amperios nominales.
	Brinca por sobrecarga.	Chequear y reconectar la carga en el arranque.
	No se suministra la corriente necesaria.	Chequear si la potencia suministrada está de acuerdo con las características del motor y factor de carga.
	Malas conexiones de línea.	Chequear las conexiones eléctricas con el diagrama suministrado con cada motor.
	Circuito abierto en las bobinas o en el switch.	Hay un sonido cuando se cierra el switch. Los motores de inducción chispean en las escobillas. - Chequear los alambres o conexiones flojas. Ver si el motor arranca cuando cierra el switch.
	Falla mecánica.	Chequear para ver si el motor gira libremente, chequear cojinetes y lubricación.
	Estator cortocircuitado.	Revelado por los fusibles fundidos.
	Malas conexiones del estator.	Remover los terminales o identificarlos.
	Rotor defectuoso.	Bocines gastados, ruptura del eje.
	Motor sobrecargado.	Reducir la carga.
	Si es 3 ϕ una fase debe estar abierta.	Revisar las líneas para encontrar la fase abierta.
	Condensador defectuoso.	Chequear si está cortocircuitado o condensador abierto, cambiar - si es necesario.
	Escobillas dañadas o gastadas.	Chequear que exista buena presión y contacto de las escobillas o - limpiar la suciedad del conmutador.
Motor trabado.	Incorrecta aplicación.	Cambiar el tipo o tamaño.
	Motor sobrecargado.	Reducir la carga.
Circuito abierto.	Fusibles fundidos, chequear relé de sobrecarga, estator y pushbotones.	

PROBLEMA	CAUSA	ACCION CORRECTIVA
	Resistencia de control de rotor imbricado incorrecto.	Cambiar los róstatos rotos, reparar los circuitos abiertos.
El motor no alcanza su velocidad.	No está aplicado correctamente.	Consultar al suministrador el tipo apropiado.
	Bajo voltaje en los terminales del motor por caída en la línea.	Usar un transformador elevador de voltaje o disminuir la carga.
	Si el rotor es bobinado el control no es apropiado para el control de operación del secundario.	Correcto control secundario.
	Carga de arranque es también alta.	Chequear si el motor lleva toda la carga al arranque.
	El eje del rotor está rajado.	Chequear si es que la rasquebradura está cerca a los anillos. Un rotor nuevo requiere ser reparado a tiempo.
	Abierto el circuito primario.	Localizar la falla con aparatos de prueba y ser reparados.
El motor no acelera.	Exceso de carga.	Reducir la carga.
	Circuito malo	Revisar si la resistencia es muy alta.
	Rotor tipo jaula de ardilla defectuoso	Cambiar con un rotor nuevo.
	Voltaje aplicado es bajo.	La compañía de suministro pueda cambiar a tens más allá.
Cirol invertido.	Secuencia invertida.	Cambiar las conexiones del rotor en el switch board.
Sobrecalentamiento del motor cuando trabaja con carga.	Sobrecarga.	Reducir la carga.
	Los ventiladores están llenos de suciedad y no permiten la ventilación del motor.	Una buena ventilación se manifiesta cuando hay continua salida de aire del motor y no se lo ha limpiado y chequeado desde que ha salido de la fábrica.
	El motor puede tener alguna fase abierta.	Chequear las conexiones.
	Voltaje terminal desbalanceado.	Chequear las líneas, conexiones y transformadores.
	Bobina a tierra.	Localizar y reparar.
	Cortada una bobina del estator.	Reparar y chequear.

