

Universidad Nacional de Ingenieria

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA



**“ Proyecto de Instalaciones Eléctricas para la
Planta No. 2 de Aceros Arequipa ”**

T E S I S

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

JAIME COSIO MEZA

PROMOCION: 1980 - 2

LIMA • PERU • 1987

INDICE

	pág.
PROLOGO	1

CAPITULO I

INTRODUCCION

1.1	Antecedentes y ubicación de la planta	3
1.1.1	Antecedentes	3
1.1.2	Ubicación	4
1.2	Descripción del proceso industrial	4
1.2.1	Descripción del proceso de laminación	8
1.2.2	Diagrama de flujo de AASA	8

CAPITULO II

MEMORIA DESCRIPTIVA

2.1	Objeto del proyecto	10
2.2	Alcances del proyecto	10
2.2.1	Normas	11
2.3	Descripción del proyecto	12

./.

CAPITULO III

ESTUDIO DE CARGAS

3.1	Introducción	14
3.2	Bombas	14
3.3	Tren desbastador	16
3.4	Placa de enfriamiento	16
3.5	Tren intermedio y primer acabador	19
3.6	Campos y regulación	19
3.7	Grupo de frecuencia variable	22
3.8	Gruas	24
3.9	Compresores	24
3.10	Motores de corriente continua	27
3.11	Máxima demanda de las cargas de 440 V	31
3.12	Máxima demanda en las cargas de 540 V	33

CAPITULO IV

CALCULOS ELECTRICOS

4.1	Introducción	35
4.2	Alimentadores principales	35
4.2.1	Generalidades	35
4.2.2	Selección de cables	36
4.2.3	Método de cálculo	37
4.2.4	Resultados	39
4.3	Tableros principales y de distribución	39
4.3.1	Tablero de bombas	39

./.

./.

4.3.2	Los otros tableros	51
4.3.3	Tableros de 540	54
4.3.4	Tablero TC1	54
4.3.5	Tablero TC2	58
4.4	Alimentadores a las cargas de 440 V	60
4.4.1	Generalidades	60
4.4.2	Selección de cables	60
4.4.3	Método de cálculo	60
4.4.4	Resultados	61
4.5	Alimentación a los motores de corriente continua	61
4.5.1	Generalidades	61
4.5.2	Método de cálculo	67
4.5.3	Resultados	68
4.6	Tableros de distribución de fuerza motriz AC	68
4.7	Control de motores D.C.	72
4.7.1	Control de tiristores de potencia	73
4.7.2	Tableros del tren continuo	73

CAPITULO V

ESPECIFICACIONES TECNICAS

5.1	Generalidades	77
5.2	Condiciones de servicio	78
5.3	Pruebas	80
5.3.1	Especificaciones y código eléctrico	80

./.

./.

5.4	Tableros principales de 440 V	81
5.4.1	Tablero centro control de potencia de 440 V	81
5.4.2	Tablero de bombas	83
5.4.3	Tablero tren desbastador	86
5.4.4	Tablero placa de enfriamiento	90
5.4.5	Tablero tren intermedio y primer acabador	95
5.4.6	Tablero de campos y regulación	98
5.4.7	Grupo de frecuencia variable	101
5.4.8	Tablero de gruas	103
5.4.9	Tablero de compresores	105
5.5	Tablero de 540 V	106
5.5.1	Tablero TC1	106
5.5.2	Tablero TC2	109
5.6	Equipos del convertidor estático	110
5.7	Alimentadores principales	111
5.7.1	Ductos	111
5.7.2	Cables alimentadores	112
5.8	Alimentación a los motores	113
5.8.1	Conductores	113
5.8.2	Tuberías	113
5.8.3	Soportes	114
5.8.4	Cajas	114

./.

CAPITULO VI
METRADO Y PRESUPUESTO

6.1	Generalidades	115
6.2	Partidas consideradas	116
6.3	Fórmula de reajuste polinómica	116

CONCLUSIONES Y OBSERVACIONES 125

BIBLIOGRAFIA 127

PLANOS DEL PROYECTO

PROLOGO

Considerando la necesidad de una ampliación de la planta N°1 de AASA debido a la excesiva demanda del producto se proyectó la nueva planta N° 2.

Se ha tratado de hacer las explicaciones lo más claras posible dentro de lo razonable.

En el Capítulo I, se hace una introducción de la ubicación y el proceso de Laminación continua en caliente.

El Capítulo II analiza el objeto proyecto, los alcances del proyecto, se ha desarrollado solamente la red de baja tensión ya que el estudio de la red de alta tensión es aparte y por la magnitud del tema merece ser tratado en otro proyecto. Se ha considerado el desarrollo de tableros , alimentadores principales y de fuerza motriz, el control y la automatización, no se incluye el alumbrado por ser un tema también materia de otro estudio. En este capítulo también se hace una descripción del proyecto.

En el Capítulo III se hace un estudio de cargas donde se determina las potencias globales a servir en cada tren o tablero, así como se determina la máxima demanda de cada grupo de cargas y finalmente la máxima demanda total.

El Capítulo IV comprende los cálculos eléctricos. En este Capítulo se determinan las características de los elementos a utilizar en las instalaciones que comprenden en el presente proyecto.

En el Capítulo también se explica la razón por la cual se determinó el uso de los diferentes materiales, equipos y accesorios a usarse en el presente proyecto.

En el Capítulo V están las especificaciones técnicas donde se presentan un conjunto de normas para la adecuada selección de los equipos y materiales así como directivas para garantizar la ejecución completa y satisfactoria de las instalaciones eléctricas de la planta.

En el Capítulo VI tenemos el metrado y presupuesto se hace un análisis de los costos y la cantidad de materiales que se van a utilizar.

Al final se incluye la fórmula polinómica de actualización de costos. Finalmente se hacen las observaciones y conclusiones de los diferentes capítulos del proyecto.

CAPITULO I

INTRODUCCION

1.1 Antecedentes y ubicación de la planta

1.1.1 Antecedentes

El presente proyecto comprende el diseño de las instalaciones eléctricas, selección de dispositivos, equipos de mando y la protección de los tableros en baja tensión para la línea de barras de la planta.

La importancia del proyecto radica en la modernización de los costos de producción.

Aceros Arequipa es una empresa privada perteneciente al sistema de sociedad anónima, que en su planta N° 1 situada en el departamento de Arequipa, se dedica a la producción de los siguientes materiales:

- Fierro de construcción
- Perfiles angulares
- Platinas

La demanda nacional del fierro de construcción ha aumentado en los últimos años a 24000tm mensuales. La fábrica se ubicó en el departamento de Ica provincia de Pisco, debido a la cercanía al puerto y la facilidad de transporte al resto del país.

1.1.2 Ubicación

La nueva planta de AASA está ubicada en el departamento de Ica, provincia de Pisco en el Km 241 de la Carretera Panamericana Sur.

El clima de la zona es húmedo y expuesto a brisas marinas.

La temperatura de ambiente varía durante todo el año de 15 a 32°C.

1 2 Descripción del proceso industrial

El proceso consiste en obtener fierro de construcción mediante la laminación continua en caliente. La materia prima es palanquilla de 120 x 120mm x 4mt., que es suministrado por Laminadora del Pacífico, Ubicada en el departamento de Ica provincia de Pisco.

La palanquilla es laminada en tres trenes de laminación que son:

- Tren de Desbaste
- Tren Intermedio
- Tren Continuo

Para la obtención de alambión se usa una línea adicional que es la "Línea de Hilo". En está línea se producen rollos de alambión para construcción y trefilería.

El proceso de laminación es continuo y en caliente, la palanquilla sale del horno a 1120°C aproximadamente con una sección de 120 x 120mm , luego es laminada en el tren de desbaste, en el cual pasa por ocho canales de laminación, para ello se usa un banco móvil de rodillos y un banco fijo de rodillos, finalmente sale por una dobladora.

A continuación entra a un nuevo cilindro de laminación de donde sale un cuadrado de 35 x 35mm .

Posteriormente pasa por la cizalla volante N° 1 en la cual se le corta la cabeza y la cola de la barra.

Luego es arrastrado por dos arrastradores que transportan la barra hasta el tren intermedio. En este tren hay tres cajas de laminación para la fabricación de diámetros menores a ϕ 3/8" se usan las cajas tres y cuatro, para diámetros mayores que ϕ 1/2" inclusive se usa solamente la caja cinco.

Las cajas del tren intermedio son movidas por un motor asin-

crono y adicionalmente constan de dobladoras y formadores de bucle respectivamente entre caja y caja, de la caja cinco sa le un óvalo que ingresa al tren continuo.

El tren continuo consta de siete cajas de laminación a partir de la caja seis hasta la caja doce, estas cajas son accionadas por motores de corriente continua de 300 Kw. La ca ja acabadora de acuerdo al diámetro del producto será:

Caja Acabadora	ϕ (Fierro Corrugado)
12	1/2" , 3/8"
10	5/8"
8	3/4" , 1"

La capacidad de esta planta es de 25 Tm/h para fierro ϕ 1/2" y de 20 Tm/h para ϕ 3/8".

La velocidad del producto a la salida de la jaula acabadora para fierro de construcción ϕ 1/2" y ϕ 3/8" es de 11 m/s. Es ta viene a ser la velocidad del producto terminado.

A la salida de la jaula doce se encuentra el arrastrador para la segunda cizalla volante, que es accionado por un motor de corriente continua.

A continuación del arrastrador se encuentra la segunda cizalla volante, que corta el producto en pedazos de 36 mts. que también es accionada por un motor de corriente continua.

Posteriormente los trozos de 36mt. son separados por un camino de rodillos de velocidad variable accionadas por motores de jaula de ardilla, alimentados por un generador sincromo de frecuencia variable.

Luego son frenados y voleados por un mecanismo de vuelco de cajas accionadas por un pistón neumático.

Una vez voleados estos trozos a la placa de enfriamiento son enfriados y transportados por un mecanismo de rastrillos móviles, el cual es accionado por un motor de inducción con un sistema neumático de freno embrague. El enfriamiento se realiza por convección forzada.

A la salida de los rastrillos móviles las varillas son transportadas por un mecanismo de Wimlers, que consiste en un disco exéntrico que mueve una viga galopante accionado por un motor de inducción, con un sistema neumático de freno embrague.

A la salida de los Wimlers el producto es transportado hacia la cizalla en frío por un camino de rodillos. En la cizalla en frío se cortan los pedazos de 36mt. en la medida deseada que para el fierro corrugado es de 9mt. siendo este ya el producto terminado.

El producto terminado es arrastrado por un camino de rodillos a la salida de la cizalla en frío. Para luego ser voleado

y empaquetado.

1.2.1 Descripción del proceso de laminación

El proceso de laminación en caliente consiste en disminuir la sección de una palanquilla de 120 x 120mm x 4mt. de longitud. Esto se consigue mediante el paso del material a través de cilindros de laminación, que tienen canales que al paso del material lo presionan a una temperatura de 1120°C disminuyendo la sección del material.

Los canales pueden tener diferentes formas como cuaddos, óvalos, rombos, redondos etc. dependiendo de la calibración de cada fabricante y son refrigerados por agua tipo B.

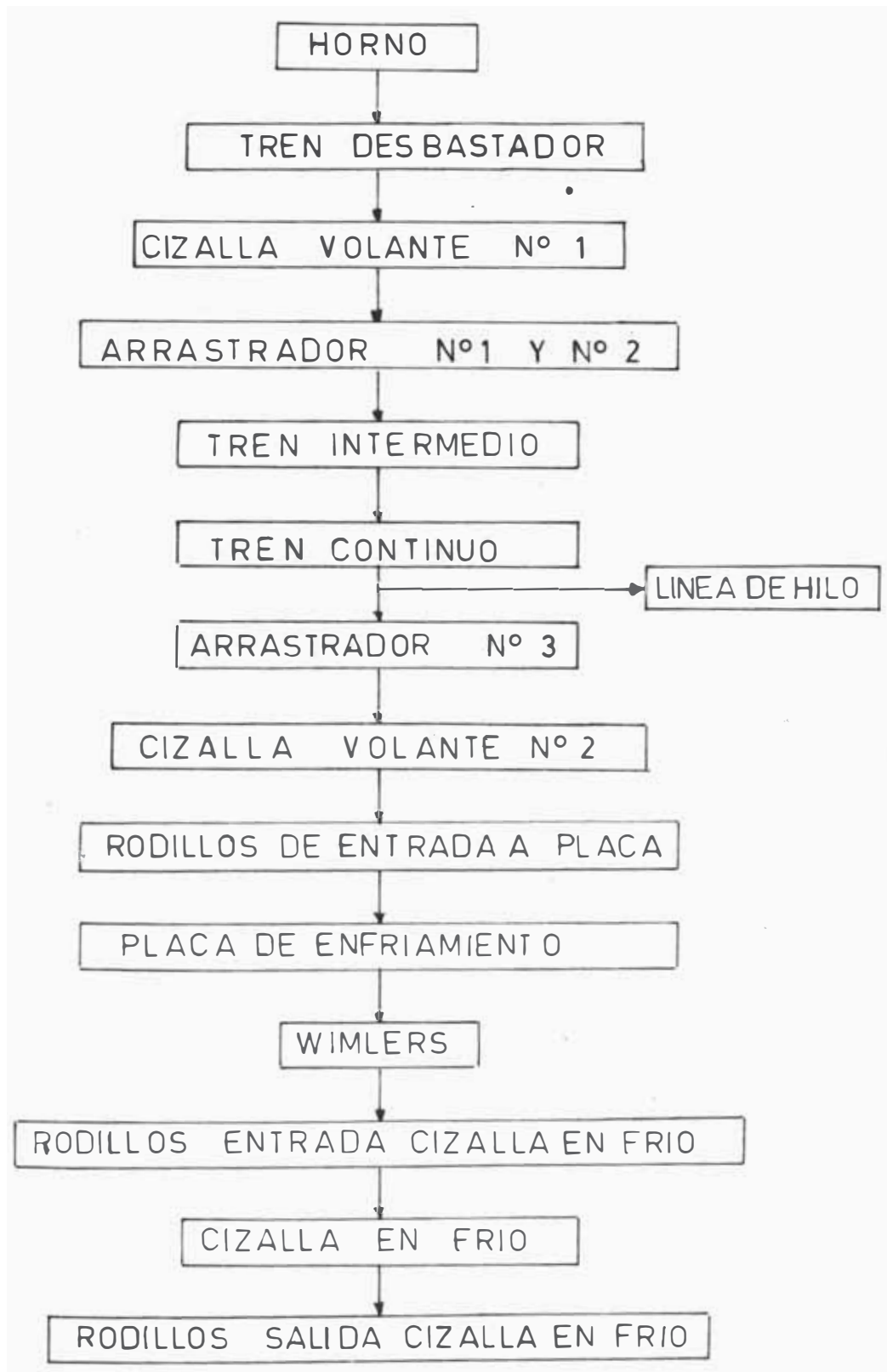
A medida que la sección del material disminuye aumenta su longitud hasta alcanzar una longitud total de 440m. para fierro de construcción ϕ 1/2". Debido a esta razón es que se utilizan dobladoras a lo largo del proceso de laminación ya que de lo contrario la longitud de la planta será muy grande

1.2.2 Diagrama de flujo de AASA

En este diagrama se aprecia la secuencia lógica de funcionamiento para la línea de barras, se muestra en el diagramá 1. ./.

DIAGRAMA 1

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO



CAPITULO II
MEMORIA DESCRIPTIVA

2.1 Objeto del proyecto

El objeto del proyecto es el suministro e instalación de los equipos, materiales y accesorios necesarios así como la automatización en la línea de barras de la planta de laminación de Aceros Arequipa situada en el departamento de Ica, provincia de Pisco.

2.2 Alcances del proyecto

El desarrollo del Proyecto de Instalaciones Eléctricas para los trenes de laminación comprende:

- (1) Diseño de alimentadores principales y secundarios en baja tensión.
- (2) Diseño de alimentadores para motores de corriente continaua.
- (3) Diseño de tableros de fuerza motriz y de distribución.

- (4) Diseño de control y automatización.
- (5) Especificaciones técnicas de equipos, materiales y accesorios necesarios.
- (6) Metrado y presupuesto de suministro e instalaciones.

