

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
FACULTAD DE TÉCNOLOGÍA
CARRERA DE ELECTROMECAÁNICA



PROYECTO DE GRADO
NIVEL LICENCIATURA

“INSTALACION ELECTRICA INDUSTRIAL PARA LA
FABRICA DE CERAMICA BRASINBOL”

POSTULANTE: LUIS RODRIGO PARI YUJRA

TUTOR: Lic. CESAR MENDOZA CARVAJAL

La Paz - Bolivia
2017

DEDICATORIA

Todo mi trabajo y esfuerzo está dedicado a mis padres
que nunca dejaron de darme su apoyo y cariño
para que logre mis objetivos.

AGRADECIMIENTOS

A todos mis amigos con quienes pasamos inolvidables momentos en el camino hacia nuestra profesionalización.

A la Universidad Mayor de San Andrés por ser la fuente de enseñanza que supe aprovechar

INDICE

CAPITULO I

CONSIDERACIONES GENERALES

1.1 Introducción	1
1.2 Antecedentes	1
1.3 Descripción	2
1.4 Planteamiento del problema	3
1.5 Objetivos	4
1.5.1 Objetivo General	4
1.5.2 Objetivos específicos	4
1.6 Justificación	4

CAPITULO II

FUNDAMENTO TEORICO

2.1 La instalación eléctrica industrial	5
2.2 Cálculo eléctrico	8
2.3 Factor de demanda	9
2.4 Factor de carga	10
2.5 Factor de simultaneidad	11
2.6 Factor de utilización	11
2.7 Instalaciones de enlace de baja y media tensión	12
2.7.1 Red de distribución	12
2.7.2 Acometida	13
2.7.2.1 Acometida subterránea	13

2.7.2.2 Acometidas aéreas	14
2.8 Características de conductores de acometidas	14
2.9 Conductores	15
2.9.1 Agentes mecánicos	16
2.9.1.1 Presión mecánica	16
2.9.1.2 Abrasión	17
2.9.1.3 Elongación	17
2.9.1.4 Dobleza a 180°	17
2.9.2 Agentes químicos	18
2.9.3 Agentes eléctricos	19
2.10 Elementos de maniobra	20
2.10.1 Contactador electromagnético	20
2.10.2 Pulsadores o botoneras	28
2.10.3 Finales de carrera	29
2.10.4 Relé temporizador	30
2.10.5 Presostatos	31
2.10.6 Termostatos	31
2.11 Elementos de protección	32
2.11.1 Fusibles	32
2.11.2 Interruptores Termomagnéticos	33
2.11.3 Relés de sobrecarga	34
2.12 Motores trifásicos	35
2.13 Características constructivas	36
2.13.1 Estator	36
2.13.2 Rotor jaula de ardilla	37

2.13.3 Rotor de anillos rozantes	38
2.14 Conexión de motores trifásicos	38
2.15 Condiciones de servicio	40
2.15.1 Eficiencia	40
2.15.2 Factor de carga	41
2.15.3 Factor de servicio	42
2.15.4 Potencia adecuada del motor	43
2.15.5 Par en motores de inducción	43
2.15.6 Deslizamiento	44
2.16 Puesta a tierra	44
2.16.1 Objetivos de la puesta a tierra	45
2.16.2 Partes de la puesta a tierra	45
2.16.3 Medida de la resistencia de la puesta a tierra	50
2.16.4 Medida de la resistividad del terreno	51
2.17 Luminotecnia	54
2.17.1 Magnitudes y unidades	54
2.17.1.1 Flujo luminoso	54
2.17.1.2 Iluminación o luminancia	54
2.17.1.3 Intensidad luminosa	55
2.17.1.4 Luminancia o brillantez	55
2.17.1.5 Eficiencia luminosa	55
2.17.2 Tipos de lámparas	55
2.17.2.1 Lámparas incandescentes	56
2.17.2.2 Lámparas de descarga	57
2.17.3 Equipos auxiliares	63

2.17.4 Método de cálculo para iluminación de interiores	65
2.18 Factor de potencia	67
2.19 Compensación de la potencia reactiva	73

CAPITULO III

INGENIERÍA DEL PROYECTO

3.1 Determinación de la potencia instalada	75
3.2 Selección de elementos de protección y maniobra	79
3.3 Circuito de arranque de motores	85
3.4 Alimentador y protección principal	88
3.5 Tablero eléctrico	89
3.6 Potencia del transformador	89
3.7 Potencia del Banco de Capacitores	90

CAPITULO IV

ESTRUCTURA DE COSTOS

4.1 Costos fijos	92
4.2 Costo unitario	95

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	96
--------------------------------	----

BIBLIOGRAFIA	97
--------------	----

ANEXOS	98
--------	----

CAPITULO I

CONSIDERACIONES GENERALES

1.1 INTRODUCCION

La electricidad es una de las energías más puras, pero en el estado actual de déficit de energía es necesario poner atención particular a la optimización de su uso. Es importante estudiar y probar nuevos métodos que permitan operar o planificar los sistemas eléctricos de modo que se haga uso óptimo de los mismos para, en el futuro, eliminar algunos problemas y lograr generar energía en forma económica, confiable y con la menor incidencia negativa sobre el medio ambiente.

En este contexto el adecuado control de la potencia reactiva se hace cada vez más necesaria para lograr los niveles adecuados la tensión y la capacidad de transmisión. Así también el bajo factor de potencia, representa problemas en aspectos económicos como técnicos. Obligando a la compra alternadores, y transformadores más potentes, líneas y conductores de mayor sección, equipos de interrupción, equipos de protección equipos de control y de medida de mayores dimensiones para realizar la regulación de las tensiones y dispositivos de protección más complicados.

Es por tal razón que en el presente trabajo se enfoca en la adecuada instalación eléctrica industrial particularizando el estudio al caso de la fábrica de cerámicas BRASINBOL donde se presenta un problema técnico que pretende ser solucionado por este trabajo.

1.2 ANTECEDENTES

La planta BRASINBOL inicio sus operaciones el año 2005 con la producción de cerámicas con maquinarias casi rudimentaria para abastecer el mercado interno. Con la baja de precios de cerámica y la baja demanda que existía la fábrica tuvo que parar.

En la actualidad el nuevo directorio tiene un proyecto de relanzar al mercado para la cual se está remodelando la infraestructura.

Para atender el crecimiento de la demanda de las diversas construcciones, y de los procesos productivos se tiene maquinaria, materia prima y una serie de insumos, donde la energía eléctrica es un factor fundamental para la producción, cualquier interrupción en el suministro ocasiona cuantiosas pérdidas económicas dentro de la empresa ya que dicha empresa cada año va creciendo, tanto en personal como en sus operaciones productivas por otra parte, existe la necesidad de una adecuada operación en aspectos económicos de calidad y seguridad ya que la compañía eléctrica que provee el servicio aplica penalidades a los clientes que tengan instalaciones con bajo factor de potencia pues se basan en el hecho real de que “la energía eléctrica suministrada y por lo tanto utilizada a bajo factor de potencia, es más costosa que la utilizada con el factor de potencia cerca a la unidad”.

1.3 DESCRIPCION

La Industria de CERAMICAS BRASINBOL se encuentra ubicada en la carretera a Viacha, Km 3, a 3850 msnm, del Municipio de Viacha, Provincia Ingavi del Departamento de La Paz.

Cuenta con un transformador de 500KVA, cuyo primario de 6.9KV, y secundario de 400/230V, 4 hilos, 50 Hz.

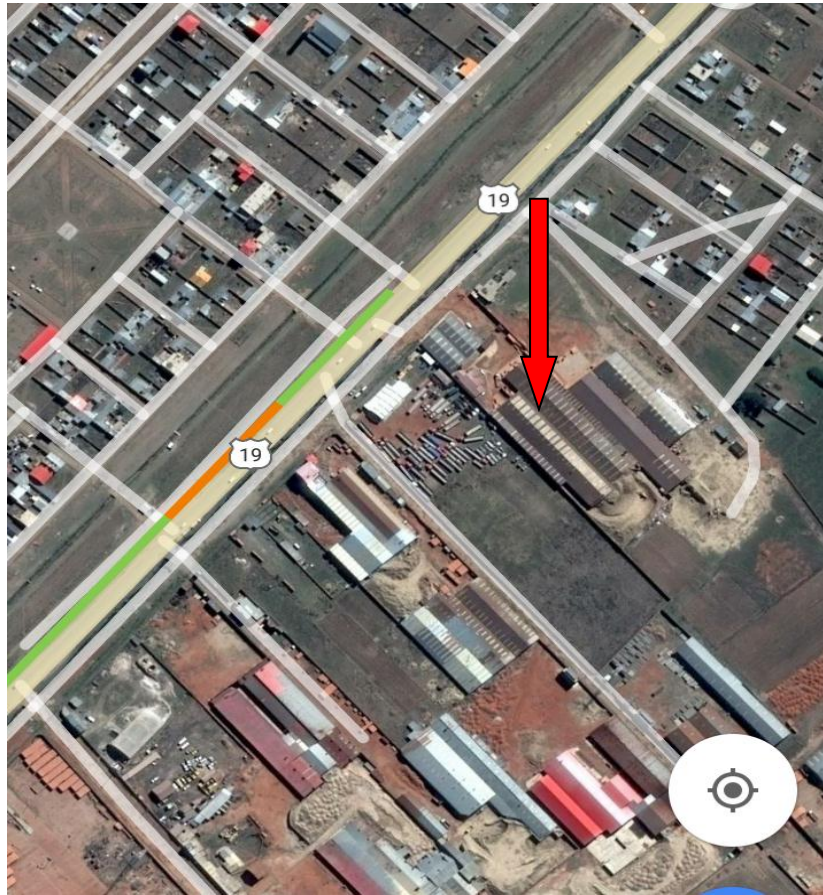


Figura 1.1 Ubicación de la planta

1.4 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Desde un punto de vista técnico es necesario diseñar la instalación eléctrica de una industria tomando en cuenta las normas vigentes en el país, para aumentar la disponibilidad y confiabilidad de los equipos, caso contrario se tendrá paradas de planta lo que causa pérdidas económicas.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar la instalación eléctrica industrial para la fábrica de cerámica “BRASINBOL”, en función a las normas vigentes.

1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la potencia instalada de la planta
- Seleccionar elementos de protección y maniobra
- Seleccionar los alimentadores secundarios
- Realizar los esquemas de arranque de motores eléctricos
- Dimensionar el alimentador principal
- Determinar la potencia del Transformador
- Determinar la Potencia Reactiva Capacitiva del Banco de Capacitores
- Realizar la puesta a tierra para tableros
- Realizar el diagrama Unifilar
- Determinar costos de instalación

1.6 JUSTIFICACIÓN

Toda instalación eléctrica debe estar precedida de un proyecto donde debe incluirse todos los requerimientos que permitan y facilitan la adecuada ejecución de la misma. Toda empresa industrial necesita imprescindiblemente de la energía eléctrica para desarrollar sus actividades de producción y lograr así, mayor rendimiento en el proceso mismo.

CAPITULO II

FUNDAMENTO TEORICO

2.1 LA INSTALACION ELECTRICA INDUSTRIAL

La red de distribución pública, está constituida por todas líneas eléctricas de media y baja tensión instalada en vías públicas. En la ciudad de La Paz la red de distribución es en 6.9 KV en Media Tensión y con disposiciones de los conductores en forma horizontal

En baja tensión existen los sistemas de distribución, 230V en conexión delta (Δ) y 400/230 en conexión estrella (Y) y con neutro físico multiaterrado. Los conductores se encuentran en posición vertical. El sistema de distribución está conformado por diversos componentes, la acometida principal de llegada de la compañía de servicios, la protección necesaria en todo el sistema, los transformadores distribuidos alrededor del inmueble para obtener la tensión a que se desea realizar la distribución interna en baja tensión, en caso de tener sistemas preferenciales o de emergencias se debe considerar la utilización de plantas de emergencia para suplir la carga en caso de falla.

La industria de una forma general, son alimentadas por uno de los siguientes tipos de sistemas:

a) Sistema radial

Son las más sencillas y los más económicos; sin embargo, no se emplea con carácter general debido que en caso de averías en circuitos, queda interrumpida una amplia zona de servicios se muestra un esquema de sub circuitos de transmisión radiales; cada sub circuito de transmisión sirve como alimentación normal de ciertos números de subestaciones transformadoras y otras averías más considerando de reserva y que entran en funcionamiento en casos de emergencias. Pero en

compensación su costo es reducido comparado con otros sistemas por el hecho que cuentan solamente con equipos convencionales y de larga duración.¹

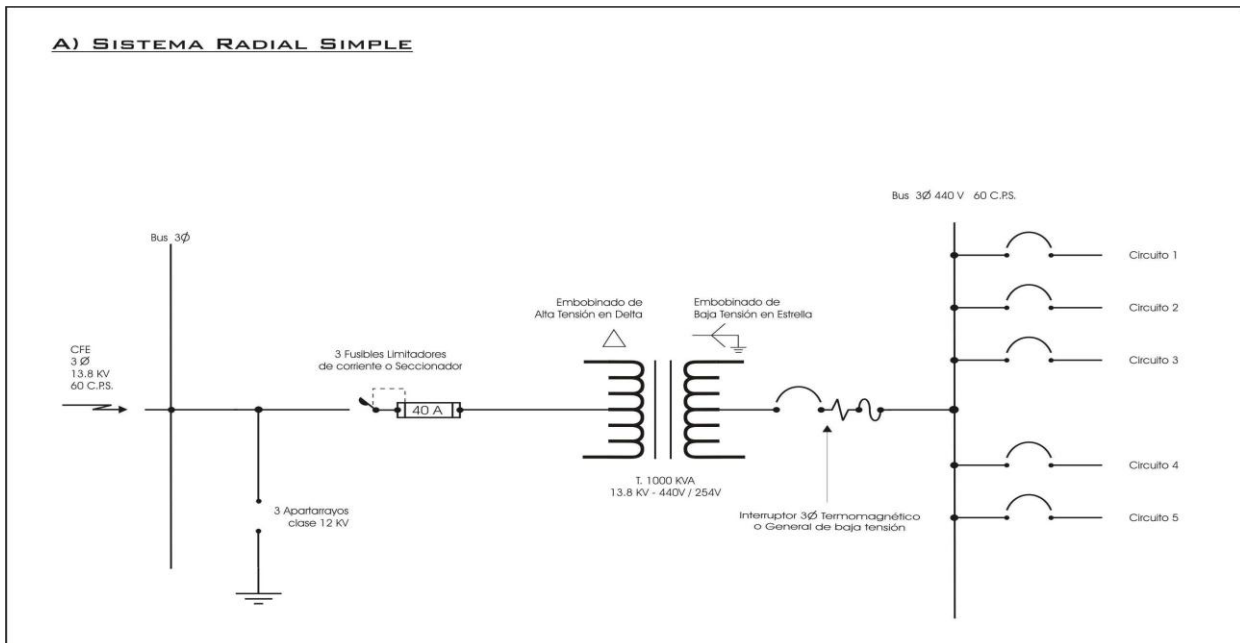


Figura 2.1 Sistema de radial simple

b) Sistema en anillo

Una red en anillo está constituida por una línea cerrada que tiene uno o más alimentadores. Se utiliza en M.T para alimentar altos consumos de energía mantener a la vez la comunidad en el servicio. En el anillo se colocan elementos de maniobra que permiten aislar una parte del mismo, porque una avería afecta a menos usuarios que una red radial. Para la red de distribución en B.T se usa la construcción en anillo local, que presenta una pequeña caída de tensión y seguridad en el suministro la red radial en B.T puede conectarse en anillo por medio de un aparato de maniobra que normalmente está abierto.

Las redes de distribución urbanas en M.T. suelen ser construidas en anillos alimentados en centros de transformación con entradas y salidas en las líneas llamados centros de transformación de paso. Los aparatos de maniobra permite que

¹ D. José Ramírez Vázquez instalaciones de baja tensión cálculo de líneas eléctricas 1974 Barcelona España ceac

cada centro de transformación pueda alimentarse de uno u otro lado del anillo dejando en caso de averías desconectada la parte de averiada.

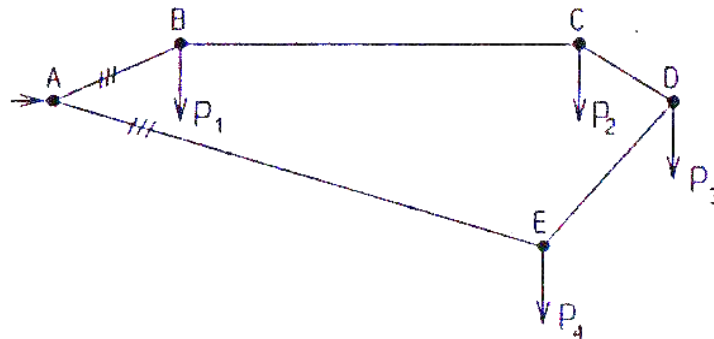


Figura 2.2 Redes en anillo

c) Sistema en malla

Una red en malla está constituida por redes cerradas unidas eléctricamente. Puede ser construida como tal o ser el resultado de unir eléctricamente entre si redes radiales. La alimentación puede ser por uno varios puntos. Las principales ventajas de la red en malla son: pequeñas caídas de tensión sin grandes variaciones con el cambio de consumo, y poder hacer frente al aumento de demanda de potencia sin grandes cambios en la red. Se utiliza para el suministro de energía en zonas de gran densidad de carga, obteniéndose buena estabilidad de tensión y gran seguridad en el suministro.²

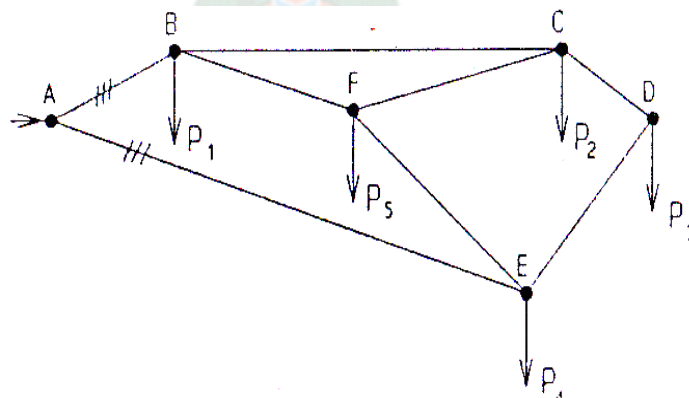


Figura 2.3 Red en malla

² José García Trasancos instalaciones eléctricas en media y baja tensión 2002 Madrid España Thomson

2.2 CALCULO ELECTRICO

El termino carga se refiere a un conjunto de equipos de ellos que absorben energía del sistema. Se puede distinguir varias categorías de equipos de alumbrado calefacción y de motores. Existen diferentes entre ellos.

- Tamaño
- Simetría (trifásico ó monofásico)
- Variación de energía consumida con respecto al tiempo, a la frecuencia y al voltaje
- Ciclo de trabajo (uso regular o aleatorio)

Las cargas se pueden clasificar en industrias domésticas. Una diferencia importante entre ellas es la alta proporción de motores de inducción en las primeras (aproximadamente de 60%). La carga industrial tiene en general ciclos de trabajos predecibles y su demanda puede considerarse esencialmente constante. La carga afecta el diseño y la operación técnica de los sistemas.

Se pueden resumir las siguientes reglas que caracterizan cargas típicas de un sistema:

- Se puede reconocer patrones promedios de variación en el tiempo de la carga conectadas a transformadores de distribución. Al nivel de sub transmisión y transmisión se alcanza una situación casi predecible.
- Las variaciones de la carga con el tiempo son relativamente lentas. De minuto a minuto si tiene una carga casi constante. Un minuto es un periodo largo comparado con las constantes de tiempo eléctricas del sistema y esto permite considerarlo como operando en estado estacionario.
- Una carga típica siempre consume potencia reactiva.
- Una carga típica es siempre simétrica. En caso de las cargas monofásicas la simetría se obtiene destruyéndolas intencionalmente entre las fases.

2.3 FACTOR DE DEMANDA

Es la relación entre la demanda máxima del sistema y la carga total conectada a ella durante un intervalo de tiempo considerando.

La carga conectada es la suma de las potencias nominales continuo de los aparatos consumidores de energía eléctrica. El factor de demanda es, generalmente es menor que una unidad. Su valor solamente es unitario si la carga total es conectada simultáneamente por un periodo grande.

$$F_d = \frac{D_{max}}{P_{inst}}$$

Dónde:

D_{máx.}: Demanda máxima de instalación en KW o KVA

P_{inst}: Potencia instalada de la planta en KW o KVA

TABLA 2.1

DEMANDAS MAXIMAS INSTALACIONES INDUSTRIALES

Demanda máxima prevista (kW.)	Número de:		Conductores de cobre con aislamiento PVC			
	fases	hilos	Fase		Neutro	
			AWG	(mm ²)	AWG	(mm ²)
Hasta 3	1	2	10	6	10	6
3 – 5	1	2	10	6	10	6
6 – 8	1	2	8	10	8	10
9 – 10	1	2	8	10	8	10
3 – 10	3	4	8	10	10	6
11 – 18	3	4	8	10	10	6
19 – 25	3	4	8	10	10	6
26 – 35	3	4	6	16	8	10
36 – 40	3	4	4	16	8	10
41 – 50	3	4	4	16	8	10
51 – 60	3	4	2	25	6	16
61 – 70	3	4	1/0	35	4	16
71 – 80	3	4	1/0	35	4	16
81 – 90	3	4	2/0	50	2	25
91 – 100	3	4	3/0	57	2	25

2.4 FACTOR DE CARGA

Es la razón entre la demanda durante un intervalo de tiempo cíclico, de demanda máxima registrada en el mismo periodo

El factor de carga normalmente se refiere al periodo de carga diaria semanal mensual anual cuando mayor es el periodo de tiempo a que se relaciona el factor menor en su valor, por lo tanto el factor de carga anual es mayor que el mensual y a su vez es menor que el semanal y así sucesivamente

El factor de carga es siempre mayor a cero y menor o igual a uno. El factor de carga mide el grado en el que demanda máxima fue mantenida durante el intervalo de tiempo considerando, como también muestra que energía está siendo utilizada en forma racional por parte de una determinada instalación.

Mantener un elevado factor de carga en el sistema significa obtener los siguientes beneficios:

- Optimización de la inversión de la instalación eléctrica
- Aprovechamiento racional y aumento de la vida útil de la instalación eléctrica
- Reducción del valor de demanda pico.

El factor de carga se obtiene de la siguiente relación

$$Fd = \frac{Dmed}{Dmax}$$

Dónde:

Fc: Factor de carga

Dmed: Demanda media

Dmax: Demanda máxima en un mismo periodo en KW

2.5 FACTOR DE SIMULTANEIDAD

Normalmente la operación simultánea en todas las cargas del sistema nunca ocurre, apareciendo siempre determinado grado de diversidad, que se expresa cada grupo de carga.

La aplicación del factor de simultaneidad en instalaciones industriales debe ser precedida de un estudio minucioso a fin de evitar el sub dimensionamiento de los circuitos de los equipos. El factor de simultaneidad es siempre menor a la unidad.

$$F_{si} = \frac{D_{max}}{D(\max-ind)}$$

Donde:

F_{si}: Factor de simultaneidad

D_{max}: Demanda máxima de un grupo

D(max-ind): Demandas

2.6 FACTOR DE UTILIZACION

Este factor se define como un conjunto de receptores, como el cociente entre las potencias máxima demanda con el conjunto, y la potencia instalada correspondiente al mismo conjunto, y agrupa a los dos factores definidos anteriormente.

Ante la de datos más precisos puede ser adoptado un factor de utilización a igual a 0.75 para motores de inducción, en cuanto a equipos de iluminación y aire acondicionado, el factor de utilización debe ser a la unidad.

$$F_u = \frac{D_{\max}}{P_{\text{inst}}}$$

Donde:

F_u: Factor de utilización

D_{max}: Demanda máxima de un grupo

P_{inst}: Potencia instalada

2.7 INSTALACIONES DE ENLACE DE BAJA Y MEDIA TENSION

2.7.1 RED DE DISTRIBUCION

Para suministros de media tensión con transformadores del propio usuario, donde el punto de medición está ubicado en el lado secundario del transformador, los registros mensuales de tensión serán referidos en el lado primario en base de metodologías establecida por la superintendencia se adoptan los siguientes niveles de tensión referencial por la red de distribución.

En baja tensión existen de distribución, 230V en conexión delta (Δ) y 400/230 (V) en conexión estrella (Y) con neutro físico multi aterrado.

- 380/220 Voltios (V) redes trifásicas de 4 hilos
- 220 Voltios (V) redes monofásicas 2 hilos y trifásica de 3 hilos.

Se podrían considerar otras tensiones nominales comúnmente utilizadas por el distribuidor de obras de refuerzo y ampliación del sistema eléctrico ya que existe con la debida justificación técnica y económica y con la autorización expresa de la superintendencia.³

³ Reglamento de Calidad de Distribución de electricidad 20 de abril 2002 articulo 38 pag. 12.

2.7.2 ACOMETIDA

Se denomina acometida al enlace o unión de la red secundaria de distribución de la empresa suministradora de la instalación del abonado.

2.7.3.1 ACOMETIDA SUBTERRANEO

Desde la línea más cercana de la red de distribución se tendrá una derivación subterránea hasta la caja de acometida situada en el edificio esta situaciones calculara previamente según las condiciones de previsión de cargas expuestas.

Es aquella que tiene los conductores alojados en el interior de un tubo rígido y auto extingible, con un diámetro mínimo de 120 mm y un máximo de 600 mm dependiendo dela potencia que precise el edificio y de acuerdo con el sistema de distribución empleado, puede ser necesario uno o dos tubos por cada línea en cometida.

