

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERIA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



**“DISEÑO DE UN SISTEMA ELÉCTRICO Y
CONTROL DE UNA PLANTA DE MOLIENDA”**

INFORME DE INGENIERÍA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO ELECTRICISTA

PRESENTADO POR:

CÉSAR ORLANDO GONZALES VEGA

PROMOCIÓN 1990-I

LIMA-PERÚ
2000

A mi familia por su invaluable apoyo.

**DISEÑO DE UN SISTEMA ELÉCTRICO Y CONTROL DE UNA
PLANTA DE MOLIENDA**

SUMARIO

En la Cia. Minera Agregados Calcáreos se desarrolla, diseña y construye unidades completas de producción, en este informe se desarrollara las instalaciones eléctricas para el funcionamiento de una de sus plantas, desde la subestación, distribución, protección, arranque de motores y control del proceso.

Debido al avance de la tecnología se usarán sistemas electrónicos para el arranque de motores, así como variadores de velocidad, las cuales reemplazan a los sistemas mecánicos que antes se usaban, lo que implica paradas con la consecuencia de pérdida de producción y horas hombre, así también la utilización de micro PLC para la utilización en los procesos cíclicos. En los sistemas de protección y control se usaran los materiales adecuados para el trabajo pesado que tiene esta unidad.

Con estos sistemas eléctricos se trata de dar mayor disponibilidad de la unidad, menos horas de mantenimiento, así como darle a producción una mayor flexibilidad en operación.

ÍNDICE

	Página
PRÓLOGO	01
CAPÍTULO I	
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE MOLIENDA	02
CAPÍTULO II	
DISEÑO DE LA SUBESTACIÓN PARA LA PLANTA DE MOLIENDA	03
2.1 Cálculo de la potencia necesaria del transformador	03
2.2 Cálculos Eléctricos	04
2.3 Cálculo del cable y caída de tensión	06
2.4 Cálculo del interruptor seccionador de potencia	07
2.5 Cálculos mecánicos	08
2.6 Cálculo de los fusibles de protección del transformador	11
2.7 Cálculo de la resistencia de puesta a tierra	15
2.8 Cálculo de la ventilación de la subestación	16
CAPÍTULO III	
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	22
3.1 Obras Civiles	22
3.2 Celda de llegada	22

3.3	Celda de transformación	25
3.4	Celda de salida	28
3.5	Cable tipo NKY de media tensión	29
3.6	Cabeza terminal de 15 KV	30
3.7	Puesta a tierra	30

CAPÍTULO IV

MONTAJE Y CONSTRUCCIÓN	31	
4.1	Etapas básicas de la construcción	31
4.2	Generalidades en la Construcción de Subestaciones	32
4.3	Generalidades en la instalación de las redes subterráneas	34
4.4	Montaje del seccionador	35
4.5	Montaje del transformador	38
4.6	Pozos de Tierra	39
4.7	Montaje de la cabeza terminal de 15 KV	39

CAPÍTULO V

PUESTA EN SERVICIO	43
---------------------------	-----------

CAPÍTULO VI

SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA DE MOLIENDA	45	
6.1	Cálculo del alimentador principal	46
6.2	Cálculo de los demás alimentadores para los alimentadores eléctricos	47

CAPÍTULO VII

SISTEMA DE PROTECCIÓN	52	
7.1	Cálculo de cortocircuito	53

7.2	Protección del alimentador principal	58
7.3	Protección de los demás motores	64
7.4	Regulación de la corriente para el motor del molino	69
7.5	Regulación de la corriente para el motor del absorbente	69
7.6	Regulación de la corriente para el motor del molino de martillo	69
7.7	Regulación de la corriente para el motor del clasificador	69
7.8	Selectividad de las protecciones	70
7.9	Relé de control de suministro trifásico	71
7.10	Protección de falla a tierra	72

CAPÍTULO VIII

SISTEMA DE ARRANQUE DE MOTORES PARA LA PLANTA

	DE MOLIENDA	74
8.1	Sistema de arranque del motor del molino	74
8.2	Sistema de arranque del motor del absorbente	81
8.3	Sistema de arranque del molino de martillo	87
8.4	Sistema de arranque del clasificador	91
8.5	Sistema de arranque de los demás motores de la instalación	96

CAPÍTULO IX

	SISTEMA DE COMPENSACIÓN DE ENERGÍA REACTIVA	100
--	--	-----

CAPÍTULO X

	SISTEMA DE CONTROL	106
10.1	Descripción de los parámetros para la programación del micro PLC	115

CAPÍTULO XI	
PRESUPUESTO	118
CONCLUSIONES	123
ANEXO A	
CIA. MINERA AGREGADOS CALCAREOS S.A.	124
ANEXO B	
TABLAS DE IMPEDANCIA TÍPICAS DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS	130
ANEXO C	
CURVAS DE DISPARO DE LOS INTERRUPTORES, GUADAMOTORES Y HOJAS TÉCNICAS DE LOS RELÉS DE FALLO DE FASE Y RELÉ DE FALLA A TIERRA	132
ANEXO D	
HOJAS TÉCNICAS DE LOS ARRANCADORES ELECTRÓNICOS, VARIADOR DE VELOCIDAD Y MICRO PLC	149
ANEXO E	
PLANOS	156
BIBLIOGRAFÍA	163

PRÓLOGO

En el presente trabajo se desarrollará el diseño de las instalaciones eléctricas necesarias para el funcionamiento de una planta de molienda, partiendo desde el Diseño de la Subestación, Sistema de Distribución, Sistema de Protección, Sistema de Arranque y Control de motores eléctricos para dicha planta.

En el diseño de la Subestación se consideran todas las condiciones necesarias para su funcionamiento anteponiendo la seguridad y calidad de los productos a utilizar; en el Sistema de Distribución, el correcto dimensionamiento de los conductores con el fin de que cumplan con la capacidad de transporte, el control de la tensión de pérdidas y que puedan soportar los requerimientos de Corto Circuito.

En el Sistema de Protección de motores eléctricos se utilizó el concepto de Coordinación Total, es decir la selección de los componentes del arrancador de tal manera que las protecciones sean selectivas y que el Interruptor proteja a los demás componentes para cualquier valor de corriente de corto circuito.

Para el Diseño del Sistema de Arranque se eligió el método de arranque adecuado en relación al tipo de carga a ser operada.

Finalmente, se diseñó el Sistema de Control, en el cual todos los elementos están integrados y cumplen con las condiciones necesarias para el correcto funcionamiento del proceso.

CAPÍTULO I DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE MOLIENDA

La Planta de molienda está destinada a la producción de Silicato de Magnesio, con una producción inicial de 12 toneladas métricas diarias.

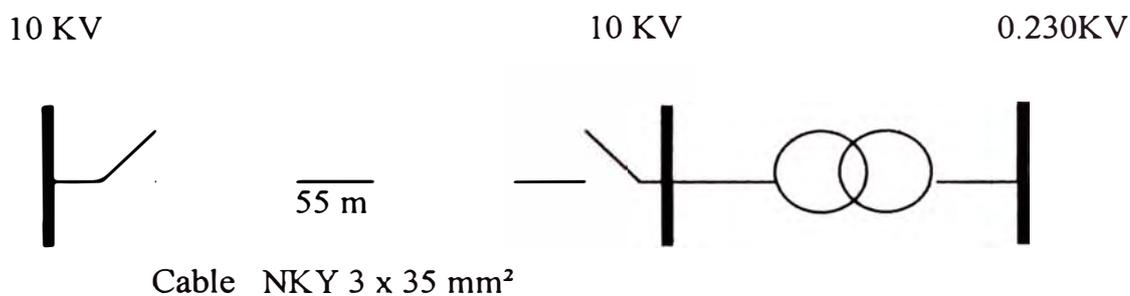
El proceso se inicia con la descarga de materia prima en la tolva de alimentación, la cual ingresará paulatinamente por intermedio del plato alimentador el cual es accionado por un motor eléctrico, dependiendo de la granulometría de la piedra ésta pasara por la chancadora de quijadas o por el molino de martillo, luego este material caerá por gravedad hacia la parte baja del elevador, el cual lo transportará en forma vertical hacia la zaranda. En la zaranda se selecciona el material por intermedio de mallas, el material más fino ingresará al molino, el de tamaño mediano pasará por los molinos de rodillos para luego ir nuevamente hacia el elevador, la parte más gruesa regresará nuevamente al inicio del proceso.

En el molino es triturado el material, el cual es descargado hacia otro elevador llevando el material hacia el clasificador. En esta sección existe una corriente de aire proveniente del soplador, donde el material más fino es arrastrado hacia el ciclón y el material más grueso es llevado nuevamente al molino. En el ciclón se precipita el material hacia la tolva de depósito y ésta hacia la ensacadora donde se envasa el material.

CAPÍTULO II

DISEÑO DE LA SUBESTACIÓN PARA LA PLANTA DE MOLIENDA

Se tiene el siguiente esquema eléctrico:



S.E. No 2

Pcc 228 MVA

2.1 Cálculo de la Potencia Necesaria del Transformador

Potencia Proyectada

Unidad 1:

Motores $250 \text{ HP} \times 746 = 186.5 \text{ KW}$

Alumbrado 0.6 KW

Unidad 2:

Motores $210 \text{ HP} \times 746 = 156.66 \text{ KW}$

Alumbrado 0.56 KW

Carga Total conectada $186.5 + 0.6 + 156.66 + 0.56 = 344.32 \text{ KW}$

Aplicando los factores de demanda:

El Factor de Demanda para un proceso continuo, el caso de motores es de 0.9, y para alumbrado es de 1, entonces:

$$\text{Motores} \quad 0.9 \times (186.5 + 156.66) = 308.84 \text{ KW}$$

$$\text{Iluminación} \quad 0.6 + 0.55 = 1.15 \text{ KW}$$

$$\text{Potencia Total} = 308.84 + 1.15 = 309.99 \text{ KW}$$

$$\text{La capacidad teórica del transformador} = 309.99 / 0.9 = 344.43 \text{ KVA}$$

La capacidad real del transformador será de 400 KVA por ser este el más cercano comercialmente. Además de contar con éste transformador en nuestro almacén.

Con lo cual se tendrá una Potencia de reserva de 55.57 KVA

$$N : \text{Potencia de cortocircuito de la S.E. No. 2} = 228 \text{ MVA}$$

$$V : \text{Tensión Nominal (M.T.)} = 10 \text{ KV}$$

$$L : \text{Longitud del Cable } 3 \times 35 \text{ mm}^2 = 55 \text{ m.}$$

$$Z : \text{Impedancia del Cable } 3 \times 35 \text{ mm}^2 = 0.5165 \text{ Ohm.}$$

$$t : \text{Tiempo de Apertura del Interruptor} = 0.1 \text{ seg.}$$

$$\cos \phi : \text{Factor de potencia} = 0.85$$

2.2 Cálculos eléctricos

Potencia de cortocircuito (Pcc)

$$P_{cc} = \frac{V^2}{\frac{V^2}{N} + Z \times L}$$

$$P_{cc} = \frac{(10)^2}{\frac{(10)^2}{228} + 0.5165 \times 0.055}$$

$$P_{cc} = 214 \text{ MVA}$$

Corriente de Cortocircuito (I_{cc})

$$I_{cc} = \frac{P_{cc}}{\sqrt{3} \times V}$$

$$I_{cc} = \frac{214}{\sqrt{3} \times 10}$$

$$I_{cc} = 12.35 \text{ KA}$$

Corriente de Choque o Corriente máxima de Corto Circuito (I_{ch})

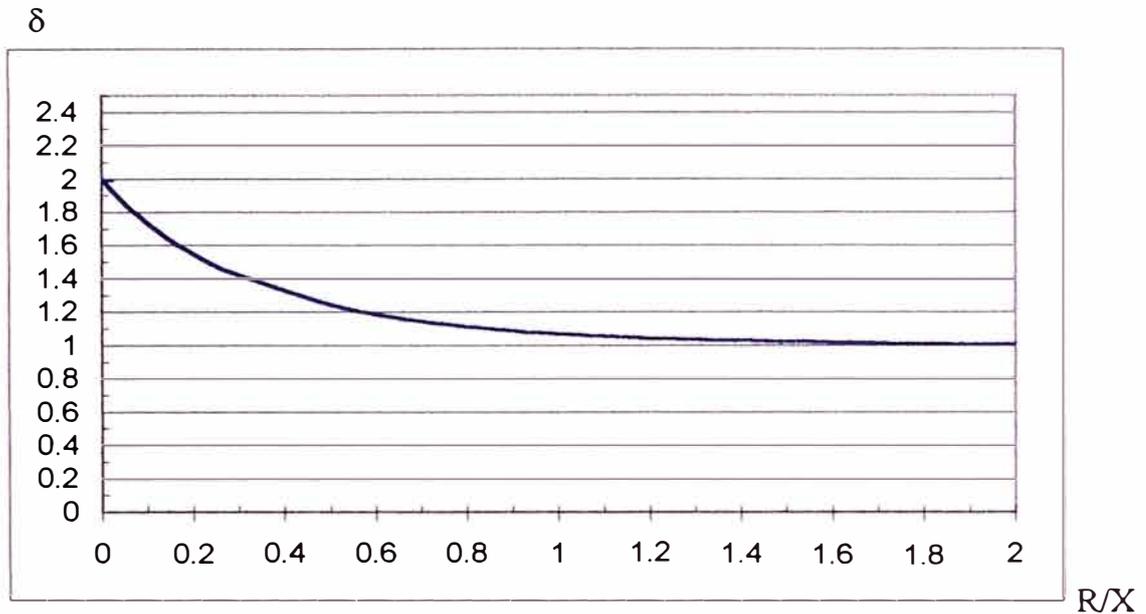
El paso de la corriente por las barras paralelas, cuya longitud es mayor con relación a la distancia entre ellos, se origina fuerzas que actúan y se reparten uniformemente a lo largo de la barra. Estas fuerzas son especialmente grandes en el caso de un corto circuito, produciendo esfuerzos entre las barras y los elementos de fijación. Por este motivo las barras deben de diseñarse para hacer frente a la intensidad de corto circuito máximo posible.

La máxima corriente de corto circuito está determinada por las dimensiones de las instalaciones eléctricas, el valor de la corriente de corto circuito máxima está dado por la siguiente expresión:

$$I_{ch} = \sqrt{2} \times \delta \times I_{cc}$$

Donde:

δ : Factor de impulso que depende de la relación R / X y se determina con la ayuda del siguiente diagrama:



El valor máximo de δ es 2, es obtenido solamente en el caso límite teórico con una resistencia de $R=0$ en el punto de cortocircuito. Considerando que la instalación debe ser dimensionada de la manera más segura, se asume un valor de $\delta = 1.8$, debido a que la experiencia demuestra que el caso de un cortocircuito el valor de δ es menor a 1.8 para máquinas menores de 100 MVA.

Entonces:

$$I_{ch} = \sqrt{2} \times 1.8 \times 12.35 = 31.43 \text{ KA}$$

Corriente Nominal en Media Tensión (M.T.) I_n

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} \times V}$$

$$I_n = \frac{400}{\sqrt{3} \times 10}$$

$$I_n = 23.09 \text{ Amp.}$$

2.3 Cálculo del cable y la caída de tensión

Cálculo del cable

$$I_{cc} = 12.35 \text{ KA}$$

$$I_{cc \text{ admisible}} = \frac{113 \times S}{\sqrt{t}}$$

$$\text{Eligiendo } S = 35 \text{ mm}^2$$

$$I_{cc \text{ admisible}} = \frac{113 \times 35}{\sqrt{0.1}}$$

$$I_{cc \text{ admisible}} = 12.50 \text{ KA}$$

Como $I_{cc \text{ admisible}} > I_{cc \text{ nominal}}$ entonces el cable a utilizar será del tipo NKY de $3 \times 35 \text{ mm}^2$ de 10 KV.

Cálculo de la caída de tensión

$$V = \sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (R \cdot \cos\phi + j X \cdot \sin\phi)$$

$$R = 0.6033 \text{ Ohm/Km.}$$

$$X = 0.117 \text{ Ohm/Km.}$$

$$L = 0.055 \text{ Km.}$$

$$I_n = 23.09 \text{ A}$$

Reemplazando

$$V = \sqrt{3} \times 23.09 \times 0.055 \times (0.6033 \times 0.85 + j 0.177 \times 0.5268)$$

$$V = 1.14 \text{ Voltios}$$

Como $V < 2.5 \%$ cumple con el C.N.E. capítulo 3.2.3

2.4 Cálculo del interruptor seccionador de potencia

Tomando como referencia los datos y las características de los seccionadores de potencia existentes en el mercado se ha seleccionado el siguiente:

	Calculado	Admitido
Tensión Nominal	10 KV	12 KV
Corriente Nominal	23.09 A	630 A
Frecuencia Nominal	60 Hz	60 Hz
Corriente de Cortocircuito	12.35 KA	16 KA
Corriente de Choque	31.43 KA	40 KA
Potencia de Cortocircuito	214 MVA	332 MVA

2.5 Cálculos mecánicos

Cálculo de las Barras

Datos

d	: Distancia entre barras	=	0.30 m
L	: Distancia entre apoyos	=	1 m
Ich	: Corriente de choque	=	31.43 KA
In	: Corriente Nominal	=	23.09 KA
Kc	: Carga admisible del cobre	=	1200 Kg.cm ²

Por Efecto Electrodinámico

a.- Esfuerzo máximo entre barras (p)

$$p = 2.04 \cdot Ich^2 \cdot L / (100 \cdot d) \text{ Kg.}$$

$$p = 2.04 \times (31.43)^2 \times 1 / (100 \times 0.3)$$

$$p = 67.17 \text{ Kg.}$$

b.- Momento Flector

$$M_f = p \cdot L / 8$$

$$M_f = 67.17 \times 100 / 8$$

$$M_f = 839.6 \text{ Kg} \cdot \text{cm}$$

c.- Momento Resistente (W_r)

$$W_r = M_f / K_c$$

$$W_r = 839.6 / 1200$$

$$W_r = 0.699 \text{ cm}^3$$

Escogiendo una barra rectangular de 40 x 5 mm

$$b = 5 \text{ mm} \quad h = 40 \text{ mm}$$

$$W = b \times h^2 / 6$$

$$W = 0.5 \times (4)^2 / 6$$

$$W = 1.33 \text{ cm}^3$$

Como $W > W_r$ se cumple se podrá utilizar una barra de 40 x 5 mm

Por Resonancia

$$f = 112 \cdot \sqrt{\frac{E \cdot J}{G \cdot L^4}}$$

Donde :

J : Momento de Inercia de la barra

$$J = h \cdot b^3 / 12$$

$$J = 4 \times (0.5)^3 / 12$$

$$J = 0.0416 \text{ cm}^4$$

G : Peso de la barra = 0.0178 Kg/cm

E : Módulo de elasticidad de la barra de cobre

$$E = 1.25 \times 10^6 \text{ Kg / cm}^2$$

L : Longitud de la barra = 100 cm

Aplicando la formula tenemos:

$$f = 112 \cdot \sqrt{\frac{1.25 \times 10^6 \times 0.0416}{0.0178 \times 100^4}}$$

$$f = 19.14 \text{ Hz}$$

$$f < 1.1 (60)$$

19.14 < 66 Hz (se cumple la relación y por lo tanto no existirá resonancia).

Por efecto Térmico

$$\theta = K \cdot I_q^2 \cdot (t + \Delta t) / S^2 \quad ^\circ\text{C}$$

Donde :

θ : Sobrecalentamiento en $^\circ\text{C}$

S : Sección de la barra en mm^2

K : Constante de cobre 0.0058

I_q : Icc estacionario en amperios

t : Tiempo desde la iniciación del cortocircuito hasta la desconexión del interruptor 0.1 seg.

Δt : Tiempo adicional para tener en cuenta el calentamiento producido por la corriente de cortocircuito de choque en seg.

La sobre temperatura admisible en caso de un cortocircuito en el cobre desnudo 200°C .

$$\Delta t = T \cdot (I_{ch} / I_{cc})^2$$

T : Factor de tiempo de las máquinas en segundos comprendidos entre 0.15 y, se asume la peor condición T = 0.3 seg.

$$\Delta t = 0.3 \times (31.43 / 12.35)^2$$

$$\Delta t = 1.943 \text{ seg}$$

Considerando θ_{max} del cobre de 200 °C

$$S = \sqrt{K \cdot I_q^2 \cdot (t + \Delta t)}$$

$$S = \sqrt{\frac{0.0058 \times (12350)^2 \times (0.1 + 1.943)}{200}}$$

$$S = 95 \text{ mm}^2$$

La barra de 40 x 5 mm² tiene una sección de 200 mm² o sea que cumple con la condición de que sea mayor a 95 mm²

Cálculo de los aisladores portabarras

Efecto sobre las barras p = 67.17 Kg.

Caso más desfavorable en el aislador medio

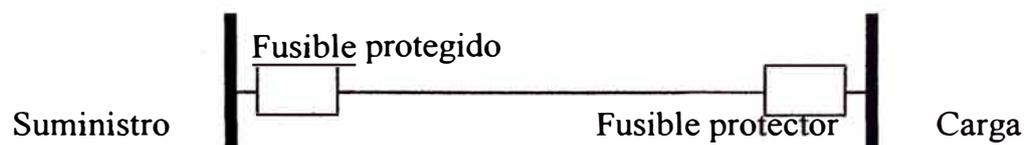
$$P_t = 2 \cdot p = 2 \times 67.17 = 134.34 \text{ Kg.}$$

Se empleará aisladores de resina epóxica para montaje interior

$$V_n = 12 \text{ KV y } P_t = 400 \text{ Kg.}$$

2.6 Cálculo de los fusibles de protección para el transformador

En el siguiente diagrama:



La corriente nominal del transformador es:

$$I_n (M. T.) = 23.09 \text{ A}$$

Entonces, según se establece en el Código Nacional de Electricidad en el capítulo 5.4.3.1, cuando se usen fusibles para la protección de transformadores éstos deberán ser calibrados a no más del 150% de la corriente primaria del transformador.

$$I_{\text{fusible}} = 1.5 \times I_n = 1.5 \times 23.09 = 34.63 \text{ Amp.}$$

	Valor Calculado	Valor Admitido
Vn	10 KV	12 KV
I fusible	34.63 A	40 A

El fusible que esté más cerca al punto de falla es denominado fusible protector, el fusible que está ubicado inmediatamente antes del fusible protector es denominado fusible protegido.

En nuestro caso el fusible protector es de 40 Amp, se determinará el fusible protegido de tal manera que al ocurrir una falla éstos coordinen su operación, recurrimos a las curvas de tiempo inicial de operación (Melting), en esta superponemos la curva de tiempo total de operación (Total Clearing) correspondiente al del fusible de 40 Amp, en el cual se puede notar que el fusible más próximo para que exista una coordinación de la protección en la red corresponde a un fusible de 63 Amp.



Strømbegrensende høyspenningssikring type CEF

Strombegrenzende Hoch-Spannungssicherungen Typ CEF

High Voltage Current Limiting Fuse-links Type CEF

F. 669 N-E-D

Dimensjoner etter DIN 43625
Prøvet i henhold til IEC 282-1.

Dimensions acc. to DIN 43625
Tested acc. to IEC 282-1.

Abmessungen nach DIN 43625
Geprüft laut IEC 282-1

Merkspanninger: 3,6/7,2-36 kV
Merkstrøm: 6-200 A

Rated voltages: 3,6/7,2-36 kV
Current ratings: 6-200 A

Nennspannungen: 3,6/7,2-36 kV
Nennströme: 6-200 A



1. Symboler på dataskilt

Et pilhode angir i hvilken ende av sikringen meldekappen og utløsbolten kommer ut ved avmølling. I tillegg er endekappen i denne enden spesielt merket.

1. Symbols on the nameplate

An arrowhead indicates in which end of the fuse-link the combined indicator and striker pin appears when the fuse elements melt off. Additionally this end contact is specially marked.

1. Bezeichnungen Datenschild

Die Pfeilrichtung gibt an, an welchem Ende der Sicherung der Melde- und Auslösebolzen beim Abschmelzen des Schmelzkörpers herauskommt. Die Endkappe an diesem Ende ist auch speziell markiert.

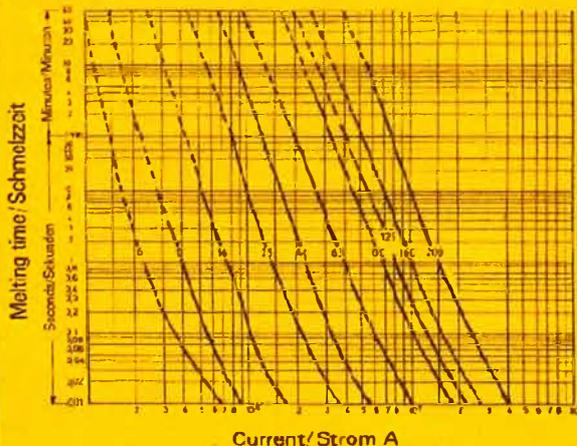
Symboler for øvrig / Symbols / Legende der Abkürzungen:

I_N = merkestrøm / rated current / Nennstrom

U_N = merkespanning / rated voltage / Nennspannung

I_3 = minste brytestrøm / minimum breaking current / kleinster Abschaltstrom

I_1 = maksimal prøvet kortslutningsstrøm / Maximum tested shortcircuit current / maximal geprüfter Kurzschlussstrom



2. Smeltokarakteristikkor

Smeltokarakteristikkene viser midlere smeltetid avhengig av prospektiv strøm. Spredningen er ca. $\pm 10\%$ referert til strømmen. Karakteristikkene gjelder alle merke-spenninger, og er tatt opp fra kald tilstand. Det bryteusikre området er karakteristikkene stiplet.

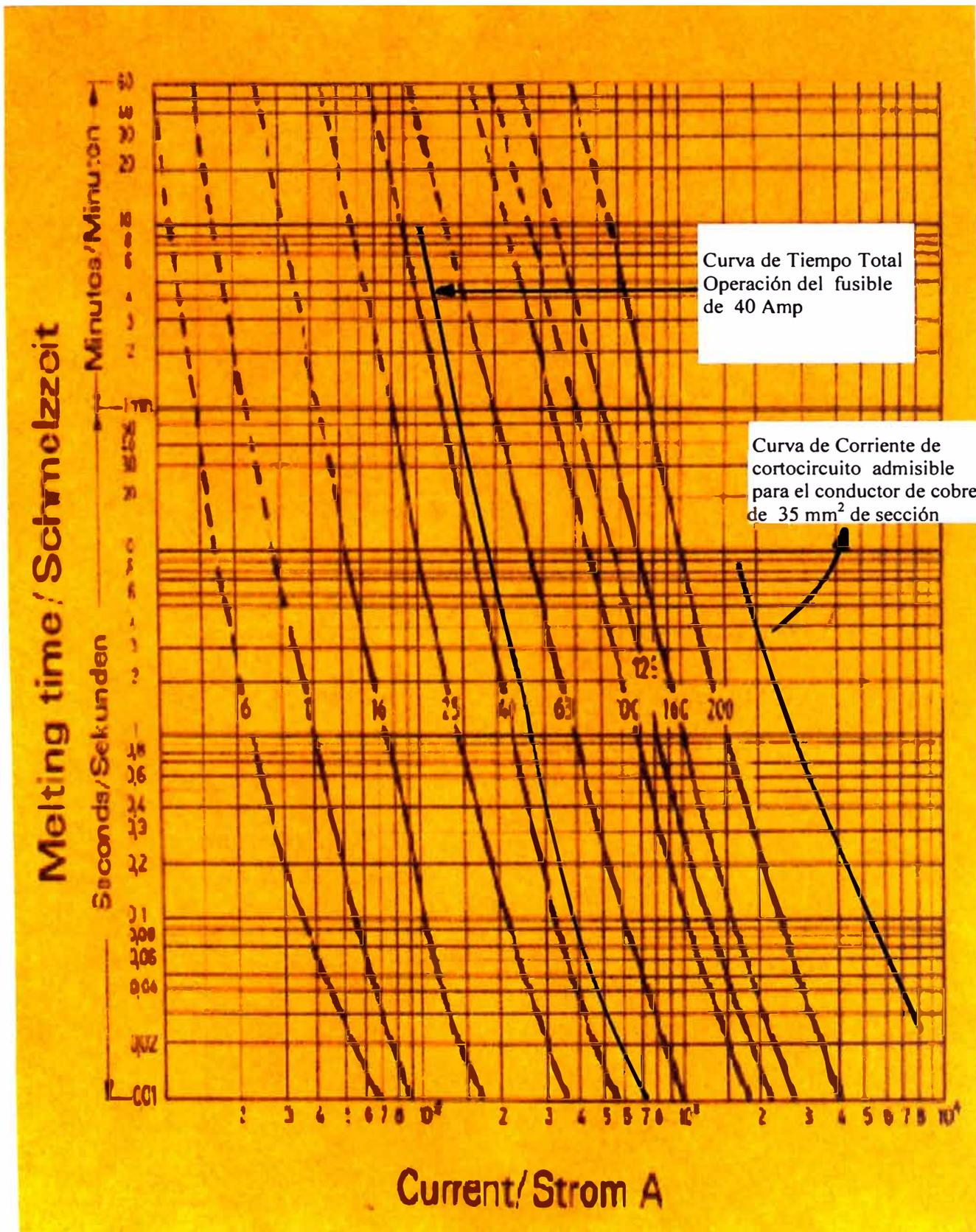
2. Melting characteristics

The melting characteristics show the average melting time as a function of the prospective current. The stray is about $\pm 10\%$ referred to the current.

The characteristics are valid for all rated voltages and are recorded from cold condition. In the uncertain interrupting zone the curves are dotted.

2. Schmelzcharakteristiken

Die Schmelzcharakteristiken zeigen mittlere Schmelzzeit in Abhängigkeit von dem prospektiven Strom. Die Abweichungen betragen $\pm 10\%$, bezogen auf den Strom. Die Charakteristiken gelten für alle Nennspannungen, und sind in kaltem Zustand des Sicherungseinsatzes aufgenommen worden. In dem abschaltunsicheren Gebiet sind die Charakteristiken gestrichelt.



CURVAS MELTING DE LOS FUSIBLES TIPO CEF

También se superpone la curva de corriente de cortocircuito admisible para el conductor de cobre de 35 mm², la curva que se utilizó fue para un calentamiento de 80°C del cable NKY de 10KV. De la gráfica, se puede ver que la curva de corriente máxima que puede soportar el cable sin deteriorar su aislamiento está por encima de las curvas de tiempo inicial de operación de los fusibles, por lo tanto se verifica que en caso de existir una falla la protección actuará, sin que se dañe el cable.

Entonces:

El fusible protector será de: 40 Amp

El fusible protegido será de: 63 Amp

2.7 Cálculo de la resistencia de puesta a tierra

Se ha considerado una varilla de cobre de las siguientes

L = 2.5 m Longitud de la varilla

d = 5/8 “ Diámetro de la varilla 0.01587

Terreno cultivable y fértil su resistividad promedio es de 50 Ohm /m

Luego la resistencia de puesta a tierra para electrodos verticales será:

$$R_t = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot L} \cdot \ln \frac{4 \cdot L}{1.36 \cdot d}$$

$$R_t = \frac{50}{2 \times \pi \times 2.5} \cdot \ln \frac{4 \times 2.5}{1.36 \times 0.01587}$$

$$R_t = 19.5 \text{ Ohm}$$

$R_t < 20 \text{ Ohm}$ menos que el valor requerido para este caso

Con la finalidad de asegurar una baja resistencia al paso de cualquier corriente de falla utilizaremos sal Industrial en el fondo y en la periferia del pozo, sin contacto con los electrodos, para lo cual su aplicación se realizará en forma de solución (25 Kg por cada 150 litros de agua) en total 4 dosis en el fondo y 2 en medio relleno, así mismo para nuestro caso se pondrá 25 Kg de sal en gramo en el fondo y 25 Kg en la superficie con lo cual se obtendrá una reducción de 80 % de la resistencia de puesta a tierra, sin utilizar compuestos químicos que pueden ser no corrosivos, pero son tóxicos a corto y largo plazo.

2.7.1 Sección del conductor de puesta a tierra para la distribución primaria

Según lo establecido en el código Nacional de Electricidad en el capítulo 3.2.3, tabla 3-IV para una duración de falla de 0.5 segundos y un solo conductor se tiene un factor de $2.5 \text{ mm}^2/\text{corriente de falla por KA}$.

Como $I_{\text{falla}} = 12.35 \text{ KA}$

Entonces :

$$S = 2.5 \times 12.35$$

$$S = 30.87 \text{ mm}^2$$

Entonces el conductor a utilizarse será de 35 mm^2

2.7.2 Sección del conductor de puesta a tierra para la distribución secundaria

Según el Código Nacional Electricidad capítulo 3.2.3, tabla 3-V la sección a utilizar será de 70 mm^2

2.8 Cálculo de la ventilación de la subestación

Se considerará los coeficientes más críticos determinaremos las resistencias R1 y R2.

Siendo :

R1 : Coeficiente de resistencia y de aceleración del aire en el camino o canal de entrada.

R2 : Coeficiente de resistencia y de aceleración del aire en el camino o canal de salida.

m : Relación entre la sección del canal de entrada y el de salida $A1 / A2$.

La resistencia total esta formada por varios componentes, se tomarán los siguientes valores para los coeficientes de aceleración o resistencia individuales:

Coeficientes de Entrada (R1)

Aceleración	:	1
Rejilla de alambre	:	1
Aumento de Sección	:	0.9
Cambio gradual de dirección	:	0.6
		3.5
	R1	= 3.5

Coeficientes de Salida (R2)

Aceleración	:	1
Rejilla de alambre	:	1
Codo rectangular	:	1.5
		3.5
	R2	= 3.5

Si el canal de salida de aire se hace 10% más grande que el canal de entrada

Entonces :

$$m = A1 / A2 = 1 / 1.1 = 0.91$$

$$m^2 = 0.83$$

La resistencia que ofrece el camino que debe seguir la corriente de aire:

$$R = R1 + m^2 \cdot R2$$

$$R = 3.15 + 0.83 \times 3.5$$

$$R = 6.40$$

Cálculo de la sección del canal de entrada A1

Tomando la ecuación de equilibrio para la circulación la sección del canal de entrada será :

$$A1 = \sqrt{\frac{13.2 \cdot Po^2 \cdot R}{H \cdot tu^3}}$$

Siendo :

Po : Pérdidas Totales del Transformador en KW

Po : 5.88 KW

H : Altura de la columna de aire caliente, entre el punto medio del transformador y del ducto de salida en m .

H : 2.5 m

tu : Calentamiento de la columna de aire en °C

tu : 15 °C

R : Resistencia al flujo de aire entre el ducto de entrada y el de salida

$$A1 = \sqrt{\frac{13.2 \times (5.88)^2 \times 6.40}{2.5 \times 15^3}}$$

$$A1 = 0.59 \text{ m}^2$$

Como la sección de salida es 10% la sección de entrada entonces:

$$A2 = 0.65 \text{ m}^2$$

Estas áreas también se pudieron determinar en forma gráfica

Partiendo de la Hipótesis

Temperatura del aire de enfriamiento máx. De 35 °C

Sobre elevación de la temperatura de 15 °C

Temperatura del aire a la salida de 50 °C

Para una potencia de perdida de 5.88 KW y una altura de 2.5 m, como en la gráfica no aparece la curva para H = 2.5 m, entonces extrapoláremos:

H (m)	A (m ²)
2	0.691
2.5	A1
3	0.561

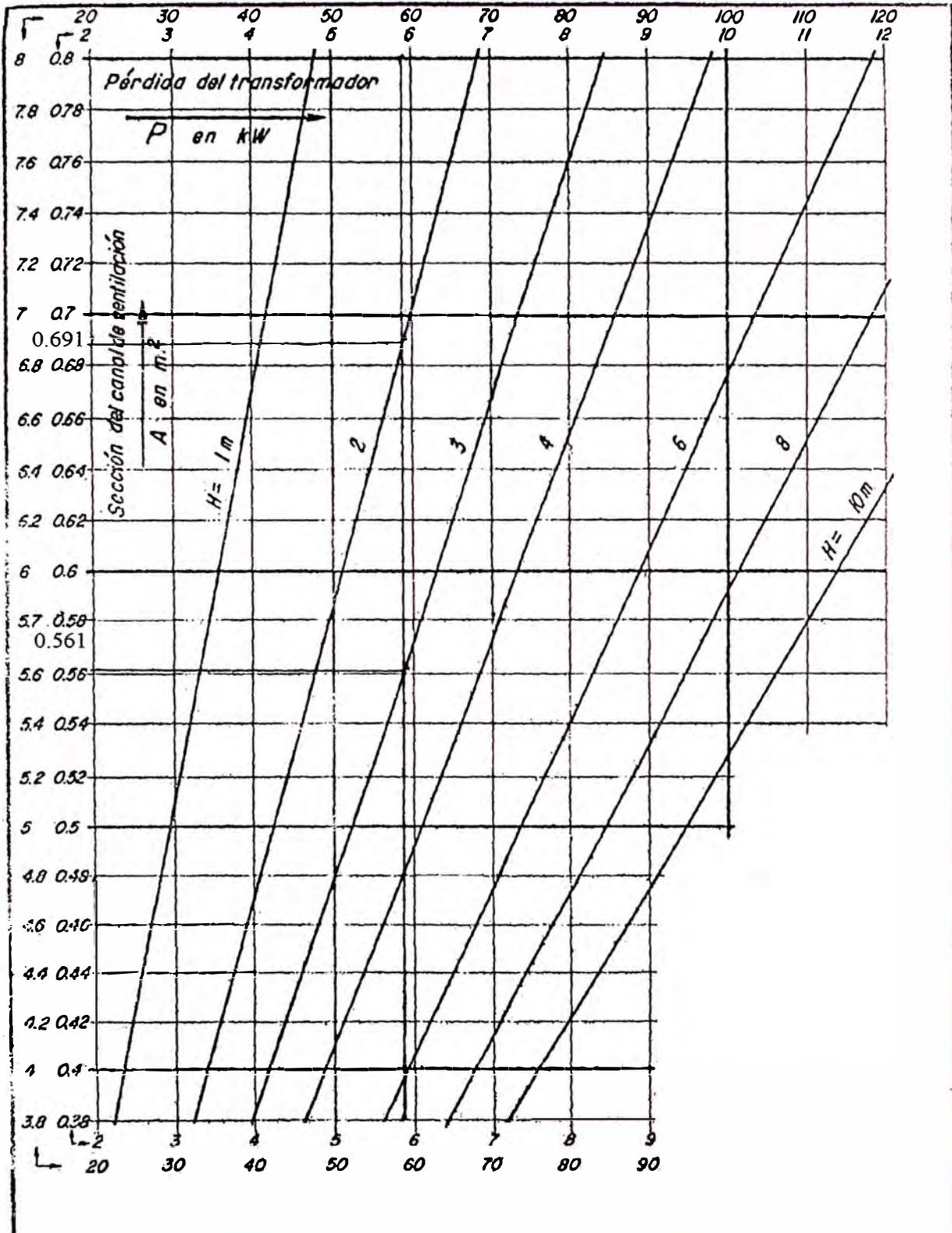
$$\frac{2.5 - 2}{3 - 2} = \frac{A1 - 0.691}{0.561 - 0.691}$$

$$A1 = 0.626 \text{ m}^2$$

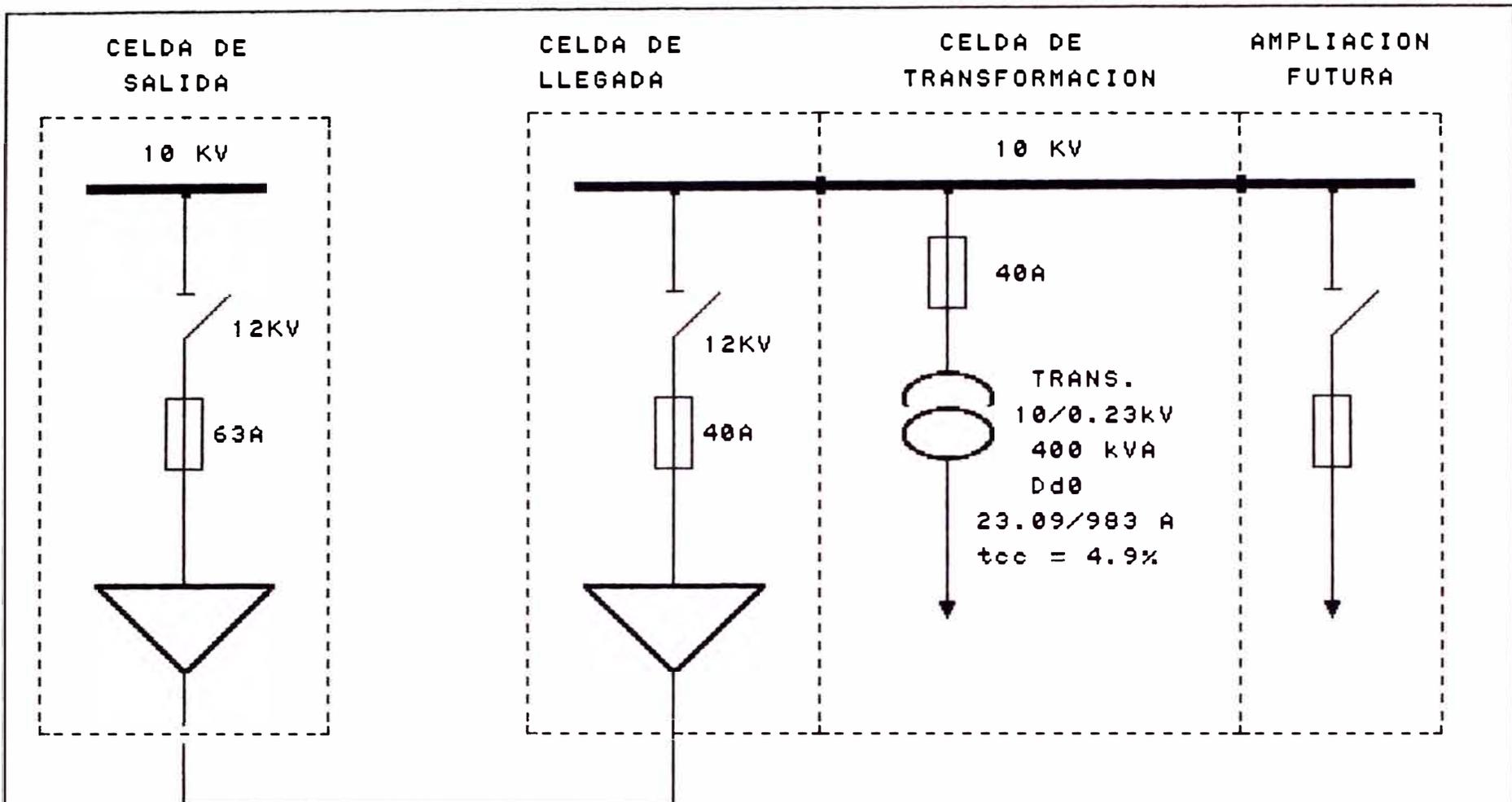
Como $A2 = 1.1 \times A1$

$$A2 = 0.688 \text{ m}^2$$

La sección del canal proyectado es de 0.845 m² y la de salida es de 1 m² la cual es mucho mayor que el requerido y por lo tanto no se será necesario utilizar ventilación artificial.



ASEA BROWN BOVERI		
Ventilación de transformadores Determinación de la sección de los canales		15-10-63 J. Calderón
		<i>J. Calderón</i>



CABLE NKY 3 x 35 mm²

AGREGADOS CALCAREOS S.A.				
TITULO :			PROYECTADO	CGV
DIAGRAMA ELECTRICO UNIFICAR DE LA SUBESTACION DE 400 KVA			DIBUJADO	CGV
			PLANO	
ESCALA		FECHA	No PEB-01	

CAPÍTULO III ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

3.1 Obras Civiles

Se efectuarán según lo establecido en el plano No PEB-03, se utilizará una mezcla de concreto de 250 Kg/ m³ de cemento, además, para el piso se cubrirá con una capa de mezcla de 600 Kg/m³ de cemento. Con respecto a los ductos para los cables subterráneos serán de concreto armado

Las paredes de la fosa se utilizarán ladrillos y se dispondrá según el plano No PEB-03

3.2 Celda de Llegada: 10 KV, 60 Hz (Uso Interior)

Auto soportada de ejecución modular, construida en estructura de perfil angular de ½" x 1 ½" x ¼", constituida de puerta frontal con cerraduras, protección lateral e intermedia, protección inferior, posterior y techo plano, ejecutada en plancha de fierro laminado de 1/8" de espesor, decapada mecánicamente con granalla de acero mediante chorro de presión y pintada inmediatamente con dos capas de imprimante anticorrosivo epóxico y dos de acabado de color gris mate.

Dimensiones

Ancho	1000 mm
Profundidad	1700 mm
Altura	3000 mm

Equipamiento

- Espacio para terminal de cable tripolar.
- Interruptor seccionador de potencia tipo SCRsg-V ,es un aparato de maniobra tripolar para montaje interior , con mecanismo de mando independiente de la fuerza del operador, equipado con sistema de extinción de arco mediante soplo de aire para la apertura y cierre bajo plena carga.

Constitución y Funcionamiento del Interruptor Seccionador de Potencia

Chásis

Todos los elementos constitutivos del seccionador están montados sobre un chásis sólido de lámina de fierro de 4 mm de espesor. Sobre este chásis se encuentran montados los aisladores de las bases portafusibles. Esta constitución unitaria garantiza la correcta alineación de los fusibles.

Aisladores

Son de resina epóxica de larga línea de fuga. Los aisladores superiores, que soportan los contactos fijos, tienen un conducto que permite el flujo del aire para la extinción del arco eléctrico.

Contactos Móviles y fijos

Los contactos móviles están formados por perfiles de cobre electrolítico (dos por polo) que garantizan una alta rigidez mecánica. Los contactos móviles tienen, además, un juego de contactos auxiliares, los cuales realizan el trabajo de ruptura del arco eléctrico con la ayuda de un fuerte soplo de aire que se describe más adelante.

Los contactos fijos son de fundición de bronce con un baño de plata, con la finalidad mencionada anteriormente.

Sistema de Extinción del arco eléctrico

La extinción del arco eléctrico, que se produce durante la maniobra de apertura entre contactos auxiliares y fijos, está garantizada por lo siguiente:

1. Alta velocidad de apertura de los contactos móviles.
2. Forma especial de los contactos auxiliares.
3. Soplado enérgico de aire que circula a través de los contactos fijos. Para este efecto el seccionador cuenta con tres cilindros independientes, de acero inoxidable, provistos de pistones cuyo movimiento se realiza por medio de un sistema de transmisión acoplado al eje principal.

Sistema de mando

El sistema de mando permite la apertura y cierre del seccionador en forma independiente de la velocidad y fuerza del operador; mediante un sistema de resorte siempre descargado; la carga del resorte ocurre en el momento en que el seccionador es accionado para la apertura o para el cierre. Por lo tanto, no se requiere efectuar maniobras previas de cargas de resortes. La operación de apertura o cierre se realiza mediante un tubo de extensión acoplado al eje principal. El mecanismo de mando está provisto para instalarse en el frente de maniobra de una celda; la regulación de este sistema es muy sencilla, permitiendo cualquier posición relativa al seccionador propiamente dicho; la palanca de mando es retirable y se mueve sobre un plano vertical.

Características Eléctricas

- Tensión Nominal

12 KV

- Tensión de prueba 60 Hz 1 minuto, a tierra y entre polos	:	28 KV
- Tensión de prueba 60 Hz 1 minuto, a través de la distancia de seccionamiento	:	32 KV
- Nivel de aislamiento (BIL) a tierra y entre polos	:	75 KV
- Nivel de aislamiento (BIL) a través de la distancia de seccionamiento	:	85 KV
- Corriente Nominal	:	630 A
- Corriente de corta duración	:	16 KA
- Poder de cierre	:	40 KA

Provisto de una base tripolar con tres cartuchos fusibles de 12 KV, 40 A tipo CEF (al fundirse cualquier fusible desconecta automáticamente el interruptor seccionador).

Marca : FELMEC - IMEDUESTELLE - ITALIA

- Sistema de barras colectoras, de derivación y tierra de cobre electrolítico.
- Aisladores portabarra de 12 KV de larga distancia de fuga. Tensión de ruptura de 400 Kg.
- Barras de cobre electrolítico de 40 x 5 mm

3.3 Celda de Transformación: 10 KV, 400 KVA, 60 Hz (Uso Interior)

Auto soportada de ejecución modular, construida en estructura de perfil angular de 1 ½” x 1 ½” x ¼”, constituida de puerta frontal con cerraduras, protección lateral y intermedia, protección inferior, posterior y techo plano, ejecutada en plancha de fierro laminado de 1/8” de espesor, decapada mecánicamente con granalla de acero mediante chorro de presión y pintada inmediatamente con dos capas de imprimante anticorrosivo epóxico y dos de acabado de color gris mate.