No están incluidos en el presente proyecto:

- El diseño de la red de alumbrado
- El diseño de la línea de hilo
- El diseño del horno de calentamiento
- La selección de motores que intervienen en el proceso de laminación
- El diseño de la subestación de media tensión.

2.2.1 Normas

El proyecto está elaborado de acuerdo a las normas de CEP, así como a las normas internacionales:

- NEMA (USA)
- VDE (Alemania)
- ANSI (USA)
- CEI (Comisión Eléctrica Internacional)

2.3 Descripción del proyecto

La energía eléctrica para todas las instalaciones es derivada de la subestación principal ubicada en la cabina N° 2. Esta energía es proveniente de la subestación principal de Laminadora del Pacífico en 10Kv.

Las características generales de suministro son:

- Tensión : 10 Kv
- Potencia de corto circuito : 250 MVA
- Instalación : Subterránea
- Frecuencia : 60 Hz
- Fases : 3

La subestación principal consta de un transformador de 2400-KVA. Los motores principales del tren de desbaste e intermedio se alimenta en 10 Kv.

Los circuitos de fuerza se alimentan a 440v. mientras que los de control en 10 Kv.

La distribución se hace por medio de canales con bandejas. En algunos casos se usa también ductos de concreto.

El arranque de los motores de inducción es directa sólo en casos especiales se usa arranque por resistencias.

Los motores de corriente continua, se alimentan por medio de convertidores estáticos.

La alimentación a cada tablero se realiza en forma independiente (distribución radial) lo que facilita los trabajos de man

tenimiento y maniobras de reparación en cada una de ellas sin interferir en las otras.

En general se usarán factores de simultaneidad y de demanda bastante altos, debido al funcionamiento casi continuo de los trenes. Como consecuencia los diferentes circuitos resultan algo sobredimensionados pero al mismo tiempo proporcionan cierta flexibilidad permitiendo el rápido crecimiento de las diferentes cargas.

CAPITULO III

ESTUDIO DE CARGAS

3.1 Introducción

El presente estudio tiene por objeto determinar las potencias globales a servir en cada tren o tablero, así como el factor de potencia promedio de cada una, considerando las características de las cargas instaladas, determinar la máxima demanda de cada grupo de cargas y finalmente la máxima demanda de todos, teniendo en cuenta el tipo de funcionamiento de cada uno.

3.2 Bombas

Estas cargas se encuentran agrupadas así:

- (a) Alimentación de agua A a la planta.
- (b) Alimentación de agua A a las torres de enfriamiento.
- (c) Ventiladores torres de enfriamiento agua A.
- (d) Envío de agua tipo B.
- (e) Retorno de agua tipo B.

Sus características se muestran en la tabla Nº 1.

TABLA Nº 1

DISTRIBUCION DE CARGAS BOMBAS

440 v - 3 Ø

DESCRIPCION	P Kw	η	CosØ	No	P.J. Kw	KVAR	PJ(TOTAL) Kw	KVAR(TOTAL)
Bomba envio de agua tipo A a la planta	20	0.9	0.8	4	22.2	16.66	88.8	66.64
Bomba envio de agua tipo A a las torres de enfriamiento	9	0.87	0.8	3	10.34	7.76	31.02	23.28
Ventiladores torre de enfriamiento agua tipo A	7.36	0.86	0.7	2	8.9	9.08	17.8	18.16
Bomba envio agua tipo B	35	0.9	0.84	4	38.46	24.84	153.84	99.36
Bomba retorno agua tipo B	18.5	0.89	0.83	4	20.79	13.97	83.16	55.84

Los resultados totales son los siguientes:

PJ (Kw)	KVAR	Cos ϕ	Demanda (Kw)
374.62	263.32	0.82	337.16

3.3 Tren Desbastador

En estas cargas se encuentran todos los motores que se usan en el tren de desbaste, lo mismo que los motores que se usan como equipo auxiliar del motor primo. También la cizalla volante N° 1.

Las características de estas cargas se muestran en la tabla N° 2.

Los resultados son los siguientes:

PJ (Kw)	KVAR	Cos ϕ	Demanda (K)
270.21	239.54	0.75	243

3.4 Placa de enfriamiento

En estas cargas se encuentran todos los motores de la placa de enfriamiento, lo mismo que los que se usan como equipo auxiliar de la cizalla volante N° 2.

Las características de estas cargas se muestran en la tabla N° 3.

El arrastrador de la cizalla volante N° 2 y la cizalla volan

TABLA N°2

DISTRIBUCION DE CARGAS TREN DESBASTADOR
440v - 60Hz

DESCRIPCION	P Kw	η	Cos ϕ	No	PJ Kw	KVAR	PJ (total)	KVAR (total)
Ventilador colector motor principal desbastador	1.50	0.85	0.61	1	1.76	2.29	1.76	2.29
Motor cadena del reostato	0.74	0.67	0.80	1	1.10	0.83	1.10	0.83
Freno del motor principal	7.50	0.96	0.70	1	7.81	7.97	7.81	7.97
Bomba de lubricación	5.50	0.82	0.82	1	6.71	4.68	6.71	4.68
Rodillos salida del horno	3.00	0.79	0.69	1	3.79	3.93	3.79	3.93
Rodillos entrada del desbastador	1.80	0.79	0.68	6	2.30	2.48	13.80	14.88
Banco de rodillos fijo	5.10	0.81	0.72	11	6.30	6.07	69.30	66.77
Banco de rodillos continuación banco fijo	3.2	0.80	0.69	8	4.00	4.19	32.00	33.60
Banco de rodillos móvil	5.2	0.82	0.72	7	6.34	6.34	44.40	42.78
Banco de rodillos continuación banco móvil	2.5	0.80	0.69	10	3.20	3.36	32.00	33.60
Cizalla móvil	45.00	0.80	0.90	1	56.25	27.24	56.25	27.24
Motoventilador Cizalla móvil	0.75	0.58	0.80	1	1.29	0.97	1.29	0.97

TABLA N°3

DISTRIBUCION DE CARGAS EN PLACA DE ENFRIAMIENTO
440v - 60Hz

DESCRIPCION	P Kw	η	Cos ϕ	No	PI (Kw)	KVAR	PI(total) (Kw)	KVAR (total)
Motoventilador arrastrador cizalla volante N°2	0.55	0.62	0.81	1	0.89	0.64	0.89	0.64
Motoventilador cizalla volante N°2	1.10	0.67	0.86	1	1.64	0.97	1.64	0.97
Motoventilador freno cizalla volante N°2	0.75	0.65	0.81	1	1.10	0.84	1.15	0.84
Transporte de rodillos antes y después de la cizalla en frio	2.20	0.76	0.69	52	2.89	2.30	150.28	157.90
Cizalla en frio	30.00	0.90	0.82	1	33.30	22.83	33.30	22.83
Rastrillos móviles	45.00	0.93	0.87	1	48.39	27.42	48.39	27.42
Wimlers	18.50	0.89	0.82	1	20.79	14.24	20.79	14.24

te Nº 2 son motores de corriente continua que veremos en el subcapítulo de motores de corriente continua.

Los resultados sumando las cargas de corriente continua que veremos más adelante son:

PJ (Kw)	KVAR	Cos ϕ	Demanda (Kw)
345.06	286.03	0.77	311.39

3.5 Tren intermedio y primer acabador

En estas cargas se encuentran todos los motores del tren intermedio y los del tren continuo.

Las características de estas cargas se muestran en la tabla Nº 4.

Los resultados son los siguientes:

PJ (Kw)	KVAR	Cos ϕ	Demanda (Kw)
109.92	71.43	0.82	93.52

3.6 Campos y regulación

En estas cargas se encuentran el equipo auxiliar de los motores principales del tren continuo lo mismo que los campos. El estudio de los campos lo veremos más adelante.

Estas cargas son las siguientes:

TABLA Nº4

DISTRIBUCION DE CARGAS EN TREN INTERMEDIO
440v - 60Hz

	P Kw	η	Cos ϕ	No	PJ Kw	KVAR	PI(total) (Kw)	KVAR (total)
Motoventilador motor principal del tren intermedio	1.5	0.62	0.83	1	2.4	1.62	2.40	1.62
Central de lubricación para T.J.	5.5	0.76	0.84	1	7.24	4.67	7.24	4.67
Arrastradores Nº1 y Nº2	22	0.9	0.77	2	24.44	20.26	48.88	40.52
Central de lubricación para tren continuo	5.5	0.6	0.84	2	9.17	5.92	18.34	11.84
Traslación de cajas horizontales tren continuo	2	0.86	0.96	5	2.33	0.68	11.65	3.4
Traslación cajas verticales tren continuo	3.7	0.79	0.9	2	4.68	2.27	9.36	4.53
Central hidráulica de bloqueo de cajas	4.6	0.76	0.78	2	6.05	4.85	12.1	4.85

Motoventilador del motor principal en tren continuo.

- Tensión	:	440v
- Potencia	:	4.5 Kw.
- Eficiencia	:	0.99
- Cos ϕ	:	0.84.
- Cantidad	:	7
- Potencia Reactiva	:	2.9 KVAR.
- P.I. (total)	:	31.5 Kw.
- Potencia Reactiva Total	:	20.35 KVAR.

Los resultados sumando las cargas de corriente continuo lo veremos en la tabla N° 5.

TABLA N° 5

DISTRIBUCION DE CARGAS EN CAMPOS Y REGULACION
440 V - 60 Hz

DESCRIPCION	P Kw	No	PJ _{TOTAL} Kw	KVAR _{TOTAL}
Motoventilador	4.5	7	31.5	20.35
Campo	4.48	7	31.36	23.52

Los resultados son los siguientes:

PJ (Kw)	KVAR	Cos ϕ	Demanda (Kw)
62.86	43.87	0.82	62.86

3.7 Grupo de frecuencia variable

Este grupo está constituido por un motor primo de corriente continua que acciona un generador sincrónico de frecuencia variable.

El motor es alimentado por un convertidor estático a tiristores. Las características del generador sincrónico son:

Tensión	:	220 - 624 V
Corriente	:	236 A
Velocidad	:	600 - 1700 RPM
Tensión de excitación	:	100 V - 60 Hz
Corriente de excitación	:	20 A
Frecuencia	:	30 - 85 Hz
Potencia	:	90 - 255 KVA
Cos ϕ	:	0.7

El convertidor de la armadura del motor de corriente continua tiene el siguiente comportamiento en la red de 440V-60Hz

P _I	(Kw)	:	209.5
Q	(KVAR)	:	165.3
P _I _{TOTAL}	(Kw)	:	209.5

El rectificador de campo tendrá el siguiente comportamiento en la red de 440 V - 60 Hz

PJ	(Kw)	:	0.87
Q	(KVAR)	:	0.65
PJ _{TOTAL}	(Kw)	:	0.87

La excitación del motor sincrónico tendrá las siguientes características en la red de 440 V - 60 Hz

PJ	(Kw)	:	2
Q	(KVAR)	:	2.04
PJ _{TOTAL}	(Kw)	:	2

Las otras cargas se muestran en la Tabla N° 6.

TABLA N° 6
DISTRIBUCION DE CARGAS EN GRUPO DE FRECUENCIA VARIABLE
440 V - 60 Hz

DESCRIPCION	P Kw	η	cos ϕ	PJ Kw	KVAR
Motoventilador del motor principal	2.2	0.75	0.87	2.93	1.66
Motoventilador del generador principal	1.5	0.75	0.88	2	1.8

Los resultados sumando las otras cargas son:

PJ (Kw)	Cos ϕ	KVAR	Demanda (Kw)
217.3	0.8	168.65	203.63

3.8 Gruas

En estas cargas se encuentran los dos puentes de grua existentes en la planta la grua de 25 T. que posee además un gancho de 5 T. y la grua de 10 T. que posee un solo gancho.

Las características de estas cargas se muestran en la Tabla Nº 7.

Los resultados son los siguientes:

- Grua de 25 T.

PJ (Kw)	KVAR	Cos ϕ	Demanda (Kw)
107.54	68.82	0.84	96.73

- Grua de 10 T.

PJ (Kw)	KVAR	Cos ϕ	Demanda (Kw)
21.41	14.9	0.82	19.26

3.9 Compresores

En estas cargas se encuentran los compresores que alimentan de aire comprimido a la planta en circuito cerrado a una presión de 7.2 bar.

Las características de estas cargas son:

Número de compresores	:	4
Potencia	:	45.5 Kw.
Eficiencia	:	0.9
Tensión	:	440v.

TABLA Nº 7 - A

DISTRIBUCION DE CARGAS DE GRUA DE 25T
440v - 60HZ

DESCRIPCION	P Kw	η	Cos ϕ	Nº	PJ (Kw)	KVAR	PJ(total) (Kw)	KVAR (total)
Traslación del puente 25T	7.5	0.76	0.81	2	9.86	14.29	19.72	14.29
Traslación carrito 25T	7.5	0.81	0.84	1	9.25	5.98	9.25	5.98
Gancho 5T baja velocidad	2.94	0.66	0.81	1	4.45	3.22	4.45	3.22
Gancho 5T alta velocidad	13	0.81	0.84	1	16.05	10.36	16.05	10.36
Gancho 25T baja velocidad	7.36	0.75	0.84	1	9.8	6.33	9.8	6.33
Gancho 25T alta velocidad	42	0.87	0.86	1	48.27	28.64	48.27	28.64

TABLA Nº 7 - B

DISTRIBUCION DE CARGAS EN GRUA DE 10T
440v - 60HZ

DESCRIPCION	P Kw	η	Cos ϕ	No	PJ (Kw)	KVAR	PJ(total) (Kw)	KVAR (total)
Traslación del puente grua 10T	3.73	0.78	0.81	2	4.78	3.46	9.56	6.92
Traslación del carrito velocidad alta	2.61	0.41	0.80	1	2.86	2.88	2.86	2.15
Traslación del carrito velocidad baja	0.90	0.52	0.75	1	1.71	1.51	1.71	1.51
Gancho grua 10T velocidad baja	3.68	0.80	0.86	1	4.60	2.73	4.60	2.73
Gancho grua 10T velocidad alta	2.20	0.82	0.86	1	2.68	1.59	2.68	1.59

Corriente	:	78 A.
Factor de potencia	:	0.85
Potencia Instalada	:	50.5 Kw.

Los resultados usando un factor de simultaneidad de 0.75 serán:

PI (Kw)	KVAR	Cos ϕ	Demanda (Kw)
202.22	125.22	0.85	151.66

3.10 Motores de corriente continua

Estos motores se encuentran en zonas donde es necesario tener una velocidad variable y son:

- (a) Arrastrador de la cizalla volante N° 2.
- (b) Cizalla volante N° 2.
- (c) Motor primo del grupo de frecuencia variable.
- (d) Motores del tren continuo.

Las características de estas cargas son:

- (a) Arrastrador de cizalla volante N° 2.

- Potencia	:	22 Kw.
- Tensión de armadura	:	500v.
- Corriente de armadura	:	49 A.
- Tensión de campo	:	160v.
- Corriente de campo	:	5.8 A.
- Velocidad	:	2000 RPM.

Este motor es alimentado por medio de un convertidor estático

a tiristores.

El comportamiento del convertidor en la red de alimentación 440v., 60 Hz, 3 ϕ es el siguiente:

PJ (Kw)	KVAR	Cos ϕ	Demanda (Kw)
24.72	12.66	0.89	24.72

Para el campo será:

PJ (Kw)	KVAR	Cos ϕ	Demanda (Kw)
0.928	0.475	0.89	0.928

(b) Cizalla volante N° 2.

- Potencia	:	55 Kw.
- Velocidad	:	1500 RPM.
- Tensión de armadura	:	440v
- Corriente de armadura	:	136 A.
- Tensión de excitación	:	160v.
- Corriente de excitación	:	7.6 A

El comportamiento de esta carga en la red de 440 V - 60 Hz, 3 ϕ es el siguiente:

PJ (Kw)	KVAR	Cos ϕ	Demanda (Kw)
59.84	47.41	0.783	59.84

El comportamiento de la excitación que es alimentado por un puente de diodos en la red de 440 V - 60 Hz, 3 ϕ será:

PJ (Kw)	KVAR	Cos ϕ	Demanda (Kw)
1.22	0.92	0.783	1.22

(c) Grupo de frecuencia variable.

