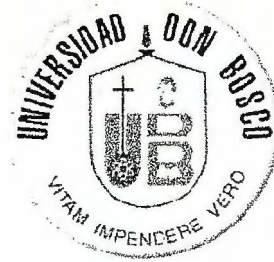


UNIVERSIDAD DON BOSCO

FACULTAD DE INGENIERIA



TRABAJO DE GRADUACIÓN.

"DISEÑO DE SISTEMAS TRIFÁSICOS DE TRANSFERENCIA DE CARGA ENTRE FUENTES.

(Ejemplo de aplicación Unidad de Emergencia del Hospital Rosales)"

PRESENTADO POR:

JUAN FRANCISCO CAÑAS CRUZ.

MAURICIO ALEJANDRO MAGAÑA SALINAS.

PARA OPTAR AL TITULO DE:

INGENIERO ELECTRICISTA

Febrero del 2003

SOYAPANGO, EL SALVADOR, CENTROAMERICA

UNIVERSIDAD DON BOSCO

RECTOR

ING. FEDERICO MIGUEL HUGUET RIVERA

SECRETARIO GENERAL

LIC. MARIO RAFAEL OLMOS

DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERIA

ING. CARLOS GUILLERMON BRAN

ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

ING. RICARDO GONZALES NAJERA

JURADO EVALUADOR

ING. SAUL ARMANDO RAMÍREZ JORDAN

ING. MOISÉS GUERRA

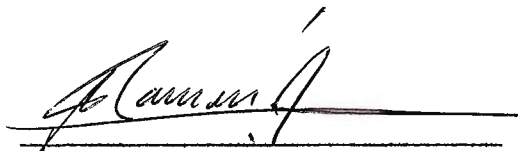
UNIVERSIDAD DON BOSCO

**FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA**

JURADO EVALUADOR DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN

**" DISEÑO DE SISTEMAS TRIFÁSICOS DE TRANSFERENCIA DE CARGA
ENTRE FUENTES.**

(Ejemplo de aplicación Unidad de Emergencia del Hospital Rosales)"



ING. SAUL A. RAMÍREZ JORDAN

JURADO



ING. MOISÉS GUERRA

JURADO



ING. RICARDO GONZALES NAJERA

ASESOR

AGRADECIMIENTOS.

A DIOS TODO PODEROSO, por darme la valentía, la fe, la esperanza y la fuerza para seguir adelante en el duro camino de la vida.

Por darme la inteligencia y la comprensión necesaria para llegar a este punto de mi vida.

A mi padre Juan Francisco Cañas por haberme apoyado siempre, por haberme dado la oportunidad en esta vida de salir adelante. Por haber estado conmigo en todos mis años como estudiante.

A mi madre Marvin Elizabeth Cruz Chicas, que a pesar de estar separados, siempre tuve el apoyo sentimental y moral para seguir adelante.

A mis abuelos Francisco Cañas y Elba de Cañas, ya que a ellos les debo haberme criado y llevado por el buen camino. Por haberme dado aliento y fe para seguir adelante.

A la familia Hernández Aguirre, por haberme brindado techo, alimento, cariño y apoyo moral para terminar mis estudios. Por haberme brindado la ayuda cuando la necesite.

A mis compañeros por haber compartido conmigo alegrías y desilusiones. Por haberme apoyado y extendido la mano.

Juan Francisco Cañas Cruz

AGRADECIMIENTOS.

Primero quiero agradecer a Dios, porque nunca me abandona y siempre me ha dado una mano para continuar y lograr mis metas.

A mi Mamá Carmen por haber dado su vida por mi y mis hermanos y habernos criado con todo su amor y dedicación, mil gracias abuelita.

A mis padres Claribel y Ovidio por el apoyo y sacrificio que han hecho por mi en estos años de estudios y durante toda mi vida.

A mis hermanos que los quiero mucho siempre me han apoyado y dado su cariño Magdalena, Irene, Fredy, Carlos y especialmente Ovidio porque de él he aprendido muchas cosas buenas y ha sido un gran ejemplo como hermano y como persona.

A mi Tia Claribel por ser tan especial y darme todo su amor.

A mi novia Vicky por su gran apoyo y ánimos durante los momentos difíciles de mi carrera y de mi vida. A mis amigos que conocí en la Universidad, y a los que ya tenía por todos los momentos de alegría y también los no tan alegres, por su apoyo y sinceridad y por darme su valiosa amistad.

A la Universidad y sus catedráticos, por sus enseñanzas y guía durante mi estudios y a FEPADE por haberme dado tan valiosa ayuda económica para realizar mi carrera.

Muchas gracias a todos ellos por este gran logro en mi vida.

Mauricio Alejandro Magaña Salinas

INDICE.

Introducción.....	i
Objetivos.....	vii
Capitulo I. Datos de red y protecciones.....	1
1.1 Datos de la red.....	1
1.1.1 Introducción.....	1
1.1.2 Niveles de voltaje.....	1
1.1.3 Circuitos Principales.....	1
1.1.4 Frecuencias.....	2
1.1.5 Circuitos Auxiliares.....	2
1.1.6 Tensiones de Servicio.....	2
1.1.7 Potencia a manejar por el sistema.....	3
1.1.8 Corriente nominal del sistema.....	4
1.1.9 Esquemas de conexión.....	4
1.2 Determinación de las corrientes de cortocircuito.....	10
1.2.1 ¿Qué se entiende por intensidad de cortocircuito "Icc"?.....	10
1.2.2 Consideraciones básicas.....	12
1.2.3 Calculo de las corrientes de cortocircuito por Método Directo. Según norma ANSI/IEEE Std. 242-1986.....	14
1.3 Protecciones eléctricas del sistema.....	26
1.3.1 Interruptores Automáticos.....	26
1.3.2 Mecanismos auxiliares de Interruptores.....	29
1.3.3 Interruptores cortacircuitos Automáticos.....	30
1.3.4 Selección de Equipo.....	31
1.4 Puesta a tierra.....	42
1.4.1 Justificación de las puestas a tierra.....	42
1.4.2 La puesta a tierra del sistema de alimentación eléctrica.....	42

1.4.3	Puesta a tierra de equipos.....	43
1.4.4	Definiciones importantes.....	44
Capitulo II. Barras colectoras.....		48
2.1	Barras Colectoras.....	48
2.1.1	Sistemas de barras colectoras.....	48
2.1.2	Material utilizado en las barras colectoras.....	48
2.1.3	Identificación de las barras colectoras.....	48
2.2	Dimensionamiento y capacidad de las barras.....	48
2.2.1	Capacidad de cargas de las barras colectoras.....	48
2.2.2	Sección de la barra de PE.....	51
2.2.3	Sección de la barra de PEN.....	51
2.3	Factores de Reducción que influyen sobre las barras colectoras.....	52
2.4	Montaje de las barras Colectoras.....	57
2.4.1	Aisladores y Porta barras.....	58
2.4.2	Ubicación y montaje de las barras colectoras de fases.....	61
2.4.3	Montaje de las barras de PE, N y PEN.....	63
2.4.4	Perforación de las barras de cobre y su forma de atornillar.....	64
2.4.5	Apriete de pernos en uniones de barras de cobre.....	65
Capitulo III. Armarios o gabinetes.....		66
3.1	Armarios o Gabinetes.....	66
3.1.1	Distribuidor radial.....	66
3.1.2	Distribuidor lineal.....	66
3.1.3	Formas constructivas.....	66
3.2	Criterios de selección.....	68
3.2.1	Armarios o tableros de maniobra.....	68
3.2.2	Sistemas de distribución.....	68

3.2.3	Materiales de armarios o cubiertas.....	69
3.2.4	Montaje, accesibilidad, vías de acceso.....	69
3.3	Distribución de dispositivos dentro de un gabinete, distancias mínimas.....	71
3.4	Clases de protección contra condiciones climáticas y contra contacto no deseado de partes energizadas.....	72
3.4.1	Clasificaciones NEMA, UL, y CSA.....	74
3.5	Disipación de calor en gabinetes eléctricos.....	75
3.5.1	Elevación de temperatura en los gabinetes.....	75
3.5.2	Entrada de calor hacia el gabinete.....	76
3.5.3	Área de la superficie del gabinete.....	76
3.5.4	Tipos de ventilación.....	76
3.5.5	Influencia del material en la transferencia de calor.....	78
3.6	Materiales para gabinetes.....	79
3.7	Acabados de pintura.....	80
3.7.1	Resinas.....	80
3.7.2	Solventes.....	80
3.7.3	Pigmentos.....	80
3.7.4	Aditivos.....	81
3.7.5	Preparación de la superficie y limpieza.....	81
3.7.6	Criterios de selección.....	81
3.8	Dimensionamiento de los gabinetes.....	82
CAPITULO IV. Elementos de la lógica de control.....		84
4.1	Lógica de control.....	84
4.1.1	Equipos de la Lógica de Control.....	84
4.2	Conductores del circuito de control.....	94
4.2.1	Dimensionamiento de los conductores.....	94
4.2.2	Código de colores de conductores para cableado de control.....	95
4.3	Autómatas programables (PLC).....	95

4.3.1	Definición de autómata programable.....	95
4.3.2	Campos de aplicación.....	96
4.3.3	Estructura externa.....	97
4.3.4	Estructura interna.....	98
4.3.5	Unidades de E/S.....	101
4.3.6	Interfaces.....	102
4.3.7	Equipos o unidades de programación.....	102
4.4	Montaje de los equipos de control.....	107
4.4.1	Laminas de Montaje.....	107
4.4.2	Rieles de Montaje.....	108
4.4.3	Montaje de contactores.....	109
4.4.4	Montaje de Sensores.....	109
4.4.5	Montaje de interruptores automáticos.....	109
4.4.6	Montaje de los Transformadores.....	109
4.4.7	Montaje de PLC´s.....	109
4.5	Descripción de las secuencias de control.....	110
4.5.1	Entradas para el sistema de control.....	110
4.5.2	Salidas del sistema de control.....	110
4.5.3	Operación en modo automático.....	111
4.5.4	Operación Manual.....	112
Capítulo V. Diseño de los ejemplos de aplicación.....		113
5.1	Diseño del ejemplo de aplicación.....	113
5.1.1	Identificación del problema.....	113
5.1.2	Ideas preliminares.....	113
5.1.3	Proceso de Diseño.....	114
5.2	Lugar de Instalación.....	116
5.3	Datos del sistema.....	117
5.3.1	Datos del sistema actuales.....	117

5.3.2	Datos del Sistema Propuestos para el nuevo diseño.....	117
5.4	Opción 1. Diseño para el Sistema Actualmente instalado.....	118
5.4.3	Calculo de la corriente de cortocircuito.....	118
5.4.1	Diseño del Interruptor de Red.....	119
5.4.2	Diseño del Interruptor de Planta.....	120
5.4.3	Selección de las Barras Colectoras.....	120
5.4.4	Selección del aislador.....	121
5.4.5	Selección del gabinete.....	121
5.4.6	Diseño del sistema de control.....	121
5.4.7	Diseño del sistema de control.....	122
5.5	Opción 2. Utilización de los interruptores que el sistema Actualmente posee.....	123
5.5.8	Calculo de la corriente de cortocircuito.....	123
5.5.1	Diseño del sistema de control.....	124
5.6	Opción 3. Diseño para el sistema Propuesto.....	125
5.6.2	Calculo de la corriente de cortocircuito.....	125
5.6.1	Diseño del Interruptor de Red.....	126
5.6.2	Diseño del Interruptor de Planta.....	126
5.6.3	Selección de los Interruptores.....	127
5.6.4	Selección de las Barras colectoras.....	128
5.6.5	Selección del aislador para las barras.....	128
5.6.6	Selección del gabinete.....	129
5.6.7	Diseño del sistema de control.....	129
5.7	Control de Calidad y pruebas del sistema.....	130

ANEXO 1. Planos, programas y cotización de equipos para la propuesta de diseño opción 1.

ANEXO 2. Planos, programas y cotización de equipos para la propuesta de diseño opción 2.

ANEXO 3. Planos, programas y cotización de equipos para la propuesta de diseño opción 3.

ANEXO 4. Denominación de equipos y simbología.

BIBLIOGRAFÍA UTILIZADA.

INTRODUCCIÓN.

EL PROCESO DE DISEÑO EN PROYECTOS DE INGENIERIA:¹

El proceso de diseño es una guía general de los pasos que pueden seguirse para dar al Ingeniero cierto grado de dirección para la solución de problemas. Los diseñadores emplean un gran número de combinaciones de pasos y procedimientos de diseño, pero no se puede decir que haya una combinación óptima. El seguir las reglas estrictas del diseño no asegura el éxito del proyecto y aún puede inhibir al diseñador hasta el punto de restringir su libre imaginación. A pesar de esto, se cree que el proceso de diseño es un medio efectivo para proporcionar resultados organizados y útiles.

Las etapas del proceso de diseño son:

Identificación del problema.

- Ideas preliminares.
- Perfeccionamiento.
- Análisis.
- Decisión.
- Realización.

IDENTIFICACION DEL PROBLEMA:

Es importante en cualquier actividad constructiva dar una definición clara de los objetivos para así tener una meta hacia la cual dirigir todos los esfuerzos. La identificación de la necesidad de un diseño se puede basar en datos de varios tipos: estadísticas, entrevistas, datos históricos, observaciones personales, datos experimentales o proyecciones de conceptos actuales.

Definir es establecer los límites; es delimitar el problema y el alcance de la solución que está buscándose. Es indicar lo que se quiere hacer y a dónde no se quiere llegar. Definir un problema es la parte más complicada en el proceso de diseño; una equivocación a esta altura representa un enorme error al final.

¹ Por: Ing. Oscar Mauricio Barajas P.

Esto se puede lograr de la siguiente manera:

- Comprensión del problema: efectuar entrevistas, informes.
- Recopilación de datos: realizar encuestas, efectuar mediciones.
- Analizar los datos: comprobar hipótesis, establecer relaciones causa-efecto.
- Formulación del problema: sintetizar de la mejor forma todo lo hallado.

IDEAS PRELIMINARES:

Una vez que se ha definido y establecido el problema en forma clara, es necesario recopilar ideas preliminares a partir de las cuales se pueden asimilar los conceptos del diseño. Esta es probablemente la parte más creativa en el proceso de diseño. Puesto que en la etapa de identificación del problema solamente se han establecido limitaciones generales, el diseñador puede dejar que su imaginación considere libremente cualquier idea que se le ocurra. Estas ideas no deben evaluarse en cuanto a factibilidad, puesto que se las trata con la esperanza de que una actitud positiva estimule otras ideas asociadas como una reacción en cadena. El medio más útil para el desarrollo de ideas preliminares es el dibujo a mano alzada.

PERFECCIONAMIENTO DEL PROBLEMA:

La etapa de perfeccionamiento es el primer paso en la evaluación de las ideas preliminares y se concentra bastante en el análisis de las limitaciones. Todos los esquemas, bosquejos y notas se revisan, combinan y perfeccionan con el fin de obtener varias soluciones razonables al problema. Deben tenerse en cuenta las limitaciones y restricciones impuestas sobre el diseño final. Los bosquejos son más útiles cuando se dibujan a escala, pues a partir de ellos se pueden determinar tamaños relativos y tolerancias y, mediante la aplicación de geometría descriptiva y dibujos analíticos, se pueden encontrar longitudes, pesos, ángulos y formas. Estas características físicas deben determinarse en las etapas preliminares del diseño, puesto que pueden afectar al diseño final.

ANALISIS:

El análisis es la parte del proceso de diseño que mejor se comprende en el sentido general. El análisis implica el repaso y evaluación de un diseño, en cuanto se refiere a factores humanos, apariencia comercial, resistencia, operación, cantidades físicas y economía dirigidos a satisfacer requisitos del diseño. Gran parte del entrenamiento formal del ingeniero se concentra en estas áreas de estudio.

A cada una de las soluciones generadas se le aplica diversos tamices para confirmar si cumplen las restricciones impuestas a la solución, así como otros criterios de solución. Aquellas que no pasan estos controles son rechazadas y solamente se dejan las que de alguna manera podrían llegar a ser soluciones viables al problema planteado.

DECISION:

La decisión es la etapa del proceso de diseño en la cual el proyecto debe aceptarse o rechazarse, en todo o en parte. Es posible desarrollar, perfeccionar y analizar varias ideas y cada una puede ofrecer ventajas sobre las otras, pero ningún proyecto es ampliamente superior a los demás. *La decisión acerca de cual diseño será el óptimo para una necesidad específica debe determinarse mediante experiencia técnica e información real.* Siempre existe el riesgo de error en cualquier decisión, pero un diseño bien elaborado estudia el problema a tal profundidad que minimiza la posibilidad de pasar por alto una consideración importante, como ocurriría en una solución improvisada.

REALIZACION:

El último paso del diseñador consiste en preparar y supervisar los planos y especificaciones finales con los cuales se va a construir el diseño. En algunos casos, el diseñador también supervisa e inspecciona la realización de su diseño. Al presentar su diseño para realización, debe tener en cuenta los detalles de fabricación, métodos de ensamblaje, materiales utilizados y otras especificaciones. Durante esta etapa, el diseñador puede hacer modificaciones de poca importancia que mejoren el diseño;

sin embargo, estos cambios deben ser insignificantes, a menos que aparezca un concepto enteramente nuevo. En este caso, el proceso de diseño debe retornar a sus etapas iniciales para que el nuevo concepto sea desarrollado, aprobado y presentado.

El presente trabajo es una ayuda para el "Diseño de sistemas trifásicos de transferencia de carga entre fuentes.", en el cual se presentan conceptos importantes, normas y requerimientos mínimos que son necesarios aplicar a la hora de llegar a las etapas de análisis, decisión y realización de un proyecto de este tipo.

La ejecución de un sistema de Transferencia de Carga juega un papel importante en la actualidad, ya que del diseño adecuado y el correcto funcionamiento depende la producción de muchas entidades como industrias productoras de bebidas, alimentos, etc.; así como también desempeña un papel importante en la red hospitalaria de nuestro país, ya que una falta de energía y el no poder transferir la carga a un sistema de emergencia podría representar hasta la pérdida de vidas humanas.