En las capitales de departamentos, las acometidas deben ser subterráneos cuando calibre del conductor sea superior al N° 4 AWG, la altura de llegada de los conductores aéreos de la acometida desde la red de distribución a la edificación, deberá ser como mínimo 3.5 metros, para el tal efecto se podrá utilizar estructuras intermedias como ser postes o pequeñas torres y dispuestas sobre los botaguas de la muralla de la edificación.⁴

⁴ Norma boliviana NB777 pág. 33.

2.7.3.2 ACOMETIDAS AEREAS

Consiste en conductores colocados sobre los postes o por facha de los edificios siendo el origen de la instalación de la red de distribución aérea.

El conductor más utilizado actualmente es de aluminio conductores aislados con polietileno reticulado de color negro resistente a la intemperie formando haces de cable unipolares sin cubierta de protección común.

La caída de tensión establece la empresa distribuidora y la intensidad estará dentro de lo permitido la altura mínima no será inferior a 6 metros.

Los conductores de acometidas no deben tener uniones o derivaciones y las aéreas la distancia mínima de disposición vertical entre conductores será de 15 cm.⁵

2.8 CARACTERISTICAS DE CONDUCTORES DE ACOMETIDAS

Cuando las condiciones de suministro así lo requieran, el conductor de la acometida será adquirido por el solicitante según las siguientes características:

- El conductor podrá ser de cobre o aluminio.
- El calibre del conductor dependerá de la potencia demandada, siendo los mínimos: cobres N° 10 AWG para servicios monofásicos y N° 8 AWG para servicios trifásicos o sus equivalentes en su capacidad de conducción para conductores de aluminio.
- Longitud máxima de acometida 40 metros sin uniones, empalmes o derivaciones.
- Solo se permite un cable de acometida por vivienda edificio predio o lote.

⁵ Norma boliviana NB777 pág. 33.

- En zonas urbanizadas, la acometida NO debe cruzar ni apoyarse en terrenos o propiedades vecinas.
- Acometidas con conductores de calibre superior a N° 4 AWG de cobre deben ser subterráneas y contar con la autorización de excavación de zanja del gobierno municipal correspondiente, en casos necesarios.
- El conductor neutro debe ser del mismo calibre que el de la fase
- La altura mínima del cruce de la calle debe ser de 6 metros.
- La altura mínima de llegada a la vivienda, sin cruce de calle, debe ser 4.60 metros.
- Para alcanzar la altura indicada, se podrá utilizar estructuras intermedias como ser postes o pequeñas torres y accesorios de sujeción de propiedad del cliente.⁶

2.9 CONDUCTORES

En las instalaciones eléctricas industriales son elementos que proveen las trayectorias de la circulación de la corriente eléctrica son los conductores forrados o cubiertos con un material aislante, desde luego que el material aislante no es un conductor de la electricidad, con esto se garantiza el flujo de corriente sea únicamente a través del conductor. El material que normalmente se utiliza en los conductores para la instalación eléctrica es el cobre y se aplica en el caso específico de las instalaciones eléctricas industriales.

El material dieléctrico, la sección del conductor y la tensión eficaz determinada el espesor del aislante.

Cada tipo de conductores tiene propiedades específicas que los diferencian de otros, pero en general para la selección de un conductor deben considerarse los agentes que los afectan durante su operación y que se pueden agrupar como.

⁶ Distribuidora De Electricidad La Paz S.A. (Según Norma Boliviana pág. 37-38)

- Agentes mecánicos
- Agentes químicos
- Agentes eléctricos

2.9.1 AGENTES MECANICOS

Mayor parte de los ataques mecánicos que sufre un conductor se debe a agentes externos como son el desempaque, manejo e instalaciones que pueden afectar las características del conductor dañado que produce fallas de operación

Por lo que es necesario prevenir del deterioro por agentes externos usando las técnicas adecuadas de manejo de materiales e inserción de conductores en canalizaciones

Los principales agentes que pueden afectar mecánicamente a los conductores se pueden dividir en cuatro clases:

- Presión mecánica
- Abrasión
- Elongación
- Dobles a 180°

2.9.1.1 PRESION MECANICA

La presión mecánica se puede presentar de un manejo de los conductores por el paso o de la colocación de objetos pesados sobre los conductores su efecto puede ser una deformación permanente del aislamiento disminuyendo el espesor del mismo y apareciendo fisuras que puede provocar falla eléctricas futuras.

2.9.1.2 ABRASION

La abrasión es un fenómeno que se presenta normalmente al introducir los conductores a las canalizaciones cuando estas están mal preparadas contiene rebabas o bordes punzo cortantes, también se puede presentar durante el manejo de los conductores en las obras civiles semi terminadas.

2.9.1.3 ELONGACION

El reglamento de obras de instalaciones eléctricas marca que no deben haber más de dos curvas de 90° en una trayectoria unitaria de tubería, cuando se tiene un número mayor de curvas se puede presentar el fenómeno de elongación o también cuando se trata de introducir los conductores en el tubo conducto de los permitidos por el reglamento. Tratándose de conductores de cobre debe tener cuidado que la tensión no exceda ya que el cobre es riesgo de alargar el propio metal creando un problema de aumento de resistencia eléctrica por disminución en la sección del conductor, por otra parte, la falta de adherencia del aislamiento provocado por el deslizamiento provocado punto de falla latente.

2.9.1.4 DOBLEZ A 180°

Este problema se presenta principalmente por el mal manejo del material, de tal forma que las moléculas de los aislamientos que se encuentran en la parte exterior son tan sometida a la tensión y las que se encuentran en la parte inferior a la compresión, este fenómeno se conoce en el argot técnico como mala formación de cocas.

2.9.2 AGENTES QUIMICOS

Un conductor se ve sujeto ataques por agentes químicos que pueden ser diversos y que dependen de los contaminantes que se encuentran en el lugar de instalación.

Estos agentes químicos contaminantes se pueden identificar en cuatro tipos generales que son

- Agua o Humedad
- Hidrocarburos
- Ácidos
- Alcalis

Por lo general no es posible eliminar en su totalidad los contaminantes de una instalación eléctrica, lo que hace necesario el uso de los conductores eléctricos que resistan los contaminantes en cada instalación eléctrica

La falla por agentes químicos en los conductores se manifiesta como una disminución en el espesor del aislamiento con grietas con trazos de sulfatación en el aislamiento, oxidación en el aislamiento, caso típico que se manifiesta como un desprendimiento en forma de escamas.

En la tabla siguiente se indica algunas propiedades de aislamiento de la acción de los contaminantes más comunes.

TABLA 2.2
PROPIEDADES DE AISLAMIENTO

Tipo comercial	Alcalis	Ácidos	Humedad	Hidrocarburos
TW	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Bueno
Vinanel 900	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Bueno
Vinanel nylon	Muy bueno	Excelente	Excelente	Inerte
Vulcanel ep	Muy bueno	Muy bueno	Excelente	Regular
Vulcanel xlp	Muy bueno	Muy bueno	Excelente	Regular

2.9.3 AGENTES ELECTRICOS

Desde el punto de vista eléctrico la característica principal de los conductores de baja tensión se mide por la rigidez dieléctrica del aislamiento, que es la que determina las condiciones de operación manteniendo la diferencia de potencial requerida dentro de los límites de seguridad, permite soportar sobrecargas transitorias e impulsos de corrientes provocados por los cortocircuitos.

Normalmente se expresa la rigidez dieléctrica en kv/mm y dependiendo si en la prueba se emplea elevación rápida de tensión o de impulso varía su valor. Por lo general la habilidad eléctrica de los aislamientos para conductores en baja tensión es del orden de 600 voltios que es la tensión máxima a que están especificadas por esta razón los conductores instalados en la instalación eléctricas de baja tensión difícilmente hallan por fallas por causas meramente eléctricas.

En la mayoría de los casos fallan por fenómenos térmicos provocados por sobrecargas sostenidas o diferencias en los sistemas de protección en caso de corto circuito.

La tabla 2.3 algunas propiedades de los conductores eléctricos comerciales desde el punto de vista de la rigidez dieléctrico de sus aislamientos.

TABLA 2.3
PROPIEDADES ELECTRICAS DE CONDUCTORES

Identificación Comercial	Kv/mm C.A. Elevación Rápida	Kv/mm C.D. Impulso
TW	12	40
Vinanel 900	12	40
Vinanel Nylon	15	45
Vulcanel EP	18	54
Vulcanel XLP	20	60

2.10 ELEMENTOS DE MANIOBRA

2.10.1 CONTACTOR ELECTROMAGNÉTICO

Se llama contactor a un interruptor gobernado a distancia por la acción de un electroimán. Las partes de un contactor electromagnético son las siguientes:

- ◆ Contactos principales
- ◆ Contactos auxiliares
- ◆ Circuito electromagnético
- ◆ Soporte o estructura del aparato

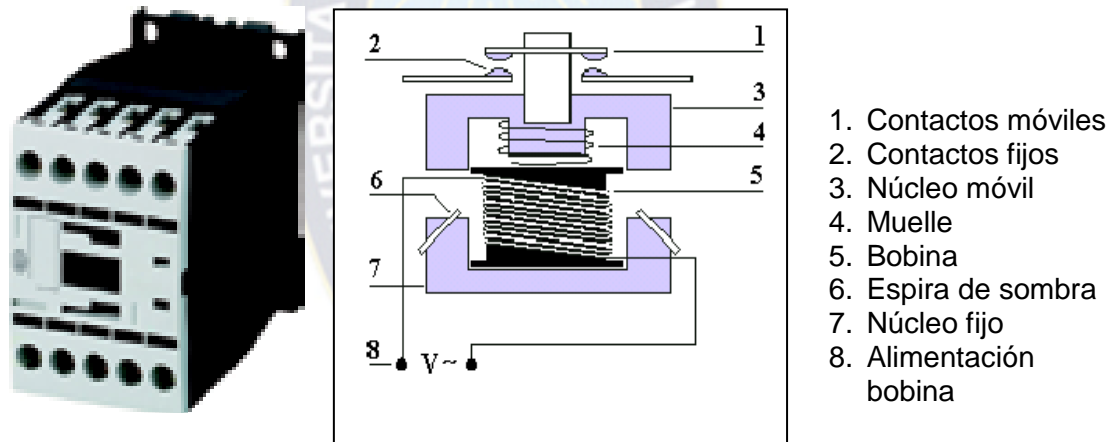


Figura 2.4 Partes Constructivas del contactor

Contactos principales, tienen por finalidad realizar el cierre o apertura del circuito principal a través del cual se transporta la corriente al circuito de fuerza. Los contactos principales, que forman el contactor, pueden, ser unipolares, bipolares, tripolares. Los contactos generalmente se fabrican con materiales aleados de las cuales las más importantes son las siguientes:

- Plata - cadmio
- Plata – paladio
- Plata – níquel

Este último es de gran resistencia eléctrica al desgaste por arco y, además, tiene buena resistencia mecánica, lo que hace que sea el mas empleado y de uso mas general. Las condiciones que debe tener un buen contacto es el de que sea resistente mecánicamente, no oxidable, poca resistencia en el punto de contacto, resistencia a la erosión producida por arco no formar óxidos que sean aislantes, no tener la tendencia a pegar o soldar.

El contacto es la parte más delicada del contactor, por ello ha de cuidarse para que el circuito pueda funcionar siempre en condiciones normales, por lo que ha de estar protegido contra el polvo, grasa, humedad, insectos, etc.

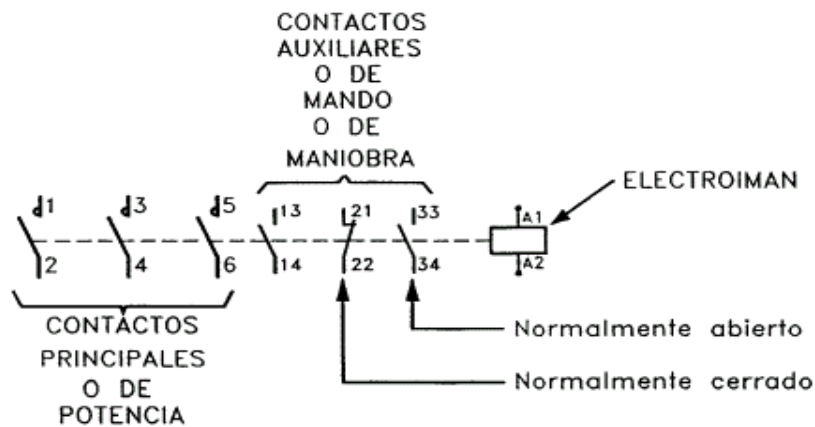


Figura 2.5 Contactos principales y auxiliares

Los contactos auxiliares, son aquellos que tiene por finalidad el gobierno del contactor y de su utilización, los contactos auxiliares pueden estar abiertos y

cerrados, estando en reposo el contactor y como por lo general han de dar paso a pequeñas corrientes, suelen ser de pequeño tamaño. Figura 2.6.

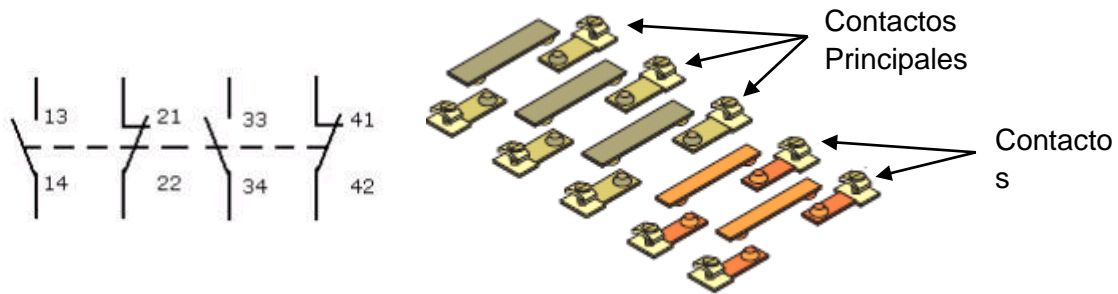


Figura 2.6 Contactos auxiliares

El núcleo en forma de E, sobre su parte central lleva colocado la bobina. Generalmente, esta parte del circuito es fija. Cuando la bobina es atravesada por la corriente eléctrica, genera un campo que hace que el núcleo atraiga a la armadura, que es la parte móvil, el cual al ser atraído presiona los contactos móviles contra los fijos, cerrando los abiertos y abriendo los cerrados. La bobina es la encargada de crear el flujo, para que el núcleo atraiga a la armadura.

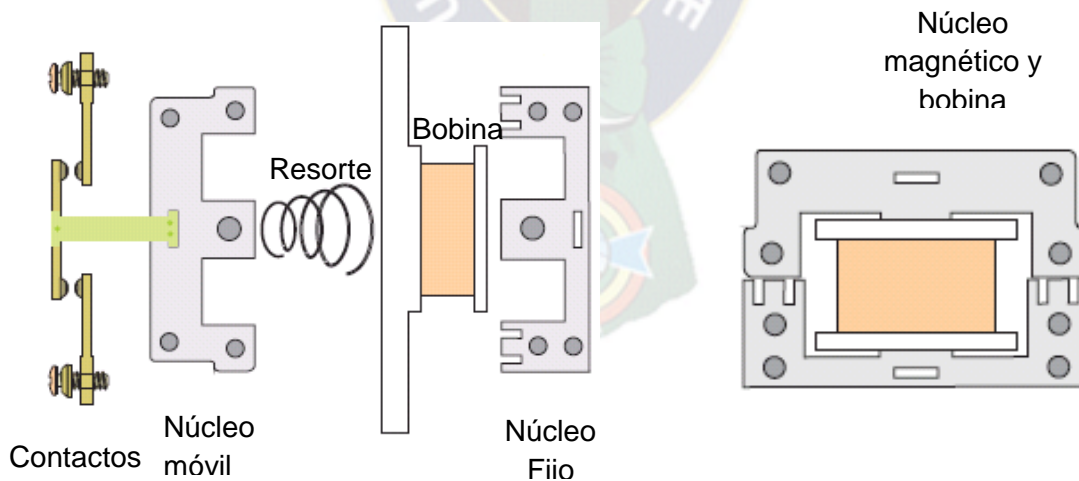


Figura 2.7 Circuito magnético y eléctrico del contactor

Soporte del contactor, los contactos principales y auxiliares junto con el circuito electromagnético, se fijan en un soporte con los bornes correspondientes para su empleo y conexión, estando aislado del exterior introduciéndolo en caja de materiales aislantes, al exterior solo salen los bornes de conexión del circuito de potencia y mando, mientras que los demás elementos permanecen cubiertos, para evitar que se introduzca suciedad que perjudicaría su correcto funcionamiento.

Averías en los contactores.-

1. El contactor no queda realimentado al pulsar la marcha, debido a hilos interrumpidos en el circuito, bien en las conexiones del contactor, bien en la caja de pulsadores.
2. Fallos en los contactos por los siguientes conceptos:
 - a) Calentamiento excesivo
 - b) Desgaste prematuro
 - c) Débil presión
 - d) Soldadura entre contactos
3. Falla la bobina como consecuencia de:
 - a) Corte de hilo en la bobina, por sobreintensidad o cortocircuito.
 - b) Desconexión de sus bornes por vibración del circuito electromagnético
 - c) Calentamiento excesivo (nunca debe sobrepasar mas de los 80 °C., o de los 35°C por encima de la temperatura ambiente).
4. Circuito electromagnético
 - a) Fallo mecánico en alguna de las partes que lo constituyen
 - b) Escasa fuerza de atracción
 - c) Circuito magnético ruidoso, debido a la falta de la espira de sombra, por lo que vibra.

Clasificación de los contactores.-

Por su construcción .-

- *Contactores electromecánicos:* Son aquellos ya descritos que funcionan de acuerdo a principios eléctricos, mecánicos y magnéticos.

- *Contactores estáticos o de estado sólido:* Estos contactores se construyen a base de tiristores. Estos presentan algunos inconvenientes como:
 - Su dimensionamiento debe ser muy superior a lo necesario.
 - La potencia disipada es muy grande
 - Son muy sensibles a las corrientes parásitas internas
 - Su costo es muy superior al de un contactor electromecánico equivalente.

Por el tipo de corriente eléctrica que alimenta la bobina. .

- Contactores para AC.
- Contactores para DC.

Por los contactos que tiene.

- Contactores principales.
- Contactores auxiliares.

Por la carga que pueden maniobrar (categoría de empleo).

Tiene que ver con la corriente que debe maniobrar el contactor bajo carga.

Categoría de empleo.-

Para establecer la categoría de empleo se tiene en cuenta el tipo de carga controlada y las condiciones en las cuales se efectúan los cortes. Las categorías más usadas en AC son:

AC1: Cargas no inductivas (resistencias, distribución) o débilmente inductivas, cuyo factor de potencia sea por lo menos 0.95.

AC2: Se refiere al arranque, al frenado en contracorriente y a la marcha por impulso permanente de los motores de anillos. Al cierre el contactor establece el paso de corrientes de arranque equivalentes a más o menos 2.5 la corriente nominal del motor. A la apertura el contactor debe cortar la intensidad de arranque, con una tensión inferior o igual a la tensión de la red.

AC3: Para el control de motores jaula de ardilla (motores de rotor en cortocircuito) que se apagan a plena marcha. Al cierre se produce el paso de corrientes de arranque, con intensidades equivalentes a 5 o más veces la corriente nominal del motor. A la apertura corta el paso de corrientes equivalentes a la corriente nominal absorbida por el motor.

AC4: Se refiere al arranque, al frenado en contracorriente y a la marcha por impulso permanente de los motores de jaula. Al cierre se produce el paso de la corriente de arranque, con intensidades equivalentes a 5 o más veces la corriente nominal del motor. Su apertura provoca el corte de la corriente nominal a una tensión, tanto mayor como tanto mayor es la velocidad del motor. Esta tensión puede ser igual a la tensión de la red.

En corriente continua se encuentran cinco categorías de empleo: DC1, DC2, DC3, DC4 y DC5. Un mismo contactor dependiendo de la categoría de empleo, puede usarse con diferentes corrientes.

RESUMEN - CATEGORIA DE SERVICIO

Categoría de servicio	Aplicaciones
AC1	Cargas puramente resistivas para calefacción Eléctrica.
AC2	Motores asíncronos para mezcladoras, centrífugas.
AC3	Motores asíncronos para aparatos de aire acondicionado, compresores, ventiladores,...
AC4	Motores asíncronos para grúas, ascensores

Criterios para la elección de un contactor.

Para elegir el contactor que más se ajusta a nuestras necesidades, se debe tener en cuenta los siguientes criterios:

- Tipo de corriente, tensión de alimentación de la bobina y la frecuencia. ·
- Potencia nominal de la carga. ·
- Condiciones de servicio: ligera, normal, dura, extrema. Existen maniobras que modifican la corriente de arranque y de corte.
- Si es para el circuito de potencia o de mando y el número de contactos auxiliares que necesita.
- Para trabajos silenciosos o con frecuencias de maniobra muy altas es recomendable el uso de contactores estáticos o de estado sólido.
- Por la categoría de empleo.

Ventajas del uso de los contactores.

Los contactores presentan ventajas en cuanto a los siguientes aspectos y por los cuales es recomendable su utilización.

- Automatización en el arranque y paro de motores.
- Posibilidad de controlar completamente una máquina, desde varios puntos de maniobra o estaciones.
- Se pueden maniobrar circuitos sometidos a corrientes muy altas, mediante corrientes muy pequeñas.
- Seguridad del personal, dado que las maniobras se realizan desde lugares alejados del motor u otro tipo de carga, y las corrientes y tensiones que se manipulan con los aparatos de mando son o pueden ser pequeños.
- Control y automatización de equipos y máquinas con procesos complejos, mediante la ayuda de los aparatos auxiliares de mando, como interruptores de posición, detectores inductivos, presostatos, temporizadores, etc.
- Ahorro de tiempo al realizar maniobras prolongadas. .

Averías en los contactores.-

- 1 El contactor no queda realimentado al pulsar la marcha, debido a hilos interrumpidos en el circuito, bien en las conexiones del contactor, bien en la caja de pulsadores.
2. Fallos en los contactos por los siguientes conceptos:
 - a) Calentamiento excesivo
 - b) Desgaste prematuro
 - c) Débil presión
 - d) Soldadura entre contactos
3. Falla la bobina como consecuencia de:
 - a) Corte de hilo en la bobina, por sobreintensidad o cortocircuito.
 - b) Desconexión de sus bornes por vibración del circuito electromagnético

- c) Calentamiento excesivo (nunca debe sobrepasar mas de los 80 °C., o de los 35°C por encima de la temperatura ambiente).

4. Circuito electromagnético

- a) Fallo mecánico en alguna de las partes que lo constituyen
- b) Escasa fuerza de atracción
- c) Circuito magnético ruidoso, debido a la falta de la espira de sombra, por lo que vibra.

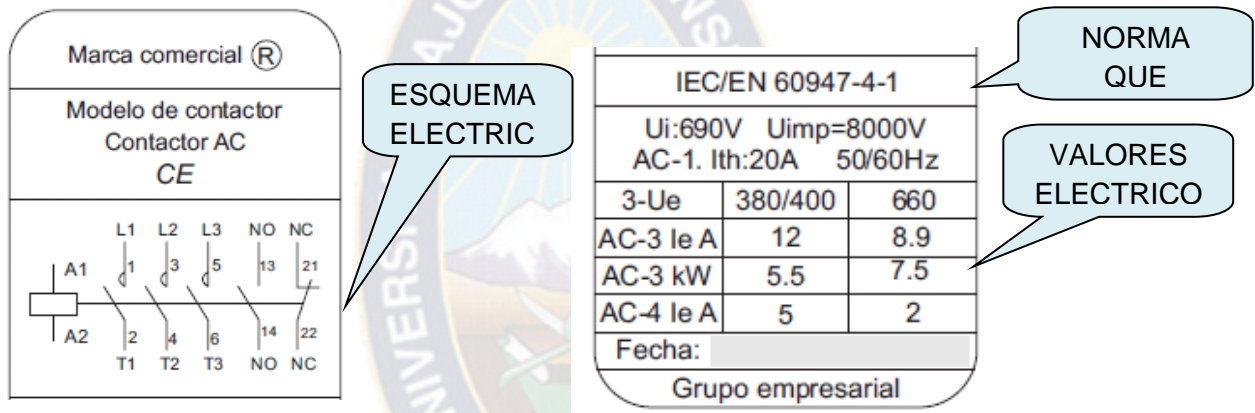


Figura 2.8 Placa de características del contactor

2.10.2 PULSADORES O BOTONERAS

Estos elementos de mando, que están en casi la totalidad de las instalaciones de contactores, se presentan en el mercado en una gama de tipos y formas muy variadas y se citan como los más usuales los siguientes:

- a) Pulsador de conexión. Al oprimirse conecta el circuito
- b) Pulsador de desconexión. Al oprimirse abre el circuito y al dejar de pulsar vuelve a cerrar el circuito.

Los pulsadores pueden ser también triples, cuádruples, etc., teniendo sus contactos abiertos y cerrados en la forma que convenga a los circuitos que han de controlar. Los pulsadores se alojan, por lo general, en cajas y así se forman las cajas de dos pulsadores formados por un pulsador de marcha y otro de paro, de múltiples de aplicación en circuitos de mando muy variados.



Figura 2.9 Pulsadores o botoneras

2.10.3 FINALES DE CARRERA

Estos interruptores tienen como misión el de conectar y desconectar circuitos auxiliares o de gobierno, sirviendo para el mando de contactores y señalización entre otras.

Los finales de carrera no son otra cosa que pulsadores con la misma gama que los anteriores y que son accionados mecánicamente de formas muy diversas. Se emplean en desconectar en límites de carrera, el avance en bancadas en máquinas herramientas, como fresadoras, rectificadoras, así como delimitar el avance de los portaherramientas de los tornos, en husillo de las taladradoras, en montacargas y ascensores, etc.