Este grupo está compuesto por un motor de corriente continua de excitación independiente y por un generador sincrónico. Las características del motor primo de corriente continua son:

- Potencia	:	67 - 194 Kw
- Tensión de armadura	:	185 - 500 V.
- Corriente de armadura	:	412 - 419 A.
- Tensión de excitación	:	160 V.
- Corriente de excitación	:	8 A
- Velocidad	:	600 - 1700 RPM.

El comportamiento de la armadura que es alimentada por un puente de tiristores en la red de 440v. - 60 Hz, 3 ϕ será:

PI (Kw)	KVAR	Cos ϕ	Demanda (Kw)
209.5	165.34	0.785	209.5

El comportamiento del campo que es alimentado por un puente de diodos en la red de 440v. - 60 Hz será:

PI (Kw)	KVAR	Cos ϕ	Demanda (Kw)
0.87	0.65	0.8	0.87

(d) Tren continuo

Estos motores están ubicados en el tren continuo y son de excitación independiente. La armadura está alimentada por un convertidor estático trifásico o tiristores y la excitación es alimentada por un convertidor estático monofásico a tiristores.

Las características de estos motores son:

- Número de motores : 7
- Potencia : 0/300/300 Kw.
- Tensión de armadura : 0/570/570v.
- Corriente de armadura : 556 + 25% de sobrecarga
- Tensión de excitación : 160v.
- Corriente de excitación : 28/28/13.5 A.
- Eficiencia : 0.947
- Velocidad : 0/1150/1800 RPM.

La potencia eléctrica será:

$$P_{el} = \frac{300}{0.947} = 316.9 \text{ Kw}$$

El comportamiento de esta carga en la red de 540 V, 3 ϕ , 60 Hz es:

$$\begin{aligned} P &= 316.9 \text{ Kw} \\ \cos \phi &= 0.89 \\ Q &= 162.36 \text{ KVAR.} \end{aligned}$$

Dividiendo las cargas en dos grupos para darle mejor versatilidad y características similares a todos los equipos.

En el primer grupo tenemos cuatro cargas que nos dan los resultados siguientes:

$$\begin{aligned} P &= 1267 \text{ Kw.} \\ \cos \phi &= 0.89 \\ Q &= 649 \text{ KVAR} \\ \text{Demanda} &= 1267.6 \text{ Kw} \end{aligned}$$

En el segundo grupo tenemos tres motores, los resultados totales serán:

PJ	=	950.7 Kw
Cos ϕ	=	0.89
Q	=	487 KVAR
Demanda	=	950.7 Kw

El comportamiento del campo que es alimentado por un convertidor estático monofásico a tiristores en la red de 440v, 60 Hz será:

PJ (Kw)	KVAR	Cos ϕ	Demanda (Kw)
4.48	3.36	0.8	4.48

3.11 Máxima demanda de las cargas de 440 V

De acuerdo a las tablas anteriores, la distribución total de las cargas de los trenes de laminación en la línea de barras se observa en la tabla N° 8.

De los datos anteriores el factor de potencia promedio es:

$$\cos \phi = \frac{PJ}{\sqrt{PJ^2 + KVAR^2}}$$

TABLA Nº 8
DEMANDA DE CARGAS EN 440v.

DESIGNACION	PJ (Kw)	KVAR	Demanda(Kw)
Bombas	374.6	263.3	337.1
Tren de desbaste	270.2	239.5	243.0
Placa de enfriamiento	345.0	286.0	311.3
Tren intermedio	103.9	71.4	93.5
Campos y regulación	62.8	43.9	62.8
Grupo de frecuencia variable *	226.7	168.6	203.6
Grua 25T.	107.5	68.8	96.8
Grua 10T.	21.4	11.9	19.2
Compresores	202.2	125.3	151.6
TOTAL	1 709.1	1 281.8	1 519.2

reemplazando datos:

$$\cos\phi = \frac{1709.1}{\sqrt{1709.1^2 + 1281.8^2}}$$
$$\cos\phi = 0.8$$

Considerando un factor de simultaneidad de 0.8 debido a que las diferentes plantas están diseñadas para operar en forma - prácticamente continua. La máxima demanda de la planta es:

$$MD = 0.8 \times 1519.2$$

$$MD = 1,213.4$$

3.12 Máxima demanda en las cargas de 540 V

De acuerdo a la distribución de cargas en 540 V tenemos dos grupos que son los siguientes:

a) Tablero TC1

b) Tablero TC2

a) Tablero TC1

En este tablero se encuentran agrupados la alimentación a la armadura de cuatro motores del tren continuo los resultados aplicando un factor de simultaneidad de 0.9 serán:

PJ (Kw)	KVAR	M.D (Kw)
1267.6	649.4	1140

b) Tablero TC 2

En este tablero se encuentra la alimentación a la armadura de tres motores del tren continuo, los resultados aplicando un factor de simultaneidad de 0.9 son los siguientes:

PJ (Kw)	KVAR	M.D (Kw)
950.7	487.1	855.6

CAPITULO IV

CALCULOS ELECTRICOS

4.1 Introducción

En este capítulo se utilizan los resultados obtenidos en el es tudio de cargas realizado en el capítulo anterior. Con el ob jeto de determinar las características básicas de los diferen tes materiales utilizados en las instalaciones que comprenden el presente proyecto.

Los cálculos se realizarán en el siguiente orden:

- a) Alimentadores principales.
- b) Alimentadores a motores de corriente continua.
- c) Tableros principales y de distribución.
- d) Alimentación a los motores.

4.2 Alimentadores principales

4.2.1 Generalidades

Se ha previsto la instalación de los diferentes alimen tadores a la planta por medio de bandejas que van en ca nales subterráneos por las razones siguientes:

./.

- a) Para facilitar las posibles reparaciones y/o ampliaciones futuras.
- b) Para proteger a los cables en forma conveniente de los agentes corrosivos en las diferentes plantas.

Sin embargo cuando la instalación de los cables se realiza en bandejas la capacidad de carga disminuye en una cantidad que depende de la sección del cable y de la cantidad de cables, de la temperatura y de la conductividad térmica del terreno.

4.2.2 Selección de cables

Se ha seleccionado el cable NYY ampliamente utilizado en sistemas de distribución de baja tensión de instalaciones eléctricas de tipo industrial. Son cables ligeros y fáciles de instalar, poseen alta resistencia a la humedad y a gran diversidad de agentes químicos, la cubierta exterior es resistente a la abrasión, sus conductores están aislados con Sinternax que es una mezcla especial a base de PVC y está protegido exteriormente con una cubierta de PVC.

Las capacidades de corriente que aparecen en las tablas del fabricante, han sido calculadas para las siguientes condiciones:

- Temperatura del terreno 20°C.

- Resistividad térmica del terreno 100°C - cm/w.
- Tensión de operación 1 Kv.
- Temperatura máxima del conductor 80°C.

4.2.3 Método de cálculo

Cada uno de los cables se selecciona para una corriente aparente de valor:

$$I_a = \frac{I_n}{K} = \frac{I_n}{K_t \cdot K_d}$$

donde:

K_t = Factor de corrección por temperatura.

K_d = Factor de corrección por agrupamiento de cables.

I_n = Corriente nominal.

Donde la corriente nominal I_n se calcula para máxima demanda de la planta, su factor de potencia promedio y la tensión nominal 440v. se considera un 25% de reserva.

La caída de tensión máxima considerada para estos alimentadores es de 4% a 440v. es decir 17.6v. y está dada por:

$$\Delta V = I L F.$$

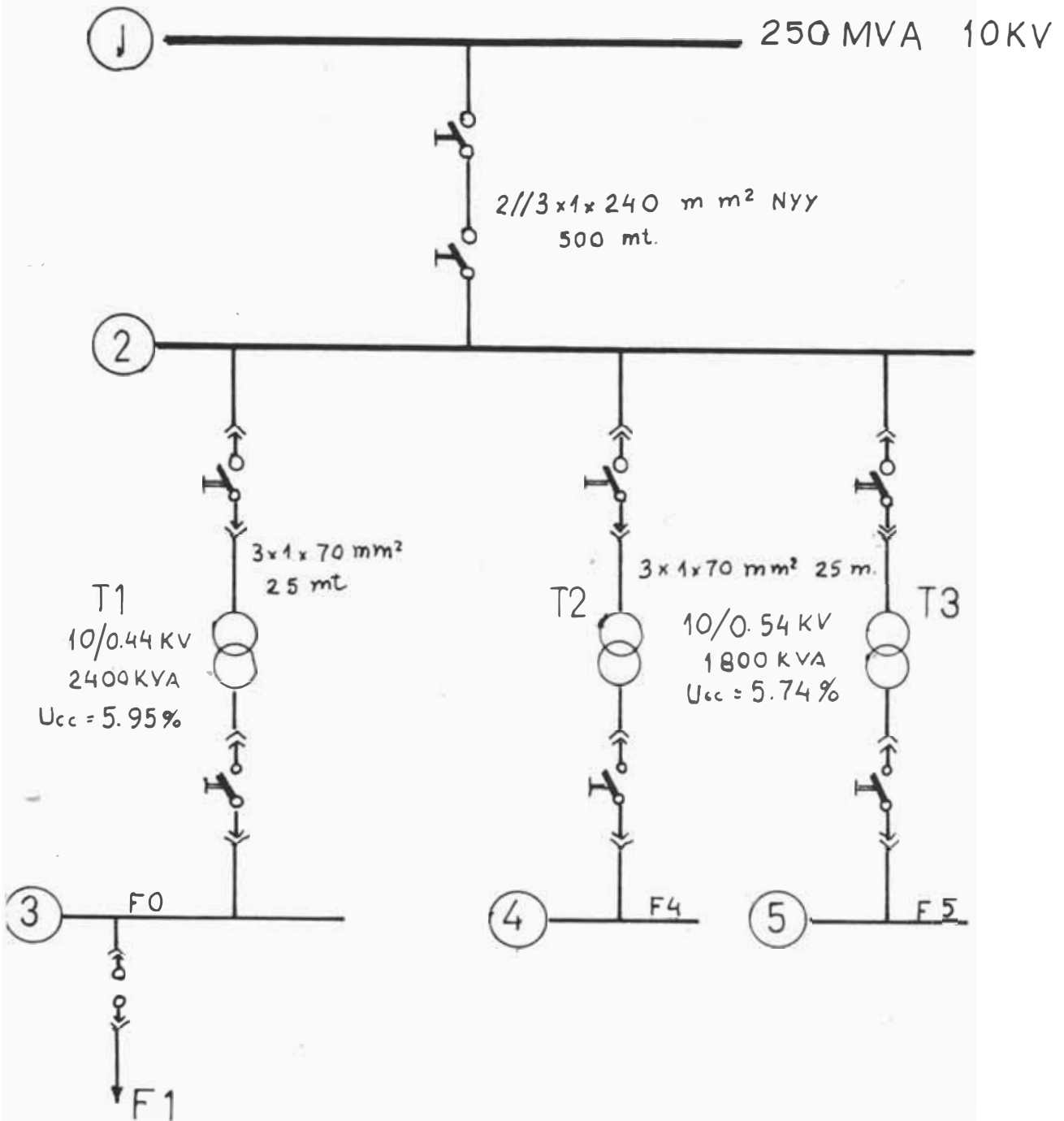
donde:

I = Corriente nominal (A)

L = Longitud del cable (Km)

GRAFICO N° 2

DIAGRAMA UNIFILAR DEL SISTEMA



r	=	Resistencia del cable (Ω/Km)
x	=	Reactancia del cable (Ω/Km)
F	=	Factor de caída de tensión (Ω/Km)

dado por:

$$F = \sqrt{3}^{-1} (r \cos \phi + x \sin \phi)$$

4.2.4 Resultados

Aplicando el método descrito se ha obtenido los resultados que se muestran en la tabla N° 9.

4.3 Tableros principales y de distribución

El cálculo de los diferentes elementos que constituyen los tableros se ha hecho siguiendo el procedimiento que se explica en 4.2.1 para el tablero de bombas.

4.3.1 Tablero de bombas

La potencia de cortocircuito es 250 MVA en la llegada, la impedancia en la barra 1 según se muestra en el gráfico N° 2 para el tablero de bombas.

La impedancia de cortocircuito del sistema en la barra 1 será:

$$Z_{\text{sis}} = \frac{V^2}{N_{\text{cc}}} = \frac{(10 \text{ Kv})^2}{250 \text{ MVA.}}$$

$$Z_{\text{sis}} = 0.44 \Omega$$

TABLA N° 9

CALCULO DE ALIMENTADORES PRINCIPALES

PLANTA	Md (Kw)	Cos ϕ	In (A)	K	Ia (A)	S mm ²	L m	F	Δ V%	CABLE	mm ²
Bombas	337	0.82	674.1	0.76	886.9	2 // 185	10	-	-	3x2 //	1x185
Tren desbastador	243	0.75	531	0.70	759	2 // 185	120	0.24	0.70	3x2 //	1x185
Placa de enfriamiento	310	0.83	613	0.78	785	2 // 185	110	0.24	0.60	3x2 //	1x185
Tren intermedio	93.5	0.77	199.1	0.89	223.7	120	15	-	-	3x1x120	
Campos y regulación	62.86	0.82	126	0.90	139	70	10	-	-	3x1x70	
Grupo de frecuencia variable	203.6	0.80	417.6	0.90	463	2 // 185	130	0.24	3.18	3x2 //	1x185
Gruas	115.19	0.83	227.6	0.89	225.7	120	190	0.39	1.59	3x1x120	
Compresores	151.6	0.85	292.6	0.78	37.5	185	140	0.24	2.34	3x1x185	

./.

La impedancia de los medios de transporte:

$$Z_{FL} = \frac{1}{2} 0.5 \text{ Km} (0.074 + j 0.098) + 0.025 (0.225 + \dots \dots j 0.103)$$

$$Z_{FL} = 0.0249 + j 0.0271$$

La impedancia del transformador T1 será:

$$Z_{T1} = U_{cc} \frac{V^2}{N}$$

$$Z_{T1} = 0.0595 \frac{(10 \text{ KV})^2}{2.4 \text{ MVA}}$$

$$Z_{T1} = j 2.479 \Omega$$

La impedancia equivalente en Fc referida a 10 KV será:

$$Z_{eq} = Z_{SIS} + Z_{FL} + Z_{T1}$$

$$Z_{eq} = 2.92 \underline{88.97}$$

./.

./.

- 42 -

La impedancia equivalente en baja tensión es:

$$Z'_{eq} = 2.92 \left(\frac{0.44}{10} \right)^2$$

$$Z'_{eq} = 0.0057 \text{ j}$$

Para el punto F_0 la corriente de cortocircuito es:

$$I_{cc} = \frac{V}{\sqrt{3} Z'_{eq}} = \frac{0.44 \text{ Kv}}{\sqrt{3} \times 0.0057}$$

$$I_{cc} = 44.94 \text{ KA}$$

Potencia de cortocircuito en F_0 :

$$N_{cc} = \sqrt{3} V I_{cc}$$

$$N_{cc} = \sqrt{3} \times 0.44 \times 44.94$$

$$N_{cc} = 34.25 \text{ MVA}$$

./.

./.

En el punto F1 la impedancia total será:

$$Z_t = Z'_{eq} + Z_b$$

Donde: Z_b es la impedancia del cable alimentador el ta
blero de bombas.

$$Z_t = j 0.0057 + 0.00049 + j 0.00052$$

$$Z_t = j 0.0063 \Omega$$

La corriente de cortocircuito en el punto F1 es:

$$I_{cc} = \frac{0.44}{\sqrt{3} \times 0.0063}$$

$$I_{cc} = 40.33 \text{ KA}$$

Potencia de cortocircuito en F1:

$$N_{cc} = \sqrt{3} \times 0.44 \text{KV} \times 40.33 \text{ KA}$$

$$N_{cc} = 30.74 \text{ MVA}$$

./.

Estos valores nos servirán para hallar las características de los diferentes elementos a utilizar.

Los elementos a dimensionar son:

- a) Seccionador de barras
- b) Barras
- c) Aisladores
- d) Salidas
- e) Sistemas de medición

a) Seccionador de barras

La corriente nominal es la que corresponde a la máxima demanda de la planta de bombas incrementada en un 15%.

$$I_n = 1.15 \times 539.2 = 620.15 \text{ A}$$

Normalizando este valor:

$$I_n = 630 \text{ A.}$$

La tensión nominal es 440 v. Normalizando este valor:

$$V_n = 600 \text{ v.}$$

Este seccionador deberá ser capaz de soportar los efectos dinámicos cuando ocurra un cortocircuito en barras, la corriente de choque es:

./.