Dimensiones

Ancho	2400 mm
Profundidad	1700 mm
Altura	3000 mm

Equipamiento

- Espacio de reserva para transformador de 400 KVA, 10/0.23 KV, Dd0
- 3 Bases protafusible unipolar de 12KV de 200 Amp marca FELMEC tipo

BIP-1

- 3 Cartuchos de fusible de alto poder de ruptura de 12 KV ,40 Amp, e= 292 mm (DIN 43625)
- Sistema de barras colectoras, de derivación y tierra de cobre electrolítico.
- Aisladores portabarra de 12 KV de larga distancia de fuga. Tensión de ruptura de 400 Kg.
- Aisladores portabarra de 1KV para el lado de baja tensión.
- Barras de cobre electrolítico de 40 x 5 mm
- Barras de cobre electrolítico de 40 x 10 mm
- Barras de cobre electrolítico de 60 x 10 mm

- Transformador de distribución trifásico fabricado con núcleo de hierro silicoso de grano orientado laminado en frío y arrollamiento en aceite dieléctrico; de las siguientes características :

Marca	:	Delcrosa
Tipo	:	Convencional
Potencia Nominal	:	400 KVA
Relación de Transformación	:	10000/230 V
Regulación	:	+/- 2 x 2.5%
Grupo de Conexiones	:	Dd0
Frecuencia	:	60 Hz
No de fases	:	3
Tensión de Cortocircuito	:	4.9 %
Clase de Aislamiento	:	Ao
Enfriamiento	:	ONAN
Altura de instalación	:	1000 m.s.n.m.
Nivel de aislamiento Primario	:	12/28/75 KV
Nivel de aislamiento Secundario	:	0.6/2.5 KV
Montaje	:	Interior
Servicio	:	Continuo
Norma de Fabricación	:	Itintec 370.002 / IEC Pub. 76
Accesorios		

- Placa de características.

- Conmutador de tomas con mando sobre la tapa para ser accionado sin tensión y con bloqueo mecánico en cada posición.
- Tanque conservador con indicador de nivel de aceite.
- Orejas de izamiento para levantar la parte activa o el transformador completo.
- Perno de conexión de puesta a tierra de la cuba del transformador
- Grifo de vaciado y extracción de muestras de aceite
- Tubo de llenado de aceite con tapón incorporado.
- Ruedas orientables.

3.4 Celda de Salida : 10 KV , 60 Hz (Uso Interior)

Auto soportada de ejecución modular, construida en estructura de perfil angular de 1 ½" x 1 ½" x ¼", constituida de puerta frontal con cerraduras, protección lateral y intermedia, protección inferior, posterior y techo plano, ejecutada en plancha de fierro laminado de 1/8" de espesor, decapada mecánicamente con granalla de acero mediante chorro de presión y pintada inmediatamente con dos capas de imprimante anticorrosivo epóxico y dos de acabado de color gris mate.

Dimensiones

Ancho	1000 mm
Profundidad	1700 mm
Altura	3000 mm

Equipamiento

- Espacio para terminal de cable tripolar.

- 3 Seccionadores unipolares de 12 KV ,400 Amp maniobra sin carga, accionamiento con pértiga.
- Sistema de barras colectoras, de derivación y tierra de cobre electrolítico.
- Aisladores portabarra de 12 KV de larga distancia de fuga .Tensión de ruptura de 400 Kg.

3.5 Cable tipo NKY de Media Tensión

Descripción

Conductor de cobre electrolítico recocido, cableado concéntrico. Aislamiento de papel impregnado en aceite “no migrante”. Chaqueta interior de aleación de plomo y protección exterior con una chaqueta de PVC color rojo.

Características

Mantiene su carga de aislamiento en instalaciones con pendientes elevadas, el plomo protege al papel de la humedad del ambiente y al cable contra la corrosión. Resistente a las vibraciones y al esfuerzo repetido (fatiga). La chaqueta de PVC le proporciona resistencia a los ácidos , grasas , aceites y a la abrasión. No propaga la llama.

Marca	Indeco
Norma de Fabricación	Itintec 370-001
Tensión de servicio	12 KV
Temperatura de Operación	70 °C
Calibre	3 x 35 mm ²
Número de hilos por conductor	7
Espesor de aislamiento entre conductores	8 mm

Espesor de aislamiento entre conductor y cubierta de plomo	:	6.4
Espesor del plomo	:	1.8 mm
Espesor de la cubierta	:	2.3 mm
Diámetro exterior	:	49 mm
Peso	:	5794 Kg/Km

3.6 Cabeza Terminal de 15KV

Se usará este tipo de terminal debido a que contamos con él en nuestro almacén. Dichos terminales estarán dotados de aisladores de porcelana rellenos de mezcla aislante acorde con la naturaleza del aislamiento del cable. Deben incluir en su interior un cono reflector, el cual canaliza los esfuerzos eléctricos que se presentan en el extremo del cable al interrumpir y retirar la pantalla. También debe presentar una hermeticidad suficiente evitando la fuga de la mezcla ,si la hay en el interior del terminal , o la penetración de humedad.

Tipo de terminal TI3 de 8.7 / 15 KV

3.7 Puesta de Tierra

Se utilizará una varilla de cobre de 0.013 m de diámetro por 2.5 m de longitud con su respectivo conector de bronce de 0.013 a 0.025 m de diámetro.

CAPÍTULO IV MONTAJE Y CONSTRUCCIÓN

4.1 Etapas Básicas de la Construcción

Para realizar la construcción de la subestación y de las redes eléctricas se requerirá de los planos del Estudio, el planeamiento y cronogramas (Ruta crítica), la programación y desarrollo de los trabajos con corte de energía, las pruebas en blanco, la puesta de servicio, los planos y esquemas de replanteo y un reporte final.

Para dar inicio a los trabajos de construcción, se debe verificar y analizar, en el lugar de la obra, todos los aspectos relacionados a la ejecución de la misma; teniendo en cuenta, la obligación de cumplir las normas de seguridad vigentes, en especial con las distancias mínimas de seguridad y la necesidad de desvío del tráfico y los requerimientos de equipo complementario para la construcción civil, montajes electromecánicos y tendido de redes.

La mayoría de contratiempos que ocurren en los trabajos de construcción, se producen por la omisión de detalles, es decir, de aspectos simples. Por lo que debe darse una atención minuciosa permanente en todo el desarrollo de la obra, teniendo en cuenta el cronograma de abastecimiento de los materiales y equipos a instalar, considerando el requerimiento de herramientas, equipos y mano de obra para estar en condiciones de ejecutar la instalación, no olvidando las condiciones climatológicas y considerando posibles eventualidades.

Las actividades principales de la programación y desarrollo de los trabajos serán:

- Elaboración del cronograma lo más acorde posible con la realidad.
- Verificar todos los materiales requeridos para realizar las actividades programadas, esté disponible en el almacén y que cumplan con las especificaciones técnicas.
- Manipuleo y transporte de los materiales a la obra de acuerdo a los trabajos programados.
- Recursos del personal, vehículos, equipos, herramientas y señales o letreros de seguridad, según las características de los trabajos a realizar.
- La ejecución de los trabajos debe realizarse cumpliendo con los reglamentos de seguridad e higiene.
- Los cortes de energía requeridos, que deben realizarse previa coordinación con los usuarios, programando fecha y duración del corte.
- Terminadas las actividades de la obra se efectúan las pruebas que correspondan obteniendo resultados aceptables, se procede a energizar la nueva instalación.
- Según corresponda debe entregarse los planos de replanteo respectivos y los documentos acorde a lo establecido en cada medio.

4.2 Generalidades en la Construcción de Subestaciones

Adicionalmente a lo mencionado, para proceder a la construcción de las subestaciones tanto la obra civil como del equipamiento electromecánico debe tenerse presente lo siguiente:

- Disponibilidad de los planos requeridos
- Inspección previa al inicio de la obra, verificación de lo estacado y distancias de seguridad. Tener presente las características del terreno donde se van a realizar las excavaciones para la instalación . Asimismo prever las posibilidades de impacto o colapso a causa del tránsito de vehículos en las cercanías de la subestación, según lo cual deberá instalarse medios de prevención y protección.
- La ubicación y orientación de la subestación debe tener presente como ingresan o salen las redes.
- Es importante cuidar el suministro de agua y energía eléctrica para proceder a la construcción de la obra civil y equipamiento electromecánico respectivamente.
- Debe respetarse o concordar el dimensionamiento de la obra civil con el de las estructuras metálicas para evitar contratiempos en el equipamiento electromecánico.
- Antes de iniciar el equipamiento electromecánico, debe verificarse que la edificación y estructura civil este seca, para evitar riesgos de flexiones, dilataciones y posible inicio de corrosión de alguna parte de la estructura metálica.
- Cuidar el manipuleo, transporte y almacenamiento de los materiales, equipos y herramientas durante la construcción, para evitar deterioros, como el caso común de ralladuras en el acabado protector contra la corrosión que tiene los materiales y equipos.

- Verificar la operatividad de los mecanismos mecánicos de los dispositivos de maniobra y protección.
- Retocar el acabado que hubiese sido deteriorado.

4.3 Generalidades en la Instalación de las redes Subterráneas

La instalación inadecuada y/o mal trato de los cables y sus accesorios, como son básicamente los terminales y empalmes, originan fallas a corto plazo. Es recomendable utilizar la mayor longitud de cable en un solo tramo, para evitar en lo posible los empalmes. Como regla general, los tambores o carretes con cables deben almacenarse en locales secos bajo cobertizo. Los extremos del cable siempre deben estar sellados o hermetizados adecuadamente.

Ni los rollos, ni los tambores deben arrojarse desde el vehículo al suelo, aunque sean de dimensiones reducidas y poco peso, porque se daña el cable y el tambor, aunque caigan sobre una superficie blanda. La flecha marcada en los lados del tambor indica la dirección en la que este debe desplazarse. Si se rueda el tambor en sentido contrario, existe el peligro de que el cable se desenrolle.

Los radios mínimos de curvatura admisible, dependen del diámetro del cable de su constitución y de las condiciones de tendido y de servicio; Lo práctico recomendable durante el tendido es un radio de veinte veces el diámetro del exterior del cable.

El cable no debe arrastrarse, sino tirarse apoyado en rodillos o polines que giran libremente y no dañen el cable. El cable se extrae de la parte superior del tambor, por tanto, el cable al ser halado el carrete girará en sentido opuesto a la flecha marcada en las caras laterales del carrete.

El número de personas necesarias para el tendido manual se calcula considerando que cada persona puede realizar un esfuerzo de 35 Kg en promedio; deberá colocarse un hombre entre cada rodillo y rodillo. El cable será desplazado a mano del rodillo al ducto, con el mayor cuidado evitando esfuerzos por torsión. Para la instalación de terminales dejar un exceso mínimo de 0.5 mts. .

4.4 Montaje del Seccionador

Los puntos de fijación (F) de l seccionador (plano No F.2.4025.3) deben encontrarse en un mismo plano vertical.

Montaje del Mando RQ y posición de las levas “A” y “B” con el tubo “C”

Fijar el mando RQ en el punto escogido. El ángulo entre “C” y la horizontal puede ser cualquiera (Plano No F.2.4025.3.)

El mando debe estar montado en sus dos puntos de fijación de tal forma que el indicador de abierto (A) quede ubicado en la parte inferior.

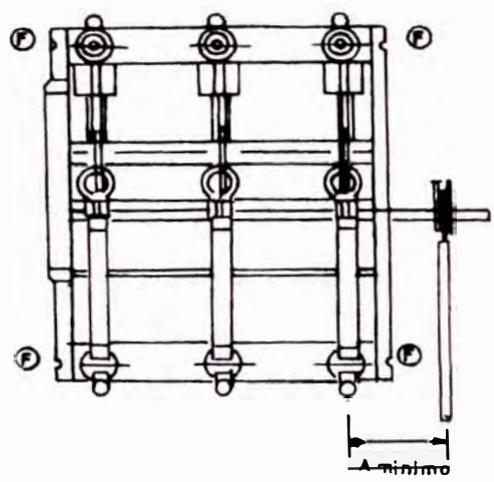
Orientar la leva “A” de modo que quede paralela con respecto a la leva “B” ver plano No F.2.4025.3, ejes X-X, Y-Y.

Para conseguir que estén paralelas, hacer coincidir uno de los 6 huecos de la leva “ A ” con el hueco “E” de la leva interior.

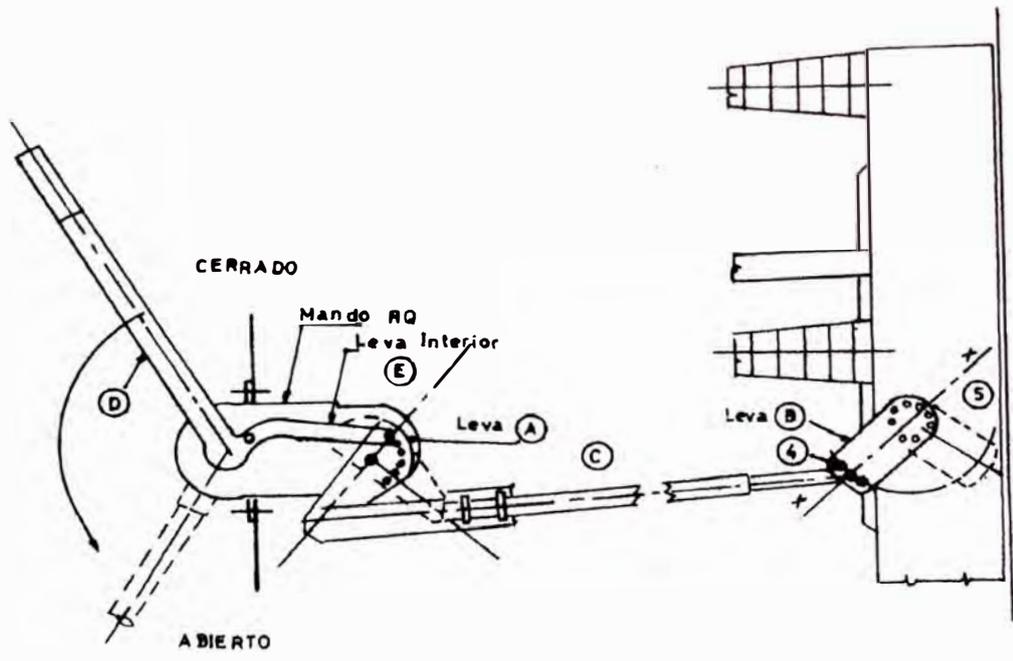
Orientar la leva “ B ” con la corona de huecos “ 5 ” .

Hacer el montaje del tubo “ C ” con las levas “ A ” y “ B ” . En la leva “A ” con los pernos en “ U ” y la leva “ B ” con un pin y su pasador que se suministran montados en el hueco “ 4 ”

FELMEC SECCIONADOR DE POTENCIA DUESTELLE	Fecha	16/08/86
	SECCION	1210
INSTRUCCIONES DEL MONTAJE Y REGULACION DEL MANDO RQ	REV	1/1
	Viado	
		F.24025.3



R _V	A minimo
10	150
15	175
20	210
30	200



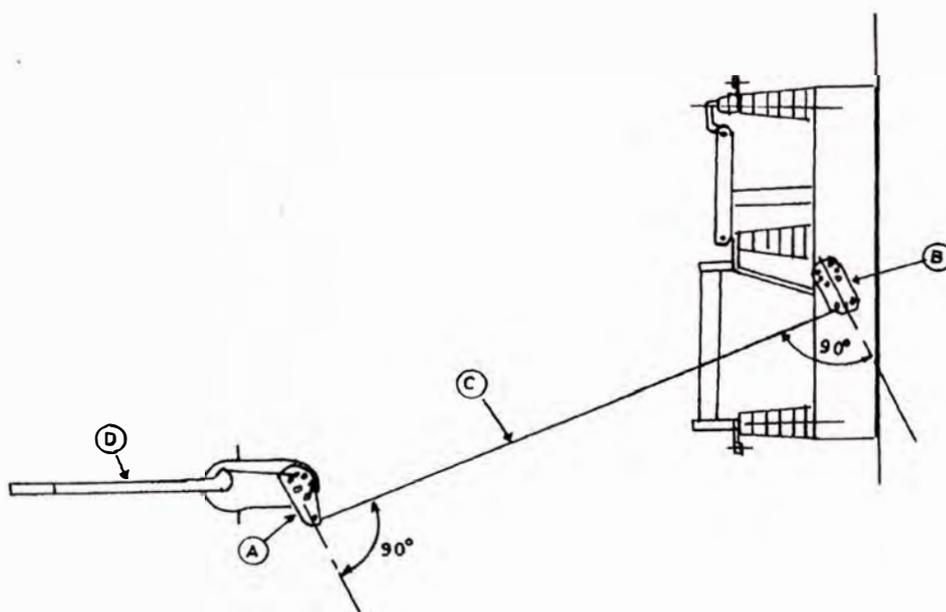
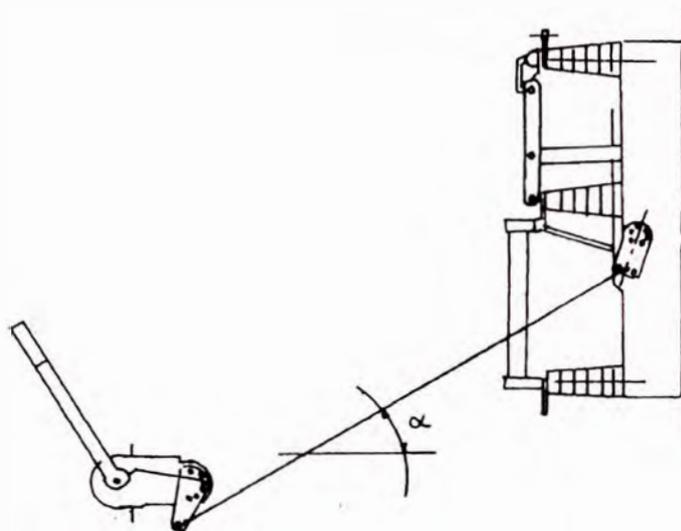
FELMEC

SECCIONADOR DE POTENCIA DUESTELLE

INSTRUCCIONES DEL MONTAJE Y
REGULACION DEL MANDO RQ

Fecha	17/06/84
Escala	1:10
Rev.	
Vista	1/1

F.240254



Control

Accionar la palanca “ D ” hasta ubicarla en la posición horizontal y controlar a simple vista que el tubo “ C ” forma dos ángulos rectos con las levas “ A ” y “ B ” (ver plano No F.2.4025.3); verificar esta posición pues es importante.

Controlar que la distancia A mínima respete los valores mostrados en el plano No F.2.4025.3

Nota

En caso de no cerrar el seccionador o quedar sensible a la apertura, será necesario cambiar la posición de una de las levas “ A ” y “ B ” , la que no forme ángulo recto con respecto al tubo “ C ” en el momento del control.

Normalmente el tubo se debe fijar en el punto medio de los huecos “ 4 ” de la leva “ B ” .

4.5 Montaje del Transformador

Se usará las orejas de izamiento para levantar el transformador utilizando un montacarga, para luego colocarlo sobre los rieles. Tratando siempre de evitar cualquier golpe que pueda afectar a este . Verificar que no se ha producido pérdida de aceite y que no presente filtraciones el transformador.

El transformador debe conservar la distancia que se han establecido en el plano No PEB – 05, cuando se instalen las barras de cobre se debe tener cuidado a la hora de ajustar éstos con los terminales del transformador, porque pueden malograr los aisladores del transformador.

Verificar que el transformador este montado sobre sus rieles y quede por encima de la entrada del aire fresco.

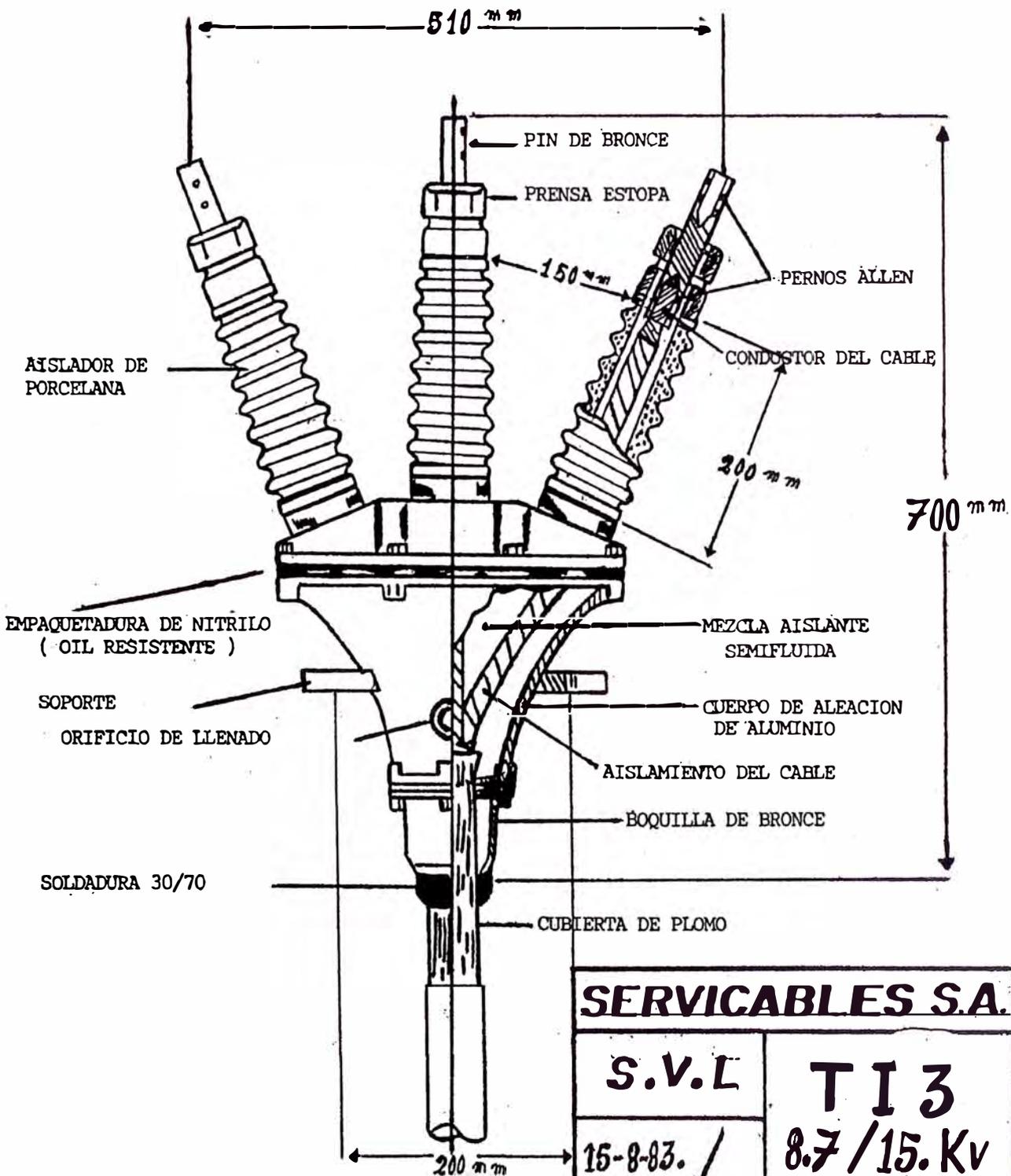
4.6 Pozos a Tierra

El primer paso para la instalación de puestas a tierra es excavar un pozo de 1 m de diámetro con una profundidad 0.30 mts. mayor a la longitud del electrodo a usar , que para nuestro caso será de 2.5 mts. por lo tanto la profundidad a excavar será de 2.8 m, se desechará todo material de alta resistividad tales como piedras, hormigón arena, cascajo, etc.

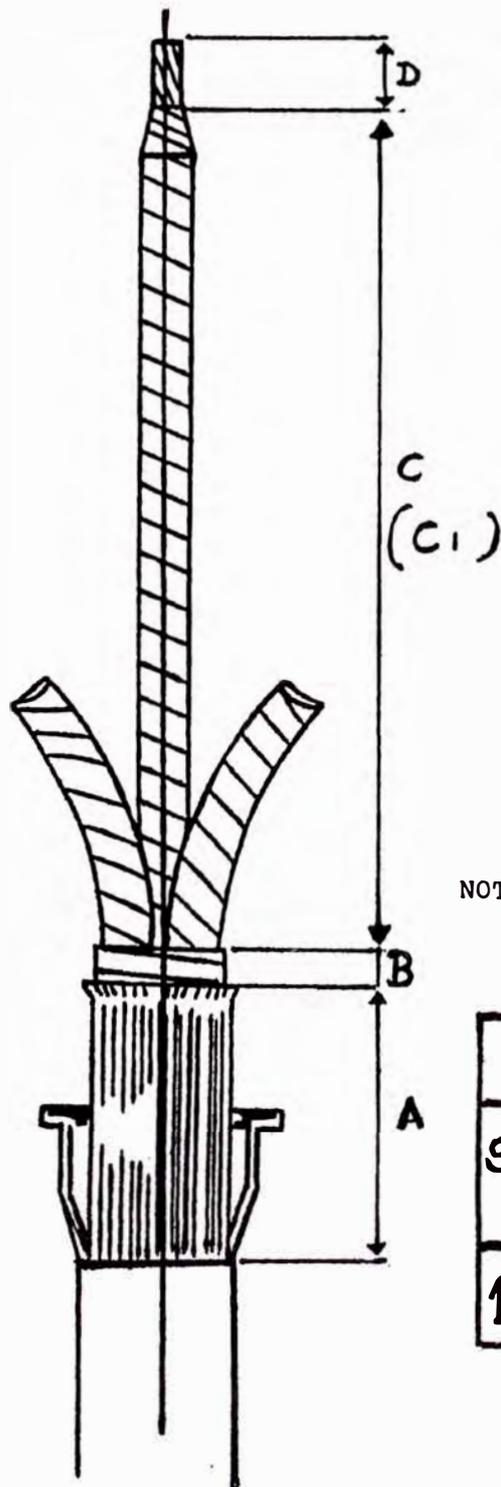
4.7 Montaje de la Cabeza Terminal de 15KV

- Verificar que el extremo del cable este sellado y no haya absorbido humedad, luego limpiar bien la cubierta externa por aproximadamente 1 metro de longitud.
- Cortar la cubierta exterior (plástica) la cubierta de plomo, eliminar los papeles de la cintura y los rellenos.
- Montar provisionalmente el terminal y marcar sobre las fases las líneas de referencia en correspondencia con el borde superior de los aisladores de porcelana.
- Cortar y pelar el conductor según dimensiones indicadas.
- Montar los pines terminales y ajustar los pernos tipo Allen adecuadamente.
- Montar el cuerpo de aleación de aluminio y fijar la boquilla de bronce soldándola al plomo del cable formando la bola de eliminación de esfuerzos mecánicos.
- Armar la parte superior del cuerpo colocando la empaquetadura de nitrilo y ajustar los pernos respectivos.

- Llenar el terminal con la mezcla aislante semifluida tipo UC-50 (previamente calentada según instrucciones en la lata) para lo cual usarán la curva de aluminio y el embudo respectivo.
- Una vez que la mezcla haya enfriado ,colocar las huachas y anillos de nitrilo en las puntas y ajustar los prensaestopas.



SERVICABLES S.A.	
S.V.L	TI 3
15-8-83.	8.7 / 15. Kv
<i>[Signature]</i>	SD-2340.



NOTA : C COND. CENTRAL
C1 COND. LATERALES

SERVICABLES S.A.					
SECCIÓN	A	B	C	C1	D
mm ²	mm	mm	mm	mm	mm
16 ÷ 120	200	20	355	400	40

CAPÍTULO V PUESTA DE SERVICIO

- Inspeccionar si el Transformador no ha sufrido daños durante el transporte y el montaje (aisladores, radiadores, no hay fuga de aceite).
- Verificar que la tensión y la frecuencia de la red, así como la altitud y la temperatura ambiente de la instalación concuerden con las características del transformador.
- Controlar el correcto dimensionamiento de los cables de conexión y la presencia de las respectivas juntas de dilatación para evitar esfuerzos en los aisladores .
- Chequear que las conexiones a los bornes y a tierra estén bien ajustadas y propiamente dimensionadas.
- Verificar que la ventilación que se ha previsto para el transformador es la suficiente
- Verificar el correcto nivel del aceite y el adecuado anclaje del transformador con sus rieles de apoyo.
- Abrir las válvulas que permitan la libre circulación del aceite, así como los respiraderos.
- Comprobar la continuidad de los devanados de alta y baja tensión .
- Medir la resistencia de aislamiento de AT y BT contra tierra con un Megger de 1000 VDC .

- En caso que el transformador hubiese permanecido almacenado largo tiempo ,se recomienda el estado del, aceite, midiendo principalmente su Rigidez Dieléctrica, índice de Acidez y contenido de Agua en PPM.
- Verificar el correcto funcionamiento de los elementos de protección y señalización previsto para preservar la vida del transformador.
- Seleccionar la adecuada posición del Conmutador de Tomas, el cual debe ser maniobrado con el transformador desenergizado.

CAPÍTULO VI SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA DE MOLIENDA

En la planta de molienda se instalarán los siguientes motores para su operación, los cuales trabajarán a una tensión de 220 Voltios, esta tensión se estableció debido a que contábamos con un transformador de 400 KVA en nuestro almacén con una relación de transformación de 10/0.220 KV.

DESCRIPCION	POTENCIA (HP)	RPM	AMPERAJE
Molino	100	890	269
Absorbente	60	1770	152
Molino de Martillo	25	1760	65.7
Clasificador	25	3525	61
Elevador No 2	10	1760	26.3
Chancadora	6	1160	18.7
Ensacadora	4	1730	11.6
Elevador	4	1730	11.6
Zaranda	4	1730	11.6
Molino de Rodillo 1	3	860	10
Molino de Rodillo 2	3	860	10
Filtro 1	1	1730	3.08
Filtro 2	1	1730	3.08
Alimentador	1	1730	3.08
Válvula Rotativa 1	1	1730	3.08
Válvula Rotativa 2	1	1730	3.08
Válvula Automática	1	1730	3.08

6.1 Cálculo del Alimentador Principal

Se calculará la sección del cable de la red de distribución subterránea, en el cual se utilizará cable del tipo NYY trifásico directamente enterrado. Se considera que el terreno tiene una resistencia térmica de $100\text{ }^{\circ}\text{C} \times \text{cm} / \text{W}$ y la tensión de operación es de 220 Voltios.

La caída de tensión admisible entre fases para una red de distribución es de 5%. La profundidad de tendido es de 0.7 m, la temperatura del suelo a la profundidad de tendido es de $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ y la temperatura del conductor es de $80\text{ }^{\circ}\text{C}$.

El factor de demanda de la instalación es de $(f_D) : 0.5$

$$I = 1.25 \times I_{\text{mayor motor}} + f_D \times \sum I_{\text{demás motores}}$$

$$I = 1.25 \times 269 + 0.5 \times 396.98$$

$$I = 534.74 \text{ Amp}$$

Aplicando el factor de corrección relativo a la temperatura del suelo el cual es: 0.87 para una temperatura diferente de $20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

$$I = 534.74 / 0.87$$

$$I = 614.64 \text{ Amp}$$

Buscando en tablas, el cable que correspondería sería el NYY 3 x 1 x 300 mm^2 el cual tiene una capacidad de corriente de 632 Amp para una configuración de 3 cables unipolares en formación tripolar, tendidos paralelos con una separación igual a 7 cm.

Verificando por caída de tensión

$$\Delta V = 0.033 \times L \times I / S$$

Esta fórmula es aplicable para corriente trifásica sin resistencia inductiva, como es el caso de cables subterráneos para la alimentación de alumbrado y fuerza en donde su reactancia es muy pequeña y puede despreciarse.

Reemplazando

$$\Delta V = 0.033 \times 60 \times 614.64 / 300$$

$$\Delta V = 4.06 \%$$

Como ΔV es menor a 5% entonces el cable cumple las condiciones de capacidad y caída de tensión.

6.2 Cálculo de los demás Alimentadores para los Motores Eléctricos

El cable a utilizarse será el THW, el cual presenta características muy buenas para el uso industrial.

Según el Código Nacional de Electricidad en el capítulo 5.2.2.1 establece que los conductores de un circuito derivado que alimenta un solo motor deberán tener una capacidad de corriente no menor que el 125% de la corriente nominal a plena carga del motor.

$$I \text{ corregida} = 1.25 \times I_n$$

L= longitud del cable en metros.

S= Sección del cable en mm²

cos ϕ = Factor de Potencia del motor

ΔV = Caída de tensión en %

Para el cálculo de caída de tensión se utilizará las tablas proporcionas por el fabricante, utilizando la siguiente expresión:

$$\Delta V = FCT \times L \times I / 1000$$

Donde :

FCT : Factor de caída de tensión, este valor se obtiene de las tablas del fabricante el cual depende del factor de potencia, como en la tabla aparecen los valores de FCT para factores de potencia 0.8 y 1, se tendrá que extrapolar para determinar el factor FCT para valores diferentes de factor de potencia.

L : Longitud en metros

I : Corriente corregida del motor

Con excepción del cable que alimentará al motor del molino el cual será del tipo NYY, en este caso se aplicará la siguiente fórmula para la caída de tensión:

$$\Delta V = 0.033 \times L \times I / S$$

Con los datos establecidos se obtiene el siguiente cuadro:



CONDUCTORES ELECTRICOS PERUANOS S.A.

CONDUCTORES
DE USO GENERAL

TUG - 105

CAIDA DE TENSION

TABLA VI

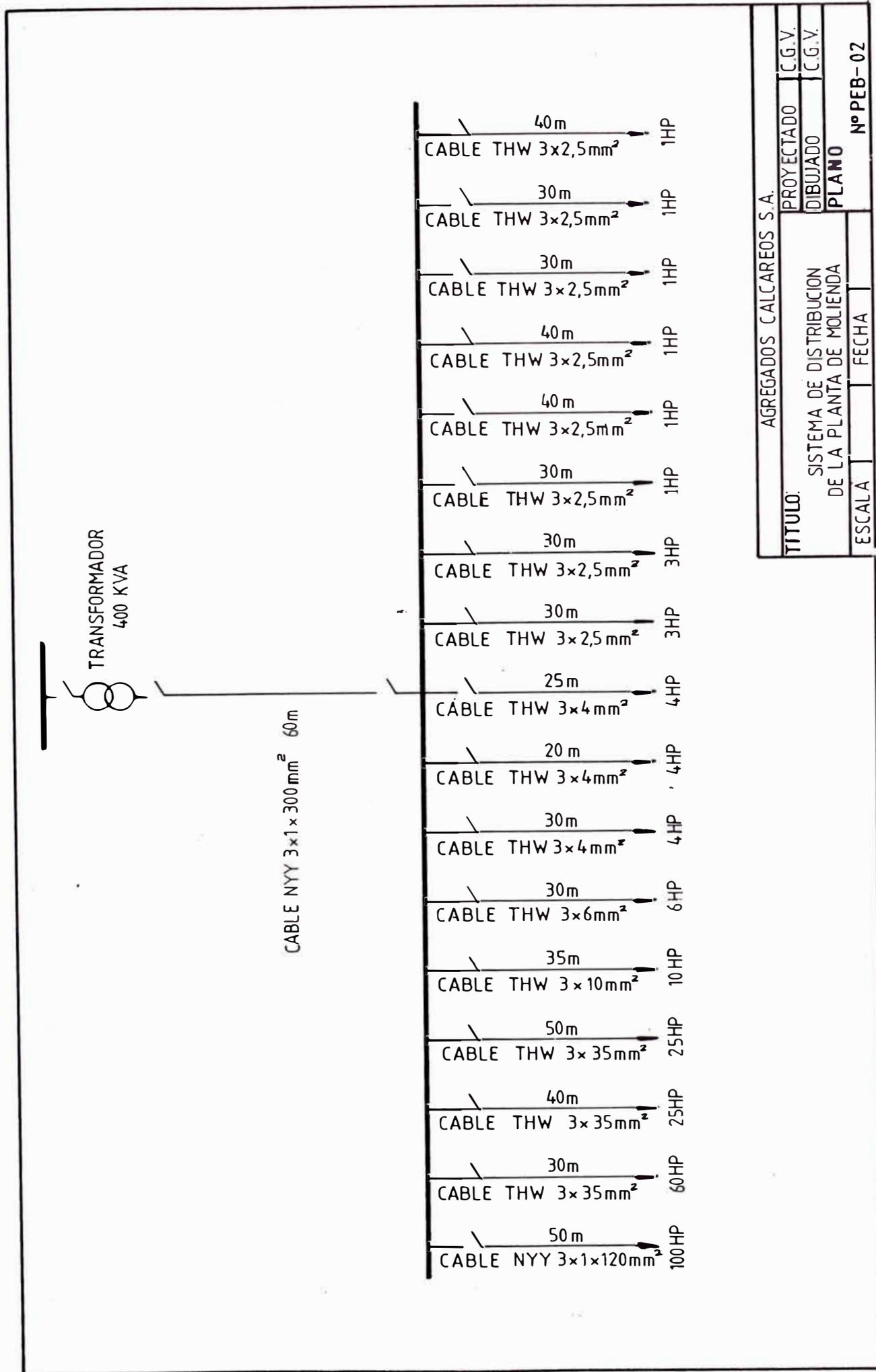
CAIDA DE TENSION EN VOLT / AMPERE - km.

Calibre del conductor AWG-MCM	CABLES UNIPOLARES				CABLES BIPOLARES		CABLES TRIPOLARES	
	Corriente alterna				Corriente alterna monofásica		Corriente alterna trifásica	
	Monofásica		Trifásica		cos ϕ = 1	cos ϕ = 0.8	cos ϕ = 1	cos ϕ = 0.8
	cos ϕ = 1	cos ϕ = 0.8	cos ϕ = 1	cos ϕ = 0.8				
18	50,7	40,7	43,9	35,2	51,7	41,5	44,8	35,9
16	31,8	25,6	27,6	22,2	32,5	26,1	28,1	22,6
14	20,0	16,1	17,3	14,0	20,4	16,4	17,7	14,2
12	12,6	10,2	10,9	8,82	12,8	10,4	11,1	8,99
10	7,91	6,45	6,85	5,59	8,07	6,58	6,99	5,70
8	4,97	4,09	4,31	3,55	5,07	4,17	4,39	3,61
6	3,13	2,61	2,71	2,26	3,19	2,66	2,77	2,30
4	1,97	1,68	1,70	1,45	2,01	1,71	1,74	1,48
2	1,24	1,08	1,07	0,938	1,26	1,10	1,09	0,955
1	0,981	0,877	0,850	0,760	1,00	0,893	0,867	0,774
1/0	0,778	0,714	0,673	0,619	0,793	0,727	0,687	0,630
2/0	0,617	0,582	0,534	0,504	0,630	0,592	0,545	0,513
3/0	0,490	0,480	0,424	0,416	0,499	0,488	0,432	0,423
4/0	0,388	0,399	0,336	0,346	0,396	0,405	0,343	0,351
250	0,329	0,349	0,285	0,302	0,335	0,354	0,290	0,307
300	0,274	0,305	0,237	0,264	0,279	0,310	0,242	0,268
350	0,235	0,274	0,203	0,237	0,239	0,278	0,207	0,241
400	0,205	0,251	0,178	0,217	0,209	0,254	0,181	0,220
500	0,164	0,218	0,142	0,189	0,168	0,220	0,145	0,191

SISTEMA DE DISTRIBUCION

DESCRIPCION	I (Amp)	I corregida	L (mts)	S (mm ²)	cos ϕ	FCT	caida de V en %
Molino	269.0	336.25	50	120.0	0.79		4.62
Absorbente	152.0	190.00	30	95.0	0.85	0.416	2.37
Molino de Martillo	65.7	82.13	40	35.0	0.82	0.995	3.27
Clasificador	61.0	76.25	50	35.0	0.88	1.031	3.93
Elevador No 2	26.3	32.88	35	10.0	0.84	3.331	3.83
Chancadora	18.7	23.38	30	6.0	0.75	5.011	3.51
Elevador No 1	11.6	14.50	30	4.0	0.82	8.073	3.51
Ensayadora	11.6	14.50	20	4.0	0.82	8.073	2.34
Zaranda	11.6	14.50	25	4.0	0.82	8.073	2.93
Molino de Rodillo No1	10.0	12.50	20	2.5	0.74	11.723	2.93
Molino de Rodillo No2	10.0	12.50	20	2.5	0.74	11.723	2.93
Alimentador	3.08	3.85	30	2.5	0.82	12.918	1.49
Filtro No 1	3.08	3.85	40	2.5	0.82	12.918	1.99
Filtro No 2	3.08	3.85	40	2.5	0.82	12.918	1.99
Valvula Rotativa 1	3.08	3.85	30	2.5	0.82	12.918	1.49
Valvula Rotativa 2	3.08	3.85	30	2.5	0.82	12.918	1.49
Valvula Automatica	3.08	3.85	40	2.5	0.82	12.918	1.99

Totas las secciones escogidas cumplen con una caída de tensión menor a 5%



AGREGADOS CALCAREOS S.A.	
PROYECTADO	C.G.V.
DIBUJADO	C.G.V.
PLANO	
ESCALA	FECHA
Nº PEB-02	

TITULO:

SISTEMA DE DISTRIBUCION
DE LA PLANTA DE MOLENDA

CAPÍTULO VII SISTEMA DE PROTECCIÓN

Para el sistema de protección se usó interruptores automáticos los cuales tienen las condiciones de interruptor seccionador y interruptor en cortocircuito.

El interruptor debe contener las siguientes características

Tensión : La tensión nominal del interruptor automático debe ser superior o igual a la tensión entre fases de red.

Frecuencia : La frecuencia nominal del interruptor automático debe corresponder a la frecuencia de red.

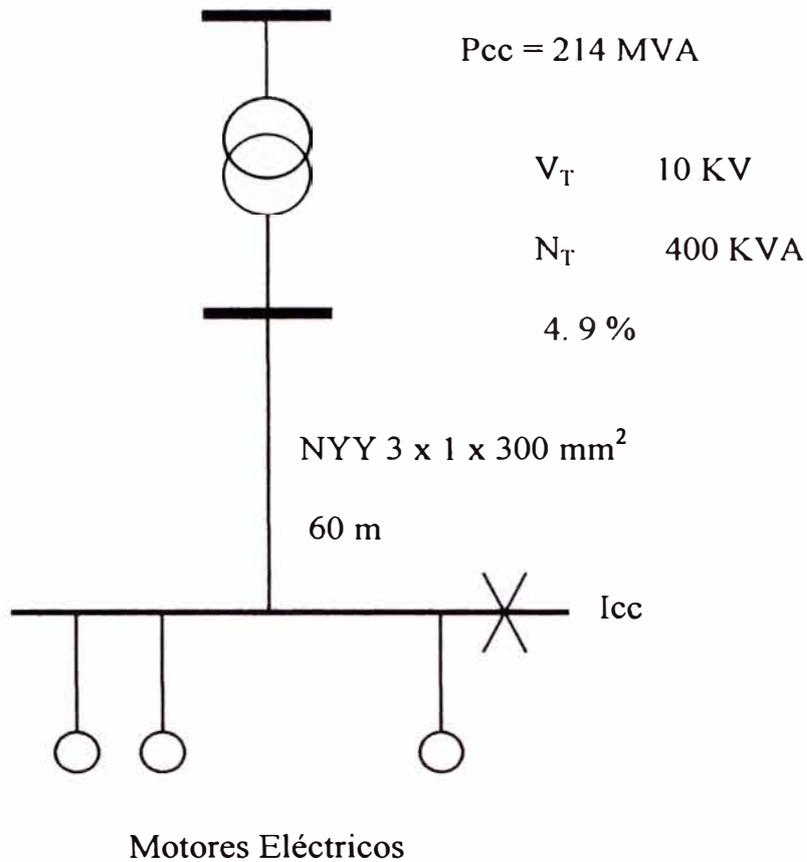
Potencia de Cortocircuito de la Red: Es el aporte de todas las fuentes de generación de la red en el punto de suministro en el cual se produjera el cortocircuito.

El poder de ruptura del, interruptor debe ser al menos igual a la corriente de cortocircuito susceptible de ser producida en el lugar donde el esta instalado.

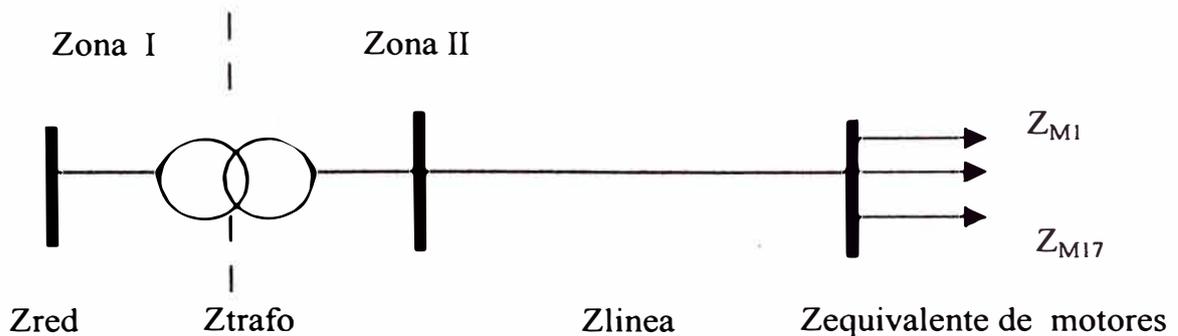
Conocer el aporte al cortocircuito en un punto de la instalación es una condición excluyente para elegir un interruptor.

El procedimiento de cálculo ha sido simplificado de forma que resulte casi de igual dificultad calcular la I_{cc} que la I_n de un sistema.