PROBLEMA	CAUSA	ACCION CORRECTIVA
El motor vibra después que se han hecho correcciones.	Falla de conexión	Revisada por su alta resistencia.
	Voltaje alto o bajo.	Chequear con el voltímetro.
	Rotor topa al estator.	Cambiar los cojinetes gastados.
	Motor mal alineado.	Realinear.
	Bases débiles.	Reforzar las bases.
	Acoplamiento sin balancear.	Balancear acoplamiento.
	Rulimanes defectuosos.	Cambiar cojinetes.
	Balance por cambio de pesos.	Rebalancear el rotor.
	Cambio de bobinas de rotor bobinado.	Rebalancear el rotor.
	Motor polifásico funcionando con una fase.	Chequear un circuito abierto.
Excesivo ruido.	Excesivo fuego en los terminales.	Ajustar los rulimanes.
	Mal contacto de las resistencias de control para rotor bobinado.	Chequear aparatos de control.
	Las escobillas no están en la posición correcta en rotor bobinado	Ver que las escobillas estén bien sentadas y en buenas condiciones.
	Ventiladores de aire de la carcasa obstruido.	Limpiar la obstrucción.
Operación con ruido.	Ventilador para el aislamiento.	Limpiar ventilador.
	Flojo al chasis.	Ajustar los pernos.
	Entrelíneo no uniforme.	Chequear y corregir los soportes o rulimanes.
Recalentamiento de rulimanes.	Rotor desbalanceado.	Rebalancear.
	Eje inclinado saltado.	Alinear o cambiar el eje.
	Excesiva tensión en las correas o bandas.	
	Diámetro de las poleas pequeños.	Usar poleas más grandes.
	Mal alineamiento.	Corregir y realinear.

PROBLEMA	CAUSA	ACCION CORRECTIVA
Calentamiento de las mangas de cojinetes.	Las ranuras de los cojinetes obstruïdos por la suciedad.	Mover los soportes o pedestales con los rulïmanes y limpiar los rulïmanes usando aceite nuevo.
	Aceite muy pesado.	Usar el aceite recomendado.
	Aceite muy liviano.	
Calentamiento de los rulïmanes.	Cojinetes gastados.	
	Insuficiente engrasamiento.	Mantener la cantidad propia de grasa en los rulïmanes.
	Deterioraci3n de la grasa o la contaminaci3n del lubricante.	Remover la vieja grasa, lavar completamente los rulïmanes en kerosene y poner grasa nueva.
	Exceso de lubricante.	Reducir la cantidad de grasa.
	Cojinete sobrecargado.	Chequear el alineamiento.
	Bolas desgastadas o los palillos ásperos.	Primero limpiar completamente y luego reemplazar al rulïmán.

CAPITULO VI.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

En base al trabajo expuesto anteriormente se pueden formular las siguientes recomendaciones:

En proyectos industriales como en este caso, el diseño, la construcción y el mantenimiento eléctrico bien realizados constituyen una garantía para el buen funcionamiento de las máquinas y equipos. Estas partes son complementarias entre sí: un buen diseño facilitará una buena instalación y en base a estos la ejecución de un buen mantenimiento.

Los materiales y equipos que se especifiquen en el diseño deberán ser de la mejor calidad: en el mercado existen materiales y equipos de similares características pero diferentes en calidad y precio, si la diferencia en el precio es por mejor calidad esta diferencia será compensada por el funcionamiento confiable que en la generalidad de los casos evita pérdidas mayores.

En una buena instalación no pueden hacerse improvisaciones. En todo el sistema se instalará los elementos de las características adecuadas, por ejemplo un fusible no podrá ser reemplazado por un pedazo de conductor, esta puede ser la causa para que se origine un incendio que ocasionaría grandes pérdidas.

Otro aspecto que deberá ser tomado en cuenta en el diseño, construcción y mantenimiento es la seguridad del personal que trabaja en la fábrica, las instalaciones eléctricas no deberán ofrecer ningún peligro y en aquellos lugares donde exista peligro se deberá tomar las medidas para evitarlo. Las instalaciones - - -

eléctricas antes de ser recibidas al constructor deberán ser probadas y revisadas de que están realizadas correctamente, especialmente en el caso de las fábricas pequeñas, o de las que recién empiezan y no disponen del personal técnico que inspeccione y pruebe las instalaciones eléctricas antes de ser aceptadas, sería conveniente que una entidad a nivel nacional igual que para la aprobación de un diseño eléctrico inspeccione y pruebe las instalaciones para su aceptación, considerando que anualmente se producen pérdidas por incendios cuya causa es de origen eléctrico.