- 45 -

$$I_{ch} = 1.8 \sqrt{2} \quad I_{cc} = 1.8 \sqrt{2} \times 40.33 \text{ KA}$$

$$I_{ch} = 102. \text{ KA}$$

La fuerza máxima que se presenta en el caso más desfavorable considerando una distancia entre barras de 20 cms es:

$$P_{max} = 2.04 \times \frac{I_{ch}^2}{d}$$

d : distancia entre barras en cms

$$P_{max} = 1.075 \text{ Kg/m}$$

La potencia de cortocircuito ya determinada antes es de 30.74 MVA.

b) Barras

La corriente nominal de las barras considerando un factor de seguridad del 25% es:

$$I_n = 1.25 \times 539.26 \text{ A}$$

$$I_n = 674 \text{ A}$$

La fuerza máxima considerando una distancia entre soportes de 30 cms es:

$$F_m = P_{max} \times l$$

./.

./.

- 46 -

l : distancia entre soportes

$$F_m = 1,075 \frac{\text{Kg}}{\text{m}} \times 0.3 \text{ m}$$

$$F_m = 322.5 \text{ Kg}$$

El momento flector en este caso es:

$$M_F = \frac{F_l}{16} = \frac{322.5 \text{ Kg} \times 30 \text{ cms}}{16}$$

$$M_F = 604.6 \text{ Kg-cm}$$

Escogiendo barras de dimensiones 50 x 10 mm, con capacidad de 920 A. El momento resistente es:

$$M_R = \frac{b^2 h}{6} = \frac{1^2 \times 5}{6}$$

$$M_R = 0.833 \text{ cm}^3$$

En estas condiciones el esfuerzo máximo sobre la barra es:

$$G_B = \frac{M_F}{M_R} = \frac{604.6}{0.833} = 725.9 \text{ Kg/cm}^2$$

Este valor es menor que el límite fijado para el cobre que es de: 1200 Kg/cm^2 .

./.

Resonancia

La frecuencia natural de resonancia está dada por:

$$F_n = \frac{112}{l^2} \sqrt{\frac{E J}{G}}$$

donde:

E = Módulo de elasticidad del cobre, $1.25 \times 10^6 \text{ Kg/cm}^2$

J = Momento de inercia en cm^4

G = Peso de la barra (0.0445 Kg/cm)

l = Longitud de la barra entre apoyos

El valor del momento de inercia en la configuración dada es:

$$J = 0.42 \text{ cm}^4$$

luego:

$$F_n = \frac{112}{30^2} \sqrt{\frac{1.25 \times 10^6 \times 0.42}{0.0445}}$$

$$F_n = 427.4$$

Con este valor de frecuencia no habrá problemas de resonancia en las barras.

Efecto térmico

El valor de la sobreelevación de temperatura en una barra cuando transporta la corriente de cortocircuito - está dado por:

$$T = \frac{K}{s^2} \times I_{cc}^2 (t + Dt)$$

K = Constante del material = 0.0058 para el cobre

s = Area de la barra = 500 mm²

I_{cc} = Corriente de cortocircuito permanente

t = Tiempo del relé más el tiempo de apertura del interruptor = 1 sg.

Dt = Incremento de tiempo

Kt = Tiempo de alejamiento del punto de falla con respecto a la generación

$$Dt = \frac{I_{ch}^2}{I_{cc}^2} \quad Kt = \frac{102.66^2}{40.33} \times 0.2 = 1.29 \text{ seg}$$

Reemplazando valores:

$$T = \frac{0.0058}{500^2} \cdot 40,330^2 (1 + 1.29)$$

$$T = 86.42 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Suponiendo una temperatura de ambiente 30°C al conductor

Por la I_n , la temperatura de la barra aumenta aproximadamente en 40°C , entonces al ocurrir el cortocircuito la temperatura final será:

$$T_f = 30 + 40 + 86.42 = 156.41^\circ\text{C}$$

Debido a que la temperatura máxima admisible para el cobre es de 180°C no habrá problemas de sobretemperatura.

c) Aisladores

Los aisladores se eligen con una resistencia necesaria para soportar el mayor esfuerzo que pueden ser sometidos en caso de un cortocircuito, este esfuerzo es máximo en el momento en que se presenta la corriente de choque y depende también de la separación entre aisladores y la distancia entre las barras en el presente caso esta fuerza máxima vale:

$$F_{\text{max}} = 322.5 \text{ Kg}$$

Adoptando un factor de seguridad de 0.5 los aisladores deben tener una resistencia de:

$$F = \frac{322.5}{0.5} = 645 \text{ Kg}$$

Según normas DIN, los aisladores portabarra de 1 a 30 KV soportan:

Norma DIN	Clase	Kg a la cabeza
48100	A	375
48101	B	750
48102	C	1250

Utilizamos aisladores portabarras de 1 KV clase B según normas alemanas DIN.

4.3.2 Los otros tableros

Los otros tableros han sido diseñados siguiendo el mismo procedimiento, los resultados obtenidos se muestran en la tabla N° 10.

Además tenemos el tablero centro de control de potencia.

* Tablero centro control de potencia

En este tablero se encuentran todos los interruptores de salida sus dimensiones son de acuerdo al estudio de cargas. Estos interruptores son los siguientes:

T. bombas

- Interruptor termomagnético tripolar de 800 A

Poder de ruptura 6300 A

Tensión 600 V

T. tren desbastador

- Interruptor termomagnético tripolar de 630 A

Poder de ruptura 6300 A

Tensión 600 V

TABLA Nº 10

CALCULO DE TABLEROS

TABLERO	TA1	TA3	TA2	TCR	TFV	TG	TC
In (A)	425.1	490	149.7	100.58	333.94	177.62	234
Icc(KA)	2.98	21.74	36.38	38.49	19.5	7.63	11.06
Ich(KA)	7.59	55.34	73.77	97.9	49.64	19.42	28.15
Ncc(MVA)	2.37	17.32	28.98	30.67	15.63	6.08	8.82
Seccionador							
I (A)	630	630	200	125	400	250	300
Ich(KA)	7.59	55.3	73.7	97.9	49.6	19.6	28.1
Barras							
I (A)	531.3	612.5	215.2	125.7	417.4	222.2	292.5
b x h (mm)	40 x 5	60 x 5	30 x 5	50 x 5	50 x 5	20 x 5	20 x 5
Aisladores							
F (Kg)	3.4	187.4	220.4	391.6	150.8	38.46	48.5
Clase	A	A	A	A	A	A	A

T. placa de enfriamiento

- Interruptor termomagnético tripolar de 630 A

Poder de ruptura 6300 A

Tensión 600 V

T. tren intermedio

- Interruptor cortacircuitos fusible tripolar con fusible de 250 A

Poder de ruptura 500 A

Tensión 600 V

T. campos y regulación

- Interruptor cortacircuitos fusibles tripolar con fusibles tipo NHJ de 250 A

Poder de ruptura 500 A

Tensión 600 V

T. grupo de frecuencia variable

- Interruptor cortacircuitos fusible tripolar con fusible tipo NHJ de 500 A

Poder de ruptura 500 A

Tensión 600 V

T. gruas

- Interruptor cortacircuitos fusible tripolar con fusible tipo NH1 de 250 A

Poder de ruptura 500 A

Tensión 600 V

T. compresores

- Interruptor cortacircuitos fusibles tripolar con fusibles tipo NH1 de 355 A

Poder de ruptura 500 A

Tensión 600 V

4.3.3 Tableros de 540 V

De acuerdo al esquema unifilar tenemos los tableros TC1 y TC2.

4.3.4 Tableros TC1

La impedancia de los tramos hasta el transformador es la misma que tenemos calculada en el ítem 4.3.1

Impedancia del transformador T2

$$Z_{T2} = 0.0574 \frac{(10 \text{ KV})^2}{1.8 \text{ MVA}} = 3.19 \text{ Ohm}$$

Impedancia equivalente referida a 10 KV en el punto F4

$$Z_{eq} = Z_{sis} + Z_{FL} + Z_{FI}$$

$$Z_{eq} = j 0.4 + 0.0249 + j 0.0271 + j 3.19$$

$$Z_{eq} = 3.62 \angle 89.6$$

Impedancia equivalente referida a 540 V

$$Z_{eq} = 3.62 \left(\frac{0.54}{10} \right)^2 = 0.0106 \text{ Ohm}$$

Corriente de cortocircuito en F4

$$I_{cc} = \frac{0.54}{\sqrt{3} \times 0.0106}$$

$$I_{cc} = 29.41 \text{ KA}$$

Seccionador

La potencia de cortocircuito será:

$$N_{CC} = \sqrt{3} \times 0.54 \times 29.67 \text{ KA}$$

$$N_{CC} = 27.75 \text{ MVA}$$

Corriente de choque que deberá soportar el seccionador

$$I_{ch} = 1.8 \cdot \sqrt{2} \cdot I_{CC}$$

$$I_{ch} = 75.53 \text{ KA}$$

La corriente nominal para la máxima demanda es:

$$I = 1,379 \text{ A}$$

La corriente nominal del seccionador es:

$$I_n = 1.15 \times 1369$$

$$I_n = 1592 \text{ A}$$

$$\text{Normalizando } I_n = 2000 \text{ A}$$

La tensión nominal es 600 V.

Barras

Las barras en baja tensión están diseñados para que en condiciones normales conduzcan una carga igual a la anterior incrementada en un 25%.

$$I_{NB} = 1711 \text{ A}$$

El esfuerzo cortante sobre la barra seleccionada deberá ser menor que 1800 Kg/cm^2 .

Considerando una distancia de 25 cm. entre barras el máximo esfuerzo se presenta durante un cortocircuito y se debe a la corriente de choque, este esfuerzo vale:

$$P_{\max} = 2.04 \frac{I_{ch}^2}{d} = 2.04 \times \frac{(25.53)^2}{25}$$

$$P_{\max} = 465.47 \text{ Kg/m}$$

La distancia entre soportes considerada es de 30 cm, la fuerza neta sobre este tramo es:

$$F_{\max} = 465.47 \frac{\text{Kg}}{\text{m}} \times 0.3\text{m} = 139.64 \text{ Kg}$$

Tomando dos barras de 60 x 10mm que soportan 1860 A

$$M_F = \frac{139.64 \text{ Kg} \times 30 \text{ cm}}{16} = 261.83 \text{ Kg} \times \text{cm}.$$

$$M_R = \frac{1^2 \times 6}{6} = 1 \text{ cm}^3$$

El esfuerzo cortante será:

$$G_B = \frac{M_F}{M_R} = 261.83 \text{ Kg} / \text{cm}^2$$

Este esfuerzo es menor que : 1200 Kg / cm²

Efecto de resonancia

La frecuencia natural de resonancia de esta barra es

$$F_n = 15.05$$

Por lo que no existirán problemas de resonancia.

Aisladores

La fuerza máxima vale 139.6 Kg., por lo que según las normas DIN se pueden usar aisladores de 1 KV clase A.

4.3.5 Tablero TC2

De manera análoga al caso anterior.

Seccionador

$$I_{cc} = 29.67 \text{ KA}$$

$$N_{cc} = 27.75 \text{ MVA}$$

$$I_{ch} = 75.53 \text{ KA}$$

$$I_n = 1300 \text{ A}$$

$$V_n = 600 \text{ V}$$

Barras

La distancia entre barras es 25 cm.

$$I_n = 1284 \text{ A}$$

$$P_{max} = 465.43 \text{ Kg/m.}$$

La distancia entre soportes 30 cm.

La fuerza neta sobre este tramo es:

$$F_{max} = 139.64 \text{ Kg.}$$

Tomando dos barras de 60 x 10 mm. que soportan 1860 A.

$$G_B = 261.83 \text{ Kg/cm}^2$$

Aisladores

Según normas DIN se usan aisladores de 1 KV clase A.

4.4 Alimentadores a las cargas de 440 V.

4.4.1 Generalidades

Se ha previsto la instalación de los cables alimentadores a los motores de corriente alterna por medio de bandejas.

4.4.2 Selección de cables

Se ha seleccionado cables NYY por las razones expuestas en el capítulo 4.1.2.

4.4.3 Método de cálculo

El calibre del conductor se calculará con una capacidad 25% mayor que la corriente nominal del motor.

También puede ser calculado con la fórmula:

$$I_d = \frac{I_n \times 1.25}{K}$$

Siendo: $K = K_D \times K_T$

donde : K_D = Factor de corrección por proximidad entre cables

K_T = Factor de corrección por temperatura

Se verificará la caída de tensión en los casos en que la longitud del motor sea mayor de 10 m. Considerando una máxima caída de tensión del 3%.

El menor calibre a utilizar es de 2.5 mm^2 de acuerdo al CEP.

Los conductores serán de cobre electrolítico blando cableado ya sea unipolar o tripolar.

4.4.4 Resultados

Aplicando el método descrito se han obtenido los resultados que se muestran en la tabla N° 11

4.5 Alimentación a los motores de corriente continua

4.5.1 Generalidades

Por las mismas razones indicadas en el ítem. 4.2.1 se ha previsto la instalación de los cables alimentados a los motores de corriente continua por medio de bandejas.

El tipo de cables a usar será el NYY por las razones expuestas anteriormente.

TABLA Nº 11
 ALIMENTACION A LAS CARGAS DE 440v; 3Ø; 60HZ

CIRCUITO	DESCRIPCION	CANT.	CORRIENTE (A)		L (m)	Sección mm ²	ΔV%	CABLE 1000v
			Nominal	Diseño				
1	Bomba alimentación de agua tipo A a la planta	4	36.5	61	90	3x16	1.7	NYN
2	Bomba de envío agua tipo A a las torres de enfriamiento	3	17	34	106	3x6	1.5	NYN
3	Ventiladores torres de enfriamiento agua tipo A	2	17	31.8	110	3x6	2.8	NYN
4	Bombas de alimentación de agua tipo B	4	60	97.4	120	3x35	1.2	NYN
5	Bombas retorno agua tipo B	4	33	53.6	80	3x10	1.6	NYN
6	Ventilador colector motor principal del tren de desbaste	1	3.8	5.5	10	3x2.5	-	NYN
7	Motor cadena reostato líquido	1	1.8	2.6	20	3x2.5	-	NYN
8	Arrastrador volante del motor principal	1	14.5	23.8	15	3x2.5	-	NYN
9	Bomba de lubricación	1	11.3	16.5	15	3x2.5	0.6	NYN
10	Rodillos salida del horno	1	2	1.5	35	3x2.5	-	NYN

./.

TABLA Nº 11

cont....

CIRCUITO	DESCRIPCION	CANT.	CORRIENTE (A)		L (m)	Sección mm ²	Δ V%	CABLE 1000V
			Nominal	Diseño				
11	Rodillos entrada desbaste	6	4.5	7.4	10	3x2.5	-	NYN
12	Banco de rodillos fijo	11	11.5	18.9	10	3x2.5	-	NYN
13	Banco de rodillos continuación del fijo	8	6	11.1	10	3x2.5	-	NYN
14	Banco de rodillos móvil	7	11.5	21.2	10	3x2.5	-	NYN
15	Banco de rodillos continuación del móvil	10	6	11.5	10	3x2.5	-	NYN
16	Cizalla móvil Nº1	1	82	134.8	60	3x70	0.7	NYN
17	Ventilador cizalla móvil	1	2.1	3.6	60	3x2.5	0.4	NYN
18	Motoventilador arrastrador cizalla volante Nº2	1	1.44	2	110	3x2.5	0.6	NYN
19	Motoventilador cizalla volante Nº2	1	2.5	3.5	110	3x2.5	0.6	NYN
20	Banco de rodillos de entrada a la placa de enfriamiento	65	3.5	6	3	3x2.5	1.3	NYN
21	Transporte de rodillos antes de la cizalla en frío	40	5.5	9.05	15	3x2.5	-	NYN

./.

TABLA Nº 11

cont....