7.1 Cálculo de Cortocircuito



Existen diferentes métodos para el cálculo de los cortocircuitos en las instalaciones eléctricas, para este caso usaremos el método por unidad. Pasando a valores por unidad del circuito anterior se tiene:



Considerando la siguiente potencia Base:

$$\text{KVA base} = 400 \text{ KVA}$$

	Zona I	Zona II
N_B	400 KVA	400 KVA
V_B	10 KV	0.220 KV
Z_B	250 Ohm	0.121 Ohm

La impedancia de la red será igual a:

$$Z_{red} = \frac{V^2}{P_{cc}}$$

Entonces:

$$Z_{red} = \frac{(10)^2}{214}$$

$$Z_{red} = 0.4673 \text{ ohm}$$

$$Z_{red} \text{ p.u.} = \frac{Z_{red}}{Z_{BI}}$$

$$Z_{red} \text{ p.u.} = \frac{0.4673}{250}$$

$$Z_{red} \text{ p.u.} = 1.8692 \times 10^{-3}$$

La impedancia del transformador será la siguiente:

$$\frac{0.049 \times V_T^2}{N_T} = \frac{Z_{trafo} \times V_B^2}{N_B}$$

$$\frac{0.049 \times (10)^2}{400} = \frac{Z_{trafo} \times (10)^2}{400}$$

$$Z_{trafo} \text{ p.u.} = 0.049$$

La impedancia de la línea será la siguiente:

$$Z_L = 0.105 \text{ Ohm/Km.}$$

Entonces para 60 metros se tendrá $Z_L = 0.0063 \text{ Ohm}$

$$Z_L \text{ p.u.} = \frac{Z_L}{Z_{BII}}$$

Reemplazando:

$$Z_L \text{ p.u.} = \frac{0.0063}{0.121}$$

$$Z_L \text{ p.u.} = 0.052$$

La impedancia equivalente de los motores se determinará de la siguiente manera:

Según la tabla 4.2 del anexo B la impedancia típica para los motores de inducción que operan con un voltaje menor a 600 voltios es de 0.25 sobre la base de la potencia del motor. Entonces se determinará para cada motor según la siguiente relación:

$$Z \text{ p.u.} = 0.25 \times \frac{\text{KVA base}}{\text{KVA motor}}$$

Con esta relación obtenemos la siguiente tabla:

DESCRIPCION	POTENCIA (HP)	KVA	IMPEDANCIA
Molino	100	94.94	1.053
Absorbente	60	52.94	1.888
Molino de Martillo	25	22.56	4.433
Clasificador	25	21.02	4.757
Elevador No 2	10	8.93	11.19
Chancadora	6	5.86	17.06
Ensacadora	4	3.66	27.32
Elevador	4	3.66	27.32

DESCRIPCION	POTENCIA (HP)	KVA	IMPEDANCIA
Zaranda	4	3.66	27.32
Molino de Rodillo 1	3	2.97	33.67
Molino de Rodillo 2	3	2.97	33.67
Filtro 1	1	0.91	109.8
Filtro 2	1	0.91	109.8
Alimentador	1	0.91	109.8
Válvula Rotativa 1	1	0.91	109.8
Válvula Rotativa 2	1	0.91	109.8
Válvula Automática	1	0.91	109.8

Como todas las impedancias de los motores están en paralelo se determinará la impedancia equivalente del circuito de motores, se calculará de par en par hasta llegar a la última impedancia:

$$Z_{equ1} = \frac{Z_{M1} \times Z_{M2}}{Z_{M1} + Z_{M2}}$$

$$Z_{equ2} = \frac{Z_{equ1} \times Z_{M3}}{Z_{equ1} + Z_{M3}}$$

Y así sucesivamente hasta llegar al final

$$Z_{emtotal} = \frac{Z_{equ15} \times Z_{M17}}{Z_{equ15} + Z_{M17}}$$

Entonces:

$$Z_{emtotal} \text{ p.u.} = 0.4372$$

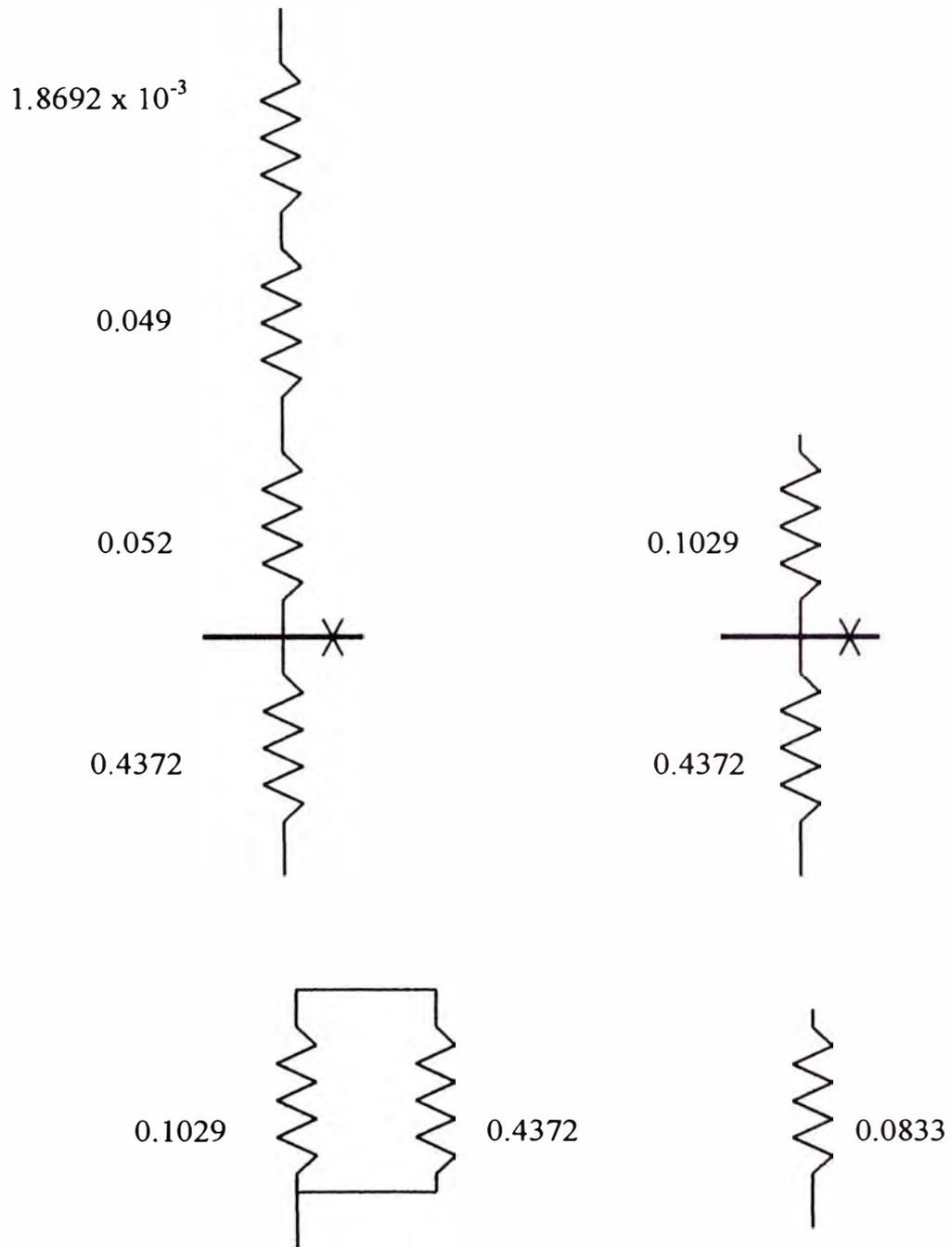
Reemplazando todas las impedancias p.u. en el circuito:

$$Z_{red} \text{ p.u.} = 1.8692 \times 10^{-3}$$

$$Z_{trafo} \text{ p.u.} = 0.049$$

$$Z_L \text{ p.u.} = 0.052$$

$$Z_{emtotal} \text{ p.u.} = 0.4372$$



$$Z_{equ \text{ total}} = \frac{0.1029 \times 0.4372}{0.1029 + 0.4372}$$

$$Z_{equ \text{ total}} = 0.0833 \text{ p.u.}$$

La corriente de corto circuito esta dada por la siguiente expresión:

$$I_{cc} = \frac{\text{KVA base}}{Z_{\text{equ total}} \times \sqrt{3} \times \text{KV}}$$

Reemplazando los valores obtenidos

$$I_{cc} = \frac{400}{0.0833 \times \sqrt{3} \times 0.22}$$

$$I_{cc} = 12.60 \text{ KA}$$

La potencia de corto circuito será:

$$P_{cc} = \frac{\text{KVA base}}{Z_{\text{equ total}}}$$

$$P_{cc} = \frac{400}{0.0833}$$

$$P_{cc} = 4802 \text{ KVA}$$

7.2 Protección del Alimentador Principal

Se tiene por objeto proteger al conductor contra sobrecargas para esto se realiza el siguiente cálculo:

$$I = I_{\text{arranque}} (\text{motor mayor}) + f_D \cdot \Sigma I_{\text{nominal}} (\text{demás motores})$$

Donde f_D : factor de demanda

El motor de 100 HP tendrá un arranque a voltaje reducido con autotransformador, el cual tendrá una corriente de arranque de 2.5 In.

$$I_{\text{arranque}} = 2.5 \times 269 = 672.5 \text{ Amp}$$

$$I = 672.5 + 0.5 \times 396.98$$

$$I = 870.99 \text{ Amp}$$

Entonces, se escogerá un Interruptor Termo magnético que pueda soportar esta capacidad de corriente, según la capacidad obtenida, el más cercano será el interruptor de 1000 Amp, el cual tendrá las siguientes características:

Marca Merlin Gerin

Modelo C1001

Inominal : 1000 Amperios

Regulable : 0.5 a 1 Inominal

Tensión : 750 Voltios

Verificando el poder de ruptura del Interruptor con respecto al valor calculado de I_{cc} 12.60 KA. El poder de ruptura que puede soportar el interruptor sin deteriorarse es de 100 KA el cual es mayor que el calculado, esto nos garantiza que el interruptor podrá seguir en servicio después de una falla.

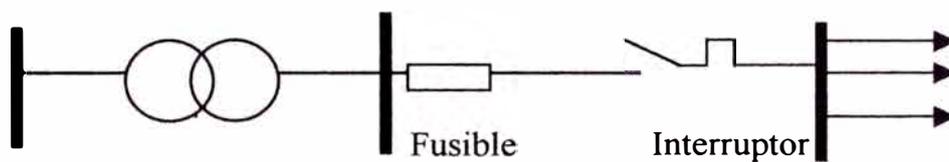
Ahora en caso de producirse un corto circuito el tiempo en que el interruptor demora en despejar la falla se determinara en la curva característica del interruptor, teniendo este una unidad de disparo STR25DE el tiempo en que actúa este interruptor será de 0.06 segundos para la corriente de cortocircuito calculada.

Como este tipo de interruptor tiene la ventaja de poder calibrarse, escogeremos un valor próximo al calculado anteriormente el cual era de 870.99 Amperios, entonces la calibración se colocará 0.875 In, ósea, 875 Amperios.

En la unidad de disparo electrónica se fijan 2 parámetros los cuales determinan la curva de disparo del interruptor, uno de estos parámetros es el ajuste de corriente de tiempo largo (I_r) y el otro el ajuste de corriente de tiempo corto (I) que puede ser de 1.5 a 10 I_r .

Para nuestro caso I_r será 875 Amp y se considerara I como 5 veces I_r , debido a que en el sistema no existen cargas de arranque pesado que pueden hacer actuar al interruptor, además de brindarnos una mayor rapidez en caso de existir una falla. En el anexo C se indica los detalles de la unidad de disparo electrónico STR25DE, así como sus curvas características.

Con la finalidad de proteger en el lado de baja del transformador se colocara fusibles, la capacidad de estos depende de la selectividad con el interruptor.



Hay selectividad entre el fusible y el interruptor siempre que el esfuerzo térmico de pre-arco del fusible sea superior al esfuerzo térmico total de ruptura del interruptor.

Se escoge un fusible de una capacidad de 1000 Amp debido a que es el más próximo al valor calculado de 870.99 Amperios, colocando la curva del esfuerzo térmico del fusible sobre la gráfica de la unidad de disparo del interruptor, se nota que la curva perteneciente al fusible esta por encima de la curva de disparo del interruptor, existiendo así una buena selectividad entre ambos tipos de protección.

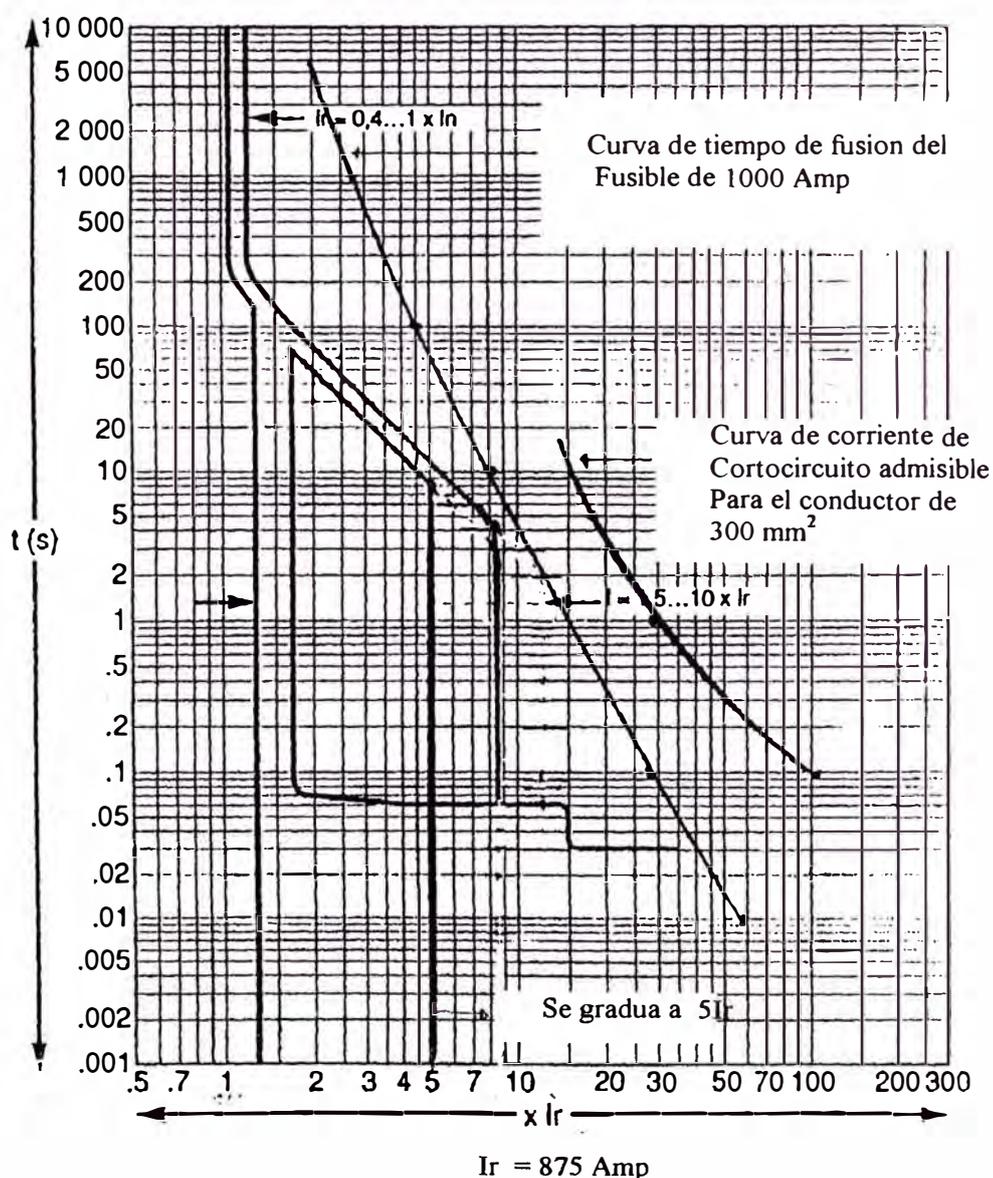
Además, se puede adicionar a este gráfico la curva perteneciente a la corriente máxima que pueden soportar el conductor de cobre de 300 mm^2 por espacios de tiempo determinado sin dañar el aislamiento, donde se nota que dicha curva queda

Compact - Interpact : complementos técnicos

curvas de disparo

protección de la distribución BT

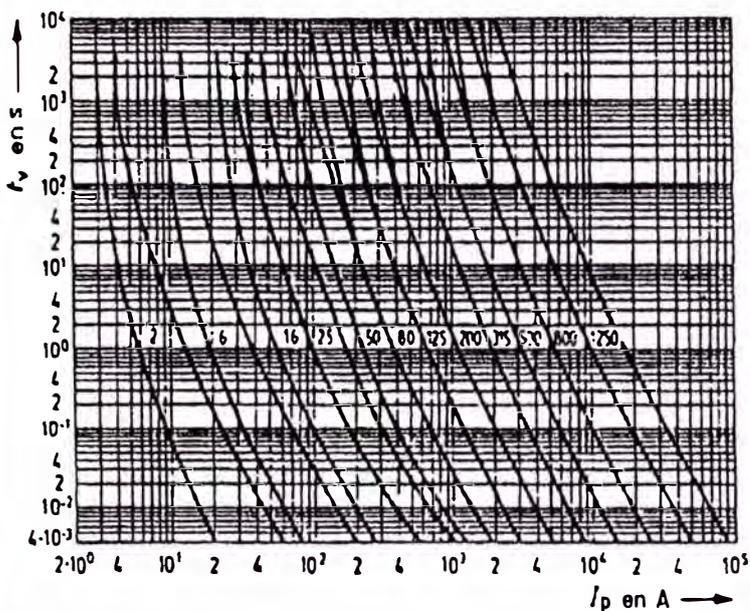
unidades de disparo para Compact STR25DE



Organos de protección de sobreintensidad

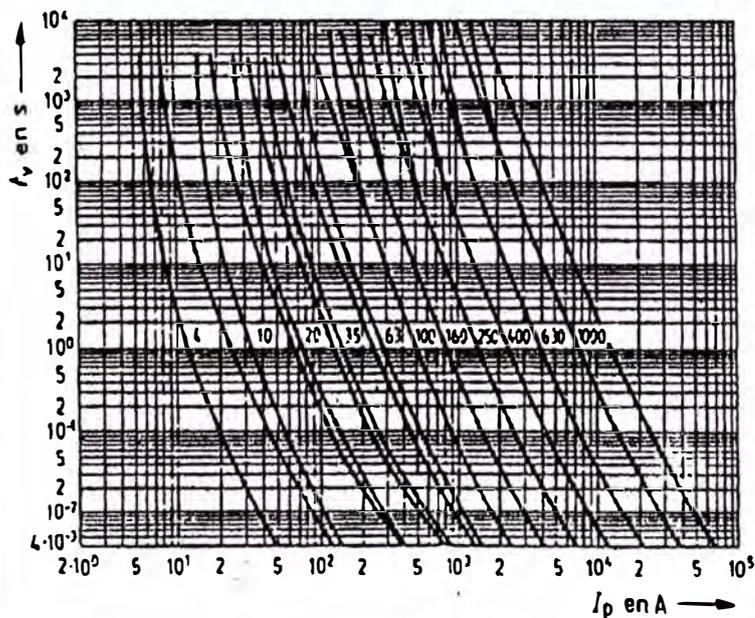
VDE 0638 P. 1/12.83, DIN 41660/05.79
 VDE 0820 P. 1/05.79, DIN 41661/05.79
 DIN 41662/05.79

Campos de tiempo-intensidad para fusibles de protección de línea

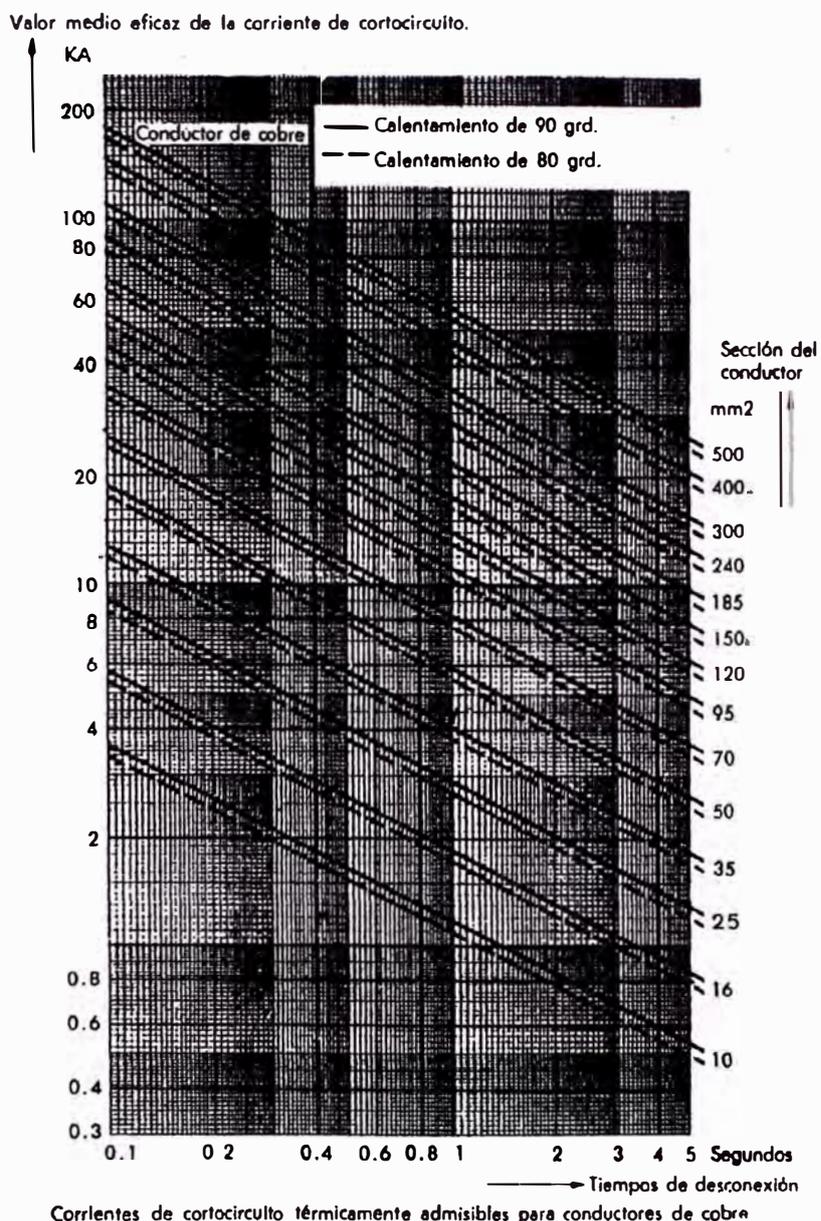


Definiciones

- t_v (tiempos virtuales) son los que corresponden en el diagrama a tiempo de fusión t_{f2} (tiempo mín.) y a tiempo de disparo t_{f1} (tiempo máx.)
- I_p (intensidad de cortocircuito prevista sin influir) es la correspondiente a caso de avería



El gráfico que a continuación aparece muestra las corrientes máximas a que se pueden sujetar diversos calibres de conductores de cobre en cables aislados, por espacios de tiempo determinados sin dañar el aislamiento. La sección mínima se calcula partiendo de la duración y del valor medio eficaz de la corriente de cortocircuito.



TABLAS PARA ELEGIR EL GRADO DE LAS CURVAS DE CALENTAMIENTO

Tensión Eo/E	Tipo de cable	Temperatura en el conductor		Curva de Calentamiento grado
		Normal °C	En cortocircuito °C	
0.6/1 KV.	NYY NYKY NKY NKBA	80°	160°	80
		65°	155°	90
3.5/6 KV.	N2YGY	75°	150°	90
8.7/10 KV.	NKY N2YSY	55°	145°	80
		75°	150°	90

por encima de ambas protecciones, actuando las protecciones en tiempos menores al del deterioro del conductor.

7.3 Protección de los Motores Eléctricos

Para este caso se usará guarda motores que cumplan con el concepto de coordinación tipo 2 según la norma CEI 947-4-1, el cual establece que el sistema de protección del motor desconecta con seguridad la intensidad de cortocircuito. No corre ningún riesgo ni personas ni equipos. El interruptor puede volver a ponerse en funcionamiento, tras su verificación, sin que sea necesario cambiar ninguna pieza.

En la protección de motores no usaremos fusibles ya que estos tipos de interruptores ofrecen claras ventajas en comparación con los equipos con fusibles:

- El motor se desconecta siempre en todos los polos en caso de sobrecarga o cortocircuito.
- Los interruptores protectores de motor señalan el estado de la maniobra.
- Son seccionadores, protección contra sobrecargas y contra cortocircuitos en un solo aparato son siempre la solución ideal para ahorrar espacio y tiempo de instalación.
- En caso de producirse el disparo, el interruptor vuelve a estar disponible a funcionar.

Para la elección de este tipo de interruptores se tiene en cuenta la corriente nominal del motor, ya que estos están diseñados para soportar la corriente de arranque del motor, evitándonos el sobredimensionar el interruptor y además tenemos la ventaja de poder ser calibrados a la corriente nominal de éste, teniendo

como consecuencia una mejor protección tanto por sobrecarga como en el caso de un cortocircuito.

Utilizando el catálogo del fabricante de interruptores los cuales se describen en el anexo C se tiene:

DESCRIPCIÓN	POTENCIA (HP)	AMPERAJE	GUADAMOTOR
Molino	100	269	NS 400N-ME
Absorbente	60	152	NS 250N-ME
Molino de Martillo	25	65.7	NS 100N-ME
Clasificador	25	61	NS 100N-ME
Elevador No 2	10	26.3	GV3-M40
Chancadora	6	18.7	GV2-P21
Ensacadora	4	11.6	GV2-P16
Elevador	4	11.6	GV2-P16
Zaranda	4	11.6	GV2-P16
Molino de Rodillo 1	3	10	GV2-P16
Molino de Rodillo 2	3	10	GV2-P16
Filtro 1	1	3.08	GV2-P08
Filtro 2	1	3.08	GV2-P08
Alimentador	1	3.08	GV2-P08
Válvula Rotativa 1	1	3.08	GV2-P08
Válvula Rotativa 2	1	3.08	GV2-P08
Válvula Automática	1	3.08	GV2-P08

Características Eléctricas del Guarda motor tipo NS 400N-ME

Intensidad asignada (A) I_n a 65 °C	320
Tensión asignada de aislamiento (V) U_i	750
Tensión asig. Soportada al impulso (KV) U_{imp}	8
Tensión asignada al empleo (V) 50/60 HZ	690
Poder de corte ultimo (KA ef) I_{cu}	100

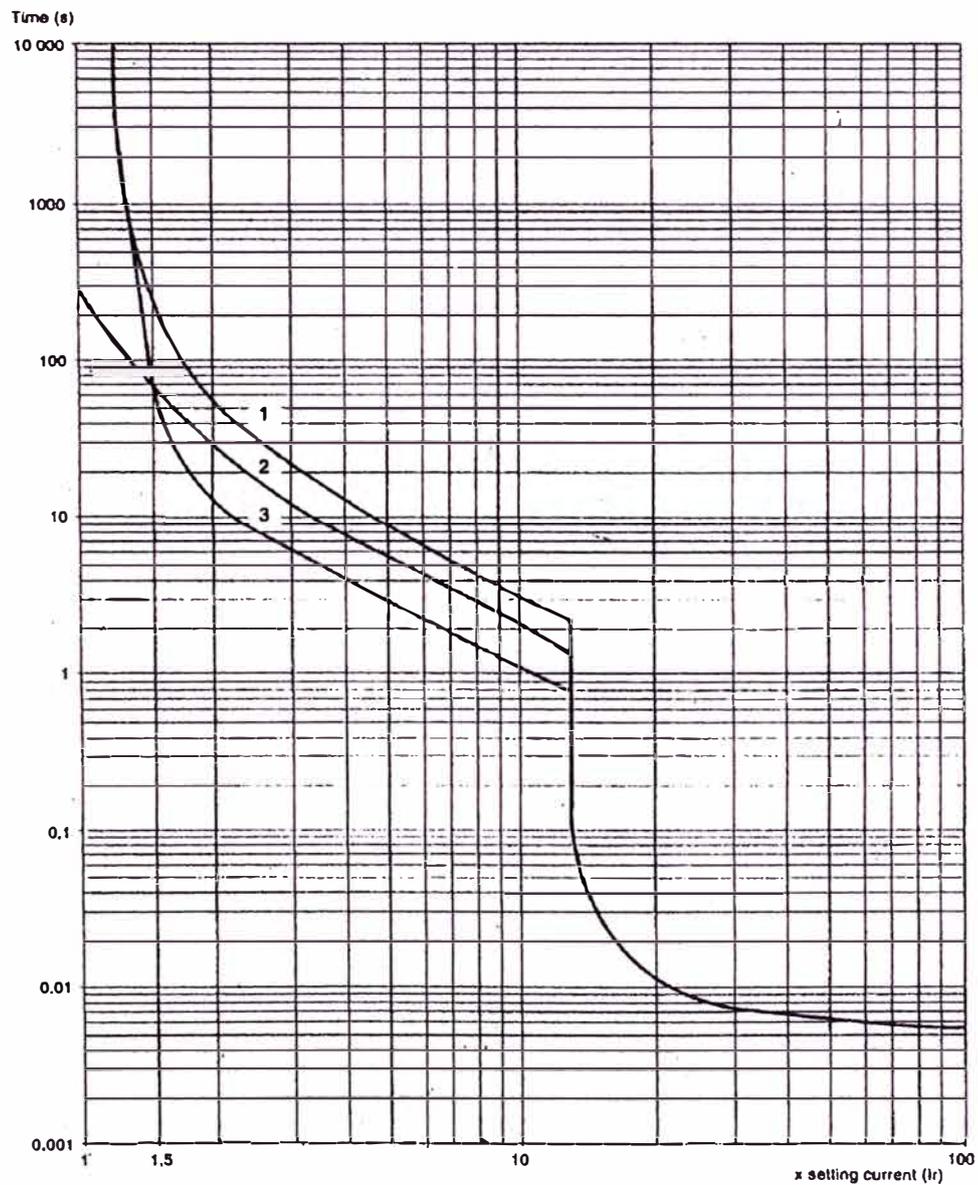
Poder de corte de servicio	Ics	100% Icu
Regulación		0.8 a 1 In
Características Eléctricas del Guarda motor tipo NS 250N-ME		
Intensidad asignada (A)	In a 65 °C	220
Tensión asignada de aislamiento (V)	Ui	750
Tensión asig. Soportada al impulso (KV)	Uimp	8
Tensión asignada al empleo (V)	50/60 HZ	690
Poder de corte último (KA ef)	Icu	100
Poder de corte de servicio	Ics	100% Icu
Regulación		132 a 220 Amp
Características Eléctricas del Guarda motor tipo NS 100N-ME		
Intensidad asignada (A)	In a 65 °C	100
Tensión asignada de aislamiento (V)	Ui	750
Tensión asignada Soportada al impulso (KV)	Uimp	8
Tensión asignada al empleo (V)	50/60 HZ	690
Poder de corte último (KA ef)	Icu	100
Poder de corte de servicio	Ics	100% Icu
Regulación		60 a 100 Amp
Características Eléctricas del Guarda motor tipo GV3-M40		
Poder de corte último (KA ef)	Icu	100
Regulación		25 a 40 A
Características Eléctricas del Guarda motor tipo GV2-P21		
Poder de corte último (KA ef)	Icu	50

GV2 motor protection circuit breakers

Curves

Thermal magnetic tripping curves for GV2-M and GV2-P

Average operating time at 20°C according to multiples of the setting current.



- (1) 3 poles from cold state
- (2) 2 poles from cold state
- (3) 3 poles from hot state

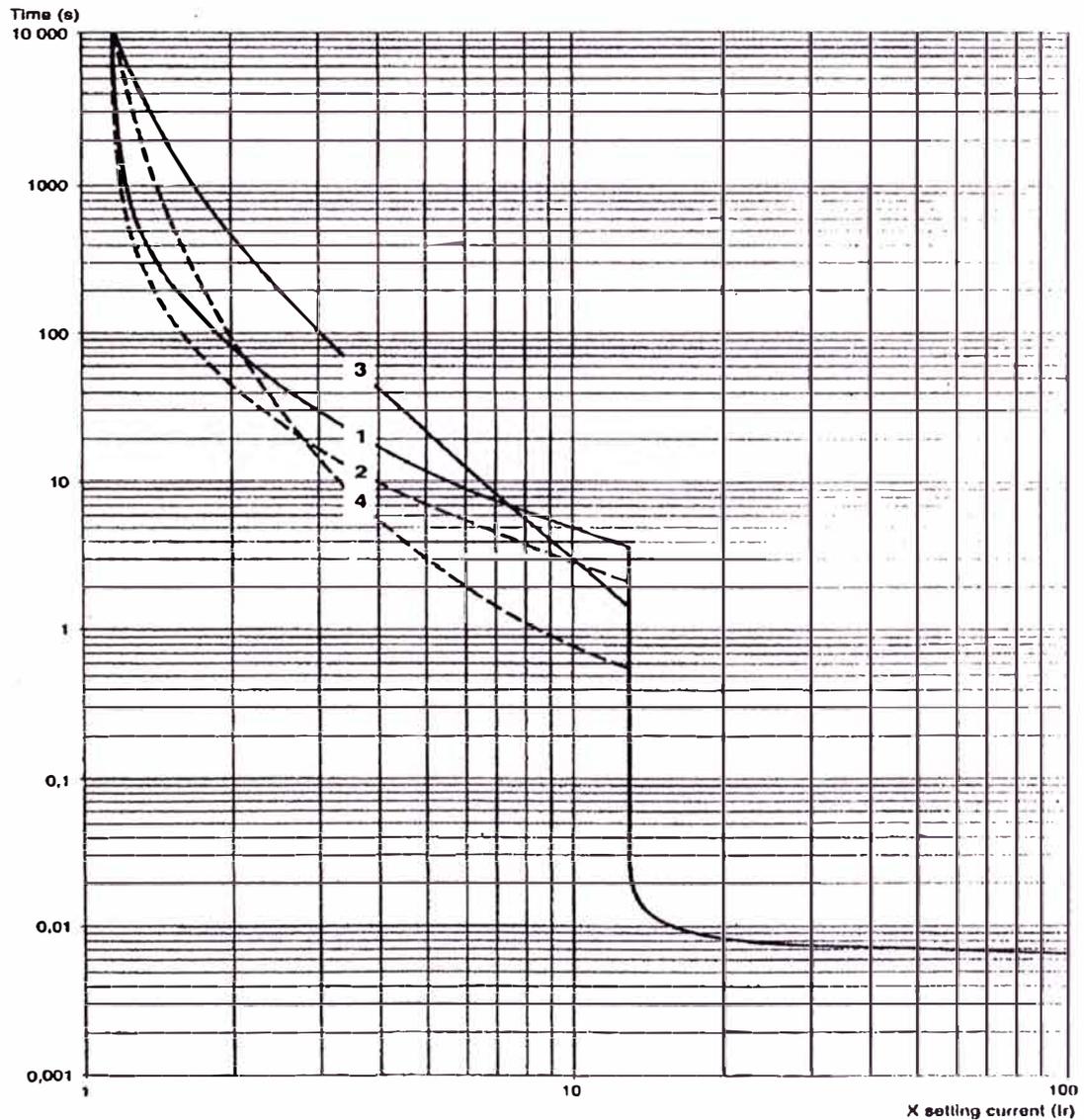
Circuit-breakers

Thermal-magnetic motor circuit breakers type GV3-M

Curves

Thermal-magnetic tripping curves

Average operating time at 20 °C according to multiples of the setting current.



- 1 3 poles from cold state, rating 1.6...16 A
- 2 3 poles from hot state, rating 1.6...16 A
- 3 3 poles from cold state, rating 25...80 A
- 4 3 poles from hot state, rating 25...80 A

Regulación		17-23 A
Características Eléctricas del Guarda motor tipo GV2-P16		
Poder de corte último (KA ef)	Icu	50
Regulación		9-14 A
Características Eléctricas del Guarda motor tipo GV2-P08		
Poder de corte último (KA ef)	Icu	100
Regulación		2.5-4 A

7.4 Regulación de corriente para el motor del molino

I nominal del motor = 269 Amp

$I_o = 1 I_n$

$I_r = 0.85 I_o$

$I_n = 320$ Amp Capacidad máxima de corriente del guarda motor

Entonces : $I_r = 0.85 \times 320 = 272$ Amp

Valor próximo a la corriente nominal de motor.

7.5 Regulación de corriente para el motor del absorbente

I nominal del motor = 152 Amp

$I_r = 157$ Amp

Valor próximo a la corriente nominal de motor.

Este valor de I_r se determina de la tabla proporcionada por el fabricante para este tipo de guarda motores.

7.6 Regulación de corriente para el motor del molino de martillo

I nominal del motor = 65.7 Amp

$I_r = 67$ Amp

Valor próximo a la corriente nominal de motor.

7.7 Regulación de corriente para el motor del clasificador

$I_{\text{nominal del motor}} = 61 \text{ Amp}$

$I_r = 63 \text{ Amp}$

Valor próximo a la corriente nominal de motor.

Con respecto a la calibración de los demás guarda motores, se regularán lo más cercano posible al valor de la corriente nominal del motor.

7.8 Selectividad de las protecciones

Según las tablas de selectividad de los interruptores (ver anexo C), el interruptor principal solo tiene selectividad con los interruptores tipo NS, no existiendo con los del tipo GV2 y GV3, para solucionar este problema se colocará un interruptor intermedio que contenga a todos los interruptores GV2 y GV3. Con la finalidad de que este nuevo interruptor tenga selectividad con los demás interruptores del tipo GV2 y GV3 como con el interruptor principal.

La capacidad de este interruptor intermedio será:

$$I = I_{\text{arranque (motor mayor)}} + f_D \cdot \Sigma I_{\text{nominal (demás motores)}}$$

Como el mayor motor de 10 H.P. tiene un arranque directo se considera que al momento del arranque toma el valor 5 veces su nominal.

$$I = 26.3 \times 5 + 0.5 \times (18.7 + 11.6 \times 3 + 10 + 10 + 3.08 \times 6)$$

$$I = 177.49 \text{ Amp.}$$

Entonces, el interruptor a seleccionar será el del tipo NS250N regulado a un valor de 200 Amperios el cual es el más cercano al valor hallado arriba. Este

interruptor si cumple con la condición de selectividad tanto con los del tipo GV2 y GV3 y el interruptor principal.

7.9 Relé de control del Suministro Trifásico

Se instalará un dispositivo que detecte un cambio en la secuencia de fases en el suministro trifásico y detecte también la falla de una o más fases.

El dispositivo tiene la finalidad de proteger a las personas contra la consecuencia de que las maquinas giren en sentido contrario. Además, de un control de la sensibilidad del suministro trifásico.

Principio de operación

Se conecta el suministro trifásico a los terminales L1, L2 y L3 del relé, no es necesario una fuente de alimentación adicional para el relé.

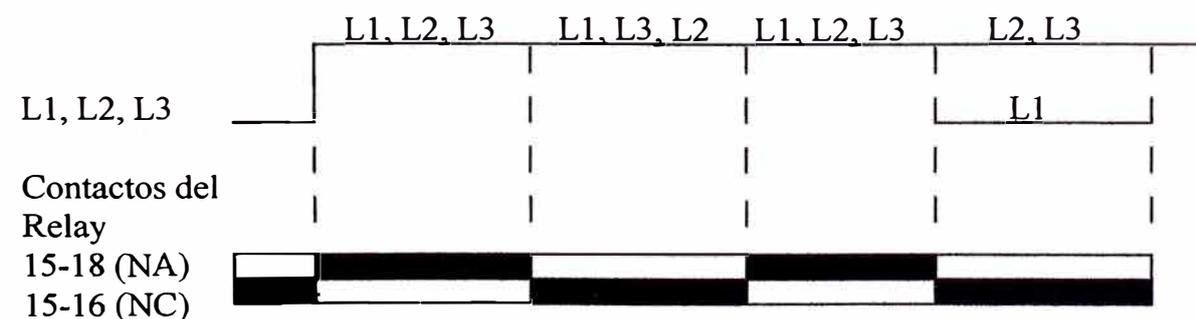
Monitoreando la rotación de las fases:

En operación normal, el relay de salida esta energizado y el led de color amarillo estará prendido. Si ocurre una falla o una inversión en la rotación de fases, el relay de salida sé desenergiza y el led se apaga.

Detección de una falla de fase:

El relé RM3-TG2 mide continuamente cada voltaje entre los terminales L1L2, L2L3 y L1L3. En el momento de producirse una falla de fase el relay sé desenergiza.

Diagrama Funcional



NA: Normalmente abierto

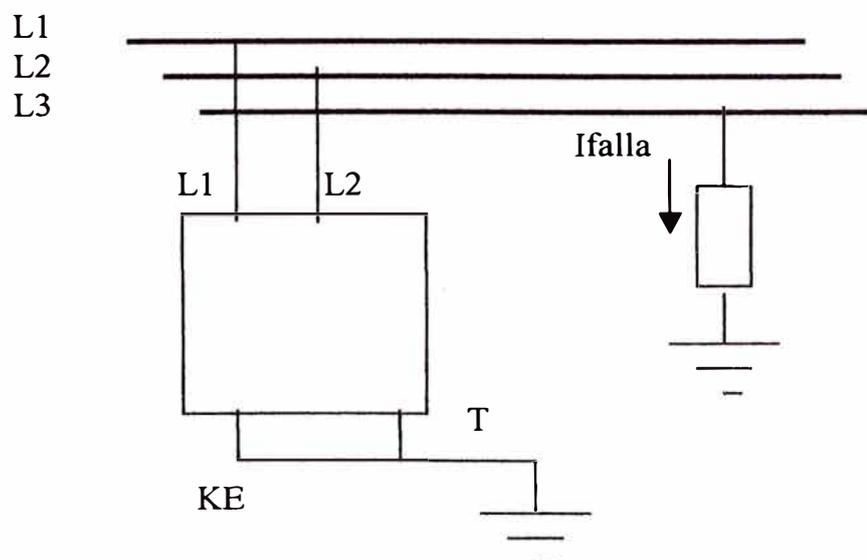
NC: Normalmente cerrado

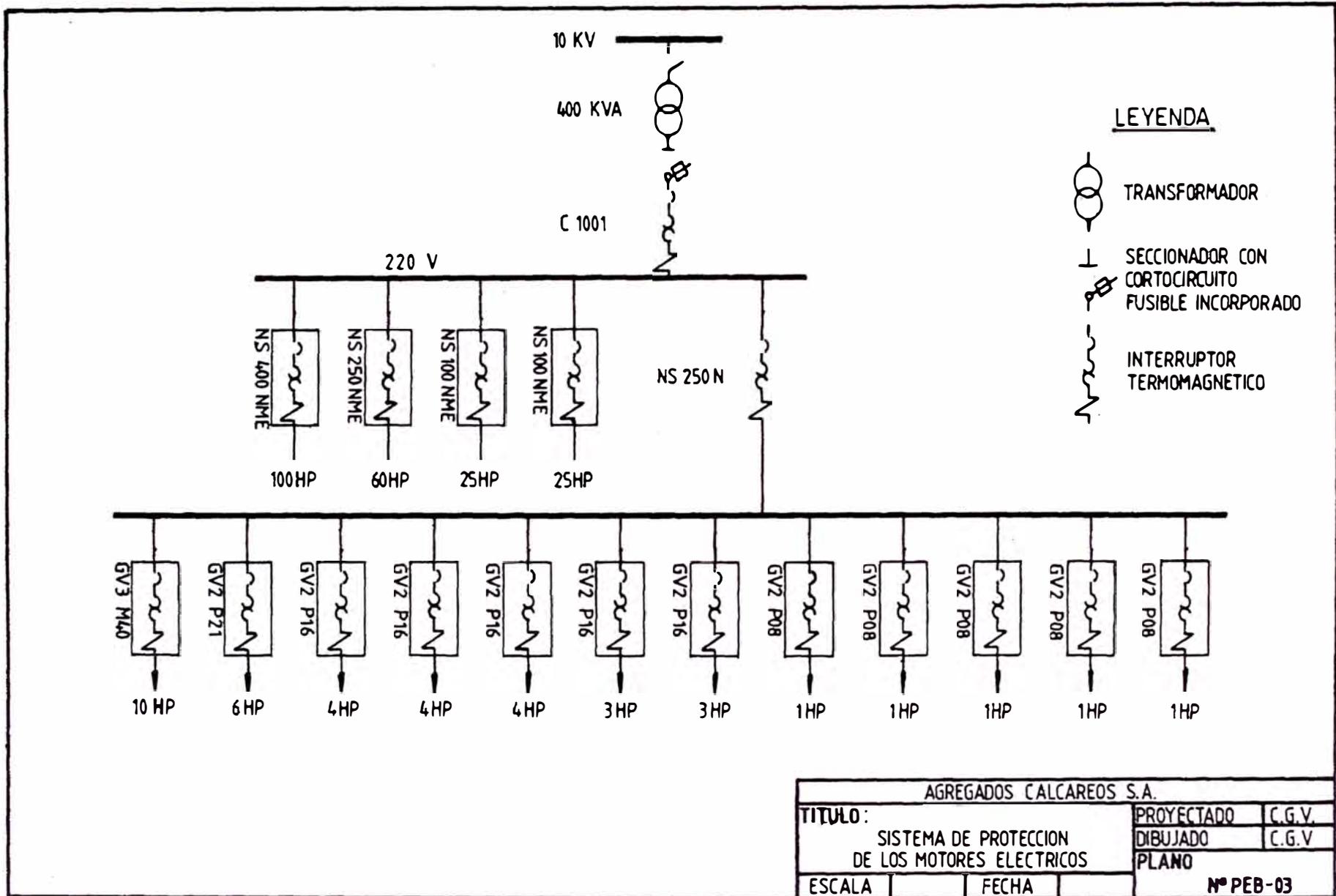
Las hojas técnicas de este tipo de relé se encuentran en el anexo C.

7.10 Protección de falla a tierra

Con la finalidad de proteger a las personas y equipos, se tendrá en cuenta la instalación de un sistema de protección de falla a tierra. El principio de operación consiste en conectar los terminales L1 y L2 del equipo a los conductores del sistema. Y los terminales de tierra y KE al sistema de puesta a tierra de la instalación.

Tan pronto como ocurre una falla de aislamiento, causa que se presente una resistencia entre la instalación y tierra y se establece una corriente de falla que pasa por el equipo. Cuando esta corriente excede los valores correspondientes a lo fijado en el equipo, el relay de salida es energizado el cual hará que actúe una alarma de aviso, con la finalidad de hacer luego las revisiones pertinentes en el sistema con la finalidad de ubicar la falla y hacer las reparaciones necesarias para solucionar este problema. La hoja técnica de este tipo de protección está en el anexo C.





LEYENDA

-  TRANSFORMADOR
-  SECCIONADOR CON CORTOCIRCUITO FUSIBLE INCORPORADO
-  INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO

AGREGADOS CALCAREOS S.A.			
TITULO: SISTEMA DE PROTECCION DE LOS MOTORES ELECTRICOS		PROYECTADO	C.G.V.
		DIBUJADO	C.G.V.
ESCALA		PLANO	
FECHA		Nº PEB-03	

CAPÍTULO VIII

SISTEMA DE ARRANQUE DE MOTORES PARA LA PLANTA DE MOLIENDA

8.1 Sistema de arranque del motor del molino

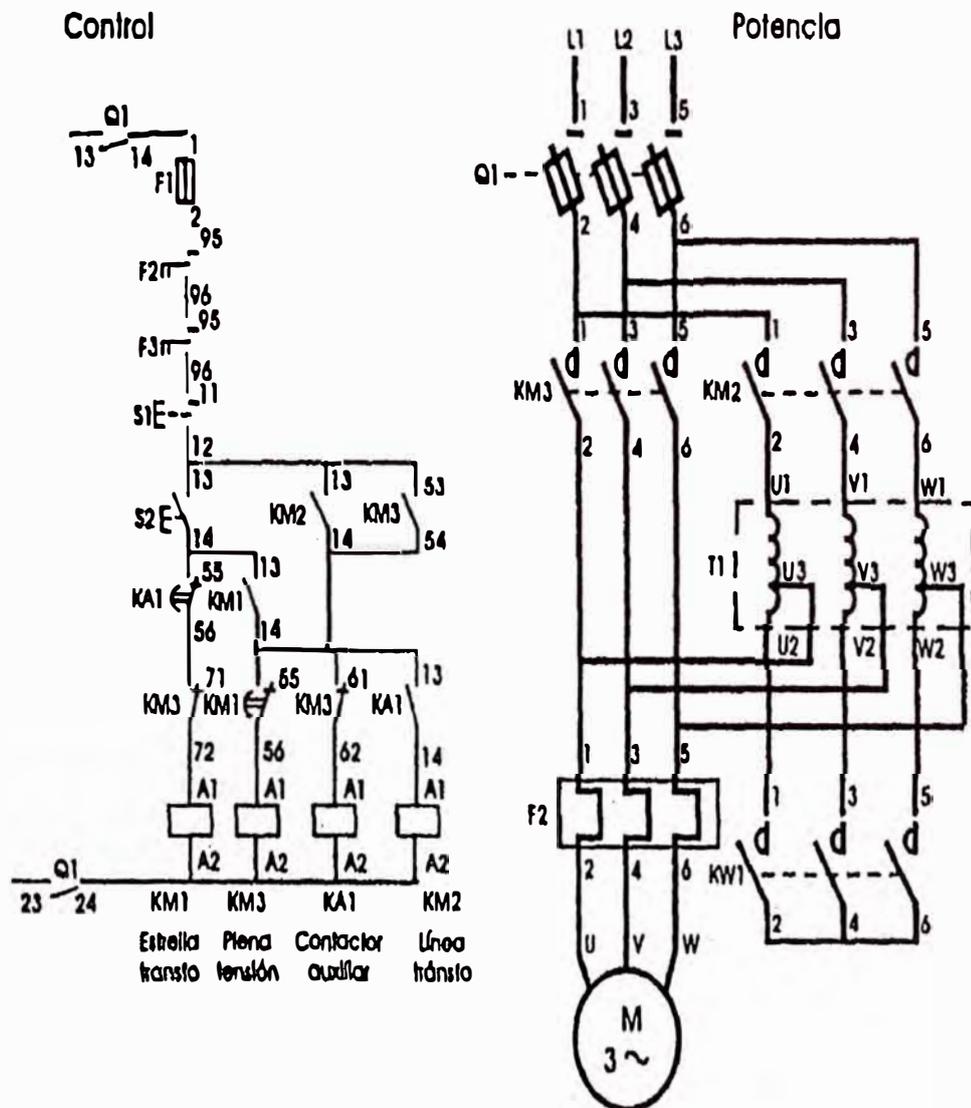
Por tratarse de un molino de bolas el cual presenta una fuerte inercia, se utilizará el método de arranque por auto transformador, con la finalidad de disminuir la intensidad de arranque al valor de $2.5 I_n$, con lo que se reduce la caída de tensión en la línea en la misma proporción. Además, el par motor se reduce para suavizar los esfuerzos mecánicos sobre la máquina y la transmisión teniendo una disminución proporcional a la reducción de la intensidad de línea.

El auto transformador se dimensiona para régimen intermitente y, por tanto, su volumen y peso por KVA es menor que en el caso de uno de servicio continuo. Lo más normal es realizar el arranque con auto transformador que tenga un solo escalón y luego puentearlo, tal como se ve en la disposición del circuito de potencia. En la disposición presentada se consigue una transición suave desde la primera fase de arranque, en la que está actuando el auto transformador (Q1, KM2, KM1 cerrados, KM3 abierto), pasando por una intermedia (KM1 abierto), en la que la parte alta del devanado del auto transformador se comporta como una reactancia en serie.

Finalmente, se termina el arranque cerrando KM3 y abriendo KM2. Para determinar la potencia aparente que hace falta para arrancar un motor que absorbe

ARRANCADOR POR AUTO-TRANSFORMADOR TELEMECANIQUE

Arranque por auto-transformador



una intensidad I_{1a} en el instante de arranque cuando está alimentado a su tensión nominal U_1 .

$$P = \sqrt{3} \cdot U_1 \cdot I_{1a} \cdot k \cdot (1 - \sqrt{k})$$

Donde :

k : coeficiente de relación en cual será igual n^2

n : relación de transformación U_1 / U_2

Datos del motor

Potencia : 100 HP

Inominal : 269 Amp

Iarranque / I nominal : 7.8

U_1 : 220 Voltios

Además, la relación de transformación se tomará a un 80 % la tensión nominal

Entonces :

$$n = U_1 / U_2 = 0.8$$

$$k = n^2 = (0.8)^2 = 0.64$$

$$P = \sqrt{3} \cdot U_1 \cdot I_{1a} \cdot k \cdot (1 - \sqrt{k})$$

$$I_{1a} = 7.8 * 269 = 2098.2 \text{ Amp}$$

$$U_1 = 220 \text{ Voltios}$$

$$P = \sqrt{3} \times 220 \times 2098.2 \times 0.64 \times (1 - \sqrt{0.64})$$

$$P = 102 \text{ KVA}$$

Entonces la potencia a considerar para el auto transformador será de 102 KVA, con una toma al 80 % de la tensión de línea.