En la figura se muestra como ejemplo una transferencia Red-Planta y se describe sus diferentes partes:

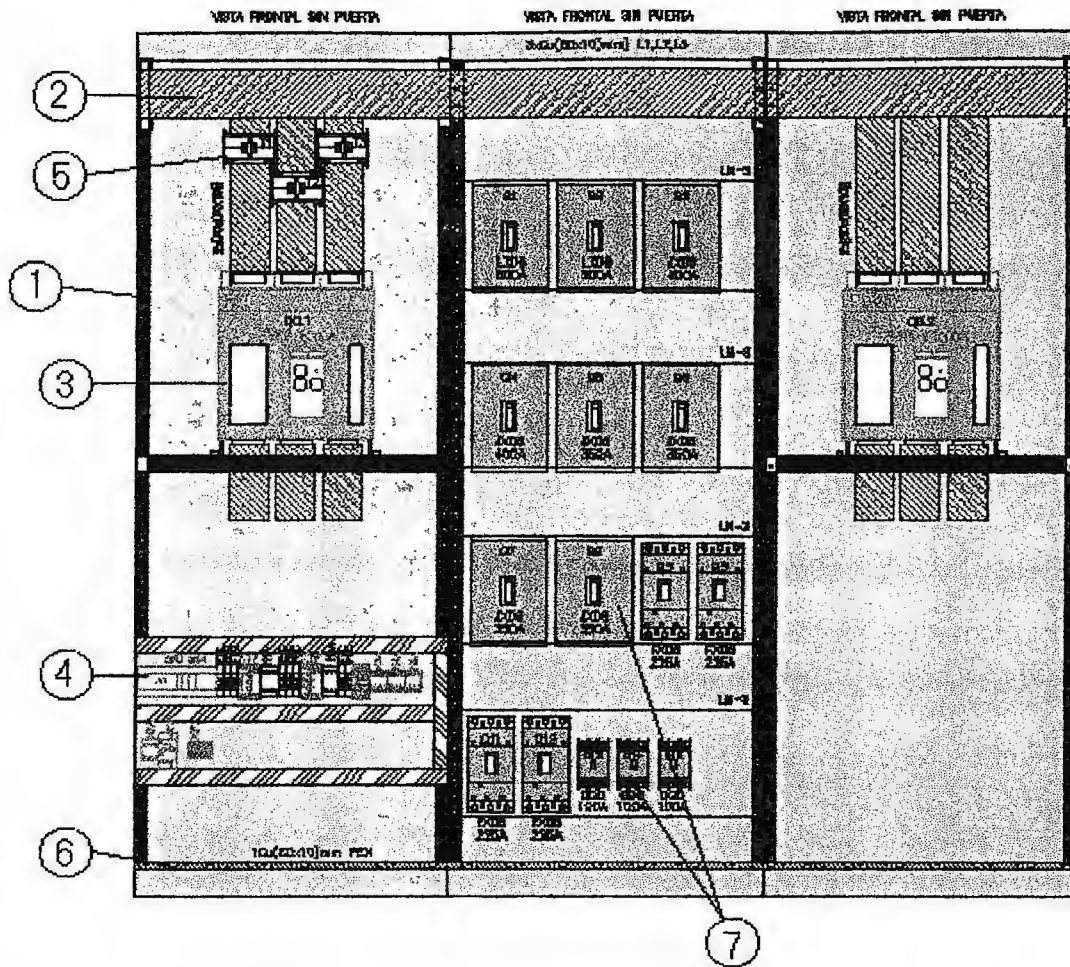


Figura 1. Transferencia Red-Planta.

Donde:

- 1- Gabinete o tablero, que sirve para montar y proteger a los dispositivos así como para evitar el acceso a partes energizadas de personas.
- 2- Barras conductoras, que son las que llevan la carga a los sub-circuitos.
- 3- Interruptores, que son los que conmutan la alimentación de las barras con las diferentes fuentes.
- 4- Sistema de control, que es el cerebro de una transferencia, decide cual fuente debe de estar conectada.
- 5- Transformadores de medición de corriente, los cuales sirven para censar las corrientes que atraviesan por las barras.

- 6- Barra de tierra, la cual sirve de protección para el equipo y el personal que lo maniobra.
- 7- Interruptores de sub-circuitos, que sirve de protección para cada sub-circuito que se conectan a las barras del tablero.

Existen otras partes del sistema que no se muestran en la figura como son la puerta del mismo donde se colocan manecillas, pulsadores, selectores, indicadores luminosos, medidores, es decir las partes que permiten al operario controlar la transferencia.

Ejemplos comunes de aplicación de estos sistemas de conmutación son los hospitales, edificios de oficinas, instituciones educativas, etc., donde se utilizan sistema de transferencia entre la red y planta de emergencia (grupo electrógeno) cuando la red de la compañía distribuidora falla, en el caso especial de los hospitales siendo estos sistemas de vital importancia ya que de no tener energía por un periodo largo de tiempo puede significar la perdida de vidas humanas.

OBJETIVOS.

OBJETIVO GENERAL.

- Desarrollar un proceso lógico de ingeniería que agilice y sistematice los procesos de diseño eléctrico y ensamble bajo normas de sistemas de conmutación para la transferencia de carga eléctrica entre varias fuentes de energía, de manera de ser competitivo.

OBJETIVOS ESPECIFICOS.

- Desarrollar un proceso de ensamble para la producción de tableros de transferencia.
- Realizar un estudio los costos de dichos sistemas.
- Realizar los cálculos eléctricos necesarios para la implementación de un tablero de transferencia de carga en la unidad de emergencia del Hospital Rosales.
- Determinar los equipos como son: gabinetes, tipos de interruptores, barras colectoras, etc; que puedan ser necesarios para la construcción de un tablero de este tipo.
- Diseñar la lógica de control y medición de un Sistema de transferencia de carga eléctrica.
- Determinar las protecciones adecuadas para el sistema de acuerdo a factores como la carga a manejar y las corrientes de corto circuito en el punto de funcionamiento.

Capítulo I. Datos de red y protecciones.

1.1 Datos de la red.

1.1.1 Introducción.

En toda instalación eléctrica, para determinar y seleccionar los componentes del sistema es necesario considerar los datos, características y condiciones de la red, así como las clases de servicio para las cuales fueron previstos los elementos.

Datos de la red.

Los datos característicos más importantes de las redes eléctricas son:

Tensión nominal

Frecuencia Nominal

Potencia de cortocircuito en el punto de conexión.

Existen otros datos característicos del sistema que son de importancia para la selección de los equipos de maniobra, estos son:

Potencia a manejar por el sistema.(Ps)

Corriente nominal del sistema.(Is)

Factor de potencia.(Fp)

Tipo de conexión.

Ubicación, etc.

1.1.2 Niveles de voltaje.

La norma DIN IEC 38 es el resultado de los esfuerzos de armonización a nivel internacional encaminados a reducir la gran variedad de tensiones existentes en las redes de abastecimiento de energía eléctrica industrial y domiciliaria, así como las redes de uso ferroviario, en las instalaciones de centro de consumo y alimentación de aparatos.

1.1.3 Circuitos Principales.

Según la norma ANSI C84.1-1995 Voltajes nominales para sistemas eléctricos de potencia y equipos, los niveles de voltaje a utilizar en circuitos ramales y

alimentadores son: 120, 120/240, 208Y/120, 240, 347, 480Y/277, 480, 600Y/347, y 600 voltios, a 60 Hz.

1.1.4 Frecuencias.

En EE.UU. y Canadá, así como en los países influenciados por la técnica estadounidense se utiliza como frecuencia nominal 60Hz. Dichos países son los países de Centroamérica, y América del Sur. En la mayoría de Europa se utiliza frecuencia de 50 Hz.

1.1.5 Circuitos Auxiliares.

Los valores preferidos para la tensión nominal de los circuitos auxiliares, en tanto estos difieren del circuito principal, se representan en la tabla 1.1.

Tension continua V	Tension Alterna V
24	24
48	48
110	110
125	-
-	127
220	220
-	230
250	-

Fuente : Manual de baja tensión, Siemens.

Tabla 1.1 Voltajes de circuitos auxiliares.

1.1.6 Tensiones de Servicio.

La norma DIN VDE 0100, parte 725, que se refiere a la norma IEC 38, recomienda que los aparatos de mando o los medios de servicio que durante su operación habitual se sostienen o abarcan con la mano, se apliquen tensiones cuyo valor máximo no sobrepase los 230V.

Cuando la tensión se suministra a los circuitos desde un transformador separador, la norma DIN EN 60204-1 (VDE 0113, Parte 1) establece 250V como valor máximo

para esta tensión. En la Republica Federal de Alemania y en la mayoría de los países se prefiere una tensión de 220 ó 230 V. En algunos países se utiliza 110V en los circuitos auxiliares; en EE.UU. y Canadá se recomienda un valor de 120V, 60 Hz. Una tensión alterna de 230V frente a las tensiones de mando menores ofrece las siguientes ventajas:

- Una seguridad de contacto mas elevada.
- Menores caídas de tensión.
- Menores sección de los conductores.

Según la norma DIN VDE 01000, Parte 725, todos los circuitos auxiliares deben proyectarse de manera tal que durante un servicio normal se mantenga siempre entre 0,85 y 1,10 veces la tensión asignada del equipo eléctrico para no afectar el funcionamiento del mismo. Según la norma en mención, los circuitos auxiliares pueden estar conectados a los circuitos principales, tanto en forma directa como por medio de transformadores con bobinados separados o bien ambos circuitos pueden ser completamente independientes.

En el caso de circuitos auxiliares conectados directamente con el circuito principal de redes puestas a tierra, la tensión de comando debe ser tomada entre un conductor de fase y el conductor de neutro del sistema.

En las redes aisladas de tierra podrá tomarse la tensión entre dos fases cuando los interruptores auxiliares interrumpen las dos fases.

1.1.7 Potencia a manejar por el sistema.

Uno de los datos más comunes que es importante saber a la hora de realizar el diseño para una instalación eléctrica es la potencia de consumo del sistema o la potencia de la subestación. Este dato sirve para calcular la corriente nominal que fluye por el sistema y por ende sirve para dimensionar los equipos de protección y de maniobra. Los cálculos para la potencia de los sistemas pueden realizarse sobre la base del NEC, o si la instalación ya existe se realizara las mediciones de consumo

correspondientes con los aparatos de medición adecuados para obtener un valor real de consumo de la instalación.

1.1.8 Corriente nominal del sistema.

Otro dato que al conocerlo simplifica la selección de los equipos de protección y maniobra. La obtención de este dato puede ser calculada o medida, recomendando la última por ser la real, ya que la realizada basándose en cálculos puede variar de la real por diversos factores. Algo importante que hay que mencionar es el tiempo y punto de medición donde se hará la medición.

1.1.9 Esquemas de conexión.

Para la determinación de las características de las medidas de protección contra choques eléctricos en caso de defecto (contactos indirectos) y contra sobretensiones, así como de las especificaciones de los aparatos encargados de tales funciones, será preciso tener en cuenta el esquema de distribución empleado.

Los esquemas de distribución se establecen en función de las conexiones a tierra de la red de distribución o de la alimentación, por un lado, y de las masas de la instalación receptora, por otro.

La denominación se realiza con un código de letras con el significado siguiente:

Primera letra: se refiere a la situación de la alimentación con respecto a tierra.

T = Conexión directa de un punto de la alimentación a tierra.

I = Aislamiento de todas las partes activas de la alimentación con respecto a tierra o conexión de un punto a tierra a través de una impedancia.

Segunda letra: Se refiere a la situación de las masas de la instalación receptora con respecto a tierra.

T = Masas conectadas directamente a tierra, independientemente de la eventual puesta a tierra de la alimentación.

N = Masas conectadas al punto de la alimentación puesto a tierra (en corriente alterna, ese punto es normalmente el punto neutro).

Otras letras (eventuales): Se refieren a la situación relativa del conductor neutro y del conductor de protección.

S = Las funciones del neutro y de protección, aseguradas por conductores separados.

C = Las funciones del neutro y de protección, combinadas en un solo conductor (conductor PEN).

1.1.9.1 Esquema TN

Los esquemas TN tienen un punto de la alimentación, generalmente el neutro compensador, conectado directamente a tierra y las masas de la instalación receptora conectadas a dicho punto mediante protectores de protección. Se distinguen tres tipos de esquemas TN según la disposición relativa del conductor neutro y del conductor de protección:

- Esquema TN-S: En el que el conductor neutro y el de protección son distintos en todo el esquema (Fig. 1.1)

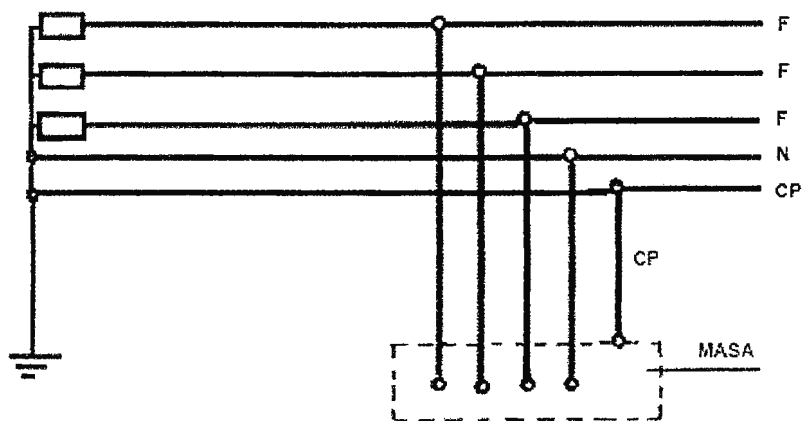


Figura 1.1 Esquema TN-S.

- Esquema TN-C: En el que las funciones de neutro y protección están combinadas en un solo conductor en todo el esquema (Fig. 1.2)

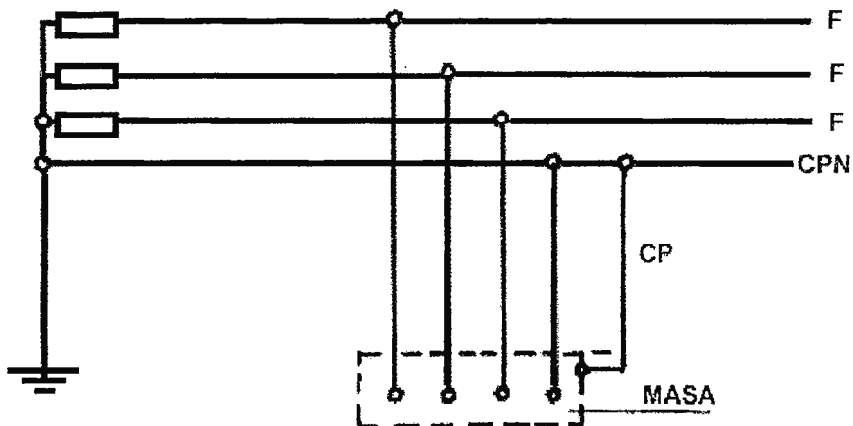


Figura 1.2 Esquema TN-C.

- Esquema TN-C-S: En el que las funciones de neutro y protección están combinadas en un solo conductor en una parte del esquema (Fig. 1.3)

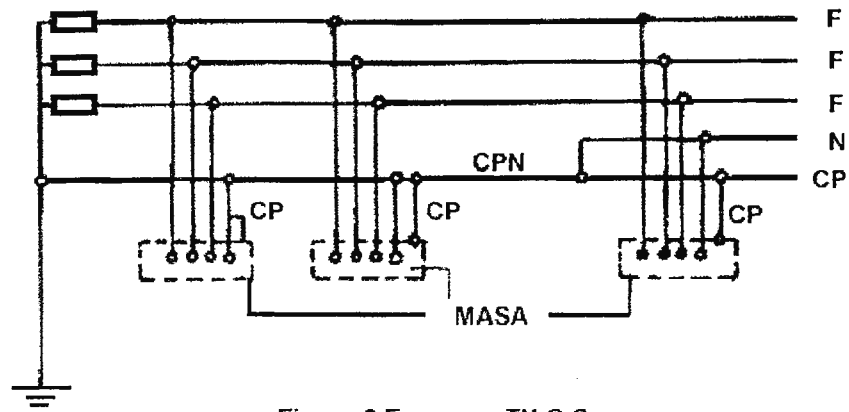


Figura 1.3 Esquema TN-C-S.

En los esquemas TN cualquier intensidad de defecto franco fase-masa es una intensidad de cortocircuito. El bucle de defecto está constituido exclusivamente por elementos conductores metálicos.

1.1.9.2 Esquema TT

El esquema TT tiene un punto de alimentación, generalmente el neutro o compensador, conectado directamente a tierra. Las masas de la instalación receptora están conectadas a una toma de tierra separada de la toma de tierra de alimentación (Fig. 1.4).

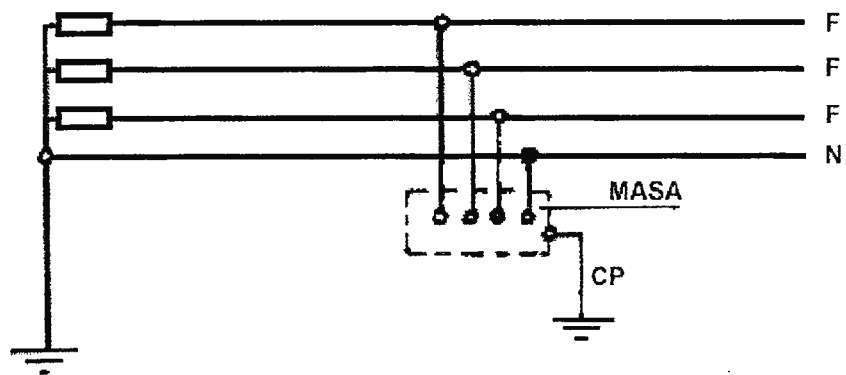


Figura 1.4 Esquema TT

En este esquema las intensidades de defecto fase-masa o fase-tierra pueden tener valores inferiores a los de cortocircuito, pero pueden ser suficientes para provocar la aparición de tensiones peligrosas.

En general, el bucle de defecto incluye resistencia de paso a tierra en alguna parte del circuito de defecto, lo que no excluye la posibilidad de conexiones eléctricas, voluntarias o no, entre la zona de la toma de tierra de las masas de la instalación y la de la alimentación. Aunque ambas tomas de tierra no sean independientes, el esquema sigue siendo un esquema TT si no se cumplen todas las condiciones de un esquema TN. Dicho de otra forma, no se tiene en cuenta las posibles conexiones entre ambas zonas de toma de tierra para la determinación de las condiciones de protección.

1.1.9.3 Esquema IT

El esquema IT no tiene ningún punto de la alimentación conectado directamente a tierra. Las masas de la instalación receptora están puestas directamente a tierra (Fig. 1.5)

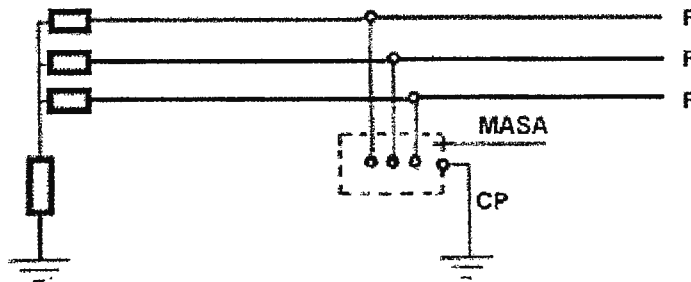


Figura 1.5 Esquema IT.

En este esquema la intensidad resultante de un primer defecto fase-masa o fase-tierra, tiene un valor lo suficientemente reducido como para no provocar la aparición de tensiones de contacto peligrosas.

La limitación del valor de la intensidad resultante de un primer defecto fase-masa o fase-tierra se obtiene, bien por la ausencia de conexión a tierra en la alimentación, o bien por la inserción de una impedancia suficiente entre un punto de la alimentación (generalmente el neutro y tierra). A este efecto puede resultar necesario limitar la extensión de la instalación para disminuir el efecto capacitivo de los cables con respecto a tierra.

En este tipo de esquema se recomienda no distribuir el neutro.

1.1.9.4 Aplicación de los tres tipos de esquemas.

La elección de uno de los tres tipos de esquemas debe hacerse en función de las características técnicas y económicas de cada instalación. Sin embargo, hay que tener en cuenta los siguientes principios:

- a) Las redes de distribución pública de baja tensión tienen un punto puesto directamente a tierra por prescripciones reglamentarias. Este punto es el punto neutro de la red.
- b) El esquema posible para instalaciones receptoras alimentadas directamente de una red de distribución pública de baja tensión será el esquema TT.
- c) En instalaciones alimentadas en baja tensión, a partir de un centro de transformación de abonado, se podrá elegir cualquiera de los tres esquemas citados.
- d) No obstante lo dicho en a), puede establecerse un esquema IT en parte o partes de una instalación alimentada directamente de una red de distribución pública mediante el uso de transformadores adecuados.

1.2 Determinación de las corrientes de cortocircuito.

1.2.1 ¿Qué se entiende por intensidad de cortocircuito "I_{cc}"?