CIRCUITO	DESCRIPCION	CANT.	CORRIENTE (A)		L (m)	Sección mm ²	Δ V%	CABLE 1000V
			Nominal	Diseño				
22	Transporte de rodillos después de la cizalla en frío	12	5.5	9.1	15	3x2.5	-	NYN
23	Cizalla en frío	1	53	69.7	25	3x16	0.5	NYN
24	Rastrillos móviles	1	73	106.7	25	3x35	0.3	NYN
25	Wimlers	1	33	48.2	60	3x10	1.6	NYN
26	Ventilador colector motor principal del tren intermedio	1	3.8	6.35	50	3x2.5	0.7	NYN
27	Bomba de lubricación del tren intermedio	1	11.3	18.6	60	3x2.5	2.4	NYN
28	Arrastrador Nº1	1	41.4	65.6	110	3x16	2.4	NYN
29	Arrastrador Nº2	1	41.4	65.6	90	3x16	2	NYN
30	Bomba de lubricación tren continuo Nº1	1	14	26.9	60	3x2.5	1.9	NYN
31	Bomba de lubricación tren continuo Nº2	1	14	26.9	80	3x2.5	2.1	NYN
32	Traslación jaula horizontal tren continuo	7	3.3	6.2	80	3x2.5	0.1	NYN

./.

TABLA Nº 11

cont....

CIRCUITO	DESCRIPCION	CANT.	CORRIENTE (A)		L (m)	Sección mm ²	Δ V%	CABLE 1000v
			Nominal	Diseño				
33	Central hidráulica de bloqueo de jaulas	1	10.2	16.7	80	3x2.5	2.9	NYN
34	Motoventilador motor principal del tren continuo	7	12	19.7	100	3x6	1.89	NYN
35	Ventilador motor grupo de frecuencia variable	1	4.4	7.23	10	3x2.5	-	NYN
36	Ventilador grupo de frecuencia variable	1	4.4	7.23	10	3x2.5	-	NYN
37	Generador grupo de frecuencia variable	1	236	326.9	15	3x1x185	0.07	NYN
38	Traslación del puente grua 25T.	2	16	20	10	3x2.5	-	NYN
39	Traslación carrito de grua 25T.	1	14.5	18.1	20	3x2.5	-	NYN
40	Gancho 5T. baja velocidad grua 25T.	1	7.2	9	10	3x2.5	-	NYN
41	Gancho 5T. alta velocidad grua 25T.	1	25	31.2	10	3x6	-	NYN
42	Gancho 25T. baja velocidad grua 25T.	1	15.3	19.1	10	3x2.5	-	NYN
43	Gancho 25T. alta velocidad grua 25T.	1	74	92.5	10	3x2.5	-	NYN

TABLA Nº 11

cont....

CIRCUITO	DESCRIPCION	CANT.	CORRIENTE (A)		L (m)	Sección mm ²	ΔV%	CABLE 1000V
			Nominal	Diseño				
44	Resistencia rotórica gancho 25T.	1	118	147.5	10	3x2.5	-	NYN
45	Traslación del puente grua 10T.	2	7.7	12.6	20	3x2.5	-	NYN
46	Traslación del carrito grua 10T.	1	4.7	5.87	10	3x2.5	-	NYN
47	Traslación del carrito grua 10T. baja	1	3	3.75	10	3x2.5	-	NYN
48	Gancho de 10T. baja velocidad	1	9.6	15	10	3x2.5	-	NYN
49	Gancho de 10T. alta velocidad	1	41	67.4	10	3x16	-	NYN
50	Compresores	3	78	97.5	8	3x35	-	NYN

4.5.2 Método de cálculo

La potencia consumida por la red será:

$$P_e = \frac{P_u}{\eta}$$

donde:

P_u = Potencia útil

P_e = Potencia eléctrica

η = Eficiencia

La sección de los conductores que alimentan la carga cuando está expresada en amperios es:

$$s = \frac{2 L}{X u} I \quad (\text{mm}^2)$$

donde:

s = sección del conductor en mm^2

L = longitud de la línea en m.

u = caída de tensión total

$$X = \frac{1}{P}$$

$$P = 0.017 \, \Omega \times \frac{\text{mm}^2}{\text{m}} \quad (\text{para el cobre})$$

$$u = \frac{U_p \, V}{100}$$

U_p = caída de tensión porcentual

Reemplazando:

$$s = \frac{200 \times L \times P_e}{X \cdot U_p \cdot V^2}$$

V = Tensión de la red en voltios.

4.5.3 Resultados

Aplicando el método descrito se ha obtenido los resultados que se muestran en la Tabla N° 12 para una caída de tensión admisible de 3%.

En la Tabla N° 12 están los resultados para la armadura.

En la Tabla N° 13 están los resultados pa a el campo.

4.6 Tableros de distribución de fuerza motriz AC

Cada tablero tiene su tablero de distribución de fuerza mo - triz (centro de control de motores)

Por ser los alimentadores de estos tableros de corta longitud, la corriente de cortocircuito en barras es la misma que en el tablero general.

TABLA N° 12

ALIMENTADORES PARA ARMADURA DE MOTORES D.C.

CARGA	Pu Kw	η	Pe Kw	L m	u v	s mm ²
Arrastrador para la cizalla volante N°2	22	0.87	25.4	110	15.0	2x16
Cizalla volante N°2	55	0.90	59.8	110	13.2	2x1x70
Grupo de frecuencia variable	194	0.92	209.5	10	5.0	2x1x120
Tren continuo	300	0.93	396.1	70	5.7	4x1x185

TABLA N° 13

ALIMENTADORES PARA CAMPOS

CARGA	Ie A	Pe Kw	u v	s mm ²
Arrastrador para la cizalla volante N°2	5.8	0.93	4.8	2x6
Cizalla volante N°2	7.6	1.21	4.8	2x10
Grupo de frecuencia variable	8.0	1.28	4.8	2x2.5
Tren continuo	28.0	4.48	4.8	2x16

En general todos los tableros son construidos con elementos similares a los tableros ya calculados antes.

* Arrancadores

Se han considerado dos tipos de arranque:

- 1) Arranque directo : Este tipo de arranque se usa para todos los motores tipo jaula de ardilla.

El arranque se realiza a plena tensión, en este caso el arrancador consta de los siguientes elementos:

- Cortacircuitos fusible con capacidad suficiente para protección contra sobrecorrientes producidas por cortocircuitos o fallas a tierra.
- Contactor tipo electromagnético con capacidad para 1.15 In y 600 V. La bobina de control será de 110 V.
- Relé térmico tripolar regulable ajustado a 125% de la corriente a plena carga del motor. El circuito de control tendrá protección por medio de fusibles DZ ó interruptores termomagnéticos.

- 2) Arranque por medio de resistencias rotóricas : Este tipo de arranque se usa en los motores de las gruas ya que estos motores arrancan con carga.

Estos motores son de tipo jaula de ardilla de rotor deva-

nado. El arranque se realiza por etapas y a tensión reducida por medio de resistencias conectadas al devanado rotórico mediante anillos deslizantes con escobillas.

El arrancador consta de contactores que cortocircuitan las etapas comandadas mediante relés temporizados. El tiempo de arranque es de 10 seg. aproximadamente siendo la primera etapa la más larga. Con este tipo de arrancador se logra máximo toque de arranque al mismo tiempo que se disminuye la corriente inicial.

Estos arrancadores se comandan por medio de pulsadores desde los pupitres de mando o desde la estación de pulsadores.

* Control centralizado

Con la finalidad de tener un control óptimo se ha centralizado el control y mando desde los pupitres y tableros.

* Automatización

La automatización también se ha centralizado en los tableros de control.

Los elementos transductores se encuentran en la planta como son fotocélulas y finales de carrera, que gobiernan electroválvulas neumáticos que componen la automatización.

4.7 Control de motores D.C.

Estos motores son diseñados para operar con torque y velocidad variable. El tipo de motor es el de corriente continua con campo de excitación en paralelo o shunt. Ambos (armadura y campo) son conectados eléctricamente en forma independiente por fines de velocidad y torque variables.

La velocidad del motor es controlada por el voltaje de la armadura o por la corriente en el campo.

$$n = \frac{V_a - I_a R_a}{K \phi}$$

donde:

n = Velocidad

V_a = Voltaje de armadura

ϕ = Flujo magnético resultante en el campo

El torque es directamente proporcional a la corriente de armadura I_a , si la corriente de campo es constante.

$$T = K \phi I_a$$

donde:

T = Torque

ϕ = Flujo magnético

Cuando se desea obtener un torque constante se regulará el sistema, controlando la amplitud de voltaje en la armadura de acuerdo a:

$$T = K' \phi (V_a - E)$$

donde:

$$E = K \phi n \text{ (Fuerza contraelectromotriz)}$$

Los motores están conectados a fuentes rectificadores a tiristores.

4.7.1 Control de tiristores de potencia

En la figura 3 se aprecia el puente rectificador trifásico a tiristores conformado por los SCR (silicon controller rectifier)

El voltaje AC se rectifica en DC a través de los SCR, quienes pueden variar la amplitud del voltaje DC de acuerdo al ángulo de encendido de su gate respectivo. Por lo que es posible obtener diversas amplitudes de voltaje DC en la armadura y controlar el torque requerido en la caja de laminación.

En el gráfico 4 tenemos las curvas de par y de potencia en función de la velocidad.

4.7.2 Tableros del tren continuo

Estos tableros constan de puentes rectificadores a tiristores.

Por ser los alimentadores a estos tableros de corta longitud la corriente de cortocircuito en las barras es casi la misma que el tablero general.

I_{cc}	=	29.67 KA
N_{cc}	=	27.65 MVA
I_{ch}	=	75.53 KA

GRAFICO 3

CONVERTIDOR ZSD 2451

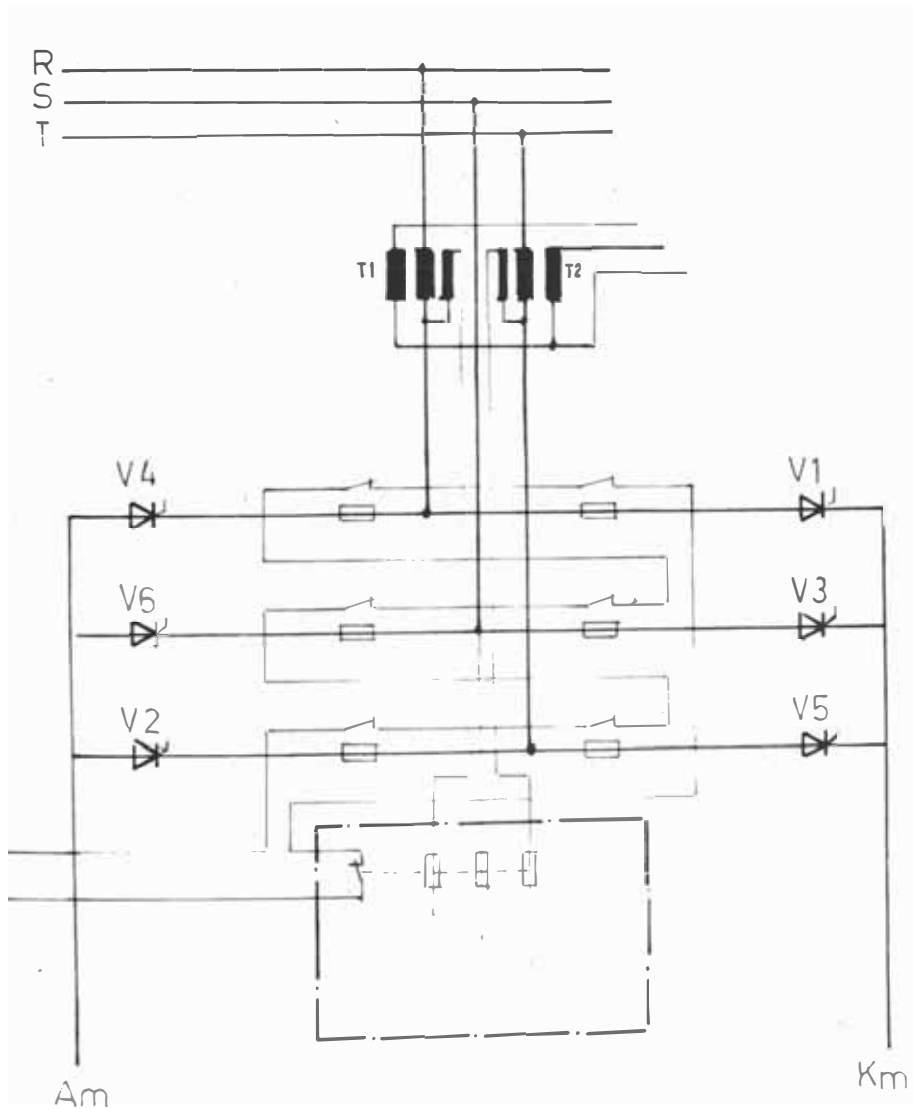
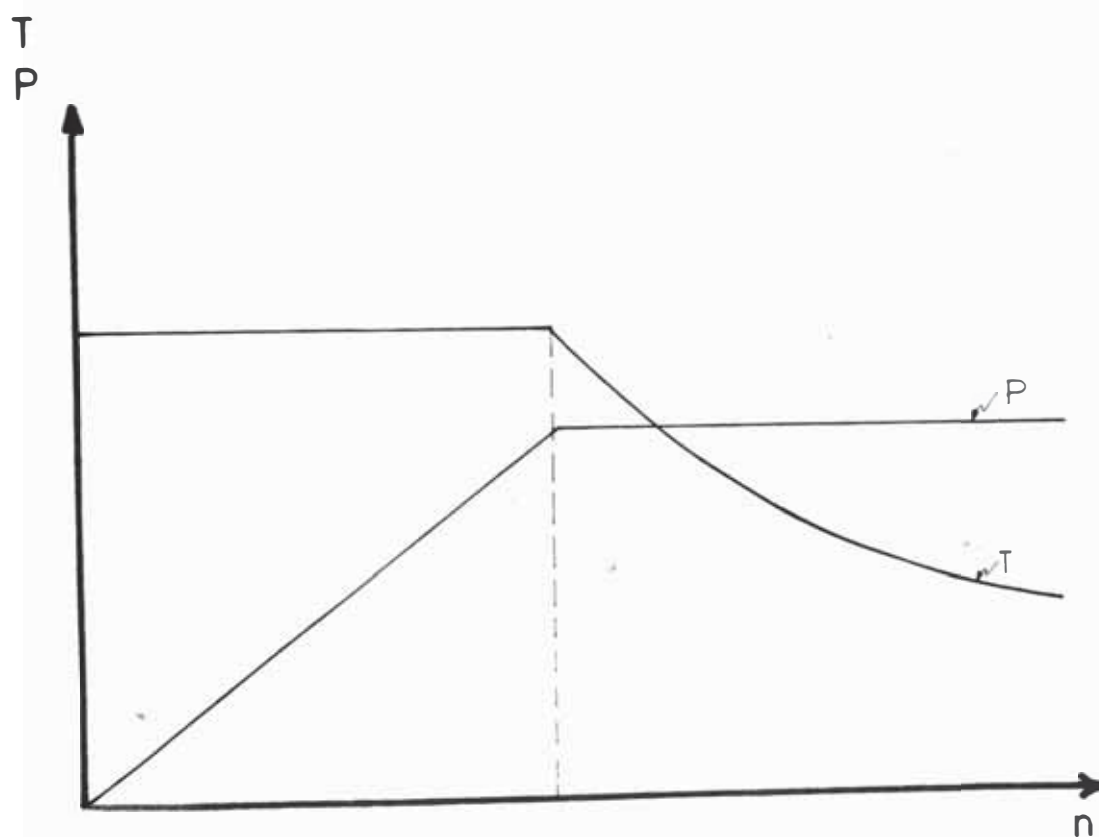


GRAFICO 4

REGULACION DE MOTOR SHUNT



./.

- 76 -

$$V_n = 600 \text{ V}$$

$$I_n = 556 \text{ A}$$

O sea el interruptor será de 630 A.

CAPITULO V
ESPECIFICACIONES TECNICAS

5.1 Generalidades

El objeto de estas especificaciones técnicas es presentar un conjunto de normas para la adecuada selección de equipos, accesorios y materiales, así como directivas para garantizar la ejecución completa y satisfactoria de las instalaciones eléctricas de la planta.

Teniendo en cuenta que el suministro, instalación y puesta en servicio estará a cargo de una empresa contratista estas especificaciones técnicas están redactadas en los siguientes términos.

Para la ejecución de todos los trabajos se exigirá materiales y la mano de obra de alta calidad además de un estricto cumplimiento de estas especificaciones a fin de garantizar la calidad y seguridad del servicio del sistema eléctrico.