Tiempo máximo de arranque (T_{ma})

El tiempo máximo de arranque de un motor asíncrono viene dado por la siguiente fórmula:

$$T_{ma} = 4 + 2 \sqrt{P}$$

Donde:

P es la potencia del motor en KW

T_{ma} tiempo en segundos

La potencia de motor en kw es de 75 KW, reemplazando en la formula anterior:

$$T_{ma} = 4 + 2 \sqrt{75}$$

$$T_{ma} = 21.32 \text{ segundos}$$

Del capítulo anterior el guarda motor esta regulado en una corriente próxima al nominal la cual es $I_r = 272 \text{ Amp}$, de la curva de disparo del interruptor se comprueba que para la corriente de arranque no actuará dicho guarda motor en el tiempo máximo de arranque. Debido que para este tiempo máximo de 21.32 segundos le corresponde un valor de 3.5 veces I_r , es decir, 952 Amp, siendo esta mayor a la corriente de arranque a la cual la hemos limitado a 2.5 veces la nominal, es decir de 672.5 Amp, además de que la corriente decae según este llegando a su velocidad de régimen, como se puede apreciar en las curvas características del motor.

Elección de los Contactores

Los contactores a ser utilizados será de la categoría AC3 los cuales son utilizados para motores de rotor en cortocircuito.

La corriente nominal es de 264 Amp. Pero se requiere un contactor que tenga 1.5 millones de ciclo de operación. Entonces, se recurre a las curvas del fabricante y se

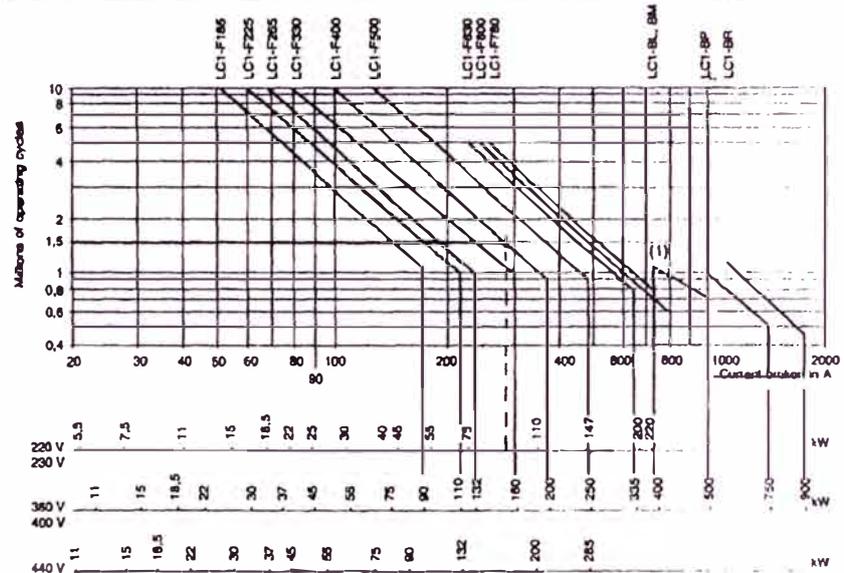
Contactors

Characteristics :
pages 42 to 55
References :
pages 56 to 81
Dimensions, schemes :
pages 82 to 89

Contactor selection guide according to required electrical durability

Use in category AC-3 ($U_e \leq 440$ V)

Control of 3-phase asynchronous squirrel cage motors with breaking whilst running. The current broken (I_c) in category AC-3 is equal to the rated operational current (I_e) of the motor.



Operational power in kW-50 Hz

Example

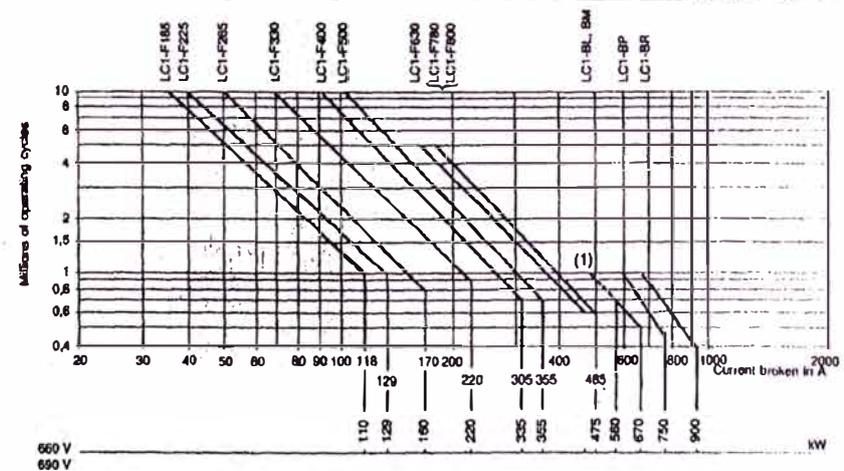
Asynchronous motor with $P = 132$ kW - $U_e = 380$ V - $I_e = 245$ A - $I_c = I_e = 245$ A
or asynchronous motor with $P = 132$ kW - $U_e = 415$ V - $I_e = 240$ A - $I_c = I_e = 240$ A
1.5 million operating cycles required.

The above selection curves show the contactor rating needed: LC1-F330.

(1) The dotted lines relate to LC1-BL contactors only.

Use in category AC-3 ($U_e = 660/690$ V)

Control of 3-phase asynchronous squirrel cage motors with breaking whilst running. The current broken (I_c) in category AC-3 is equal to the rated operational current (I_e) of the motor.



Example

Asynchronous motor with $P = 132$ kW - $U_e = 660$ V - $I_e = 140$ A - $I_c = I_e = 140$ A
1.5 million operating cycles required.

The above selection curves show the contactor rating needed: LC1-F330.

Nr. de registro:

Fecha: 5 - Nov, 99

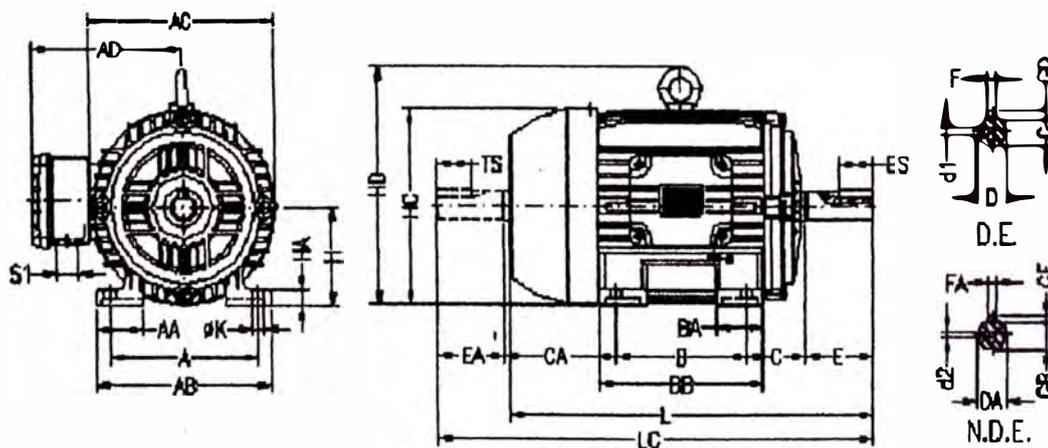
PLANILLA DE DATOS

Cliente: Agregados Calcareos S.A.
 Línea de producto: STANDARD

Potencia	: 100 HP (cv)	Régimen de servicio	: S1	
Carcasa	: 315S/M	Altitud	: 1000 m	
Polaridad	: 8 Polos	Temperatura ambiente	: 40 °C	
Frecuencia	: 60 Hz	Grado de protección	: IP55	
Rotación nominal	: 890 rpm	Resbalamiento	: 1.11 %	
Tensión nominal	: 220/380 V	Corriente en vacío	: 117/67.7 A	
Corriente nominal	: 269/156 A	Tiempo de rotor bloqueado	: 13 s	
Factor de servicio	: 1.00	Momento de inercia	: 3.1026 kgm ²	
Corriente de arranque	: 2098/1215 A	Masa	: 710 kg	
Ip/In	: 7.80	Nivel de Ruido	: 66 dB(A)	
Clase de aislamiento	: F	Desempeño em carga:		
Elevación de temperatura	: 100 K	Carga	cos φ	Rend(%)
Torque nominal	: 789 Nm	100 %	0.79	92.6
Torque de arranque	: 210 %	75 %	0.75	91.5
Torque máximo	: 300 %	50 %	0.66	89.0
Categoría	: N			
Rodamiento		Interv. lubri.		Cant. de grasa
Delantero		6319-C3		6500 h
Trasero		6316-C3		45 g
				34 g

OBS:

DISEÑOS Y DIMENSIONES



A	AA	AB	AC	AD	B	BA	BB
508	120	628	600	492	406/457	152	558
C	CA	D	E	ES	F	G	GD
216	376/325	80mm	170	160	22	71	14
DA	EA	TS	FA	GB	GF	H	HA
65mm	140	125	18	58	11	315	52
HC	HD	K	L	LC	SI	AI	AI
613	703	28	1156	1308	2xRWG 3"	M20	M20

Ejecutado:

Verificado:

VERSION 3.1

* Obs: Todos los valores mostrados están sujetos a cambios sin previo aviso



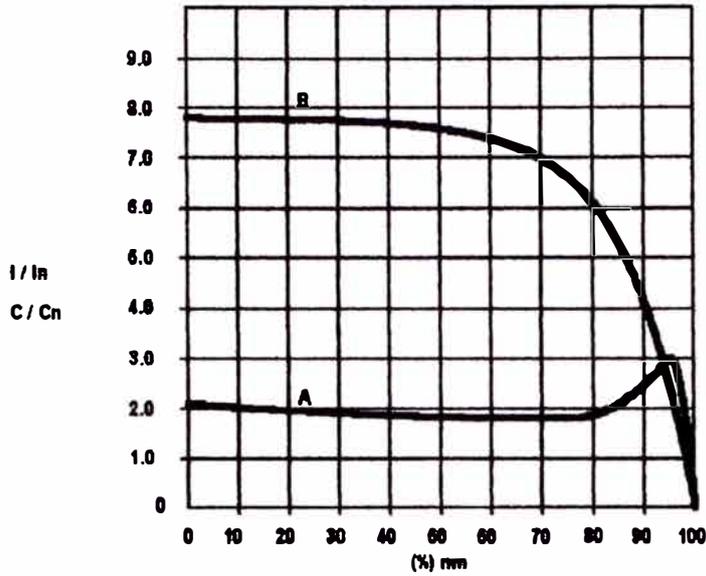
Nr. de registro:

Fecha: 6 - Nov, 99

Cliente :

Línea : STANDARD

CURVAS DE CONJUGADO Y CORRIENTE

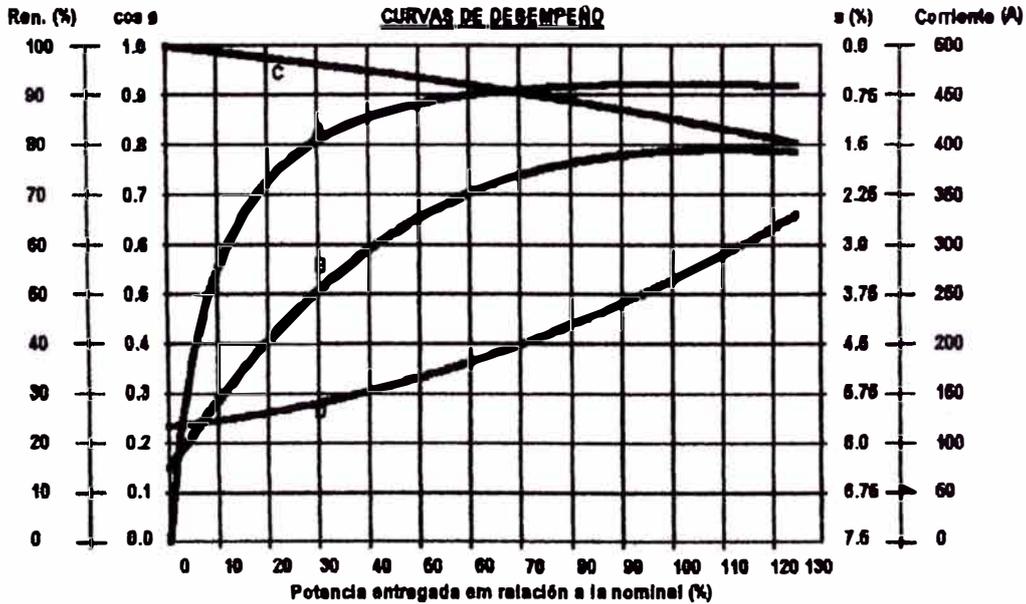


Potencia: 100 HP (cv)
 Polaridad: 8 Poles
 Frecuencia: 60 Hz
 Cp / Cn: 2.1
 Cm / Ca: 3
 Ip / In: 7.8
 Tensión: 220 Volts

B - Curva de corriente

A - Curva de conjugado

CURVAS DE DESEMPEÑO



A - Rendimiento
 B - Factor de potencia

C - Resbalamiento
 D - Corriente

Elaborado:

Verificado:

* Obs: Todos los valores mostrados estan sujetos a cambios sin previo aviso

obtiene un contactor del tipo LC1-F400 de Telemecanique, que para este caso usaran tres contactores.

Las características del contactor serán

Tipo : LC1 - F400

Marca : Telemecanique

Categoría : AC3

Corriente máxima de operación :400 Amp

Potencia del motor que puede soportar: 125 HP

8.2 Sistema de arranque del motor del absorbente

Este tipo de carga la particularidad de que va a mover un flujo de aire al sistema, donde la presión es proporcional al cuadrado del caudal, y la potencia absorbida es función al cubo de la velocidad.

Para este caso utilizaremos un arrancador estático debido a que los otros tipos de arranque dan como resultado unas intensidades muy superiores a la nominal, con discontinuidades importes, cuando se hacen las conmutaciones.

Con este sistema de arranque se ha de conseguir que la intensidad absorbida sea la precisa para vencer al par resistente y producir un exceso de par acelerador capaz de vencer a la inercia del motor más su máquina accionada en el tiempo requerido. Como es el caso de este absorbente, el par de arranque crece con el cuadrado de la velocidad, por lo que en las primeras fases de proceso de arranque sobra par motor y sería posible arrancar con valores menores de la intensidad absorbida.

Esta reducción de la intensidad evita esfuerzos y caídas de tensión en los transformadores y en las líneas de alimentación de los motores, consiguiendo

mejorar la calidad del servicio en la instalación y en la de otros que están conectados a la misma línea de alimentación.

El principio de un arrancador estático se tiene que en una línea de fase tiene dos tiristores en antiparalelo, de modo que la tensión aplicada al motor se controla variando el ángulo de conducción de los tiristores. Al comienzo ,los tiristores son encendidos con lapsos muy cortos, de modo que el efecto es el de una reducción de tensión aplicada en los bornes del motor . El motor asíncrono modifica el par y la corriente en función de la tensión aplicada.

De este modo el par y la intensidad quedan controlados a través de la tensión aplicada. A medida que el arranque progresa, el sistema de control va aumentando el ángulo de conducción manteniendo la intensidad dentro de las consignas proporcionas por el control.

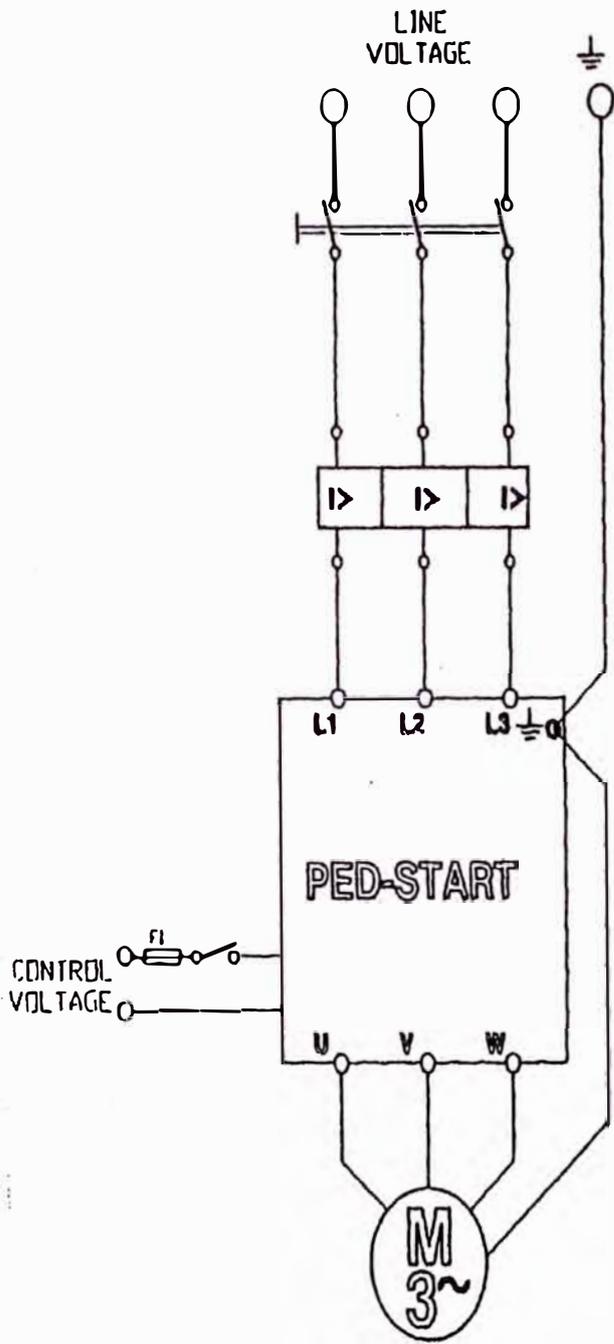
El tiempo de arranque máximo será:

$$P = 45 \text{ KW}$$

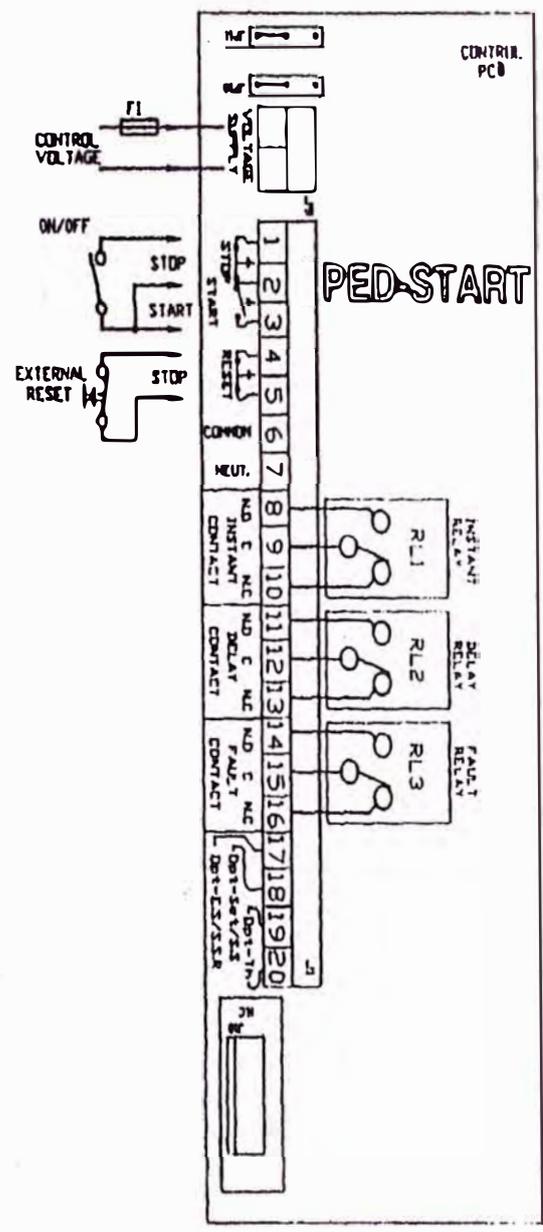
$$T_{ma} = 4 + 2 \sqrt{45}$$

$$T_{ma} = 17.42 \text{ segundos}$$

Del capítulo anterior el guarda motor esta regulado en una corriente próxima al nominal la cual es $I_r = 157 \text{ Amp}$, de la curva de disparo del interruptor se comprueba que para la corriente de arranque no actuara dicho guarda motor en el tiempo máximo de arranque. Debido que para este tiempo máximo de 17.42 segundos le corresponde un valor de 4 veces I_r , es decir, 628 Amp, siendo esta mayor a la corriente de arranque a la cual graduaremos en el arrancador electrónico en uno de sus parámetros, el cual es el limitador de corriente a un valor de 4 veces la



Power Connections



Control Connections

Power and Control Connections

Figure 3

	Nr. de registro:
	Fecha: 5 - Nov, 99

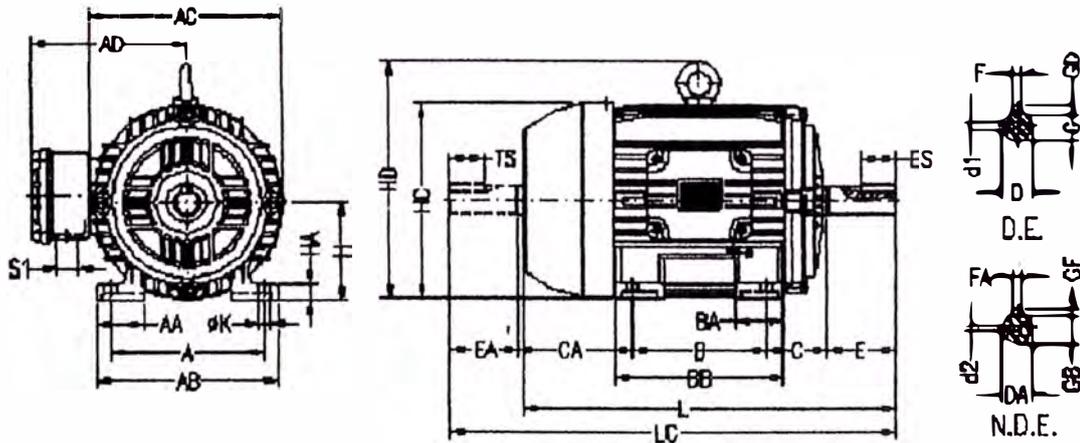
PLANILLA DE DATOS

Cliente: **Agregados Calcareos S.A.**
 Línea de producto: **STANDARD**

Potencia : 60.0 HP (cv)	Régimen de servicio : S1	Altitud : 1000 m	
Carcasa : 200L	Temperatura ambiente : 40 °C	Grado de protección : IP55	
Polaridad : 4 Polos	Resbalamiento : 1.67 %	Corriente en vacío : 52.0/30.1 A	
Frecuencia : 60 Hz	Tiempo de rotor bloqueado : 15 s	Momento de inercia : 0.3861 kgm ²	
Rotación nominal : 1770 rpm	Masa : 270 kg	Nivel de Ruido : 71 dB(A)	
Tensión nominal : 220/380 V	Desempeño em carga:		
Corriente nominal : 152/88.0 A			
Factor de servicio : 1.15	Carga	cos φ	Rend(%)
Corriente de arranque : 1018/590 A	100 %	0.85	91.7
Ip/In : 6.70	75 %	0.82	91.7
Clase de aislamiento : F	50 %	0.75	90.2
Elevación de temperatura : 80 K			
Torque nominal : 238 Nm			
Torque de arranque : 220 %			
Torque máximo : 240 %			
Categoría : N			
Rodamiento		Interv. lubri.	Cant. de grasa
Delantero 6312-C3		9300 h	21 g
Trasero 6212-Z-C3		9300 h	13 g

OBS:

DISEÑOS Y DIMENSIONES



A	AA	AB	AC	AD	B	BA	BB
318	82	385	396	292	305	85	370
C	CA	D	E	ES	F	G	GD
133	222	55mm	110	80	16	49	10
DA	EA	TS	FA	GB	GF	H	HA
481.6	110	80	14	42.5	9	200	30
HC	HD	K	L	LC	SI	AI	AI
402	464	18.5	767	880	RWG 2"	A4	A4

Ejecutado:

Verificado:



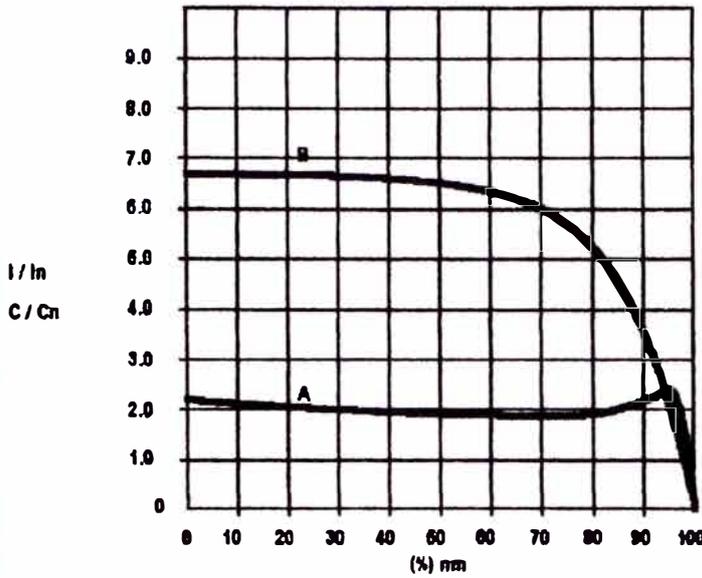
Nr. de registro:

Fecha: 8 - Nov, 69

Cliente : Agregados Calcareos S.A.

Línea : STANDARD

CURVAS DE CONJUGADO Y CORRIENTE



Potencia: 90.0 HP (cv)

Polaridad: 4 Poles

Frecuencia: 60 Hz

Cp / Cn: 2.2

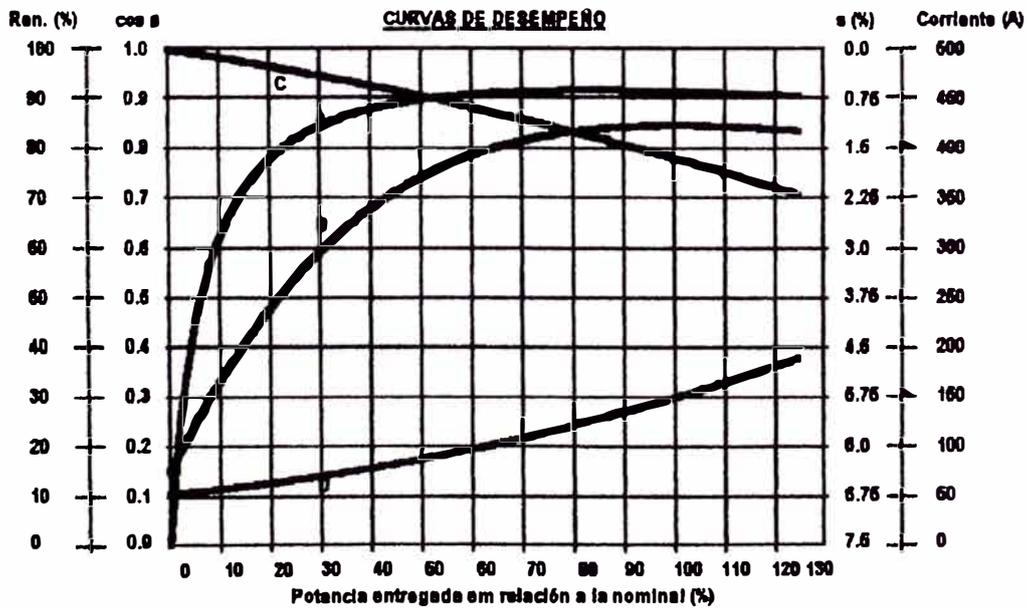
Cm / Cn: 2.4

Ip / In: 6.7

Tensión: 220 Volts

B - Curva de corriente

A - Curva de conjugado



A - Rendimiento

B - Factor de potencia

C - Resbalamiento

D - Corriente

Elaborado:

Verificado:

* Obs: Todos los valores mostrados estan sujetos a cambios sin previo aviso

corriente nominal del motor, es decir de 608 Amp, además de que la corriente decae según este llegando a su velocidad de régimen, como se puede apreciar en las curvas características del motor.

Características del arrancador electrónico estático

Potencia : 60 HP

Voltaje : 220 Voltios

Modelo : PE-START

Marca : EPLI SAC.

Entradas de mando :

- Start / Stop.
- Reset externo.

Ajuste por potenciómetro

- Torque inicial
- Tiempo de torque inicial
- Rampa de subida
- Rampa de bajada
- Limitación de corriente
- Baja corriente

Relés de salida :

- Instantáneo
- Fallas
- Temporizado

Protecciones Ajustables :

- Sobrecarga
- Baja carga
- Asimétrico de corriente
- Bajo Voltaje
- Cortocircuito de arranque

Indicadores visuales

- Leds

La hoja técnica se encuentra en el apéndice D.

8.3 Sistema de arranque del motor del molino de martillo

El molino de martillos tiene la característica de arrancar sin carga dentro del molino lo que facilita el arranque, y una vez arrancado recién ingresa el material a ser molido.

Por la ventaja que presenta los arrancadores electrónicos se utilizara al igual al anterior, pero para una potencia menor.

El tiempo de arranque máximo será:

$$P = 18.5 \text{ KW}$$

$$T_{ma} = 4 + 2 \sqrt{18.5}$$

$$T_{ma} = 12.6 \text{ segundos}$$

Del capítulo anterior el guarda motor esta regulado en una corriente próxima al nominal la cual es $I_r = 67 \text{ Amp}$, de la curva de disparo del interruptor se comprueba que para la corriente de arranque no actuara dicho guarda motor en el tiempo máximo de arranque. Debido que para este tiempo máximo de 12.6 segundos le corresponde un valor de 5 veces I_r , es decir, 335 Amp, siendo esta mayor a la

	Nr. de registro:
	Fecha: 5 - Nov, 99

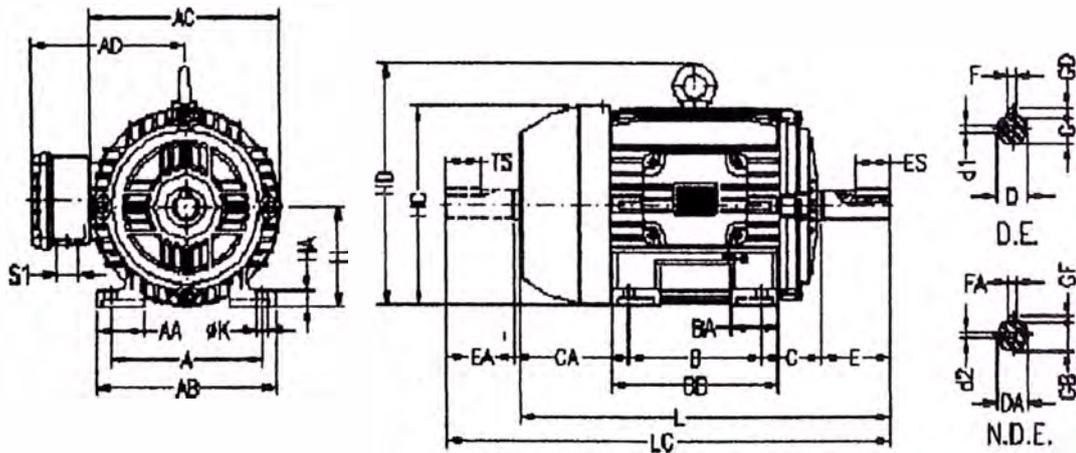
PLANILLA DE DATOS

Cliente: **Agregados Calcareos S.A.**
 Línea de producto: **STANDARD**

Potencia	: 25.0 HP (cv)	Régimen de servicio	: S1	
Carcasa	: 160L	Altitud	: 1000 m	
Polaridad	: 4 Polos	Temperatura ambiente	: 40 °C	
Frecuencia	: 60 Hz	Grado de protección	: IP55	
Rotación nominal	: 1760 rpm	Resbalamiento	: 2.22 %	
Tensión nominal	: 220/380 V	Corriente en vacío	: 31.0/17.9 A	
Corriente nominal	: 65.7/38.0 A	Tiempo de rotor bloqueado	: 11 s	
Factor de servicio	: 1.15	Momento de inercia	: 0.1004 kgm ²	
Corriente de arranque	: 427/247 A	Masa	: 125 kg	
Ip/In	: 6.50	Nivel de Ruido	: 66 dB(A)	
Clase de aislamiento	: F	Desempeño en carga:		
Elevación de temperatura	: 80 K	Carga	cos ϕ	Rend(%)
Torque nominal	: 99.8 Nm	100 %	0.82	90.1
Torque de arranque	: 230 %	75 %	0.77	90.0
Torque máximo	: 250 %	50 %	0.66	88.2
Categoría	: N			
		Rodamiento	Interv. lubri.	Cont. de grasa
Delantero	6309-C3		10400 h	13 g
Trasero	6209-Z-C3		10400 h	8 g

OBS:

DISEÑOS Y DIMENSIONES



A	AA	AB	AC	AD	B	BA	BB
254	64	308	312	256	254	65	298
C	CA	D	E	ES	F	G	GD
108	174	42.6	110	80	12	37	8
DA	EA	TS	FA	GB	GF	H	HA
42.6	110	80	12	37	8	160	22
HC	HD	K	L	LC	S1	∅1	∅2
317	370	145	642	756	RWG 1.1/2"	A4	A4

Ejecutado:

Verificado:



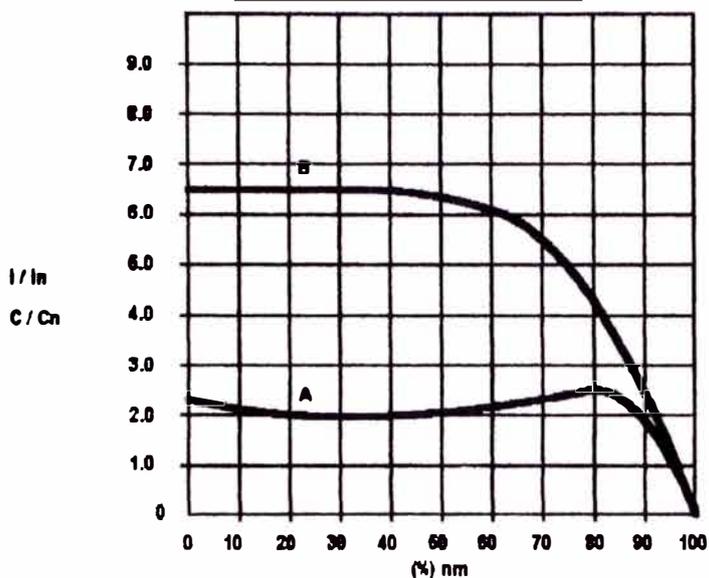
Nr. de registro:

Fecha: 8 - Nov, 89

Cliete : Agregados Calcareos S.A.

Línea : STANDARD

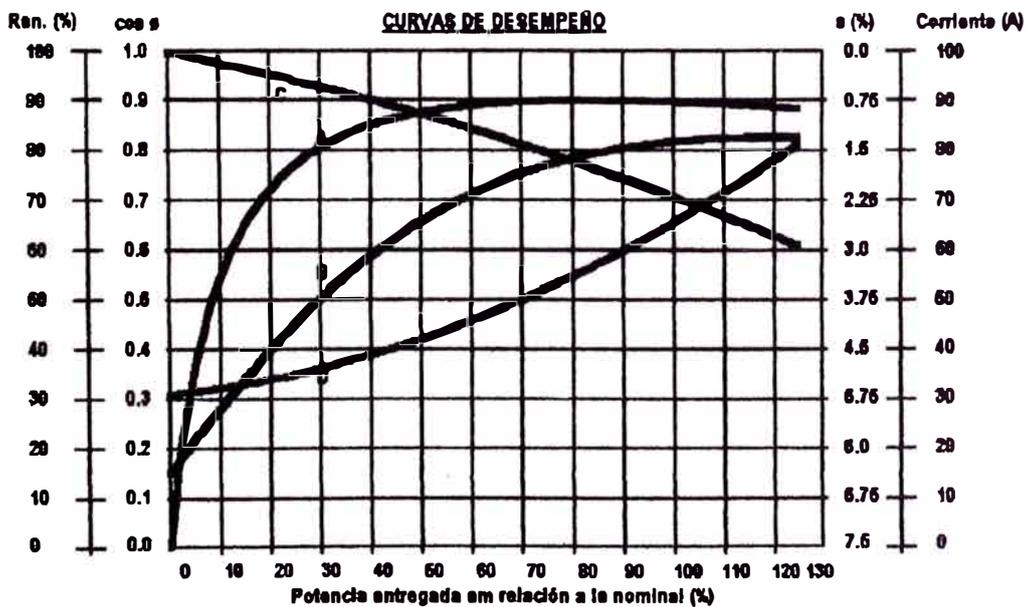
CURVAS DE CONJUGADO Y CORRIENTE



Potencia: 25.0 HP (cv)
 Polaridad: 4 Polos
 Frecuencia: 60 Hz
 Cp / Cn: 2.3
 Cm / Cn: 2.6
 Ip / In: 6.5
 Tensión: 220 Volts

B - Curva de corriente

A - Curva de conjugado



A - Rendimiento
 B - Factor de potencia

C - Resbalamiento
 D - Corriente

Electricidad:

Verificado:

* Obs: Todos los valores mostrados estan sujetos a cambios sin previo aviso

corriente de arranque a la cual graduaremos en el arrancador electrónico en uno de sus parámetros, el cual es el limitador de corriente a un valor de 4 veces la corriente nominal del motor, es decir de 262.8 Amp, además de que la corriente decae según este llegando a su velocidad de régimen, como se puede apreciar en las curvas características del motor.

Características del arrancador electrónico estático

Potencia : 25 HP

Voltaje : 220 Voltios

Modelo : PE-START

Marca : EPLI SAC.

Entradas de mando :

- Start / Stop.
- Reset externo.

Ajuste por potenciómetro

- Torque inicial
- Tiempo de torque inicial
- Rampa de subida
- Rampa de bajada
- Limitación de corriente
- Baja corriente

Relés de salida

- Instantáneo
- Fallas

- Temporizado

Protecciones Ajustables

- Sobrecarga
- Baja carga
- Asimétrico de corriente
- Bajo Voltaje
- Cortocircuito de arranque

Indicadores visuales

- Leds.

8.4 Sistema de arranque del motor del clasificador

Para este tipo de carga se requiere que durante el proceso varíe su velocidad de acuerdo a la fineza del material que se requiera producir, para lograr este fin se utilizara un variador de velocidad.

Los variadores de velocidad son dispositivos electrónicos que permiten variar la velocidad y el par de los motores asincrónicos trifásicos, convirtiendo las magnitudes fijas de frecuencia y tensión de red en magnitudes variables.

Es preciso hacer notar que la adaptación de la velocidad variable aporta diversas ventajas económicas:

- La disminución del momento de inercia facilita el arranque de la máquina y, por lo tanto, el sobredimensionamiento.
- Reducción de la intensidad de arranque y lo que ello comporta: transformadores, cableado, aparelaje.

El tiempo de arranque máximo será:

$$P = 18.5 \text{ KW}$$

$$T_{ma} = 4 + 2 \sqrt{18.5}$$

$$T_{ma} = 12.6 \text{ segundos}$$

Del capítulo anterior el guarda motor esta regulado en una corriente próxima al nominal la cual es $I_r = 63 \text{ Amp}$, de la curva de disparo del interruptor se comprueba que para la corriente de arranque no actuara dicho guarda motor en el tiempo máximo de arranque. Debido que para este tiempo máximo de 12.6 segundos le corresponde un valor de 5 veces I_r , es decir, 315 Amp, siendo esta mayor a la corriente de arranque la cual se gradúa en el variador de velocidad, teniendo este la ventaja de poder arrancar este tipo de carga con la corriente nominal del motor, es decir con 64 Amp. Las curvas características del motor se describen a continuación.

Características del Convertidor de Frecuencia

ELECTRICAS

Potencia : 25 HP

Voltaje : 220 Voltios

Marca : PDL ELECTRONIC LTD

Modelo : UD -3 60

Variación de Voltaje de entrada -20 / 5 %

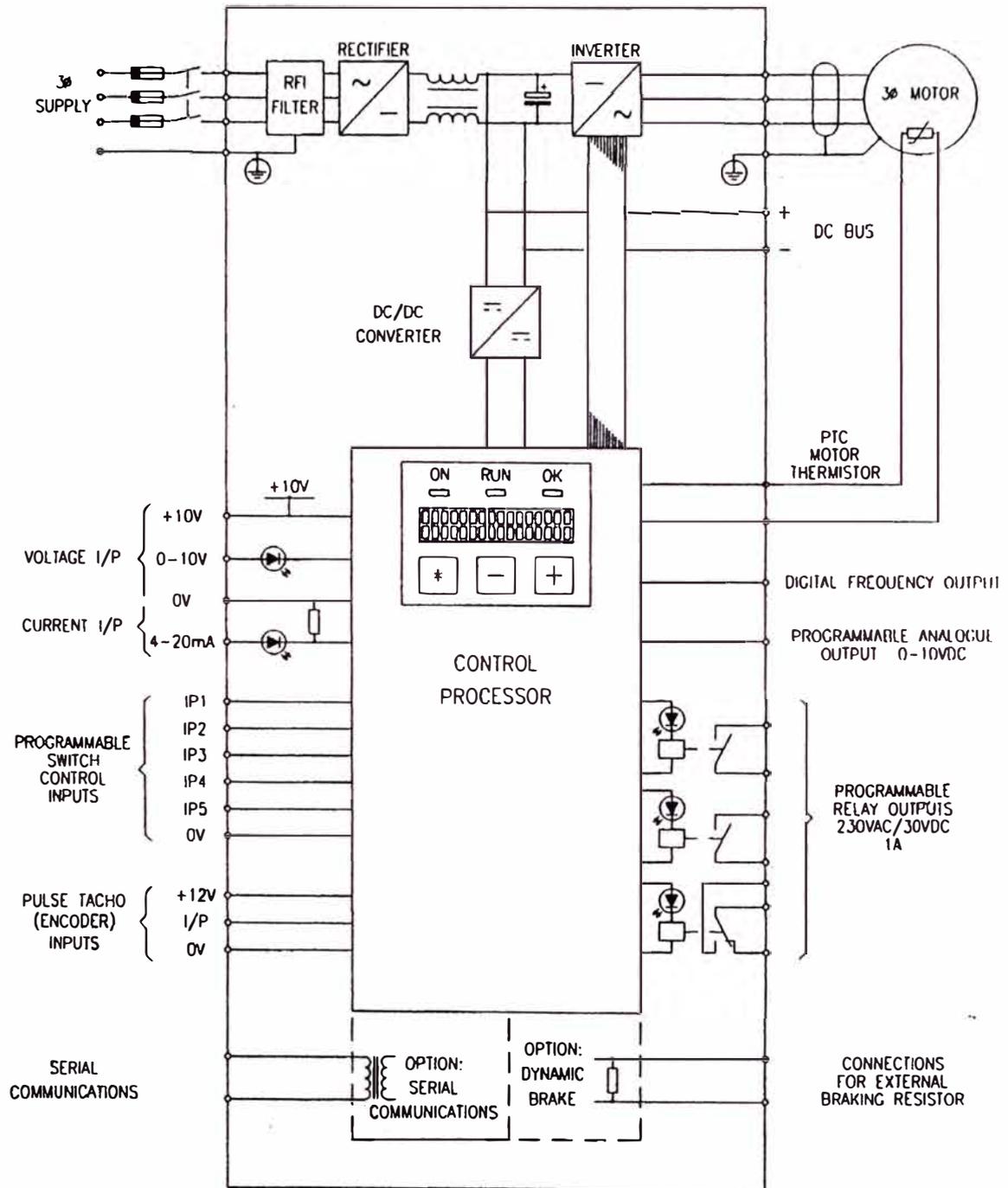
Variación Frecuencia Entrada 48/ 62 Hz

Factor de potencia : 0.96

AMBIENTALES

Temperatura de Trabajo 0 °C a 40 °C

Humedad relativa < 90 % sin condensación



4807-022 Rev C

Figure 1.2a The Microdrive-3 (UD3) Block Diagram

	Nr. de registro:
	Fecha: 5 - Nov, 99

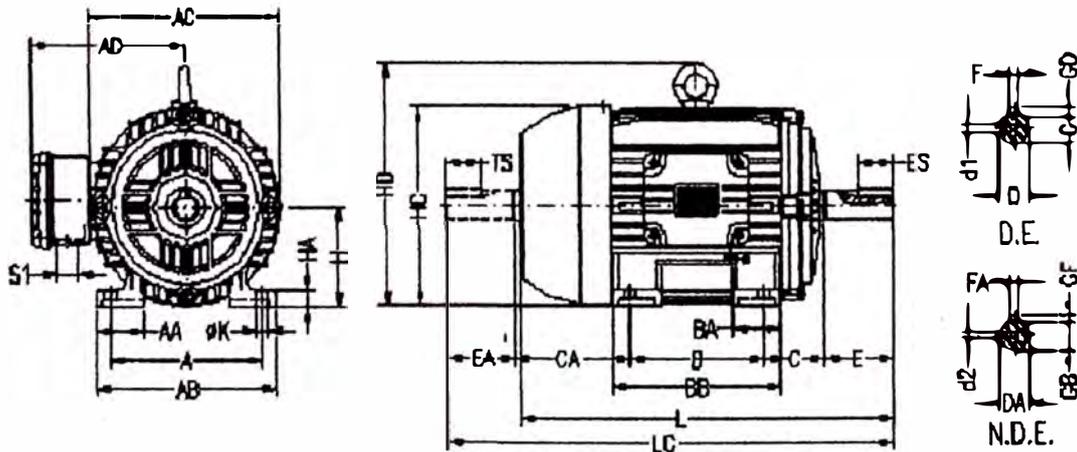
PLANILLA DE DATOS

Cliente: **Agregados Calcareos S.A.**
 Línea de producto: **STANDARD**

Potencia : 25.0 HP (cv)	Régimen de servicio : S1	
Carcasa : 160M	Altitud : 1000 m	
Polaredad : 2 Polos	Temperatura ambiente : 40 °C	
Frecuencia : 60 Hz	Grado de protección : IP55	
Rotación nominal : 3525 rpm	Resbalamiento : 2.08 %	
Tensión nominal : 220/380 V	Corriente en vacío : 18.0/10.4 A	
Corriente nominal : 61.0/35.3 A	Tiempo de rotor bloqueado : 8 s	
Factor de servicio : 1.15	Momento de inercia : 0.0530 kgm ²	
Corriente de arranque : 488/283 A	Masa : 126 kg	
Ip/In : 8.00	Nivel de Ruido : 75 dB(A)	
Clase de aislamiento : B	Desempeño em carga:	
Elevación de temperatura : 80 K	Carga	cos φ
Torque nominal : 49.8 Nm	100 %	0.88
Torque de arranque : 270 %	75 %	0.85
Torque máximo : 300 %	50 %	0.78
Categoría : N		Rend(%)
		90.5
		90.5
		89.5
	Rodamiento	Interv. lubri.
Delantero	6309-C3	5300 h
Trasero	6209-Z-C3	5300 h
		Cont. de grasa
		13 g
		8 g

OBS:

DISEÑOS Y DIMENSIONES



A	AA	AB	AC	AD	B	BA	BB
254	64	308	312	256	210	65	254
C	CA	D	E	ES	F	G	GB
108	174	42.6	110	80	12	37	8
DA	EA	TS	FA	GB	GF	H	HA
42.6	110	80	12	37	8	160	22
HC	HD	K	L	LC	SI	d1	d2
317	370	14.5	598	712	RWG 1.1/2"	A4	A4

Ejecutado:

Verificado:



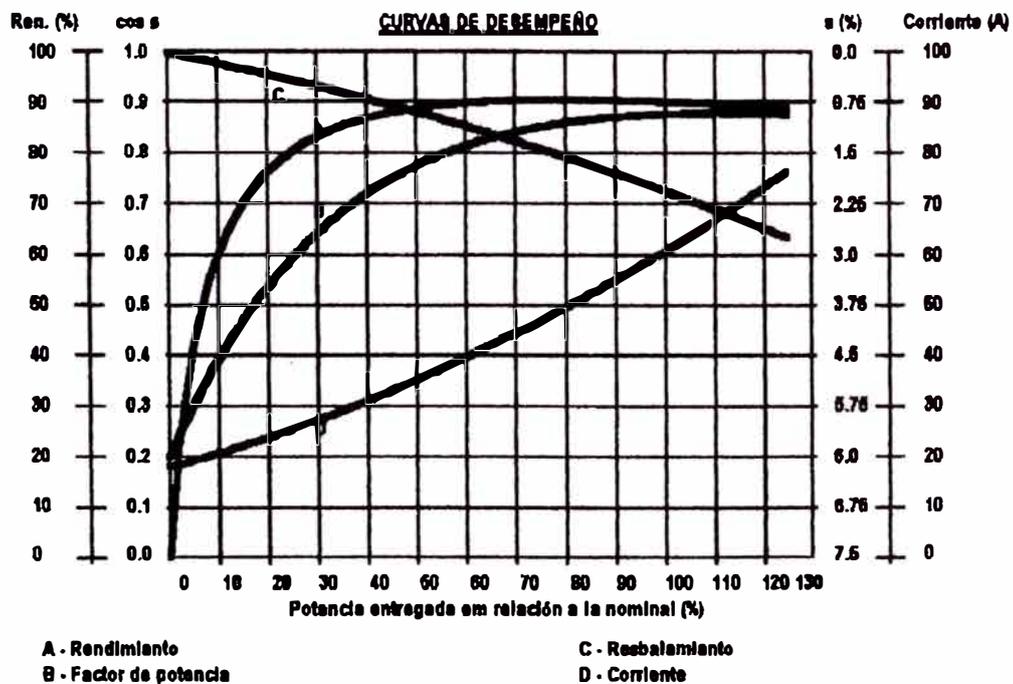
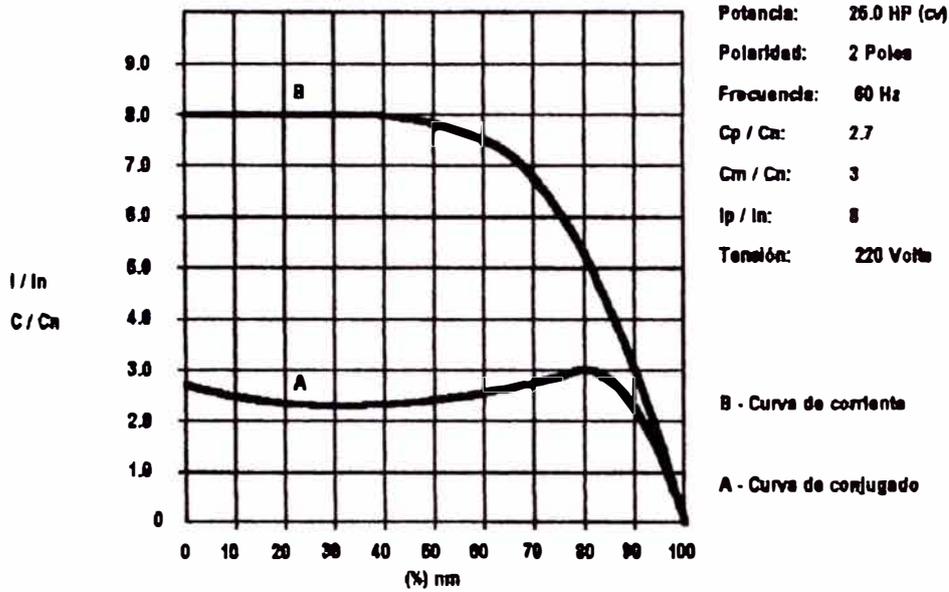
Nr. de registro:

Fecha: 6 - Nov, 90

Cliente : Agregados Calcareos S.A.