Se entiende por cortocircuito, a la falla que puede aparecer en un circuito o instalación eléctrica cuando se interpone entre dos conductores que se hallan bajo una tensión eléctrica, una resistencia de valor despreciable o valor nulo. Se entiende por intensidad máxima de cortocircuito "I_{cc_{max}" a la máxima intensidad de corriente eléctrica que puede presentarse en la entrada o acometida principal de una instalación eléctrica en el momento de producirse un cortocircuito.}

Conocer el valor de intensidad máxima de cortocircuito en un punto cualquiera de una instalación eléctrica nos sirve para:

1. Determinar correctamente los elementos de protección a instalar.
2. Determinar los esfuerzos térmicos y dinámicos que deben soportar cada uno de los componentes instalados en una instalación eléctrica.
3. Coordinar las distintas protecciones eléctricas instaladas.

En apariencia su cálculo parece sencillo pues se resolvería realizando simplemente el cociente entre la tensión existente en dicho punto y la impedancia interpuesta en el momento de producirse la falla (cortocircuito). Si bien ésta es la idea, no es tan sencillo como parece su resolución pues, que valor de intensidad tendríamos si la impedancia interpuesta fuese de valor nulo para cualquier valor de tensión; evidentemente ésta tendería a un valor infinitamente grande, la cuestión ésta que en la práctica no podría ser, pues existen limitaciones técnicas impuestas no sólo por el generador de energía eléctrica perteneciente a la empresa de suministro eléctrico sino también por otros elementos existentes en la red como ser: transformadores y cables que se encuentran antepuestos al punto en consideración y que deberán tenerse en cuenta en el momento de su determinación.

En síntesis, para poder calcular la intensidad de cortocircuito en un punto cualquiera de una instalación eléctrica se deberá conocer:

- a) La potencia de cortocircuito capaz de suministrar la empresa suministradora de energía eléctrica para el punto en cuestión (dato éste que debe ser solicitado y aportado por la empresa de energía eléctrica)
- b) Datos técnicos del transformador (potencia, tensiones primaria y secundaria, como así la tensión de cortocircuito del mismo) al que se halle conectado.
- c) Datos de los cables o líneas aéreas (como ser: material conductor con que se encuentran contruidos, secciones, longitudes) existentes entre el transformador y la acometida principal a considerar.
- d) Conocer la contribución de otras fuentes básicas de corrientes de falla como son los generadores, los motores sincronos y los motores de inducción.

falla trifásica en la única calculada. Los valores de falla de línea-línea son cerca del 87% de las fallas trifásicas, mientras que las fallas de línea-tierra pueden variar en el rango de 25-125% del valor de trifásico, sin embargo fallas de valores más grandes que 100% raramente ocurren.

3) Las corrientes de las cargas son ignoradas y los voltajes de la compañía distribuidora y de los generadores son asumidos a su valor nominal, aunque los valores podrían andar entre $\pm 5\%$.

4) Los motores se asumen están funcionando a su valor nominal cuando la falla ocurre.

5) Las impedancias en porcentaje de los transformadores se toman normalmente su valor nominal sujetos a un $\pm 7.5\%$ de tolerancia para anticipar el peor de los casos.

6) Las impedancias de los paneles de interruptores y sus buses son ignoradas ya que su contribución es normalmente pequeña y difícilmente calculable con un grado de precisión aceptable.

1.2.2.1 Diagrama Unifilar.

El diagrama unifilar es la representación simbólica de un sistema trifásico equilibrado y sus elementos más importantes utilizando un solo hilo (como un circuito monofásico). Otra de las simplificaciones hechas es suprimir el cierre del circuito por el neutro e indicando sus partes componentes por medio de símbolos normalizados en vez de sus circuitos equivalentes.

La finalidad de un diagrama unifilar es suministrar de manera sencilla y concisa los datos más significativos e importantes de un sistema. Este diagrama debe mostrar todas las fuentes de corto circuito y todos los elementos significativos del circuito. Las reactancias y las resistencias de todos estos elementos deben de ser incluidas en el diagrama. Estos valores de reactancias y resistencias pueden ser obtenidos por tablas o preferiblemente de la placa de datos del equipo.

1.2.2.2 Diagrama de impedancias.

El diagrama unifilar debe transformarse en un diagrama de impedancias que muestre el circuito equivalente de cada componente del sistema referido al mismo lado de uno de los transformadores para estudiar el comportamiento en condiciones de carga o al presentarse un cortocircuito.

Los circuitos equivalentes para el estudio de cortocircuito de los distintos componentes del sistema son los siguientes:

- Generadores y Motores: La representación elemental de una máquina sincrónica es una fuente de tensión en serie con una impedancia. Los motores de inducción se representan igual que las máquinas sincrónicas pero se considera su contribución al cortocircuito solo en los primeros ciclos.
- Transformadores: Generalmente se representan por su circuito equivalente "T" ignorando su rama magnetizante.
- Cables cortos se representan como una resistencia en serie con una inductancia.
- Cargas: Se pueden modelar como impedancias de valor constante que consumen potencia activa y reactiva. En estudios de cortocircuito se representan como circuitos abiertos.
- Sistemas externos: Se modela por el circuito equivalente de Thévenin donde la tensión equivalente depende de las tensiones internas de los generadores y la impedancia equivalente depende del resto de elementos del sistema.

1.2.3 Calculo de las corrientes de cortocircuito por Método Directo. Según norma ANSI/IEEE Std. 242-1986

Es conveniente visualizar la corriente como que si fuera agua fluyendo desde las fuentes hasta la falla. La base de este método es la ley de ohm. Los puntos de falla en el diagrama unifilar son marcados con un numero de bus, todas las fuentes son analizadas para determinar las corrientes disponibles en todos los buses, cada

segmento es calculado por separado para determinar la corriente de cortocircuito al final de ese segmento.

1.2.3.1 Ecuaciones Básicas:

$$KVA_{sc} = \frac{\sqrt{3} \cdot V_{LL} \cdot I_{sc}}{1000} = \sqrt{3} \cdot kV_{LL} \cdot I_{sc} \qquad I_{sc} = \frac{V_{LN}}{Z}$$

Para las impedancias tendremos las siguientes relaciones:

$$Z^2 = X^2 + R^2 \qquad \frac{X}{R} = \tan \theta \qquad R = Z \cdot \cos \theta \qquad X = Z \cdot \sin \theta$$

Donde:

KVA_{sc} = Kilovoltioamperios rms simétricos de cortocircuito trifásico para los primeros ciclos.

I_{sc} = Corriente rms simétrica trifásica de cortocircuito para los primeros ciclos.

V_{LL} = Voltaje de línea-línea del sistema.

V_{LN} = Voltaje de línea a neutro del sistema. ($V_{LN} = \sqrt{3} \cdot V_{LL}$).

R = Resistencia en ohm, de línea a neutro.

X = Reactancia en ohm, de línea a neutro.

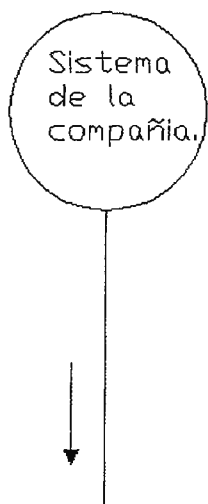
Z = Impedancia en ohm, de línea a neutro.

$\frac{X}{R}$ = Reactancia dividida entre la resistencia.

1.2.3.2 Determinación de la contribución de I_{cc} (corriente de cortocircuito) de la compañía distribuidora.

La compañía distribuidora debe de proporcionar el valor máximo de KVA o amperios simétricos de cortocircuitos que su sistema puede producir al punto de conexión del usuario. Si esta información no esta disponible entonces se tomara el valor de

capacidad de interrupción del cortacircuito o fusible más cercano que sirve para limpiar esta falla.



$$SCA = \frac{SckVA}{\sqrt{3} \cdot kV_L}$$

Donde :

SCA = Corriente de cortocircuito en amperios entregada por la fuente.

SckVA = KVA de cortocircuito disponible de la compañía.

Método 2. Según NEC Handbook 1993.

Calculo de la corriente de falla disponible.

Paso 1.

Calcular la corriente a plena carga del secundario del transformador.

$$I = \frac{kVA \times 1000}{E \times 1.73}$$

Paso 2.

Encontrar la impedancia del transformador (Z) en la placa característica. Estas es dada en porcentaje.

Paso 3.

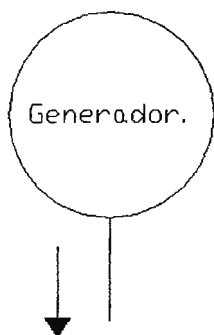
Determinar la máxima corriente de falla disponible en el secundario del transformador. Este método asume que la máxima corriente que puede darse en el secundario esta dada para la impedancia del mismo transformador.

El calculo se realiza con la siguiente formula:

$$Isca = \frac{FLA \text{ del transformador} \times 100}{\text{Impedancia del transformador}}$$

1.2.3.3 Determinación de la contribución de SCA (corriente de cortocircuito) de Generadores.

La contribución de los generadores es variada dependiendo bastante de su diseño, se debe consultar al constructor de este para obtener datos más exactos. X_d'' es la reactancia subtransitoria. Si este valor esta dado en por-unidad debe ser multiplicado por 100 para convertirlo en porcentaje.



$$SCA_G = \frac{Amp_nom * 100}{X_d''}$$

$$Amp_nom = \frac{kVA_nom * 100}{\sqrt{3} * kV_nom}$$

Donde:

Amp_nom = Amperios nominales del generador.

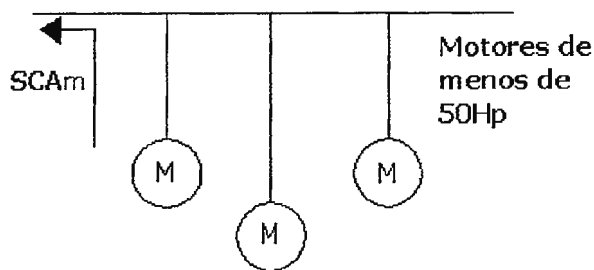
KVA_nom = Potencia nominal del generador en kVA.

KV_nom = Voltaje nominal del generador en kV.

X_d'' = Reactancia subtransitoria del generador en porcentaje.

Contribución de motores pequeños (menos de 50 Hp.)

No es practico considerar pequeños motores separadamente, es una practica usual que se combinen todos ellos para cada punto.



$$SCA_M = 4 * \sum Amp_nom$$

Donde:

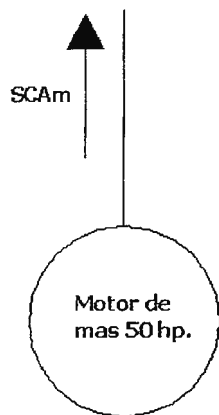
SCA_m = Contribución a la corriente de cortocircuito de todos los motores.

Amp_{nom} = Amperios nominales de cada uno de los motores.

Un multiplicar de 4 es el mas utilizado en la industria, este es menor que el utilizado para grandes motores debido a el rápido decaimiento de su contribución de cortocircuito.

1.2.3.4 Contribución de motores grandes (50 Hp o más.)

Es mejor manejar cada motor separadamente, al menos que varios de estos del mismo tipo estén conectados en el mismo bus. La contribución de este tipo de motor puede ser encontrada por varios métodos. El mas exacto de estos se puede calcular utilizando la X_d'' o reactancia subtransitoria del motor si esta es conocida. Si esta es dada en por-unidad se multiplicara por 100 para obtener porcentaje.



$$SCA_M = \frac{Amp_{nom} * 100}{X_d''}$$

Para obtener los Amperios a plena carga se podrá utilizar la siguiente ecuaciones.

KVA nominales del motor = hp nominales del motor (para un 80% de factor de potencia).

KVA nominales del motor = 0.8 * hp nominales del motor (para un 100% de factor de potencia).

Luego aplicamos:

$$Amp_{nom} = \frac{kVA_{nom}}{\sqrt{3} * kV_{nom}}$$

Si no se conoce la reactancia, se podrán utilizar los métodos aproximados siguientes:

Método 1:

$SCA_m =$ Corriente de rotor bloqueado (Corriente de arranque)

Método 2:

El segundo método se utilizara el un multiplicador según sea la letra del motor esto basándose en la norma NEMA y el NEC, utilizando la siguiente formula:

$$SCA_m = \frac{\text{Multiplicador} * Hp}{\sqrt{3} * kV_{nom}}$$

La letra del código que se ubica en la placa de datos del motor nos indica la relación entre los KVA de rotor bloqueado y los Hp del motor, la tabla 1.2 muestra dichas relaciones:

Letra	Multiplicador	Letra	Multiplicador	Letra	Multiplicador	Letra	Multiplicador
A	3.15	F	5.6	L	10.0	S	18.0
B	3.55	G	6.3	M	11.2	T	20.0
C	4.0	H	7.1	N	12.5	U	22.4
D	4.5	J	8.0	P	14.0	V	Mas de 22.4
E	5.0	K	9.0	R	16.0		

Tabla 1.2 Multiplicador según letra de código del motor (Fuente: Norma NEMA).

Método 3:

$SCA_m = 5 * \text{Amperios nominales del motor (Corriente a plena carga)}$

Para motores sincronos se utilizara las siguientes formulas:

$SCA_m = 6.7 * \text{Amperios nominales del motor (Para velocidades de 1200 rpm)}$

$SCA_m = 5.0 * \text{Amperios nominales del motor (Para velocidades de 514-900 rpm)}$

$SCA_m = 3.6 * \text{Amperios nominales del motor (Para velocidades de 450 rpm o menos)}$

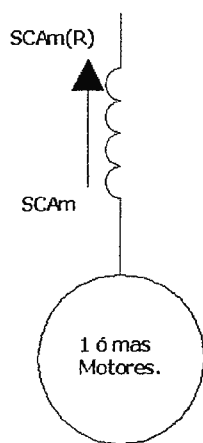
Si la velocidad es desconocida se asumirá entre 514-900 rpm, que es más común.

Método 4:

Se asume un X_d'' para el motor de un 20%, ya que el rango usual es de 15-25% siendo el 20% más común.)

1.2.3.5 Contribución de motores a través de reactores (Auto transformadores).

Los reactores reducen significativamente la contribución de corto-circuito de los motores, debido a las impedancias de estos. El aporte de este tipo de sistemas será calculado de la siguiente forma:



$$SCA_{M(R)} = \frac{Z_M}{Z_M + Z_R} * SCA_M$$

Donde :

$$Z_R = X_R;$$

$$X_R (\Omega/\theta) = \frac{\%X}{100} * \frac{V_{LN}}{Amp_nom_reactor}$$

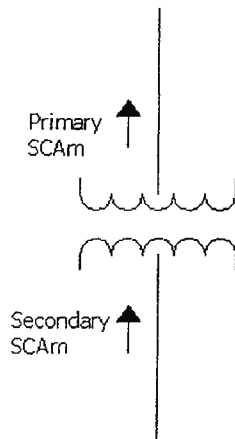
$$Z_M (\Omega/\theta) = \frac{kVnom_motor * 1000}{\sqrt{3} * SCAm}$$

Las impedancias son prácticamente reactancias, por lo general se puede sumar aritméticamente ya que tanto el motor como el reactor tienen una alta relación de

$$\frac{X}{R}$$

1.2.3.6 Contribución a través de transformadores.

La contribución de corrientes de cortocircuito a través de un transformador se calcula de la siguiente manera:



Para un cálculo más exacto y si el valor de la impedancia del transformador es conocida se utilizara la siguiente formula:

$$SCA_{M\text{primario}} = \frac{Amp_nom_primario}{\frac{\%Z_tranf}{100\%} + \frac{Amp_nom_secundario}{SCA_{M\text{secundario}}}}$$

Ignorando la impedancia del transformador aunque esto lleve a resultados un pocos altos se puede utilizar la siguiente formula:

$$SCA_{M\text{primario}} = \frac{Amp_nom_primario}{Amp_nom_secundario} * SCA_{M\text{secundarios}}$$

1.2.3.7 Efectos de los conductores en la SCA (corriente de cortocircuito)

Los valores de SCA de varias de las fuentes se verán reducidos por la impedancia de los conductores, sin embargo las impedancias de los conductores son muchas veces ignoradas para hacer los cálculos más fáciles o porque los datos de estas pueden no estar disponibles. Esto producirá valores de SCA que son mayores y más seguros pero puede requerir mayor capacidad de los equipos que la necesaria, generalmente la impedancias de tramos pequeños de conductor y fuentes pequeñas es ignorada.

Las SCA de varias fuentes pueden ser sumadas algebraicamente, esto es más fácil y seguro ya que una suma aritmética nunca producirá valores menores a cualquier suma vectorial.

1.2.3.8 Impedancia efectiva (Resistencia e Impedancia) de un sistema.

Para determinar la impedancia efectiva de un sistema que puede estar formado por varias fuentes de contribución a las corrientes de cortocircuito es necesario hacer un análisis por fase, por lo tanto se utilizara el voltaje de línea a neutro, aun cuando el sistema no posee neutro se utilizara el voltaje de línea a línea dividido entre $\sqrt{3}$.

La impedancia efectiva es obtenida dividiendo el voltaje conocido entre la corriente de cortocircuito disponible por medio de la siguiente formula:

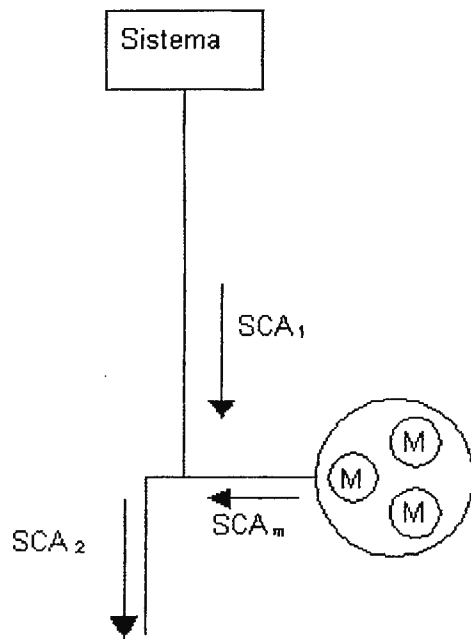
$$Z = \frac{V_{LN} * 1000}{SCA} \left(\frac{m\Omega}{\theta} \right)$$

Las impedancias, resistencias y reactancias son expresadas en miliohm, de ahí el factor de 1000 de la formula. El factor $\frac{X}{R}$ para sistemas de bajo voltaje (600 Vac máximo) puede ser tomado igual a 12 si no existe otra información disponible. Se utilizaran las siguientes formulas para el calculo de la resistencia y la reactancia.

$$X = Z * \sin(\arctan \frac{X}{R})$$

$$R = \frac{X}{\left(\frac{X}{R} \right)}$$

Luego que se ha obtenido la resistencia y la reactancia efectiva de un sistema se le sumaran las resistencias y reactancias de los conductores hasta el alimentador, el resultado dará una nueva impedancia que servirá para calcular la SCA al final de los conductores como se muestra a continuación:



Sistema $X = \underline{\hspace{2cm}} m\Omega$ $R = \underline{\hspace{2cm}} m\Omega$

Conductor $X = \underline{\hspace{2cm}} m\Omega$ $R = \underline{\hspace{2cm}} m\Omega$

Total $X_1 = \underline{\hspace{2cm}} m\Omega$ $R_1 = \underline{\hspace{2cm}} m\Omega$

$$SCA_1 = \frac{V_{LN} * 1000}{Z_1 (m\Omega)}$$

$$SCA_2 = SCA_1 + SCA_m$$

Para encontrar las resistencias y reactancias efectivas en este nuevo punto utilizaremos las siguientes relaciones:

$$\frac{SCA_1}{SCA_2} = \frac{X_2}{X_1} = \frac{R_2}{R_1}$$

Así podemos continuar desde el punto dos tomando en cuenta los conductores desde el punto 2 hasta un nuevo punto, las resistencias y reactancias de diferentes conductores utilizados en baja tensión para ser utilizadas en los cálculos pueden ser obtenidas de las tablas 1.3 y tabla 1.4.