Todos los materiales de fabricación standard serán revisados antes de la instalación. Los tableros, interruptores etc.

./.

serán probados antes de su adquisición.

Todos los materiales que se empleen fuera de las fábricas se rán de material resistente a la corrosión o con baño metálico que les de esa protección.

5.2 Condiciones de servicio

Estas condiciones se tendrán en cuenta para todo el equipo y no se repiten en cada especificación.

a) Sistema de 440 V

Tensión nominal	:	600 V
Tensión de diseño	:	1000 V
Tensión de prueba	:	2000 V
Frecuencia	:	60 HZ
Fases	:	3

Conexión neutro solidario a tierra.

Intensidad de cortocircuito variable.

Intensidad de choque variable.

b) Sistema 570 V DC

Tensión nominal	:	600 V
Tensión de diseño	:	1000 V
Tensión de prueba	:	2000 V

Tensión continua : 570 V

c) Ambiente

Temperatura máxima ambiente : 40°C
Temperatura promedio diaria máxima : 30°C
Temperatura promedio anual máxima : 30°C
Temperatura mínima : 10°C

d) Tensión auxiliar

Se utiliza para todos los circuitos de mando y controles corriente alterna 110 V. trifásica 60 Hz.

e) Contaminación ambiental

Debido a las características de la zona, la contaminación ambiental, polvo y humedad, los equipos deberán tener un diseño y acabado que los haga resistentes al polvo excesivo, humedad y agentes corrosivos, la cabina principal llevará un equipo de aire acondicionado para proteger los equipos electrónicos de la regulación.

5.3 Pruebas

Se someterán a las pruebas cada uno de los equipos ciñéndose a las normas IEC o a las indicaciones en las oferta.

Adicionalmente a la inspección y pruebas normales para verificar el acabado y calidad de la obra tanto durante la ejecución como al finalizar la misma se llevará a cabo las siguientes pruebas.

- Aislamiento : (a) Entre cada fase y tierra
(b) Entre fases
Instrumento : Megohmetro 500 V
- Continuidad : En todos los contactores y tomacorrientes
Instrumento : Multímetro
- Secuencia de fases : En todas las cajas de 440 V y 570 V
Instrumento : Secuencímetro
- Puesta a tierra : En todas las cajas y tableros
Instrumento : Medidor de resistencia.

Todas las pruebas se harán en presencia de un ingeniero inspector. El contratista presentará un reporte completo indicando todas las pruebas efectuadas.

5.3.1 Especificaciones y código eléctrico

Para todas las especificaciones no indicadas se aplicará el Código Eléctrico Nacional.

5.4 Tableros principales de 440 V

5.4.1 Tablero centro control de potencia de 440 V

Todas las cargas de la planta son alimentadas desde este tablero, incluyendo los convertidores de el arrasador de la cizalla rotante N° 2, la cizalla rotante N° 2 y el motor primo del grupo de frecuencia variable. Sus características principales son las siguientes:

Estructura

Será del tipo autoportado confeccionado con planchas de acero de no menos de 1.5mm de espesor con refuerzo de acero no menores de 3 x 35mm. Las puertas serán de espesor no menor de 2.5mm.

Toda la estructura metálica deberá estar perfectamente protegida contra la corrosión mediante dos capas de pintura aplicada después de arenar el tablero. El acabado será gris martillado.

El acceso para la conexión será por las puertas laterales.

La altura será de 2000mm por 830mm de fondo. El ancho será 1000mm por cada cuerpo.

El lado superior posterior y laterales serán cerrados el fondo frontal estará compuesto por puertas abisagradas y con aberturas que permitan la salida de los mandos de los interruptores.

Equipamiento

Para la línea de barras el tablero estará equipado con los siguientes interruptores y cortacircuitos fusible.

- Planta de bombas

Interruptor termomagnético tripolar SACE LN 800 + R 800 de 800 A extraíble

- Tren desbastador

Interruptor termomagnético tripolar de 630 A similar al LN 800 + R 630 de SACE, 600 V, extraíble

- Placa de enfriamiento

Interruptor termomagnético tripolar de 630 A similar al LN 800 + R 630 de SACE, 600 V extraíble

- Tren intermedio

Interruptor fusible tripolar con fusibles tipo NHJ de 250 A

- Campos y regulación

Interruptor fusible tripolar con fusibles NHJ de 250 A

- Grupo de frecuencia variable

Interruptor fusible con fusibles NHJ 500 A

- Gruas

Interruptor fusible con fusibles NHJ de 250 A

- Compresores

Interruptor fusible con fusibles NHJ de 355 A.

5.4.2 Tablero de bombas

- * Estructura

Del tipo autosoportado de dimensiones aproximadas 2000mm de altura 1500mm de ancho, 500mm de profundidad.

de arenar el tablero.

El lado frontal estará constituido por planchas individuales para cada salida con puertas herméticas abisagradas y cerradura con el fin de proteger los elementos interiores contra el polvo y salpicaduras de agua. Sólo aparecerán los focos de señalización parada y funcionamiento.

* Equipamiento

Por ser este un centro de control de motores cada salida está constituida por un arrancador. Todos los arrancadores son directos y son los siguientes:

- Envío de agua A a la planta
 - 4u Base tripolar portafusibles NH00 con tres fusibles NH00 de 80A
 - 4u Contactor tipo SLA-40 con bobina de 110V, 60 Hz marca BBC
 - 4u Relé térmico tipo TSA-4580 regulable de 30 a 45A

- Envío de agua A a las torres de enfriamiento
 - 3u Base tripolar portafusibles NH tamaño oo con tres fusibles NH00 de 80A
 - 3u Contactor tipo SLA-16 con bob 110V, 60 Hz - marca BBC

3u Relé térmico regulable de 14-21 A

- Ventiladores enfriamiento agua tipo A

2u Base tripolar NH-00 con fusibles tipo NH-00
de 35 A

2u Contactor similar al SLA 16 de BBC, 110 V, 60Hz.

2u Relé térmico regulable de 14-21A

- Envío de agua tipo B

4u Base tripolar NH-00 con fusibles NH-00 de 125 A

4u Contactor similar al SLA 60 de BBC 110V, 60 Hz

4u Relé térmico regulable de 40-63 A

- Retorno de agua tipo B

4u Base tripolar NH-00 con fusibles de 80A

4u Contactor similar al SLA 60 de BBC, 110V, 60 Hz

4u Relé térmico regulable de 25-35 A

* Control y mando

El mando se hace a través de pulsadores, controles de nivel, relés auxiliares, luces señalizadoras, ubicados en diferentes partes de la planta.

* Sistema de medición

Constituído por:

Voltímetro con escala 0 - 600 V.

Transformador de corriente de 600/5 A, 45 VA clase T

Amperímetro con escala 0 - 600 V clase 1 (CEI)

Conmutador voltímetro de cuatro posiciones

Conmutador amperimétrico de cuatro posiciones.

5.4.3 Tablero tren desbastador

Estructura:

Será del tipo autoportado de dimensiones 2000mm de altura, 4000mm de ancho y 800mm de profundidad.

Fabricado con las mismas características del tablero anterior, constará de cuatro puertas frontales.

- Ventilador colector

 - 1u Base tripolar portafusible tripolar con fusibles
DZ de 10 A

 - 1u Contactor similar al SLA 7 de BBC, 110 V

 - 1u Relé térmico tipo TSA 45 ajuste 3.5 - 5.2 A

- Motor del reóstato

 - 1u Base portafusible tripolar con fusibles DZ de 6 A

 - 2u Contactor tipo SLA 7 de BBC, 110 V

 - 1u Relé térmico tipo TSA 45 de 1.8 a 2.5 A

- Arrastrador de la volante

 - 1u Base tripolar NH00 con fusibles de 30 A

 - 2u Contactor similar al SLA 16, 110 V, BBC

 - 1u Relé térmico regulable de 14 - 21 A

- Bomba de lubricación

 - 1u Base tripolar DZ con fusibles de 35 A

 - 1u Contactor SLA 16, 110 V

 - 1u Relé térmico regulable de 8.6 a 13 A

Arrancadores celda 2

- Banco de rodillos salida del horno

 - 1u Base tripolar portafusibles tipo DZ de 10 A

 - 1u Contactor similar al SLA 12 BBC 110 V

 - 1u Relé térmico regulable de 5.5 a 8.3 A.

- Banco de rodillos entrada del desbastador
 - 1u Seccionador fusible con fusible tipo NH00 de 50 A
 - 1u Inversor de marcha con dos contactores 3 TB 48, 110 V, 60 Hz

- Banco de rodillos fijo
 - 1u Seccionador fusible trifásico con fusible NH00 de 80 A
 - 1u Inversor de marcha con dos contactores similar al 3 TB 48 de SIEMENS 110 V

- Banco de rodillos móvil
 - 1u Seccionador fusible con fusibles tipo NHJ de 80 A
 - 1u Inversor de marcha con contactores 3 TB 52 SIEMENS, 110 V

- Banco de rodillos continuación fijo
 - 1u Seccionador fusible con tres fusibles tipo NH00 de 80 A
 - 1u Inversor de marcha con contactores 3 TB 48, 110 V, 60 Hz

- Banco de rodillos continuación del móvil
 - 1u Seccionador fusible con tres fusibles NH00 de 80 A

1u Inversor de marcha con con ac or s 3 TB 48,
110 V 60 Hz SI MENS

Arrancadores celda N° 3

- Cizalla volante N° 1

3u Base unipolar con 3 fusibles NHT de 160 A

1u Contactor similar al ipo SLA 85 d BBC 110 V
60 Hz.

1u Relé térmico regulable de 70 a 100 A.

- Motoventilador cizalla

1u Guarda motor regulable 1 - 1.6 A.

1u Contactor similar al SLA 12 de BBC, 110 V, 60
Hz.

Control y mando

El mando se realiza a través de botones pulsadores, interruptores de palanca, luces señalizadores de marcha parada, alarmas acústicas relés auxiliares.

Sistema de medición

2u Transformadores de tensión monofásicos tipo relación 500/100 V 10 VA C1 0.5

1u Transformador de corrient tipo TA 5 relación 600/5 A C1 0.5

- 2u Base unipolar con fusibles DZ de 10 A
- 1u Conmutador voltímetro para medición de tres tensiones
- 1u Voltímetro electromagnético escala 0 - 600 V su T.V. 500/100 V
- 1u Amperímetro electromagnético escala 0 - 600 V su T.A 500/5A

5.4.4 Tablero placa de enfriamiento

Estructura

Será del tipo autoportado de dimensiones 2000mm de altura, 5000mm de ancho y 800mm de profundidad.

Fabricado con las mismas características del tablero anterior. Constará de cinco celdas con sus respectivas puertas frontales.

Equipamiento

Celda 1

- 1u Seccionador de sobrecarga similar al DUMECO S22 G/3 de 1000 A. Compuesto de bloqueo de puerta y manubrio.

Arrancadores celda Nº 1

- Rastrillos móviles

1u Relé térmico tripolar regulable de 70 - 100 A

1u Base tripolar portafusibles NH00 con fusibles
de 125 A

1u Contactor similar al 3 TB 50 de SIEMENS, 110 V

- Wimlers

1u Relé térmico tripolar regulable de 30 - 45 A

1u Base tripolar portafusibles NH00 con fusibles
de 100 A

1u Contactor tripolar 3 TB 48, 110 V, 60 Hz, SIEMENS

Arrancadores celda N° 2

- Cizalla en frío

1u Relé térmico tripolar regulable de 55 a 80 A

1u Base portafusibles NH-00 tripolar con fusibles
de 100 A

1u Contactor tripolar similar al tipo 3 TB 50 de
SIEMENS 110 V

- Camino de rodillos salida placa de enfriamiento.

1u Seccionador fusible tipo NH 2 con fusibles de
355 A

2u Contactor tripolar similar al 3 TB 56 SIEMENS
110 V

- Camino de rodillos salida cizalla en frío
 - 1u Seccionador fusible tamaño NH00 con tres fusibles de 125 A
 - 2u Contactor tripolar 3 TB 50, SIEMENS, 110 V

Celda Nº 3

- Arrastrador Nº 3
 - 1u Seccionador portafusibles tripolar tamaño NH-00 en tres fusibles de 125 A
 - 1u Relé térmico tripolar regulable de 3 - 4.5 A
 - 1u Base tripolar con fusibles DZ de 25 A
 - 1u Contactor tripolar 110 V, 60 Hz
 - 1u Transformador de corriente relación 60/5 A. - 15 VA. CI.1
- Arrancador motoventilador del motor arrastrador Nº 3
 - 1u Base tripolar portafusibles tipo DZ con fusibles de 6 A
 - 1u Relé térmico tripolar regulable de 1.4 - 2 A
 - 1u Contactor 3 TB 41, 110 V, 60 Hz
- Convertidor para armadura motor del arrastrador Nº 3
 - Puente unidireccional ZSD 1651 fabricado por BBC

2u Bases unipolares con dos fusibles de 4 A tipo
DZ

1u Resistencia Shunt 60 A/60mv

1u Reóstato 2.7 K Ω - 260 W

- Rectificador campo motor del arrastrador

2u Bases unipolares portafusibles tipo DZ de 10 A

1u Relé de máximo campo CIR 2 para 6.3 A con con-
tacto auxiliar de conmutación

1u Puente monofásico de diodos

1u Contactor tripolar similar al 3 TB 42, 110 V
SIEMENS

1u Reóstato de 4.70hm - 100 W

Celda Nº 4

- Cizalla volante Nº 2

1u Seccionador fusible tipo NH 1 con fusibles de
250 A

1u Relé térmico regulable de 3 - 4.5 A

1u Base portafusible tipo DZ con tres fusibles DZ
de 10 A

1u Contactor tripolar similar a 3 TB 52 SIEMENS

2u Base unipolar portafusibles tipo DZ con fusibles de 4 A

1u Shunt amperimétrico 150 A/60mv

1u Resistencia $2.7\text{ K}\Omega$ - 260 W

2u Bases unipolares portafusibles tipo DZ con fusibles de 10 A

1u Relé de máximo campo CIR 3 para 7.5 A con un contactor auxiliar de conmutación

1u Puente de diodos monofásico

1u Resistencia variable 2.7Ω - 240 W

1u Contactor tripolar tipo 3 TB 41, 110 V

1u Base tripolar portafusibles DZ con fusibles de 4 A

1u Relé térmico regulable de 1.4 a 2 A

Celda Nº 5

En está celda se encuentra todo el control de la placa de enfriamiento.

1u Voltímetro con escala 0 - 600 V. su T.V 500/100 A

2u Voltímetro con escala de 0 - 600 V

1u Amperímetro con escala 0 ÷ 60 A, 60 A/60mv

1u Amperímetro con escala 0 - 150 A. con Shunt -
150 A/60mv

5.4.5 Tablero tren intermedio y primer acabador

Estructura

Será del tipo autoportado de dimensiones 2000mm de altura 6000mm de ancho y 800mm de profundidad. Fabricado bajo las mismas características del tablero anterior. Constará de seis puertas frontales.

Equipamiento

Celda 1

1u Seccionador Dumeco 3 x 250 A con bloqueo de puerta 500 V

1u Interruptor bipolar tipo RC, 100 A, 500 V

1u Transformador 440/110 V. 3 KVA, 60 Hz

Celda 2

1u Señalización acústico visual de protecciones electrónicas.

Arrancadores celda Nº 3

- Motoventilador motor principal tren intermedio.
 - 3u Base unipolar portafusibles tipo DZ con fusibles de 10 A
 - 1u Contactor similar al 3 TB 42, SIEMENS, 110 V
 - 1u Relé térmico 3.5 ÷ 5 A

- Central de lubricación tren intermedio.
 - 3u Base unipolar portafusibles tipo DZ con fusibles de 25 A
 - 1u Contactor similar al 3 TB 42 SIEMENS, 110 V
 - 1u Relé térmico regulable de 11 - 16 A

- Arrastradores Nº 1 y Nº 2
 - 2u Base portafusibles tripolar tipo NH00 con fusibles de 100 A
 - 2u Contactor tripolar 3 TB 47 SIEMENS 110 V
 - 2u Relé térmico tripolar regulable de 40 - 63 A

- Central de lubricación tren continuo Nº 1 y Nº 2
 - 6u Base unipolar portafusibles tipo NH - 00 con fusibles de 40 A
 - 2u Contactor tripolar similar al 3 TB 44 SIEMENS 110 V, 60 Hz
 - 2u Relé térmico regulable de 16 - 25 A

Arrancadores celda N° 4

- Traslación, jaulas verticales.