Figura 2.10 Finales de carrera

2.10.4 RELÉ TEMPORIZADOR

En las operaciones de mando es preciso, a veces, introducir pausas con la finalidad de limitar o alargar ciclos, proteger circuitos, contactores u otros dispositivos de control. Estos objetivos se logran con los relés de tiempo o temporizadores. Las operaciones más básicas de estos relés de tiempo se restringen a procesos de conexión - desconexión con retardo.

Por su modo de actuar podemos distinguir los siguientes tipos:

- a) El temporizador al recibir tensión, empieza la cuenta atrás, y al terminar ésta se accionan sus contactos. Al quitar la tensión los contactos vuelven al reposo. Es de retraso a la conexión.
- b) Cuando el temporizador recibe tensión se accionan los contactos y, al quitársela, empieza la cuenta atrás. Al finalizar ésta los contactos vuelven al reposo. El ciclo puede repetirse quitando previamente la tensión.
- c) El temporizador al recibir tensión acciona los contactos y al mismo tiempo empieza la cuenta atrás. Al finalizar ésta los contactos regresan al reposo. Este temporizador se llama de retraso a la desconexión.

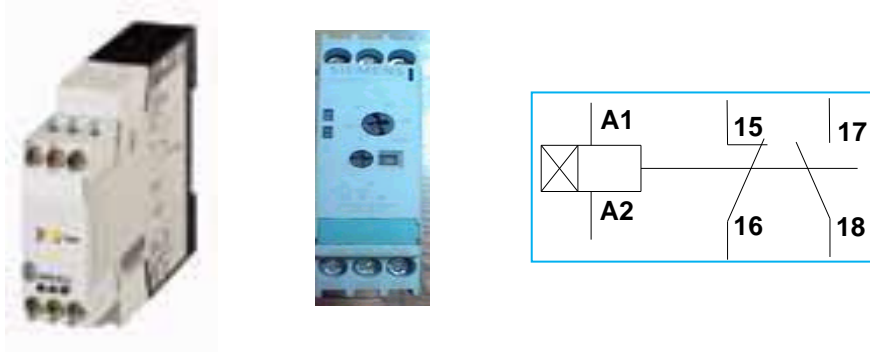


Figura 2.11 Temporizadores

2.10.5 PRESOSTATOS

Son aparatos que abren o cierran un circuito eléctrico al detectar cambios de presión en sistemas neumáticos o hidráulicos. Estas pueden ser:

De membrana: la variación de presión, en un sistema neumático o hidráulico, produce la deformación de una membrana, esta deformación se transmite a un pistón, el cual a su vez, desplaza los contactos eléctricos que tiene el presostato.

Sistema tubular: Funcionan gracias a un tubo ondulado (a manera de fuelle metálico), el cual maniobra los contactos eléctricos del presostato de acuerdo con las variaciones de presión.

Los presostatos se instalan en las tuberías de conducción de gases o líquidos, o bien en los tanques de almacenamiento de dichos elementos.

2.10.6 TERMOSTATOS

Aparatos que abren o cierran circuitos eléctricos, en función de la temperatura que los rodea. Los termostatos no deben confundirse con los relés térmicos, estas pueden ser:

De láminas metálicas: Se fundamenta en la acción que ejerce la temperatura en una lámina, compuesta por dos metales con diferentes coeficientes de dilatación (bimetal), que se flexiona (dobla) al elevarse o disminuir la temperatura, hasta llegar a accionar los contactos que tiene.

De tubo capilar: Aprovecha las alteraciones en la presión de un fluido alojado en un tubo muy delgado, al variar la temperatura. Esta variación de presión produce a su vez una modificación en la forma del tubo, hasta accionar los contactos eléctricos que posee.

2.11 ELEMENTOS DE PROTECCIÓN

2.11.1 FUSIBLES

El fusible o cortacircuito es el aparato de conexión que provoca la apertura del cortocircuito en el que está instalado, por fusión, debido al calentamiento de uno o varios elementos destinados a este fin, cortando la corriente cuando ésta sobrepasa un determinado valor durante un tiempo. Se debe ajustar el calibre de los fusibles lo más posible a la intensidad nominal de la carga. En caso de que la carga sea motores se tendrá especial cuidado en que los fusibles puedan resistir las sobrecargas de arranque. No se protegen los motores trifásicos simplemente con fusibles, más bien resultaría contraproducente, puede quemarse un solo fusible y continuar trabajando el motor con dos fases hasta quemarse éste por lo tanto se recomienda proteger con interruptores termomagnéticos.



Figura 2.12 Fusibles

2.11.2 INTERRUPTORES TERMOMAGNÉTICOS

Los disyuntores termomagnéticos son aparatos de protección termomagnética utilizados para la protección de instalaciones y aparatos eléctricos contra sobrecargas y cortocircuitos, están equipados con un disparador bimetálico para protección contra sobrecargas y con una bobina de disparo electromagnético para protección contra cortocircuitos.

Elemento térmico, consta esencialmente de la unión de dos elementos de diferente coeficiente de dilatación, lo que conocemos como par térmico; el par térmico, al paso de la corriente se calienta y por lo tanto se deforma, o que produce un cambio de posición que es aprovechado para accionar el mecanismo de disparo del interruptor. Opera desde el punto de vista de tiempo de apertura con curvas características de tiempo – corriente.

El elemento magnético, consta de una bobina cuyo núcleo es movable y que puede operar o disparar el mecanismo del interruptor; el circuito se abre instantáneamente cuando ocurre una sobrecorriente. El elemento magnético regulador de fallas, opera con sobrecargas. Luego de la interrupción tendrás que restablecerlo manualmente, verificando previamente la causa de la falla.

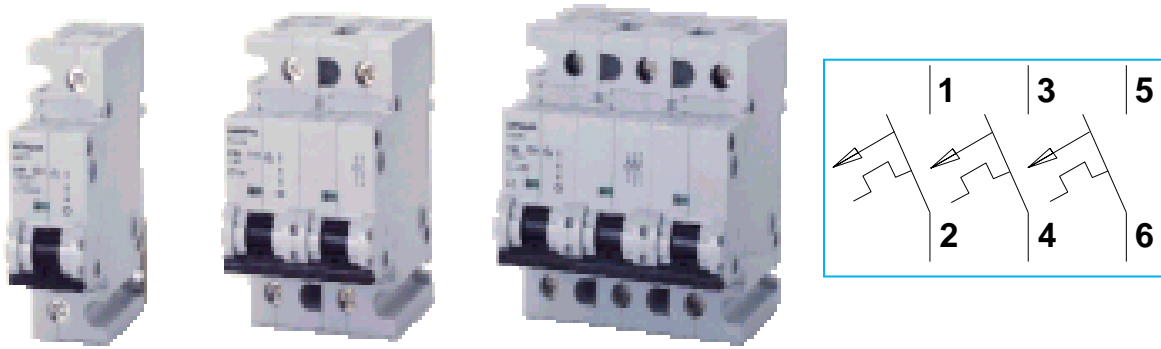


Figura 2.13 Interruptores Termomagnéticos

2.11.3 RELÉ DE SOBRECARGA

Los relés térmicos están constituidos por una lámina bimetalica, formado por dos metales soldados entre sí. Al ser calentada y tener los dos metales diferentes coeficientes de dilatación, se dobla en un sentido, lo que se aprovecha para accionar el contacto o los contactos que realizan la apertura del circuito a proteger. Los relés térmicos son generalmente regulables, por medio de una leva, dentro de un cierto margen, el relé térmico debe regularse, para su instalación, a la intensidad nominal del motor o carga a proteger, la leva de ajuste viene graduada en amperios o en fracciones de la corriente nominal del relé. Cuando se excede el valor de corriente seleccionado mediante la leva de regulación, el contactor que gobierna la carga es desexcitado con un retraso en dependencia del valor de la sobreintensidad. De este modo la carga o instalación queda protegida de un recalentamiento progresivo.

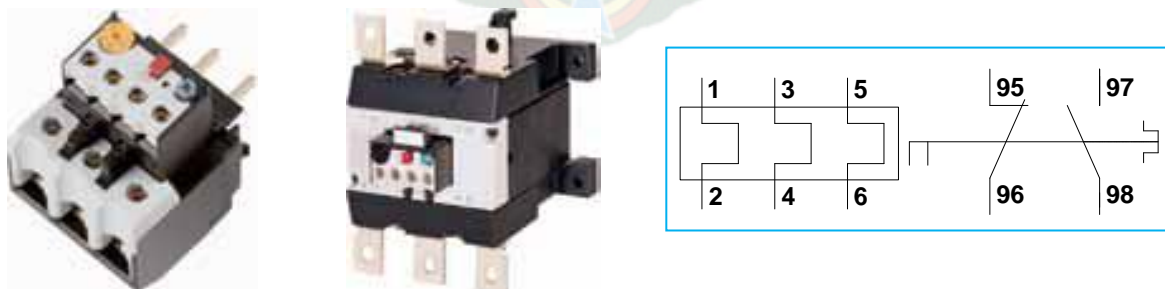


Figura 2.14 Relé de sobrecarga

En el gráfico se muestra el aspecto constructivo interno del relé térmico:

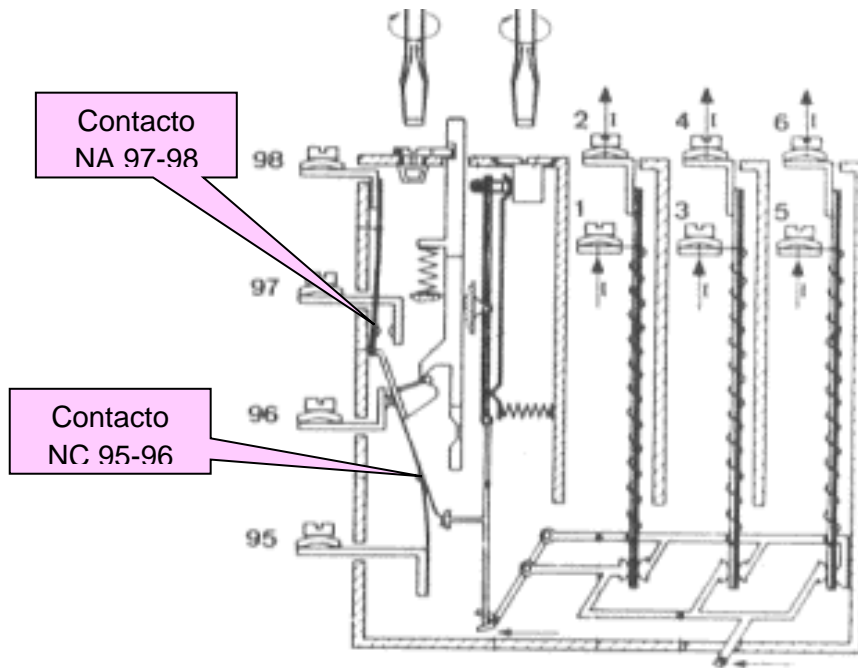


Figura 2.15 Aspecto constructivo del relé térmico

2.12 MOTORES TRIFASICOS

Los motores asíncronos trifásicos pueden incluirse entre las máquinas eléctricas más fiables que existen; desarrollan su función durante muchos años con intervenciones de mantenimiento muy reducidas y se adaptan a distintas prestaciones en función de las exigencias, cubriendo tanto aplicaciones de producción como de servicio.

Los motores se utilizan en los sectores industriales más variados, como por ejemplo las industrias alimentaria, química, metalúrgica, papelera, minera o las instalaciones de tratamiento de aguas. Las aplicaciones incluyen máquinas con piezas móviles a velocidad fija o variable, como por ejemplo los sistemas de elevación, como ascensores o montacargas; de transporte, como las cintas transportadoras; los sistemas de ventilación y climatización, como las unidades de tratamiento del aire;

sin olvidar el que es probablemente el uso más común: las bombas y los compresores.

La función de un motor eléctrico es convertir la energía eléctrica de la red en energía mecánica en el rotor para realizar un trabajo útil. Ver figura 2.16



Figura 2.16 Motor eléctrico

2.13 CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS

2.13.1 ESTATOR

Es la parte fija del motor. Está constituido por una carcasa en la que está fijada una corona de chapas de acero al silicio provistas de unas ranuras. Los bobinados de sección apropiada están dispuestos en dichas ranuras formando las bobinas que se dispondrán en tantos circuitos como fases tenga la red a la que se conectará la máquina.



Figura 2.17 Estator

Carcasa: Es la estructura que sirve como soporte del motor, por lo general se construye de hierro fundido acero o aluminio, es resistente a la corrosión y en la mayoría de los casos presentan aletas que permiten un enfriamiento mucho más rápido del motor.

Núcleo: El núcleo magnético del estator está compuesto de chapas de acero magnético con tratamiento térmico para reducir al mínimo las pérdidas el hierro.

Devanado: El devanado del estator está compuesto por tres bobinas con iguales características, una por fase formando un sistema trifásico para conectarse a la red de suministro. El material utilizado es cobre.

2.13.2 ROTOR JAULA DE ARDILLA

El motor de rotor de jaula de ardilla, también llamado de rotor en cortocircuito, es el más sencillo y el más utilizado actualmente. En núcleo del rotor está construido de chapas estampadas de acero al silicio en el interior de las cuales se disponen unas barras, generalmente de aluminio moldeado a presión. Las barras del devanado van conectadas a unos anillos conductores denominados anillos extremos. El bobinado así dispuesto tiene forma de jaula de ardilla.

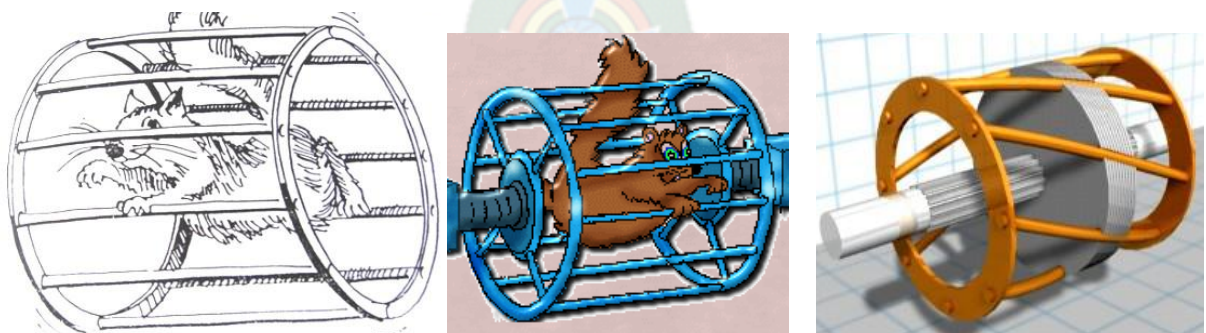


Figura 2.18 Rotor jaula de ardilla

Eje: El eje del motor también conocido como flecha, es el encargado de transmitir la potencia mecánica desarrollada por motor y recibe un tratamiento térmico para evitar problemas con deformación y fatiga.

Barras y anillos de cortocircuito: estas son fabricadas con aluminio, cobre o bronce y fundidos a presión en una pieza única.

2.13.3 ROTOR DE ANILLOS ROZANTES

Son motores asíncronos con un devanado trifásico de cobre dispuesto en las ranuras de rotor, que va conectado a tres anillos metálicos por uno de sus extremos, en tanto que, por el otro lado se conectan en estrella. De este modo se puede controlar desde el exterior la resistencia total del circuito rotórico, facilitando un control de la velocidad y corriente de arranque con un elevado par de arranque y un mejor factor de potencia que con el rotor en jaula de ardilla.



Figura 2.19 Rotor bobinado

2.14 CONEXIÓN DE MOTORES TRIFASICOS

Es estator de un motor trifásico suele bobinarse con tres devanados distintos que se corresponden con cada una de las fases a las que habrá de conectarse en la red eléctrica.

Hasta hace tan sólo unos años la designación de las bobinas era la que se indica en la figura, por lo que es usual encontrar motores con esa denominación.

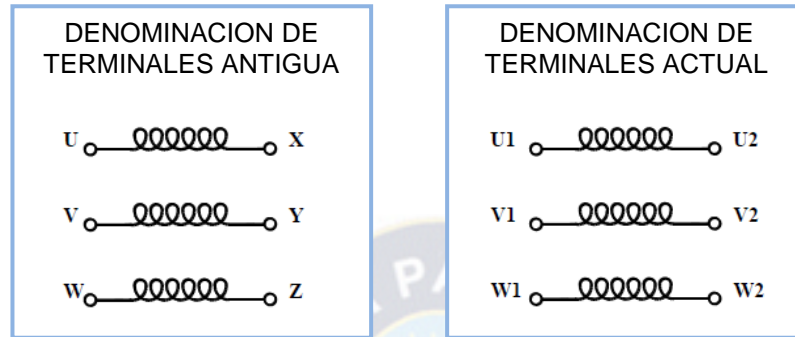


Figura 2.20 Terminales de un motor trifásico

Según la forma de conectar las bobinas se pueden obtener dos conexiones: La placa de características de un motor trifásico da el valor máximo de la tensión a que se puede conectar el motor a la red eléctrica. Un motor conectado en estrella soporta la tensión más alta que indica la placa, en tanto que en triángulo la tensión máxima a que se puede conectar es la más baja indicada en dicha placa de características. Con las corrientes absorbidas ocurre justo lo contrario, correspondiendo la corriente más alta a la conexión triángulo.

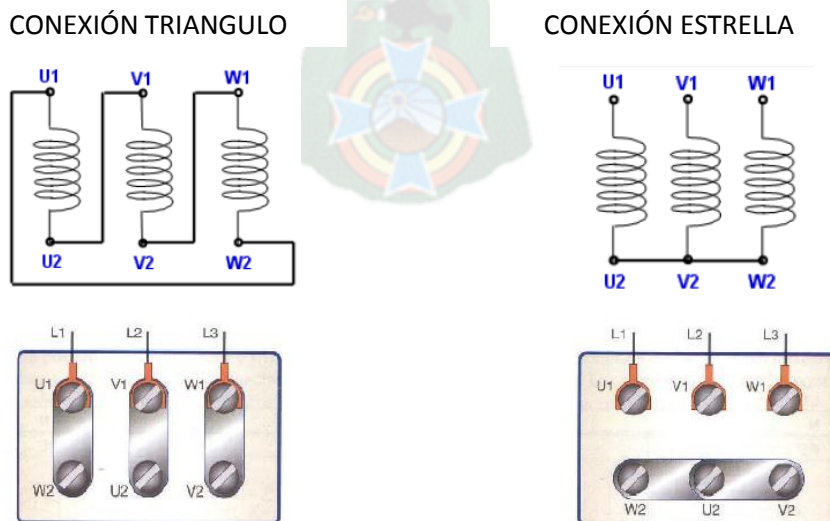


Figura 2.21 Conexión triángulo y estrella

2.15 CONDICIONES DE SERVICIO

2.15.1 EFICIENCIA.

La eficiencia de un motor es la relación entre la potencia mecánica de salida y la potencia eléctrica de entrada. Este es el concepto más importante desde el punto de vista del consumo de energía y del costo de operación de un motor eléctrico. La eficiencia se puede expresar de las siguientes maneras:

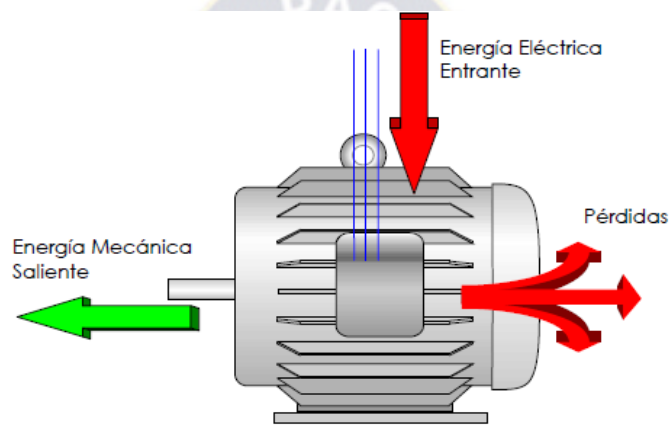


Figura 2.22 Eficiencia de un motor eléctrico

$$\eta = \frac{\text{Potencia Mecánica de salida}}{\text{Potencia Eléctrica de Entrada}}$$

El valor más alto de eficiencia sería la unidad, si acaso las pérdidas fueran cero, como lo indica la segunda expresión. Por ello los fabricantes de motores están haciendo innovaciones tecnológicas tendientes a disminuir las pérdidas al máximo posible y lo están logrando con un diseño mejorado empleando materiales de alta calidad y un mejor proceso de fabricación.

Las pérdidas de un motor de corriente alterna son las siguientes:

Pérdidas eléctricas: Dependen del régimen de trabajo del motor, conocido como factor de carga. Se presentan tanto en el estator como en el rotor; se reflejan como calentamiento a través del embobinado del estator y dependen de la resistencia eléctrica del material utilizado en su fabricación. Según las especificaciones técnicas de cada fabricante, este tipo de pérdidas se pueden reducir haciendo que el diseño de la armadura disipe mejor el calor y disminuyendo el espesor del aislamiento, para incrementar el volumen de cable en el estator. En el caso del rotor, las pérdidas pueden disminuirse incrementando el tamaño de las barras conductoras para bajar la resistencia, o reduciendo la corriente eléctrica.

Pérdidas en el núcleo: Son independientes de la carga y representan la energía requerida para magnetizar el material del núcleo, por lo que se producen en el acero magnético del motor.

Pérdidas mecánicas: Se dividen en pérdidas por fricción y por ventilación. Las primeras ocurren debido a la fricción entre el rotor y el estator y el rozamiento de los rodamientos del eje del motor. Por su parte, las pérdidas por ventilación se deben a la fricción de las partes en movimiento del motor con el aire que se encuentra dentro de la carcasa. Las pérdidas mecánicas pueden reducirse mejorando la selección de cojinetes, utilizando baleros de mejor calidad, reduciendo el entrehierro, mejorando el movimiento del flujo de aire y empleando un ventilador más eficiente, según el diseño del fabricante.

2.15.2 FACTOR DE CARGA.

La potencia nominal de un motor eléctrico indica la potencia mecánica de salida o en el eje que es capaz de entregar el motor, el factor de carga es un índice que indica la potencia que entrega el motor cuando se encuentra ya en operación con relación a la que puede entregar. Así un motor de potencia nominal 40 HP que trabaja entregando solo 20 HP, estará trabajando al 50%.

$$F_c = \frac{\text{Potencia real entregada}}{\text{Potencia de placa del motor}}$$

Los fabricantes de motores eléctricos reportan en sus manuales técnicos la eficiencia del motor en porcentajes del 100%, 75%, 50% y 25% de factor de carga. Un ejemplo de cómo es reportado este concepto se muestra en la Tabla 2.2

TABLA 2.2 VALORES DE EFICIENCIA SEGÚN EL PORCENTAJE DE FACTOR DE CARGA

Potencia del motor HP	Factor de Carga			
	25%	50%	75%	100%
1	39	59	69	72
2	41	61	73	74
3	48	64	75	77
5	51	67	78	78
10	55	69	79	79
15	56	70	81	80
20	63	77	85	83
25	68	85	89	87

La mayoría de los motores eléctricos presentan su mayor eficiencia al 75% de factor de carga, por ello, es conveniente que la elección de la potencia de un motor sea para que este trabaje a ese porcentaje de carga. Así funcionará en el rango de alta eficiencia y tendrá un 25% de capacidad adicional para soportar mayores cargas de trabajo.

La potencia del motor eléctrico la determina el equipo acoplado, indicada en Horse Power o caballos de potencia en el eje (HP, por sus siglas en inglés).

2.15.3 FACTOR DE SERVICIO.

El factor de servicio es un indicador de la capacidad de sobrecarga que puede soportar un motor eléctrico, como ejemplo el valor de 1.1 significa que el motor puede trabajar al 110%; sin embargo esto no quiere decir que tenga que trabajar

continuamente a ese valor, el factor de servicio debe entenderse como una capacidad adicional que posiblemente se llegue a ocupar en muy raras ocasiones, de hecho los motores sobrecargados absorben mayor corriente eléctrica que la nominal, calentándose en mayor medida y reduciendo notablemente su vida útil, además de bajar la eficiencia de su operación.

Potencia máxima en sobrecarga = Factor de Servicio x Potencia del Motor

2.15.4 POTENCIA ADECUADA DEL MOTOR.

En virtud de que la mayoría de los motores eléctricos presentan su mayor eficiencia al 75% de factor de carga, es conveniente que la elección de la potencia de un motor sea para que este trabaje al 75 % de carga. Así trabajara en el rango de alta eficiencia y tendrá un 25% de capacidad adicional para soportar mayores cargas de trabajo, evitando también el sobrecalentamiento del motor. La potencia del motor eléctrico la determina el equipo acoplado, que la indica en BHP, Brake Horse Power o Caballo de Potencia en la Flecha.

2.15.5 EL PAR EN MOTORES DE INDUCCIÓN.

Existen varios tipos de motores, cada uno con características particulares que permiten obtener un servicio específico y particular, el par es uno de los factores que los caracteriza. El término par del motor se refiere al torque desarrollado por éste. El par motor se expresa y se mide en Newton por metro (Nm); un par de 20 Nm, es igual al esfuerzo de tracción de 20 Newtones, aplicado a un radio de un metro. Por otro lado, la potencia puede ser calculada si se conoce el torque requerido por el equipo, mediante la siguiente ecuación:

$$HP = \frac{\text{Torque (Nm)} \times \text{RPM}}{K}$$

Donde: K es constante, igual a 7124 si T esta en Nm; y 5250 si T esta pie- libra.