Cable Size	Several Single-Conductor Cables (1/C)						One Multiple-Conductor Cable (3/C)					
	Steel		Aluminum		Plastic		Steel		Aluminum		Plastic	
	R	X	R	X	R	X	R	X	R	X	R	X
14	257.00	5.60	257.00	4.48	257.00	4.48	257.00	4.29	257.00	3.73	257.00	3.73
12	182.00	5.23	182.00	4.18	182.00	4.18	182.00	4.01	182.00	3.49	182.00	3.49
10	101.80	4.90	101.80	3.92	101.80	3.92	101.80	3.76	101.80	3.27	101.80	3.27
8	64.04	5.14	64.04	4.12	64.04	4.12	64.04	3.94	64.04	3.43	64.04	3.43
6	41.00	5.04	41.00	4.03	41.00	4.03	41.00	3.86	41.00	3.36	41.00	3.36
4	25.90	4.77	25.90	3.82	25.90	3.82	25.90	3.65	25.90	3.18	25.90	3.18
3	20.50	4.58	20.50	3.66	20.50	3.66	20.50	3.50	20.50	3.05	20.50	3.05
2	16.40	4.49	16.40	3.59	16.20	3.59	16.40	3.44	16.40	2.99	16.20	2.99
1	13.03	4.58	13.03	3.66	12.90	3.66	13.03	3.50	13.03	3.05	12.90	3.05
1/0	10.40	4.46	10.40	3.56	10.20	3.56	10.40	3.41	10.40	2.97	10.20	2.97
2/0	8.35	4.35	8.35	3.48	8.12	3.48	8.35	3.33	8.35	2.90	8.12	2.90
3/0	6.68	4.22	6.68	3.37	6.43	3.37	6.68	3.23	6.68	2.81	6.43	2.81
4/0	5.34	4.14	5.34	3.31	5.11	3.31	5.34	3.17	5.34	2.76	5.11	2.76
250	4.57	4.23	4.57	3.38	4.33	3.38	4.57	3.24	4.57	2.82	4.33	2.82
300	3.85	4.14	3.85	3.31	3.62	3.31	3.85	3.16	3.85	2.76	3.62	2.76
350	3.33	4.07	3.33	3.25	3.11	3.25	3.33	3.09	3.33	2.71	3.11	2.71
400	2.97	4.04	2.97	3.23	2.73	3.23	2.97	3.05	2.97	2.69	2.73	2.69
500	2.44	3.96	2.44	3.17	2.20	3.17	2.44	2.96	2.44	2.64	2.20	2.64
600	2.09	4.01	2.09	3.21	1.85	3.21	2.09	2.97	2.09	2.68	1.85	2.68
750	1.74	3.94	1.74	3.15	1.50	3.15	1.74	2.88	1.74	2.63	1.50	2.63
1000	1.40	3.86	1.40	3.09	1.15	3.09	1.40	2.74	1.40	2.57	1.15	2.57

Tabla 1.3 Resistencia (R) y reactancia (X) para cables de bajo voltaje a 60Hz, mΩ por cada 100 Ft 25 °C cables de cobre. Conductores tipo THW, RHW y RHH.

Fuente: ANSI/IEEE Std. 242-1986.

Cable Size	Several Single-Conductor Cables (1/C)						One Multiple-Conductor Cable (3/C)					
	Steel		Aluminum		Plastic		Steel		Aluminum		Plastic	
	R	X	R	X	R	X	R	X	R	X	R	X
14	257.00	4.93	257.00	3.94	257.00	3.94	257.00	3.51	257.00	3.05	257.00	3.05
12	162.00	4.68	162.00	3.74	162.00	3.74	162.00	3.33	162.00	2.90	162.00	2.90
10	101.80	4.63	101.80	3.71	101.80	3.71	101.80	3.37	101.80	2.93	101.80	2.93
8	64.04	4.75	64.04	3.80	64.04	3.80	64.04	3.51	64.04	3.05	64.04	3.05
6	41.00	4.37	41.00	3.48	41.00	3.48	41.00	3.24	41.00	2.82	41.00	2.82
4	25.90	4.41	25.90	3.53	25.90	3.53	25.90	3.28	25.90	2.85	25.90	2.85
3	20.50	4.30	20.50	3.44	20.50	3.44	20.50	3.20	20.50	2.79	20.50	2.79
2	16.40	4.20	16.40	3.36	16.20	3.36	16.40	3.13	16.40	2.73	16.20	2.73
1	13.03	4.27	13.03	3.42	12.90	3.42	13.03	3.19	13.03	2.77	12.90	2.77
1/0	10.40	4.17	10.40	3.34	10.20	3.34	10.40	3.12	10.40	2.72	10.20	2.72
2/0	8.35	4.09	8.35	3.27	8.12	3.27	8.35	3.06	8.35	2.66	8.12	2.66
3/0	6.68	4.00	6.68	3.20	6.43	3.20	6.68	3.00	6.68	2.61	6.43	2.61
4/0	5.34	3.93	5.34	3.14	5.11	3.14	5.34	2.95	5.34	2.57	5.11	2.57
250	4.57	3.99	4.57	3.19	4.33	3.19	4.57	2.99	4.57	2.61	4.33	2.61
300	3.85	3.93	3.85	3.14	3.62	3.14	3.85	2.95	3.85	2.57	3.62	2.57
350	3.33	3.83	3.33	3.11	3.11	3.11	3.33	2.90	3.33	2.54	3.11	2.54
400	2.97	3.85	2.97	3.08	2.73	3.08	2.97	2.86	2.97	2.52	2.73	2.52
500	2.44	3.79	2.44	3.03	2.20	3.03	2.44	2.79	2.44	2.49	2.20	2.49
600	2.09	3.82	2.09	3.05	1.85	3.05	2.09	2.78	2.09	2.50	1.85	2.50
750	1.74	3.76	1.74	3.01	1.50	3.01	1.74	2.71	1.74	2.47	1.50	2.47
1000	1.40	3.70	1.40	2.96	1.15	2.96	1.40	2.60	1.40	2.43	1.15	2.43

Tabla 1.4 Resistencia (R) y reactancia (X) para cables de bajo voltaje a 60Hz, mΩ por cada 100 ft a 25°C cables de cobre. Conductores tipo THWN y THHN.

Fuente: ANSI/IEEE Std. 242-1986.

1.3 Protecciones eléctricas del sistema.

1.3.1 Interruptores Automáticos.

Los interruptores automáticos se utilizan fundamentalmente para proteger contra cortocircuitos, así como también para proteger contra sobrecargas, corrientes de defecto y tensiones bajas. Según la función de aplicación, sus vías de corriente se equipan con disparadores o relés.

Los disparadores forman parte del interruptor (Figura 1.8)

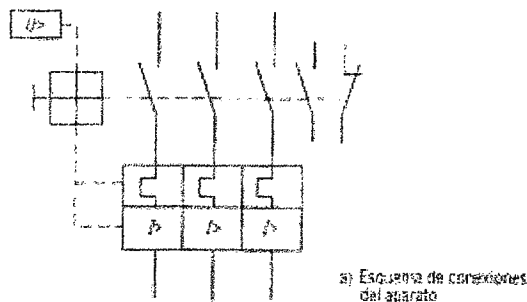


Figura. 1.7 Esquema de interruptor automático.

Los relés, por el contrario de los aparatos de disparo por termistores, actúan eléctricamente a través de un disparador de mínima tensión o bobina de apertura por

tensión sobre el mecanismo del interruptor. La tabla 1.5 representa un resumen de los disparadores y relés para interruptores automáticos.

Disparadores y relés de interruptores automáticos con función de protección

Función	Disparador	Relé
Protección contra sobrecargas	Disparador por sobrecargas térmico o electrónico con retardo dependiente de la intensidad de la corriente	Relé de sobrecargas térmico o electrónico con retardo dependiente de la intensidad de la corriente Aparato de protección con termistores
Protección contra cortocircuitos	Disparador por sobreintensidad electromagnético o electrónico sin retardo	Relé de sobreintensidad electromagnético sin retardo
Protección contra cortocircuitos con selectividad	Disparador por sobreintensidad electromagnético o electrónico con retardo breve	

Tabla 1.5 Disparadores y relés.

1.3.1.1 Capacidad asignada de ruptura y de conexión en cortocircuito.

La capacidad asignada de ruptura en cortocircuito I_{cn} y la capacidad asignada de conexión en cortocircuito I_{cm} del interruptor automático deben tener un valor como mínimo igual al de la intensidad de corriente inicial alterna de cortocircuito I_k'' , que puede producirse en el lugar de la instalación. Si no fuera este el caso, será necesario una protección de respaldo, por ejemplo, por medio de fusibles conectados delante del interruptor.

1.3.1.2 Corriente asignada de choque y corriente asignada de breve duración.

Los interruptores automáticos para protección selectiva en caso de cortocircuito en la posición de cerrado deben poder conducir la corriente máxima asimétrica de cortocircuito (o de choque) I_p y el valor eficaz de la corriente de cortocircuito durante el tiempo de retardo preestablecido.

1.3.1.3 Disparadores contra sobrecargas.

Los disparadores contra sobrecargas con retardo dependiente de la corriente, pueden regularse dentro de un determinado margen y, a veces están ajustados a un valor fijo. El ajuste se efectúa con ayuda de un botón giratorio, mediante la entrada con pulsadores o con una palanca. Con la corriente asignada I_r se determina la curva característica de disparo. Fig. 1.8

En los disparadores electrónicos contra sobrecargas se puede modificar el tiempo de disparo para 7,2. I_r por medio del ajuste CLASS (Clase de disparo)

En las normas DIN VDE y publicaciones de la IEC, se dan indicaciones relacionadas con las corrientes de reacción y el comportamiento de los disparadores y reles térmicos con retardo dependiente de la corriente de protección contra sobrecargas.

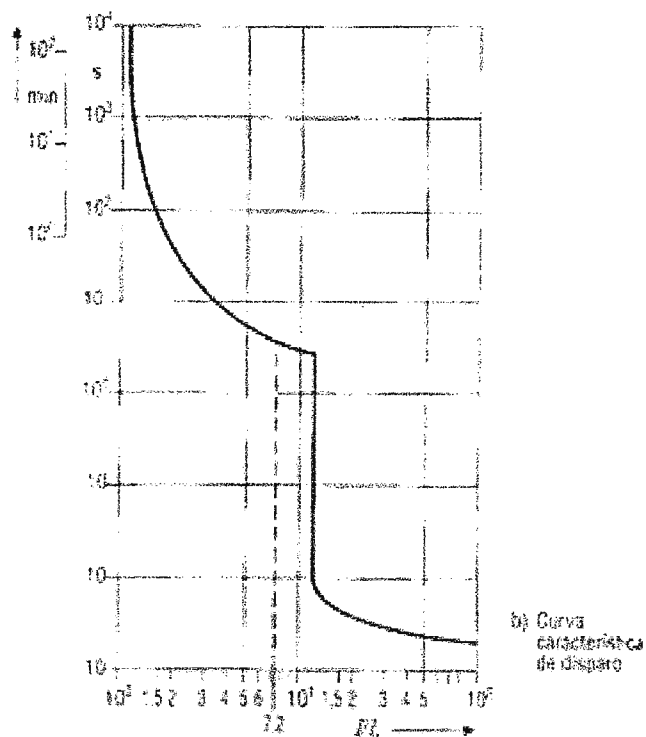


Figura 1.8 Curva característica de disparo.

1.3.1.4 Disparadores por cortocircuitos.

Los disparadores electromagnéticos contra cortocircuitos pueden estar ajustados a un valor fijo o ser regulables; En cambio, los disparadores electrónicos contra cortocircuitos de algunos interruptores automáticos pueden ser ajustables.

La tabla 1.6 muestra los márgenes de ajuste de los disparadores de protección contra cortocircuitos. Según la norma DIN VDE 0660, la corriente de reacción, para la que se producirá el disparo, puede tener una desviación del $\pm 20\%$ del valor ajustado.

Margen de actuación de los disparadores por cortocircuito.
(según la norma DIN VDE 0560, Parte 101)

Aplicaciones, con preferencia, desconexión de la corriente de cortocircuito	Tipo de retardo	Margen de actuación del disparador por sobrecarga con retardo dependiente de la corriente como múltiplo del valor ajustado I_n
Interruptor para la protección de generadores	Sin retardo o con retardo breve	Aprox 3 a $6 \cdot I_n$
Interruptor para la protección de conductores	Sin retardo	Aprox 6 a $12 \cdot I_n$
Interruptor para la protección de motores	Sin retardo o con retardo breve ¹⁾	Aprox 8 a $15 \cdot I_n$

1) Con un eventual retardo breve para garantizar la extinción de los arcos.

Fuente: Manual de Baja tensión, Siemens.

Tabla 1.6 Márgenes de ajuste de los disparadores.

1.3.2 Mecanismos auxiliares de Interruptores.

1.3.2.1 Bloqueo mecánico de la reconexión.

Si se desea impedir que después de un disparo a causa de un cortocircuito el interruptor pueda conectarse involuntariamente sobre dicha falla, se deberá utilizar un interruptor con mecanismo de bloqueo contra reconexión. Cuando el disparador actúa y provoca la apertura del interruptor, se acciona el mecanismo de bloqueo que enclava el cerrojo del interruptor, este hará una maniobra en vacío. Este mecanismo de bloqueo debe ser desbloqueado antes de que pueda llevarse a cabo una nueva maniobra.

1.3.2.2 Disparador por mínima tensión.

El disparador de mínima tensión se utiliza para vigilar la tensión de la red, en circuitos de enclavamientos eléctricos o para desconectar a distancia.

Debe disparar el interruptor cuando la tensión asignada de alimentación del circuito de mando U_s descienda a un rango equivalente a una tensión de accionamiento U_c , entre 0.35 y $0.7 \cdot U_s$.

Si la tensión de mando U_s , se toma directamente de la red, el interruptor desconecta sin retardo tras una caída o falla de la tensión de alimentación.

Los disparadores de mínima tensión con retardo, se utilizan en redes con deficiencias en el suministro de potencia para evitar que los interruptores disparen con cada fluctuación o caídas breves de la tensión de la red. El retardo que puede seleccionarse entre 1, 2 y 3 segundos, se obtiene mediante un elemento de retardo.

La interrupción de la conexión entre el elemento de retardo y el disparador permite operar con desconexión inmediata (por ejemplo en paradas de servicio o emergencia)

1.3.2.3 Disparador por tensión.

El disparador por tensión (o por corriente de trabajo) se emplea para desconectar el interruptor a distancia, su rango de trabajo se encuentra entre $0,5$ y $1,1 \cdot U_s$.

1.3.3 Interruptores cortacircuitos Automáticos.

Los interruptores cortacircuitos automáticos, también de nominados interruptores termomagnéticos se emplean en especial, para proteger cables y conductores en instalaciones y equipos eléctricos contra sobrecargas y cortocircuitos. De esta manera, asumen la protección de equipos eléctricos contra sobrecalentamiento inadmisibles según la norma DIN VDE 0100, Parte 430.

Según la norma DIN VDE 0100, Parte 410, estos interruptores aseguran protección contra descargas peligrosas para el cuerpo humano debidas a tensiones de contacto elevadas causadas por falta de aislamiento.

Los interruptores termomagnéticos se utilizan en todas las redes de distribución, tanto en viviendas, instalaciones domiciliarias y comerciales como también en las industriales. Satisfacen los variados requerimientos de los campos de aplicación con distintas ejecuciones y el auxilio de una amplia gama de accesorios (por ejemplo,

contactos auxiliares, indicadores de falla, de tensiones de defecto, bobinas de apertura, etc.)

Para los distintos casos de aplicación, se dispone de cuatro características de disparo, A, B, C y D.

- Característica de disparo A: indicada en especial para la protección de transformadores en circuitos de medición, circuitos de conductores muy largos y que deben desconectarse dentro de los 0,2 segundos según la norma DIN VDE 0100, Parte 410.
- Característica de disparo B: es la característica típica para circuitos de tomacorrientes en los circuitos domiciliarios y comerciales.
- Característica de disparo C: de uso muy ventajoso en relación con aparatos eléctricos con corrientes de conexión mas elevadas como, por ejemplo, lámparas y motores.
- Característica de disparo D: adecuada para aquellos aparatos cuya conexión hace circular fuertes impulsos de corriente, tales como, transformadores, electroválvulas y condensadores.

Los interruptores para corriente alterna, según su numero de polos, son adecuados para todas las redes monofásicas y trifásicas hasta una tensión asignada de 240/415V y los de corriente universal que además operan en redes de corriente continua con una tensión asignada de hasta 440V.

1.3.4 Selección de Equipo.

En el mercado de nuestro país existen una variedad de Interruptores Automáticos e Interruptores cortacircuitos de distintas marcas y fabricantes que pueden ser una alternativa de selección a la hora de construir una transferencia. Algunos de estos son:

1.3.4.1 Interruptores de Caja modelada SETRON VL.

La serie de Interruptores automáticos de caja modelada 3VL, de elevadas prestaciones cumplen con todos los requerimientos actuales de los sistemas de distribución eléctrica.

Esta serie de interruptores automáticos ofrece una amplia gama de producto, tecnología avanzada, ahorro de espacio y fácil manejo.

Los interruptores automáticos están diseñados para proteger cables conductores, barras colectoras, motores transformadores así como otros elementos y consumidores de una instalación contra sobrecargas y cortocircuitos.

Esta serie de interruptores automáticos están disponibles tanto con disparadores por sobreintensidad termomagnéticos (16A hasta 630A) como con disparadores electrónicos digitales (26A hasta 1600A).

Campo de aplicación.

Los interruptores automáticos 3VL, dependiendo de la ejecución son adecuados como:

- Como interruptores de alimentación y distribución para las instalaciones de distribución.
- Como equipos de protección y maniobra para motores, transformadores y condensadores.
- Como interruptor principal y de desconexión de emergencia en combinación con accionamientos giratorios bloqueables y cubrebornes.

Los interruptores automáticos 3VL se suministran en las siguientes versiones:

1. Para protección de distribuciones (en 3 y 4 polos).

Los disparadores por sobrecarga y cortocircuito se dimensionan para la protección de cables, conductores y consumidores no motorizados.

2. Para la protección de motores (en 3 polos).

Los disparadores por sobrecarga y cortocircuito se dimensionan para una protección optima y para asegurar un arranque directo de motores trifásicos de jaula de ardilla.

Los interruptores para protección de motor tienen sensibilidad ante falta de fase y clase de inercia ajustable. Los disparadores funcionan a través de microprocesador.

3. Para condición de arranque (en 3 polos)

Estos interruptores se encargan de la protección contra cortocircuito y de las funciones de seccionador, ambas necesarias para las combinaciones de arranque, las cuales están compuestas de interruptor automático de potencia, relé de sobrecarga y

contactor. Estos interruptores automáticos de potencia tienen exclusivamente disparador por cortocircuito sin retardo ajustable.

4. Como interruptor seccionador (en 3 y 4 polos)

Estos interruptores se pueden utilizar como interruptores seccionadores, principales y de alimentación, sin protección contra sobrecarga. Poseen una protección integrada contra cortocircuito, de tal forma que se puede prescindir de los fusibles de protección preconectados.

Todos los interruptores se suministran completos con disparadores por sobreintensidad integrados.

Los interruptores automáticos SETRON VL 160X a VL 1600 tienen bornes de conexión tipo marco para la conexión de platinas. Los contactos auxiliares, contactos de alarma y disparadores auxiliares pueden ser montados por el propio cliente en el lugar de la instalación o pueden venir montados de fabrica. El poder de corte esta grabado en el frontal de cada interruptor.

- Poder de corte estándar:
 $I_{cu} = 40 \text{ a } 50 \text{ KA a AC } 380/415\text{V } 50/60\text{Hz.}$
- Poder de corte elevado:
 $I_{cu} = 70 \text{ KA a AC } 380/415\text{V } 50/60\text{Hz.}$
- Poder de corte muy elevado:
 $I_{cu} = 100 \text{ KA a AC } 380/415\text{V } 50/60\text{Hz.}$

Aprobaciones.