Línea : STANDARD

CURVAS DE CONJUGADO Y CORRIENTE



Elctado:

Verificado:

* Obs: Todos los valores mostrados estan sujetos a cambios sin previo aviso

Altitud máxima sin pérdidas 1000 m

Grado de Protección : IP 21

CONTROL

Frecuencia de Salida 0 - 200 Hz

Resolución de ajuste de frecuencia +/- 0.01 Hz (0- 200 Hz)

Tiempo de Aceleración / Deceleración 0.02 - 500 Hz/seg.

Entrada Analógica 0-10 V y/o 4 - 20 mA

7 Entradas Programable

3 Relés de Salida Programable

La hoja técnica del variador de velocidad se encuentra en el apéndice D.

8.5 Sistema de arranque de los demás motores de la instalación

Para el resto se utilizará el método del arranque directo por ser cargas que no necesitan un sistema de arranque especial.

Elección de los Contactores

Los contactores a ser utilizados será de la categoría AC3 los cuales son utilizados para motores de rotor en cortocircuito.

Se requiere un contactor que tenga 2 millones de ciclo de operación. Entonces, se recurrirá a las curvas del fabricante y se obtiene la siguiente relación de contactores para las siguientes carga:

Elevador No 2, Chancadora

Las características del contactor serán:

Tipo : LC1 - D4011M7

Marca : Telemecanique

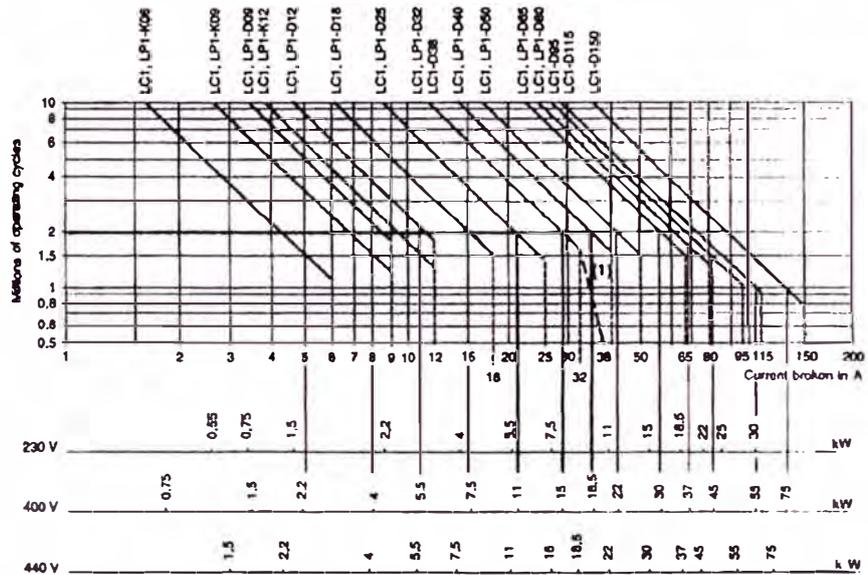
Contactors

Characteristics :
 pages 42 to 55
 References :
 pages 56 to 81
 Dimensions, schemes :
 pages 82 to 89

Contactor selection guide according to required electrical durability

Use in category AC-3 ($U_e \leq 440$ V)

Control of 3-phase asynchronous squirrel cage motors with breaking whilst running. The current broken (I_c) in category AC-3 is equal to the rated operational current (I_e) of the motor.



Operational power in kW-50 Hz

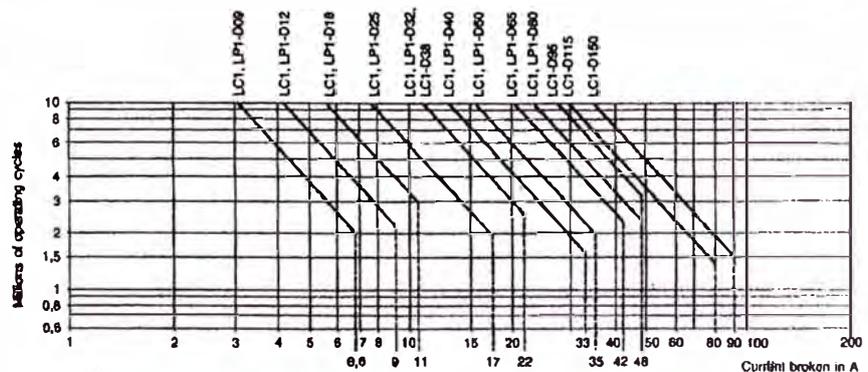
Example

Asynchronous motor with $P = 5.5$ kW - $U_e = 400$ V - $I_e = 11$ A - $I_c = I_e = 11$ A
 or asynchronous motor with $P = 5.5$ kW - $U_e = 415$ V - $I_e = 11$ A - $I_c = I_e = 11$ A
 3 million operating cycles required.
 The above selection curves show the contactor rating needed: LC1 or LPI-D18.

(1) The dotted lines relate to LC1-D38 contactors only

Use in category AC-3 ($U_e = 660/690$ V)

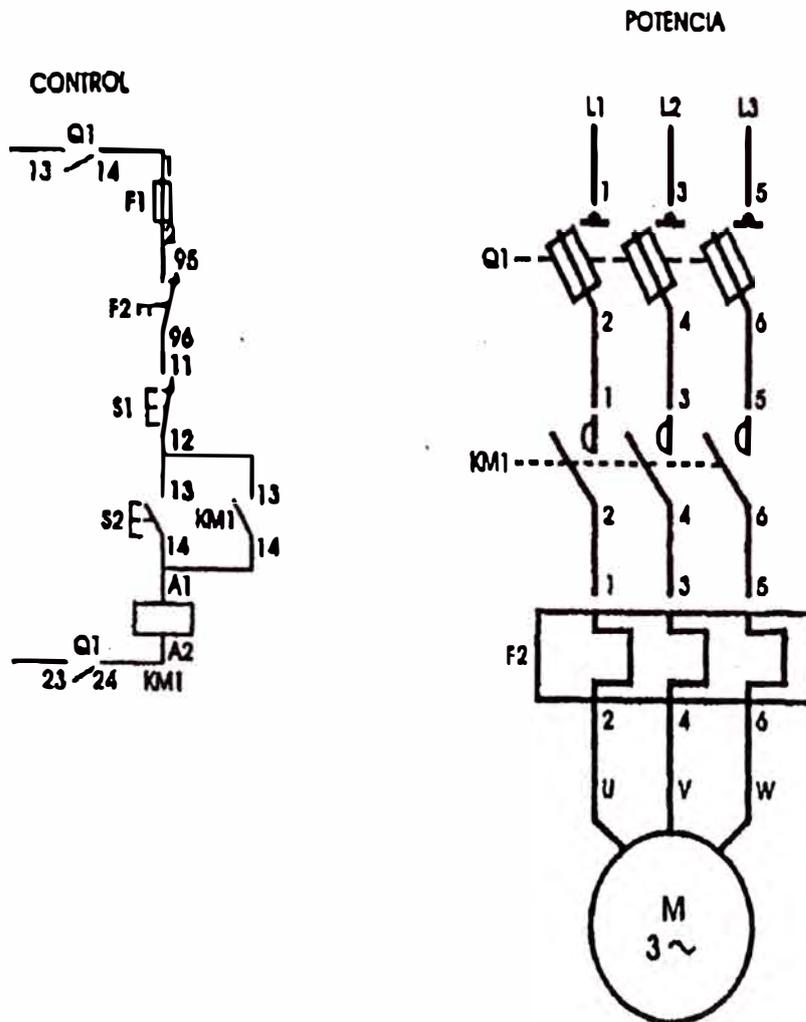
Control of 3-phase asynchronous squirrel cage motors with breaking whilst running. The current broken (I_c) in category AC-3 is equal to the rated operational current (I_e) of the motor.



(2) For $U_e = 1000$ V use the 660/690 V curves without exceeding the corresponding operational current at the operational power indicated for 1000 V.

ARRANCADOR MAGNÉTICO DIRECTO TELEMECANIQUE

ARRANQUE DIRECTO (1 SENTIDO DE MARCHA)



Categoría : AC3

Corriente máxima de operación : 40 Amp

Potencia del motor que puede soportar : 10 HP

Ensacadora, Elevador No 1, Zaranda, Molino de Rodillo 1, Molino de Rodillo 2

Las características del contactor serán :

Tipo : LC1 - D3210M7

Marca : Telemecanique

Categoría : AC3

Corriente máxima de operación : 32 Amp

Potencia del motor que puede soportar : 7.5 HP

Filtro 1, Filtro 2, Alimentador, Válvula Rotativa 1, Válvula Rotativa 2, Válvula Automática.

Las características del contactor serán :

Tipo : LC1 - D2510M7

Marca : Telemecanique

Categoría : AC3

Corriente máxima de operación : 25 Amp

Potencia del motor que puede soportar : 5 HP

CAPÍTULO IX SISTEMA DE COMPENSACIÓN DE ENERGÍA REACTIVA

Como en este caso la mayor parte de la carga está compuesta por motores, los cuales requieren de energía reactiva, indispensables para su funcionamiento, ésta será proporcionada por un banco de condensadores.

La finalidad de que se instalen condensadores de corrección del factor de potencia es que se puede reducir la intensidad en el sistema de distribución y rebajar así los costos de la energía.

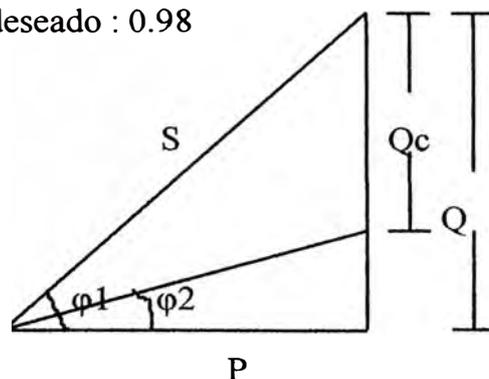
Los condensadores se instalarán en el mismo tablero de llegada y así se optimizará parte de la instalación ya que la corriente reactiva no se transportará por la línea principal de distribución.

Cálculo para determinar la potencia de los Condensadores

Potencia Activa Total : Suma de todas las potencias de los motores en KW

Factor de potencia actual : 0.80

Factor de potencia deseado : 0.98



$$P = 186.5 \text{ KW}$$

$$Q_c = P \cdot (\tan \phi_1 - \tan \phi_2)$$

Como :

$$\cos \phi_1 = 0.80 \text{ entonces } \tan \phi_1 = 0.75$$

$$\cos \phi_2 = 0.98 \text{ entonces } \tan \phi_2 = 0.203$$

Reemplazando en la expresión anterior

$$Q_c = 186.5 \times (0.75 - 0.203)$$

$$Q_c = 102 \text{ KVAR}$$

Adecuando a lo que existe comercialmente se usara 3 condensadores de 30 KVAR y uno de 10 KVAR ,lo cual hace un total de 100 KVAR.

Aumento de la capacidad del sistema

Cuando se conecten condensadores en los terminales de la carga inductiva (motores eléctricos), estos suministrarán toda o la mayor parte de la energía reactiva requerida por la carga. Esto trae por resultado una disminución en la corriente del sistema, permitiendo conectar carga adicional sin necesidad de incrementar el tamaño de los transformadores, los conductores y el sistema de distribución en general.

El porcentaje de incremento en la capacidad de un sistema que resulta de una corrección del factor de potencia es:

$$\% \text{ incremento de la capacidad del sistema} = 100 \times (1 - P_{fo} / P_f)$$

Donde :

P_{fo} : Factor de potencia original 0.80

P_f : Factor de potencia final después de la corrección 0.98

Entonces

$$\% \text{ incremento de la capacidad del sistema} = 100 \times (1 - 0.80 / 0.98)$$

$$\% \text{ incremento de la capacidad del sistema} = 18.36 \%$$

Reducción de las pérdidas en los conductores

Otro beneficio adicional que resulta de un incremento del factor de potencia es la reducción de las pérdidas en los conductores. Dado que las pérdidas en los conductores son proporcionales al cuadrado de la corriente y esta es proporcional al factor de potencia, un incremento en el factor de potencia generará una reducción de las pérdidas en los conductores.

$$\% \text{ reducción de pérdidas} = 100 \times [1 - (P_{fo} / P_f)^2]$$

$$\% \text{ reducción de pérdidas} = 100 \times [1 - (0.80 / 0.98)^2]$$

$$\% \text{ reducción de pérdidas} = 33.36\%$$

Características de los Condensadores

Tecnologías utilizadas

- Condensadores de tipo seco (sin impregnante) autocicatrizante compatible con todos los ambientes.
- Composición del dieléctrico : Polipropileno metalizado.

Capacidad

La capacidad del condensador esta comprendida entre 0.95 y 1.10 veces la capacidad nominal. La variación de la capacidad es inferior al 4% entre las temperaturas - 25 °C a + 50 °C

Sobrecargas admisibles

- Clase de aislamiento : 0.6 KV

- Límite a 60 Hz 1 minuto : 3 KV
- Límite a la onda de choque 1 - 2/50 μ s : 15 KV
- Sobretensiones de trabajo durante largos períodos : 10 %
- Sobretensiones de corta duración (15 minutos) : 20 %
- Sobretensiones debidas a los armónicos : 30 %

Factor de pérdidas

El factor de pérdidas varia de 0.2×10^{-3} a 0.3×10^{-3} según la potencia. Este valor corresponde a una potencia disipada , alrededor de 0.4 W por KVAR , incluyendo las pérdidas de las resistencias de descarga , integradas en el condensador.

Temperatura de funcionamiento

El condensador esta concebido para funcionar entre -25°C a $+50^{\circ}\text{C}$ y dentro de las condiciones siguientes:

- Temperatura máxima : 50°C
- Temperatura media en 24 horas : 40°C
- Temperatura media anual : 30°C

Grado de protección

Condensador con tapa metálica IP 54

Características Eléctricas

3 Condensadores

Potencia : 30 KVAR

Voltaje : 230 Voltios

Amperaje : 75.3 Amp

Frecuencia : 60 HZ

1 Condensador

Potencia : 10 KVAR

Voltaje : 230 Voltios

Amperaje : 25.1 Amp

Frecuencia : 60 Hz

Cables a utilizar

Para el condensador de 30 KVAR

Inominal : 75.3 Amp

Según recomendación del fabricante la corriente nominal debe multiplicarse por 1.5 entonces :

$$I = 1.5 \times 75.3 = 112.95 \text{ Amp}$$

El cable que correspondería sería el THW de 35 mm²

Para el condensador de 10 KVAR

Inominal : 25.1 Amp

$$I = 1.5 \times 25.1 = 37.65 \text{ Amp}$$

El cable que correspondería sería el THW de 6 mm²

Elección del interruptor

Se escogerá un interruptor con protección magnética. Según el fabricante el calibre de la protección deberá ser 1.4 veces la corriente nominal .

Para el condensador de 30 KVAR

$$I = 1.4 \times 75.3 = 105.4 \text{ Amp}$$

El interruptor será un NS160 MA , Merlin Gerin regulado a 125 Amp

Para el condensador de 10 KVAR

$$I = 1.4 \times 25.1 = 35.14 \text{ Amp}$$

El interruptor será un NS80 MA , Merlin Gerin regulado a 40 Amp

Contactor a utilizar

Para disminuir el efecto de la corriente de cierre, se conecta una resistencia en paralelo con cada polo principal y en serie con un contactor de precierre. Esta asociación permite limitar la corriente de cierre.

Los contactores tipo LC1 D.K están fabricados especialmente para este uso y poseen sus resistencias de preinserción de origen.

Para el condensador de 30 KVAR correspondería según el fabricante, el tipo de contactor será LC1 -DWK 12 M7

Para el condensador de 10 KVAR correspondería según el fabricante, el tipo de contactor será LC1 -DLK 11 M7

Debido a que en la unidad, el proceso es continuo y no existiendo una variación de carga considerable, los condensadores se conectaran después de que el último motor del circuito este operando, esto nos evitará que los condensadores sufran las distorsiones eléctricas producidas en el período de arranque de motores.

CAPÍTULO X SISTEMA DE CONTROL

En esta sección se realizará el circuito de control que requiere esta planta para que cumpla con el proceso de molienda requerido.

El proceso comienza con el depósito del mineral en la plataforma de alimentación, en la cual un alimentador, hará que ingrese el mineral hacia la chancadora o molino de martillo dependiendo del tipo de mineral a moler, el ciclo de trabajo del alimentador dependerá del tipo de material a moler. Luego, pasará el material hacia el elevador No 1 en donde se transportará el mineral hasta una zaranda, esta seleccionará el tamaño del mineral dejando pasar el mineral de menor tamaño hacia el molino, los demás irán hacia los molinos de rodillos donde serán triturados para luego ser enviados nuevamente hacia el elevador No 1. En caso de que el elevador No 1 se detuviere por algún motivo el alimentador tendría que dejar de alimentar con la finalidad de evitar atoros en la parte baja del elevador.

El mineral que ingresa al molino de bolas será transportado hacia su descarga donde será llevado por el elevador No 2 hacia el clasificador, donde por medio del uso de aire proporcionado por el absorbente el mineral molido será separado, el mineral más fino irá hacia la tolva de almacenamiento y el material que este grueso regresará al molino. En caso de que el clasificador pare por algún motivo el variador que gobierna este motor debe de desconectar al arrancador del absorbente,

si no se detuviese al absorbente, éste seguiría trasladando material a la tolva de deposito contaminando el material que se ha producido anteriormente.

El sistema de filtros, es para evitar que el polvo salga hacia el ambiente, el cual trabajará en forma cíclica, es decir, la válvula automática cerrara una compuerta mientras la otra queda abierta con la finalidad de cerrar el flujo de aire que ingresa a un filtro ya que este comenzará a vibrar para que las partículas atrapadas en su superficie se desprendan y así evitar que se saturen de polvo los filtros. Luego sucederá lo mismo con el otro filtro cuando la válvula automática cambie de posición. Las válvulas rotativas tienen por finalidad que el mineral que llegue hacia ello ingrese en forma constante. El ciclo de trabajo será de 20 minutos con un intervalo de vibración de 3 minutos por cada filtro en forma intermitente y cambio de sistema de filtro cada 10 minutos.

El material se depositará en la tolva de almacenamiento, donde luego será colocado en bolsa por intermedio de la ensacadora.

Para realizar el ciclo de trabajo del alimentador se recurrirá a un micro PLC en el cual tendrá la ventaja de variar los tiempos de alimentación dependiendo del material a moler.

También se usará el mismo micro PLC del circuito de alimentación en el circuito que comprende el sacudido de los filtros y control de la válvula automática.

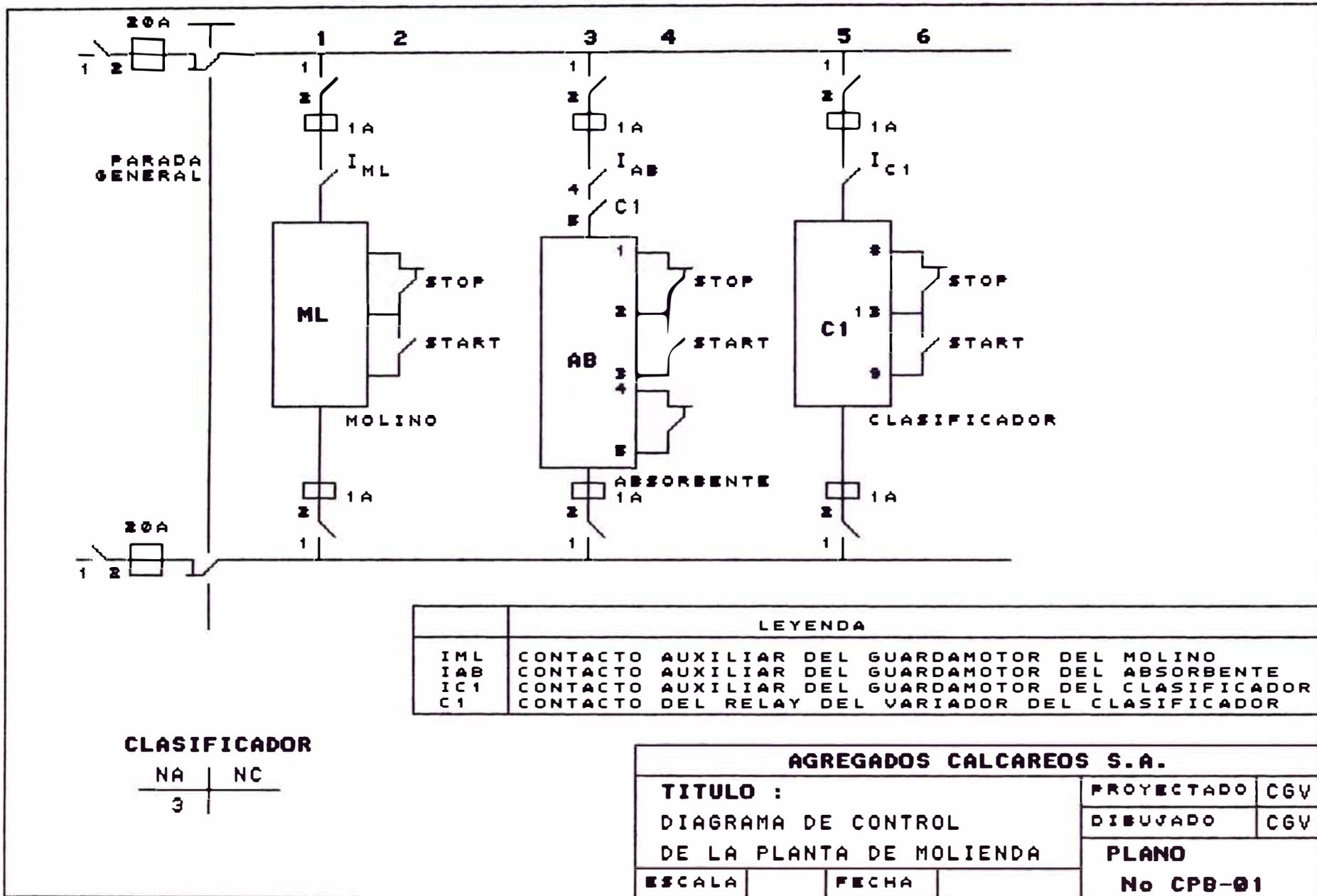
Debido a que tiene capacidad para procesar estas dos secuencias. El esquema de conexiones se simplificara debido a que en el micro PLC la realizara mediante las conexiones lógicas. Esto supone menores costos de montaje y cableado y sobretodo de ahorro de tiempo considerable.

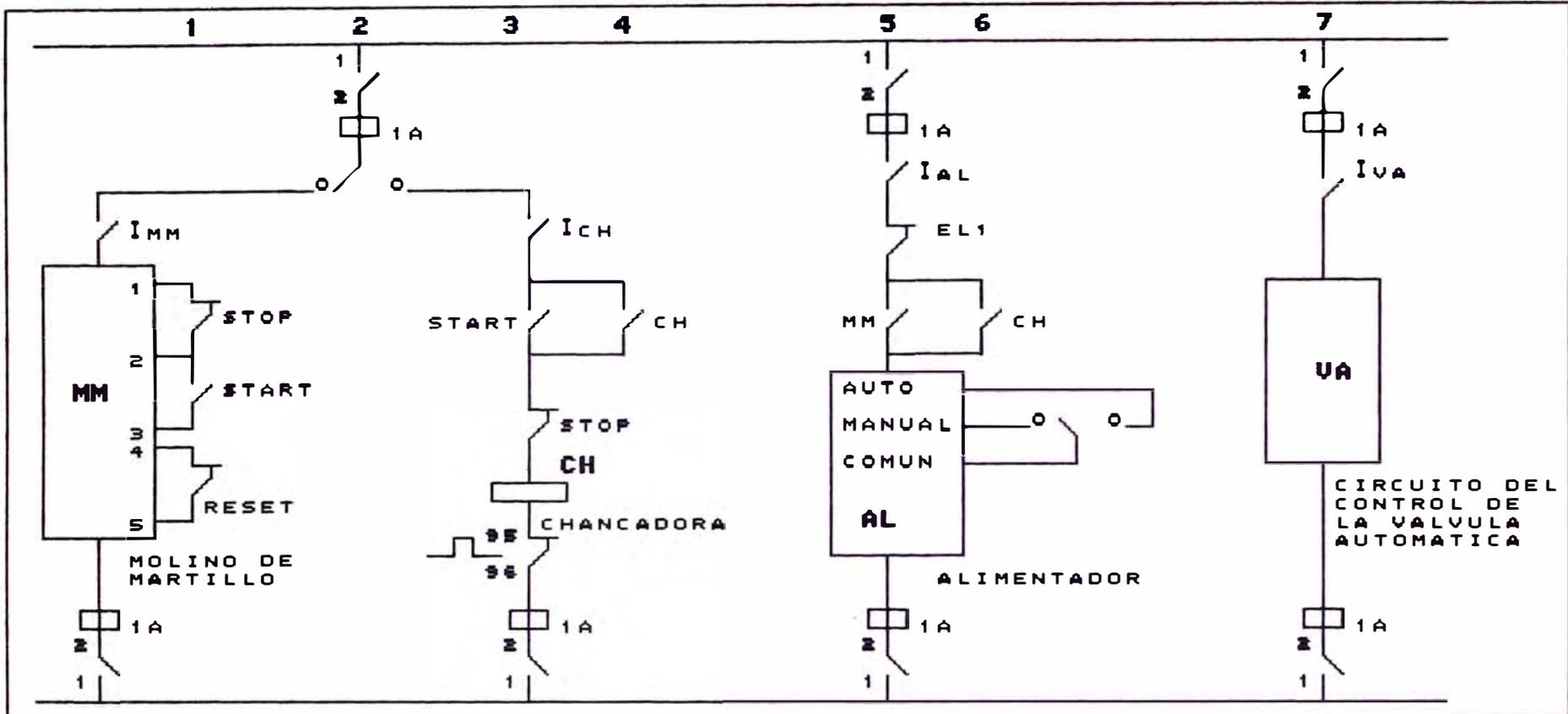
El sistema de control general tendrá un sistema de parada de emergencia que enclavará a toda la línea de control.

Con la finalidad de asegurar la seguridad del sistema se agregará un contacto normalmente abierto en todos los interruptores, con la finalidad de evitar que cuando el interruptor este en posición de apagado sea accionado el sistema de arranque desde la botonera de mando del tablero de control.

Se colocaran fusibles de protección de 1 Amp para cada uno de los sistemas de mando que gobiernan los arrancadores.

Se efectuará el cableado de control de acuerdo a los siguientes planos:





LEYENDA	
IMM	CONTACTO AUXILIAR DEL GUARDAMOTOR MOL. MARTILLO
ICH	CONTACTO AUXILIAR DEL GUARDAMOTOR CHANCADORA
IAL	CONTACTO AUXILIAR DEL GUARDAMOTOR ALIMENTADOR
IVA	CONTACTO AUXILIAR DEL GUARDAMOTOR DEL VAL. AUTO.
EL1	CONTACTO ENCLAVAMIENTO CON EL ELEVADOR 1

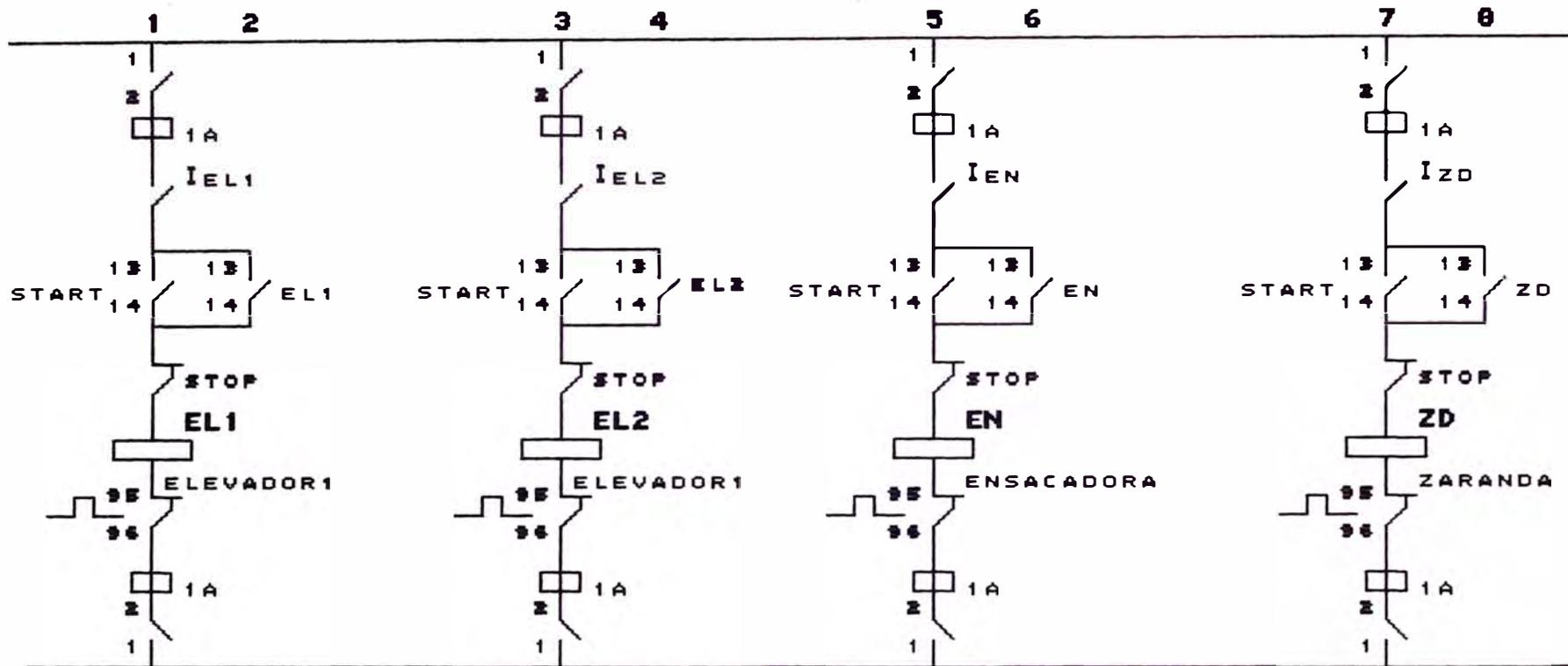
MOL. MARTILLO

NA	NC
5	

CHANCADORA

NA	NC
4	6

AGREGADOS CALCAREOS S.A.			
TITULO :		PROYECTADO	CGV
DIAGRAMA DE CONTROL DE LA PLANTA DE MOLIENDA		DIBUJADO	CGV
CONTINUACION 1		PLANO	
ESCALA	FECHA	No CPB-02	



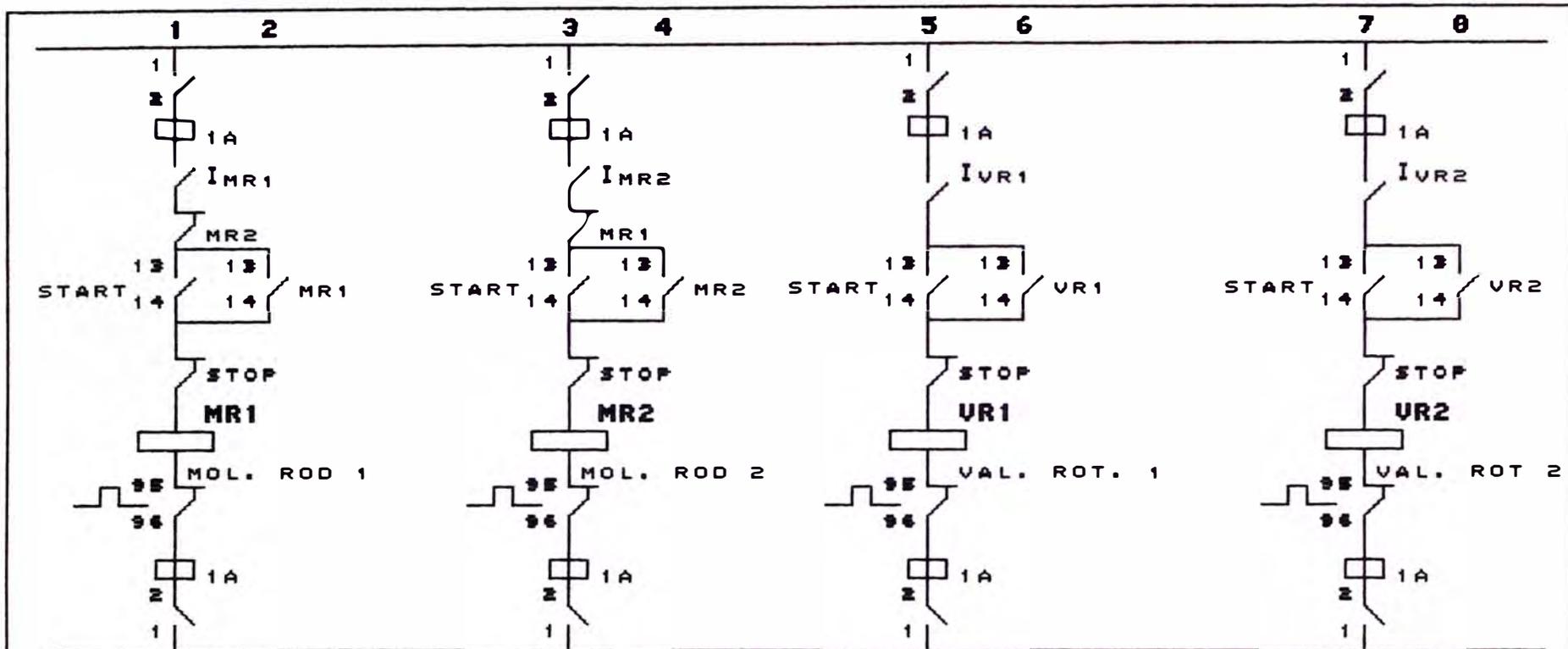
LEYENDA			
IEL1	CONTACTO AUXILIAR DEL GUARDAMOTOR	ELEVADOR 1	
IEL2	CONTACTO AUXILIAR DEL GUARDAMOTOR	ELEVADOR 2	
IEN	CONTACTO AUXILIAR DEL GUARDAMOTOR	ENSACADORA	
IZD	CONTACTO AUXILIAR DEL GUARDAMOTOR	ZARANDA	

ELEVADOR 1	
NA	NC
2	

ELEVADOR 2	
NA	NC
4	

ZARANDA	
NA	NC
8	

AGREGADOS CALCAREOS S.A.			
TITULO : DIAGRAMA DE CONTROL DE LA PLANTA DE MOLIENDA CONTINUACION 2		PROYECTADO	CGV
		DIBUJADO	CGV
ESCALA FECHA		PLANO No CPB-03	



MOL ROD 1

NA	NC
2	3

VAL ROT 1

NA	NC
6	

MOL ROD 2

NA	NC
4	1

VAL ROT 2

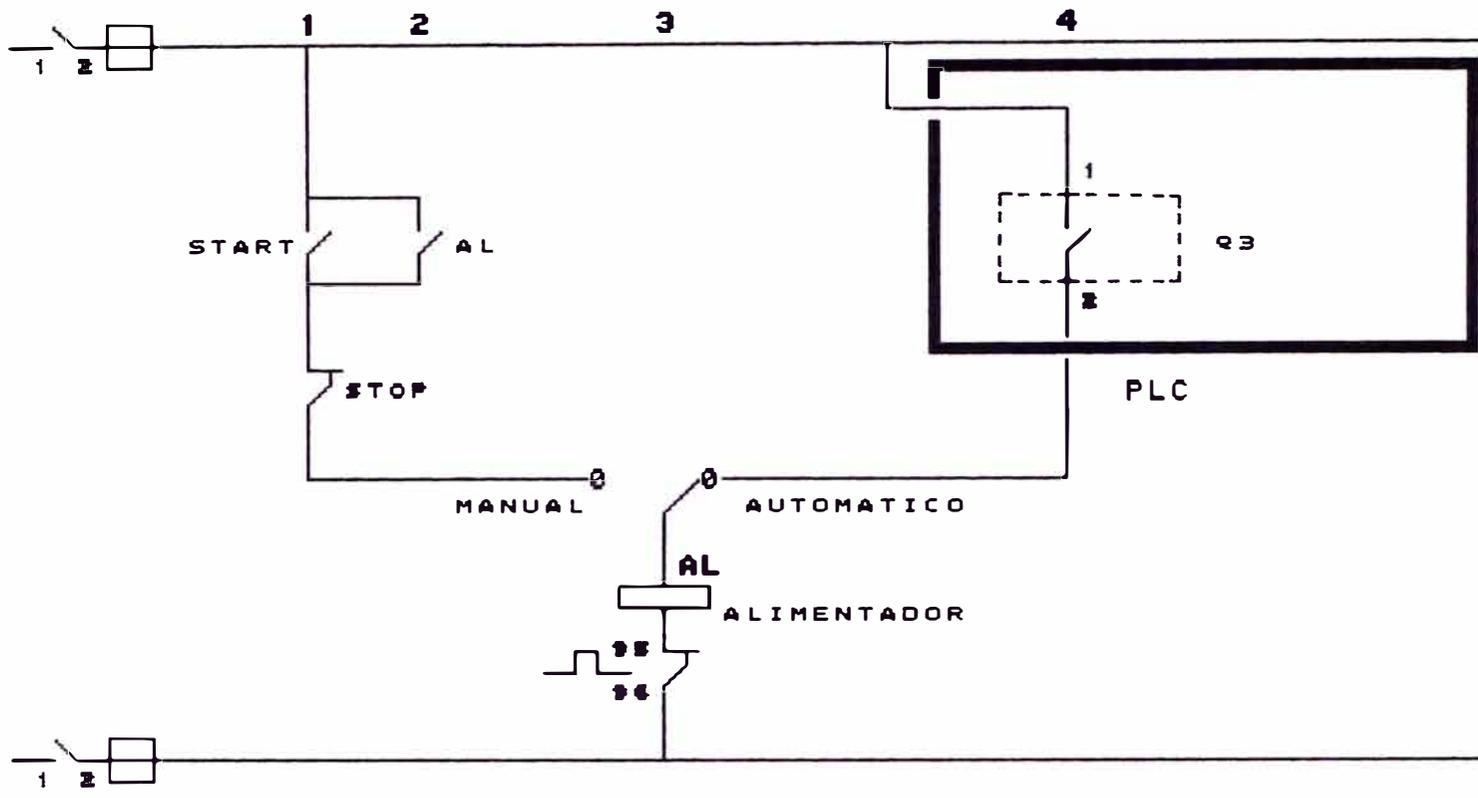
NA	NC
8	

LEYENDA

IMR1	CONTACTO AUXILIAR DEL GUARDAMOTOR	MOL. ROD. 1
IMR2	CONTACTO AUXILIAR DEL GUARDAMOTOR	MOL. ROD. 2
IVR1	CONTACTO AUXILIAR DEL GUARDAMOTOR	VAL. ROT. 1
IVR2	CONTACTO AUXILIAR DEL GUARDAMOTOR	VAL. ROT. 2
MR1	CONTACTO DE ENCLAVAMIENTO DEL MOL.	ROD. 1
MR2	CONTACTO DE ENCLAVAMIENTO DEL MOL.	ROD. 2

AGREGADOS CALCAREOS S.A.

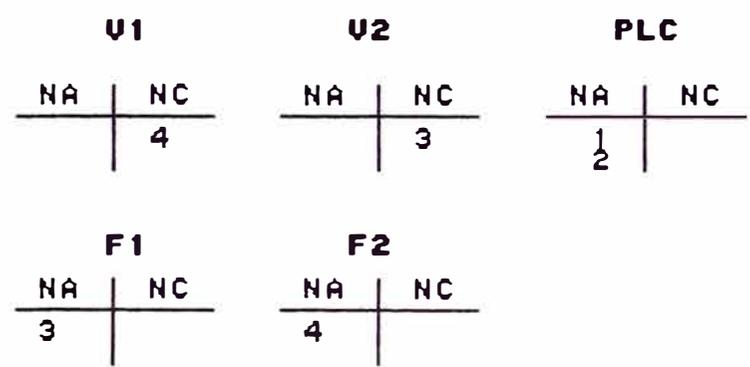
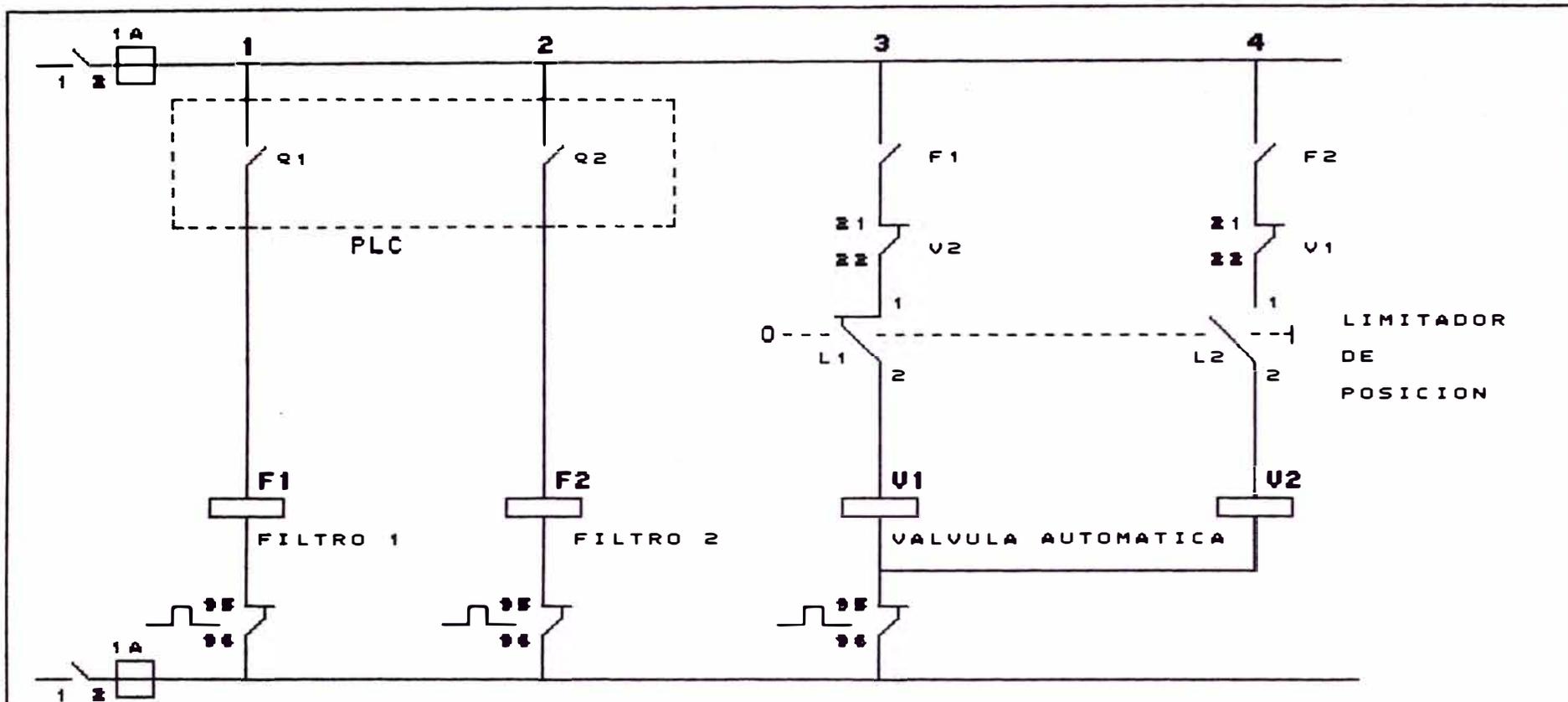
TITULO : DIAGRAMA DE CONTROL DE LA PLANTA DE MOLIENDA CONTINUACION 3	PROYECTADO	CGV
	DIBUJADO	CGV
PLANO		
ESCALA	FECHA	No CPB-04



ALIMENTADOR

NA	NC
	2

AGREGADOS CALCAREOS S.A.			
TITULO : CIRCUITO DE CONTROL DEL ALIMENTADOR DE LA PLANTA DE MOLIENDA		PROYECTADO	CGV
		DIBUJADO	CGV
ESCALA		PLANO	
		No CPB-05	
FECHA			



LEYENDA	
V1	VALVULA GIRO A LA DERECHA
V2	VALVULA GIRO A LA IZQUIERDA
F1, F2	FILTROS
L1, L2	LIMITADORES DE POSICION
Q1, Q2	CONTACTOS DE SALIDA DEL PLC

AGREGADOS CALCAREOS S.A.			
TITULO : CIRCUITO DE CONTROL DE LA VALVULA AUTOMATICA		PROYECTADO	CGV
		DIBUJADO	CGV
ESCALA		PLANO	
		No CPB-06	
FECHA			

10.1 Descripción de parámetros para la programación del micro PLC

El programa se realiza en forma similar a como se desarrolla un diagrama eléctrico. Una vez determinado el diagrama, se procede a ingresar esta secuencia en el micro PLC.

A continuación se describe cada uno de los parámetros utilizados en el programa:

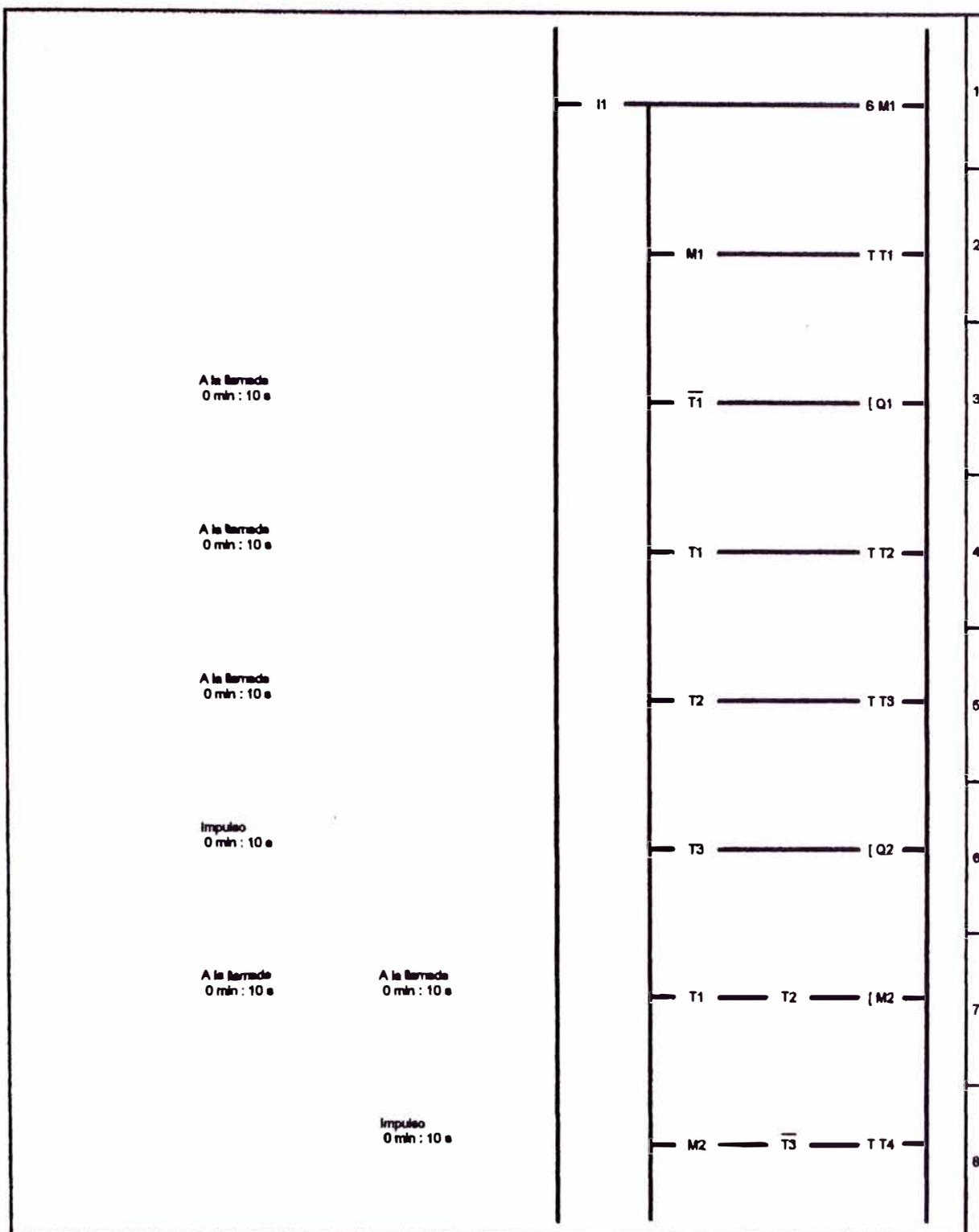
I1, I2: Son los contactos de entrada 1 y 2 respectivamente, con estos contactos servirán para el arranque o parada de proceso.