Tenemos dos módulos compuestos por los siguientes elementos:

1u Base portafusibles tripolar tipo DZ con fusibles de 6 A

5u Contactor similar al tipo 3 TB 41 de SIEMENS 110 V

2u Relé térmico regulable de 2.5 - 3.5 A

Arrancadores celda N° 5

- Traslación, jaula horizontales

Tenemos cinco arrancadores similares al anterior de la celda N° 4

1u Base tripolar portafusibles tipo DZ con fusibles de 25 A

1u Contactor 3 TB 43 tripolar SIEMENS 110 V

1u Relé térmico regulable de 11 - 16 A

Arrancadores celda N° 6

- 56u Base portafusibles tipo DZ con fusibles de 2 A tipo DZ
- 28u Contactores auxiliares similares al 3 TB 41 SIEMENS 110 V. 60 Hz.

Control y mando

El mando se realiza a través de botones pulsadores, luces de señalización de marcha y parada para la automatización, existen en la planta finales de carrera, fotocélulas, roto sondas y electroválvulas.

Para la protección tenemos controles de flujo de agua, controles de flujo de aceite, presostatos, termostatos, controles centrifugos de sobrevelocidad.

Para el mando tenemos dos pupitres de mando en la planta.

Sistema de medición

Está en la celda Nº 1 y consta de:

1u Voltímetro de 0 - 600 V

1u Amperímetro de 0 - 250 A

1u Transformador de corriente de 250/5 A. 60 VA.-

CJ 1

5.4.6 Tablero de campos y regulación

Estructura

Será del tipo autoportado de dimensiones 2000mm de altura, 1000mm de ancho y 800mm de profundidad cada

celda tiene un ancho de 1000mm.

Fabricado con las mismas características de los tableros anteriores con diez puertas frontales.

Equipamiento

Celda 1

1u Sirena eléctrica 110 V. 60 Hz

1u Interruptor tripolar DUMECO 125 A

1u Transformador de tensión monofásico 440/110 V.
60 Hz. 5 KVA.

1u Alimentador 48 V.D.C

Celda Nº 2

- Arrancador motoventilador del motor principal.

1u Base tripolar portafusibles tipo DZ con fusibles
de 35 A

1u Contactor similar al SLA 12 de BBC 110 V. 60 Hz

1u Relé térmico regulable de 11 - 15 A

- Alimentación convertidor del campo

1u Relé electromagnético tipo CIN B de sobrecorriente con regulación de 30 - 33 A. Recarga manual con contactos auxiliares de conmutación.
ruptor tripolar M611- regulación de 0.25-

- 1u Relé térmico con regulación de 18 - 22 A
- 2u Contactor tripolar tipo SLA G 30 - 0, $I_{th2} = 45$ A BBC para corriente continua
- 1u Seccionador cortocircuito tripolar de 125 A con contactor auxiliar y dos fusibles de 50 A tipo NH - 00
- 1u Resistencia 320Ω , 200 W
- 1u Resistencia derivador 40 A/60mv
- 1u Transformador monofásico con dos secundarios 440/300 V - 10 KVA; 440/220 V - 200 VA, 60 Hz
- 1u Transformador de corriente 35/0.1 A clase 0.5-15 VA
- 1u Convertidor estático a tiristores de 50 A. Fabricado por TIBB

Celda Nº 3 al Nº 8

Llevan el mismo equipo que la celda Nº 2.

Control y mando

El mando se realiza a través de pulsadores de marcha y parada, con focos de señalización. La protección se realiza por medio de controles de flujo de agua, flujo de aceite, presóstatos, termostatos, controles centrífugos de velocidad que condicionan el disparo de la armadura y campo.

Sistema de medición

1u Amperímetro con escala de 0 - 250 A

1u Voltímetro con escala de 0 - 500 V

1u Transformador de corriente 250/5 A

7u Amperímetro para corriente continua con esca
la 0 - 40 A. Conectar su derivación 40 A/
60mv

5.4.7 Grupo de frecuencia variable

Estructura

Será del tipo autoportado de dimensiones 2000mm de altura, 3000mm de ancho y 800mm de profundidad.

Fabricado con las mismas características del tablero anterior. Constará de tres celdas con sus respectivas puertas frontales.

Equipamiento

1u Seccionador fusible NTL - 00 con fusibles de
400 A tipo NH1

1u Arrancador directo motoventilador del motor de
corriente continua

1u Reactancia trifásica 440 V - 60 Hz - 0.053mh

1u Arrancador directo motoventilador del genera-
dor

1u Puente rectificador trifásico a tiristores ti

- po ZSD 2451 - 1050 A, 1600 V = PIV
- 1u Resistencia de freno 500 - 200 A, t = 20seg
- 1u Voltímetro para C.C con escala 0 - 600 V. Co
nexión directa
- 1u Amperímetro para C.C 600 A Shunt 600 A/60mv
- 2u Transformadores de tensión 0 - 630 V; 110V- 85
Hz, 5 VA, Cl 0.3
- 1u Voltímetro 0 - 700 V. Su transformador 630/
110 V
- 12u Portafusibles unipolares tipo NH00 con fusibles
de 100 A
- 1u Transformador monofásico 440/270 ÷ 160 - 330
VA
- 2u Bases portafusibles tipo NH - 00 con fusibles
de 25 A
- 2u Bases portafusibles unipolares tipo NH - 00
con fusibles de 35 A
- 1u Alimentador estático EVL 0623 - 220 V - 60 Hz
- 29A
- 1u Derivador 40 A - 60mv
- 1u Amperímetro para corriente continua 0 - 40 A
su Shunt 40 A/60mv
- 1u Relé térmico regulable de 18 - 27 A
- 1u Contactor similar al SLA II, 110 V, BBC
- 1u Transformador monofásico 440/270 ÷ 160 V - 60
Hz 9.5 KVA

Control y mando

El mando se realiza por medio de pulsadores de marcha y parada con focos de señalización.

La protección del motor se realiza por medio de termostatos controles de flujo de aire. El convertidor se protege mediante fusibles extrarápidos y un conjunto de protecciones electrónicas.

Accesorios

Las barras de cobre serán de 50 x 5 mm. Los aisladores portabarras serán de resina epóxica clase A para una fuerza de ruptura máxima de 375 Kg.

5.4.8 Tablero de guas

a) Grua de 25 Toneladas

Estructura

Será de tipo autosoportada de dimensiones 1,000mm. de altura, 3000 mm. de ancho y 500 mm. de profundidad. Fabricado con las mismas características de los tableros anteriores.

Consta de dos puertas laterales

Equipamiento

1u Interruptor de 200 A., con poder de ruptura de

./.

10 KA.

- 1u Base portafusibles tamaño NHJ con fusibles de 200A.
- 1u Contactor SLA - 100 de 150A - 500V.
- 1u Transformador de tensión 440/110V, 60 Hz, 1 KVA
- 1u Arrancador por resistencias de dos etapas para 60 A., con regulación de tiempo entre etapas de 15 seg. para gancho de 25 T. rápido.
- 1u Arrancador directo de 30 A para el gancho de 25 T. lento.
- 1u Arrancador por resistencias para gancho de 5 T rápido, con capacidad para 60 A. Resistencia de arranque de dos etapas, relé temporizador regulable de 0 - 15 seg. con inversión de marcha.
- 1u Arrancador directo, con inversión de marcha de 60 A. para el gancho de 5 T. lento.
- 1u Arrancador por resistencias de 30 A. con resistencia de arranque de dos etapas con temporizadores regulables de 0 - 15 seg. entre etapas con inversión de marcha. Para el carrito.
- 1u Arrancador por resistencia de 50 A con resistencia de arranque de dos etapas con temporizadores regulables de 0 - 15 seg, entre etapas con inversión de marcha. Para el puente.

b) Grua de 10 T.

La grua de 10 T. lleva un equipo similar al de la grua de 25 T. los equipos cumplen con las mismas normas que la de 25 T.

5.4.9 Tablero de compresores

Estructura

Será del tipo empotrado de dimensiones 1000 mm. de altura, 800 mm. de ancho y 300 mm. de profundidad.

Fabricado con las mismas características del tablero anterior. Por cada compresor tenemos un tablero de llegada con las mismas características del tablero de mando.

Equipamiento

- Tablero de llegada

12u Base portafusibles tipo NHJ unipolares con sus respectivos fusibles de 125 A.

1u Interruptor tripolar de 125 A.

- Tablero del arrancador

1u Contactor tripolar de 150 A. Similar al SLA 100-0 de BBC

1u Relé térmico regulable de 70 a 90 A.

1u Transformador de tensión de 440/110V, 400VA,
60 Hz.

Control y mando

El mando se realiza mediante pulsadores de marcha y parada, con focos de señalización

La protección del motor se realiza mediante termostatos, presóstatos.

La automatización de la carga mediante electroválvulas y presóstatos.

Accesorios

Las barras de cobre serán de 20 x 5 mm. de sección.

Los aisladores de resina epóxica clase A.

5.5 Tablero de 540 V.

Tenemos dos tableros el TC1 y el TC2

5.5.1 Tablero TC1

Será del tipo autoportado de dimensiones 2000 mm. de altura, 9000 mm. de ancho y 800 mm. de profundidad

Fabricado con las mismas características de los table

ros anteriores.

Constará de nueve celdas con sus respectivas puertas frontales.

Equipamiento

Celda Nº 1

- 1u Interruptor tripolar de 2000 A, poder de apertura 3000 A, corriente de cortocircuito 40 MVA si milar al tipo ICR de COET.
- 1u Interruptor bipolar RC de 100 A marca COET.
- 1u Transformador de tensión monofásico 600/100 V .
300 VA.

Sistema de medición

- 2u Transformador de tensión monofásico 600/110 V
60 Hz., 10VA - Cl 0.5
- 1u Transformador de corriente 2500/5A - 60 Hz., 10 VA,
Cl 0.5

Celda Nº 2

- 1u Contactor tripolar de 600 A similar al SLA 460 de
BBC 110 V, 60 Hz.
- 1u Reactancia trifásica 3 x 0.0047 mH. 620A-60Hz.
- 1u Interruptor tripolar seccionable regulable de 630

a 800 A. con bobina de mínima tensión 110 V ,
60 Hz. similar al LN 800 de BBC.

1u Transformador de tensión monofásico 560/110 V ,
300 VA.

Celda Nº 3

1u Relé magnetotérmico con retardo de 0.1 seg. regu-
lable de 800 a 1200 Acc. Con disparo magnético
bloqueando, con contactos auxiliares NA + NC.
Con pulsador de recarga parada. Similar al tipo
504.6 CJN.

1u Convertidor estático ZSD 2451 a tiristores fabri-
cado por BBC.

Sistema de medición

1u Condensador de $7\mu\text{F}$. - 1500 Vcc.

2u Condensador de $10\mu\text{F}$ - 100 Vcc.

2u Fusible con percusor de 2 A - 1000 V.

2u Transductor de tensión - c.c.

1u Amperímetro de bobina móvil escala 0 - 1500 A. cc
con 20 mA. a fondo escala

1u Resistencia de 370 w - 33Ω

1u Resistencia de 160 w - $10\text{K}\Omega$

2u Resistencia regulable de 110 w - 3300Ω

1u Resistencia de 25 w - 100Ω

2u Resistencia de 3 w - 470Ω

1u Derivador 1506 A. - 60 mV.

4u Diodo de 1 A - 800 V.

Accesorios

Las barras serán de cobre dos barras por fase, con di mensiones de 60 x 10 mm. Los aisladores serán de re sina epóxica clase A.

Celdas 4 a 9

Son de las mismas características de las celdas dos y tres.

5.5.2 Tablero TC2

Estructura

Tendrá las mismas características que el tablero TC1 con la diferencia que consta de siete celdas.

Equipamiento

Tendrá los mismos elementos que el tablero TC1. Todas las celdas son similares al anterior.

Accesorios

Tendrá dos barras de cobre por fase de dimensiones 60 x 10 mm. con aisladores de resina epóxica clase A.

5.6 Equipos del convertidor estático

El convertidor de los motores del tren continuo es un módulo con las siguientes características.

Convertidor estático de potencia designado de acuerdo a las normas DIN 41752.

ZSD 2451 D500 G 600/1050 modelo III, instalado en 551 mm. con fusibles brazo.

- Recomendado para motores: $U_d \text{ REC} = 600 \text{ VDC.}$
 $U_d \text{ INV} = 520 \text{ VDC.}$
- Máxima salida en rango de continua $U_{dm} = 640 \text{ VDC.}$
- Rango de corriente continua DC $I_{dt} = 1050 \text{ A.}$
- Corriente entrada AC $I = 861 \text{ A.}$
- Máxima pérdida de potencia $P_v = 4320 \text{ w.}$
- Voltaje de alimentación del ventilador
 $U_L = 220 \text{ V.}$
- Con fusible semiconductores extra rápidos de 630 A. 1000 V.
 Ferraz 10 BODK C3 VKL 72 Esp 630
- Tiristores similares al tipo CS 550 - 15 iol de BBC
 Estos tiristores y fusibles están instalados en la misma u
 nidad.
- Rango permisible de temperatura -20°C a 65°C

5.7 Alimentadores principales

Las especificaciones dadas son tanto para 540 V y 440 V.

5.7.1 Ductos

Se usarán canales de concreto dentro de los cuales irán bandejas de fierro pulidas.

Las bandejas tendrán diferentes dimensiones de acuerdo a la cantidad de cables que tengan, se colocarán perfectamente alineadas, las uniones se sueldan, luego se esmerilan las superficies ásperas, para posteriormente pintarlas con pintura anticorrosiva.

Una vez terminada la instalación se procederá al limpiado de cada una de las canaletas, para evitar que piedras u objetos extraños puedan dañar los cables.

Estos ductos se tapan con tapas de concreto y finalmente se cubren las separaciones con alquitrán para evitar que penetre agua u objetos extraños al canal.

En la zona de las bombas donde no existen canales se usarán ductos de concreto vibrado de cuatro o dos vías interiormente pulidas. Se colocarán sobre solado de concreto.

Los ductos se rodearán con una capa de 30 cm. de arena gruesa. Esta capa será compactada. Encima de esta capa irá material de excavación.

./.

5.7.2 Cables alimentadores

Serán de uno, dos o tres conductores de cobre suave, sólidos o cableados, aislados con SJINTERNAX (mezcla especial a base de PVC) estas características corresponden al cable tipo NYY fabricado bajo normas ASTM B3 - para conductores, VDE 0271 y CEI 10 -14 (1965).

Tensión nominal de trabajo	:	460 V.
Tensión de diseño	:	1000 V.
Temperatura máxima de operación continua en el conducto	:	80°C

Características:

Conductores de cobre electrolítico blando, sólido o cableado aislados y empaquetados individualmente con PVC para el tendido se usará bentonina, no se usará por ningún motivo grasa.

Los empalmes serán con aislamiento de resina o bien encintados. Estos cables no propagan la llama.

En lo posible se dejará cable en exceso de manera - que en caso de deterioro este puede cortarse y volver a conectarse.

5.8 Alimentación a los motores

5.8.1 Conductores

Se empleará cables tipo NYY para todos los calibres - del tipo cableado cuyas características se han descrito en el ítem 5.7.2.

Empalmes y terminales

Sólo podrá empalmarse en los canales y cajas de paso no se permitirá empalmes dentro de las tuberías.

Los conductores se deben unir con terminales de compresión para la conexión al tablero o a las cajas de conexión, también se puede usar borneras en el caso de calibres pequeños hasta 15 mm².

5.8.2 Tuberías

Sólo se usarán tuberías de fierro galvanizado del tipo americano pesado.

Se emplearán accesorios para la unión entre tubos y para la conexión a las cajas. Para las uniones a cajas se empleará una unión roscada con tuerca y contra tuerca.

Para las curvas a 90° se empleará las curvas de fábrica. Donde sea necesario doblar tubos se hará con un

diámetro no menor a seis veces el diámetro externo de la tubería. Las uniones de las tuberías a los motores se hará con tubería flexible.