2.15.6 DESLIZAMIENTO.

Los motores asíncronos basan su funcionamiento en la creación de un campo magnético giratorio en el entrehierro, debida a la circulación de corriente alterna trifásica por los devanados trifásicos del estator. La velocidad de giro de este campo magnético en revoluciones por minuto (RPM) es:

$$n_s = \frac{f \cdot 60}{p}$$

Dónde: f = Frecuencia de red (Hz)
 p = Par de polos

El rotor a una gran velocidad “n”, que no llega a ser la velocidad de sincronismo, sin embargo es muy próxima ésta. Se le llama deslizamiento “s”, a la diferencia entre la velocidad de sincronismo n_s y la del rotor n, expresada en % de la velocidad de sincronismo:

$$D = \frac{n_s - n}{n_s} \times 100$$

2.16 PUESTA A TIERRA

Según la Norma Boliviana NB 777. “Comprende toda conexión metálica directa sin fusible ni protección alguna, de sección suficiente entre determinados elementos o partes de una instalación eléctrica y un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo, con objeto de conseguir que no existan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra, de las corrientes de falla o la de descarga de origen atmosférico.”

2.16.1 OBJETIVO DE LA PUESTA A TIERRA

Las puestas a tierra se establecen con objeto, principalmente, de limitar la tensión que con respecto a tierra puedan presentar en un momento dado las masas metálicas; asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en el material utilizado.

El límite de tensión admisible entre masa cualquiera con relación a tierra o entre masas distintas no superará:

- 24 voltios en locales húmedos
- 50 voltios en locales secos.

2.16.2 PARTES DE LA PUESTA A TIERRA

Componentes de un electrodo de tierra física

- Conductor de conexión a tierra física
- Conexión entre el conductor de conexión a tierra física y el electrodo de tierra física
- Electrodo de tierra física

Ubicaciones de las resistencias

(a) El electrodo de tierra física y su conexión

La resistencia del electrodo de tierra física y su conexión por lo general es muy baja. Las varillas de conexión a tierra física por lo general están fabricadas de material altamente conductor y de baja resistencia, tal como acero o cobre.

(b) La resistencia del contacto de la tierra circundante al electrodo

El Instituto Nacional de Normas (una agencia gubernamental dentro del Departamento de Comercio de los EE. UU.) ha demostrado que esta resistencia es casi insignificante siempre y cuando el electrodo de tierra física esté libre de pintura, grasa, etc. y que el electrodo de tierra física esté en contacto firme con la tierra.

(c) La resistencia del cuerpo circundante de la tierra

El electrodo de tierra física está rodeado por tierra que conceptualmente está compuesta de capas concéntricas de idéntico espesor. Dichas capas más cercanas al electrodo de tierra física tienen la cantidad de área más pequeña que resulta en el mayor grado de resistencia. Cada capa subsiguiente incorpora una mayor área, lo cual resulta en una menor resistencia. Esto finalmente llega a un punto donde las capas adicionales ofrecen poca resistencia a la tierra física circundante al electrodo de tierra física. De modo que, tomando como base esta información, es necesario concentrarse en maneras de reducir la resistencia de la conexión a tierra física al instalar sistemas de conexión a tierra física.

¿Qué es lo que afecta la resistencia de conexión a tierra física?

En primer lugar, el código NEC (1987, 250-83-3) requiere que esté en contacto con el terreno una mínima longitud del electrodo de tierra física de 2,5 metros (8,0 pies). Sin embargo, existen cuatro variables que afectan la resistencia de la conexión a tierra física de un sistema de conexión a tierra física:

1. Longitud y profundidad del electrodo de tierra física
2. Diámetro del electrodo de tierra física
3. Número de electrodos de tierra física
4. Diseño del sistema de conexión a tierra física

Longitud y profundidad del electrodo de tierra física

Una manera muy eficaz de disminuir la resistencia de la conexión a tierra física es hincar los electrodos a conexión a tierra física a una mayor profundidad. El terreno no tiene una resistividad constante, y puede ser muy impredecible. Resulta crítico al instalar el electrodo de tierra física que éste se encuentre debajo de la línea de congelamiento. Esto se hace para que la resistencia a la tierra física no se vea demasiado influenciada por el congelamiento del terreno circundante. Por lo general, al duplicar la longitud del electrodo de tierra física, es posible reducir el nivel de resistencia en un 40 % adicional. Hay ocasiones en las que es físicamente imposible hincar las varillas de conexión a tierra física a una profundidad mayor; se trata de áreas compuestas de roca, granito, etc. En estos casos, son viables métodos alternativos, que incluyen el uso de cemento de conexión a tierra física.

Diámetro del electrodo de tierra física

El aumento del diámetro del electrodo de tierra física tiene muy poco efecto en disminuir la resistencia. Por ejemplo, es posible duplicar el diámetro de un electrodo de tierra física, y la resistencia sólo disminuiría en un 10 %.

Número de electrodos de tierra física

Otra manera de disminuir la resistencia de conexión a tierra física es utilizar varios electrodos de tierra física. En este diseño, se hincan más de un electrodo en la tierra, y se lo conecta en paralelo, a fin de reducir la resistencia. Para que los electrodos adicionales resulten eficaces, el espaciado de las varillas adicionales debe ser al menos igual a la profundidad de la varilla hincada. Sin un espaciado correcto de los electrodos de tierra física, sus esferas de influencia se intersecarán, y no se disminuirá la resistencia. Para asistirle en instalar una varilla de conexión a tierra física que cumplirá sus requisitos específicos de resistencia, puede utilizar la tabla de resistencias de conexión a tierra física, que aparece a continuación.

TABLA 2.3
RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA VS. Nº DE ELECTRODOS

Tipo de terreno	R _p de resistividad del terreno	Resistencia de la conexión a tierra física					
		Profundidad del electrodo de tierra física (metros)			Tira de conexión a tierra física (metros)		
	ΩM	3	6	10	5	10	20
Terreno muy húmedo, pantanoso	30	10	5	3	12	6	3
Terreno de cultivo agrícola, terrenos fértiles y arcillosos	100	33	17	10	40	20	10
Terreno arcilloso arenoso	150	50	25	15	60	30	15
Terreno arenoso húmedo	300	66	33	20	80	40	20
Hormigón 1:5	400	-	-	-	160	80	40
Grava húmeda	500	160	80	48	200	100	50
Terreno arenoso seco	1000	330	165	100	400	200	100
Grava seca	1000	330	165	100	400	200	100
Terreno pedregoso	30.000	1000	500	300	1200	600	300
Roca	10 ⁷	-	-	-	-	-	-

Recuerde, esto debe utilizarse únicamente como regla general, porque el terreno tiene capas, y raramente es homogéneo. Los valores de resistencia variarán ampliamente.

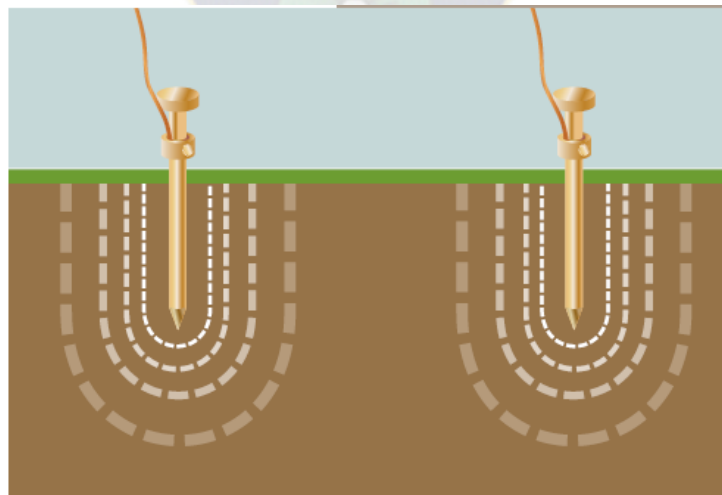


Figura 2.23 Capas del terreno

Diseño del sistema de conexión a tierra física

Los sistemas simples de conexión a tierra física constan de un único electrodo de tierra física hincado en el terreno. El uso de un único electrodo de tierra física es la forma más común de realizar dicha conexión a tierra física, y puede encontrarse fuera de su casa o lugar de trabajo. Los sistemas complejos de conexión a tierra física constan de varias varillas de conexión a tierra física conectadas entre sí, de redes en malla o retícula, de placas de conexión a tierra física, y de bucles de conexión a tierra física. Estos sistemas típicamente se instalan en las subestaciones de generación de energía eléctrica, oficinas centrales y sitios de torres celulares.

Las redes complejas aumentan drásticamente la cantidad de contacto con la tierra circundante, y disminuyen las resistencias de conexión a tierra física. Cada electrodo de tierra física tiene su propia “esfera de influencia”.

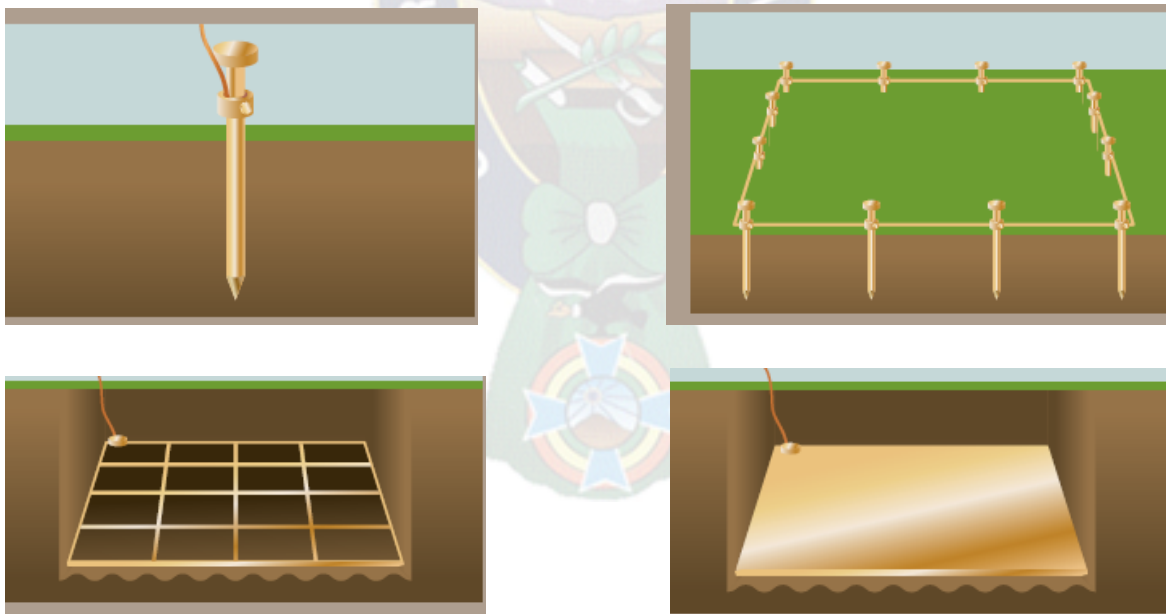


Figura 2.24 Tipos de electrodos de tierra

2.16.3 MEDIDA DE LA RESISTENCIA DE PUESTA TIERRA

La resistencia de la toma de tierra se puede medir mediante el esquema de la figura. Se aplica una tensión alterna entre el electrodo de tierra y una pica auxiliar, midiendo la intensidad I que circula. Se mide a continuación la tensión V entre el electrodo de tierra y una pica colocada como mínimo a una distancia de 5m de los otros dos electrodos. El cociente entre la indicación del voltímetro y la del amperímetro nos da la resistencia de la toma de tierra.

$$R_T = \frac{V}{I}$$

Existen aparatos especiales llamados telurómetros, para medir las resistencias de las tomas de tierra. El más utilizado mide por comparación entre la intensidad y la tensión que aparecen en las picas auxiliares.



Figura 2.25 Terrómetro de tres terminales

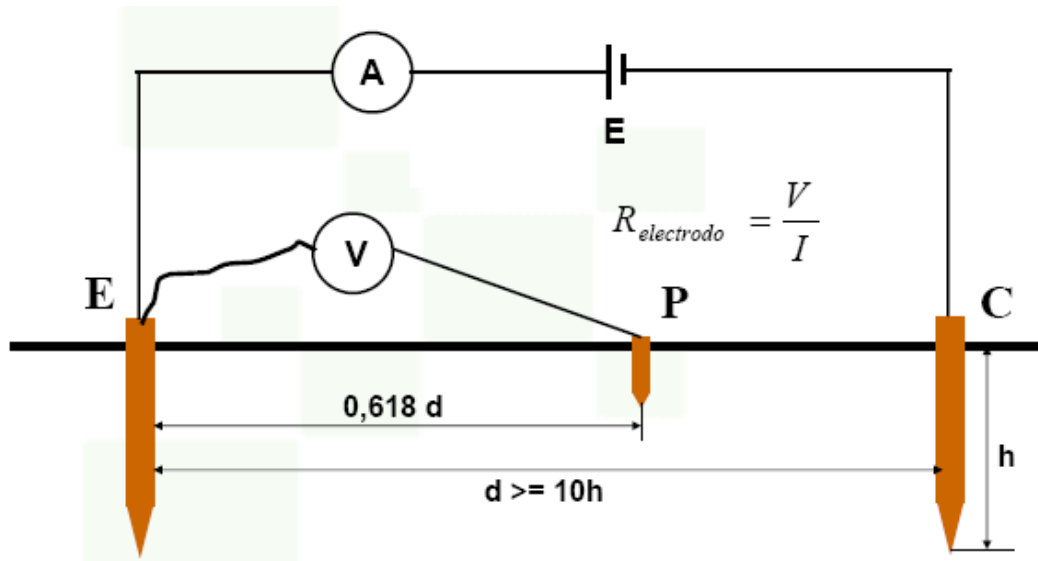


Figura 2.26 Medida de la resistencia de puesta a tierra

2.16.4 MEDIDA DE LA RESISTIVIDAD DEL TERRENO

¿Por qué determinar la resistividad del terreno?

La resistividad del terreno es más necesaria al determinar el diseño del sistema de conexión a tierra física para nuevas instalaciones (aplicaciones en campos verdes) para cumplir con sus requisitos de resistencia de la tierra física. Idealmente, encontraría **una ubicación con la resistencia más baja posible**. Pero tal como se explicó con anterioridad, las condiciones deficientes del terreno pueden superarse con sistemas más elaborados de conexión a tierra física. La composición del terreno, el contenido de humedad y las temperaturas todas tienen un impacto en la resistividad del terreno. El terreno raras veces es homogéneo y la resistividad del terreno variará geográficamente y a diferentes profundidades del terreno. El contenido de humedad cambia estacionalmente, varía de acuerdo con la naturaleza de las subcapas del terreno y la profundidad de la capa freática permanente.

Dado que el terreno y el agua son generalmente más estables a estratos más profundos, se recomienda colocar las varillas de conexión a tierra física tan profundo como sea posible en la tierra; de ser posible, en la capa freática. Asimismo, deben instalarse las varillas de conexión a tierra física donde exista una temperatura estable; es decir, debajo de la línea de congelamiento. Para que un sistema de conexión a tierra física resulte eficaz, deberá estar diseñado como para soportar las peores condiciones posibles.

¿Cómo es posible calcular la resistividad del terreno?

El procedimiento de medición descrito a continuación utiliza el método Wenner aceptado universalmente, que fue desarrollado por el Dr. Frank Wenner de la Oficina de Normas de EE.UU. en 1915. (F. Wenner, A Method of Measuring Earth Resistivity [Un método de medición de la resistividad de la tierra]; Bull, National Bureau of Standards, Bull 12(4) 258, p. 478-496; 1915/16.)

La fórmula es la siguiente:

$$\rho = 2 \pi A R$$

ρ = la resistividad promedio del terreno hasta la profundidad A, en ohmios-m)

π = 3,1416

A = la distancia entre los electrodos, en m

R = el valor de resistencia medida, en ohmios, proveniente del instrumento de comprobación

¿Cómo es posible medir la resistencia del terreno?

Para comprobar la resistividad del terreno, conecte el comprobador de conexión a tierra física tal como se muestra a continuación. Tal como se puede observar, se posicionan en línea recta sobre el terreno cuatro estacas de conexión a tierra física,

equidistantes entre sí. La distancia entre las estacas de conexión a tierra física debe ser de al menos tres veces mayor que la profundidad de la estaca. De modo que si la profundidad de cada estaca de conexión a tierra física es de un pie (0,30 metros), asegúrese de la distancia entre estacas sea mayor que tres pies (0,91 metros). El Fluke 1625 genera una corriente conocida a través de las dos estacas externas de conexión a tierra física y la caída del potencial de voltaje se mide entre las dos estacas internas de conexión a tierra física. Usando la ley de Ohm ($V = IR$), el comprobador Fluke calcula automáticamente la resistencia del terreno.

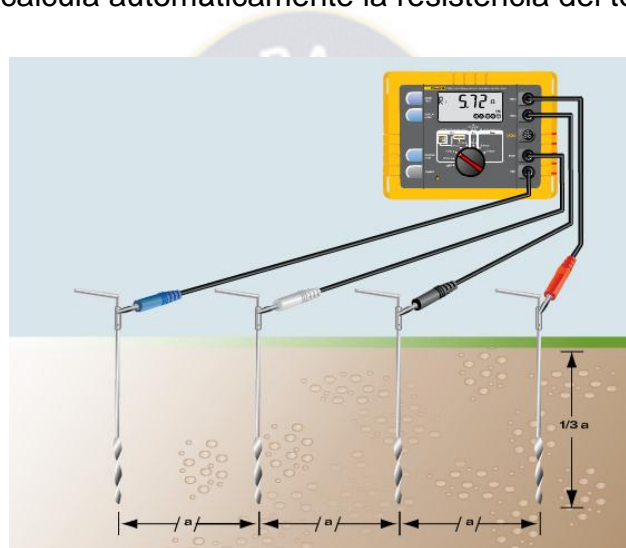


Figura 2.27 Medición de la resistencia del terreno

Dado que los resultados de medición con frecuencia quedan distorsionados e invalidados por la interferencia de piezas subterráneas de metal, acuíferas subterráneas, etc., siempre se recomienda tomar mediciones adicionales en donde los ejes de las estacas se gire 90 grados. Al cambiar la profundidad y la distancia varias veces, se produce un perfil que puede determinar un sistema apropiado de resistencia del terreno. Las mediciones de resistividad del terreno con frecuencia son perturbadas por la existencia de corrientes en el terreno y sus armónicas. Para evitar que ocurra esta situación, el Fluke 1625 utiliza un sistema de control automático de frecuencia (AFC). El mismo selecciona automáticamente la frecuencia de comprobación con la menor cantidad de ruido, permitiéndole obtener una lectura clara.

2.17 LUMINOTECNIA

La luminotecnia es la ciencia que estudia las distintas formas de producción de la luz, así como su control y su aplicación.

2.17.1 MAGNITUDES Y UNIDADES

2.17.1.1 FLUJO LUMINOSO

Se define el **flujo luminoso** como la cantidad de luz emitida por una fuente luminosa (puede ser una lámpara) en la unidad de tiempo. La unidad de medida del flujo luminoso es el LUMEN.

2.17.1.2 ILUMINACIÓN O ILUMINANCIA

Se define como el flujo luminoso por unidad de superficie y se designa con la letra E, y su unidad de medida es el LUX, se puede medir con un luxómetro.

$$E = \frac{\Phi}{S}$$

La iluminación es el principal dato del proyecto para una instalación de alumbrado, como una idea para orientar respecto a los valores de iluminación.

- Una noche sin luz	0.01 lux
- Una noche con luna llena	0.2 lux
- Noche con alumbrado público	5 - 20 lux
- Oficina buena iluminación	500 lux
- Aparato bien iluminado	3000 lux
- Día claro con cielo nebuloso	20000 lux

2.17.1.3 INTENSIDAD LUMINOSA.

Es el flujo luminoso emitido en una dirección dada por unidad de ángulo sólido (estereorradian). Su unidad es la CANDELA.

$$I = \frac{\text{Energía de la luz}}{\text{ángulo sólido}}$$

2.17.1.4 LUMINANCIA O BRILLANTEZ

Es la intensidad luminosa en una dirección dada por unidad de superficie luminosa o iluminada. Su unidad de medida es el “NIT”

$$1\text{nit} = \frac{1\text{cd}}{1\text{m}^2}$$

2.17.1.5 EFICIENCIA LUMINOSA

Es la relación entre el flujo emitido expresado en lúmenes y la potencia eléctrica absorbida expresado en Watt.

$$\eta = \frac{\Phi}{P}$$

2.17.2 TIPOS DE LÁMPARAS

Actualmente en el alumbrado artificial se emplean casi con exclusividad las lámparas eléctricas. Existen distintos tipos de fuentes de luz, la elección de un tipo u otro depende de las necesidades concretas de cada aplicación. A continuación se describen los distintos tipos de lámparas:

2.17.2.1 LÁMPARAS INCANDESCENTES

Lámparas incandescentes no halógenas

Las lámparas incandescentes son las más utilizadas principalmente en el sector doméstico debido a su bajo coste, su versatilidad y su simplicidad de uso. Su funcionamiento se basa en hacer pasar una corriente eléctrica por un filamento de wolframio hasta que alcanza una temperatura tan elevada que emite radiaciones visibles por el ojo humano.



Figura 2.28 Lámpara incandescente no halógeno

Lámparas incandescentes halógenas

La incandescencia halógena mejora la vida y la eficacia de las lámparas incandescentes, aunque su coste es mayor y su uso más delicado. Incorporan un gas halógeno(cloro, bromo, yodo), para evitar que se evapore el wolframio del filamento y se deposite en la ampolla disminuyendo el flujo útil como ocurre en las incandescentes estándar.



Figura 2.29 Lámparas incandescentes halógenos

2.17.2.2 LÁMPARAS DE DESCARGA

Las lámparas de descarga constituyen una forma de producir luz más eficiente y económica que las lámparas incandescentes. La luz se consigue por excitación de un gas sometido a descargas eléctricas entre dos electrodos. A diferencia de la incandescencia, la tecnología de descarga necesita un equipo auxiliar (balastro, cebador) para su funcionamiento. Según el tipo de gas y la presión a la que se le somete, existen distintos tipos de lámparas de descarga.

Lámparas fluorescentes tubulares

Son lámparas de vapor de mercurio a baja presión de elevada eficacia y vida. Las cualidades de color y su baja luminancia las hacen idóneas para interiores de altura reducida. Ocupan el segundo lugar de consumo después de las incandescentes, principalmente en oficinas, comercios, locales públicos, industrias, etc. Las lámparas fluorescentes más usadas hoy en día son las T8 (26 mm de diámetro); sin embargo, se han desarrollado las T5 (16 mm de diámetro) que sólo funcionan con equipo auxiliar electrónico. Esto, junto a su menor diámetro les proporciona una alta eficacia luminosa, que puede alcanzar hasta 104lm/W.



Figura 2.30 Lámpara fluorescente

Lámparas fluorescentes compactas

Poseen el mismo funcionamiento que las lámparas fluorescentes tubulares y están formadas por uno o varios tubos fluorescentes doblados. Son una alternativa de mayor eficacia y mayor vida a las lámparas incandescentes. Algunas de estas lámparas compactas llevan el equipo auxiliar incorporado (lámparas integradas) y pueden sustituir directamente a las lámparas incandescentes en su portalámparas.



Figura 2.31 Lámpara fluorescente compacta

Lámparas fluorescentes sin electrodos

Las lámparas sin electrodos o de inducción emiten la luz mediante la transmisión de energía en presencia de un campo magnético, junto con una descarga en gas. Su principal característica es la larga vida (60.000 h) limitada sólo por los componentes electrónicos.



Figura 2.32 Lámpara fluorescente sin electrodos

Lámparas de vapor de mercurio a alta presión

Por su mayor potencia emiten mayor flujo luminoso que la fluorescencia, aunque su eficacia es menor. Por su forma se suelen emplear en iluminación de grandes áreas (calles, naves industriales, etc.).



Figura 2.33 Lámpara de vapor de mercurio

Lámparas de luz mezcla

Son una combinación de las lámparas de vapor de mercurio a alta presión y lámparas incandescentes y, habitualmente, un recubrimiento fosforescente. Estas lámparas no necesitan balasto ya que el filamento actúa como estabilizador de corriente. Su eficacia luminosa y su reproducción en color son muy pobres. Es un tipo de lámpara en desuso.

Lámparas de halogenuros metálicos

Este tipo de lámpara posee halogenuros metálicos además del relleno de mercurio por lo que mejoran considerablemente la capacidad de reproducir el color, además de mejorar la eficacia. Su uso está muy extendido y es muy variado, por ejemplo, en alumbrado público, comercial, de fachadas, monumentos, etc.



Figura 2.34 Lámpara halogenuro metálico

Lámparas de halogenuros metálicos cerámicos

Esta nueva familia de lámparas combina la tecnología de las lámparas de halogenuros metálicos con la tecnología de las lámparas de sodio de alta presión (quemador cerámico). El tubo de descarga cerámico, frente al cuarzo de los halogenuros metálicos convencionales, permite operar a temperaturas más altas, aumenta la vida útil (hasta 15.000 h), la eficacia luminosa y mejora la estabilidad del color a lo largo de la vida de las lámparas. En definitiva, combinan la luz blanca propia de los halogenuros metálicos, y la estabilidad y la eficacia del sodio. Por sus características, son lámparas muy adecuadas para su uso en el sector terciario (comercios, oficinas, iluminación arquitectónica, escaparates, hoteles, etc.).