M1, M2, M3: Son los contactos auxiliares, que sirven para realizar los enclavamientos respectivos.

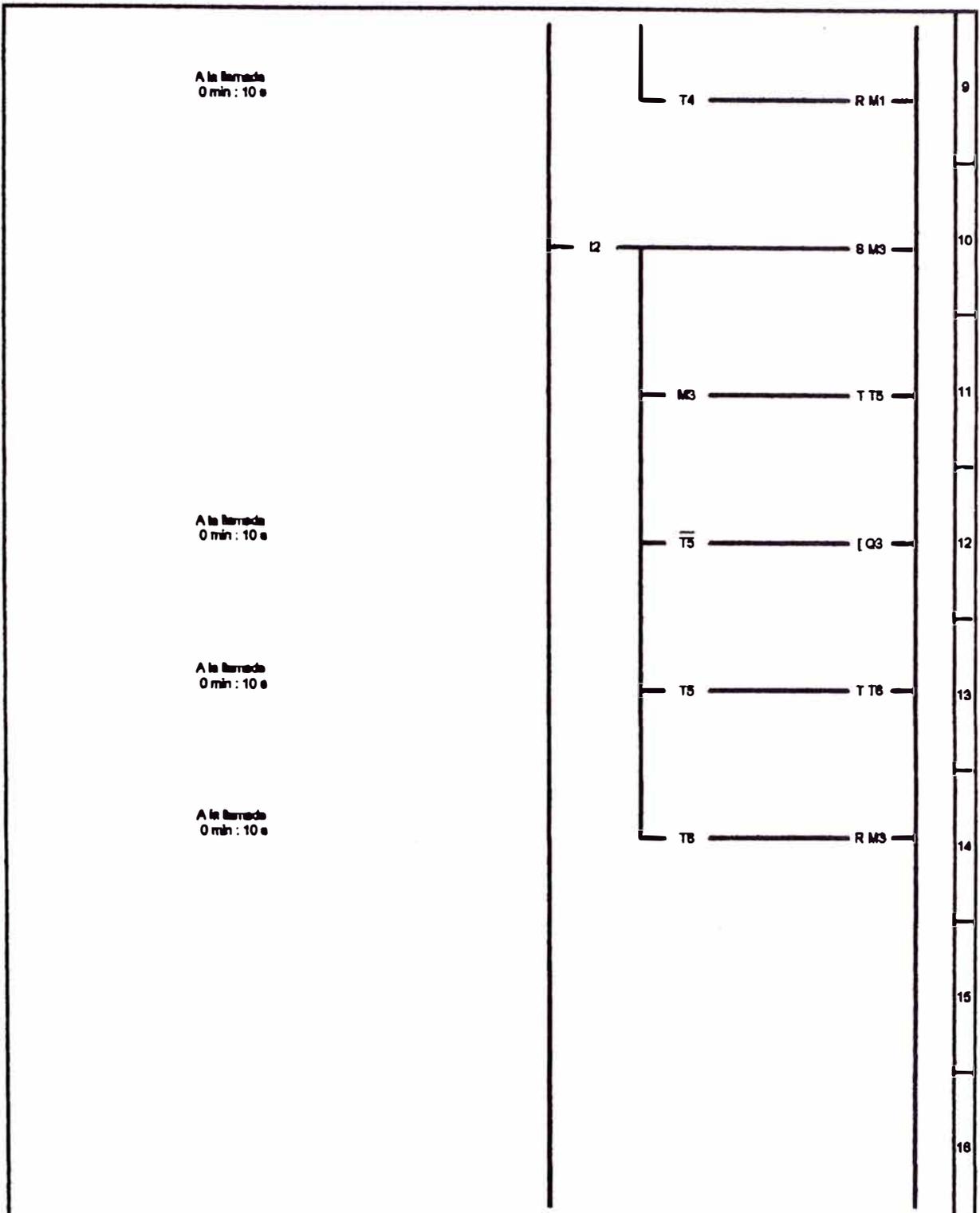
T1, T2, T3, T4, T5, T6: Contacto de relay temporizado, con estos tiempos se crea el proceso cíclico que se necesita para el funcionamiento del proceso.

Q1, Q2, Q3: Contacto de relay de salida del PLC, son los contactos por los cuales se controlaran las bobinas de los contactores, para que actúen de acuerdo a lo programado.

A continuación se presenta la secuencia utilizada para este proceso.



Fecha		Cliente COMACSA schema de Cliente VAL. AUTO. Y ALIM.	Nr. de Pedido
Autor	CGV		Nr. de Fábrica
Comprob.			Nr. de Esquema
		Autor	
		Hoja 1	
		Desde la Hoja 2	



A la Barrada
0 min : 10 e

Fecha		Cliente COMACSA esquema de Cliente VAL. AUTO. Y ALIM.	Nr. de Pedido
Autor	CGV		Nr. de Fábrica
Comprob.			Nr. de Esquema
		Autor Hoja 2 Desde la Hoja 2	

CAPÍTULO XI PRESUPUESTO

SUBESTACIÓN

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	P.U. \$	Parcial \$
1	Planchas de fe. 1/8"x4'x8'	pz	20	11.19	223.89
2	Angulo de fe. de 1/4" x 1 1/2" x 1 1/2" x 20'	pz	30	9.32	279.69
4	Angulo de fe. 1/4"x2"x2"x20'	pz	6	11.43	68.57
5	Seccionador de Potencia 12KV	pz	2	1411.16	2822.31
6	Aisladores portabarra de 12 KV	pz	21	25.65	538.62
7	Fusible de 40 Amp , 10 KV	pz	6	48.86	293.14
8	Fusible de 63 Amp , 12 KV	pz	3	55.50	166.50
9	Bases portafusible Unipolar de 12 KV 200 A	pz	3	136.80	410.40
10	Transformador Trifásico de 400 KVA, 10/0.23 KV	unid.	1	5590.07	5590.07
11	Cabeza Terminal de 15 KV para cable de 35 mm ²	pz	2	357.14	714.29
12	Barras de cobre electrolítico de 40 x 5 mm	mts	22	6.74	148.34
13	Barras de cobre electrolítico de 40 x 10 mm	mts	10	13.49	134.86
14	Barras de cobre electrolítico de 60 x 10 mm	mts	5	20.23	101.14
15	Varilla de cobre 0.013 m (d) x 2.5 m (l)	pz	1	5.30	5.30
16	Conector de bronce para varilla de 0.013 a 0.025 m(d)	pz	2	1.06	2.13
17	Sal Industrial a granel	bolsa	2	4.00	8.00
18	Cable NKY 3 x 35 mm ²	mts	60	19.87	1192.29
19	Ferretería, pernos				57.14
20	Cemento, piedra, arena				165.53

Subtotal 12922.20

MOTORES ELÉCTRICOS

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	P.U. \$	Parcial \$
1	Motor de 100 HP - 890RPM	pz	1	10256.80	10256.80
2	Motor de 60 HP - 1770RPM	pz	1	2936.00	2936.00
3	Motor de 25 HP - 1760RPM	pz	1	1074.40	1074.40
4	Motor de 25 HP - 3525RPM	pz	1	1055.20	1055.20
5	Motor de 10 HP - 1760RPM	pz	1	576.80	576.80
6	Motor de 6 HP - 1160RPM	pz	1	447.20	447.20
7	Motor de 4HP - 1730RPM	pz	3	315.20	945.60
8	Motor de 3 HP - 860 RPM	pz	1	505.60	505.60
9	Motor de 1 HP - 1730 RPM	pz	6	98.92	593.52
Subtotal					18391.12

CABLES

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	P.U. \$	Parcial \$
1	Cable NYY de 3x1x300mm ²	m	60	27.523	1651.38
2	Cable NYY de 3x1x120mm ²	m	50	13.460	673.00
3	Cable THW de 95 mm ²	m	100	3.408	340.80
4	Cable THW de 35 mm ²	m	350	1.710	598.50
5	Cable THW de 10 mm ²	m	150	0.712	106.80
6	Cable THW de 6 mm ²	m	150	0.304	45.60
7	Cable THW de 4 mm ²	m	250	0.207	51.75
8	Cable THW de 2.5 mm ²	m	700	0.143	100.10
Subtotal					3567.93

INTERRUPTOR TERMO MAGNÉTICO Y GUARMOTORES

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	P.U. \$	Parcial \$
1	Tipo C1001	pz	1	1738.43	1738.43
2	NS400N-ME	pz	1	662.50	662.50
3	NS250N-ME	pz	2	516.17	1032.34
4	NS100N-ME	pz	2	251.31	502.62
5	GV3-M40	pz	1	194.69	194.69
6	GV2-P21	pz	1	127.67	127.67
7	GV2-P16	pz	5	113.39	566.95
8	GV2-P08	pz	6	98.32	589.92
9	NS160MA	pz	1	338.89	338.89
10	NS80MA	pz	1	165.28	165.28
Subtotal					5919.29

ARRANCADORES

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	P.U. \$	Parcial \$
1	Autotransformador		1	10624.80	10624.80
2	Electrónico de 60 HP		1	2000.00	2000.00
3	Electrónico de 25 HP		2	1200.00	2400.00
4	Variador de velocidad 25HP		1	3000.00	3000.00
Subtotal					18024.80

CONTACTORES

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	P.U. \$	Parcial \$
1	LC1D4011M7	pz	2	51.13	102.26
2	LC1D3210M7	pz	5	37.83	189.15
3	LC1D2510M7	pz	7	23.99	167.93
4	LC1DWK12M7	pz	3	149.31	447.93
4	LC1DLK11M7	pz	1	75.52	75.52
Subtotal					982.79

CONDENSADORES

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	P.U. \$	Parcial \$
1	De 30 KVAR 240 Voltios	pz	3	264.23	792.69
2	De 10 KVAR 240 Voltios	pz	1	120.00	120.00
Subtotal					912.69

OTROS MATERIALES

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	P.U. \$	Parcial \$
1	Micro PLC	pz	1	130.00	130.00
2	Botoneras XB2-BA31	pz	17	4.00	68.00
3	Botoneras XB2-BA41	pz	17	4.00	68.00
4	Selector de 3 posiciones	pz	3	11.20	33.60
5	Tubo conduit de 1/2"	m	50	1.48	74.00
6	Tubo conduit de 3/4"	m	35	2.00	70.00
7	Tubo conduit de 1"	m	40	3.04	121.60
8	Tubo conduit de 2"	m	20	7.52	150.40
9	Conector recto de 1/2"	pz	24	0.88	21.12
10	Conector recto de 3/4"	pz	16	1.20	19.20
11	Conector recto de 1"	pz	4	2.00	8.00
12	Conector recto de 2"	pz	4	6.00	24.00
8	Tubo conduit de 2"	m	20	7.52	150.40
9	Canaleta plástica 0.1x0.075x2 m	pz	15	21.30	319.50
10	Canaleta plástica 0.04x0.04x2 m	pz	10	5.02	50.20
11	Aislador portabarra de 1.5KV	pz	6	23.60	141.60
12	Interruptor de posición	pz	2	90.10	180.20
13	Seccionador Fusible de 1Amp	pz	34	4.38	148.92
14	Fusible de 1Amp tipo cartucho	pz	34	1.20	40.80
15	Seccionador Fusible 1000 Amp	pz	1	630.00	630.00
16	Fusible de 1000 Amp	pz	3	98.52	295.56
17	Tubos de PVC-SAP de 1"	pz	25	1.45	36.25
18	Tubos de PVC-SAP de 2"	pz	20	2.48	49.60
16	Tubos de PVC-SAP de 2 1/2"	pz	15	4.50	67.50
17	Tubos de PVC-SAP de 1/2"	pz	15	0.83	12.45
18	Ferretería				362.30
Subtotal					3273.20

MATERIAL PARA LA FABRICACIÓN DEL TABLERO DE
DISTRIBUCIÓN

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	P.U. \$	Parcial \$
1	Planchas de fe. de 1/16" x 4' x 8'	pz	12	10.52	126.24
2	Angulo de fe. de 3/16" x 1 1/2" x 1 1/2" x 20'	pz	15	7.38	110.70
4	Angulo de fe. de 1/4" x 2" x 2" x 20'	pz	4	10.53	42.12
Subtotal					279.06

Transporte de Materiales	265
Equipo, Herramientas y otros	348.46
Mano de Obra	4581.3

TOTAL DEL PRESUPUESTO

\$ 69467.88

CONCLUSIONES

- Debe recordarse que la instalación eléctrica es como una cadena que es tan fuerte como su eslabón más débil, por lo que debe realizarse una buena aplicación de los materiales, dispositivos y equipos.
- Las obras se realizan por un grupo de gente especializada, por lo que siempre debe trabajarse en equipo.
- Concluida el tendido de las redes y los montajes, se procede a una inspección visual, reajuste de pernos y verificación de sujeciones mecánicas antes de proceder a realizar las pruebas eléctricas de continuidad, secuencia de fases y tensión.
- Aunque los equipos electrónicos como los arrancadores electrónicos y variadores de velocidad nos proporcionan ventajas, estos también presentan inconvenientes, como la generación de armónicos, con la consecuencia de los problemas que generan este tipo de distorsiones en la red eléctrica, por lo cual se tendrá que tener presente ya que actualmente esta vigente la norma sobre Calidad de Energía.
- En consecuencia es necesario incrementar esfuerzos para obtener un mayor conocimiento de los materiales, revisar periódicamente partes del procedimiento de trabajo e instruir y actualizar al personal, con la finalidad de optimizar los recursos disponibles y lograr una instalación más acorde a nuestra realidad.

ANEXO A

**CIA. MINERA AGREGADOS
CALCAREOS S.A.**



- Presentación
- Proceso Operativo
- Productos
- Consultas Online
- Contáctenos
- E-Mail
- Home

Objetivo
Historia
Actualidad
Infraestructura



50 Años produciendo Materias Primas de Ca

Objetivos

El objetivo social de la empresa es el desarrollo integral de la actividad minera no metálica, que consiste en la prospección, extracción, beneficio y comercialización de minerales no metálicos.

Historia

Cia. Minera **AGREGADOS CALCAREOS S.A.**, se constituye el 10 de Mayo de 1948. A lo largo de sus 50 años de existencia desarrolla tecnología de punta. Diseña y construye unidades completas de producción poniéndose a la vanguardia de su sector en la región. En la fase inicial de su existencia sustituye con materias primas de su producción la que importaban industrias

nacionales, y en la fase subsiguiente, que se da a partir del año 1974, logra convertirse en proveedor de materias primas de múltiples industrias en Chile, Ecuador, Colombia, Bolivia, Panamá, Costa Rica y Argentina.

Actualidad

En la actualidad, además de atender a los sectores manufacturero, minero de construcción del país y agrícola, exporta el 25 % de su producción.

En adición a las materias primas de origen mineral no metálico, la empresa produce el acreditado cemento blanco "Huascarán", el mismo que exporta a países vecinos compitiendo gracias a su calidad, con cementos blancos de países como Japón, Alemania, México y Argentina.

El desarrollo sostenido de la empresa le ha permitido diversificarse y ampliar su producción, teniendo en la actualidad una capacidad instalada de producción de 25,000 toneladas métricas al mes.

Infraestructura

La empresa cuenta con tres plantas de beneficios de minerales con área total de 107,000 m², todas equipadas con laboratorios que le permite ejercer un eficiente control de calidad en sus productos para satisfacer a plenitud las necesidades de sus clientes, lo que le ha valido obtener varios premios a la eficiencia.



- [Presentación](#)
- [Proceso Operativo](#)
- [Productos](#)
- [Consultas Online](#)
- [Contáctenos](#)
- [E-Mail](#)
- [Home](#)

Extracción
Control de
Calidad
Distribución



Producimos Ecológicamente

Extracción

Los minerales son extraídos de las canteras y minas de Cía. MINERA AGREGADOS CALCAREOS S.A., ubicadas en el Norte, Centro y Sur del Perú, estos minerales ya seleccionados son trasladados a las diferentes plantas.

El mineral pasa por un proceso de control antes de su almacenamiento en canchas.

Los minerales son beneficiados a distintas especificaciones granulométricas.

Control de Calidad

El Departamento de Control de Calidad de Cía MINERA

AGREGADOS CALCAREOS S.A, verifica que se cumplan los rangos de la especificación para los diferentes productos que procesa.

Los productos que tienen V°B° de Control de Calidad, pasan al Almacén de productos terminados, para su respectiva distribución.

Distribución

Adicionalmente Cía. MINERA AGREGADOS CALCAREOS S.A. ofrece el servicio de distribución de los productos en la ciudad de Lima, a través de su flota de camiones que pueden trasladar 5 toneladas, 10 toneladas, y hasta 30 toneladas. Cumpliendo con eficiencia y prontitud los pedidos de sus clientes. Asimismo Cía MINERA AGREGADOS CALCAREOS exporta buena parte de su producción a países de Latinoamérica.

[Presentación](#) | [Proceso Operativo](#) | [Consultas Online](#) | [E-mail](#) | [Contáctenos](#)
[Productos](#) | [Cal/Cal Hidráulica](#) | [Cemento Blanco](#) | [Barbotinas y Pastas Cerámicas](#)
[Home Page](#)

Página diseñada y alojada por
©1996-1998 [HYS Computer CPI](#) Lima, Perú

ANEXO B

TABLAS DE IMPEDANCIAS TÍPICAS DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS

Table 4.1

Typical Reactance Values for Synchronous Machines Per Unit Values on Machine kVA Rating*

	X ^o	X [']
**Turbine Generators		
2 pole	.09	.15
4 pole	.15	.23
**Salient Pole Generators with damper windings		
12 poles or less	.16	.33
14 poles or more	.21	.33
Synchronous Motors		
6 pole	.15	.33
8-14 pole	.20	.30
**Synchronous Condensers	.24	.37
**Synchronous Converters		
600 volts direct current	.20	—
250 volts direct current	.33	—

*Use manufacturer's specified values if available.
 **X^o not normally used in short-circuit calculations.

Note: Synchronous motor kVA bases can be found from motor horsepower ratings as follows:
 .8 pf motor — kVA base = hp rating
 1.0 pf motor — kVA base = 0.8 x hp rating

Table 4.2

Typical Reactances of Induction Motors Per Unit Values on Machine kVA Base (horsepower rating)

	X ^o	X [']
Above 600 volts	.17	—
600 volts and below	.25*	—

The value of X^o for motors 600 volts and below has been increased slightly to compensate for the very rapid short-circuit current decrease in these small motors.

Table 4.3

Typical Reactances of Transformers Per Unit Reactance on Transformer kVA Rating*

Primary Voltage Rating	Bank kVA (Three-Phase or 3 Single-Phase)		
	25-100	100-500	Above-500
2400/4160 volts	(.015 — .018)	.050	.055
11.8 kV	(.015 — .025)	.050	.055
46 kV	—	.060	.065
69 kV	—	.065	.070

*Use manufacturer's specified values if available.

Table 4.4

Representative Conductor Spacings for Overhead Lines

System Nominal Voltage	Equivalent Delta Spacing in inches
120	12
240	12
480	18
600	18
2,400	30
4,160	30
6,900	36
13,800	42
23,000	48
34,500	54
69,000	96
115,000	204

Note: When conductors are not arranged in a delta, the following formula may be used to determine the equivalent delta:

$$d = \sqrt{A \times B \times C} \quad (4.7)$$

When the conductors are located in one plane and the outside conductors are equally spaced from the middle conductor, the equivalent spacing is 1.26 times the distance between the middle conductor and an outside conductor, for example:

$$\begin{aligned} \text{Equivalent delta spacing} &= \sqrt{A \times B \times C} \\ &= 1.26 A \end{aligned}$$

ANEXO C

CURVAS DE DISPARO DE LOS INTERRUPTORES, GUARDAMOTORES Y HOJAS TÉCNICAS DE LOS RELÉS DE FALLO DE FASE Y RELÉ DE FALLA A TIERRA

Circuit-breakers

Thermal-magnetic motor circuit breakers types GV2-M and GV2-P

References (continued)



GV2-P

Thermal-magnetic motor circuit breakers GV2-P

Control by rotary handle					Setting range of thermal trips	Magnetic tripping current $I_d \pm 20\%$	Reference	Weight
Standard power ratings of 3-phase motors 50/60 Hz in category AC-3								
220 V	415 V	440 V	500 V	690 V	A	A		kg
kW	kW	kW	kW	kW				
-	-	-	-	-	0.1...0.16	1.5	GV2-P01	0.350
-	0.06	0.06	-	-	0.16...0.25	2.4	GV2-P02	0.350
0.06	0.09	0.09 0.12	-	-	0.25...0.40	5	GV2-P03	0.350
-	0.12 0.18	0.18	-	0.37	0.40...0.63	8	GV2-P04	0.350
0.09 0.12	0.25 0.37	0.25 0.37	0.37	0.55	0.63...1	13	GV2-P05	0.350
0.18 0.25	0.37 0.55	0.37 0.55	0.37 0.55	0.75 1.1	1...1.6	22.5	GV2-P06	0.350
0.37	0.75	0.75 1.1	1.1	1.5	1.6...2.5	33.5	GV2-P07	0.350
0.55 0.75	1.1 1.5	1.5	1.5 2.2	2.2 3	2.5...4	51	GV2-P08	0.350
1.1	2.2	2.2 3	3	4	4...6.3	78	GV2-P10	0.350
1.5 2.2	3 4	4	4 5.5	5.5 7.5	6...10	138	GV2-P14	0.350
2.2 3	5.5	5.5 7.5	7.5	9 11	9...14	170	GV2-P16	0.350
4	7.5	7.5 9	9	15	13...18	223	GV2-P20	0.350
5.5	9 11	11	11	18.5	17...23	327	GV2-P21	0.350
5.5	11	11	15	22	20...25	327	GV2-P22	0.350

Circuit-breakers

Thermal-magnetic motor circuit breakers type GV3-M

References



GV3-M20

Thermal-magnetic motor circuit breakers

Standard power ratings of 3-phase motors 50/60 Hz in category AC-3					Rating	Associated fuses if required	Reference	Weight
220 V	400 V	440 V	500 V	660 V	A			kg
kW	kW	kW	kW	kW				
0.18	0.37	0.37	0.37	0.75	1...1.6	(1)	GV3-M08	0.800
0.25	0.55	0.55	0.55	1.1				
			0.75					
0.37	0.75	0.75	1.1	1.5	1.6...2.5	(1)	GV3-M07	0.600
		1.1						
0.55	1.1	1.5	1.5	2.2	2.5...4	(1)	GV3-M08	0.800
0.75	1.5		2.2	3				
1.1	2.2	2.2	3	4	4...6	(1)	GV3-M10	0.600
		3						
1.5	3	4	4	5.5	6...10	(1)	GV3-M14	0.600
2.2	4		5.5	7.5				
4	7.5	7.5	9	9	10...16	(1)	GV3-M20	0.800
				11				
5.5	9	9	11	15	16...25	(1)	GV3-M25	0.900
	11	11	15	18.5				
7.5	15	15	18.5	22	25...40	(1)	GV3-M40 (2)	0.700
9	18.5	18.5	22	30				
		22						
11	22	30	30	37	40...63	(1)	GV3-M63 (2)	0.700
15	30		37	45				
18.5	37	37	45	55	56...80	(1)	GV3-M80 (2)	0.700

(1) See characteristics page 1/34.

(2) Recommended for use in association with a contactor.

protección de arranques motor



Los interruptores automáticos presentan la configuración realista:
 • la protección contra los cortocircuitos
 • el accionamiento con corte permanente
 garantía, conforme con la norma
 CEI 947-2 / EN60947-2
 Deben estar equipados con un relé térmico
 Telemecanique para la protección completa
 del motor y de su dispositivo de mando
 (arranque directo con o sin inversión del
 sentido de marcha "parada, Vóltaje"),
 estas excepciones están contempladas en
 la norma CEI 947-4 / EN60947-4.

coordinación de las protecciones (CEI 947-4)

Calculada que sea la potencia del motor, la coordinación interruptor automático + contactor + relé térmico puede ser del tipo 1 o 2 (ver capítulo de complementos técnicos en este catálogo). La elección se hará en función de las condiciones de explotación: continuidad de explotación necesaria, calificación del personal de mantenimiento. Todas las excepciones Merlin Gerin Telemecanique del tipo 2 han sido ensayadas en las condiciones descritas por la norma y certificadas AEF/ALONAG.

Interruptores automáticos compactos		NS80	NS100	NS160	NS250				
número de polos		3	3, 4	3, 4	3, 4				
características eléctricas según CEI 947-2 y EN 60947-2									
intensidad nominal (A)	In	80	100	150	220				
intensidad nominal de sobrecarga (A)	I _n	750	750	750	750				
intensidad nominal, capacidad al impulso (A) I _{imp}		0	0	0	0				
intensidad nominal de choque (A)	I _{cc}	600	600	600	600				
potencia de corte síncrono (kA ef)		CA 50/60 Hz		CA 50/60 Hz					
		H	N	H	L	N	H	L	
220/240 V		100	85	100	150	85	100	150	
380/415 V		70	25	70	150	36	70	150	
440 V		65	25	65	130	35	65	130	
500 V		25	18	50	70	30	50	70	
525 V		25	18	35	50	22	35	50	
660/690 V		6	6	10	20	6	10	20	
CC		250 V (1 polo)		50		85		100	
500 V (2 polos)		50		85		100		100	
potencia de corte de servicio (kA ef)		100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	
categoría de choque		A	A	A	A	A	A	A	
aplicación al accionamiento		0	0	0	0	0	0	0	
relé térmico		mecánico		electrónico		electrónico		electrónico	
		20000	50000	40000	50000	20000	50000	20000	
eléctrico		440 V - In2		50000		40000		20000	
440 V - In		7000		30000		20000		10000	
características eléctricas según Nema AB1									
potencia de corte (kA)		240 V	100	85	100	200	85	100	200
480 V		65	25	65	130	35	65	130	
600 V		10	10	35	50	20	35	50	
protección									
protección contra los cortocircuitos y los cortocircuitos		calibre (A)		24...100	24...150	24...220			
protección contra los cortocircuitos		unidad de disparo rearmable		0	0	0			
protección diferencial residual		calibre (A)	1,5...80	2,5...100	2,5...150	2,5...220			
		unidad de disparo rearmable		0	0	0			
		dispositivo adicional Vigi		0	0	0			
		relé Vigi		0	0	0			
instalación y conexionado									
tipo anterior			0	0	0	0			
tipo posterior			0	0	0	0			
extraíble con cable			0	0	0	0			
ocasionales con cable			0	0	0	0			
accesorios de señalización y medida									
contactos auxiliares			0	0	0	0			
funciones asociadas a los contactos de disparo electrónicos									
indicador de presencia de tensión			0	0	0	0			
bloques de transformadores de intensidad			0	0	0	0			
bloques interruptores			0	0	0	0			
bloques de señalización del aislamiento			0	0	0	0			
accesorios de mando									
botones de disparo			0	0	0	0			
mando eléctrico			0	0	0	0			
ordenos relativos (frente, retroceder)			0	0	0	0			
ocasionales			0	0	0	0			
accesorios de instalación y conexionado									
bornes		integrados	0	0	0	0			
placas y respaldos			0	0	0	0			
cableados y separadores de fase			0	0	0	0			
marcos substitucionales			0	0	0	0			
dimensiones y pesos									
dimensiones: L x H x P (mm)		90 x 120 x 80	105 x 161 x 86	105 x 161 x 86	105 x 161 x 86				
peso (kg)		1,0	1,6	1,6	1,9				

Compact - Interpact : funciones y características
 protección de arranques motor (continuación)



Los interruptores automáticos presentados a continuación realizan:
 • la protección contra las cortocircuitos
 • el accionamiento con cara plantarata
 • apertura, cerradura con la norma CEI 947-2 / IEC60947-2
 Deben estar asociados con un relé térmico
 Térmico para la protección completa del motor y de su dispositivo de mando (arranque directo con o sin inversión del sentido de marcha "estrella, triángulo").
 Estas asociaciones están contempladas en la norma CEI 947-4 / IEC60947-4.

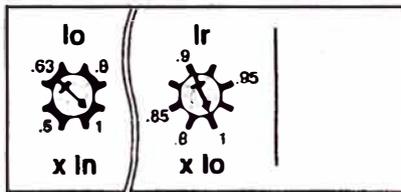
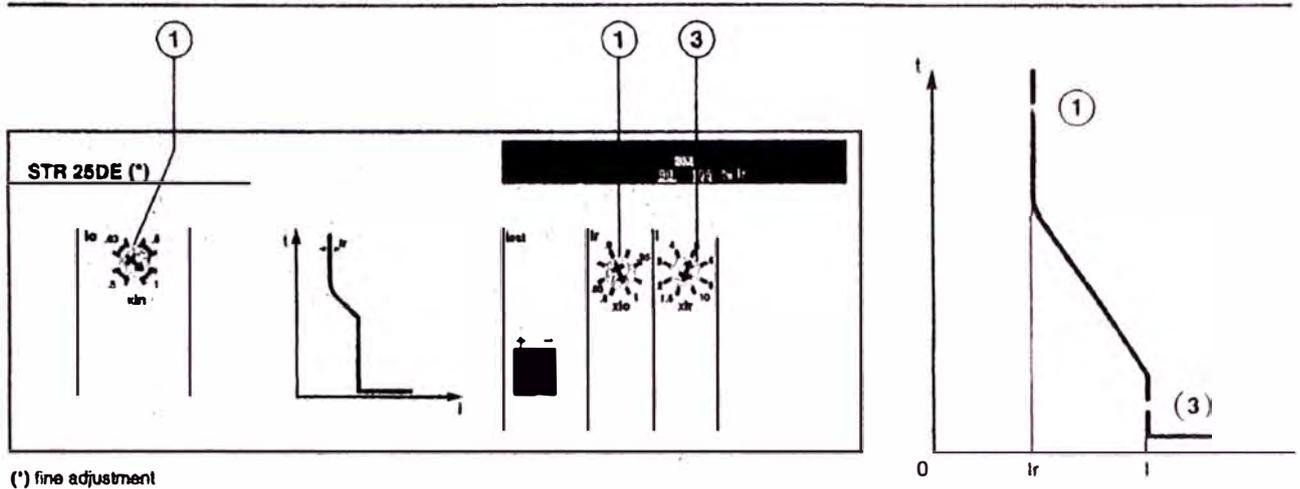
coordinación de las protecciones (CEI 947-4)

Cualquiera que sea la potencia del motor, la coordinación interruptor automático - contactor - relé térmico puede ser del tipo 1 o 2 (ver capítulo de complementos técnicos en este catálogo). La elección se hará en función de las condiciones de utilización: continuidad de utilización necesaria, calificación del personal de mantenimiento.
 Todas las asociaciones Merlin Gerin Térmico tipo 2 han sido ensayadas en las condiciones definidas por la norma y certificadas ASEP/ALD/VAG.

interruptores automáticos Compact			NS400	NS630	C801	C1001	C1251
número de polos			3	3	3	3	3
características eléctricas según CEI 947-2 y EN 60947-2							
intensidad asignada (A) In			320	300	750	475	1000
tensión asignada de aislamiento (V) Ui			730	750	750	750	750
tensión más alta asignada al interruptor (V) Uimp			0	0	0	0	0
tensión asignada de empleo (V) Ue			CA 50/60 Hz				
			0	0	0	0	0
potencia de corte (kVA) (A) (k) CC			CA 50/60 Hz				
220/240 V			M	H	L	M	H
380/415 V			M	H	L	M	H
440 V			M	H	L	M	H
500 V			M	H	L	M	H
525 V			M	H	L	M	H
660/690 V			M	H	L	M	H
125 V							50 (17)
250 V							50 (20)
500 V							50 (20)
750 V							25 (20)
potencia de corte de servicio (kVA) (A) (%)			100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
categoría de empleo			A	A	A	B	B
aplicación al accionamiento			0	0	0	0	0
energía mecánica			15000	15000	10000	10000	10000
energía eléctrica 440 V In 2			12000	8000	3000	3000	3000
440 V In			18000	4000	1500	1500	1500
características eléctricas según Nema AB1							
potencia de corte (kVA)			240 V	480 V	600 V	85	100
			85	100	200	85	100
			42	65	130	42	65
			20	35	50	20	30
protección							
protección contra las sobrecargas y los cortocircuitos			calibre (A)		320	320	320
protección contra los cortocircuitos			unidad de disparo intercambiable		0	0	0
protección diferencial residual			calibre (A)		320	320	320
			unidad de disparo intercambiable		0	0	0
			dispositivo adicional Vigi		0	0	0
			relé Vigirex		0	0	0
instalación y conexonado							
tipo instal.			0	0	0	0	0
tipo poseedor			0	0	0	0	0
utilizable con cable			0	0	0	0	0
moderabilidad con cable			0	0	0	0	0
accesorios de señalización y medida							
contactos auxiliares			0	0	0	0	0
funciones asociadas a los unidades de disparo electrónico			0	0	0	0	0
indicador de presencia de tensión			0	0	0	0	0
bloques de transformadores de intensidad			0	0	0	0	0
bloques amperímetro			0	0	0	0	0
bloques de vigilancia del aislamiento			0	0	0	0	0
accesorios de mando							
bobinas de disparo			0	0	0	0	0
mando eléctrico			0	0	0	0	0
mandos rotativos (directo, prolongado)			0	0	0	0	0
seccionamientos			0	0	0	0	0
accesorios de instalación y conexonado							
bornes			0	0	0	0	0
platinas y reguladores			0	0	0	0	0
coberturas y separadores de fase			0	0	0	0	0
marcos amoladores			0	0	0	0	0
dimensiones y pesos							
dimensiones : L x H x P (mm)			140 x 255 x 110	140 x 255 x 110	210 x 374 x 172	210 x 374 x 172	210 x 374 x 172
peso (kg)			8	8	13	13	25

(1) In = 140 V por polo de 100V
 (*) Intensidad asignada In a 85 °C de la Norma CEI 947-2 (IEC 60947-2) 100 A

trip unit settings - details electronic STR25DE (*) (fine adjustment)

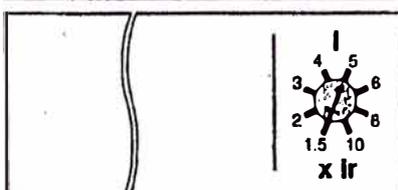


Setting STR25DE (*)

Compact C801N/H/L (1)		In = 800 A							
Io	Ir	1	0.975	0.95	0.925	0.9	0.875	0.85	0.8
0,5	400	390	380	370	360	350	340	320	
0,63	504	491	479	466	454	441	428	403	
0,8	640	624	608	592	576	560	544	512	
1	800	780	760	740	720	700	680	640	

Compact C1001N/H/L (1)		In = 1000 A							
Io	Ir	1	0.975	0.95	0.925	0.9	0.875	0.85	0.8
0,5	500	488	475	463	450	438	425	400	
0,63	830	814	799	783	767	751	736	704	
0,8	1000	975	950	925	900	875	850	800	

Compact C1251N/H/L (1)		In = 1250 A							
Io	Ir	1	0.975	0.95	0.925	0.9	0.875	0.85	0.8
0,5	625	609	594	578	563	547	531	500	
0,63	788	768	748	728	709	689	669	630	
0,8	1000	975	950	925	900	875	850	800	
1	1250	1219	1188	1156	1125	1094	1063	1000	



Example :
C1001N : In = 1000 A,
Ir = 720 A,
Im = 3600 A,

(In) **1000 A**

(1) (Io) **0.5 0.63 0.8 1**
base setting 800 A

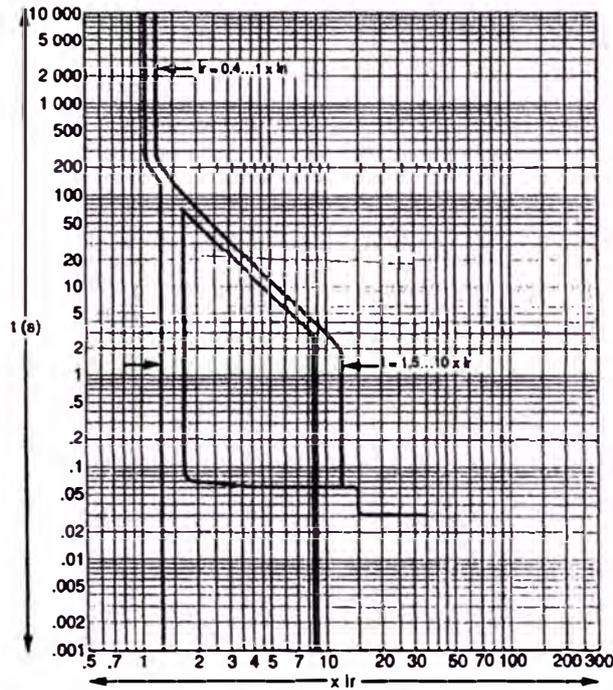
(Ir) **0.8 0.85 0.875 0.9 0.925 0.95 0.975 1**
[Ir = 800 x 0.9 = 720 A]

(3) (Im) **1.5 2 3 4 5 6 8 10**
[Im = 720 x 5 = 3600 A]

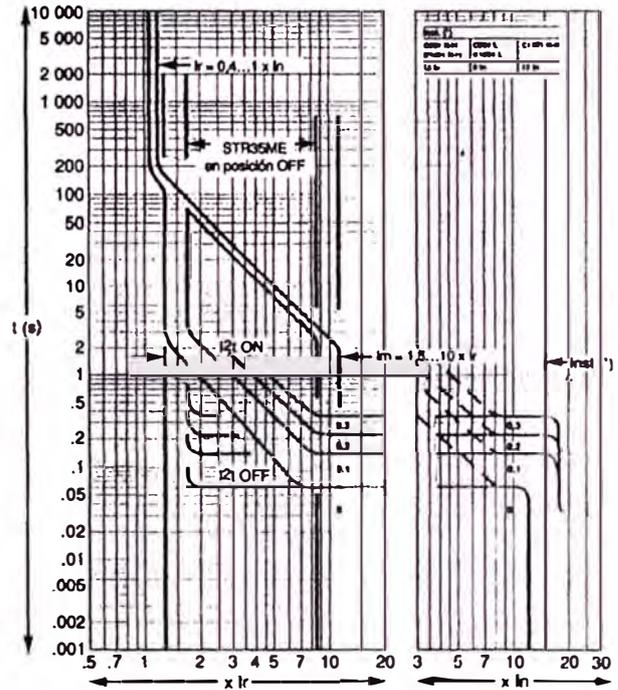
Compact - Interpack : complementos técnicos
curvas de disparo
protección de la distribución BT (continuación)

unidades de disparo para Compact C801...C1251

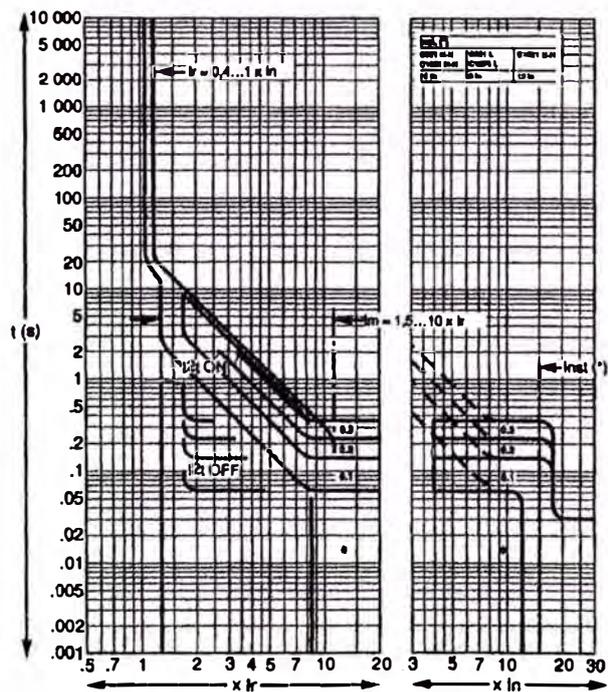
STR25DE



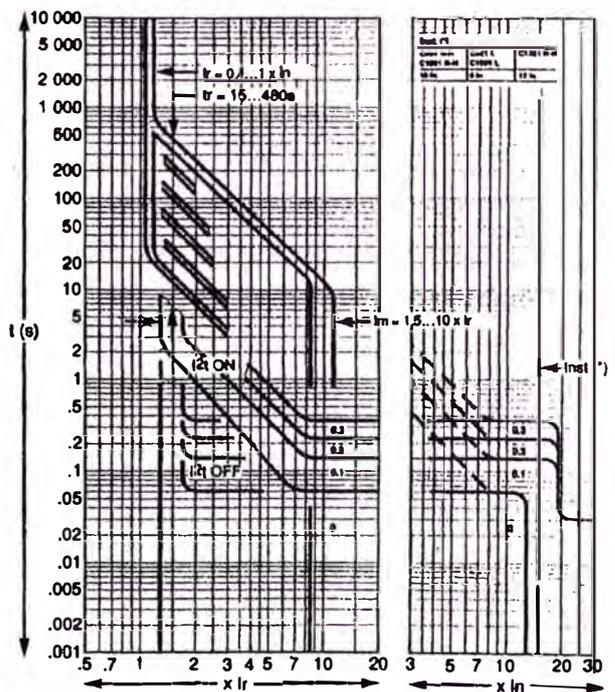
STR35SE / ME



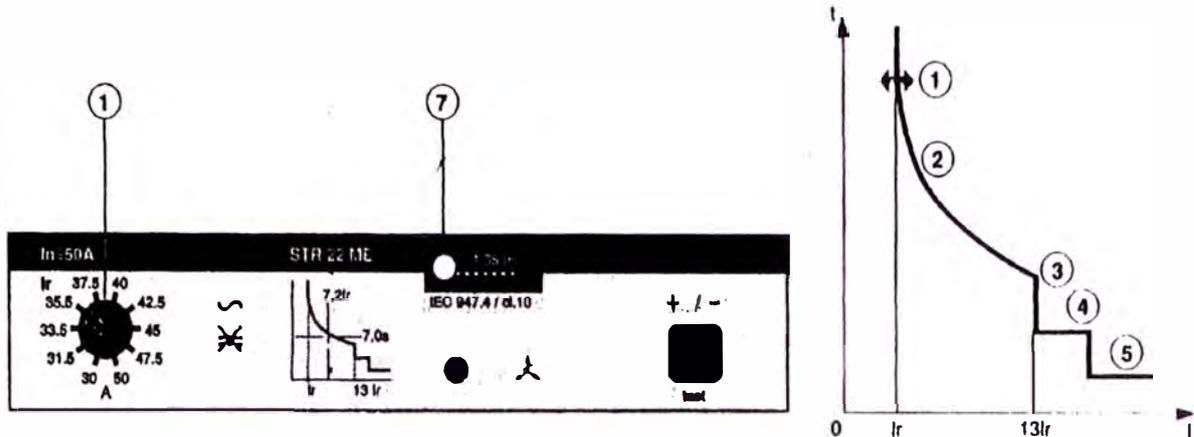
STR35GE



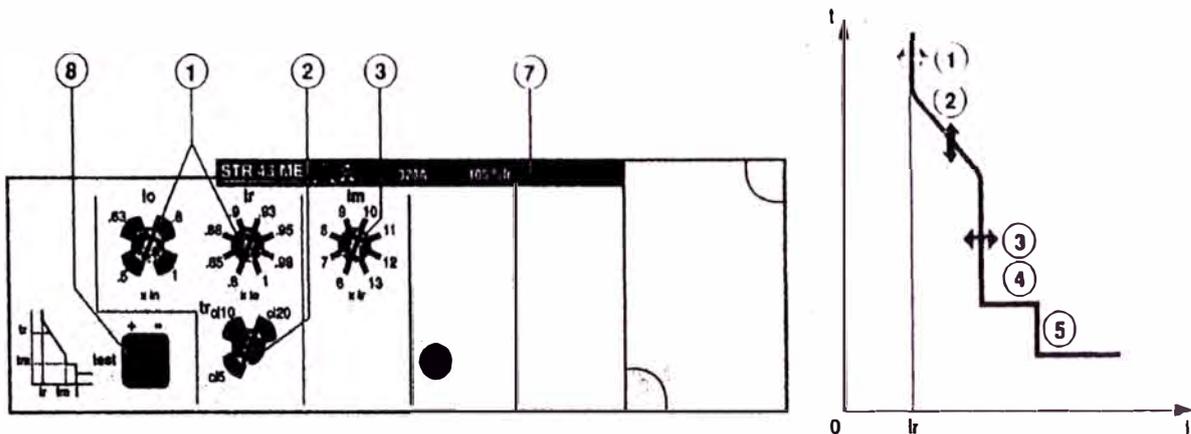
STR55UE



unidades de disparo para interruptores automáticos Compact NS100 a NS630
unidad de disparo automática STR22ME para interruptores automáticos Compact NS100 a NS250



unidad de disparo automática STR43ME para interruptor automático Compact NS400 a NS630



protecciones (STR22ME)

- protección largo retardo contra las sobrecargas de umbral I_r regulable (1), en conformidad con la clase de disparo de tipo 10 según CEI 947-4 (2) ;
- protección contra la marcha en monofásico : provoca la apertura del interruptor automático en $4 s \pm 10 \%$;
- protección corto retardo contra los cortocircuitos :
 - de umbral I_m fijo ($13 \times I_r$) (3),
 - de temporización fija (4) ;
- protección instantánea contra los cortocircuitos, de umbral fijo ($15 \times I_n$) (5).

protecciones (STR43ME)

- protección largo retardo contra las sobrecargas :
 - de umbral I_r regulable (1),
 - de tiempo de disparo regulable (2), en conformidad con las clases de disparo de tipos 5, 10 y 20 según CEI 947-4 ;
- protección contra la marcha en monofásico : provoca la apertura del interruptor automático en $4 s \pm 10 \%$;
- protección corto retardo contra los cortocircuitos :

unidad de disparo STR22ME

calibre (A)	reglaje de los umbrales (A)									
40	24	25,5	27	28,5	30	32	34	36	38	40
60	30	31,5	33,5	35,5	37,5	40	42,5	45	47,5	50
80	48	51	54	57	60	64	68	72	76	80
100	60	63	67	71	75	80	85	90	95	100
150	90	95	101	107	113	120	127	135	142	150
220	132	140	148	157	166	177	187	198	209	220

- de umbral I_m regulable (3),
- de temporización fija (4) ;
- protección instantánea contra los cortocircuitos, de umbral fijo ($15 \times I_n$) (5).

otras funciones (STR22ME y STR43ME)

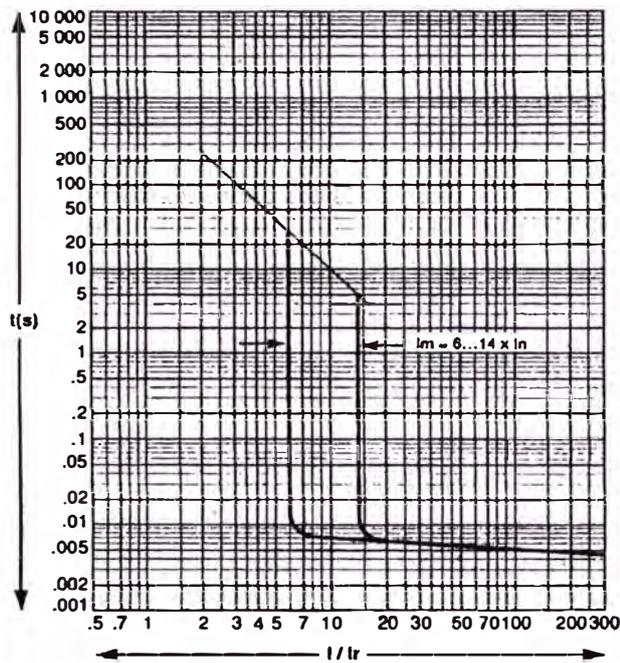
- Señalización**
 Indicación de carga por diodo electroluminiscente en cara frontal (7) :
 ■ apagado : $I < 1,05 \times I_r$;
 ■ parpadeante : $I \geq 1,05 \times I_r$.
- Test**
 Toma de test en cara frontal (8), que permite conectar una maleta de ensayo o una caja de test para verificar el buen funcionamiento del aparato.