Los interruptores automáticos 3VL cumplen con las normas:

IEC 60 947-1, EN 60947-1, DIN VDE 60 0660, parte 100

IEC 60-947-2, EN 60947-2, DIN VDE 60 0660, parte 101

Propiedades de seccionador según IEC 60 947-3

1.3.4.1.1 Condiciones de empleo.

Los interruptores automáticos 3VL son resistentes a los efectos del clima y están diseñados para trabajar en locales cerrados en los cuales no existan condiciones de servio adversas (polvo, vapores o gases agresivos)

Para instalación de los interruptores en locales polvorientos o húmedos hay que proveer los encapsulados adecuados.

Instalación.

Los interruptores automáticos 3VL son aptos tanto para su instalación en cuadros abiertos, como para montarlos en armarios en instalaciones de distribución.

Accesorios y disparadores:

Algunos de los accesorios y disparadores más comunes tenemos:

Accionamiento Giratorio frontal, accionamiento giratorio para acoplamiento a puertas, accionamiento motor con acumulador de energía.

Entre los disparadores tenemos; disparador de mínima tensión, disparados de apertura.

1.3.4.2 Interruptores automáticos 3WN6.

El interruptor automático 3WN6 es de tipo abierto, con corte al aire, con función de seccionador y categoría de utilización B, es decir adecuado especialmente para selectividad.

Campo de aplicación.

Los interruptores automáticos de potencia son apropiados:

- Como interruptores de acometida y derivación en instalaciones trifásicas de distribución.
- Para conectar y proteger motores, generadores, transformadores y condensadores.
- Como interruptores principales en máquinas-herramienta y de producción.
- Como dispositivos de emergencia según DIN VDE 0113, siempre que se encuentren equipados con un disparador por mínima tensión y asociados con un auxiliar de mando de emergencia.
- Como interruptores de red enmallada de baja tensión, con diferentes acometidas, asociados a reles de red enmallada para controlar el sentido de flujo de la energía.
- En instalaciones que precisen protección contra cortocircuito.

Ejecuciones.

El interruptor automático de potencia 3WN6 está disponible para 3 y 4 polos, en ejecución fija y extraíble. En la tabla 1.7 se muestra la relación entre tamaños y capacidades asignadas.

Normas.

Los interruptores automáticos 3WN6 cumplen las normas DIN VDE 0660, IEC 947.

Los valores de I_{cu} son para 415V

Relación de los interruptores automáticos de potencia 3WN6

Tipo	Ejecución tripolar			Ejecución tetrapolar			
	Tamaño	Intensidad asignada		Tamaño	Intensidad asignada		
		I_n	I_{cu}		I_n	I_{cu}	
		Vías principales		Vías principales	Conductor neutro N		
3WN6 0 ¹⁾	I	630	65	I	630	630	65
3WN6 1	I	800	65	I	800	800	65
3WN6 2	I	1000	65	I	1000	1000	65
3WN6 3	I	1250	65	I	1250	1250	65
3WN6 4	I	1600	65	II	1600	1600	65
3WN6 5 ²⁾	II	2000	80	II	2000	2000	80
3WN6 6	II	2500	80	II	2500	2500	80
3WN6 7	II	3200	80		3200	3200	80

¹⁾ Este tamaño se ofrece también con pequeños transformadores para intensidades asignadas de 315 A, 400 A y 500 A.

²⁾ Este tamaño se ofrece también con pequeños transformadores para intensidades asignadas de 1250 A y 1600 A.

Tabla 1.7.

1.3.4.2.1 Condiciones de utilización.

Los interruptores automáticos son resistentes a los efectos del clima. Han sido diseñados para su montaje en locales cerrados, en los cuales no se presenten circunstancias de servicio adversas (por ejemplo, polvo, humedad, etc.)

Disposición y funcionamiento del interruptor.

Los interruptores automáticos 3WN6 incluyen dependiendo de la ejecución, los siguientes componentes principales.

1. Interruptor, básico con sistema de contactos, mecanismos de maniobra, acumulador de energía a base de resorte y palanca de tensado.
2. Accionamiento servomotorizado.
3. Sistema acumulador de energía.
4. Sistema de disparo por sobreintensidad, constituido según cada ejecución, de:

Transformador de intensidad

Electrónica de evaluación.

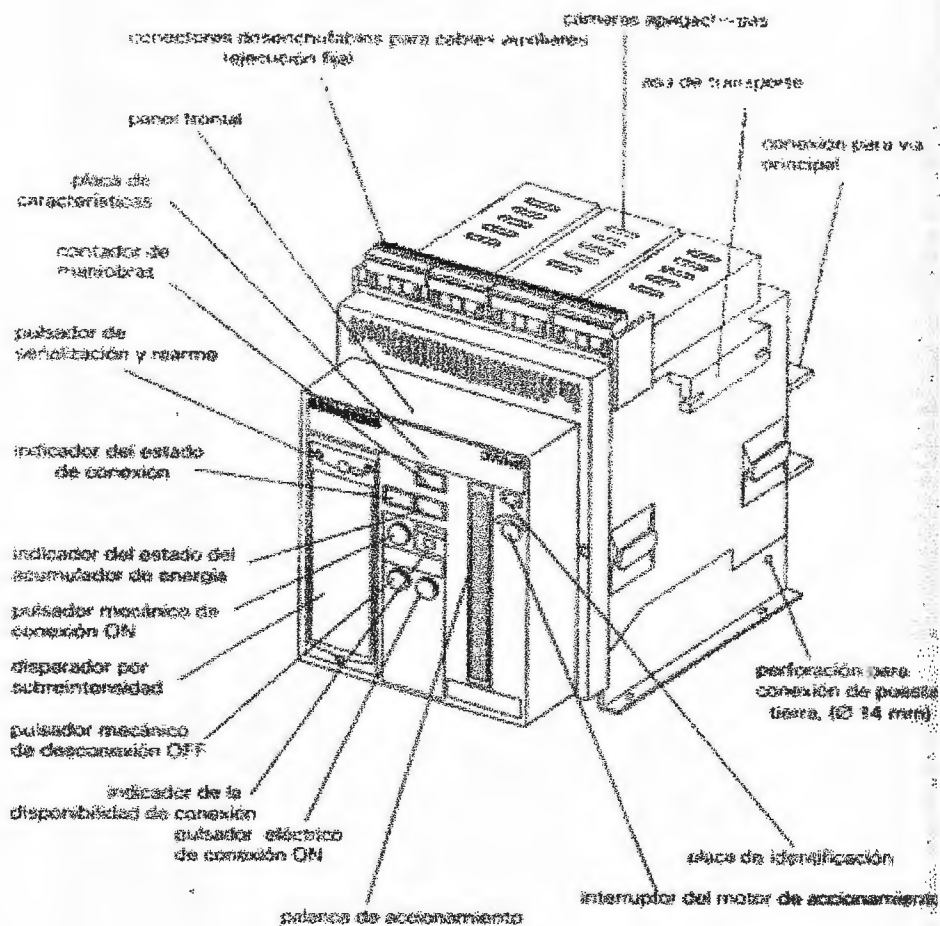
Bobina de disparo.

Bloqueo mecánico de rearme.

Contacto de señalización de disparo.

5. Disparador a emisión de corriente.
6. Bloqueo electrónico de conexión.
7. Contactos auxiliares.
8. Contacto de señalización del estado del acumulador de energía.
9. Contacto de señalización de disponibilidad de conexión.
10. Barras de conexión horizontales en equipamiento estándar, para interruptores fijos y extraíbles
 - Barras frontales accesibles con una o dos hileras de perforaciones roscados para conexión por tornillo, según DIN 43673.
 - Conexiones verticales posteriores para bastidores guía y como accesorios también para interruptores fijos.
11. Conectores auxiliares.

12. Panel de mando con indicadores de estado del acumulador de energía, de posición de maniobra y de listo para conectar, palanca de tensado, disparador por sobreintensidad con elementos de señalización y regulación, así como pulsadores de conexión y desconexión.



Fuente: 3WN6 Interruptores de potencia para baja tensión, Siemens.

Figura.1.9 Partes fundamentales del interruptor 3WN6

Una de las partes más importantes del interruptor automático 3WN6, es el sistema de disparo por sobreintensidad.

Según la ejecución el sistema de disparo por sobreintensidad se compone de:

- 3 o 4 transformadores de intensidad.
- Disparador electrónico por sobreintensidad
- Bobina de cierre.
- Bloqueo mecánico de rearme.
- Contacto de señalización de disparo.

En los interruptores tripolares, los tres transformadores de intensidad están montados internamente. Si se monta un cuarto para el neutro N, es posible la protección contra sobrecargas en este y la protección contra derivaciones a tierra.

1.3.4.2.2 Disparadores electrónicos por sobreintensidad.

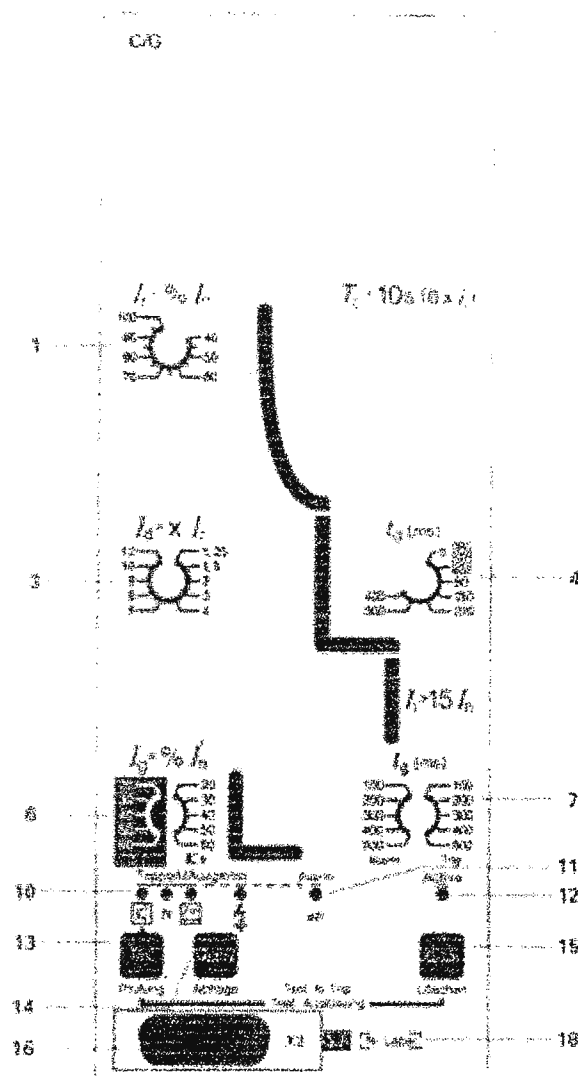
Los disparadores electrónicos por sobreintensidad están disponibles en ejecuciones diferentes. Son independientes del tamaño del interruptor e incluye los siguientes grupos funcionales:

- Alimentación de energía.
- Acondicionamiento de señalizaciones.
- Procesamiento de señalizaciones.
- Etapa de salida.
- Elemento de servicio.
- Señalizaciones ópticas y eléctricas.
- Elementos de acuse y recibo, y de prueba de funcionamiento.

El sistema de disparo por sobreintensidad puede utilizarse, en la ejecución normal, para frecuencias de red de 50, 60 y 400 Hz.

Zona de temperatura de trabajo en los disparadores por sobreintensidad.

Las características y franjas de tolerancia, mostradas en las siguientes paginas, son validas para temperatura ambiente desde -5 hasta $+55^{\circ}$ C. Los disparadores pueden funcionar también con temperaturas en los interruptores desde -20 hasta $+70^{\circ}$ C, por eso con temperaturas inferiores a -5° C y superiores a $+55^{\circ}$ C puede ser valida una franja de tolerancia más amplia.



Fuente: 3WN6 Interruptores de potencia para baja tensión, Siemens.

Figura 1.10 Curva característica de disparo.

1.3.4.3 Curvas características de disparo.

Las curvas características muestran el comportamiento del disparador, por sobreintensidad cuando ha sido activado por una intensidad que circulaba antes del disparo. Si el disparo por sobreintensidad se produce inmediatamente tras la conexión, no estando activado el disparador por sobreintensidad, entonces el tiempo de apertura se prolonga, dependiendo del valor de la sobreintensidad, en aproximadamente de 3 a 10ms.

Para calcular el tiempo total de desconexión del interruptor, al tiempo de apertura mostrado será preciso añadir aproximadamente 15. ms de duración del arco.

Las curvas características y las zonas de tolerancia representadas son validas para temperaturas ambiente desde -5 hasta $+55$ °C.

Además el disparador también puede ser utilizado en condiciones de servicio desde -20 hasta $+70$ °C. Por lo tanto puede ser valida una franja de tolerancia amplia para aquellas temperaturas menores de -5 °C y por encima de $+55$ °C.

1.3.4.4 Selección de los interruptores.

En las tablas siguientes se muestra la selección de los contactores necesarios e interruptores automáticos para la realización de transferencias con distintos valores de carga.

La selección se ha hecho tomando en cuenta las características de los contactores e interruptores en lo referente a la capacidad de manejar corriente y características de automatización.

Tabla de Selección de Contactores e Interruptores para Transferencias Automáticas con Contactores.				
AMPERAJE (A)	CONTACTORES		INTERRUPTORES	
	3TF	SIRIUS	230V	480V
100	3TF5022	3RT1054	QJ23B125	FXD63B125
150	3TF5222	3RT1055	QJ23B150	FXD63B150
200	3TF5322	3RT1064	QJ23B200	FXD63B200
250	3TF5422	3RT1065	FXD63B250	FXD63B250
300	3TF5522	3RT1066	JXD23B300	JXD63B300
350	3TF5622	3RT1075	JXD23B350	JXD63B350
400	3TF5622	3RT1075	JXD23B400	JXD63B400
500	3TF6844	3RT1076	LXD63B500	LXD63B500
600				
800				
850				
1000				
1250				
1600				

Tabla 1.8 Selección de Contactores e Interruptores.

Tabla de Selección de Interruptores para Transferencias Automáticas Motorizadas.				
AMPERAJE (A)	INTERRUPTOR.			
	3VL	3WN	3WL	
100	100A			
150	160A			
200	(160-200)A			
250	(100-250)A			
300	(250-315)A			
350	(315-400)A			
400	(315-400)A			
500	(252-630)A			
600	(252-630)A	630A	630A	
800	(320-800)A	800A	800A	
850	(500-1250)A	1000A	1000A	
1000	(500-1250)A	1000A	1000A	
1250	(500-1250)A	1250A	1250A	
1600	(640-1600)A	1600A	1600A	

Tabla 1.9 Selección de Interruptores Automáticos.

1.4 Puesta a tierra.

Se explican las razones de poner a tierra haciendo distinción entre el aterrizaje del sistema y el aterrizaje del equipo. Se presentan y se ilustran las definiciones de los siguientes términos: tierra eléctrica, aterrizado o puesto a tierra, efectivamente aterrizado, conductor puesto a tierra, conductor de puesta a tierra de equipo, equipo de desconexión principal, conductor del electrodo de aterrizaje, puente de unión principal y sistema derivado separadamente. Estas definiciones son de acuerdo al NEC.

1.4.1 Justificación de las puestas a tierra

El NEC 100 (1999) define **tierra eléctrica** "ground" como una conexión, sea esta intencional o accidental, entre el circuito eléctrico y tierra (puesta a tierra del sistema) o entre el equipo y tierra (puesta a tierra del equipo), en caso de que la tierra no esté disponible, la unión es con algún otro elemento conductor que sustituya a la tierra (en el caso de un automóvil la "tierra" es el chasis). Conviene distinguir entre la puesta a tierra del sistema de alimentación y la puesta a tierra del equipo.

1.4.2 La puesta a tierra del sistema de alimentación eléctrica

Consiste en unir al sistema de electrodos uno de los conductores de la acometida o uno de los conductores que salen del secundario de un transformador; a este conductor se le conoce como conductor puesto a tierra. El puente de unión principal estabiliza la diferencia de potencial entre el sistema de alimentación y tierra. El conductor puesto a tierra tiene un voltaje cero o de unos cuantos voltios con respecto a tierra y esa es precisamente la función de la puesta a tierra del sistema de alimentación.

De acuerdo al NEC 250-2 (1999) los sistemas de alimentación se ponen a tierra para:

- a) Limitar los sobrevoltajes transitorios debidos a descargas atmosféricas, a maniobras con interruptores.

b) Para limitar los voltajes en caso de contacto accidental del sistema de alimentación con líneas de voltaje superior y para estabilizar el voltaje del sistema de alimentación con respecto a tierra.

1.4.3 Puesta a tierra de equipos.

Los materiales conductores (tuberías y gabinetes metálicos) que contienen conductores y equipo eléctrico se ponen a tierra para limitar el voltaje a tierra entre estos materiales (NEC 250-2 1999). Los conductores de puesta a tierra de equipo se unen al conductor puesto a tierra para proporcionar una trayectoria de baja impedancia a la corriente de falla, lo que facilitará la operación de las protecciones de sobrecorriente bajo condiciones de falla a tierra. La puesta a tierra de equipos tiene dos propósitos:

- Limitar el voltaje de los materiales metálicos no portadores de corriente con respecto a tierra.
- Que en caso de falla a tierra, se facilite la operación de la protección de sobrecorriente.

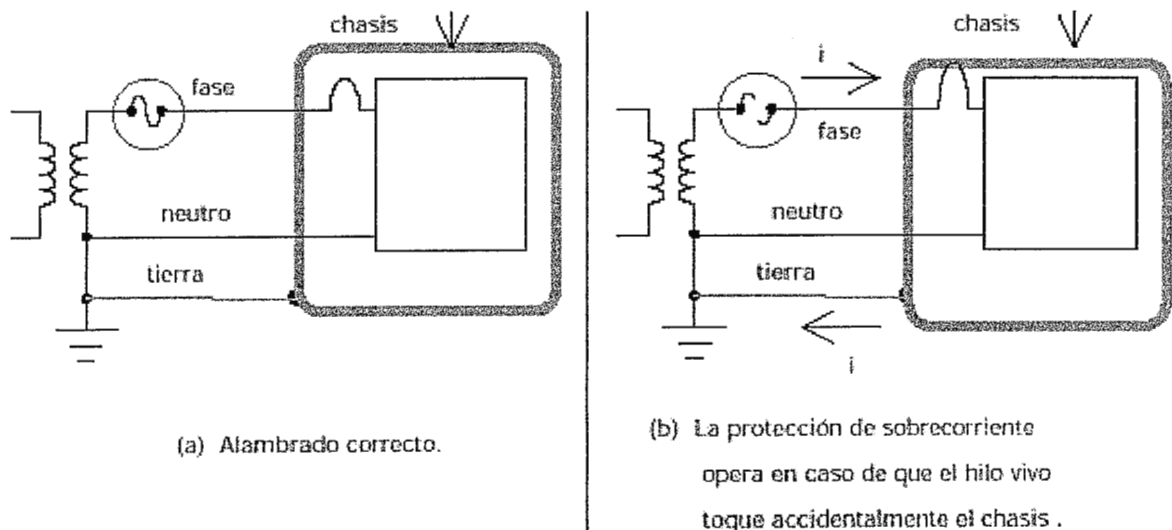
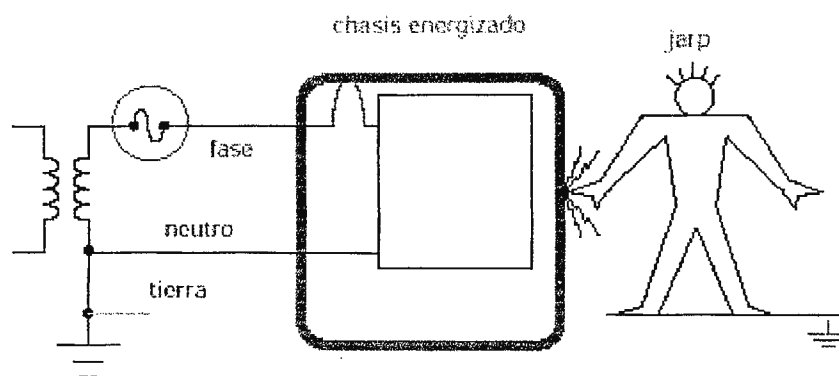


Figura 1.11 a) y b) ilustran un alambrado correcto y la forma en que opera la protección de sobrecorriente evitando que el chasis se ponga a un voltaje peligroso.