5.8.3 Soportes

Se confeccionará con platinas de acero de sección 30x3 mm, el acabado será pintado con color negro anticorrosivo.

Se utilizarán atadores de nylon. La sujeción de los soportes en las paredes de concreto se hará por medio de pernos de disparo inoxidable de 9.5 mm de diámetro.

5.8.4 Cajas

Se confeccionará con planchas metálicas totalmente herméticas y con una tapa ciega asegurada por tornillos a los perfiles que forman el marco.

En caso de ser necesario fijar la caja a la estructura, esto se hará por medio de pernos de disparo de 1/4" de diámetro.

CAPITULO VI

METRADO Y PRESUPUESTO

6.1 Generalidades

El conocimiento del costo es necesario para cumplir con los más grandes objetivos de la ingeniería que es conseguir eficiencia financiera satisfactoria así como la confiabilidad del sistema de la planta proyectada, generalmente proyectos de menor costo no son los que brindan mayor eficiencia y confiabilidad debido a los equipos y accesorios usados, pero tampoco los de mayor costo porque estos sobredimensionan los aspectos mencionados, se debe tomar una solución intermedia estudiando la procedencia, sellos de garantía y normas que cumplen las mismas de acuerdo a las exigencias de la planta.

El valor presente de costo de utilización de la máquina comprende costos de inversión y costos de operación, este último incurre en toda la vida útil del proyecto, en el presente proyecto se ha tenido en cuenta dos costos; uno que es la recuperación de la inversión, el que disminuye con el mayor tiempo de uso, otro de operación y mantenimiento que aumenta con el envejecimiento de las máquinas; para justificar la in

./.

versión se debe considerar entre otros parámetros al más importante la demanda del producto final, que en nuestro caso como indicamos en la introducción hay un déficit de producción nacional o sea tenemos una gran demanda.

6.2 Partidas consideradas

Las partidas consideradas son las siguientes:

- Red de alimentadores
- Tablero de bombas
- Tablero de tren desbastador
- Tablero de la placa de enfriamiento
- Tablero del tren intermedio y primer acabador
- Tablero de campos y regulación
- Tablero del grupo de frecuencia variable
- Tablero de grúas
- Tablero de compresores

6.3 Fórmula de reajuste polinómica

Porcentaje de incidencia de cada una de las partidas más importantes:

Part.	Descripción	Un.	Cant.	Costos	
				Unitario	Total
A	MATERIALES				
1.0	Red de alimentadores				
	- Cable 1 x 185 mm ² NYY, 1000 V.	m	4645	270.00	1'254,150.00
	- Cable 1 x 120 mm ² NYY, 1000 V.	m	635	150.00	95,250.00
	- Cable 3 x 70 mm ² NYY, 1000 V.	m	70	445.50	31,185.00
	- Cable 2 x 70 mm ² NYY, 1000 V.	m	220	297.00	65,340.00
	- Cable 3 x 35 mm ² NYY, 1000 V.	m	515	330.00	169,950.00
	- Cable 3 x 16 mm ² NYY, 1000 V.	m	514	165.00	84,810.00
	- Cable 2 x 16 mm ² NYY, 1000 V.	m	500	110.00	55,000.00
	- Cable 3 x 10 mm ² NYY, 1000 V.	m	380	115.00	43,700.00
	- Cable 2 x 10 mm ² NYY, 1000 V.	m	110	76.00	8,426.00
	- Cable 3 x 6 mm ² NYY, 1000 V.	m	1220	72.00	87,840.00
	- Cable 2 x 6 mm ² NYY, 1000 V.	m	110	48.00	5,280.00
	- Cable 3 x 2.5 mm ² NYY, 1000 V.	m	4565	22.00	100,430.00
	- Cable 2x 2.5 mm ² NYY, 1000 V.	m	10	15.00	150.00

Part.	Descripción	Un.	Cant.	Costos	
				Unitario	Total
Cont....	- Tubería de fierro galvanizado Conduit				
	3" ϕ	m	21	300.00	6,300.00
	2" ϕ	m	18	250.00	4,500.00
	1 1/4" ϕ	m	210	230.00	48,300.00
	1" ϕ	m	120	220.00	26,400.00
	- Tubería flexible galvanizada. 3" ϕ	m	30	230.00	6,900.00
	1 1/2" ϕ	m	430	160.00	68,800.00
	1 1/4" ϕ	m	30	150.00	4,500.00
	1" ϕ	m	30	140.00	4,200.00
	- Caja de paso de fierro galvanizado				
	8" x 8" x 4"	Pza.	8	97.50	780.00
	Idem de 6" x 6" x 3"	Pza.	32	52.50	1,680.00
	- Bandeja de fierro de 50 cm de ancho	m	405	47.00	19,035.00
	Bandeja de fierro de 30 cm de ancho	m	560	40.00	22,400.00
	Bandeja de fierro de 20 cm de ancho	m	260	36.00	9,360.00
	- Material menudo (terminales, cintas aislantes, conectores, etc.)	Lote	1	9,000.00	9,000.00
	VALOR PARTIDA 1				2'233,666.00

Part.	Descripción	Un.	Cant.	Costos	
				Unitario	Total
Cont.... 2.0	<u>Tableros</u>				
	- Tablero de bombas Equipado y construido de acuerdo a las es_ pecificaciones técnicas	Pza.	1	40,920.00	40,920.00
	- Tablero de tren desbastador Equipado y construido de acuerdo a las es_ pecificaciones técnicas	Pza.	1	52,123.00	52,123.00
	- Tablero de la placa de enfriamiento Equipado y construido de acuerdo a las es_ pecificaciones técnicas	Pza.	1	209,028.00	209,028.00
	- Tablero del tren intermedio y primer acabador Equipado y construido de acuerdo a las es_ pecificaciones técnicas	Pza.	1	71,836.00	71,836.00
	- Tablero de campos y regulación Equipado y construido de acuerdo a las es_ pecificaciones técnicas	Pza.	1	315,202.00	315,202.00

Part.	Descripción	Un.	Cant.	Costos	
				Unitario	Total
Cont....	- Tablero grupo de frecuencia variable Equipado y construido de acuerdo a las es pecificaciones técnicas	Pza.	1	139,967.00	139,967.00
	- Tablero gruas Grua de 25 T.	Pza.	1	31,915.00	31,915.00
	Grua de 10 T.	Pza.	1	18,350.00	18,350.00
	- Tablero compresores Equipado y construido de acuerdo a las es pecificaciones técnicas	Pza.	3	15,306.60	45,920.00
	- Tablero TC1 Equipado y construido de acuerdo a las es pecificaciones técnicas	Pza.	1	527,810.00	527,810.00
	- Tablero TC2 Equipado y construido de acuerdo a las es pecificaciones técnicas	Pza.	1	419,570.00	419,570.00
	VALOR PARTIDA 2				1'872,641.00
	VALOR ITEM A = 1 + 2				4'106,307.00

./.

Part.	Descripción	Un.	Cant.	Costos	
				Unitario	Total
Cont.... B	<u>MANO DE OBRA</u>				
	- Instalación de cable 1x185 mm ² NYY, 1000V.	m	4645	90.00	418,050.00
	- Instalación de cable 1x120 mm ² NYY, 1000V.	m	635	75.00	47,625.00
	- Instalación de cable 3x 70 mm ² NYY, 1000V.	m	70	100.00	7,000.00
	- Instalación de cable 2x 70 mm ² NYY, 1000V.	m	220	90.00	19,800.00
	- Instalación de cable 2x 35 mm ² NYY, 1000V.	m	515	75.00	38,625.00
	- Instalación de cable 3x 16 mm ² NYY, 1000V.	m	514	65.00	33,410.00
	- Instalación de cable 2x 16 mm ² NYY, 1000V.	m	500	60.00	30,000.00
	- Instalación de cable 3x 10 mm ² NYY, 1000V.	m	380	65.00	27,700.00
	- Instalación de cable 2x 10 mm ² NYY, 1000V.	m	110	55.00	6,500.00
	- Instalación de cable 3 x 6 mm ² NYY, 1000V.	m	1220	50.00	61,000.00
	- Instalación de cable 2 x 6 mm ² NYY, 1000V.	m	110	45.00	4,950.00
	- Instalación de cable 3x2.5 mm ² NYY, 1000V.	m	4565	45.00	205,425.00
	- Instalación de cable 2x2.5 mm ² NYY, 1000V.	m	10	40.00	400.00
	- Instalación de tubería metálica conduit 3" ø	m	21	18.75	293.75
	- Instalación de tubería metálica conduit 2" ø	m	18	13.30	239.40
	- Instalación de tubería metálica conduit 1 1/4" ø	m	210	8.75	1,837.50

Part.	Descripción	Un.	Cant.	Costos	
				Unitario	Total
Cont....	- Instalación de tubería metálica conduit 1" ø	m	120	7.50	900.00
	- Instalación de tubería flexible 3" ø	m	30	112.50	3,375.00
	- Instalación de tubería flexible 1 1/2" ø	m	430	52.50	225.75
	- Instalación de tubería flexible 1 1/4" ø	m	30	45.00	1,350.00
	- Instalación de tubería flexible 1" ø	m	30	37.50	1,225.00
	- Instalación de bandeja 50 cm de ancho	m	405	12.00	4,860.00
	- Instalación de bandeja 30 cm de ancho	m	560	10.00	5,600.00
	- Instalación de bandeja 20 cm de ancho	m	260	9.00	2,340.00
	- Anclaje de tablero de bombas	u	1	3,200.00	3,200.00
	* Tren desbastador	u	1	4,300.00	4,300.00
	* Placa de enfriamiento	u	1	4,300.00	4,300.00
	* Tren intermedio	u	1	4,500.00	4,500.00
	* Campos y regulación	u	1	5,200.00	5,200.00
	* Grupo de frecuencia variable	u	1	3,200.00	3,200.00
	* Grúa 25T.	u	1	2,800.00	2,800.00
	* Grúa 10T.	u	1	2,300.00	2,300.00
	* Compresores	u	4	520.00	2,080.00

./.

Part.	Descripción	Un.	Cant.	Costos	
				Unitario	Total
Cont....					
	* TC 1	u	1	4,900.00	4,900.00
	* TC 2	u	1	4,500.00	4,500.00
	VALOR ITEM B				960,911.40
C	<u>DIRECCION Y GASTOS GENERALES</u>				
	VALOR ITEM C				838,548.00
	TOTAL A + B + C				5'905,766.40 =====
	NOTA: El valor total no incluye impuestos ni utilidad del contratista.				

<u>Clave</u>	<u>Indice</u>	<u>Elemento componente</u>	<u>Monto</u>	<u>Incidencia</u>
C	019	Cables NYY y otros	2'001,511.0	33.84
K	049	Maquinarias y equipos	1'710,921.0	28.97
N	048	Maquinaria y equipo nacional	9,000.0	0.15
F	057	Gabinetes metálicos de plancha LAF y perfiles	214,976.0	3.64
T	065	Tubería de fierro galvanizado	169,900.0	2.88
J	047	Mano de obra	960,910.0	16.27
GU	039	Supervisión, gastos generales de precio al consumidor (ONE)	838,548.0	14.20

$$Po = 5'905,766.4$$

$$K = 0.3384 \frac{C}{Co} + 0.2897 \frac{K}{Ko} + 0.0015 \frac{N}{No} + 0.0364 \frac{F}{Fo} + 0.0288 \frac{T}{To} + \dots + 0.1627 \frac{J}{Jo} + 0.142 \frac{GU}{GUo}$$

$$Pf = K Po$$

donde:

Pf = Precio final a la fecha de reajuste

Po = Precio inicial a Junio de 1986

K = Factor de reajuste

C/Co = Rubro que ha de variar de precio aprobado por CREPCO

Para la elaboración de la fórmula se ha considerado las partidas más representativas.

CONCLUSIONES Y OBSERVACIONES

- El proyecto desarrollado comprende las instalaciones eléctricas de la planta N° 2 de Aceros Arequipa, proyectada para ampliar la planta N° 1. El proyecto alcanza la selección y cálculo de los equipos y dispositivos eléctricos para los trenes de Desbaste, Intermedio, Continuo y Placa de enfriamiento en baja tensión para la línea de barras.
- Los motores principales del tren continuo son de corriente continua, se ha considerado la máxima protección, para evitar averías onerosas.
- Los cables serán tendidos a través de canales de concreto sobre bandejas metálicas. Este sistema nos proporciona un fácil tendido, mantenimiento rápido por ser cables secos.
- El costo de implementación de la planta se justifica plenamente debido a la necesidad de contar con esta planta y disminuir los costos de producción actuales.
- Los factores de demanda considerados en el estudio de cargas son

bastante altos por lo que la red eléctrica resulta algo sobredimensionada; sin embargo esto permite una mayor flexibilidad y un rápido crecimiento de la carga así como soportar sobrecargas en los casos necesarios.

- Se incluye una fórmula polinómica de reajuste automático en base a los índices unificados de precios aprobados por el CREPCO para su actualización en el momento que se requiera.
- Es indispensable contar con un programa bien elaborado de mantenimiento de los diferentes equipos de las plantas para evitar paradas imprevistas por fallas ya sea de tipo eléctrico o mecánico, además de alargar el tiempo de vidas de las máquinas. También es necesario instruir al personal la correcta operación de los equipos y de los diferentes circuitos para evitar fallas por falsas maniobras así como prevenir accidentes.
- Debido a las condiciones imperantes en la zona y a la naturaleza de los trabajos que se realizan, la presencia de polvo mineralizado, humedad, agentes corrosivos etc., es necesario que los equipos y materiales tengan una construcción especial y requieren de mantenimiento continuo para garantizar su operatividad.
- En conclusión se ha logrado en forma analítica un modelo que tiene como utilidad inmediata ayudar con el proyecto de ejecución de la nueva planta de Aceros Arequipa.

BIBLIOGRAFIA

1. INSTALACIONES ELECTRICAS TOMO I
A.G. Siemens
2. ESTACIONES DE TRANSFORMACION Y DISTRIBUCION, PROTECCION DE SISTEMAS ELECTRICOS
Ediciones CEAC
Tercera Edición, Junio 1977, Barcelona - España
3. CODIGO ELECTRICO DEL PERU
Asociación Electrotécnica Peruana
Lima - Perú
4. INSTALACIONES ELECTRICAS II
Ing. José Aguirre Rodríguez
Segunda Edición. 1981
5. MEMORIAS DE TRABAJOS DEL VI CONIMERA
Lima, Agosto de 1981
6. SEMINARIO PROFESIONAL "INSTALACION Y MANTENIMIENTO EN REDES DE DISTRIBUCION"
Junio, 1982
7. NORMAS V DE 0100 DE PROTECCION ELECTRICA
Horning - Schneider
Segunda Edición. Junio, 1970
8. FUNDAMENTOS DE METROLOGIA ELECTRICA
Andres M. Karcz, Tomo III
1977

9. MEDIUM VOLTAGE MINIMUM OIL CIRCUIT-BREAKERS
SACE = S.p.A., Bergamo
10. MOTORES ASINCRONOS TRIFASICOS DE JAULA DE ARDILLA
Delcrosa - Marelli (Catálogo)
Delcrosa S.A.
11. CABLES DE ENERGIA
Indeco (Catálogo)
INDECO S.A.
12. NO FUSE BREAKERS
Mitsubishi (Catálogo)
MITSUBISHI ELECTRIC
13. HANDY CATALOG INDUSTRIAL CONTROL
Allen Bradley (Catálogo)
Allen Bradley Co.
14. ARRANCADORES A TENSION REDUCIDA
Ing. Antonio Ferreccio Nosiglia
Segunda Edición. Octubre, 1977
15. CATALOGO INTERNACIONAL TELEMECANIQUE
TELEMECANIQUE, 1982
16. MANUAL DE LUMINOTECNIA
OSRAM
OSRAM, S.A. 1979
17. LUMINOTECNIA
D. José Ramirez Vasquez
Enciclopedia CEAC de Electricidad
18. DIAGRAMAS Y FUNDAMENTOS DE CONTROL AUTOMATICO DE MOTORES ELEC
TRICOS
SQUARE D DE MEXICO S.A.

19. REDES ELECTRICAS DE ALTA Y BAJA TENSJON
Gaudencio Zoppetti
Editorial Gustavo Gili S.A. Barcelona 1978

20. RELE DE PROTECCION ESTATICO
Stromberg Ab (Catálogo)