Figura 2.35 Lámpara halogenuro metálico cerámico

Lámparas de vapor de sodio a baja presión

En estas lámparas se origina la descarga eléctrica en un tubo de vapor de sodio a baja presión produciéndose una radiación prácticamente monocromática. Actualmente son las lámparas más eficaces del mercado, es decir, las de menor consumo eléctrico; sin embargo, su uso está limitado a aplicaciones en las que el color de la luz (amarillento en este caso) no sea relevante como son autopistas, túneles, áreas industriales, etc. Además, su elevado tamaño para grandes potencias implica utilizar luminarias excesivamente grandes.



Figura 2.35 Lámpara vapor de sodio a baja presión

Lámparas de vapor de sodio a alta presión

Las lámparas de sodio a alta presión mejoran la reproducción cromática de las de baja presión y, aunque la eficacia disminuye su valor, sigue siendo alto comparado con otros tipos de lámparas. Además, su tamaño hace que el conjunto óptica-lámpara sea muy eficiente. Actualmente está creciendo su uso al sustituir a las lámparas de vapor de mercurio, ya que presentan una mayor vida útil con una mayor eficacia. Este tipo de lámparas se emplean en instalaciones exteriores de tráfico e industriales, e instalaciones interiores industriales y comercios. Existe una tipología

con mayor nivel de presión denominada **Sodio Blanco**, que proporciona la mayor reproducción cromática de las lámparas de sodio con eficacia menor. Estas lámparas se emplean en aplicaciones que requieran mayor índice de reproducción cromática, como son escaparates de comercios y edificios pintorescos de una ciudad, paseos, jardines, etc.



Figura 2.36 Lámpara vapor de sodio a alta presión

Tecnología Led

Los Diodos Emisores de Luz (LED: Lighting Emitting Diode) están basados en semiconductores que transforman directamente la corriente eléctrica en luz. No poseen filamento, por lo que tienen una elevada vida (hasta 50.000 horas) y son muy resistentes a los golpes. Además, son un 80 % más eficientes que las lámparas incandescentes. Por estas razones están empezando a sustituir a las bombillas incandescentes y a las lámparas de bajo consumo en un gran número de aplicaciones, como escaparates, señalización luminosa, iluminación decorativa, etc.



Figura 2.37 Lámpara tipo led

2.17.3 EQUIPOS AUXILIARES

Mientras que las lámparas incandescentes funcionan de forma estable al conectarlas directamente a la red, la mayor parte de las fuentes de luz requieren un equipo auxiliar para iniciar su funcionamiento o evitar crecimientos continuos de intensidad. En algunas lámparas, como las halógenas de baja tensión, la tensión de funcionamiento es distinta a la suministrada por la red por lo que requieren también de equipos auxiliares.

Los equipos auxiliares determinan en gran medida las prestaciones de servicio de la lámpara, en lo que a calidad y a economía en la producción de luz se refiere. Estos equipos tienen su propio consumo eléctrico que ha de ser tenido en cuenta al evaluar el sistema de iluminación en su conjunto. Los equipos auxiliares más comunes son los balastos, arrancadores o cebadores, y condensadores, así como, transformadores para las lámparas halógenas de baja tensión. En caso de trabajar con equipo electrónico los tres componentes necesarios para el adecuado funcionamiento de la lámpara (equipo, cebador y condensador) se incorporan en un solo elemento.

Balastos

El balasto es el componente que limita (estabiliza) el consumo de corriente de la lámpara a sus parámetros óptimos. Es el balasto el que proporciona energía a la lámpara, por lo que las características de tensión, frecuencia e intensidad que suministre determinan el correcto funcionamiento del conjunto.

Arrancadores

El arrancador o cebador es el componente que proporciona en el momento del encendido, bien por sí mismo o en combinación con el balasto, la tensión requerida para el cebado de la lámpara. El arrancador puede ser eléctrico, electrónico o electromecánico. Las características eléctricas del arrancador tienen una importancia fundamental en la vida de la lámpara. La tensión de pico, la corriente máxima (independiente/ en serie), la posición de fase, y la tensión de conexión e interrupción tienen que ser las idóneas para lo requerido por tipo y potencia. Desde el punto de vista de la eficiencia energética los arrancadores suponen una pérdida entre el 0,8-1,5 % de la potencia de la lámpara.

Condensadores

El condensador es el componente que corrige el factor de potencia a los valores definidos en normas y reglamentos en vigor traduce en un menor gasto energético y, por lo tanto, en una mayor eficiencia energética de la instalación. Las pérdidas en los condensadores suponen entre el 0,5-1 % de la potencia de la lámpara. En los equipos auxiliares se emplean diferentes tecnologías:

- ❖ Resistiva: emplea una resistencia como balasto. Es una tecnología de muy baja eficiencia. En la actualidad está prácticamente en desuso.
- ❖ Inductiva: equipos electromagnéticos. Es la tecnología más empleada aunque tiende a sustituirse por la electrónica.
- ❖ Electrónica: un equipo electrónico realiza las funciones de balasto y cebador. Además, en muchos casos, elimina la necesidad de condensador. De esta manera, usando un equipo electrónico en lugar de uno convencional se

pueden conseguir ahorros de un 25-30 %. Y en caso de usar equipos electrónicos con posibilidad de regulación en lugares donde se puede aprovechar la luz natural estos ahorros pueden alcanzar el 70 %.

2.17.4 MÉTODOS DE CÁLCULO PARA ILUMINACIÓN DE INTERIORES

Para el proyecto de instalaciones de iluminación de interiores se adopta el método de FLUJO TOTAL. Para la aplicación de este método se deben conocer o en su caso determinar los siguientes parámetros.

- Φ : Flujo luminoso emitido por la lámpara
- E: Nivel de iluminación
- S: Superficie total del local a iluminar
- μ : Factor de utilización
- K: Índice del local

El índice del local se puede determinar con las siguientes fórmulas:

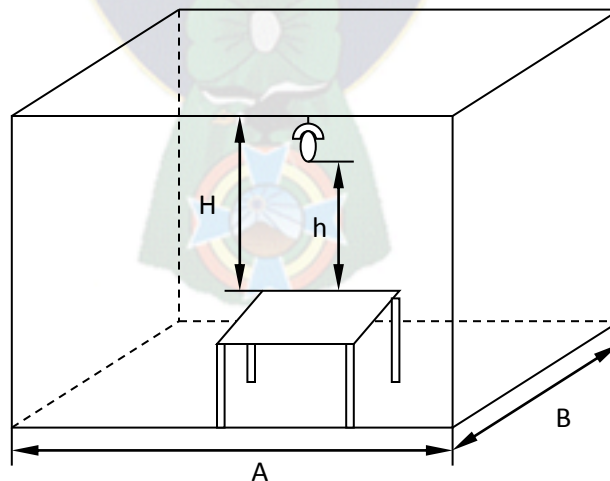


Figura 2.38 Índice del local

$$K = \frac{AB}{h(A+B)} \quad \text{Con luz directa}$$

$$K = \frac{AB}{2H(A+B)} \quad \text{Con luz semidirecta}$$

El factor de mantenimiento, tiene en consideración la reducción de las características fotométricas de las luminarias y el envejecimiento de las lámparas.

La fórmula básica para el cálculo del flujo luminoso total necesario para la iluminación de un local, teniendo en cuenta todos los factores que acabamos de describir, es la siguiente.

$$\Phi_T = \frac{E S}{\mu M}$$

Llamando Φ_L al flujo luminoso emitido por cada una de las lámparas, se puede deducir el número de lámparas (N) necesarias para obtener el nivel de iluminación deseado.

$$N = \frac{\Phi_T}{\Phi_L}$$

2.18 FACTOR DE POTENCIA

Factor de potencia es simplemente un nombre dado a la relación de la potencia activa usada en un circuito, expresada en vatios o Kilovatios (KW), a la potencia que aparentemente se obtiene de las líneas de alimentación, expresada en voltio-amperios o Kilovatio-amperios. Esta relación es de mucha importancia en circuitos de corriente alterna, pero no tiene importancia en circuitos de corriente directa.

Para determinar la potencia requerida por una carga eléctrica, usualmente cuando se trata de circuitos monofásicos, se multiplica la corriente de plena carga por voltaje de alimentación. El producto obtenido determina únicamente la potencia aparente, necesiéndose mediciones más detalladas para poder encontrar la potencia activa o productiva.

Por medio de un vatímetro se puede determinar la potencia activa, la cual nunca puede exceder a la potencia aparente y usualmente es menor. Para aparatos que contienen únicamente resistencia (lámparas incandescentes y aparatos de calefacción la potencia activa y la potencia aparente es la misma (red de corriente alterna y el factor de potencia es de 100%. Pero, muchos aparatos, tales como motores y transformadores de corriente alterna, tiene además una propiedad conocida como inductancia y consumen menos potencia activa o productiva que el producto de multiplicar su corriente de operación por su voltaje.

La energía eléctrica que acciona motores y todo otro equipo eléctrico, está en realidad compuesta de la energía activa y la energía reactiva.

La energía activa, es la que realmente ejecuta la tarea de funcionamiento de los equipos eléctricos.

La energía reactiva, no produce un trabajo útil, pero es indispensable para el arranque y la energización de los circuitos magnéticos en los equipos (motores, transformadores, etc.) y por lo tanto representan una carga adicional de corrientes para los sistemas eléctricos (cables internos, como transformadores, y líneas de distribución).

Las cargas industriales en su naturaleza eléctrica son de carácter reactivo, a causa de la presencia principalmente de equipos de refrigeración, motores eléctricos, etc. Este carácter reactivo obliga que junto a la potencia activa (KW) exista una potencia llamada reactiva (KVAR), las cuales en su conjunto determinen el comportamiento operacional de dichos equipos y motores. Esta potencia reactiva ha sido tradicionalmente suministrada por las empresas de electricidad. Al ser suministradas por las empresas de electricidad deberá ser producida o transportada por las redes, ocasionando necesidades de inversión en capacidades mayores de los equipos y redes de transporte.

Según lo expuesto la energía total (Aparente) tomada de la red está compuesta por una porción de energía que es realmente consumida (Activa) y otra porción que no es consumida (Reactiva). Las proporciones de energía Activa y Reactiva que se utilizan determinan las condiciones del usuario frente a las empresas de suministro. Para evaluar estas proporciones de energía con respecto al total o aparente, se utiliza un coeficiente denominado Factor de Potencia. Como la energía total absorbida depende del tiempo durante el cual ésta se toma de la red, los cálculos que la involucran se refieren en general a una potencia y no a una energía.

En la figura 2.39 en la que se puede apreciar claramente que, para una misma potencia activa P , que efectivamente utilizemos, tendremos que la corriente I y la

potencia aparente S son mínimos cuando el ángulo $\varphi = 0$, o dicho de otra forma, cuando $\cos\varphi = 1$.

Al $\cos\varphi$ se lo identifica como “FACTOR DE POTENCIA” siendo sus límites de variación entre 1 y 0, y su compensación o aproximación es mediante el uso de capacitores en instalaciones industriales.

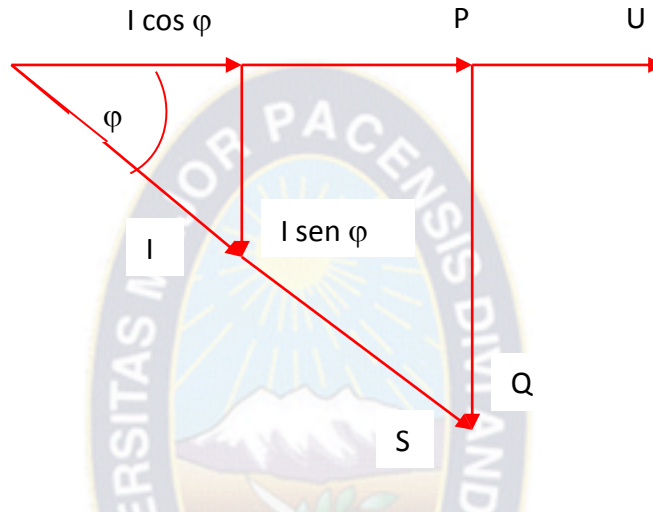


Figura 2.39 Triángulo de Potencias

Matemáticamente el Factor de Potencia se define como:

$$\cos\varphi = \frac{\text{Potencia Activa}}{\text{Potencia aparente}}$$

POTENCIA ACTIVA.- Es la que efectivamente se aprovecha como potencia útil en el eje del motor, la que se transforma en calor en la resistencia de un calefactor, etc.

$$P = \sqrt{3} U I \cos \varphi \quad (\text{W})$$

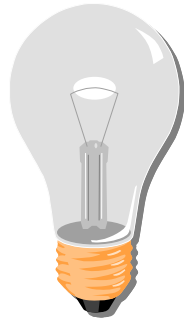


Figura. 2.30 Carga resistiva

En una carga resistiva pura la tensión y la intensidad de corriente se encuentran en fase, por lo tanto no existe desfase, lo que hace que el factor de potencia sea uno.

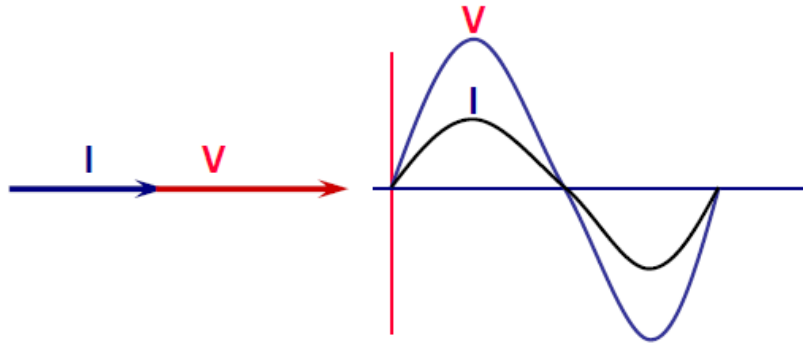


Figura. 2.31 Diagrama fasorial de carga resistiva

POTENCIA REACTIVA.- Es la que los campos magnéticos de los motores, de los reactores o balastos de iluminación, etc. Intercambian con la red sin significar un consumo de potencia activa en forma directa.

$$Q = \sqrt{3} U I \text{ sen } \varphi \text{ (VAR)}$$



Figura. 2.32 Carga inductiva

En una carga inductiva pura la intensidad de corriente se retrasa en 90° con respecto a la tensión lo que hace que el factor de potencia sea menor a la unidad.

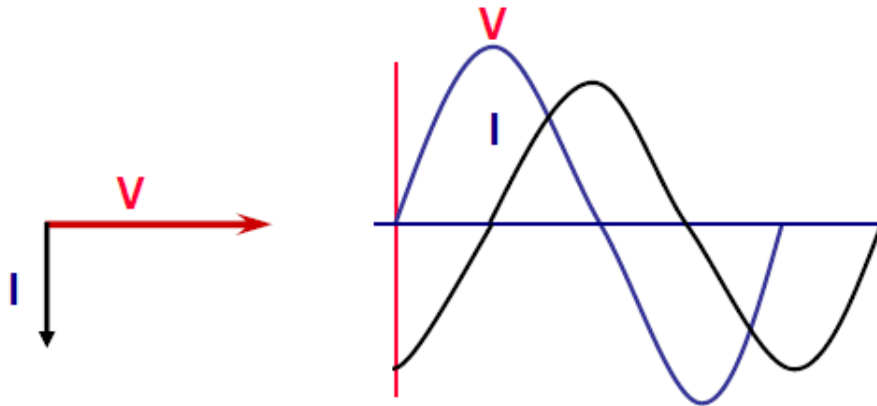


Figura. 2.33 Diagrama fasorial de carga inductiva

POTENCIA APARENTE.- Es la que resulta de considerar la tensión aplicada al consumo y la corriente que este demanda, esta potencia es lo que limita la utilización de los transformadores, líneas de alimentación y demás elementos componentes de los circuitos eléctricos.

$$S = \sqrt{3} U I \quad (\text{VA})$$

En corriente alterna hay constante variación debido a su propia naturaleza, se comprende que no rige para ella aquellas formulas básicas de la electricidad, puesto que la intensidad y la tensión están variando constantemente, por lo que se produce un campo magnético variable y su consecuente corriente autoinducción. Naturalmente que esta fuerza electromotriz en los circuitos resistivos será prácticamente despreciable, pero en aquellas que poseen bobinas pueden llegar a ser considerable, llamamos “inductancia” a la propiedad de los circuitos eléctricos de oponerse a las variaciones de corriente que pasan por ellos como este fenómeno de oposición se ejerce sobre la corriente y no sobre la tensión, resulta que el fenómeno de la inductancia se expresa con un retraso de fase de la corriente con respecto a la tensión.

La corriente absorbida por aparatos de carácter inductivo (motores, transformadores, etc.) puede considerarse compuesta por una componente activa o efectiva, y otra componente reactiva que es improductiva. La energía de la corriente activa se transforma en energía mecánica, calorífica, lumínica, etc. La energía correspondiente a la energía reactiva se transforma en energía reactiva inductiva para la transformación de los campos magnéticos necesarios para el funcionamiento de motores, transformadores, etc. Pero esta energía reactiva no se consume si no que se almacena en los campos magnéticos, siendo devuelta a la red cuando cesa el campo magnético.

2.19 COMPENSACIÓN DE LA POTENCIA REACTIVA

En las instalaciones eléctricas, las máquinas eléctricas y algunos otros elementos como las balastras de alumbrado, fluorescente demandan además de la corriente de trabajo (en fase con el voltaje), una componente reactiva desfasada a 90° (retrasada con respecto al voltaje), y que sirve para crear el campo magnético. Tal corriente magnetizante que debe proporcionar la fuente de suministro, hace disminuir la potencia útil de la instalación; además por las pérdidas por efecto joule, se disminuye la eficiencia y aumenta la caída de tensión. Este uso se puede reducir o eliminar, con el uso de condensadores instalados en la proximidad de las cargas; y con capacidad para suministrar parte o toda la corriente de magnetización requerida por el usuario. Cuando una corriente alterna se aplica a un circuito teniendo capacitancia, un campo electrostático, en vez de un campo magnético, sigue el mismo ciclo de aumentar y disminuir como el campo de un circuito inductivo. En este caso, la corriente del capacitor alcance su pico, resultando una corriente adelantada. Entonces, cuando una inductancia y una capacitancia están conectadas en paralelo una corriente circulará atrás y adelante entre el inductor y el capacitor. Si las corrientes fueran iguales y no ocurrieran pérdidas en el circuito, ninguna corriente se tomaría de la fuente de potencia.

En la práctica actual, la fuente de potencia debe suministrar la corriente para la resistencia del circuito y para otras pérdidas, así como para cualquier diferencia que pueda ocurrir entre las corrientes del inductor y del capacitor.

Lo anterior significa que con la correcta selección del capacitor, ninguna corriente reactiva inductiva circulará entre una máquina inductiva (motor de inducción) y la fuente de potencia, pero si entre el capacitor y el motor. El sistema de transmisión de potencia es liberado de corrientes innecesarias si el capacitor es localizado cerca del motor. Sin importar en qué punto se encuentre el capacitor los beneficios siempre son obtenidos desde el punto de la instalación hacia la fuente de potencia.

En la figura 2.34 se muestra un motor de inducción trabajando parcialmente cargado sin corrección del factor de potencia. Aquí el alimentador debe suplir tanto la corriente magnetizante (reactiva) como la corriente útil.



Figura 2.34 Carga sin Compensación

En la figura 2.35 se muestra el resultado de instalar un capacitor cerca al mismo motor para suministrar la corriente magnetizante requerida por el motor. La corriente total requerida al sido reducida al valor de la corriente útil únicamente reduciendo al mismo tiempo los costos de la energía y permitiendo el uso de otros equipos en el circuito.

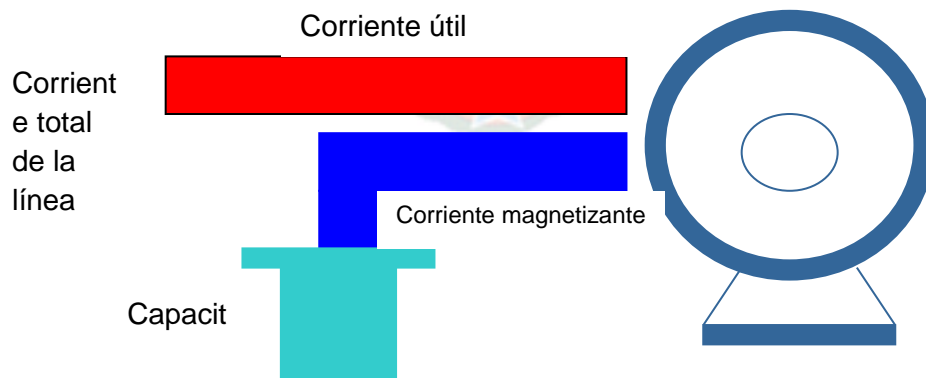


Figura 2.35 Carga con Compensación

CAPITULO III

INGENIERIA DEL PROYECTO

3.1 DETERMINACION DE LA POTENCIA INSTALADA

La línea de producción consta de las siguientes cargas:

- CAJON ALIMENTADOR

Oruga:

Marca: WEG
3 Kw (4HP)
220 / 380 V
11.8 / 6.81 A
 $\cos\phi = 0.81$
1400 RPM

Martillo:

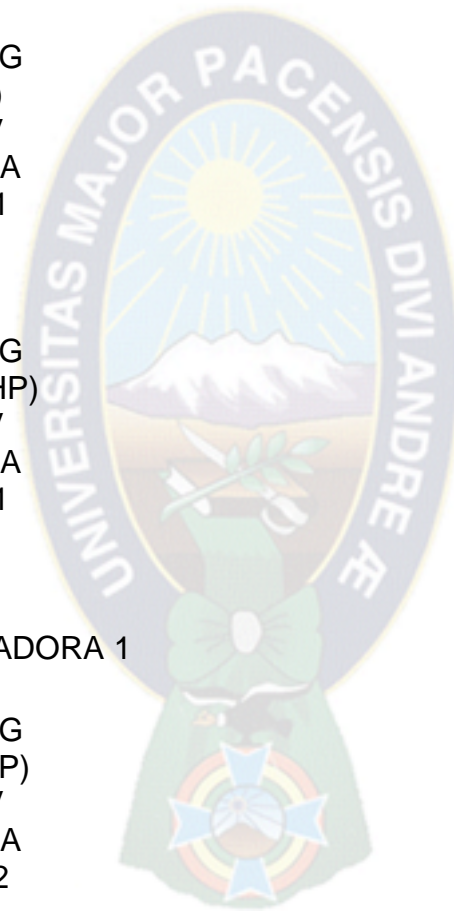
Marca: WEG
11 Kw (15HP)
380 / 660 V
23.3 / 13.4 A
 $\cos\phi = 0.81$
1455 RPM

- CINTA TRANSPORTADORA 1

Marca: WEG
1.5 Kw (2HP)
220 / 380 V
6.08 / 3.52 A
 $\cos\phi = 0.82$
1410 RPM

- DESINTEGRADOR

Marca: WEG
11 Kw (15HP)
380 / 660 V
23.3 / 13.4 A
 $\cos\phi = 0.82$
1460 RPM



- CHAPEADORA

Marca: WEG
18.5 Kw (25HP)
380 / 660 V
36.9 / 21.3 A
 $\cos\phi = 0.84$
1470 RPM

- CINTA TRANSPORTADORA 2

Marca: WEG
1.5 Kw (2HP)
220 / 380 V
6.08 / 3.52 A
 $\cos\phi = 0.82$
1410 RPM

- LAMINADORA

Marca: WEG
22 Kw (30HP)
380 / 660 V
43.2 / 24.8 A
 $\cos\phi = 0.85$
1465 RPM

- CINTA TRANSPORTADORA 3

Marca: WEG
1.5 Kw (2HP)
220 / 380 V
6.08 / 3.52 A
 $\cos\phi = 0.82$
1410 RPM

- BOMBA DE AGUA

Marca: WEG
7.5 Kw (10HP)
380 / 660 V
15.6 / 8.97 A
 $\cos\phi = 0.84$
1455 RPM



- EXTRUSORA

Marca: WEG
 110 Kw (150HP)
 380 / 660 V
 206 / 119 A
 $\cos\phi = 0.86$
 SF = 1.0
 1490 RPM

- EXTRACTORES (HORNO)

Marca: WEG
 11 Kw (15HP)
 380 / 660 V
 22.0 / 12.7 A
 $\cos\phi = 0.86$
 2930 RPM

- QUEMADORES (HORNO)

Marca: WEG
 1.5 Kw (2HP)
 220 / 380 V
 6.04 / 3.49 A
 $\cos\phi = 0.83$
 2840 RPM

TABLA 3.1
RESUMEN DE CARGAS

Nº	DESCRIPCION	POTENCIA	CANTIDAD	TOTAL (KW)
1	Cajón Alimentador ORUGA	3KW(4HP)	1	3
2	Cajón Alimentador MARTILLO	11KW(15HP)	1	11
3	CINTA TRANSPORTADORA 1	1.5KW(2HP)	1	1.5
4	DESINTEGRADOR	11KW(15HP)	1	11
5	CHAPEADORA	18.5KW(25HP)	1	18.5
6	CINTA TRANSPORTADORA 2	1.5KW(2HP)	1	1.5
7	LAMINADORA	22KW(30HP)	1	22
8	CINTA TRANSPORTADORA 3	1.5KW(2HP)	1	1.5
9	BOMBA DE AGUA	7.5KW(10HP)	1	7.5
10	EXTRUSORA	110KW(150HP)	1	110
11	EXTRACTORES	11KW(15HP)	2	22
12	QUEMADORES	1.5KW(2HP)	6	9
POTENCIA INSTALADA = 218.5 kW				