- Modulo de disparo del contactor SDTAM** (señal de fallo térmico avanzado a la manobra ; opcional)
 ■ provoca la apertura del contactor en caso de sobrecarga. Permite así diferenciar los disparos por sobrecarga y los disparos por cortocircuito ;
 ■ también puede utilizarse para señalar un fallo térmico ;
 ■ rearmado manualmente, localmente o a distancia ;
 ■ compatible con las tensiones de mando de 24 a 130 V CA/CC y 110 a 415 V CA/CC ;
 ■ se sustituye a las unidades de disparo voltimétricas MN y MX.

Compact - Interpack : complementos técnicos
curvas de disparo
protección de los arranques-motores

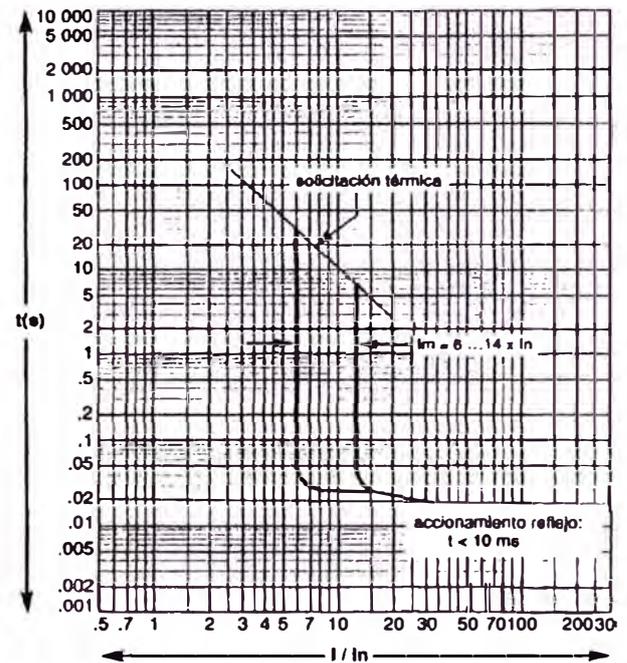
Compact NS80

MA1,5...MA80



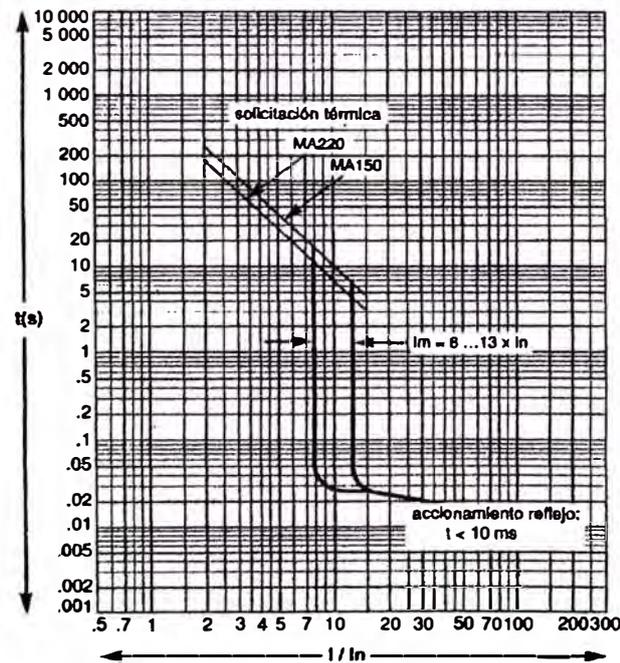
unidades de disparo para Compact NS100...NS250

MA2,5...MA100

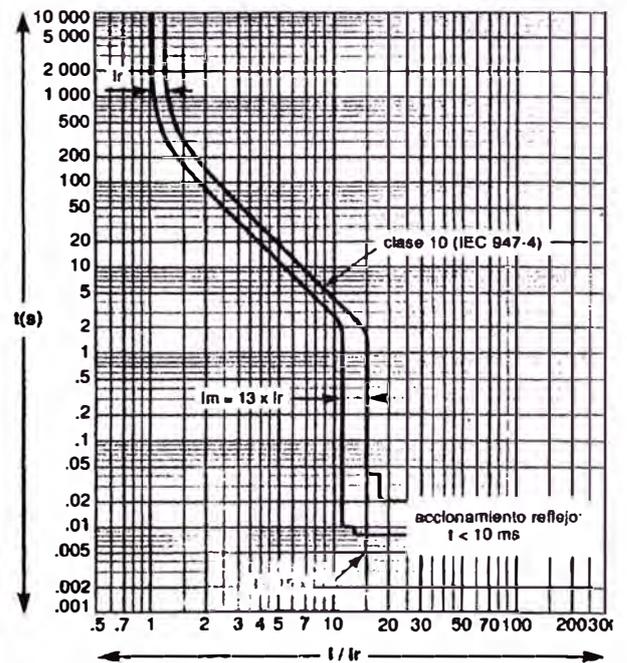


unidades de disparo para Compact NS100...NS250

MA100 y MA220

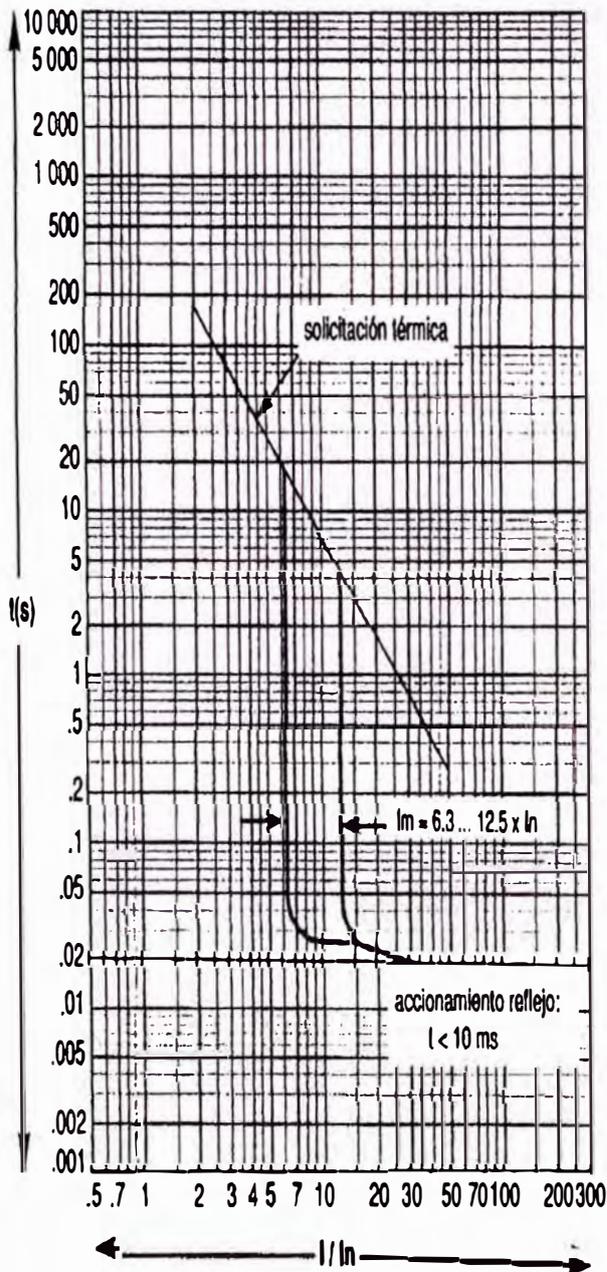


STR22ME - 40...220 A



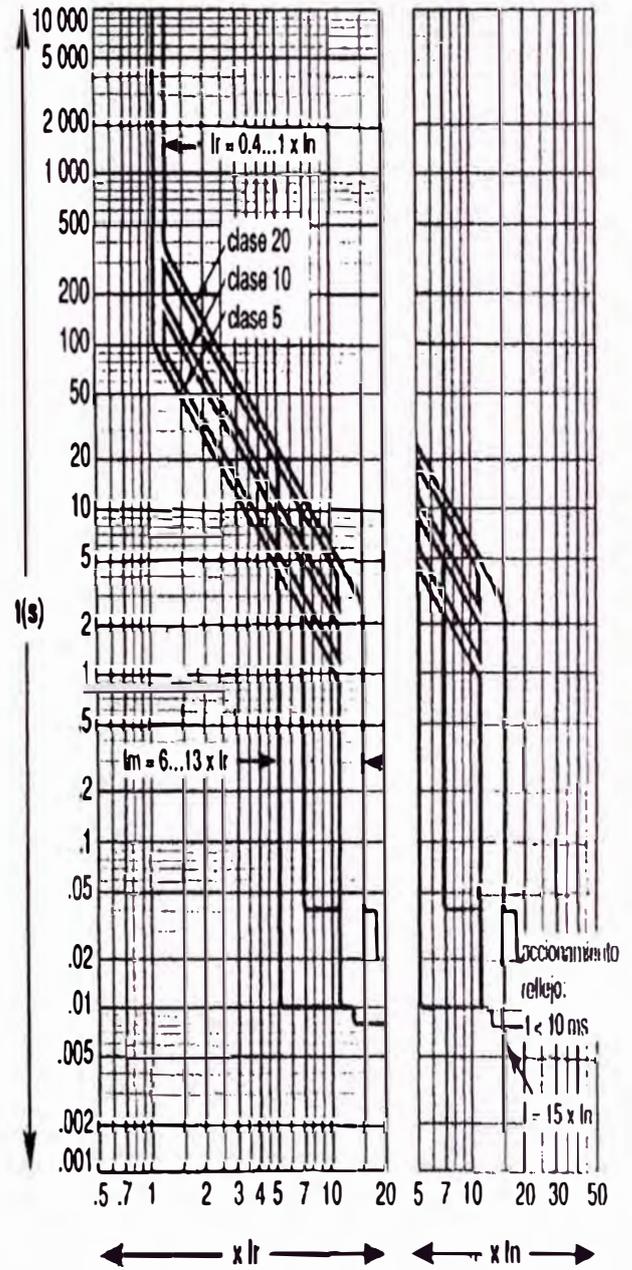
unidades de disparo para Compact NS400...NS630

MA320...MA500



La endurance térmica indicada es la de un disyuntor funcionando bajo una temperatura ambiente de 65°C.

STR43ME - 320 y 500 A



Accionamiento reflejo : ver página 126.

Compact - Interpact : complementos técnicos
filiación (red 220/240 V)

aguas arriba : Compact C, CM y Masterpact
aguas abajo : Compact y Multi 9

Interruptor automático de aguas arriba
 220/240 V
 kA ef

150	C801L	C1001L		
130				Master L
125				CMH
100	C801H	C1001H	C1251H	
85				
50				
25				

Interruptor automático de aguas abajo
 kA ef

150	NS100N NS160H NS160N NS160H NS250N NS250H NS400N NS400H NS630N NS630H C801N	NS100N NS160H NS160N NS160H NS250N NS250H NS400N NS400H NS630N NS630H C801N C1001N			
100	NS100N NS160N NS250N NS400N NS630N C801N	NS100N NS160N NS250N NS400N NS630N C801N C1001N	NS100N NS160N NS250N NS400N NS630N C801N C1001N C1251N	C801N C1001N C1251N	C801N C1001N C1251N
85					
80					
65					
50					
40					
30					
25					
20					
15					

Compact - Interpact : complementos técnicos

selectividad de las protecciones (continuación)

aguas arriba : Compact C801 a C1251
aguas abajo: Compact NS

aguas arriba		C801	C1001	C1251					C801NH					C1001					C1251							
		N/H	N/H	N/H					unidad de disparo					unidad de disparo					unidad de disparo							
		unid. de disparo	unid. de disparo	unid. de disparo					STR35SE/GE/ME					STR35SE/GE/ME					STR35SE/GE/ME							
		320	400	500	630	800	1000	1250	320	400	500	630	800	400	500	630	800	1000	1250	320	400	500	630	800	1000	1250
aguas abajo	cal. (A)																									
NS100N	16	3,2	4	5	8,3	10	18	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	
unid. de disparo	25	3,2	4	5	8,3	10	18	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	
TM-D	40	3,2	4	5	6,3	10	18	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	
	63	3,2	4	5	8,3	10	18	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	
	80	3,2	4	5	6,3	10	18	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	
	100	3,2	4	5	6,3	10	18	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	
NS100H	18	3,2	4	5	6,3	10	18	30	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	
unid. de disparo	25	3,2	4	5	6,3	10	18	30	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	
TM-D	40	3,2	4	5	6,3	10	18	30	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	
	63	3,2	4	5	6,3	10	18	30	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	
	80	3,2	4	5	6,3	10	18	30	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	
	100	3,2	4	5	8,3	10	18	30	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	
NS100L	16	3,2	4	5	8,3	10	18	30	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	
unid. de disparo	25	3,2	4	5	8,3	10	18	30	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	
TM-D	40	3,2	4	5	6,3	10	18	30	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	
	63	3,2	4	5	8,3	10	18	30	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	
	80	3,2	4	5	6,3	10	18	30	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	
	100	3,2	4	5	6,3	10	18	30	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	
NS160N	≤ 80	3,2	4	5	6,3	10	18	30	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	
unid. de disparo	100	3,2	4	5	6,3	10	18	30	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	
TM-D	125	3,2	4	5	8,3	10	18	30	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	
	160		4	5	6,3	10	18	30	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	
NS160H	≤ 80	3,2	4	5	6,3	10	18	30	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	
unid. de disparo	100	3,2	4	5	6,3	10	18	30	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	
TM-D	125	3,2	4	5	6,3	10	18	30	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	
	160		4	5	6,3	10	18	30	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	
NS160L	≤ 80	3,2	4	5	6,3	10	18	30	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	
unid. de disparo	100	3,2	4	5	8,3	10	18	30	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	
TM-D	125	3,2	4	5	6,3	10	18	30	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	
	160		4	5	6,3	10	18	30	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	
NS250N	≤ 100	3,2	4	5	6,3	8	15	24	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	
unid. de disparo	125		4	5	6,3	8	15	24		T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	
TM-D	160			5	6,3	8	15	24		T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	
	200				6,3	8	15	24			T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	
	250					8	15	24				T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	
NS250H/L	≤ 100	3,2	4	5	6,3	8	15	24	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	
unid. de disparo	125		4	5	6,3	8	15	24		40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	
TM-D	160			5	6,3	8	15	24		40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	
	200				6,3	8	15	24			40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	
	250					8	15	24				40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	
NS100N	40	3,2	4	5	6,3	10	15	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	
STR22SE	100	3,2	4	5	6,3	10	15	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	
NS100H/L	40	3,2	4	5	6,3	10	18	30	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	
STR22SE	100	3,2	4	5	6,3	10	18	30	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	
NS160N	40	3,2	4	5	6,3	10	15	30	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	
STR22SE	100	3,2	4	5	6,3	10	15	30	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	
	160	3,2	4	5	6,3	10	15	30	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	
NS160H/L	40	3,2	4	5	6,3	10	18	30	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	
STR22SE	100	3,2	4	5	6,3	10	18	30	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	
	160	3,2	4	5	6,3	10	18	30	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	
NS250N	≤ 100	3,2	4	5	6,3	10	15	24	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	
STR22SE	160	3,2	4	5	6,3	8	15	24	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	
	250			5	6,3	8	15	24			T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	
NS250H/L	≤ 100	3,2	4	5	8,3	8	15	24	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	
STR22SE	160	3,2	4	5	6,3	8	15	24	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	
	250			5	6,3	8	15	24			40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	

Nota : el límite de selectividad está expresado en kA

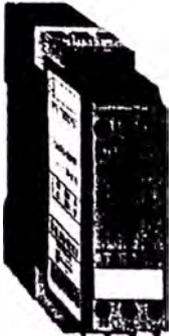
Protection relays

Control relays

3-phase supply control relays RM3-TG2

Characteristics :
 pages 3/62, 3/63 and 3/65
 References :
 page 3/66
 Scheme, dimensions :
 page 3/67

General



RM3-TG2

Functions

This device monitors the rotational direction of the phases in a 3-phase supply and detects the complete failure of one or more of the phases.

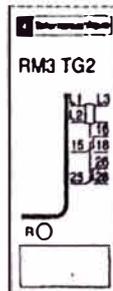
Applications :

- Connection of moving equipment :
 - site equipment (cranes, pumps, conveyors, etc.),
 - agricultural equipment,
 - refrigerated trucks.
- Protection of persons and equipment against the consequences of reverse running :
 - lifting, handling, elevators, escalators, etc.
- Control of sensitive 3-phase supplies.

Presentation

Width 22.5 mm

R Yellow LED : indicates relay state.



Operating principle

The voltage of the supply to be monitored, connected to terminals L1, L2, L3 of the relay, also provides its power supply

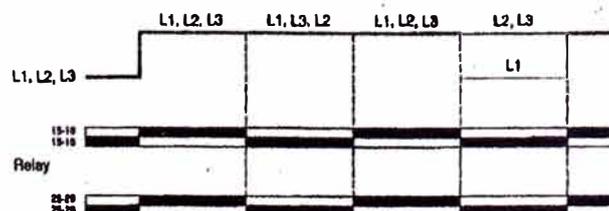
Monitoring rotational direction of phases :

In normal operation, the output relay is energised, the yellow LED is on. If a fault occurs - reversal in rotational direction of phases, the relay is de-energised (or cannot energise at switch-on) and the yellow LED goes out.

Detection of phase failure :

The RM3-TG2 continually measures each voltage between the terminals L1L2, L2L3 and L1L3. In the event of 2 or phases failing, the output relay de-energises (or cannot energise at switch-on) and the yellow LED goes out. In the event of 1 phase failing, a voltage greater than the detection threshold (80 V) can be generated back through the control circuit thus preventing detection of the phase failure. For this reason, it is recommended that RM3-TA or RM3-TAR relays be used for detection of a single phase failure.

Functional diagram

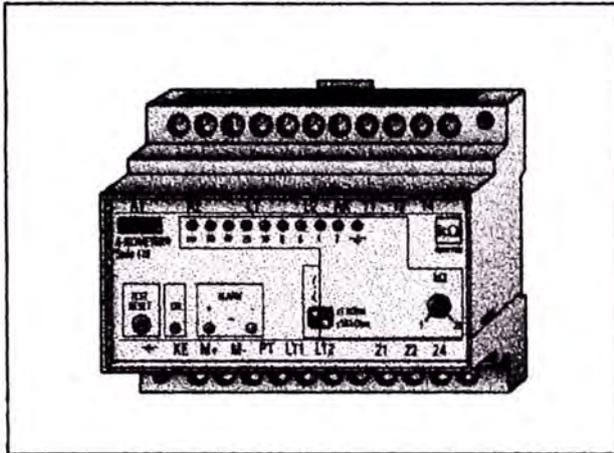


BENDER**GROUND FAULT MONITOR****IR470LY-4..**

for Ungrounded AC Systems from 0...690V



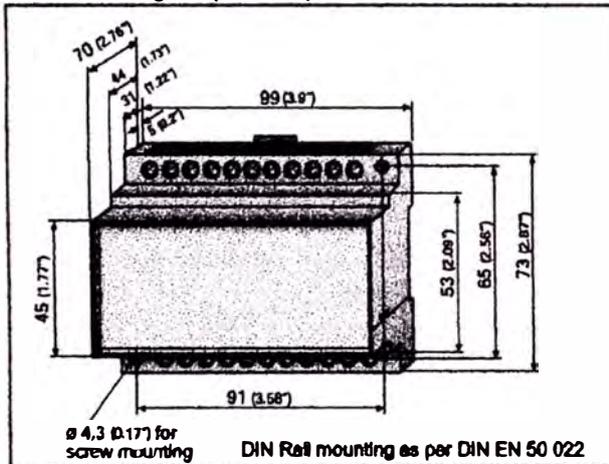
VDE IEC

**Product Description**

The classic power supply system is a standard AC system. It contains neither converters nor DC components and system leakage capacitance is relatively low.

The BENDER Ground Fault Monitor IR470LY-4.. series can be used to monitor these systems, up to 690V. For setting the alarm setpoint value, you can choose from two response ranges, either 1...20k Ω or 10...200k Ω . If the response range 10...200k Ω is selected, the IR470LY-4.. in combination with a high-voltage coupling device can be used for systems with higher voltages up to 6kV.

The monitors are designed for mounting in control and distribution panels using DIN #3 rail according to DIN EN 50 022 or for screw mounting.

Dimension Diagram (mm/inch)**Operational Information**

The IR470LY monitors the insulation resistance of on-line single and three-phase ungrounded AC systems. A DC measuring voltage is superimposed on the system by the device. The terminals L1 and L2 (or "AK" via the high-tension coupling unit) are connected to the system conductors. Terminals "↓" and "KE" are connected to the equipment grounding conductor or equivalent. The measuring circuit is completed by the insulation resistance between the system and ground.

A green LED indicates that the insulation monitor is ON. The LED-chain and/or an external analog meter (if connected) displays the insulation resistance to ground in k Ω . The alarm set-point is steplessly adjustable and selectable from 1k Ω ...20k Ω or 10k Ω ...200k Ω . For pure AC faults, both built-in ground fault alarm LEDs activate and the output relay "K1" energizes (N.D. mode) when the selected set-point alarm is reached. For DC faults, the LEDs indicate a positive or negative fault condition, but the alarm sensitivity is greater than in pure AC systems. The relay can be set to one of two modes: normally energized (N.E.) or normally de-energized (N.D.) mode. If fault indication is to be stored, the terminals LT1 / LT2 have to be bridged by a wire jumper or an external reset button (NC contact). The IR470LY continuously monitors the connections to the system conductors and to the equipment ground.

The insulation monitor can be reset by pushing the reset button if the insulation level increases 25% above the preset alarm set-point value. The monitor can be checked by pushing the test button. After pushing (>2 sec) the test button, the LED-chain and/or the external meter (if connected) should indicate to 0 Ω and the alarm indication LED and output relay should activate.

- Insulation Monitoring Device for Ungrounded Single and Three-Phase AC Systems up to 690V
- High-voltage coupler connection for AC to 6 kV
- Built-in LED chain display indicating k Ω level and optional external 400 μ A analog k Ω -meter
- Connection monitoring
- Steplessly adjustable alarm set-point range selectable from 1k Ω ...200k Ω
- Operation and alarm LEDs
- Two voltage-free change-over alarm contacts
- Compact housing with transparent cover which limits access to the settings
- Combined Test / Reset button
- Two Year Warranty

Technical Data IR470LY-4...

Insulation	
Rated insulation voltage	AC 630 V
Rated impulse voltage / disturbance grade	6 kV/3
HI-pot test	3kV
Operation class	continuous operation

Monitored System	
Rated system voltage	AC 50...400Hz 0...890V
Operating range U_N	0 ... 1.15 x U_N

Supply Voltage	
Supply voltage U_S	see "Ordering Guide"
Operating range U_S	AC 0.8 ... 1.15 x U_N

Alarm Response Value	
Response value R_{ALARM}	selectable
Range x 1k Ω	1...20k Ω
Range x 10k Ω	10...200k Ω
Response time ($R_T=0.5 \times R_{ALARM}$ and $C_T=1\mu F$)	
Range x 1k Ω	< 3 sec
Range x 10k Ω	< 1 sec
Max. mains leakage capacitance	20 μF

Measuring Circuit	
Measuring voltage U_M (peak value)	40 V
Measuring current I_M	200 μA
Internal DC resistance R_i	200 k Ω
Impedance Z_i at 50Hz	180 k Ω
Max. admissible stray DC voltage U_{stray}	DC 800V

Outputs	
External Meter / Scale Midpoint (SKMP)	120k Ω
Current output (max. load)	400 μA (12.5k Ω)
Terminal [AK] for high-tension coupler	yes

Alarm Relay	
Switching components	1 voltage-free DPDT contact
Rated contact voltage	AC 250 V/DC 300 V
Rated current	UC 5 A
Break capacity AC 230V, p.f. = 0.4	AC 2 A
Break capacity DC 220 V and L/R = 0.04 s	DC 0.2 A
Operating mode	Normally Energized / De-energized
Adjustment by factory	Normally De-energized

Testing	
EMI test:	
- Electrical disturbance test	EN 50082-2
- ESD	IEC 801-2/EN 60801-2
- EM field	IEC 801-3
- Burst	IEC 801-4
- Surge	IEC 801-5
Dielectric test:	
- Test voltage	2kV
- Impulse voltage test	IEC 255, Class III
- Electrical disturbance test	IEC 255
Disturbance transmission	EN 50081-1
Emission	EN 55011 / CISPR11
Shock resistance	IEC 41B(CO)39 class I
Bumping	IEC 68-2-29
Vibration amplitude	IEC TC41B class I

Environmental Conditions	
Ambient temperature, during operation	-10°C ... +55°C
Storage temperature range	-40°C ... +70°C
Climate class according to IEC 721	3K5, without condensation

General Data	
Type of connection	screw terminals
Wire size	solid
	14 AWG
	16 AWG
stranded	
Rapid mounting	DIN #3 rail EN50022
Screw mounting	90.7 x 64.8 mm centers
Protection class acc. to DIN 40050	
- Internal components	IP30
- Terminals	IP20
Type of housing	X470
Weight approx.	1 lb

Ordering Guide

Type	Supply voltage U_S	Art. No.
IR470LY-4013	AC 120V	910 48011
IR470LY-40	AC 230V	910 48007
IR470LY-4011	AC 24V	910 48012
IR470LY-4012	AC 48V	910 48002
IR470LY-4015	AC 400V	910 48008
IR470LY-4016	AC 500V	910 48018
IR470LY-4017	AC 690V	910 48017
IR470LY-4021	DC 10...84V	910 48008

High Voltage Couplers

Type	System Voltage U_S	Art. No.
AGH204S-4	AC 0...1.5kV	914 013
AGH580S	AC 0...8kV	913 033

Panel-mount External k Ω Meters

Type	Dimensions	Art. No.
7204-1421	72 x 72mm	988 763
9604-1421	96 x 96mm	988 764

Note:

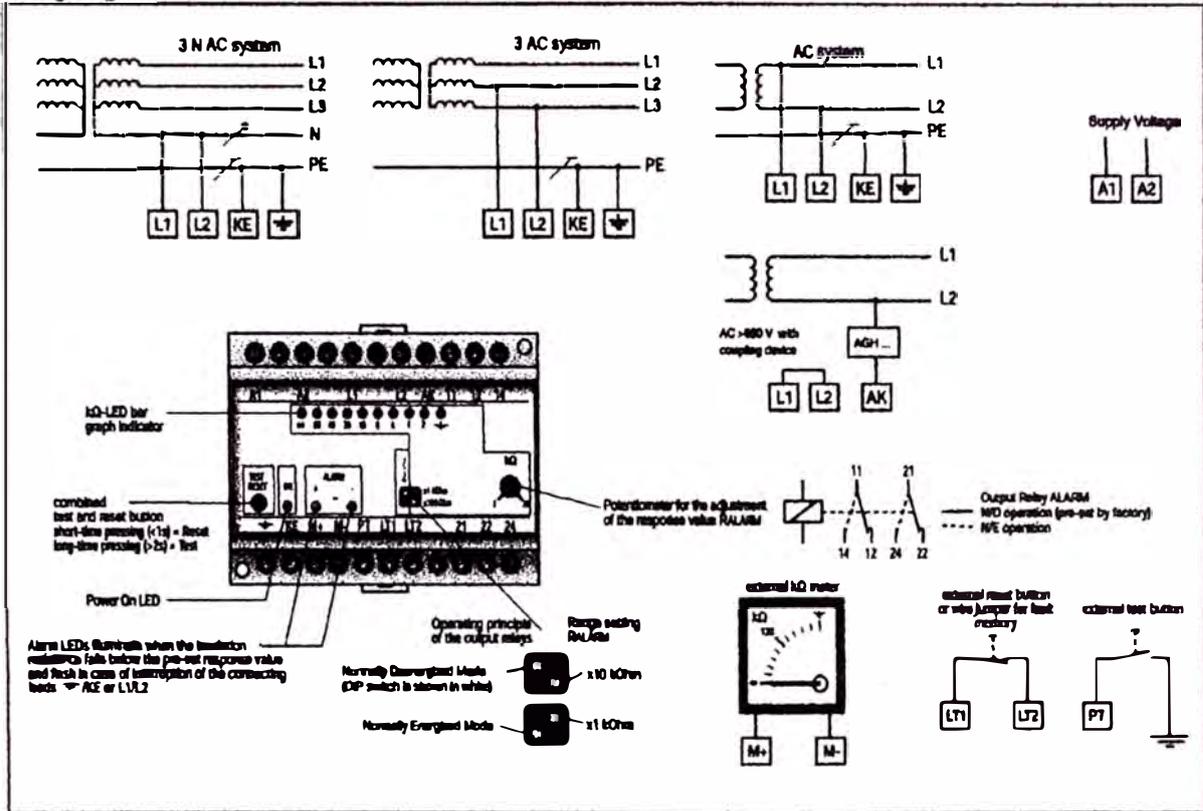
Setting the adjustment range for the built-in LED meter:

Changing the setting range from x1k Ω to x10k Ω , automatically changes the indication of the k Ω values on the LED bar graph:

Setting range x1k Ω :
Meter scale point x1k Ω

Setting range x10k Ω :
The meter scale has to be multiplied by 10k Ω

Wiring Diagram



Important note:

The IR470LY... is suited for both single and three phase AC systems. As indicated in the wiring diagram, there are several ways of connection. From the metrological point of view, it is irrelevant whether the connections L1 and L2 are connected to one or two different system conductors or to the N-conductor. L1 and L2 have to be led separately. Before connecting the device, the maximum rated voltage has to be considered.

The terminals KE and PE also have to be led separately.

Fault indications	Alarm LED + -	Output relay
AC fault	x x	x
DC fault L+	x	x
DC fault L-	x	x
Interruption /KE or L1/L2	o o	x
o = flashing x = continuous indication		

Please Note:

Ground faults in directly connected DC circuits are indicated with an increased response sensitivity. The alarm set-point value applies to pure AC systems only. In order to avoid complex system conditions, DC supplied components should be galvanically isolated from the system being monitored or a monitor like BENDER IR475LY or IRD1265-4.. should be used.

Please check label for correct supply voltage.

Only one insulation monitoring device may be used per system.

In order to check the proper connection of the device, it is recommended to carry out a functional test by applying a real ground fault, via a suitable resistance, and confirming that the response of the monitor is correct.

When insulation and voltage tests are to be carried out, the device must be isolated from the system for the duration of the test period.

Electrical equipment shall only be installed by qualified personnel in compliance with the current safety regulations.

ANEXO D

HOJAS TECNICAS DE LOS ARRANCADORES ELECTRÓNICOS, VARIADOR DE VELOCIDAD Y MICRO PLC

PED - START

Arrancador Suave de 3 a 800 HP para Motor de Jaula de Ardilla

El PED - START.- Es un arrancador suave de alta performance con propiedades sofisticadas únicas.

El display digital permite un diálogo amigable con un acceso rápido y fácil a los parámetros requeridos. Todos los mensajes son mostrados en un lenguaje comprensivo y claro.

El PED - START.- es capaz de dar una señal de advertencia por medio de los relays de salida, antes que se produzca el apagado causado por una condición de falla.

Una propiedad de seteo pre-programado puede ser usada para configurar todos los parámetros para una aplicación dada, mediante un simple pulsador.

Para un control de posicionamiento mejorado son seleccionables 3 velocidades bajas (operación de avance y retroceso).

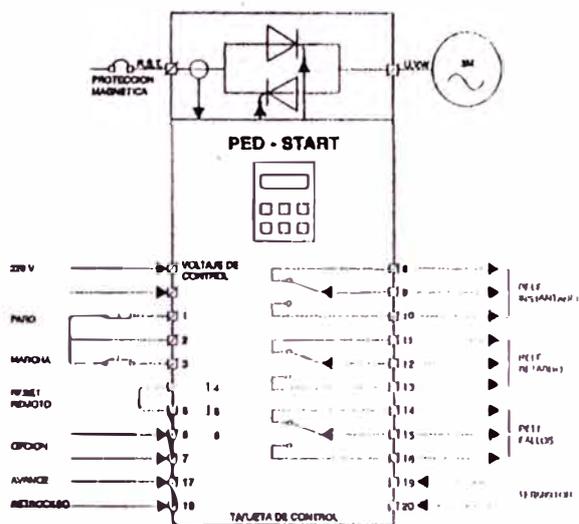
Propiedades Límite de corriente
 Seteo Dual
 Tres velocidades bajas de avance y retroceso programables (7%, 10%, 15% de la velocidad nominal.)
 Control de Bombas (Previene Golpes de Ariete)
 Freno de Inyección DC (opcional)

Protección (Motor y Arrancador) Sobrecarga electrónica
 Baja Carga
 Alta y Baja de Tensión
 Corriente Shear pin
 Pérdida de fase
 Secuencia de Fase
 Cortocircuito de SCR's
 Sobretemperatura de Motor (vía de sensor PTC)

Controles (Entradas y Salidas) Entradas optoaisladas
 3 relays programables de salida (para diversas funciones)

Conformidad EMC No emite ni es afectado por un intolerable ambiente electromagnético.

DIAGRAMA DE CONEXIONES



PE - START

Arrancador Suave de 3 a 800 HP para Motor de Jaula de Ardilla

- Diseño simple y muy confiable, tarjeta de control para todas las potencias.
- Entradas de mando:
 - Start/Stop.
 - Reset externo.
 - Start-opcional para carga variable.
- Ajustes por Potenciómetros:
 - Torque inicial
 - Tiempo de torque inicial
 - Rampa de subida
 - Rampa de bajada - (on/off con DPI Switch).
 - Limitación de corriente
 - Sobre corriente
 - Baja corriente (on/off con DPI Switch).
- Relés de salida:
 - Instantáneo
 - Fallas
 - Temporizado. (on/off con DPI Switch).

- Protecciones Ajustables:
 - Sobre carga
 - Baja carga
 - Asimétrico de corriente
 - Bajo voltaje
 - Corto circuito de arranque
- Indicadores Visuales:
 - Leds



CURVA DE SOBRECARGA

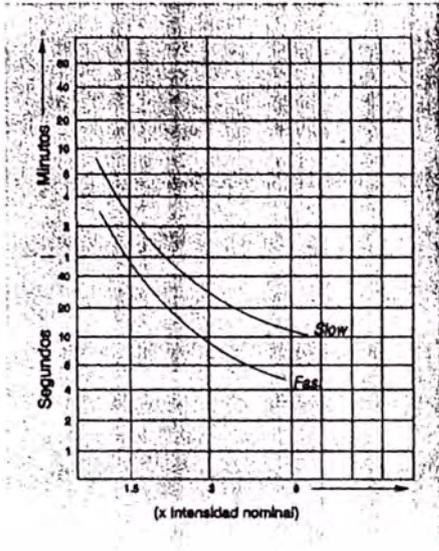
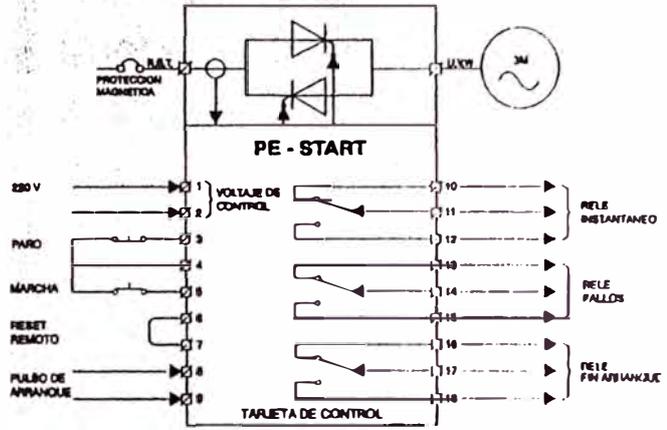


DIAGRAMA DE CONEXIONES



Dimensiones Físicas de los Arrancadores

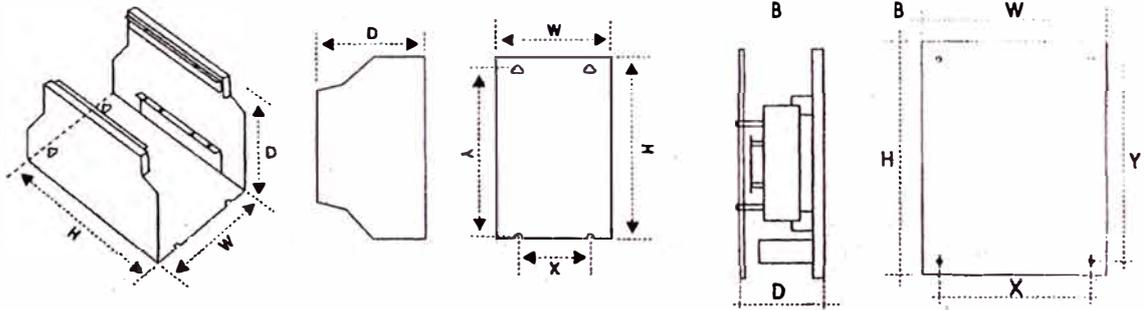


DIAGRAMA A

DIAGRAMA B

DIAGRAMA	AMP.	W	H	D	X	Y
	EPLDRIVE	188,4 mm	310 mm	126,7 mm	118 mm	292 mm
A	5A - 35A	192,4 mm	304 mm	153 mm	121 mm	387 mm
A	40A - 55A	366 mm	405 mm	153 mm	194 mm	388 mm
A	62A - 150A	367 mm	485 mm	235 mm	296 mm	467 mm
A	175A - 240A	314 mm	653 mm	264 mm	348 mm	633 mm
B	240A - 480A	563 mm	603 mm	265 mm	936 mm	973 mm
B	500A - 800A	658 mm	828 mm	300 mm	630 mm	870 mm

MICRODRIVE-3

El Convertidor de Frecuencia Versátil para Motores AC

Digital para un Ajuste Preciso

Microdrive-3 es la tercera generación de convertidores de frecuencia digitales de PDL para el control de la velocidad de motores AC. El potente microprocesador de 16 bit que incorpora, nos asegura un preciso ajuste y control de los parámetros del motor.

Pequeño y Fiable

Es mucho más pequeño y está más simplificado tanto mecánica como electrónicamente. Comparado con otros equipos, el Microdrive-3 requiere menos espacio para su instalación y ofrece una mayor fiabilidad.

Sencillo pero Potente

Microdrive-3 nos ofrece, junto con su enorme facilidad de control y ajuste, una gran cantidad de características programables. Esto significa que el nuevo Microdrive-3 puede ser utilizado en muchas más aplicaciones complejas de maquinaria y procesos. Es muy sencillo, pero también muy potente.

En su configuración estándar, el Microdrive-3 nos proporciona un sencillo medio de control de velocidad para motores AC desde 0.75 a 37 Kw.



Mayor Flexibilidad

El Microdrive-3 incorpora además, un elevado número de funciones programables, capaces de adaptar el equipo a las necesidades específicas del cliente y satisfacer una amplísima gama de aplicaciones y funcionamiento.

La base de esta flexibilidad es el microprocesador de 16 bit. Este permite una fácil y sencilla programación del equipo, mediante el uso de sólo tres teclas para la selección de todas las funciones. Una pantalla LCD de 32 caracteres, continuamente informa al usuario en Inglés (ESPAÑOL, Alemán, Francés o Italiano) de las operaciones del motor y del equipo. Para un control aún más potente del Microdrive-3, por medio de computadora, está disponible una comunicación serial RS485.

Control del Motor

Otro importante avance tecnológico del Microdrive-3, es la forma en que controla y protege su motor.

El equipo controla continuamente el motor para proporcionarle el voltaje y la corriente óptimos, de acuerdo con los requerimientos de la carga. Este modo de control denominado DYNAFLUX, da como resultado un funcionamiento más suave y eficiente del motor, alargando la vida de éste y proporcionando además un sustancial ahorro en el consumo de energía eléctrica.

En el Microdrive-3, un avanzado modelo térmico incorporado proporciona a su motor una exhaustiva protección térmica, en cualquier condición de funcionamiento.

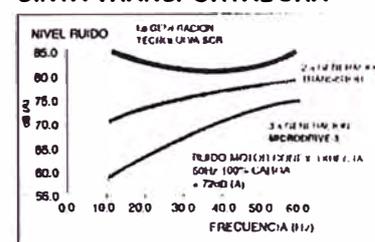
Funcionamiento Silencioso

Mediante una exclusiva forma de onda (WHISPERWAVE) suministrada al motor, se consigue reducir a niveles mínimos el ruido audible.

Este silencioso modo de operación, elimina el molesto zumbido inherente a la mayoría de variadores de velocidad existentes en el mercado. El ruido del motor ya no es un problema.

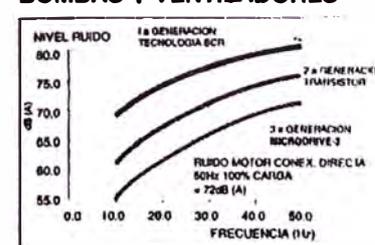
COMPARACION NIVEL RUIDO MOTOR

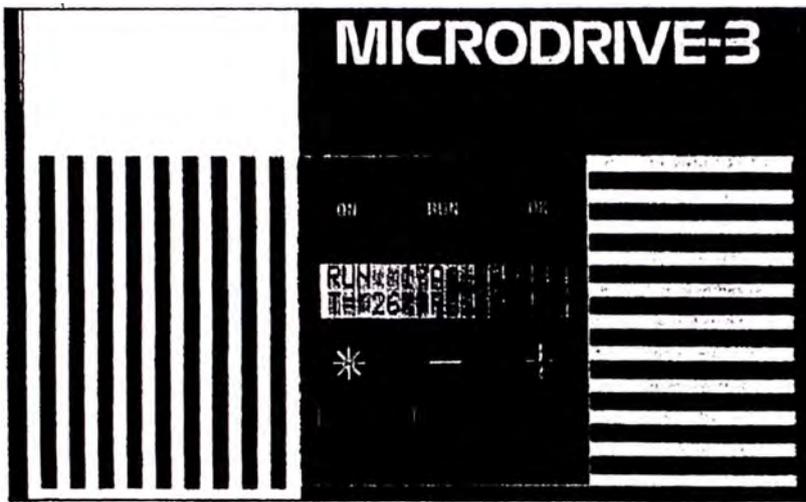
CINTA TRANSPORTADORA



COMPARACION NIVEL RUIDO MOTOR

BOMBAS Y VENTILADORES





Pantalla

Una pantalla de 2 líneas y 32 caracteres nos presenta todos los mensajes, utilizando palabras completas o abreviadas (no códigos), en uno de los siguientes idiomas: Inglés, Español, Francés, Alemán o Italiano.

Teclado de Sencillo Manejo

Tres únicas teclas de control nos permiten un fácil acceso a una extensa serie de ajustes de programación, estados de funcionamiento y funciones operacionales.

Estados de Funcionamiento



A través de la pantalla digital y tres indicadores LED obtenemos una completa información de los estados de funcionamiento del equipo. Estos aparecen siempre representados mediante una de estas funciones:

LST	Listo
ACL	Acelerado
MAR	Marcha
DCL	Decelerando
PRD	Parando
PRO	Paro
JOG	Jogging
LTC	Limitación de Corriente
LTV	Limitación de Voltaje
PEX	Paro Externo
FLL	Disparo por fallo

La corriente y frecuencia de salida aparecen continuamente en pantalla. La frecuencia ajustada, temperatura del motor, frecuencia de referencia y voltaje también pueden aparecer.

Configuración de Opciones

El Microdrive-3 se puede configurar desde el teclado de control, de dos maneras diferentes:

Configuración Estándar:

Para aplicaciones básicas (usando menús abreviados). De este modo el Microdrive-3 es muy sencillo de programar.

Configuración Completa:

Para aplicaciones de automatización de alto nivel, en las que se puede requerir las siguientes prestaciones:

- Entradas Programables
- Salidas Programables de Poles y Analógicas
- Escalones de Velocidad Programables
- Rampas de Aceleración y Deceleración Múltiples
- Control de Velocidad Operado Mediante Pulsador
- Reducción de Ruido "WHISPERWAVE"
- Calentamiento Anticondensación Motor
- Jogging (mantenido o no mantenido)
- Frenado por Inyección de DC
- Control de Grúas
- Curva de Aceleración en "S"
- Arranque a Motor Girando
- Realimentación Taco (digital)
- "Dynalux" Control
- Compensación de Deslizamiento
- Seguimiento de Proceso (Sincronización)
- Comunicación Serial RS485 (opcional)
- Frenado Dinámico (opcional)

Control de Procesos:

Además el Microdrive-3 se puede configurar para controlar por sí solo un proceso, sin necesidad de tarjetas adicionales. Ej.: Control de bombeo de fluidos.

Nota: Una descripción completa de todas las opciones está disponible en el folleto PDL No. 4211-072.



Controles de Velocidad en los Motores AC

El motor AC de inducción en jaula de ardilla se utiliza ampliamente en la industria debido a las siguientes propiedades:

- SENCILLO
- ROBUSTO
- FIABLE
- ECONOMICO

Tradicionalmente utilizado como una máquina de velocidad fija, este tipo de motor ofrece muchas ventajas cuando se conecta a un Microdrive-3. Estos controladores de velocidad de avanzada tecnología proporcionan una frecuencia de salida controlada y variable, que permite el ajuste de la velocidad del motor desde cero hasta cuatro veces su velocidad nominal.

Frecuencia Microdrive-3	Velocidad Motor 4 Polos
25 Hz	750 rpm
50 Hz	1500 rpm
75 Hz	2250 rpm
100 Hz	3000 rpm
200 Hz	6000rpm

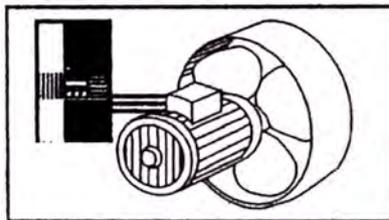
Fiabilidad en la Industria

Los Microdrive-3 han sido diseñados para alcanzar el mismo nivel de fiabilidad que el motor, mediante la utilización de sistemas de protección y autorregulación. Estos sistemas hacen que el equipo continúe funcionando y no se dispare ante la mayoría de interferencias o alteraciones eléctricas y mecánicas, normalmente presentes en los ambientes industriales más adversos. Quedan eliminados, así pues, los molestos disparos por fallos sin importancia.

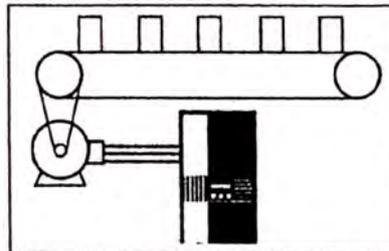
Variedad de Aplicaciones

Los Microdrive-3 nos ofrecen ahorro energético y costes de mantenimiento reducidos, así como incrementos en la productividad y flexibilidad en la producción:

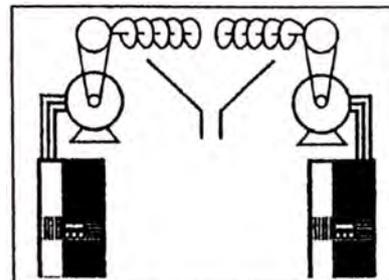
-Ahorros sustanciales de energía eléctrica en aplicaciones de bombas y ventiladores, reemplazando las energéticamente ineficientes válvulas y registros.



-Incrementos de productividad mediante el ajuste de la velocidad de las cadenas de producción para cumplir los requerimientos previstos.



-Mejora en la flexibilidad de producción, ajustando la óptima velocidad de trabajo de las máquinas para cada uno de los diferentes productos.



-Reducción de costes de mantenimiento en los elementos de transmisión mecánicos (acoplamientos, engranajes, etc.). Quedan eliminados los shocks mecánicos causados por arranques en directo del motor, mediante el uso de tiempos más largos de aceleración.

ACCESORIOS PARA EL MICRODRIVE-3

Existe disponible una amplia gama de equipamiento auxiliar para acomodar el Microdrive-3 a cada aplicación particular.