Para la adquisición de nuevo equipo se podrán formular varias recomendaciones en base a la experiencia que se obtenga del funcionamiento del equipo instalado a través del tiempo.

La planificación y dirección técnica de la ejecución debe estar a cargo de ingenieros eléctricos. La construcción y operación a cargo de tecnólogos.

Recomendaciones:

1.- Para la recepción del equipo antes de proceder a su instalación deberán efectuarse las pruebas eléctricas necesarias y en base a normas eléctricas internacionales.

2.- Los planos eléctricos originales deben ser actualizados con las modificaciones que se efectúen durante la construcción.

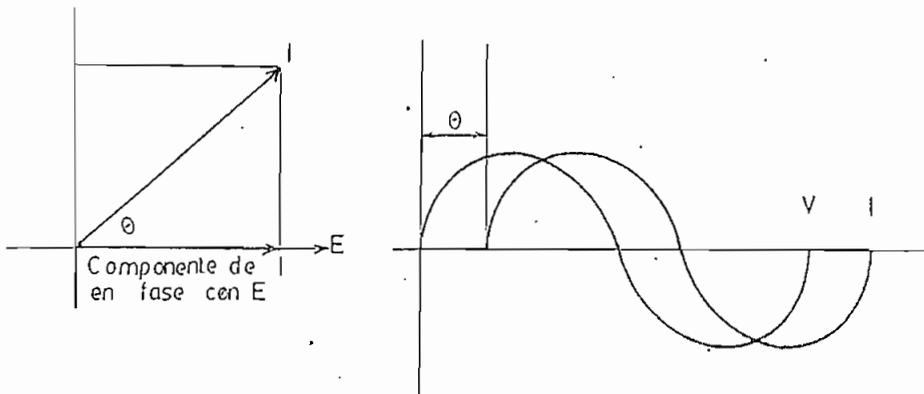
3.- Efectuar un estudio económico comparativo para evaluar las pérdidas ocasionadas por la paralización de la fábrica durante

6.2 A P E N D I C E No. 1

Potencia Aparente (S)..- La potencia aparente de un circuito es igual al producto de la corriente eficaz por la tensión eficaz; su unidad en el sistema M.KS. es el Voltio Amperio.

Potencia Efectiva o Activa (P)..- La potencia efectiva o activa de un circuito es el valor medio de las potencias instantáneas cuando se toma la media sobre un período de corriente alterna.

$P = VI \cos \theta$ donde θ es el ángulo de desfase entre la tensión y la corriente. La unidad de potencia activa es el Wattio.



Potencia Reactiva (Q) .- Es un circuito polifásico, la potencia reactiva no es susceptible de una definición o formulación simple si se toman en cuenta disimetrías, desequilibrios y distorsiones debidas a las armónicas. En la mayoría de casos prácticos la potencia reactiva puede expresarse como $Q \text{ VISos}$.

La unidad en el sistema MKS es el VAR Voltio-Ámperio-reactivo.

Las características de las máquinas nos permiten conocer la potencia efectiva de la máquina expresada en HP, el Cos Tensión, Corriente que son los datos necesarios para establecer la demanda de energía que se tendrá en la nueva planta ya que la potencia consumida por las máquinas es igual a la energía consumida en la unidad de tiempo y generalmente se expresa en unidades como Kw-Hor que son de potencia y tiempo respectivamente.

DEMANDA.

La demanda en una instalación o sistema es la carga a los terminales de entrada promediada sobre un intervalo de tiempo específico. La carga puede ser considerada como alguno de los varios tipos de potencia Aparente, Activa o Reactiva o Corriente. Así la demanda puede ser expresada en Kwts, KVARs, KVA, Amperios.

El período sobre el cual es promediada la demanda es el intervalo de demanda; este intervalo es determinado por la aplicación particular en consideración, la cual depende de la constante térmica de tiempo del aparato en consideración o la duración de la carga que puede ser momentánea como las debidas a la resistencia de soldadura duras o a la corriente de arranque de los motores.