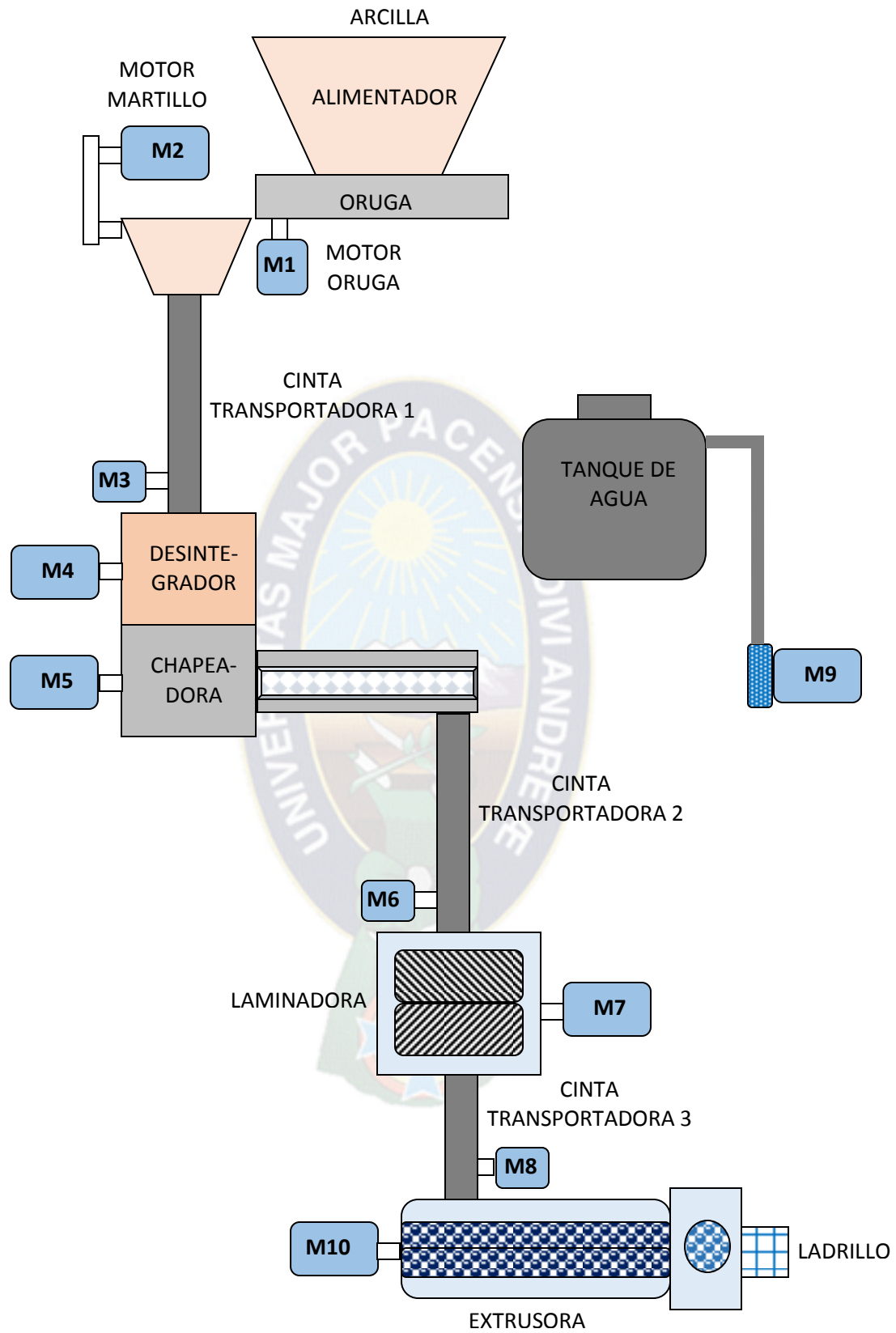


Figura 3.1 Esquema de producción de ladrillo

3.2 SELECCIÓN DE ELEMENTOS DE PROTECCION Y MANIOBRA

- **CAJON ALIMENTADOR**

Oruga del Cajón Alimentador:

POTENCIA (Kw)	VOLTAJE (V)	CORRIENTE (A)	COS ϕ	RPM
3	220 / 380	11.8 / 6.81	0.81	1400

Para el motor de la ORUGA se empleará el ARRANQUE DIRECTO.

Nº	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
1	Disyuntor unipolar 2A, ABB	Pza	1
2	Disyuntor tripolar 16A, ABB	Pza	1
3	Contactador 220V, 4Kw, 1NA	Pza	1
4	Relé térmico Reg. (6.0 – 8.5) A	Pza	1
5	Pulsador plano verde 1NA	Pza	1
6	Pulsador plano Rojo 1 NC	Pza	1
7	Cable tripolar 14 AWG	m	30

Martillo:

POTENCIA (Kw)	VOLTAJE (V)	CORRIENTE (A)	COS ϕ	RPM
11	380 / 660	23.3 / 13.4	0.81	1455

Para el motor del MARTILLO se empleará el ARRANQUE ESTRELLA - DELTA.

Nº	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
1	Disyuntor unipolar 2A, ABB	Pza	1
2	Disyuntor tripolar 32A, ABB	Pza	1
3	Contactador 220V, 7.5 Kw, 2NA, 2NC	Pza	2
4	Contactador 220V, 4 Kw, 2NA, 2NC	Pza	1
5	Relé térmico Reg. (10 – 14) A	Pza	1
6	Temporizador (0 – 30) seg.	Pza	1
7	Pulsador plano verde 1NA	Pza	1
8	Pulsador plano Rojo 1 NC	Pza	1
9	Cable tripolar 10 AWG	m	30

- **CINTA TRANSPORTADORA 1**

POTENCIA (Kw)	VOLTAJE (V)	CORRIENTE (A)	COS ϕ	RPM
1.5	220 / 380	6.08 / 3.52	0.82	1410

Para el motor de la CINTA TRANSPORTADORA 1 se empleará el ARRANQUE DIRECTO.

Nº	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
1	Disyuntor unipolar 2A, ABB	Pza	1
2	Disyuntor tripolar 10A, ABB	Pza	1
3	Contactador 220V, 4Kw, 1NA	Pza	1
4	Relé térmico Reg. (2.8– 4.0) A	Pza	1
5	Pulsador plano verde 1NA	Pza	1
6	Pulsador plano Rojo 1 NC	Pza	1
7	Cable tripolar 14 AWG	m	25

- **DESINTEGRADOR**

POTENCIA (Kw)	VOLTAJE (V)	CORRIENTE (A)	COS ϕ	RPM
11	380 / 660	23.3 / 13.4	0.82	1460

Para el motor del DESINTEGRADO se empleará el ARRANQUE ESTRELLA - DELTA.

Nº	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
1	Disyuntor unipolar 2A, ABB	Pza	1
2	Disyuntor tripolar 32A, ABB	Pza	1
3	Contactador 220V, 7.5 Kw, 2NA, 2NC	Pza	2
4	Contactador 220V, 4 Kw, 2NA, 2NC	Pza	1
5	Relé térmico Reg. (10 – 14) A	Pza	1
6	Temporizador (0 – 30) seg.	Pza	1
7	Pulsador plano verde 1NA	Pza	1
8	Pulsador plano Rojo 1 NC	Pza	1
9	Cable tripolar 10 AWG	m	25

• **CHAPEADORA**

POTENCIA (Kw)	VOLTAJE (V)	CORRIENTE (A)	COS ϕ	RPM
18.5	380 / 660	36.9 / 21.3	0.84	1470

Para el motor del CHAPEADORA se empleará el ARRANQUE ESTRELLA - DELTA.

Nº	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
1	Disyuntor unipolar 2A, ABB	Pza	1
2	Disyuntor tripolar 50A, ABB	Pza	1
3	Contactador 220V, 15 Kw, 2NA, 2NC	Pza	2
4	Contactador 220V, 7.5 Kw, 2NA, 2NC	Pza	1
5	Relé térmico Reg. (18 – 25) A	Pza	1
6	Temporizador (0 – 30) seg.	Pza	1
7	Pulsador plano verde 1NA	Pza	1
8	Pulsador plano Rojo 1 NC	Pza	1
9	Cable tripolar 8 AWG	m	20

• **CINTA TRANSPORTADORA 2**

POTENCIA (Kw)	VOLTAJE (V)	CORRIENTE (A)	COS ϕ	RPM
1.5	220 / 380	6.08 / 3.52	0.82	1410

Para el motor de la CINTA TRANSPORTADORA 2 se empleará el ARRANQUE DIRECTO.

Nº	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
1	Disyuntor unipolar 2A, ABB	Pza	1
2	Disyuntor tripolar 10A, ABB	Pza	1
3	Contactador 220V, 4Kw, 1NA	Pza	1
4	Relé térmico Reg. (2.8 – 4.0) A	Pza	1
5	Pulsador plano verde 1NA	Pza	1
6	Pulsador plano Rojo 1 NC	Pza	1
7	Cable tripolar 14 AWG	m	20

• **LAMINADORA**

POTENCIA (Kw)	VOLTAJE (V)	CORRIENTE (A)	COS ϕ	RPM
22	380 / 660	43.2 / 24.8	0.85	1465

Para el motor del LAMINADORA se empleará el ARRANQUE ESTRELLA - DELTA.

Nº	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
1	Disyuntor unipolar 2A, ABB	Pza	1
2	Disyuntor tripolar 50A, ABB	Pza	1
3	Contactador 220V, 15 Kw, 2NA, 2NC	Pza	2
4	Contactador 220V, 7.5 Kw, 2NA, 2NC	Pza	1
5	Relé térmico Reg. (18 – 25) A	Pza	1
6	Temporizador (0 – 30) seg.	Pza	1
7	Pulsador plano verde 1NA	Pza	1
8	Pulsador plano Rojo 1 NC	Pza	1
9	Cable tripolar 8 AWG	m	20

• **CINTA TRANSPORTADORA 3**

POTENCIA (Kw)	VOLTAJE (V)	CORRIENTE (A)	COS ϕ	RPM
1.5	220 / 380	6.08 / 3.52	0.82	1410

Para el motor de la CINTA TRANSPORTADORA 3 se empleará el ARRANQUE DIRECTO.

Nº	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
1	Disyuntor unipolar 2A, ABB	Pza	1
2	Disyuntor tripolar 10A, ABB	Pza	1
3	Contactador 220V, 4Kw, 1NA	Pza	1
4	Relé térmico Reg. (2.8 – 4.0) A	Pza	1
5	Pulsador plano verde 1NA	Pza	1
6	Pulsador plano Rojo 1 NC	Pza	1
7	Cable tripolar 14 AWG	m	20

- **BOMBA DE AGUA**

POTENCIA (Kw)	VOLTAJE (V)	CORRIENTE (A)	COS ϕ	RPM
7.5	380 / 660	15.6 / 8.97	0.85	1455

Para el motor del BOMBA DE AGUA se empleará el ARRANQUE ESTRELLA - DELTA.

Nº	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
1	Disyuntor unipolar 2A, ABB	Pza	1
2	Disyuntor tripolar 25A, ABB	Pza	1
3	Contactador 220V, 5.5 Kw, 2NA, 2NC	Pza	2
4	Contactador 220V, 4 Kw, 2NA, 2NC	Pza	1
5	Relé térmico Reg. (7.5 – 11) A	Pza	1
6	Temporizador (0 – 30) seg.	Pza	1
7	Pulsador plano verde 1NA	Pza	1
8	Pulsador plano Rojo 1 NC	Pza	1
9	Cable tripolar 12 AWG	m	25

- **EXTRUSORA**

POTENCIA (Kw)	VOLTAJE (V)	CORRIENTE (A)	COS ϕ	RPM
110	380 / 660	206 / 119	0.86	1490

Para el motor del EXTRUSORA se empleará el ARRANQUE ESTRELLA - DELTA.

Nº	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
1	Disyuntor unipolar 4A, ABB	Pza	1
2	Breaker 320 Reg.(120 – 320)A, ABB	Pza	1
3	Contactador 220V, 75 Kw, 2NA, 2NC	Pza	2
4	Contactador 220V, 45 Kw, 2NA, 2NC	Pza	1
5	Relé térmico Reg. (110 – 150) A	Pza	1
6	Temporizador (0 – 30) seg.	Pza	1
7	Pulsador plano verde 1NA	Pza	1
8	Pulsador plano Rojo 1 NC	Pza	1
9	Cable unipolar 2/0 AWG	m	45

- **EXTRACTOR**

POTENCIA (Kw)	VOLTAJE (V)	CORRIENTE (A)	COS ϕ	RPM
11	380 / 660	22.0 / 12.7	0.86	2930

Para el motor del EXTRACTOR se empleará el ARRANQUE ESTRELLA - DELTA.

Nº	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
1	Disyuntor unipolar 2A, ABB	Pza	1
2	Disyuntor tripolar 32A, ABB	Pza	1
3	Contactador 220V, 7.5 Kw, 2NA, 2NC	Pza	2
4	Contactador 220V, 4 Kw, 2NA, 2NC	Pza	1
5	Relé térmico Reg. (10 – 14) A	Pza	1
6	Temporizador (0 – 30) seg.	Pza	1
7	Pulsador plano verde 1NA	Pza	1
8	Pulsador plano Rojo 1 NC	Pza	1
9	Cable unipolar 10 AWG	m	30

- **QUEMADORES**

POTENCIA (Kw)	VOLTAJE (V)	CORRIENTE (A)	COS ϕ	RPM
1.5	220 / 380	6.04 / 3.49	0.83	2840

Para el motor de los QUEMADORES se empleará el ARRANQUE DIRECTO.

Nº	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
1	Disyuntor unipolar 2A, ABB	Pza	1
2	Disyuntor tripolar 10A, ABB	Pza	1
3	Contactador 220V, 4Kw, 1NA	Pza	1
4	Relé térmico Reg. (2.8 – 4.0) A	Pza	1
5	Pulsador plano verde 1NA	Pza	1
6	Pulsador plano Rojo 1 NC	Pza	1
7	Cable tripolar 14 AWG	m	10

3.3 CIRCUITO DE ARRANQUE DE MOTORES

Los motores de potencia menor a 5.5 Kw emplearan el arranque directo como se muestra en la figura 3.2, y los motores mayores a esta potencia empleará el arranque estrella – triángulo como en la figura 3.3 y 3.4.

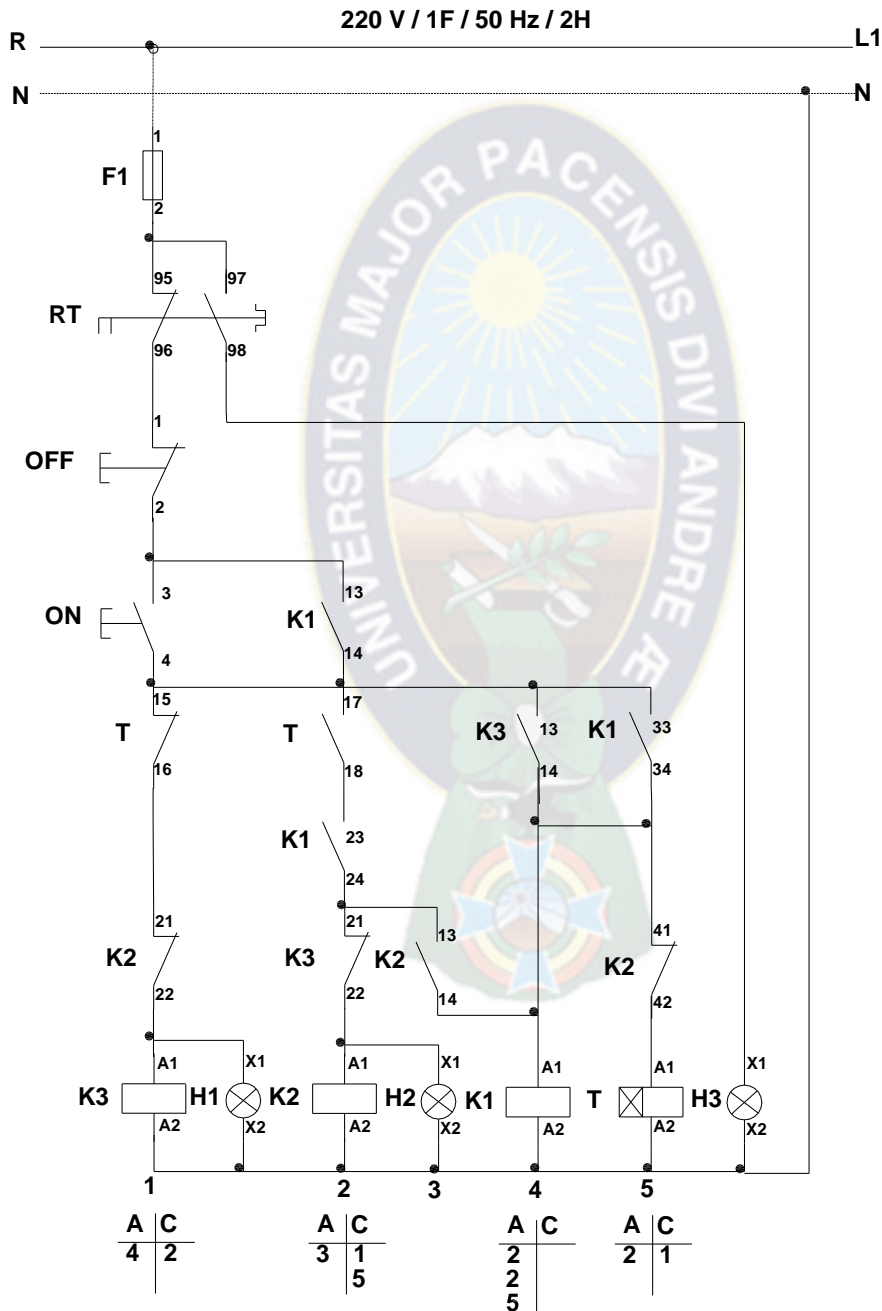


Figura 3.2 Arranque Directo

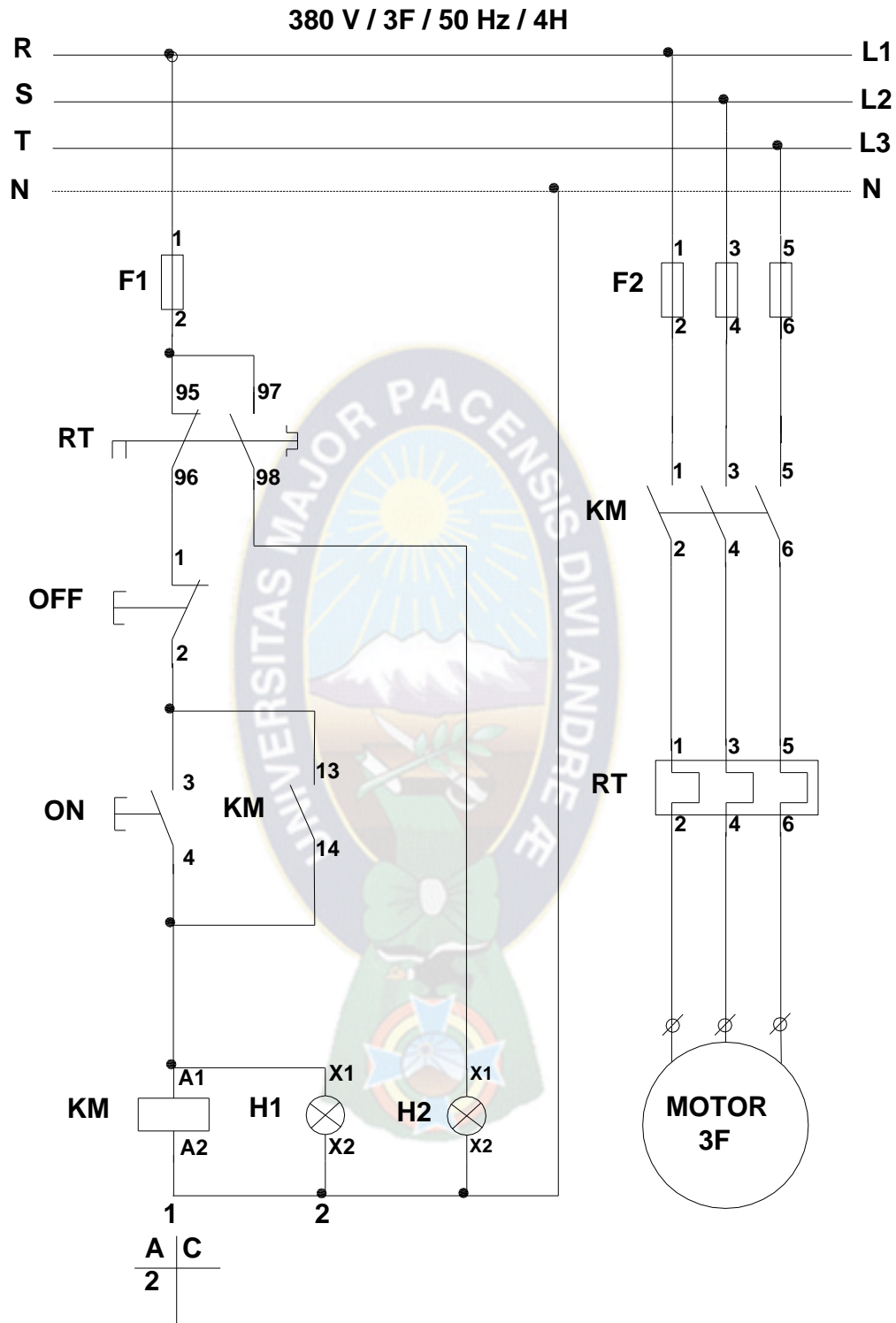


Figura 3.2 Circuito de control Arranque Estrella - triángulo

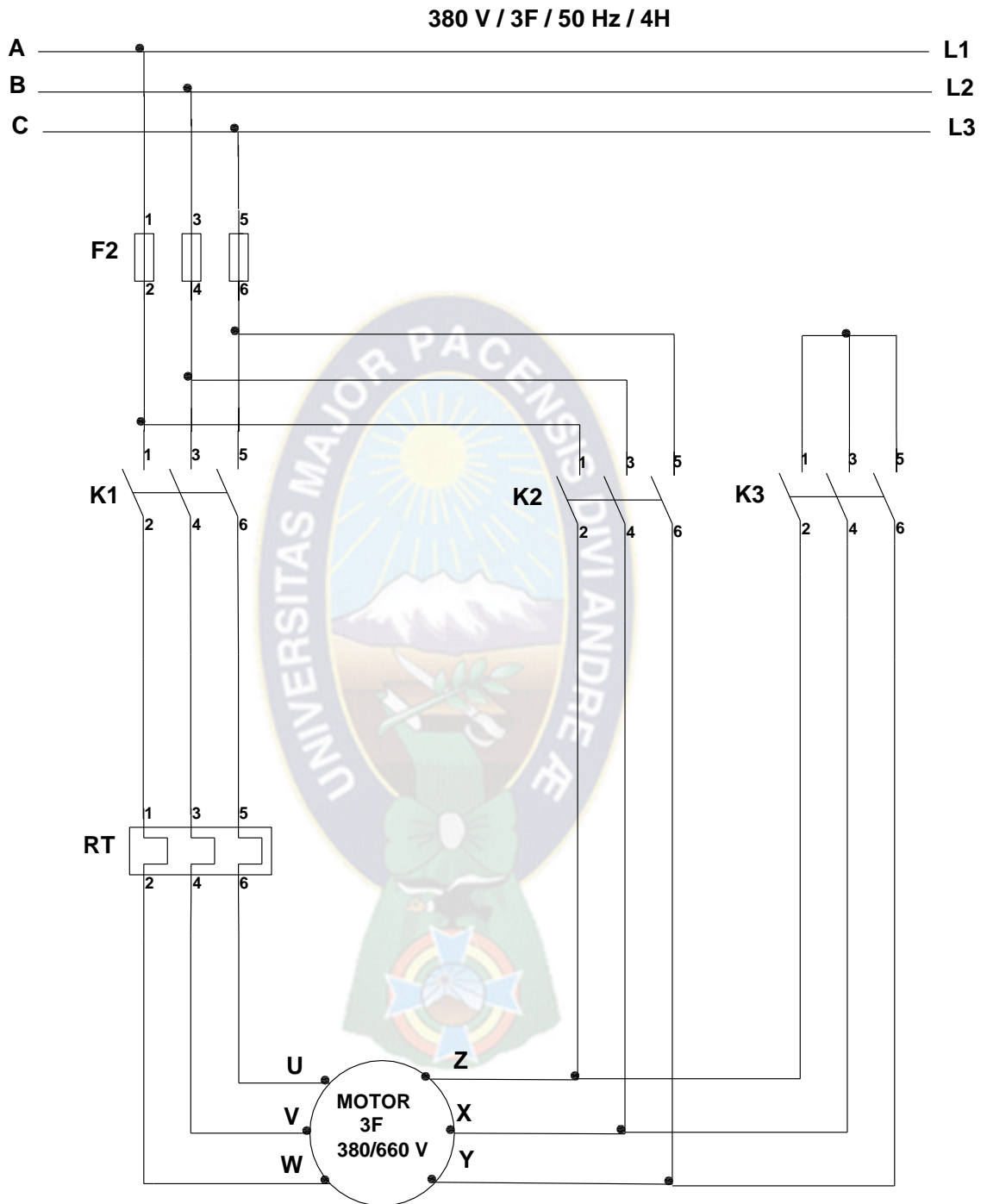


Figura 3.4 Circuito de fuerza Arranque Estrella - triángulo

3.4 ALIMENTADOR Y PROTECCION PRINCIPAL

Determinando el alimentador principal:

$$I_A = 1.25 I_{MP} + \sum_{i=1}^n I_i$$

Donde:

I_A = Corriente del alimentador

I_{MP} = Corriente del motor de mayor potencia

I_i = Corriente de los demás motores

$$I_A = 1.25(206) + [11.8 + 23.3 + 3.52 + 23.3 + 36.9 + 3.52 + 43.2 + 3.52 + 15.6 + 2(22) + 6(3.49)]$$

$$I_A = 1.25(206) + [159.67 + 2(22) + 6(3.49)]$$

$$I_A = 257.5 + [224.61]$$

$$I_A = 482.11 \text{ A}$$

Según la tabla de conductores:

Conductor: 1000 MCM

Elemento de protección principal:

Breaker 630A Reg. (252 – 630)A

3.5 TABLERO ELECTRICO

Los elementos de protección y maniobra se alojaran en un Gabinete Metálico.