	PDL PART No.
Freno Dinámico	(0331)
Comunicación Serie RS485	(0332)
Unidad Control Remoto	(0236)
Encoder en el eje	(0300)
Comunicacion Serie RS 232	(0396)

MICRODRIVE-3**ESPECIFICACIONES**

MODELO	Corriente de Salida Amps	Salida (kVA)			Potencia de Salida		
		380Vac kVA	415Vac kVA	460Vac kVA	380Vac kW	415Vac kW	460Vac kW
UD-3 2.5	2.5	1.6	1.8	2.0	.75	1.1	1.1
UD-3 6.5	6.5	4.3	4.7	5.2	2.2	3.0	3.0
UD-3 10.5	10.5	6.9	7.5	8.4	4.0	4.0	5.5
UD-3 16	16.0	10.5	11.5	12.7	7.5	7.5	9.0
UD-3 22.5	22.5	14.8	16.2	17.9	11.0	11.0	11.0
UD-3 31	31.0	20.4	22.2	24.7	15.0	15.0	18.5
UD-3 46	46.0	30.2	33.1	36.6	22.0	22.0	25.0
UD-3 60	60.0	39.5	43.1	47.8	30.0	33.0	33.0
UD-3 70	70.0	46.1	50.3	55.8	33.0	37.0	40.0

ESPECIFICACIONES COMUNES**ELECTRICAS**

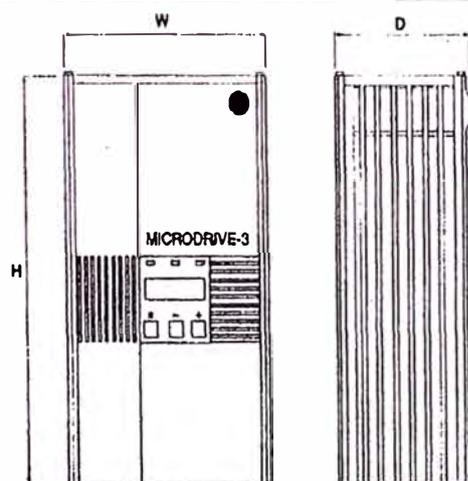
Variación Voltaje Entrada -20/+5%
 Variación Frecuencia Entrada 48-62 Hz
 Factor de Potencia 0.96

AMBIENTALES

Temperatura de Trabajo 0°C a 40°C
 Humedad Relativa <90% sin condensación
 Altitud Máxima sin pérdidas 1000m
 Grado Protección IP21

CONTROL

Frecuencia de Salida 0-200 Hz
 Resolución de Ajuste
 Frecuencia +/-0.01 Hz (0-200 Hz)
 Tiempo Acel/Decel 0.02-500 Hz/seg
 Entrada Analógica
 Velocidades 0-10V y/o 4-20 mA
 7 Entradas Programables
 3 Relés de Salida Programables
 Comunicación Serie RS485 (opcional)
 Comunicación Serie RS232 (opcional)

DIMENSIONES

MODELO	H mm	W mm	D mm	PESO Kg
2.5-16	360	207	145	8.0/10.0
22.5	510	207	145	11.0
31-46	510	390	145	23.0
60-70	680	439	145	35.0

Las especificaciones están sujetas a cambio sin previo aviso

Fabricado por:
 Toda la tecnología PDL para variadores de motor
 AC está manufacturada de acuerdo a los estándares
 NZS (ISO) 9001 y producida por:
 PDL Electronics Ltd., Napier, New Zealand.
 Teléfono: +64-6-843-5855 Fax: +64-6-843-5185

Configurar el circuito es más fácil con easy



Desde su fundación en 1899, Klöckner-Moeller ha ido creciendo hasta

convertirse en una de las empresas más respetadas de su sector.

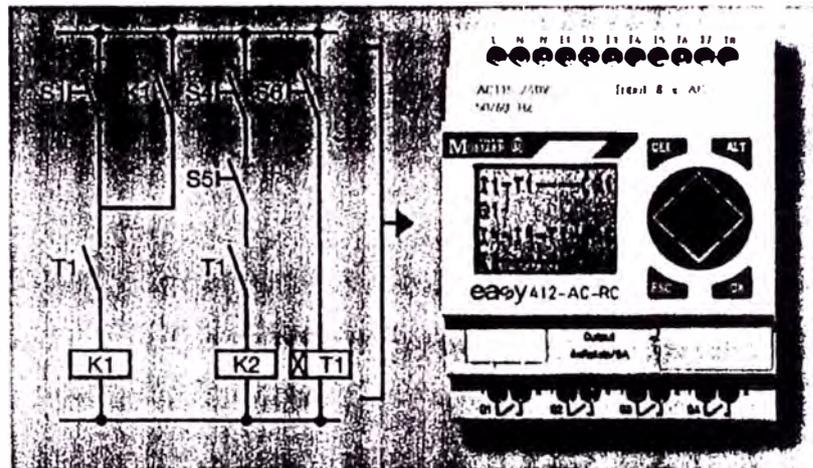
La combinación de nuestra larga experiencia en el diseño de conmutadores y de las últimas técnicas de fabricación aseguran la eficacia de nuestros aparatos compactos. Una muestra de ello es el nuevo módulo de control *easy*. Una única unidad reúne 20 funciones estándar que permiten un control y conmutación completos.

Enlaces lógicos en lugar de cableado

El esquema de conexiones es la base de todas las aplicaciones eléctricas. Hasta ahora los aparatos de control y conmutación se tenían que cablear, pero con *easy* ya no es necesario ya que se realizan mediante las conexiones lógicas. Esto supone menores costos de montaje y cableado y sobretodo ahorro de tiempo considerable.

Ahorrar espacio es más fácil con easy

Una de las características más innovadoras del nuevo relé es su tamaño de 71,5 x 90 x 53 mm con un frontal estándar de 45 mm. Puede colocar el *easy* en cualquier lugar, en un cuadro de distribución, una instalación de servicios de un edificio o un panel de control de una máquina.



Implementación directa del esquema de conexiones clásico en la pantalla de visualización del *easy*

Rápida puesta en servicio

Con *easy* puede ver por dónde está fluyendo la corriente del circuito, tanto si se trata de una conexión de prueba como de una real, lo que hace que sea una puesta en servicio rápida y segura.

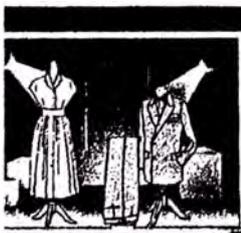
Acceso sí, acceso no

easy tiene una función de contraseñas que permite el acceso selectivo, por ejemplo, al circuito y a parámetros como tiempo y comparación analógica. Siendo posible, desde luego, que los usuarios también accedan a áreas específicas.

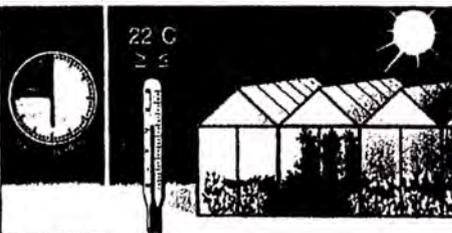
Flexibilidad de aplicación

El esquema de funciones se puede introducir instalando juntos 3 bloques de función con 1 asignación de salida en cada una de las 41 líneas lógicas. Mucho espacio para modificar o expandir su aplicación.

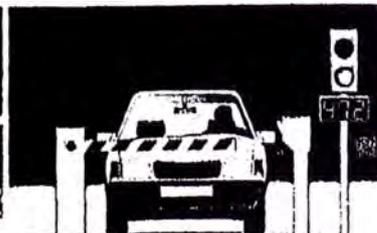
De aplicación práctica: control de la iluminación mediante temporizador



Múltiples funciones: valor medido de la adquisición y regulación

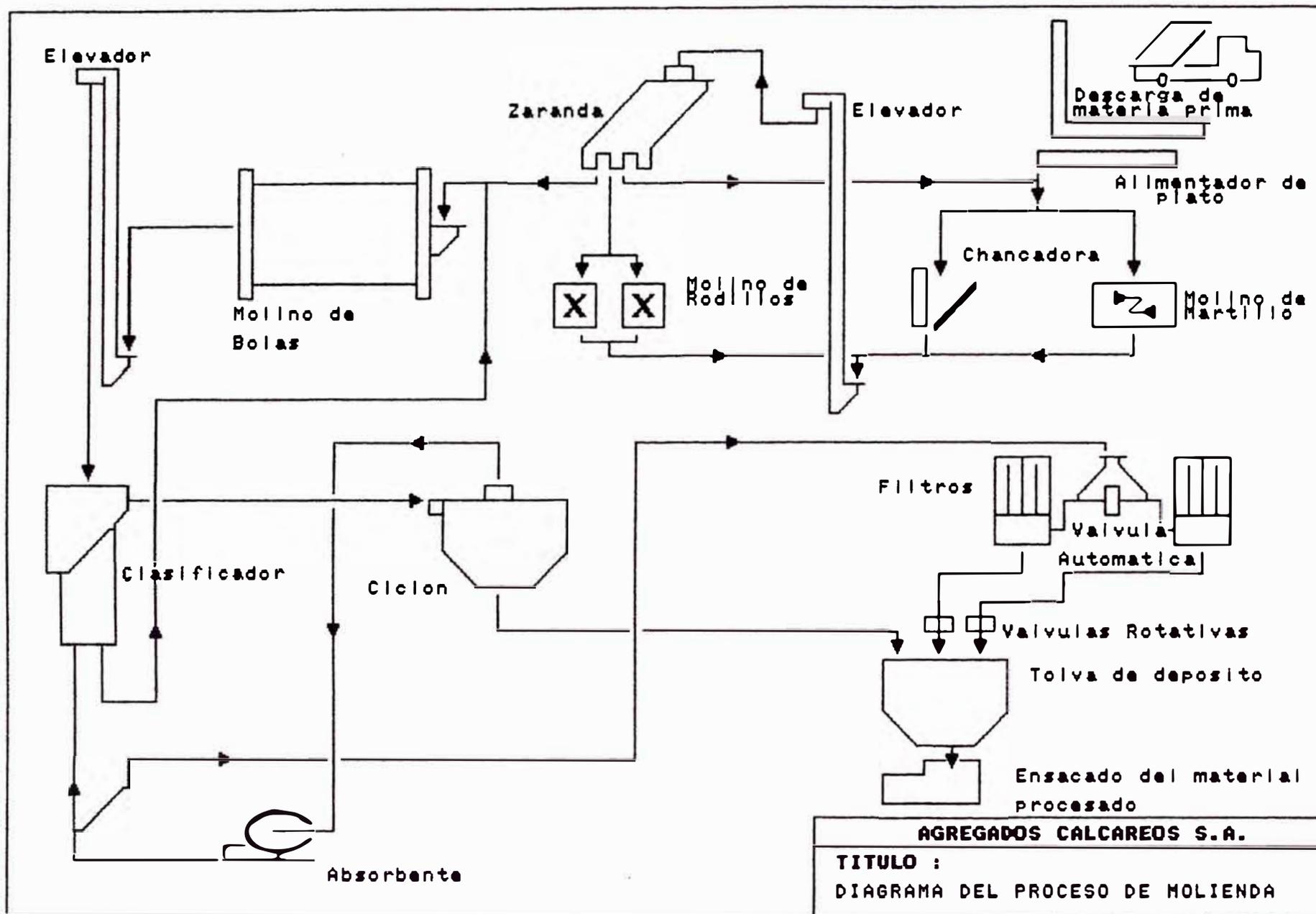


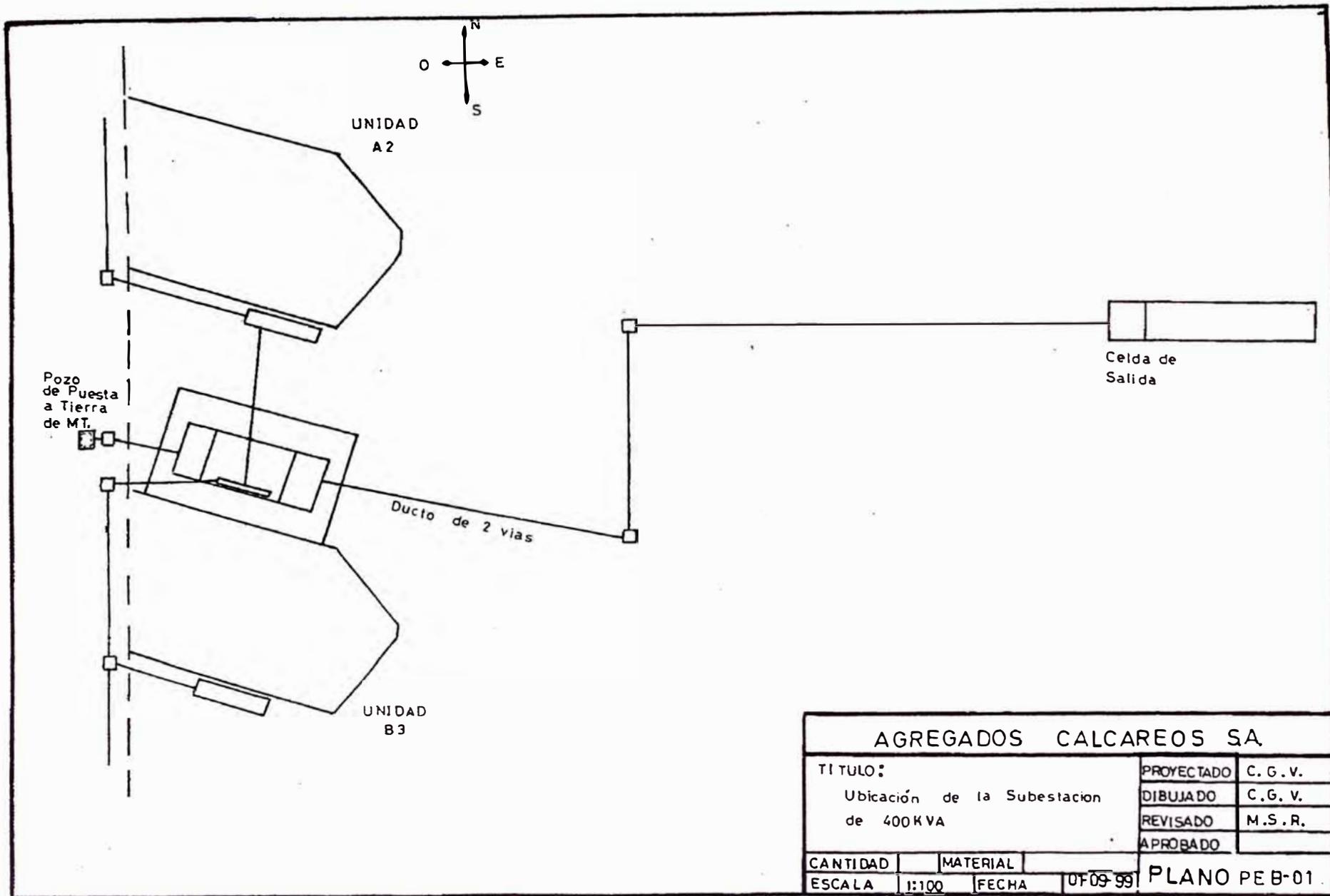
El control, señalización y conteo es más fácil con *easy*



ANEXO E

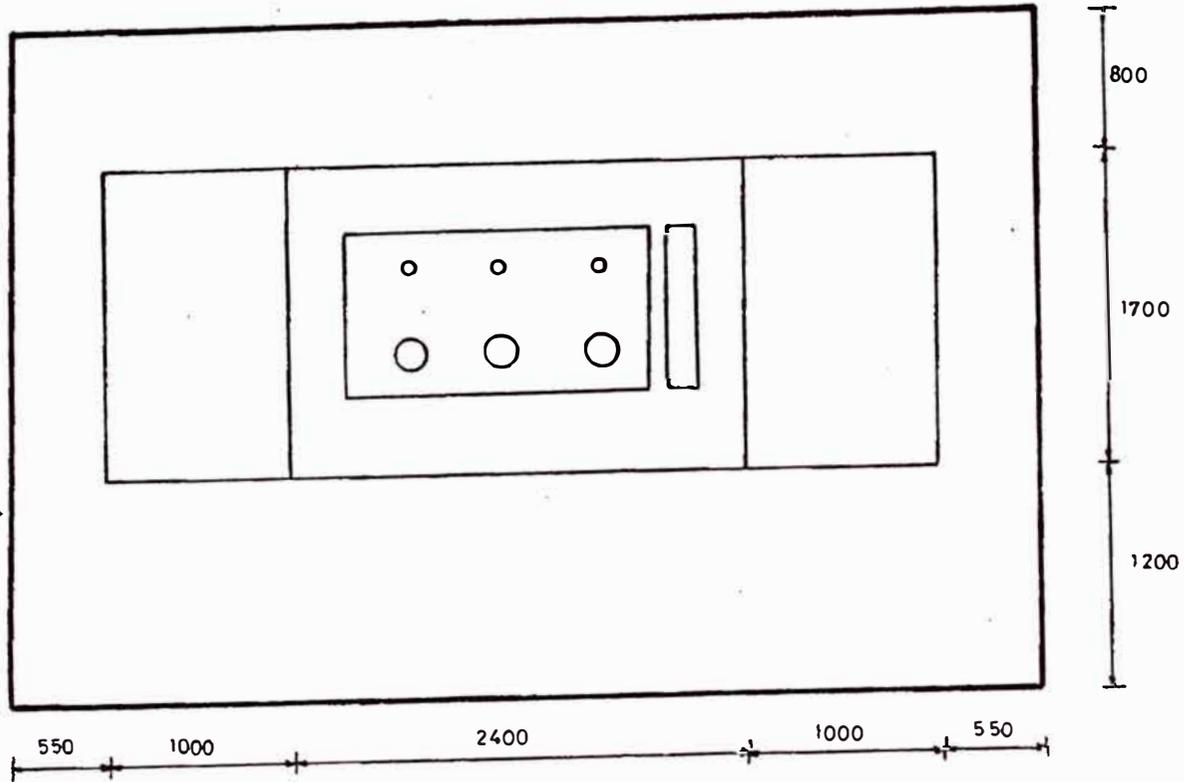
PLANOS



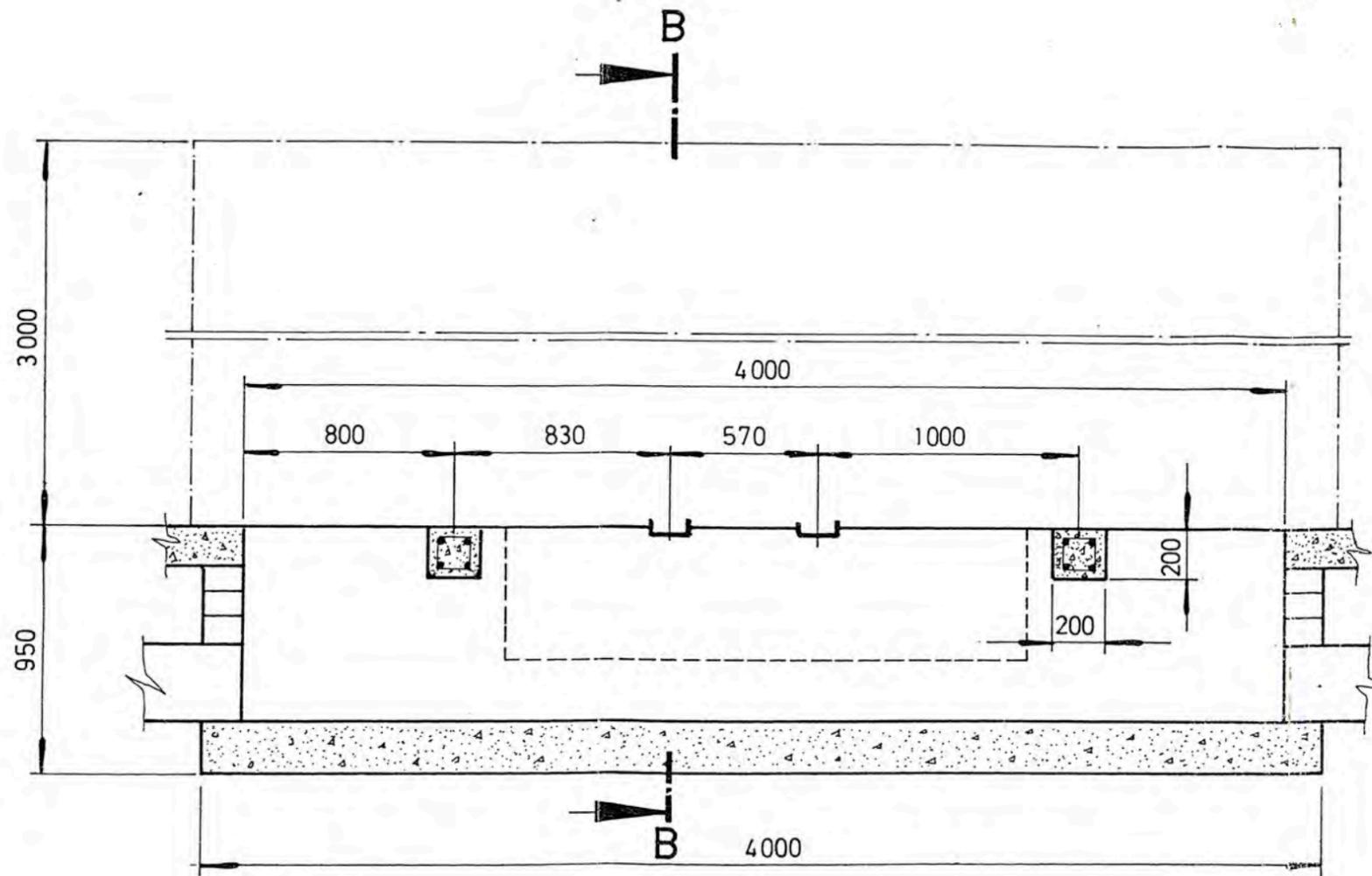


AGREGADOS CALCAREOS SA			
TITULO:		PROYECTADO	C. G. V.
Ubicación de la Subestacion		DIBUJADO	C.G. V.
de 400KVA		REVISADO	M.S.R.
		APROBADO	
CANTIDAD	MATERIAL	FECHA	07-09-99
ESCALA	1:100	PLANO PE B-01	

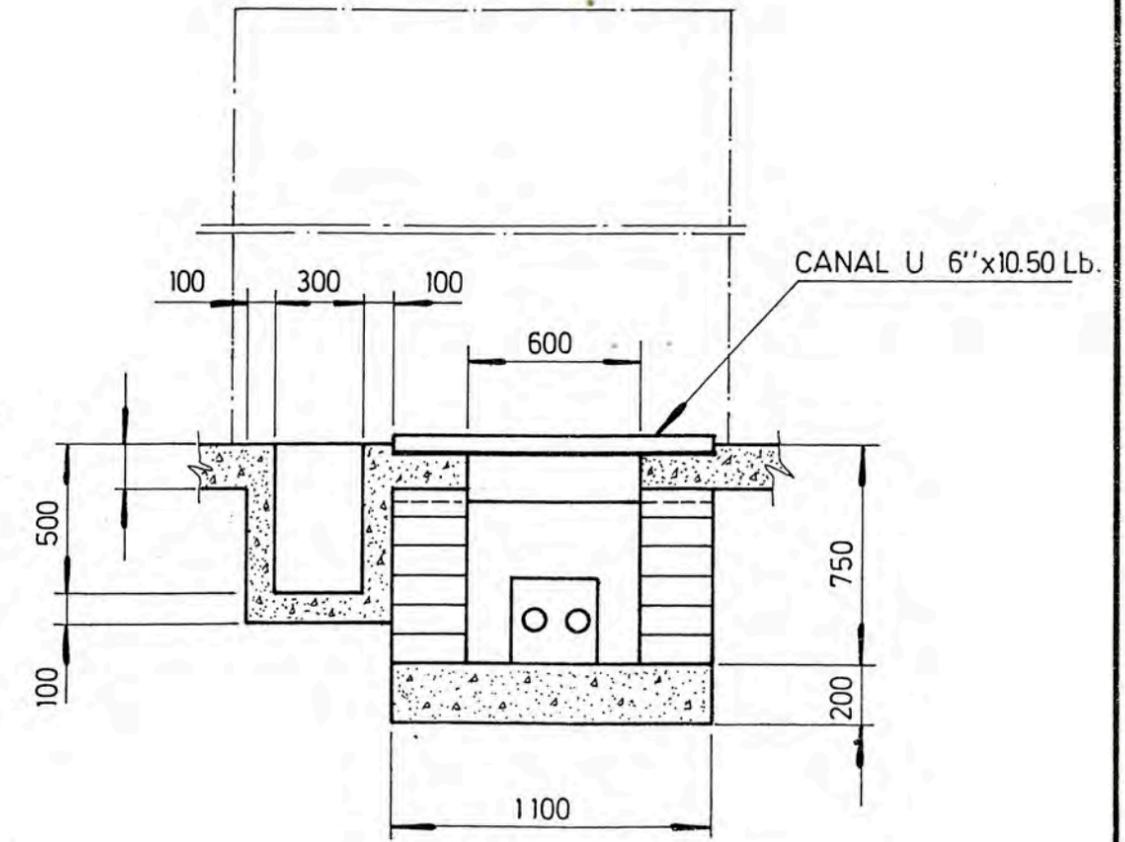
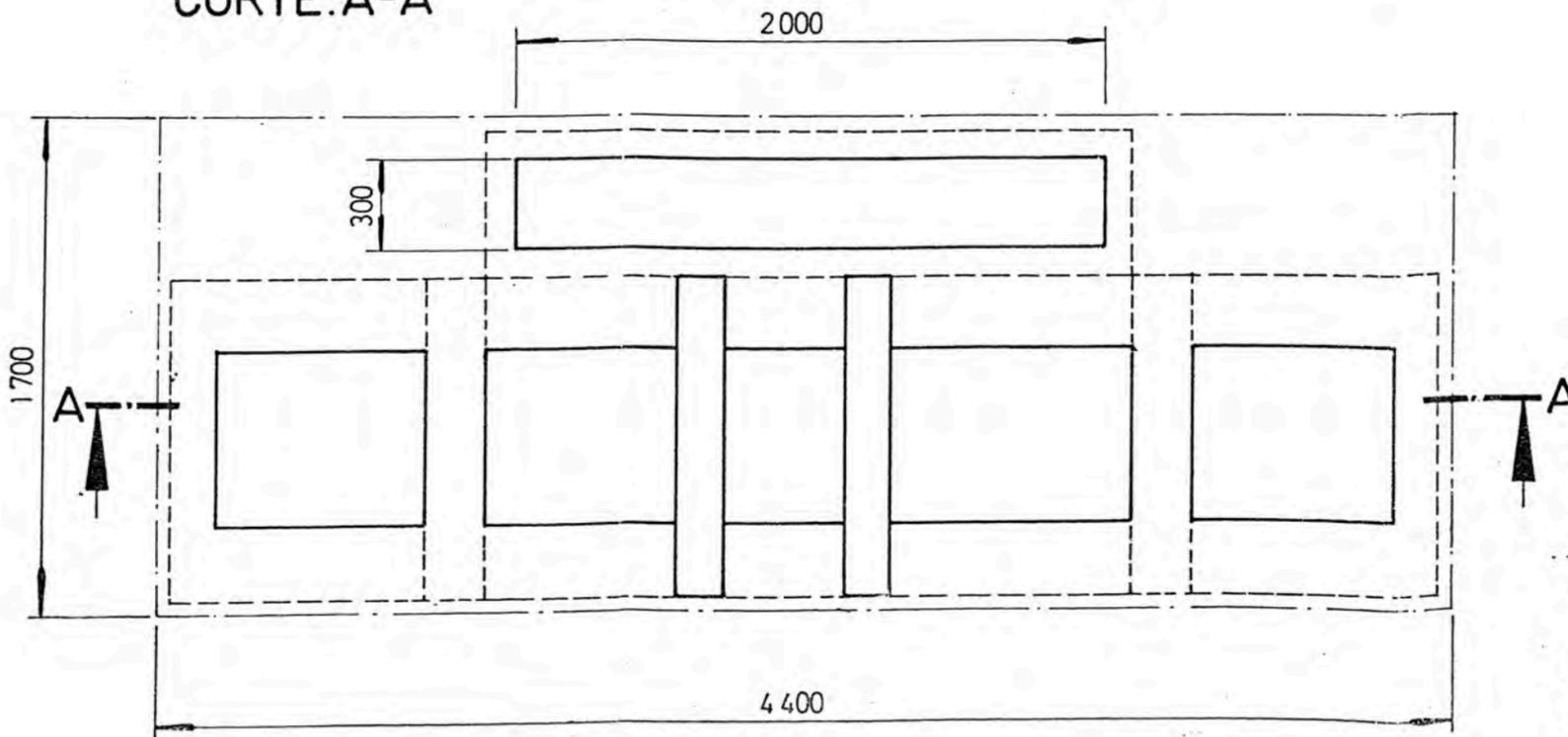
Cerco de Malla →



AGREGADOS CALCAREOS S.A.			
TITULO:		PROYECTADO	C. G. V.
Dimensiones de la		DIBUJADO	C. G. V.
Subestacion		REVISADO	M. S. R.
		APROBADO	
CANTIDAD	MATERIAL	PLANO PEB-02	
ESCALA	1:25	FECHA	01-09-99



CORTE: A-A



CORTE: B-B

NOTA: Mezcla de concreto de
250 Kg/m³ de cemento

AGREGADOS CALCAREOS S.A. - LIMA - PERU

TITULO: SUBESTACION DE 400 KVA

CANAL DE LA SUBESTACION

PROYECTADO POR C.G.V.

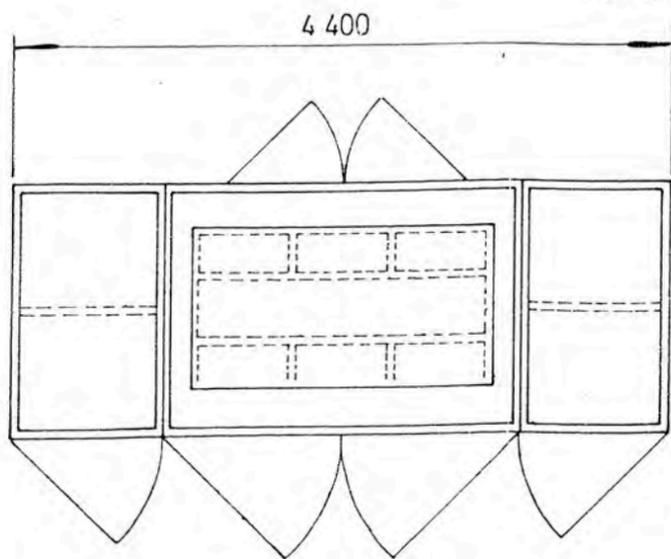
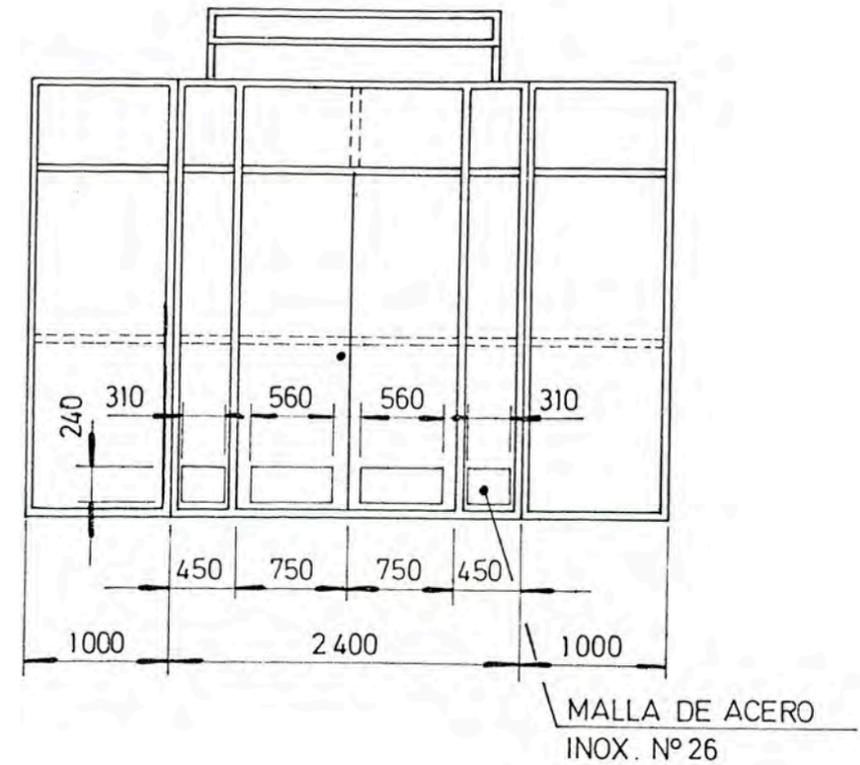
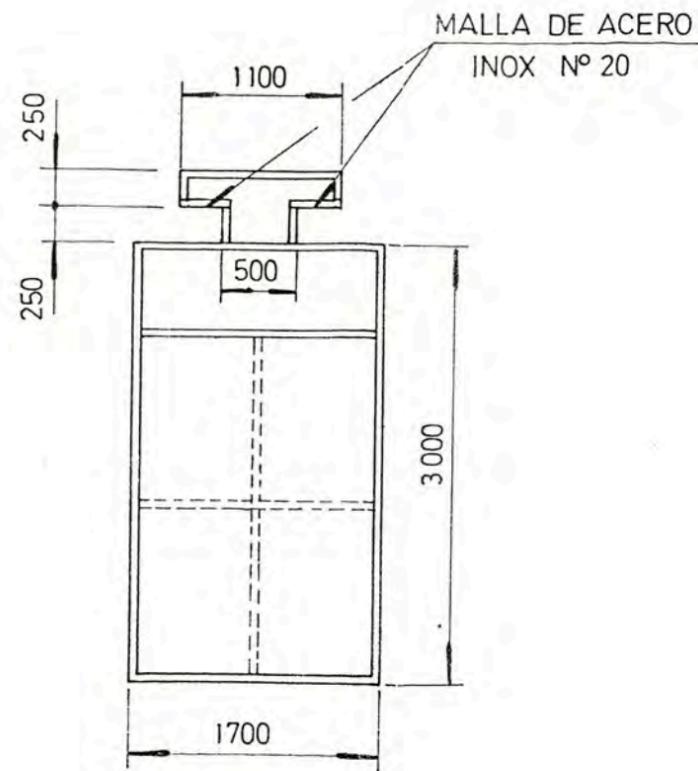
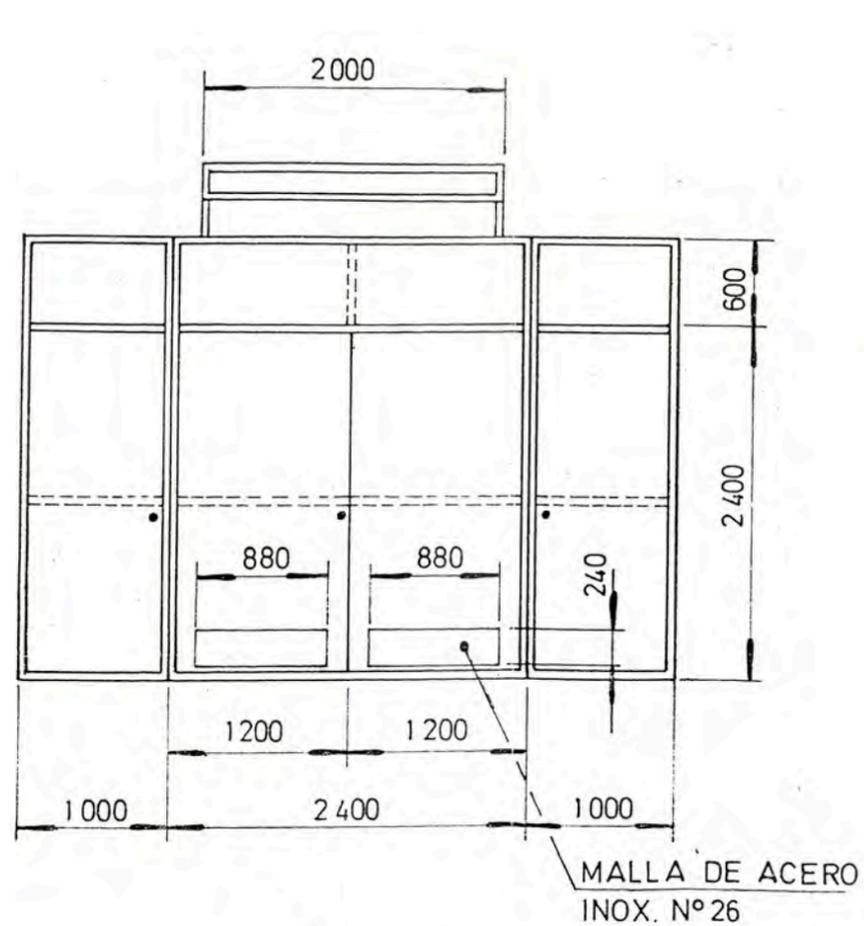
DIBUJADO POR C.G.V.

REVISADO POR M.S.R.

APROBADO POR

CANTIDAD	MATERIAL
ESCALA	1:25
FECHA	02-09-1999

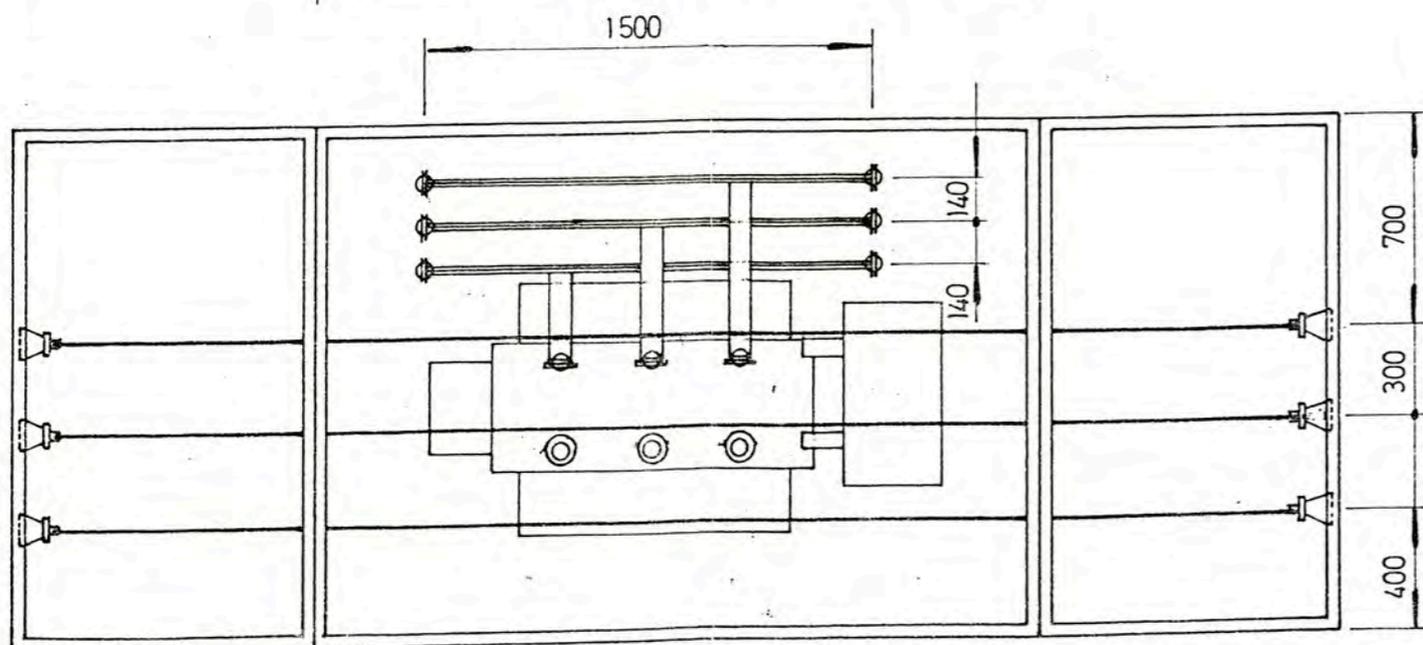
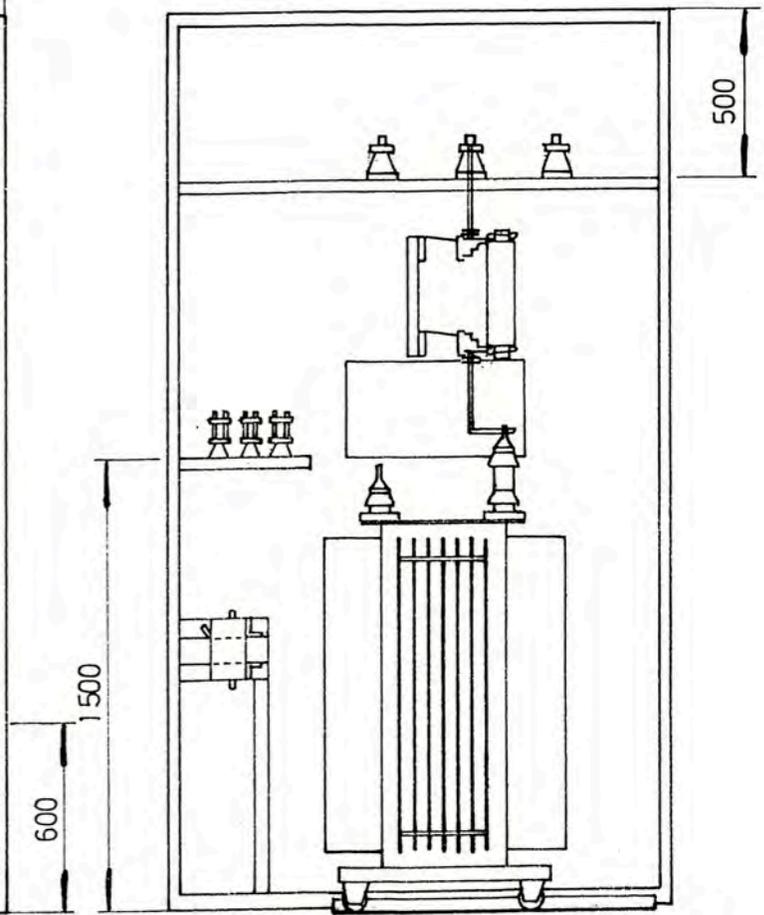
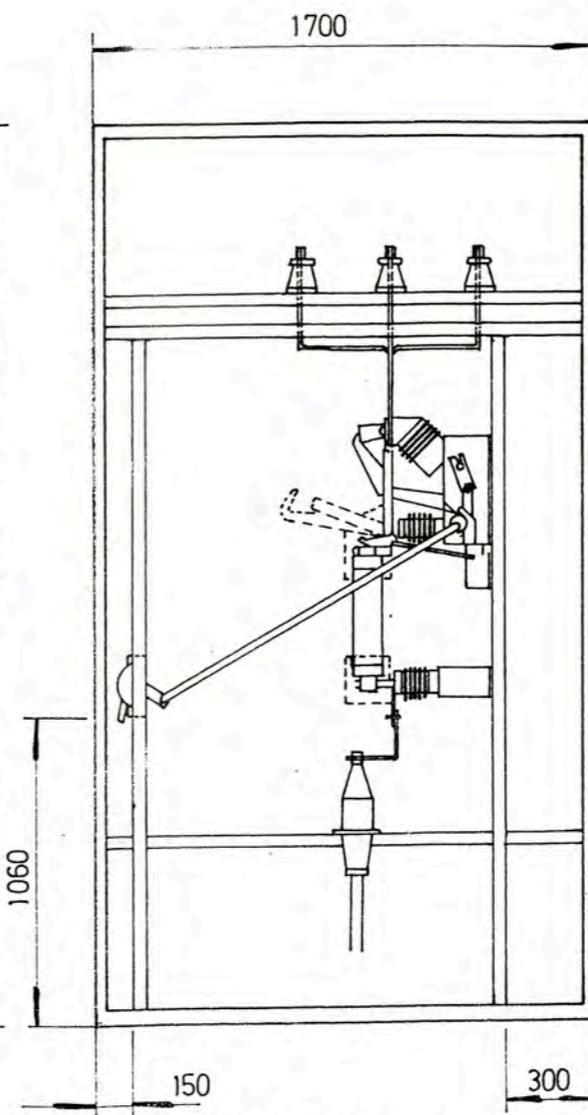
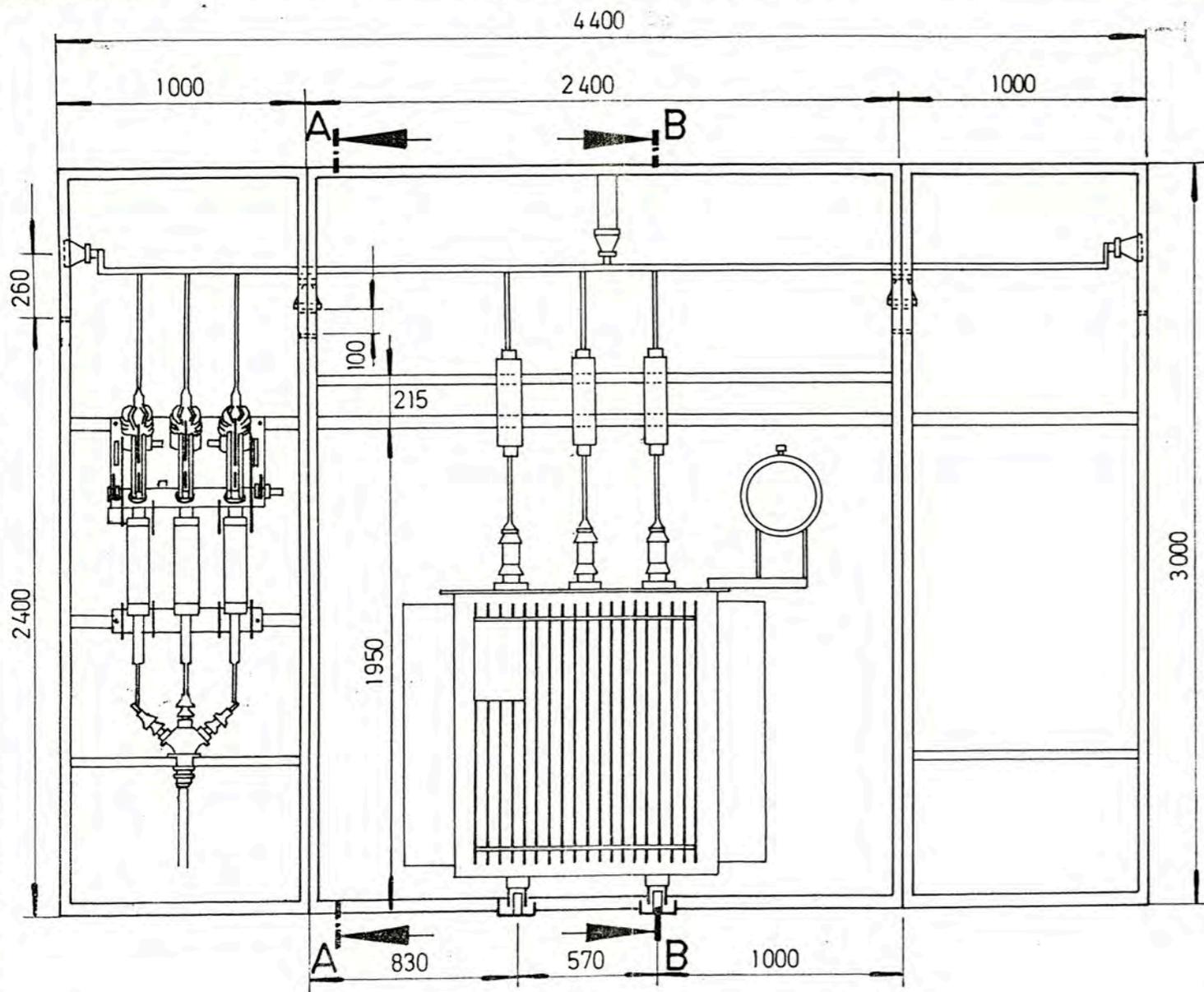
PLANO No.3-PEB-3



NOTA: MATERIALES
 BASE : ángulo 1/4"x2"x2"
 CABINA : ángulo 1/4"x1/2"x1/2"
 CUBIERTA: plancha 1/8"x4"x8"

AGREGADOS CALCAREOS S.A. - LIMA - PERU

TITULO: SUBESTACION DE 400 KVA		PROYECTADO POR	C. G. V.
CABINA DE LA SUBESTACION		DIBUJADO POR	C. G. V.
		REVISADO POR	M. S. R.
		APROBADO POR	
CANTIDAD	MATERIAL		
ESCALA	1:50	FECHA	07-09-1999
			PLANO No.3-PEB-4



AGREGADOS CALCAREOS S.A. - LIMA - PERU

TITULO: SUBESTACION DE 400 KVA

PROYECTADO POR C.G.V.

MONTAJE ELECTROMECHANICO

DIBUJADO POR C.G.V.

REVISADO POR M.S.R.

APROBADO POR

CANTIDAD

MATERIAL

ESCALA

1:25

FECHA

14-09-1999

PLANO No.3-PEB-5

BIBLIOGRAFIA

GILBERTO ENRIQUEZ HARPER, Fundamentos de Instalaciones Eléctricas de Mediana y alta tensión, Limusa, Noriega Editores, México, 1997.

GILBERTO ENRIQUEZ HARPER, Manual de Instalaciones Eléctricas Residenciales e Industriales, Limusa, Noriega Editores, México, 1996.

JOSE MARIA MERINO AZCARRAGA, Arranque Industrial de Motores Asíncronos: Teoría, cálculo y aplicaciones, McGRAW-HILL, España, 1995.

JOSE ROLDAN VILORIA, Motores Eléctricos y Accionamiento de Máquinas, Editorial Paraninfo S.A., España, 1994.

CODIGO NACIONAL DE ELECTRICIDAD, Tomo V parte 1 y 2, 1996.

TELEMECANIQUE, Protection Components and Motor Starters, open version, Francia, 1998.

TELEMECANIQUE, Motor Starters Catalogue, Francia, 1998.

TELEMECANIQUE , Contactors catalogue, Francia, 1998.

MERLÍN GERIN, Interruptores automáticos en caja moldeada, Francia, 1996.