La demanda no debe ser confundida con la relación continua de carga. La demanda es el promedio de carga de un aparato impuesta en un sistema durante un intervalo. La relación continua de la carga es la característica nominal (Datos de placa) de un aparato cuando este opera a condiciones específicas y dentro de ciertas limitaciones como la temperatura por ejemplo.

DEMANDA MAXIMA.

La máxima demanda de una instalación o sistema es la más grande de todas las demandas que ocurren durante un período específico de tiempo. La máxima demanda debe ser definida en períodos diarios, semanales, mensuales, anuales.

FACTOR DE DEMANDA.

Es la relación entre la máxima demanda de una instalación y la carga total conectada. La carga total conectada es la suma de las relaciones continuas de carga de los aparatos conectados al sistema. La máxima demanda y la carga total conectada se expresan en las mismas unidades por tanto el factor de demanda es adimensional. El factor de demanda es generalmente menor que la unidad y puede ser igual a la unidad cuando la carga total conectada es energizada simultáneamente para períodos más grandes que el intervalo de demanda.

TABLA 241. FACTOR DE MULTIPLICACION EN INTERRUPTORES

		Reactance Quantity for Use in X_1			
		Multiplying Factor	Synchronous Generators & Condensers	Synchronous Motors	Inductive Machines
A. Circuit Breaker Interrupting Duty					
1. General case					
3-cycle or slower circuit breakers*	1.0				
5-cycle circuit breaker.....	1.1	subtransient**	transient	neglect	
3-cycle circuit breaker.....	1.2				
2-cycle circuit breaker.....	1.4				
2. Special case for circuit breakers at generator voltage only. For short-circuit calculations of more than 500,000 kva (before the application of any multiplying factor) fed predominantly direct from generators, or through current-limiting reactors only					
3-cycle or slower circuit breakers*	1.1	subtransient**	transient	neglect	
5-cycle circuit breakers.....	1.2				
3-cycle circuit breakers.....	1.3				
2-cycle circuit breakers.....	1.5				
3. Air circuit breakers rated 600 volts and less.....	1.25	subtransient	subtransient	subtransient	
B. Mechanical Stresses and Momentary Duty of Circuit Breakers					
1. General case.....					
2. At 5 000 volts and below, unless current is fed predominantly by directly connected synchronous machines or through reactors.....	1.5	subtransient	subtransient	subtransient	

* At old circuit breakers are slower than modern ones. It might be expected a low multiplier could be used with old circuit breakers. However, modern circuit breakers are likely to be more effective than their slower predecessors, and, therefore, the application procedure with the older circuit breakers should be more conservative than with modern circuit breakers. Also, there is no assurance that a short circuit will not change its character and initiate a higher current flow through the breaker while it is opening. Consequently, the factors to be used with older and slower circuit breakers will may be the same as for modern fast-cycle circuit breakers. This is based on the condition that any hydroelectric generators involved have similar characteristics. For hydroelectric generators without similar characteristics, values of 75 percent of the transient reactance should be used for the calculation rather than the subtransient value.

B I B L I O G R A F I A

<u>No.</u>	<u>A U T O R</u>	<u>T I T U L O</u>	<u>COMPANIA</u>	<u>LUGAR</u>
1	Lamp Division	Lighting Hand book	Westinghouse electric corporation	New Jersey
2	Knowlton	Manual de Ingenieria Eléctrica		
3	Central Station Engineers	Transmission and distribution	Westinghouse electric corporation	Pensylvania
4	Electric utility Engineers	Distribution systems	Westinghouse electric corporation	Pensylvania
5		Electric maintenance Hints	Westinghouse electric corporation	Pensylvania
6	Estinghouse	Catalog 25000 6 edition	Westinghouse electric corporation	Pensylvania
7	ITF.	ITF SPERM PAX	ITF.	Pensylvania
8	Ing Julio Jurado	Sistema de Tierras		Quito
9	Ing. Marcelo Lopez	Apuntes de clase		Quito.