Gabinete Industrial de Pared SR de las siguientes características:

- Dimensiones: 2000 x 800 x 600 mm
- Índice de protección: IP 65
- Lámina zincada 1.5 mm
- Color estándar RAL 7032

Las dimensiones de las barras de cobre 2"x 1/4" que soportan 560 A.

3.6 POTENCIA DEL TRANSFORMADOR

La Potencia del Transformador:

$$\cos \varphi = \frac{P}{S}$$

$$S = \frac{P}{\cos \varphi} = \frac{218.5}{0.85} = 257 \text{ KVA}$$

$$S = 257 \text{ KVA}$$

Previendo un 20% de crecimiento de la planta.

$$S_T = 1.2 (257 \text{ KVA})$$

$$S_T = 300 \text{ KVA}$$

Marca ROMAGNOLE

3.7 POTENCIA DEL BANCO CAPACITORES

Calculando la Potencia Reactiva para esta demanda con la ayuda de la figura 3.2

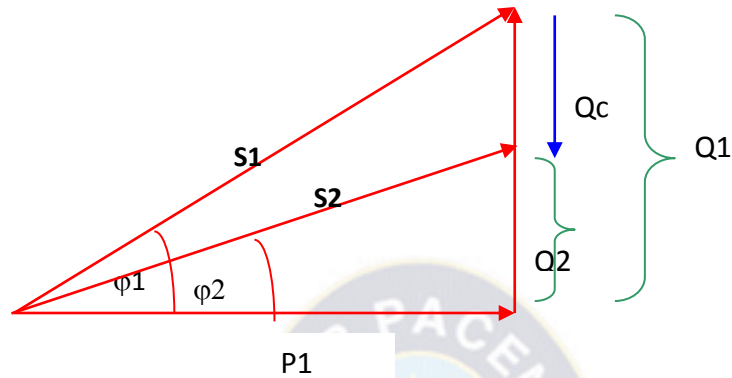


Figura 3.2 Triángulo de Potencias

En este tablero se mejorará el factor de potencia de 0.65 (Factor de potencia promedio de la planta) a 0.95. Por lo tanto la Potencia Reactiva necesaria para compensar será:

$$Q_c = P (\operatorname{tg}\varphi_1 - \operatorname{tg}\varphi_2)$$

Determinando los ángulos φ_1 y φ_2 que es el ángulo inicial y el ángulo a compensar respectivamente:

$$\cos\varphi_1 = 0.65$$

$$\varphi_1 = \operatorname{arc} 0.65$$

$$\varphi_1 = 49.46$$

El ángulo φ_2 será:

$$\cos\varphi_2 = 0.95$$

$$\varphi_2 = \operatorname{arc} 0.95$$

$$\varphi_2 = 18.19$$

La Potencia Reactiva necesaria para la compensación.

$$Q_c = P (\operatorname{tg}\varphi_1 - \operatorname{tg}\varphi_2)$$

$$Q_c = 218.5 (\operatorname{tg} 49.46 - \operatorname{tg} 18.19)$$

$$Q_c = 218.5 (1.1692 - 0.3286)$$

$$Q_c = 218.5 * 0.8406$$

$$Q_c = 183.67 \text{ KVARC}$$

$$\mathbf{Q_c = 180 \text{ KVARC}}$$



CAPITULO IV**ESTRUCTURA DE COSTOS****4.1 COSTOS FIJOS**

TABLA 4.1
ELEMENTOS DE MANIOBRA Y PROTECCION

ITEM	DESCRIPCION	UNID.	CANT.	P. UNIT.	P. TOTAL
1	Disyuntor unipolar 4A, ABB	Pza	18	117,79	2120,22
2	Disyuntor tripolar 10A, ABB	Pza	9	192,09	1728,81
3	Disyuntor tripolar 16A, ABB	Pza	1	192,09	192,09
4	Disyuntor tripolar 25A, ABB	Pza	1	192,09	192,09
5	Disyuntor tripolar 32A, ABB	Pza	3	203,23	609,69
6	Disyuntor tripolar 50A, ABB	Pza	2	242,21	484,42
7	Breaker 320 Reg: 120-320A	Pza	2	4036,8	8073,6
8	Breaker 630 Reg: 252-630A	Pza	2	4876,87	9753,74
9	Contactador 220V, 4Kw, 1NA, ABB	Pza	13	194,18	2524,34
10	Contactador 220V, 5,5Kw, 1NA, ABB	Pza	1	206,02	206,02
11	Contactador 220V, 7.5Kw, 1NA, ABB	Pza	5	291,62	1458,1
12	Contactador 220V, 15Kw, 1NA, ABB	Pza	2	493,46	986,92
13	Contactador 220V, 75Kw, 1NA, ABB	Pza	1	3138,96	3138,96
14	Contactador 220V, 45Kw, 1NA, ABB	Pza	1	2018,4	2018,4
15	Contactos aux. 2NA + 2NC, ABB	Pza	20	53,59	1071,8
16	Relé termico ABB Reg. (2.8 - 4)A,	Pza	9	257,52	2317,68
17	Relé termico ABB Reg. (6.0 - 8.5)A,	Pza	1	257,52	257,52
18	Relé termico ABB Reg. (7.5 - 11)A	Pza	1	257,52	257,52
19	Relé termico ABB Reg. (10 - 14)A	Pza	3	257,52	772,56
20	Relé termico ABB Reg. (18 - 25)A	Pza	2	323,64	647,28
21	Relé termico ABB Reg. (110 - 150)A	Pza	1	1370,24	1370,24
22	Botonera verde plano ABB	Pza	18	80,04	1440,72
23	Botonera rojo plano ABB	Pza	18	80,04	1440,72
24	Temporizador ABB (0 - 30) seg.	Pza	7	550,54	3853,78
					46917,22

TABLA 4.2
CONDUCTORES ELECTRICOS

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT.	P. TOTAL
1	Cable 18 AWG	m	200	0,75	150
2	Cable tripolar 14 AWG	m	155	7,52	1165,6
3	Cable tripolar 12 AWG	m	30	11,03	330,9
4	Cable tripolar 10 AWG	m	110	15,91	1750,1
5	Cable tripolar 8 AWG	m	40	25,75	1030
6	Cable tripolar 2/0 AWG	m	45	168,32	7574,4
7	Cable 1000 MCM	m	20	342,85	6857
					18858

TABLA 4.3
TRANSFORMADOR ROMAGNOLE 300 KVA

ITEM	DESCRIPCION	UNID.	CANT.	P. UNIT.	P. TOTAL
1	Transformador ROMAGNOLE	Pza	1	80999,36	80999,36
					80999,36

TABLA 4.4
BANCO DE CAPACITORES

ITEM	DESCRIPCION	UNID.	CANT.	P. UNIT.	P. TOTAL
1	Banco de Capacitores 180 KVARC	Pza	1	31746,89	31746,89
					31746,89

TABLA 4.5
GABINETE METALICO

ITEM	DESCRIPCION	UNID.	CANT.	P. UNIT.	P. TOTAL
1	Gabinete metálico 2000x800x600mm	Pza	1	9075,84	9075,84
2	Gabinete metálico 1200x800x300mm	Pza	1	2813,14	2813,14
					11888,98

TABLA 4.6
ACCESORIOS

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANT.	P. UNIT.	P. TOTAL
1	Barra de cobre 2" x 1/4"	m	4	228,38	913,52
2	Riel DIN 35mm	m	3	15,66	46,98
3	Cable canal 50x50mm	Pza	8	51,99	415,92
4	Terminales tipo U 18AWG	Bolsa	5	25,06	125,3
5	Terminales tipo ojal 14AWG	Bolsa	3	37,56	112,68
6	Terminales tipo ojal 12AWG	Bolsa	3	62,64	187,92
7	Terminales tipo ojal 10AWG	Bolsa	2	62,64	125,28
8	Terminales tipo ojal 8AWG	Bolsa	1	75,17	75,17
9	Terminales tipo ojal 500 mm ²	Pza	6	98,12	588,72
					2591,49

TABLA 4.7
COSTOS FIJOS

ITEM	DESCRIPCION	UNID.	CANT.	P. UNIT.	P. TOTAL
1	Elementos protección y maniobra	Pza	1	46917,22	46917,22
2	Conductores eléctricos	Pza	1	18858	18858
3	Transformador	Pza	1	80999,36	80999,36
4	Banco de Capacitores	Pza	1	31746,89	31746,89
5	Gabinete metálico	Pza	1	11888,98	11888,98
6	Accesorios	Pza	1	2591,49	2591,49
Son: Ciento noventa y tres mil uno 90/100 Bolivianos					193001,9

Son: Ciento noventa y tres mil uno 90/100 Bolivianos

4.2 COSTO UNITARIO

Descripcion	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
1.- MATERIALES				
Elementos protección y maniobra	Pza	1	46917,22	46917,22
Conductores eléctricos	Pza	1	18858	18858
Transformador	Pza	1	80999,36	80999,36
Banco de Capacitores	Pza	1	31746,89	31746,89
Gabinete metálico	Pza	1	11888,98	11888,98
Accesorios	Pza	1	2591,49	2591,49
TOTAL MATERIALES				193001,94
2.- MANO DE OBRA				
Tecnico electricista	Dia	80	180	14400
Ayudante	Dia	80	120	9600
SUBTOTAL MANO DE OBRA				24000
CARGA SOCIAL 55% DE MANO DE OBRA				13200
IMPUESTOS IVA M deO = 14,94%(M de O + CARGA SOCIAL				5557,68
TOTAL MANO DE OBRA				42757,68
3.- EQUIPO MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 6% DE MANO DE OBRA				2565,4608
TOTAL EQUIPO MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS				224,47782
4.- GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS				
GASTOS GNERALES = 5% DE 1+2+3				11916,254
TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS				838,438741
5.- UTILIDADES				
UTILIDAD = 10% DE 1+2+3+4				23916,352
TOTAL UTILIDAD				1760,72136
6.- IMPUESTOS				
IMPUESTOS IT = 13.09% DE 1+2+3+4+5				31536,9831
TOTAL IMPUESTOS				2535,26268
TOTAL PRECIO UNITARIO 1+2+3+4+5+6				243459,504

Son: Doscientos cuarenta y tres mil cuatrocientos cincuenta y nueve 50/100 Bolivianos

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

El presente proyecto sobre la instalación eléctrica industrial de CERAMICA BRASINBOL, el cual se realizó en función a las normas vigentes del país, por lo tanto el sistema eléctrico será confiable, para evitar fallas inesperadas en la producción de ladrillo, una falla provoca un perjuicio económico a la empresa, el cual no podrá cumplir con los contratos para el interior del país como también con la demanda de la República del Perú.

RECOMENDACIONES

Cuando se ejecute el presente proyecto se recomienda emplear elementos de protección y maniobra de la Marca ABB u otra similar, ya que de otra marca no garantizará la confiabilidad del sistema.

También se recomienda la compra de un transformador de la marca ROMAGNOLE, el Banco de capacitores de la línea EPCOS Siemens que se cotizó de BOLIVIAN ELECTRIC Santa Cruz.

BIBLIOGRAFIA

- RAMIREZ VASQUEZ J. (1991), 101 Esquemas de Maniobra de Control y Mando, Barcelona, Ediciones CEAC, S.A.
- LLADONOSA VICENTE (1986), Arranque de Motores Eléctricos, España, Marcombo, S.A.
- SUÑOL IGNACIO (1986), Automatismos Eléctricos Industriales, Bolivia, Editorial LILIAL
- ROLDAN VILORIA JOSÉ. (1995), Manual de Automoción por Contactores, Barcelona, CEAC, S.A.
- ENRIQUEZ HARPER GILBERTO (1998), Control de Motores Eléctricos, México, Limusa, S.A.
- IBAÑEZ CARABANTES, P. (1995), Diseño Básico de Automatismos Eléctricos, España, Paraninfo.
- ROLDAN VILORIA JOSÉ (2004), Automatismos y Cuadros Eléctricos, España, Paraninfo, S.A.
- ROLDAN VILORIA JOSÉ (2004), Automatismos Industriales, España, Paraninfo, S.A.
- ENRIQUEZ HARPER GILBERTO (2004), El ABC de las Máquinas Eléctricas, México,, Limusa, S.A.
- CHAPMAN STEPHEN J. (2000), Máquinas Eléctricas, México, McGrawHill
- KOSOW IRVING L. (1993), Máquinas Eléctricas y Transformadores, Barcelona, Prentice Hall
- RAMIREZ VASQUEZ JOSÉ (1973), Máquinas de Corriente Alterna, Barcelona, CEAC, S.A.

ANEXOS



MARIA ANGELA MONTENEGRO DE URCULLO
 Sucursal No. 0
 Av. Santa Cruz 392 esq. Virgen de Cotoca
 Telef(s) 591-3-3487575
 Santa Cruz - Bolivia

PRO-FORMA

Nro. 001-014159-2



Santa Cruz, 12 de enero de 2017

SEÑOR (ES): **LIC. CESAR MENDOZA**

ATENCION:

E-mail:

MODENA

Bolivianos Bs.

\$us.

TIPO DE CAMBIO: 6.96

INVITACION:

REQUEST:

TELEF.:

VALIDEZ: 11/02/2017

ITEM	CODIGO	DESCRIPCION	MARCA	TIEMPO DE ENTREGA	CANTIDAD	UNID.	PRECIO Bs.	TOTAL Bs.
1	80842001	<p>TABLERO PARA BANCO DE CAPACITORES DE 180 KVAR CON UN FACTOR CORREGIDO DE 0.99 COMO FACTOR DE POTENCIA</p> <p>DETALLE</p> <p>65 UL-LISTED (701.660+702.200+708.100+709.160+710.160+703.620+704.620+705.620+706.206+707.620) REGULADOR DIGITAL EPCOS BR6006 6 PASOS BARRA DE COBRE ESTAÑADA 5 X 30MM AV. T1/2 SOPORTE HOLEC DE BARRA ESCALONADA TETRAPOLAR DE 20X5MM A 30X10MM T 650 PERNO DE BRONCE HEXAGONAL 1/4" X 3/4" VOLANDA DE BRONCE 1/4" TUERCA DE BRONCE 1/4" CANALETA RANURADA HELLERMAN HD4P 50 X 50CM. PERNO ZINCADO DE 3/16" X 1/2" CABEZA C/REDONDA ARANDELAS ZINCADAS PLANAS DE 3/16" BREAKER G.E FGN37DA400LF REGUL.250-400 AMP.50KA.690V. REF.438432 C/MODULO REGULABLE TERMICO DIN G.E. 1 X 10 AMP. DE 6K. 674603 TERMICO DIN G.E. 3 X 63 AMP. DE 6K. 674659 TERMICO DIN G.E. 3 X 25 AMP. DE 6K. 674655 TERMICO DIN G.E. 3 X 50 AMP. DE 6K. 674658 CAPACITOR EPCOS DE POTENCIA TRIFASICO 5.KVAR 400V. 50/60HZ CAPACITOR EPCOS DE POTENCIA TRIFASICO 10.KVAR 400V. 50/60HZ CONTACTOR G.E P/BANCO DE CAPACITOR DE 12.5KVAR. 400V. 55°C 1NA+1NC BOBINA 220V. 50/60HZ. REF.100969 CONTACTOR G.E P/BANCO DE CAPACITOR DE 25KVAR. 400V. 55°C 2NA+1NC BOBINA 220V. REF.247214 TRANSFORMADOR D/RELACION YONKS MSO-100 2000/5A. BORNE CONTA CLIP RK-2.5-4MM BEIGE REF:15772 TOPE FINAL CONTA CLIP ES 35K/ST. BEIGE REF:28280 CABLE MONOPOLAR FLEXIBLE DE 1 MM² CABLE MONOPOLAR FLEXIBLE DE 10 MM² TERMINAL YONKS PIN 10 MM PUNTA HUECA E1012 TERMINAL LCT OJAL D/COMPRESION SCC 10MM DE 1/4" FOCO D/SERIAL SIEMENS VERDE C/LED 230V. 3SB3652-6BA40 META ADHESIVO DE ADVERTENCIA DE 150MM. RIEL DIN METALICO CON RANURA 35X7.5MM SCAME REF:865221 TUBO TERMOCONTRAIBLE P/BARRA D/COBRE 1KV. COLOR AZUL P/BARRA CU 1/4" X 1" (28/14) TUBO TERMOCONTRAIBLE P/BARRA D/COBRE 1KV. COLOR ROJO P/BARRA CU 1/4" X 1" (28/14) TUBO TERMOCONTRAIBLE P/BARRA D/COBRE 1KV. COLOR NEGRO P/BARRA CU 1/4" X 1" (28/14) BORNE CONTA CLIP RK-2.5-4 MM AZUL REF:15775 MANGUITO CONTA CLIP KBH-5/3 0-9 (25 PZA) MANGUITO CONTA CLIP KBH-5/3 A-Z (25 PZA) FUNDA PROTECTORA DE CABLE FR-10 DE 3/8" RETARDANTE DE LLAMA (50°C HASTA 150°C) MANO DE OBRA TERMICO DIN G.E. 3 X 80 AMP. DE 10K. 671540 CAPACITOR EPCOS DE POTENCIA TRIFASICO 20.KVAR 400V. 50/60HZ ACRILICO DE PROTECCION DE BARRAS DE COBRE CONTACTOR G.E P/BANCO DE CAPACITOR DE 45KVAR. 400V. 55°C 1NA+1NC BOBINA 220V. REF.247215 CAPACITOR EPCOS DE POTENCIA TRIFASICO 30.KVAR 400V. 50/60HZ VENTILADOR 12 X 12 CM BARRA CONTA CLIP CU 10 X 3MM DE 1MTS 21290</p>	<p>EPCOS</p> <p>TEKPAN EPCOS COLOMBIA</p> <p>BRASIL BRASIL BRASIL HELLERMAN BRASIL BRASIL</p> <p>G.E. G.E. G.E. G.E. G.E. EPCOS EPCOS</p> <p>G.E.</p> <p>G.E. YONKS BRASIL BRASIL INDUSCABOS INDUSCABOS YONKS LCT SIEMENS N/A SCAME</p> <p>BRASIL</p> <p>BRASIL</p> <p>BRASIL</p> <p>BRASIL CONTA CLIP CONTA CLIP</p> <p>N/A N/A G.E. EPCOS BRASIL</p> <p>G.E. EPCOS BRASIL CONTA CLIP</p>	1.00	PZA	31,746.89	31,746.89	
SON: TREINTA Y UN MIL SETECIENTOS CUARENTA Y SEIS con 89/100 Bolivianos						SUBTOTAL Bs: 31,746.89		
						TOTAL Bs: 31,746.89		

Condiciones / Observaciones:

ENTREGA: 120 HORAS DESPUES DE CONFIRMADO EL PEDIDO
PRECIOS: EXPRESADOS EN BOLIVIANOS
FORMA DE PAGO: 50 % AL CONFIRMAR EL PEDIDO Y EL SALDO CONTRA ENTREGA
OBERVACIONES:

Elaborado por: JAIME ACHACOLLO PADILLA CEL 67705658

Autorizado por:	Vo. Bo. Cliente:

MARIA ANGELA MONTENEGRO DE URCULLO
 Sucursal No. 0
 Av. Santa Cruz 392 esq. Virgen de Cotoca
 Telef(s) 591-3-3487575
 Santa Cruz - Bolivia

PRO-FORMA

Nro. 001-014159-2



Santa Cruz, 12 de enero de 2017

SEÑOR (ES): **LIC. CESAR MENDOZA**

ATENCION:

E-mail:

MODENA

Bolivianos Bs.

\$us.

TIPO DE CAMBIO: 6.96

INVITACION:

REQUEST:

TELEF.:

VALIDEZ: 11/02/2017

ITEM	CODIGO	DESCRIPCION	MARCA	TIEMPO DE ENTREGA	CANTIDAD	UNID.	PRECIO Bs.	TOTAL Bs.
COCHABAMBA		Calle Tumusa # 146, entre Av. Heroínas y Colombia Telf.: Piloto (591-4) 4141710 - 4141827 - Fax: (591-4) 4141716 E-mail: cbba@bolivianelectric.com.bo • www.bolivianelectric.com.bo *						
EL ALTO - LA PAZ		Av. Unión N° 2983, casi Esq. Av. Héroes del Km 7. Zona Villa Bolívar A. [El Alto] [Telf.: (591-2) 2824363 - 2824461 Fax: (591-2) 2117992 E-mail: elalto@bolivianelectric.com.bo www.bolivianelectric.com.bo *						



MERCANTIL LEON SRL**PRESUPUESTO DE VENTA**

Sucursal: SANTA CRUZ
 Cliente: 007610/01 - CESAR MENDOZA CARVAJAL
 Direccion: SD
 Telefono:
 Proforma Valida hasta el : 22 de Mayo de 2017
 Tiempo de Entrega: INMEDIATA
 Forma de Pago: CONTADO
 Lugar de Entrega: ALMACEN DE MERCANTIL LEON
 Observación: INCLUYE DESCUENTO //////////////////////////////////

Numero: 020517
 Fecha: 19 de Mayo de 2017
 NIT:
 Moneda: BOLIVIANOS
 Impresión: 19/05/2017 11:23:22
 Vendedor: BERTHY QUEZADA
 PM: 20%

IT.	CODIGO	DESCRIPCION	UNID.	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
01	T300-69E	TRANSFORMADOR TRIFASICO* 50/380/220V REG.2X+/-2.5% MARCA ROMAGNOLE	PZ	1.00	80,997.36	80,997.36

TOTAL Bs.: 80,997.36
 TOTAL \$us.: 11,637.55

NOTA.- AL MOMENTO DE HACER SU COMPRA POR FAVOR EXIGIR SU FACTURA

IMPORTANTE

ESTIMADO CLIENTE:
 TODA COMPRA MAYOR A BS. 50,000.00 SE DEBE CANCELAR CON CHEQUE O
 DEPOSITO EN CUENTA BANCARIA Y EL DEPOSITANTE DEBE SER EL MISMO DE LA FACTURA.
 BANCO UNION "MERCANTIL LEON SRL"
 CTA EN BOLIVIANOS 1-2870463 CTA EN DOLARES 21929691
 BANCO MERCANTIL SANTA CRUZ "MERCANTIL LEON SRL"
 CTA. BOLIVIANOS: 4010597751 CTA. DOLARES: 4010597742

MERCANTIL LEON SRL NO SE HACE RESPONSABLE POR LOS DAÑOS CAUSADOS EN EL TRANSPORTE
 UNA VEZ PASADA LA VALIDEZ DE OFERTA, POR FAVOR CONFIRMAR EXISTENCIA DE STOCK.

DADOS TÉCNICOS

CLIENTE:	MERCANTIL LEON
REF.:	-
FECHA:	26/12/2013

DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS TRANSFORMADORES

Transformador de distribución de energía eléctrica, proyectado, fabricado y probado de acuerdo con los últimos padrones y normas de la "American National Standarts Institute Inc." - ANSI, en régimen de servicio continuo y plena carga.

Refrigeración por circulación natural del liquido aislante. Las demás características del transformador están de acuerdo con las especificaciones **DELAPAZ**.

Instalación: interna ou externa **Altitud:** hasta 4000 m.s.n.m.