(c) La ausencia de la puesta a tierra de equipo es un peligro de electrocución

La figura 1.11 c) muestra la forma en que la falta de la puesta a tierra pone en riesgo la vida.

1.4.4 Definiciones importantes.

Tierra eléctrica ("ground"): Una conexión conductora, intencional o accidental, entre un circuito o equipo eléctrico y la Tierra ("earth") o un cuerpo conductor que sirve en lugar de ella. En el idioma inglés se tienen "ground" y "earth", mientras que en el español se tiene tierra, para evitar confusiones conviene emplear la expresión tierra eléctrica.

Puesto a tierra o aterrizado ("grounded"): Conectado a la Tierra o a algún cuerpo conductor que sirva en lugar de ella.

Efectivamente aterrizado ("effectively grounded"): Conectado intencionalmente a tierra por medio de conexiones de baja impedancia y con capacidad de corriente suficiente para prevenir la formación de sobrevoltajes transitorios que pudieran resultar en riesgos indebidos al equipo o a las personas.

Conductor puesto a tierra o conductor aterrizado ("grounded conductor"). Un conductor del sistema de alimentación eléctrica que intencionalmente se pone a tierra.

Conductor de puesta a tierra de equipo ("equipment grounding conductor"): Conductor que conecta las partes metálicas no destinadas a transportar corriente (carcasas, gabinetes, charolas y tuberías) con el conductor puesto a

tierra, con el conductor del electrodo de aterrizaje o con ambos en el equipo de desconexión principal o en la fuente de un sistema derivado separadamente.

Conductor del electrodo de aterrizaje ("grounding electrode conductor"): El conductor empleado para conectar el electrodo de puesta a tierra al conductor de puesta a tierra de equipo, al conductor puesto a tierra o a ambos en el equipo de desconexión principal o en la fuente de un sistema derivado separadamente.

Equipo de desconexión principal ("service equipment"): Equipo requerido para formar el control principal y medio de desconexión del suministro, usualmente consiste en un interruptor termomagnético o un interruptor de cuchillas y fusibles y sus accesorios, se localiza cerca del punto de entrada de los conductores de alimentación a un edificio.

Puente de Unión Principal ("main bonding jumper"): La unión o conexión del conductor puesto a tierra con el conductor de puesta a tierra en el equipo de desconexión principal.

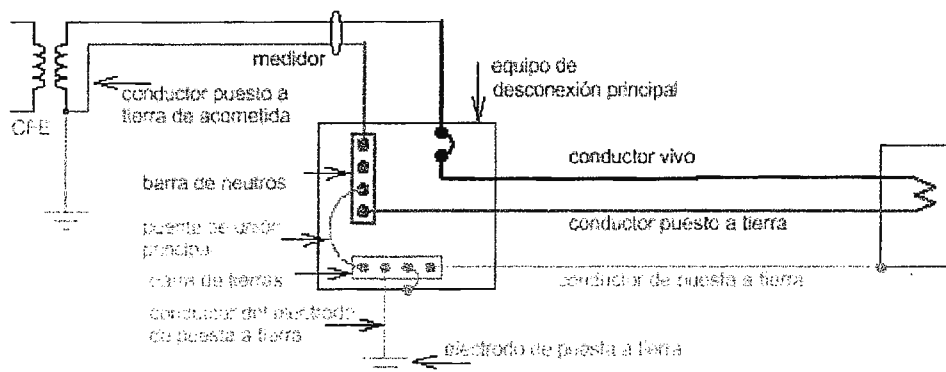


Figura 1.12 Ilustra las definiciones anteriores. Tanto el conductor vivo como el conductor neutro portan corriente cuando la carga es alimentada. Bajo condiciones normales de operación la corriente por el conductor de puesta a tierra, por el conductor del electrodo de aterrizaje y por el puente de unión principal es cero; solo hay corriente en estos conductores en presencia de falla a tierra.

Según el NEC 250-20 (1999) Circuitos de Corriente alterna y Sistemas a ser aterrizados, literal b) Sistemas de corrientes alterna de 50 Voltios a 1000 Voltios, Los

sistemas trifásicos de 4 hilos conectados en estrella, debe ser aterrizado su conductor de neutro si es usado como conductor dentro del circuito y en sistemas trifásico conectados en delta, en donde el tap central de uno de los devanados es usado como conductor dentro del circuito, este debe ser aterrizado, la fase que tiene mayor voltaje con respecto a este conductor debe ser identificada como "fase alta" y colocada dentro del tablero según normas. Estos dos casos se ilustran en las figuras 1.13

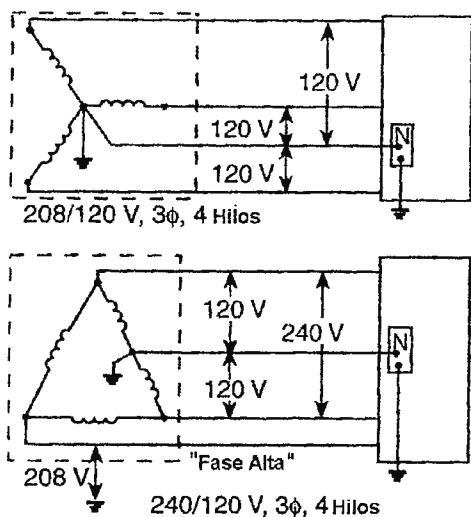


Figura 1.13. Sistemas típicos que requieren ser aterrizados según la Sección 250-20(b)(2) NEC.

1.4.4.1 Sistemas de entrega separados:

Dos fuentes comunes de entrega separados en una acometida son las subestaciones de transformadores y los generadores. Cuando en sistema de cuatro hilos se tiene un sistema de emergencia para que este entregue potencia en casos de emergencia, y el sistema es alimentado por medio de un sistema de transferencia de carga, si el conductor de neutro del generador no es desconectado por la transferencia y existe una conexión entre el neutro normal del sistema y el neutro del generador mediante un bus de neutro. Ya que el generador es aterrizado por medio del neutro normal del sistema no es necesario que el neutro del generador sea aterrizado separadamente y este no se considera un sistema de entrega separado, bajo estas circunstancias es

necesario aterrizar el gabinete del sistema de transferencia junto con la carcasa del generador, como se muestra en la figura 1.14 a). La figura 1.14 b) nos muestra un sistema de entrega separado en el cual la transferencia si desconecta al neutro por lo que si será necesario el aterrizado del generador.

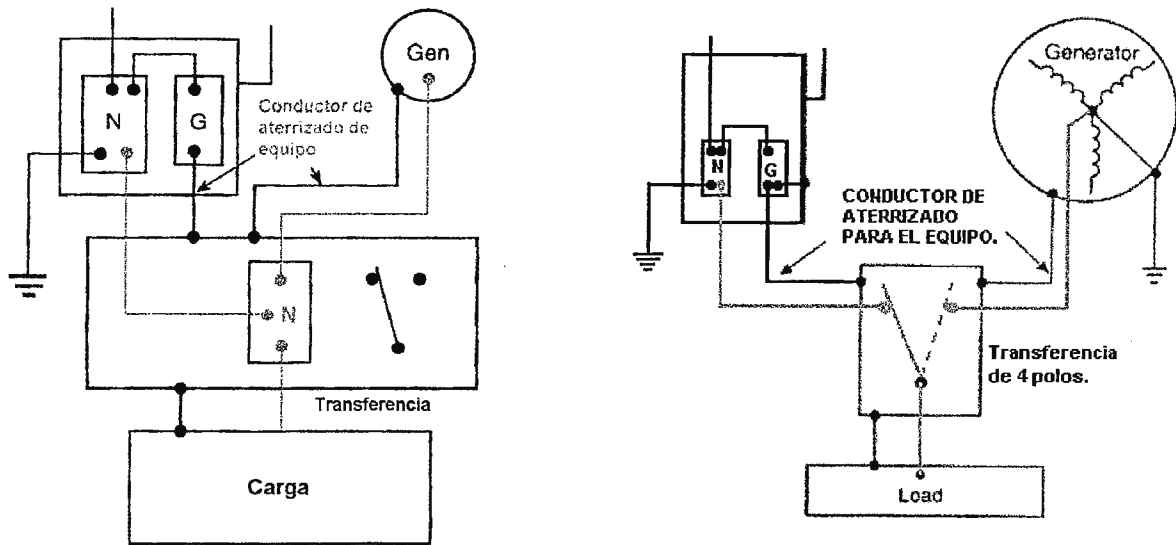


Figura 1.14 a) Sistema de entrega no separados; b) Sistemas de entrega separados.

Capítulo II. Barras colectores.

2.1 Barras Colectoras.

2.1.1 Sistemas de barras colectoras.

Los armarios o tableros principales tienen en la mayoría de los casos un sistema de cuatro barras colectoras con las tres correspondientes a las fases L1, L2, L3 ubicadas en forma escalonada en la parte superior del armario o en la parte posterior a media altura de la celda y la cuarta, la del conductor PE o PEN, colocada en la parte inferior del armario. En caso necesario en los sistemas de barras horizontales, así como en las barras verticales de campo o en las barras de los módulos enchufables, también podar montarse una quinta barra aislada correspondiente al conductor neutro.

2.1.2 Material utilizado en las barras colectoras.

En la actualidad, para las barras de los tableros se utiliza, por lo general, cobre electrolítico con una resistencia F03. El uso de aluminio y aluminio cubierto con cobre ahora solo tiene una importancia secundaria.

2.1.3 Identificación de las barras colectoras.

Las barras colectoras de las fases se identifican una vez por campo con tiras autoadhesivas resistentes al calor con la inscripción L1, L2, L3 y la barra de protección con un color amarillo verde.

2.2 Dimensionamiento y capacidad de las barras.

2.2.1 Capacidad de cargas de las barras colectoras.

Las especificaciones del fabricante para cada producto son las que, exclusivamente, determinan la capacidad de carga en servicio normal de las barras colectoras (corriente asignada o corriente asignada de servicio) o ante corrientes de cortocircuito (capacidad térmica y dinámica) de los armarios o tableros fabricados de acuerdo a la norma DIN EN 60 439, Parte 1 (VDE 0660, Parte 500.)

Los valores consignados en catálogos, hojas de datos u otras publicaciones fueron determinados por ensayos en campos de prueba o extrapolación, dentro del marco de los ensayos de tipo según las especificaciones de la VDE.

Corrientes nominales para las platinas según la norma DIN 43671 Y DIN 46433									
Secciones (mm)		Area	Peso neto	Instalaciones blindadas					
Normales	Especiales	mm ²	Kg/m	Sin pintura			Con pintura-negro opaco		
				x1	x2	x3	x1	x2	x3
	12x2	24.0	0.21	108	181	216	123	202	228
	15x2	29.5	0.26	128	212	247	148	240	261
	15x3	44.5	0.40	162	282	361	187	316	381
20x3	20x2	39.5	0.35	162	264	298	189	302	313
		59.5	0.53	204	348	431	237	394	454
20x10	20x5	99.1	0.88	274	500	690	319	560	728
		199.0	1.77	427	825	1180	497	924	1320
25x3	25x5	74.5	0.66	245	412	498	287	470	525
		124.0	1.11	327	586	795	384	652	839
30x5	30x3	89.5	0.80	285	476	564	337	544	593
		149.0	1.33	379	672	896	447	760	944
30x10		299.0	2.66	573	1060	1480	676	1200	1670
40x5	40x3	119.0	1.06	366	600	690	435	692	725
		199.0	1.77	482	836	1090	573	952	1140
40x10		399.0	3.55	715	1290	1770	850	1470	2000
50x10	50x5	249.0	2.22	583	994	1260	697	1140	1330
		499.0	4.44	852	1510	2040	1020	1720	2320
60x5		299.0	2.66	688	1150	1440	826	1330	1510
		599.0	5.33	985	1720	2300	1180	1960	2160
80x10	80x5	399.0	3.55	885	1450	1750	1070	1680	1830
		799.0	7.11	1240	2110	2790	1500	2410	3170
100x10	100x5	499.0	4.44	1080	1730	2050	1300	2010	2150
		999.0	8.89	1490	2480	3260	1810	2850	3720
		1200.0	10.70	1740	2866	3740	2110	3280	4270
		1600.0	14.20	2220	3590	4680	2700	4130	5360
	200x10	2000.0	17.80	2690	4310	5610	3290	4970	6430

Tabla 2.1 Capacidad de las barras de cobre.

En la tabla 2.1 se suministran los valores de las cargas admisibles para barras de cobre con una temperatura ambiente de 35° C y una temperatura de servicio de las barras de 65° C.

Las corrientes asignadas y de cortocircuito de las barras colectoras tienen diferentes valores según el tipo de armario o tablero y dependen de los factores siguientes.

- La posición de montaje en los armarios.
- La relación entre los distintos conductores.
- La sección del material utilizado para los conductores.
- La resistencia mecánica del material utilizado para los conductores.
- La distancia entre soportes.
- Las posibles influencias térmicas de los otros equipos eléctricos de servicio.

2.2.2 Sección de la barra de PE.

La barra PE, montada en forma conductiva con el bastidor se debe proyectar con la sección adecuada para derivar en forma segura las eventuales corrientes de cortocircuito que puedan producirse.

Las secciones de las barras de protección deben respetar, como mínimo, los valores indicados en la tabla 2.2 Para las conexiones de los conductores de protección internos tienen que aplicarse las indicaciones de la norma DIN EN 60 439, Parte 1 (VDE 0660, Parte 500.)

2.2.3 Sección de la barra de PEN.

Para la sección de la barra de PEN se tienen las misma premisas que para las barras de protección. Sin embargo, y dado el caso, deben tenerse en cuenta corrientes asimétricas mayores.

Consideraciones practicas demuestran que la barra de PEN debe tener una sección del orden del 25% de las barras de las fases. Cuando se utilizan rectificadores con limitación de la corriente en redes con puesta a tierra, deben usarse conductores de protección con una sección similar a la de los conductores de fase del secundario.

Area de barras o conductores de fase en mm ²	Area del conductor de PE	Area del conductor de PEN	Area del conductor de N
<10	Como la barra de fase	*	Como la barra de fase
>10<=16	Como la barra de fase	Los conductores PEN y N deben ser iguales, se recomienda calcular el conductor PEN como minimo con la misma seccion de PE teniendo en cuenta lo siguiente: Cuando la intensidad de la corriente en el conductor neutro puede llegar a ser muy elevada, se puede llegar a necesitar un conductor N y tambien PEN con la misma capacidad de un conductor de fase.	
>16<=35	minimo 16mm ²		
>35<=400	minimo 1/2 del conductor de fase		
>400<=800	minimo 200mm ²		
>800	minimo 1/4 del conductor de fase.		

Tabla 2.2 Sección de las barras de protección.

2.3 Factores de Reducción que influyen sobre las barras colectoras.

Existen varios factores k que influyen en la capacidad de carga de las barras de cobre. Entre algunos de estos factores k tenemos: la temperatura a la que están sometidas las barras, arreglos de barras en paralelo, longitud de la barra, etc.

Factor k_1 , el cual es usado en barrajes de cobre que difieren de la conductividad de $56\text{m}/\Omega \text{ mm}^2$.

Factor k_2 , este factor es necesario para determinar las dimensiones de las barras de cobre para otra temperatura ambiente y otra temperatura de servicio.

Este factor k_2 se toma de la figura 2.1

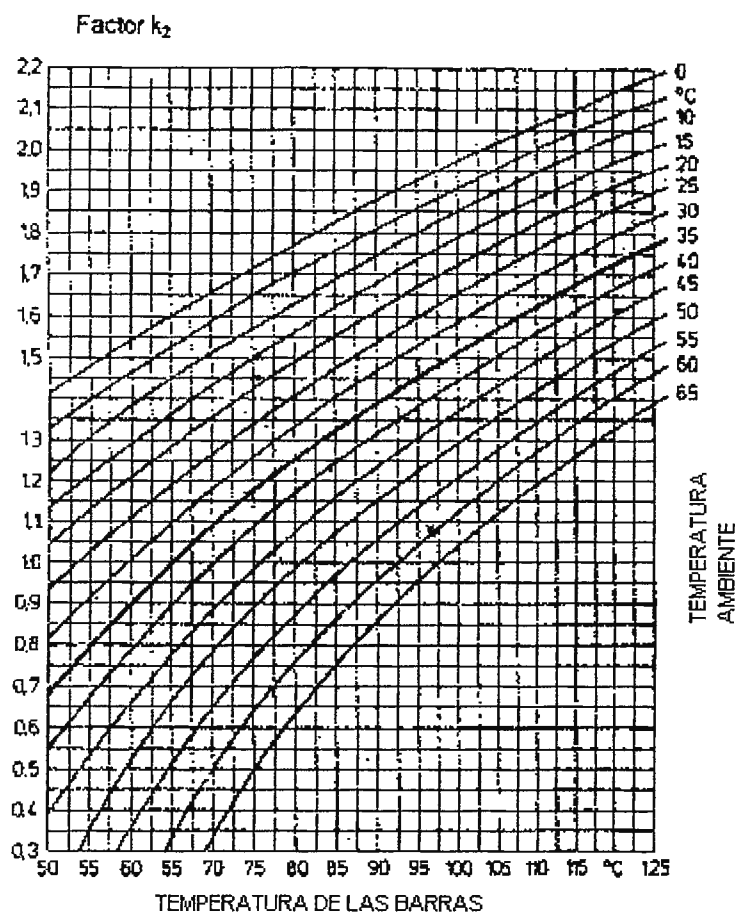


Figura 2.1 Factor K_2 de reducción.

Ejemplo: Se desea conocer la capacidad de las barras de las fases para una sección de 80X10mm a una temperatura ambiente de 40° C y una temperatura de las barras de 70° C.

Procedimiento: De la tabla 2.1 para la barra de 80X10mm tenemos una capacidad de carga de 1240 Amperios. De la grafica mostrada en la figura 2.1 podemos tomar el valor de k_2 correspondiente a una temperatura ambiente de 40° C y una

temperatura de las barras de 70° C. Para este caso el factor k2 es 0.9, la capacidad de las barras se reduce a: $1240 \times 0.98 = 1215.2$ Amperios.

Factor k3, este factor regula la máxima corriente para arreglos horizontales de sistemas de barras o para arreglos verticales mayores de 2 mts de longitud.



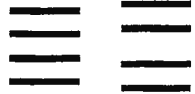
Cantidad de barras	Ancho de barras. mm	Factor k3 para barras	
		pintadas	sin pintar
2 	50 bis 200	0.85	0.8
3 	50 bis 80	0.85	0.8
	100 bis 120	0.8	0.75
4 	160	0.75	0.7
	200	0.7	0.65

Tabla 2.3 Factor de Reducción K3.

Para el cálculo del factor k3, se busca en la tabla 2.3 según el arreglo de barras que se tenga y en ancho de las mismas. El factor se toma de las columnas 3 y 4 para barras pintadas y sin pintar respectivamente.

Factor k4 regula una adicional reducción de la máxima posible corriente del sistema de barras según la distancia que hay entre fase y fase.