Tipo de aceite: Mineral **Frecuencia:** 50 Hz

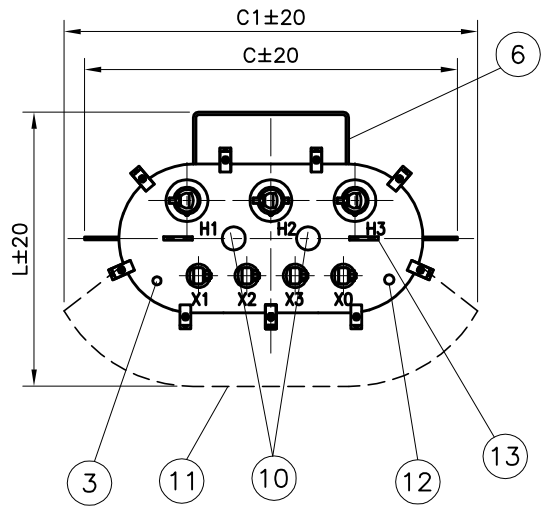
Elevación promedio de temperatura en los devanados sobre la temperatura ambiente: 65 °C

Ítem N°.	Cant. (pzs)	Potencia (kVA)	A.T. (Volts)	B. T. (Volts)	Perdidas			Tensión Corto Circ. (%)	BIL (kV) Devanados
					Vacio (W)	Carga (W)	Totales (W)		
01	-	30	6,9R11,95kV	400/231	140	595	735	≤ 3,0	95
02	-	50	6,9R11,95kV	400/231	145	1100	1245	≤ 3,0	95
03	-	75	6,9R11,95kV	400/231	250	1500	1750	≤ 3,0	95
04	-	100	6,9R11,95kV	400/231	260	1750	2010	≤ 3,0	95
05	-	112,5	6,9R11,95kV	400/231	320	1930	2250	≤ 4,0	95
06	-	150	6,9R11,95kV	400/231	370	2340	2710	≤ 4,0	95
07	-	160	6,9R11,95kV	400/231	375	2350	2725	4,0	95
08	-	200	6,9R11,95kV	400/231	570	2750	3320	4,0	95
09	-	250	6,9R11,95kV	400/231	650	3250	3900	4,0	95
10	-	300	6,9R11,95kV	400/231	950	3360	4310	4,0	95
11	-	400	6,9R11,95kV	400/231	1100	5280	6380	4,0	95
12	-	500	6,9R11,95kV	400/231	1300	5100	6400	4,0	95
13	-	1000	6,9R11,95kV	400/231	3000	17500	20500	5,0	95

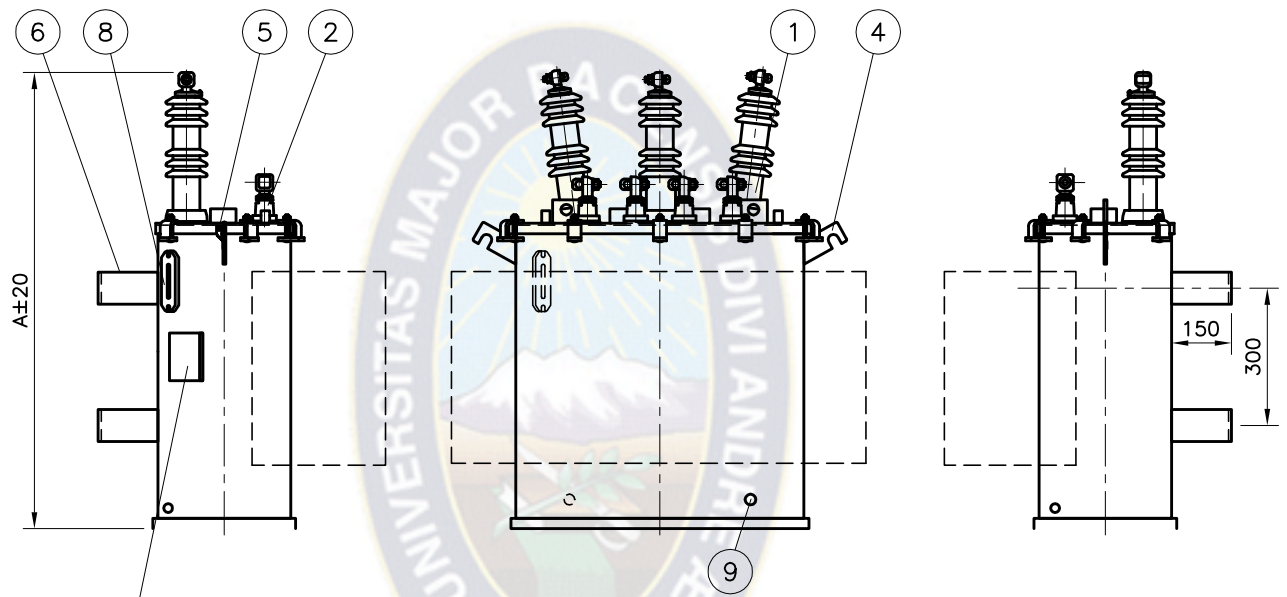
Observaciones:

- Regulación del voltaje primario: **12549/12249/11951/11652/11354 R 7245/7072/6900/6727/6555** Volts;
- Devanados en cobre;
- Núcleo tipo arrollado;
- Perdidas garantizadas para el conmutador en la posición nominal – TAP 3;
- Conmutador de derivaciones con mando exterior para operación sin tensión;
- Dimensiones y masa aproximadas según plano nº 135-4826 (Ítem: 01 hasta 06);
- Dimensiones y masa aproximadas según plano nº 135-4828 (Ítem: 07 hasta 10);
- Dimensiones y masa aproximadas según plano nº 135-4829 (Ítem: 11 y 12);
- Dimensiones y masa aproximadas según plano nº PA-4607 (Ítem: 13).

VERIFICACIÓN Y APROBACIÓN DE LOS DATOS TÉCNICOS**Leonardo R. de Oliveira**Elaboração
26/12/2013**Edir Antonio Horácio**Verificação
26/12/2013**Ing. Marcio Aparecido Tardivo**Aprovação
26/12/2013



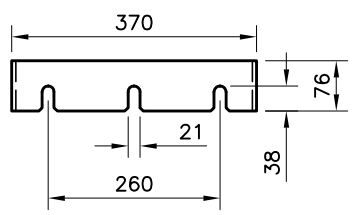
ROMAGNOLE
 COPIA NO CONTROLADA
 SOLAMENTE PARA INFORMACIÓN



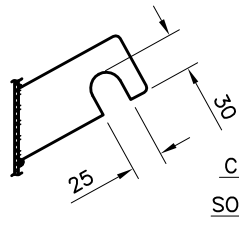
LEYENDA

- 1 - AISLADORES DE ALTA TENSION
- 2 - AISLADORES DE BAJA TENSION
- 3 - VÁLVULA DE ALIVIO DE SOBREPRESIÓN
- 4 - GANCHO P/ IZAR - DET. "B"
- 5 - ATERRAMIENTO TAPA/CUBA
- 6 - SOPORTE DE FIJACIÓN - DET. "A"
- 7 - PLACA DE CARACTERÍSTICAS
- 8 - INDICADOR EXTERNO DEL NIVEL DE ACEITE CON SOPORTE - DET. "C"
- 9 - CONECTOR DE PUESTA A TIERRA DEL TANQUE
- 10 - OPERACIÓN EXTERNA DE LOS CONMUTADORES
- 11 - RADIADORES DE REFRIGERACIÓN
- 12 - BUJÓN DE LLENADO
- 13 - CÁNCAMO PARA DESENCUBADO Y SUSPENSIÓN DEL TRANSFORMADOR

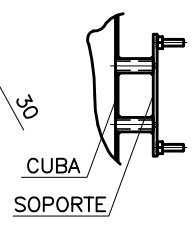
DET "A"



DET "B"



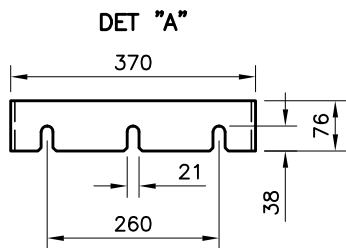
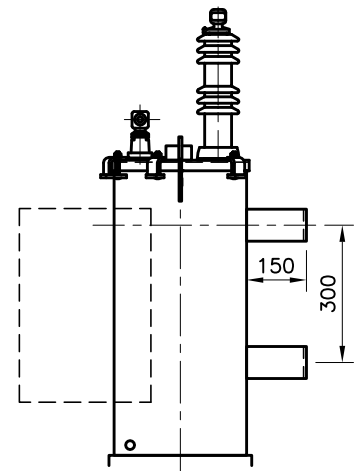
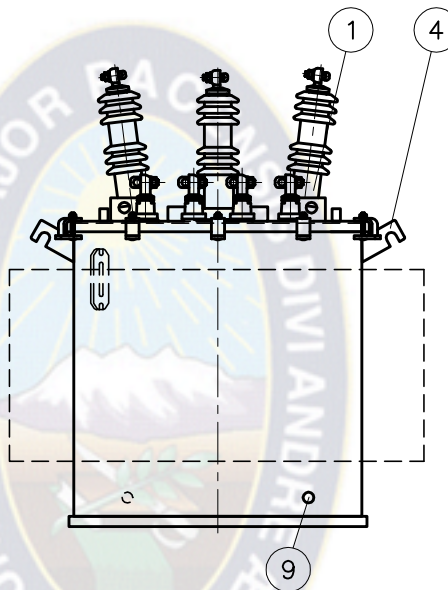
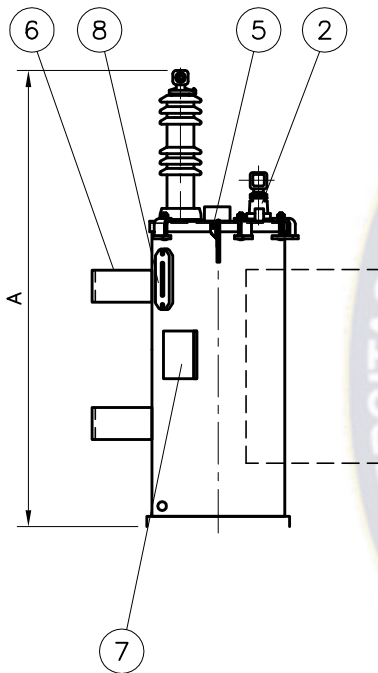
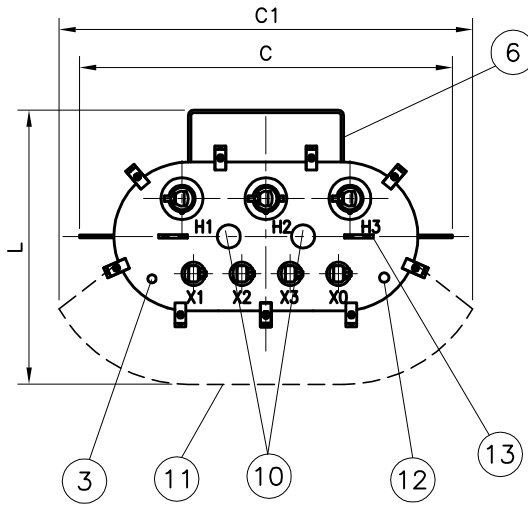
DET "C"



POT. (kVA)	DIMENSIONES (mm)				ESPESOR DE LA CHAPAS				MASA (kg)
	A	C	C1	L	TAPA	TANQUE	FUNDO	RADIADOR	
30	1060	900	-	720	2.65	2.65	4.76	1.50	340
50	1120	900	-	725	2.65	2.65	4.76	1.50	435
75	1160	970	-	740	2.65	2.65	4.76	1.50	525
100	1190	990	-	795	2.65	2.65	4.76	1.50	660
112.5	1160	1020	1210	835	2.65	2.65	4.76	1.50	700
150	1210	1020	1315	875	2.65	2.65	4.76	1.50	855

 ROMAGNOLE <small>TRANSFORMADORES</small>	TRANSFORMADOR TRIFÁSICO 6.9/11.95 kV - 400/231 V				REV.	FECHA	APROBACIÓN	REV.	FECHA	APROBACIÓN
ELABORACIÓN: VALCIR	APROBACIÓN: Marcos L.	DISEÑO: VALCIR	FECHA: 18/12/13	UNID. MEDIDA: mm	ESCALA: S/E	DIS. No.: 135-4826				

ROMAGNOLE
CÓPIA NÃO CONTROLADA
SOMENTE PARA INFORMAÇÃO



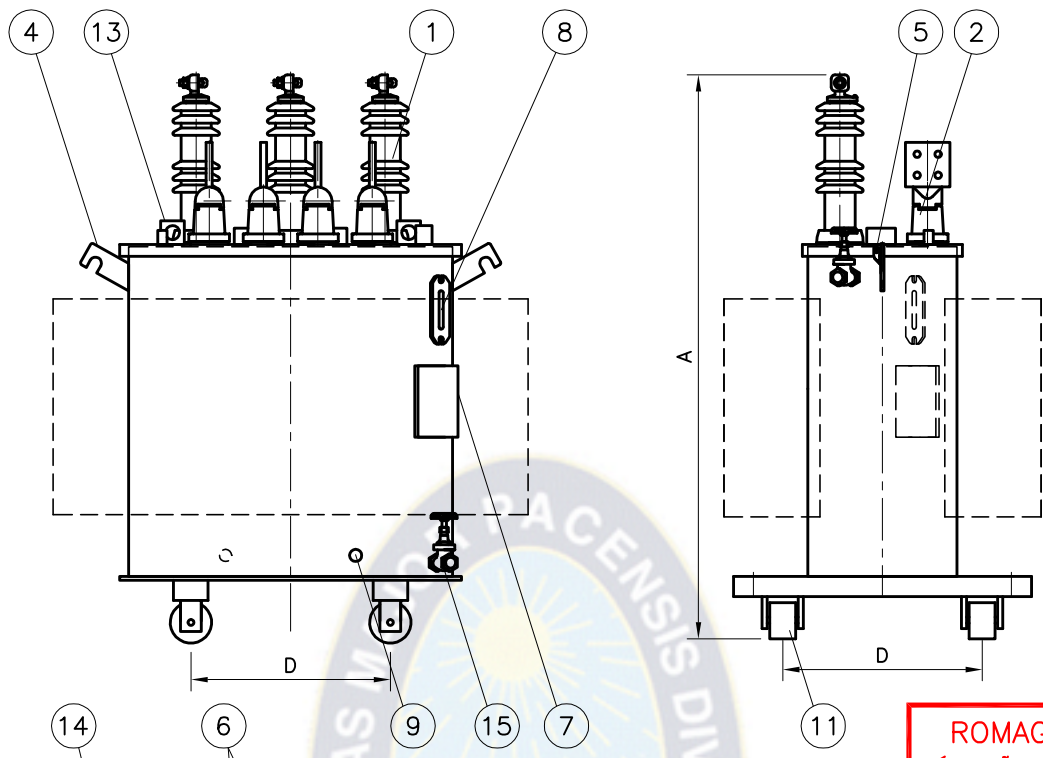
LEYENDA

- 1 - AISLADORES DE ALTA TENSION
- 2 - AISLADORES DE BAJA TENSION
- 3 - VÁLVULA DE ALIVIO DE SOBREPRESIÓN
- 4 - GANCHO P/ IZAR
- 5 - ATERRAMIENTO TAPA/CUBA
- 6 - SUPORTE DE FIJACIÓN - DET "A"
- 7 - PLACA DE CARACTERÍSTICAS
- 8 - INDICADOR EXTERNO DEL NIVEL DE ACEITE CON SOPORTE
- 9 - CONECTOR DE PUESTA A TIERRA DEL TANQUE
- 10 - OPERACIÓN EXTERNA DE LOS CONMUTADORES
- 11 - RADIADORES DE REFRIGERACIÓN
- 12 - BUJÓN DE LLENADO
- 13 - CÁNCAMO PARA DESENCUBADO Y SUSPENSIÓN DEL TRANSFORMADOR

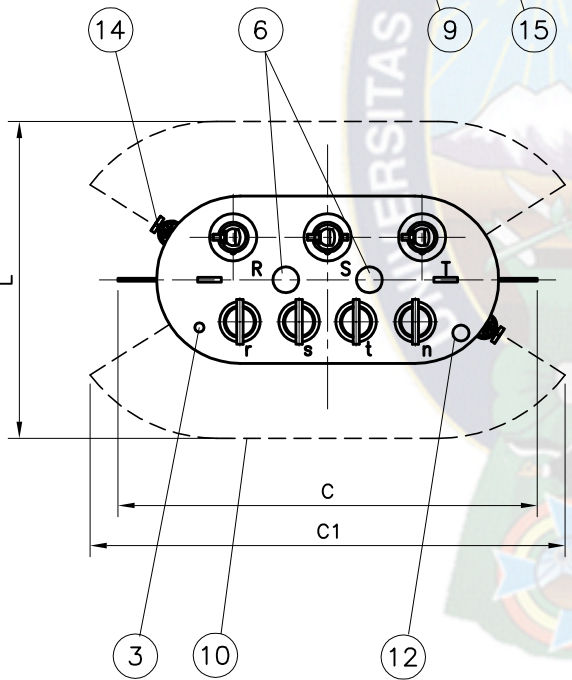
POT. (kVA)	DIMENSIONES (mm)				ESPESESOR DE LA CHAPAS				MASA APROX. (kg)
	A	C	C1	L	TAPA	TANQUE	FONDO	RADIADOR	
160	1360	1190	-	810	3.00	2.65	4.76	1.50	972
200	1320	1180	1420	890	4.76	3.00	4.76	1.50	1072
250	1390	1180	1490	910	4.76	3.00	4.76	1.50	1154
300	1440	1400	1560	980	6.35	3.00	4.76	1.50	1468

OBS.: DIMENSIONES APROXIMADAS, QUE PUEDEN SER ALTERADAS

	TRANSFORMADOR TRIFÁSICO 6.9/11.95 kV - 400/231 V			REV.	FECHA	APROBACIÓN	REV.	FECHA	APROBACIÓN
ELABORACIÓN: AMANDA	APROBACIÓN: BASSAN	DISEÑO: AMANDA	FECHA: 20/12/13	UNID. MEDIDA: mm	ESCALA: S/E	DIS. No.: 135-4828			



ROMAGNOLE
 CÓPIA NÃO CONTROLADA
 SOMENTE PARA INFORMAÇÃO



LEYENDA

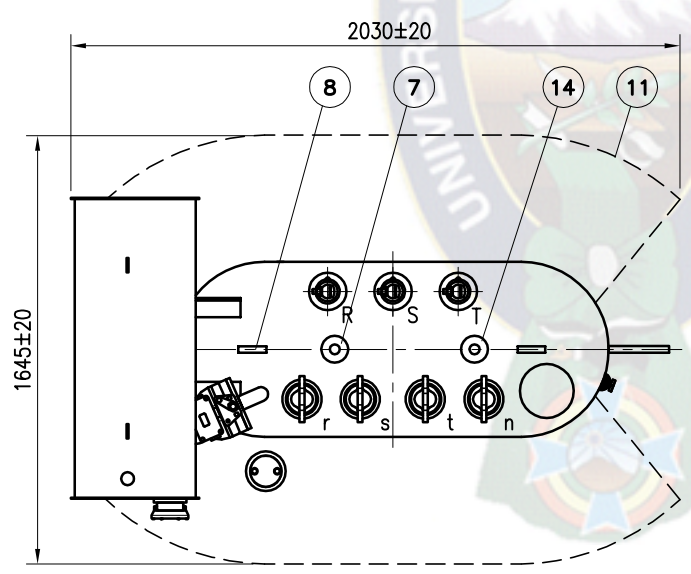
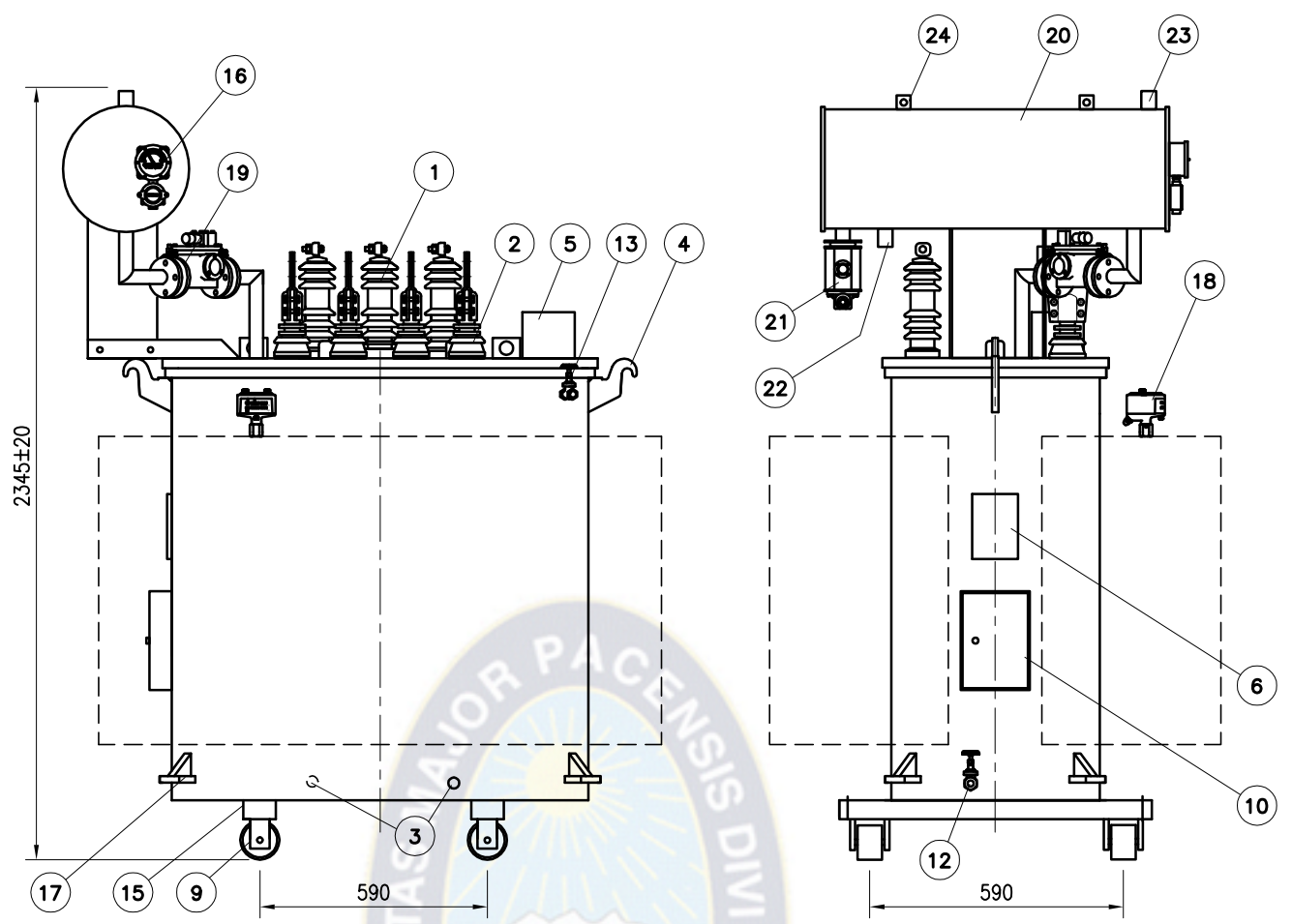
- 1 - AISLADORES DE ALTA TENSIÓN
- 2 - AISLADORES DE BAJA TENSIÓN
- 3 - VÁLVULA DE ALÍVIO DE SOBREPRESIÓN
- 4 - GANCHO P/ IZAR
- 5 - ATERRAMIENTO TAPA/CUBA
- 6 - OPERACIÓN EXTERNA DE LOS CONMUTADORES
- 7 - PLACA DE CARACTERÍSTICAS
- 8 - INDICADOR EXTERNO DEL NÍVEL DEL LÍQUIDO AISLANTE
- 9 - CONECTOR DE PUESTA A TIERRA DEL TANQUE
- 10 - RADIADORES DE REFRIGERACIÓN
- 11 - RUEDAS BIDIRECCIONALES
- 12 - BOCA DE LLENADO
- 13 - CÁNCAMO
- 14 - VÁLVULA PARA LIGACIÓN DE FILTRO PRENSA
- 15 - VÁLVULA PARA DRENAJE, TOMA DE MUESTRAS Y LIGACIÓN DE FILTRO PRENSA

POT. (kVA)	DIMENSIONES (mm)					ESPESOR DE LA CHAPAS				MASA APROX. (kg)
	A	C	C1	L	D	TAPA	TANQUE	FONDO	RADIADOR	
400	1740	1400	1515	1025	550	6.35	3.00	4.76	1.50	1649
500	1820	1490	-	1185	550	6.35	4.76	4.76	1.50	2236

EMBOBINADO: COBRE

OBS.: DIMENSIONES APROXIMADAS, QUE PUEDEN SER ALTERADAS

 ROMAGNOLE <small>TRANSFORMADORES</small>	TRANSFORMADOR TRIFÁSICO 6.9/11.95 kV - 400/231 V				REV.	FECHA	APROBACIÓN	REV.	FECHA	APROBACIÓN
ELABORACIÓN: AMANDA	APROBACIÓN: BASSAN	DISEÑO: AMANDA	FECHA: 20/12/13	UNID. MEDIDA: mm	ESCALA: S/E	DIS. No.: 135-4829				



LEYENDA:

- 1- AISLADOR DE TENSIÓN SUPERIOR
- 2- AISLADOR DE TENSIÓN INFERIOR - 2000 A
- 3- CONECTOR DE ATERRAMIENTO DEL TRANSFORMADOR
- 4- GANCHO PARA IZAR
- 5- VÁLVULA PARA ALIVIO DE SOBREPRESIÓN
- 6- PLACA DE CARACTERÍSTICAS
- 7- MANDO EXT. DEL CONMUTADOR DE TAP'S
- 8- CÁNCAMO DE SUSPENSIÓN DE LA TAPA Y PARTE ACTIVA
- 9- RUEDAS BIDIRECCIONALES
- 10- CAJA DE CABOS DE CONTROL
- 11- RADIADORES
- 12- VÁLVULA PARA LIGACIÓN DE FILTRO PRENSA, TOMA DE MUESTRA Y DRENAJE DEL ACEITE
- 13- VÁLVULA PARA LIGACIÓN DE FILTRO PRENSA
- 14- MANDO EXT. DEL CONMUTADOR DE RELIGACIÓN
- 15- ESTRUCTURA DE APOYO
- 16- INDICADOR DE NÍVEL DEL ACEITE
- 17- APOIO PARA GATOS
- 18- TERMÓMETRO
- 19- RELÉ BUCHHOLZ
- 20- CONSERVADOR DE ACEITE
- 21- SECADOR DE AIRE CON SILICAGEL
- 22- TAPÓN DE DRENAJE DEL CONSERVADOR DE ACEITE
- 23- TAPÓN DE LLENADO DEL CONSERVADOR DE ACEITE
- 24- CÁNCAMO PARA SUSPENSIÓN DEL CONSERVADOR DE ACEITE

ROMAGNOLE
 COPIA NO CONTROLADA
 SOLAMENTE PARA INFORMACIÓN

MASA TOTAL APROXIMADA: 3550 kg.

	TRANSFORMADOR TRIFÁSICO 1000 kVA - 6.9/11.95 kV - 400/231 V			REV.	FECHA	APROBACIÓN	REV.	FECHA	APROBACIÓN:
				01	10/08/10	AMANDA			
ELABORACIÓN: AMANDA	APROBACIÓN: MARCOS L.	DISEÑO: AMANDA	FECHA: 24/07/10	UNIDAD MEDIDA: mm		ESCALA: S/E		DIS. No.: PA-4607	