Para el cálculo de este factor existen 3 casos:

1. Sistema trifásico con n barras, cada fase y espesor de la misma en dirección de la distancia de fase a fase.
Sistema simple con n =2 barras, con el espesor de la barra perpendicular a la distancia de fase a fase.
2. Factor k4 para S = 5 mm de espesor.
3. Factor k4 para S = 10 mm de espesor.

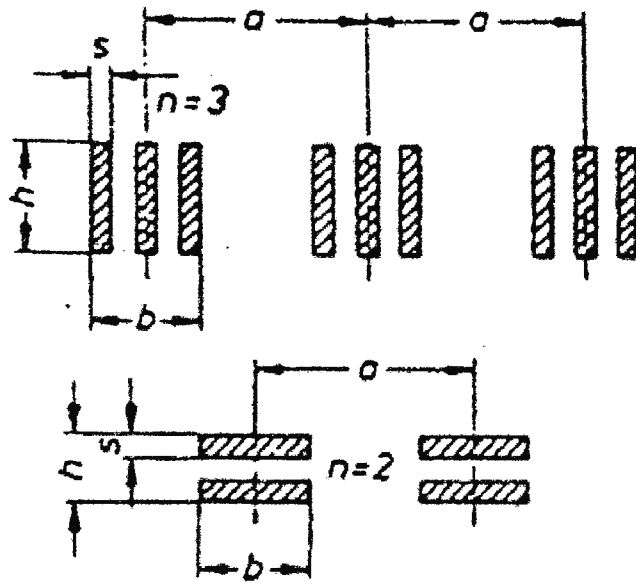


Figura 2.2 Factor de reducción K_4 .

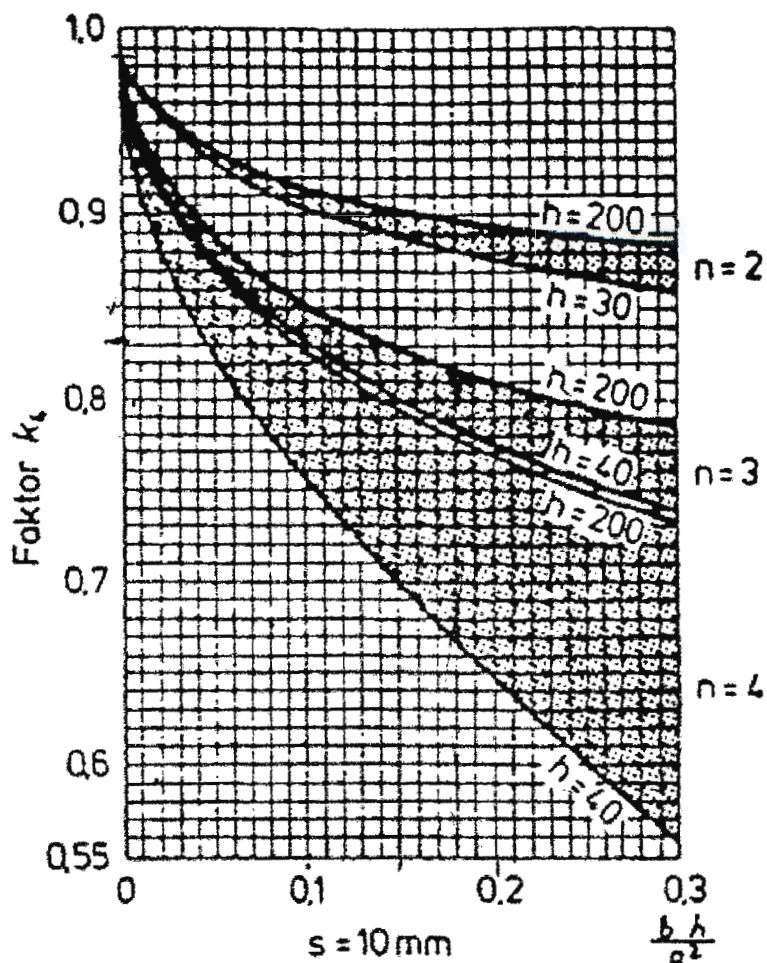


Figura 2.3 Factor de reducción k_4 para $S = 10 \text{ mm}$

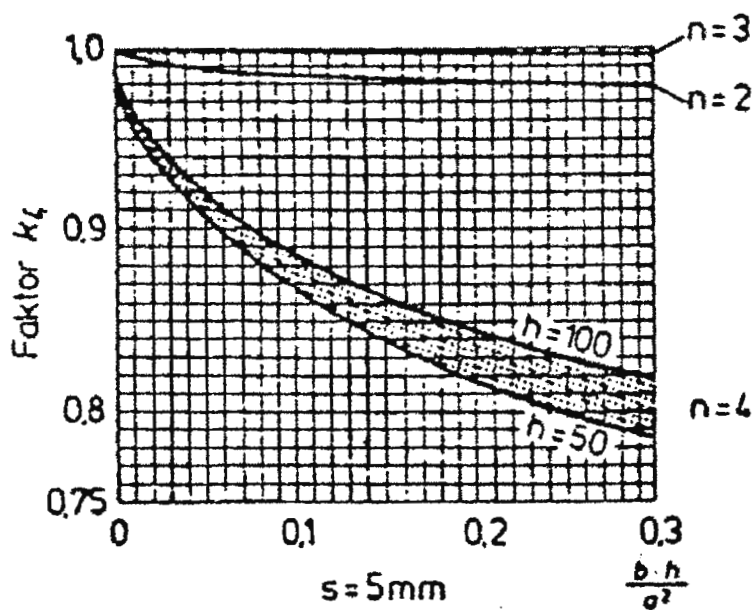


Figura 2.4 Factor de reducción k_4 para $S = 5 \text{ mm}$.

Para el cálculo del factor k_4 , es necesario utilizar la figura 2.2, 2.3 y 2.4

El cálculo se realiza de la siguiente forma:

Según el arreglo que se tenga se toma de referencia a figura 2.2, de la cual se toman los datos siguientes: **a, b, h, n y s.**

Donde:

a = distancia de centro a centro del arreglo de las barras.

b = distancia total del arreglo de barras para una fase.

h = altura de la barra.

n = número de barras por fase.

s = espesor de la barra.

Con los datos obtenidos se calcula la siguiente fórmula:

$$b.h/a^2$$

El valor obtenido de esta fórmula se busca en cualquiera de las gráficas de la figura 2.3 y 2.4 según sea el espesor de la barra y el número de barras, hallando así el factor k_4 .

Factor k_5 , este reduce la máxima corriente en concordancia con la altura sobre 1000 mts.

altura (m)	Factor k_5	
	interior	exterior (3)
1000	1.00	0.98
2000	0.99	0.94
3000	0.96	0.89
4000	0.90	0.83

Tabla 2.4 Factor de reducción k_5

2.4 Montaje de las barras Colectoras.

El montaje de las barras colectoras es de vital importancia a la hora de armar un tablero de distribución o de cualquier otra índole, ya que de un montaje seguro y normado de las barras depende la seguridad y funcionamiento del tablero.

El montaje correcto de las barras de cobre dentro de un tablero, debe garantizar la seguridad del usuario así como la del equipo mismo.

Algunos de los criterios básicos que se deben tomar en cuenta a la hora de montar las barras colectoras son los siguientes:

- No deben estar expuestas directamente al contacto directo. Si esto sucede se deben utilizar frentes muertos de materiales aislantes para proteger contra el contacto directo.
- Debe existir una separación mínima entre barra y barra equivalente al ancho de una barra.
- A la hora de montar las barras sobre los gabinetes o armarios deben utilizarse aisladores que cumplan niveles de aislamiento adecuados y esfuerzos mecánicos.
- Cuando se montan arreglos de barras colectoras deben tomarse en cuenta los factores de reducción correspondientes, para garantizar que el arreglo de barras cumpla con los niveles de carga a manejar.

2.4.1 Aisladores y Porta barras.

Los aisladores y porta barras para montaje de las barras colectoras sirven para garantizar que no exista un contacto directo de las barras colectoras con las partes mecánicas del tablero. Los aisladores deben ser capaces de soportar esfuerzos de tensión de menor magnitud.

En la actualidad existen varias marcas de aisladores y porta barras que están en el mercado y que proporcionan los niveles de aislamiento bajo norma. Entre algunas de estas marcas tenemos: Matrimol, Isola, Ricolit, etc.

En las tablas 2.5 y tabla 2.6 se muestran las distintas características para los aisladores y porta barras Matrimol.

Referencia	Voltaje de Trabajo (KV)	Altura (mm)	Distancia de fuga (mm)	Tensión aplicada en seco durante 1 minuto (KV)	BIL (KV)	Torque de apriete de rotura (N-m)	Peso (g)
T-25 M	0.6	25	26	10			15
T-31M	2	40	56	20	40	27	55
T-50 M	2	60	83	20	50	54	150
T-55 M	2	55	73	20	50	81	160
T-40 M	2	40	46	20	40	27	47
T-35 M	0.6	35	39	10		40	123
T-45 M	2	50	50	20	40	81	120
T-35 L	0.6	35	34	10		40	83
T-51 M	2	51	58	20	40	40	135
T-44 M	0.6	44	45	20	40	81	275
T-35 PT 2/3"	0.6	35	39	10		40	123
T-35 PT 1/2"	0.6	35	39	10		40	123

Tabla 2.5 Características de los aisladores Matrimol.

Referencia	Voltaje de Trabajo (KV)	Distancia de fuga (mm)	Peso (g)
TF-C	600	36	30
Tripolar	600	25	210
Portabarras M1	600	25	350
Portabarras M2	600	22	213
Portabarras M3	600	16	150
Conector Monopolar 250 Amp	600	-	900
Conector Tripolar 195 Amp	600	17	550
Bloque Distribucion 125 Amp	600	20	106
Bloque Distribucion 400 Amp	600	25	430
Peine Monofásico para barras de 5 mm de espesor (Hasta 4 barras/fase)	600	25	15

Tabla 2.6 Características de los porta barras Matrimol.

En las figuras siguientes se muestran algunos de los aisladores y porta barras mas utilizados en el montaje de barras.

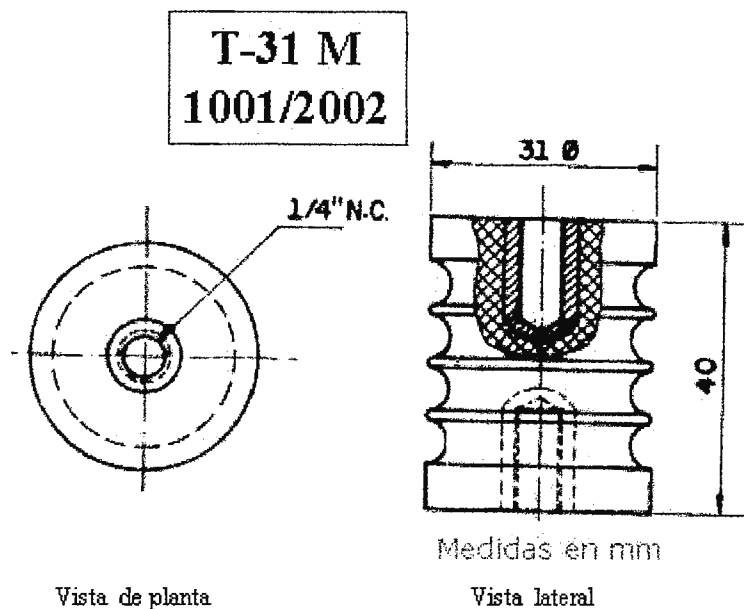


Figura 2.5. Aislador T-31 para montaje de barras de hasta 30x10mm.

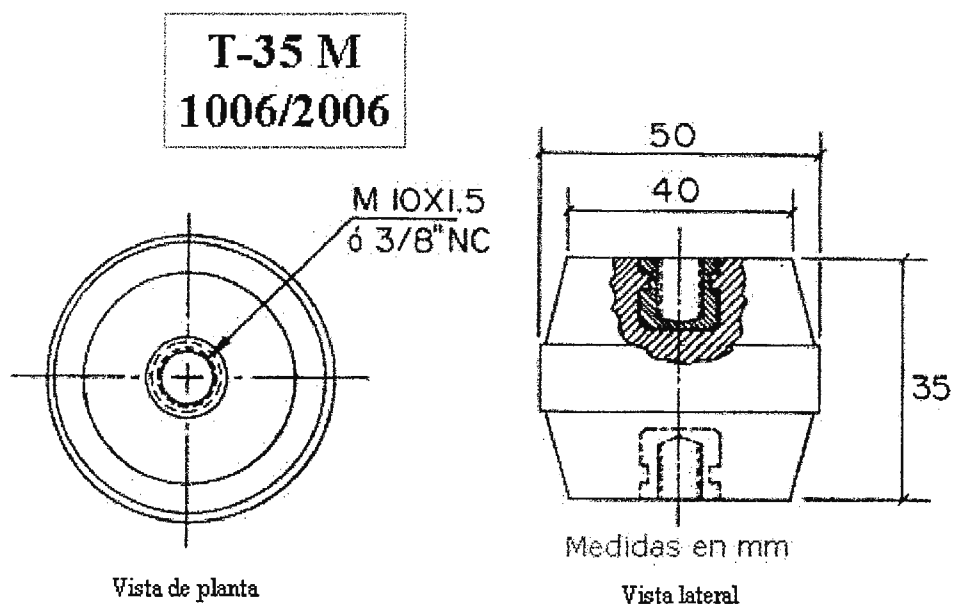


Figura 2.6 Aislador T-35 para montaje

de barras de hasta 40x10mm

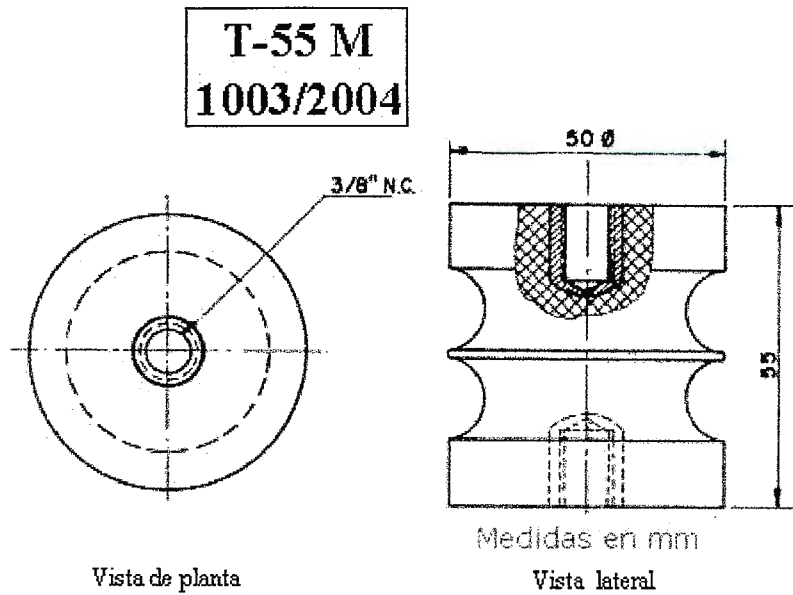


Figura 2.7 Aislador T-55 para montaje de barras de hasta 80x10mm

Portabarras M2 1054

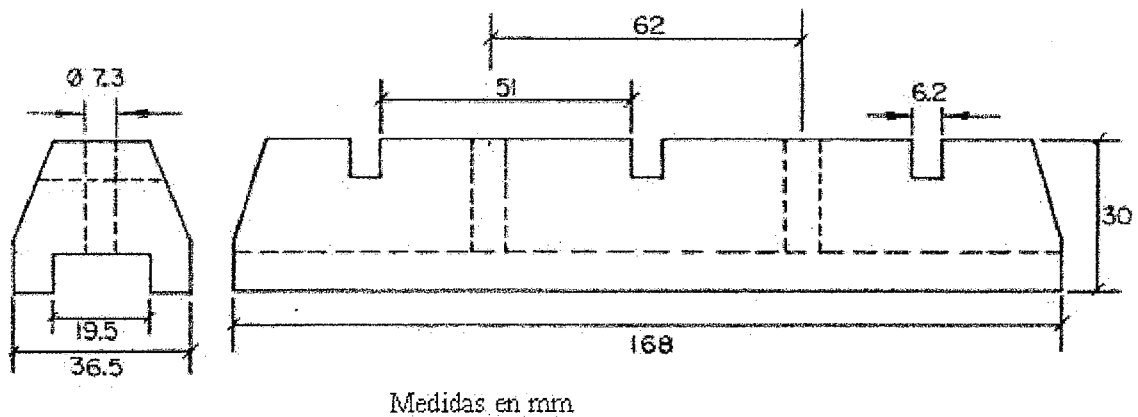


Figura 2.8 Porta barras tipo M2.

2.4.2 Ubicación y montaje de las barras colectoras de fases.

La ubicación de las barras dentro del tablero, es de gran importancia ya que de ella depende la accesibilidad a la hora de cablear y también la seguridad.

La seguridad es de gran importancia ya que las barras no deben de quedar expuestas al contacto directo del usuario.

Una de las formas más comunes de montar las barras dentro de un tablero es que estas se ubiquen en la parte superior interna del tablero, sobre sus respectivos aisladores y en el orden siguiente, L1, L2, L3 de abajo hacia arriba respectivamente. Esta forma de montar las barras solo se logra realizar con barras hasta 80x10mm.

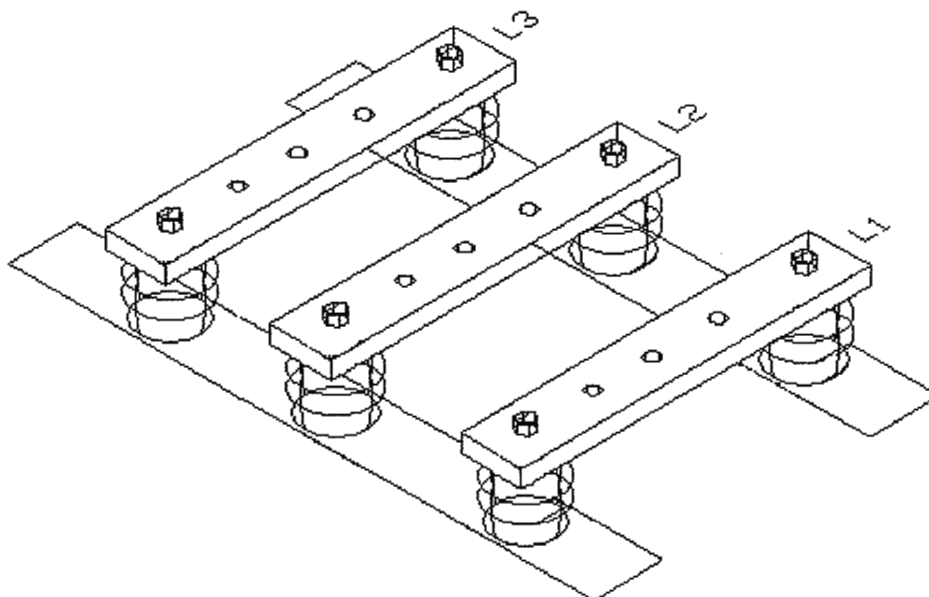


Figura 2.9 Forma de montar las barras sobre aisladores.

Otra forma de montar las barras, es colocarlas sobre un porta barras en la parte superior interna en el orden siguiente: L1, L2, L3 de adelante hacia tras respectivamente. En la figura 2.10 se muestra un sistema de barras simples montadas sobre un porta barras P3860.

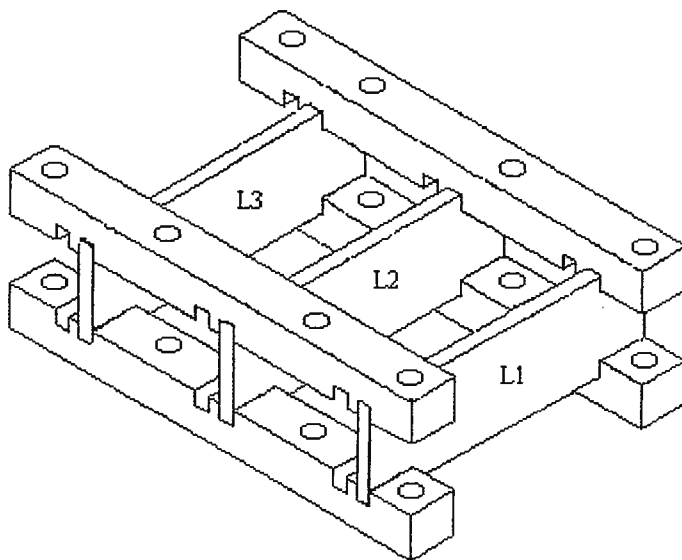


Figura 2.10 Montaje de barras sobre porta barras P3860

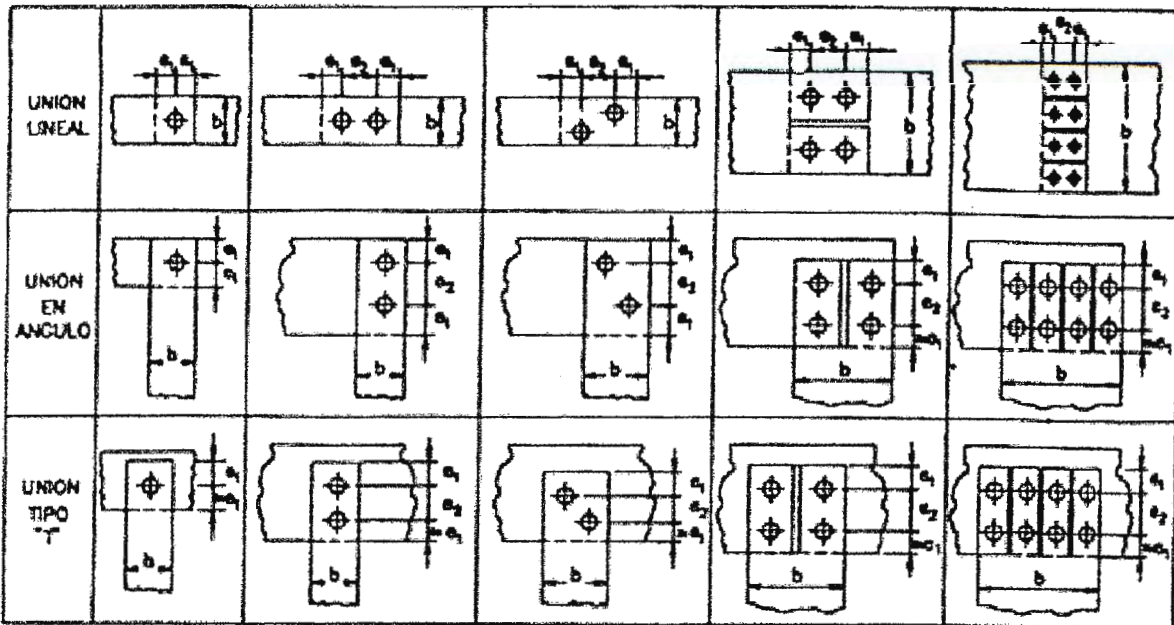
2.4.3 Montaje de las barras de PE, N y PEN.

Las barras de protección o polarización, pueden ser ubicadas en la parte posterior inferior del tablero o simplemente en la parte inferior de este, siempre y cuando no interrumpa la entrada de los cables de acometida.

Estas barras pueden montarse en aisladores o simplemente sobre el chasis del tablero, según el tipo de barras que sea. Cuando se montan barras de PE sobre el chasis del tablero debe garantizarse que exista un buen contacto entre la barra y el chasis de este.

2.4.4 Perforación de las barras de cobre y su forma de atornillar.

Según la norma DIN 43 673 en las tablas siguientes se presenta la forma de perforar las barras de cobre y su forma de atornillar.



En los finales y acople entre barras de cobre se permiten perforaciones tipo ojo chino.

		ANCHO DE LAS BARRAS DE COBRE														
		12 hasta 50			25 hasta 60			60			80 hasta 120			160 hasta 200		
Norm	b	1			2			3			4			8		
PERFORACIONES																
	Ancho barra b	d	e1	d	e1	e2	e1	e2	e3	e1	e2	e3	e1	e2	e3	
	12	5.5	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	15	6.6	7.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	20	9	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	25	11	12.5	11	12.5	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	30	11	15	11	15	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	40	13.5	20	13.5	20	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	50	13.5	25	13.5	20	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	60	-	-	13.5	20	40	17	26	26	-	-	-	-	-	-	
	80	-	-	-	-	-	-	-	-	20	40	40	-	-	-	
	100	-	-	-	-	-	-	-	-	20	40	50	-	-	-	
	120	-	-	-	-	-	-	-	-	20	40	60	-	-	-	
160	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	40	40		
200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	40	50		

1) Descripción del 1 al 4 y 6 según DIN 46 206 parte 2 para conexiones planas.

2) A partir de un ancho de barras de 120 mm se requiere un corte al final de las barras según dibujo 4y 6.

Figura 2.11 Forma de perforar de las barras de cobre.

2.4.5 Apriete de pernos en uniones de barras de cobre.

El apriete correcto de las roscas en uniones de barras de cobre, es de gran importancia a la hora del montaje de las barras; ya que de este apriete depende el mejor contacto posible entre la unión de las barras.

El no dar apriete correcto a las uniones de las barras, puede causar un falso contacto que desencadena una serie de efectos como son: calentamiento, quema de las barras y equipos, etc.

Apriete de Roscas en uniones de barras de cobre		
Perno	Torque N-M	Torque Lb-Pie
M5	5	4
M6	8	6
M8	20	15
M10	40	29
M12	70	52

Tabla 2.7 Apriete de roscas en uniones de barras.

Capítulo III. Armarios o gabinetes.

3.1 Armarios o Gabinetes.

Gabinete: es un recinto o recipiente, que rodea o aloja un equipo eléctrico, con el fin de protegerlo contra las condiciones extremas y con objeto de prevenir a las personas de contacto con partes vivas.

El gabinete o tablero principal se alimenta directamente por un transformador o por un grupo electrógeno por cada sección de barras colectoras. Los distribuidores para motores, iluminación, calefacción, etc., pertenecen a los distribuidores secundarios.

Los gabinetes o tableros principales y las distribuciones secundarias pueden dividirse a su vez en distribuidores radiales y distribuidores lineales.

3.1.1 Distribuidor radial.

Se denomina distribuidor radial a los gabinetes que desde un punto central distribuyen la energía eléctrica a partir de cables y líneas en forma radial a los consumidores alejados. Los aparatos de maniobra, protección y medida necesarios se encuentran centralizados en el gabinete o tablero de maniobra o bien en el distribuidor.

3.1.2 Distribuidor lineal.

Mediante los distribuidores lineales se transporta la energía eléctrica a través de distancias mayores, con barras de cobre encapsuladas hasta la proximidad inmediata de los consumidores.

3.1.3 Formas constructivas.

Disposición y normas.

Las normas y disposiciones EN 60 439 Parte 1 (VDE 0660 Parte 500)/04.94, "Combinaciones de aparatos de maniobra de baja tensión-combinaciones homologadas y parcialmente homologadas" constituyen la base para el desarrollo, la fabricación y el ensayo de los gabinetes o tableros de maniobra y distribuidores que los fabricantes construyen bajo su propia responsabilidad.

Estas normas y disposiciones describen diferentes formas constructivas y contienen directivas para su instalación.

3.1.3.1 Forma constructiva abierta.

En la forma constructiva abierta las partes que en servicio están bajo tensión, tales como barras colectoras principales, las barras de distribución, los aparatos de maniobra, los bornes y los cables quedan accesibles al contacto directo desde todas las direcciones, porque el bastidor donde se montan los aparatos no dispone de ninguna cubierta.

Estos tableros solo pueden instalarse en lugares cerrados de uso exclusivo para equipo eléctrico.

3.1.3.2 Forma constructiva con cubierta frontal.

A diferencia de la forma constructiva abierta, las de cubierta frontal tienen en el frente una protección contra contacto directo de las partes que en servicio conducen tensión. Sin embargo los otros lados no tienen protección, y por lo tanto, es posible que se produzca un contacto accidental con las partes que se hallan bajo tensión.

3.1.3.3 Forma constructiva cerrada.

En la forma constructiva cerrada todos los lados tienen una cubierta de forma tal que se impide el contacto con las partes que en servicio normal conducen tensión (clase de protección mínima IP2X.)

Se admite su instalación en recintos de acceso general. En la mayoría de los casos los tableros de forma cerrada tienen casi una altura que supera los 1000mm (altura normalizada 2200mm) y están formados por varios armarios. Hasta cuatro armarios constituyen una unidad de transporte.

En la actualidad, la forma constructiva que más se utiliza es la cerrada, porque entre todas las formas constructivas ofrece características óptimas para el usuario desde el punto de vista de la protección de las personas y de los equipos.

Existen otras formas constructivas que como es la de **Módulos extraíbles**, la cual se conforma por una serie de equipos que forman una sola unidad funcional.

También existe la forma constructiva de **cajas**, que esta formado por una serie de cajas individuales de material aislante o chapa de acero.

3.2 Criterios de selección.

La forma constructiva y las dimensiones de una combinación de aparatos de maniobra se determinan, en primer lugar, sobre las base de las corrientes asignadas de la alimentación y de las barras colectoras.

Las combinaciones de aparatos de maniobra se subdividen en armarios o tableros de maniobra y sistemas de distribución.

3.2.1 Armarios o tableros de maniobra.

En lo esencial, los armarios o tableros de maniobra se caracterizan por los aspectos siguientes:

- Elevada capacidad de conducción de corriente de los equipos eléctricos, hasta 6300A
- Elevada resistencia o estabilidad ante cortocircuitos, hasta 220KA valor de cresta.
- Clase de protección de los armarios, desde IP 20 hasta IP 54
- Chapa de acero como material de cerramiento.
- Altura de 2200 mm.
- Posibilidad de montaje de los aparatos fijo, módulos retirables o en módulos extraíbles.

3.2.2 Sistemas de distribución.

Los sistemas de distribución tienen las características siguientes:

- Corriente asignada de los equipos eléctricos incorporados de hasta unos 2000A.
- Una resistencia o estabilidad ante cortocircuitos de hasta 80 KA valor de cresta.
- Clase de protección de hasta IP 65

- Diferentes materiales de cerramiento (por ejemplo material aislante o chapa de acero.)
- Altura de las cajas individuales por lo general, <1000 mm.
- El montaje de los aparatos se hace casi siempre en forma fija.

3.2.3 Materiales de armarios o cubiertas.

En determinadas ejecuciones de los sistemas de distribución (para corrientes asignadas de hasta 1250A), existe la posibilidad de elegir entre cerramientos metálicos y de material aislante.

Cerramientos de material aislante.

Los cerramientos de material aislante ofrecen una gran resistencia a la corrosión y una mayor protección contra el contacto.

Cerramientos metálicos.

En esta ejecución, los cerramientos o cubiertas, así como las partes portantes de la estructura, son de metal.

Todas las partes metálicas de armarios o tableros y en los distribuidores correspondientes, están protegidas contra la corrosión mediante un tratamiento protector superficial de alta calidad.

La superficie de la mayor parte de los cerramientos de los armarios o tableros de maniobra esta cubierta de una pintura epoxi en polvo, duradera y extremadamente resistente a los daños mecánicos.

3.2.4 Montaje, accesibilidad, vías de acceso.

Para que en todos los casos se pueda elegir una forma constructiva rentable para una instalación de maniobra o un distribuidor, se deberían verificar en la planta del operador las condiciones de montaje y de accesibilidad, así como controlar las posibilidades de entrada y comparar los diferentes sistemas, antes de comenzar con la construcción, y tomar una decisión cuando se tenga un panorama complejo.

Se deberán determinar los criterios siguientes:

Lugar de montaje.

- Locales de servicio con acceso general.
- Locales de servicio para equipos eléctricos.
- Locales cerrados de servicio para equipos eléctricos.

Tipo de montaje.

- Sobre el piso, adosado en la pared.
- Sobre el piso, independiente dentro del local.
- Fijación adosado en la pared, en un conducto montante o en un nicho del muro.
- Suspendido del techo.
- Fijo sobre un bastidor de soporte.

Tipo de accesibilidad.

- Operación por uno o dos lados.
- Trabajos de conexión de cables y de modificaciones.
- Trabajos de revisión en las barras colectoras, montaje superior de las barras o por la parte posterior.

Dimensiones dadas de la instalación.

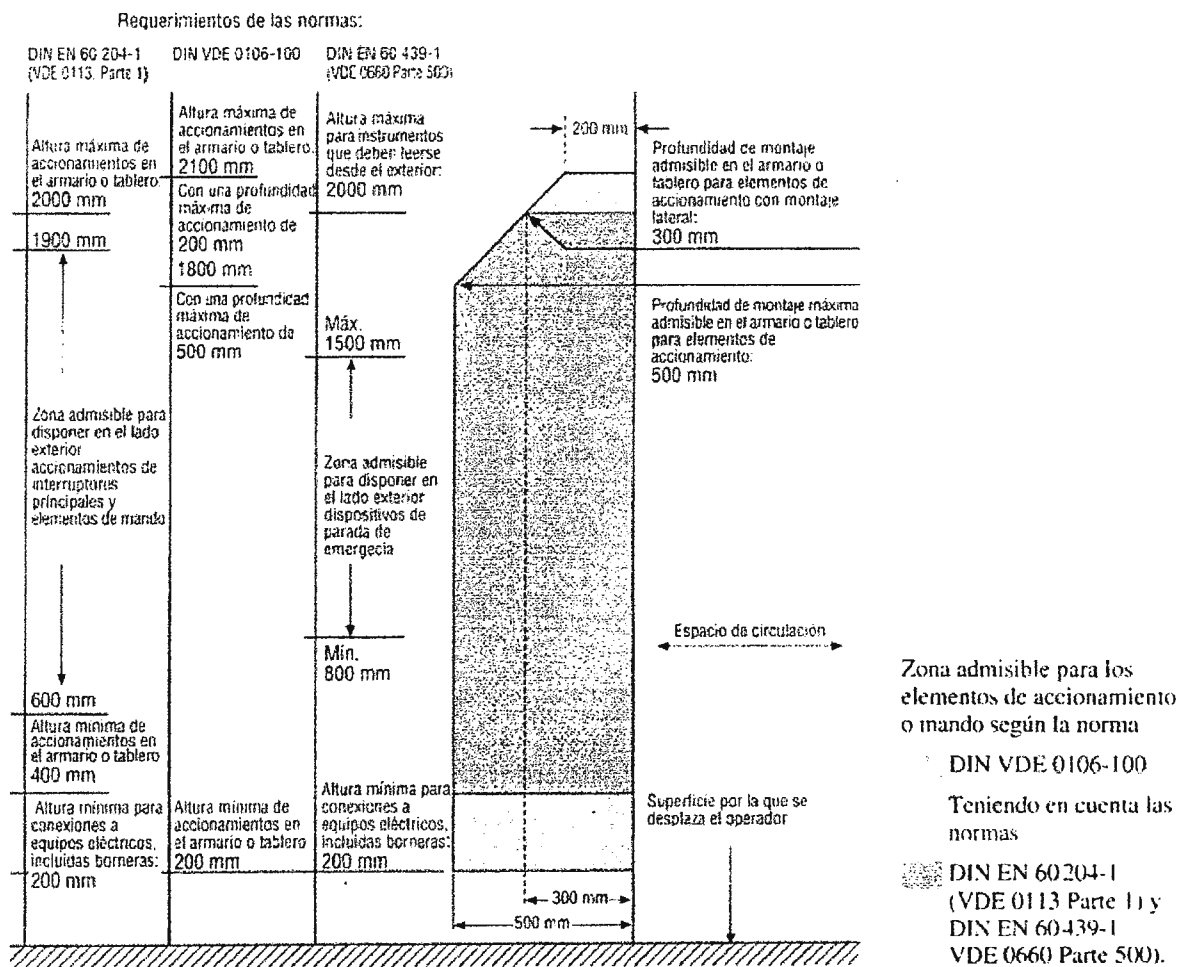
- Altura, ancho y profundidad.

Vías de acceso.

- Altura y ancho de las puertas de entrada.
- Dimensiones de ascensores y/o montacargas.

3.3 Distribución de dispositivos dentro de un gabinete, distancias mínimas.

La figura 3.1 nos muestra las alturas máximas y mínimas a las cuales deberán ser colocados los diferentes dispositivos dentro de un gabinete o armario según las normas DIN VDE 0106-100 y DIN VDE 0660 parte 500, entre las principales cosas que se encuentran en esta grafica son por ejemplo la altura máxima y mínima de los dispositivos de accionamiento de emergencia, mínima altura de borneras para conexión de equipo eléctrico, profundidades de montaje de accionamientos.



Fuente: Manual de baja tensión, Siemens.

Figura 3.1 Disposición admisible de los elementos de mando de acuerdo con la norma DIN VDE 0106-100.

3.4 Clases de protección contra condiciones climáticas y contra contacto no deseado de partes energizadas.

Las clases de protección IP podrían denominarse "Clases de protección para el servicio", porque su función es, por una parte, garantizar la seguridad del personal de servicio contra contactos accidentales con partes bajo tensión, y por la otra, proteger los dispositivos de servicio incorporados contra polvo y agua, en tanto la incidencia de los elementos proviene de los procesos técnicos o de trabajo.

Estas clases se caracterizan por dos letras IP (International Protection) invariables y dos números que definen los grados de protección. En la tabla 3.2 se suministra un resumen y descripción correspondiente a los números. La primera cifra indica la protección contra contactos accidentales directos de partes peligrosas y entrada de cuerpos sólidos extraños, y la segunda, la protección contra entrada de agua.

La tabla 3.1 proporciona una referencia cruzada de números tipos de gabinete NEMA a designaciones de clasificación de gabinetes IEC.

Referencia Cruzada (Aproximado) NEMA, UL, CSA, vs. Tipo de Gabinete IEC (IP)
(No puede ser utilizada esta tabla para convertir clasificaciones IEC a números tipo NEMA)

Clasificación de Consola	IP23	IP30	IP32	IP55	IP64	IP65	IP66	IP67
Tipo 1	*							
Tipo 2		*						
Tipo 3			*					
Tipo 3R				*				
Tipo 3S					*			
Tipo 4							*	
Tipo 4X							*	
Tipo 6								*
Tipo 12				*				
Tipo 13						*		

IEC 529 no tiene equivalente en gabinetes NEMA tipos 7, 8, 9, 10, o 11
* Indica cumplimiento

Fuente: <http://www.hoffman.com>

Tabla 3.1 Referencia cruzada entre Protecciones IP y NEMA.




Protección Contra Contacto y Cuerpos Extraños		Protección		Protección contra agua	
Contacto	Cuerpos Extraños	Primera figura IP	Segunda figura IP		
Sin protección	Sin protección	0	0	Sin protección	
Con áreas importantes del cuerpo (reverso de la mano)	Cuerpos extraños grandes, de diámetro mayor que los 50 mm	1	1	Gotas de agua cayendo verticalmente	
Con el dedo	Cuerpos extraños de mediano tamaño, diámetro mayor que 12 mm	2	2	Gotas de agua cayendo a 15 grados de la vertical	
Con herramientas y cables, diámetro mayor que 2,5 mm	Cuerpos extraños pequeños, diámetro mayor que 2,5 mm	3	3	Agua en spray cayendo a 60 grados de la vertical	
Con herramientas y cables, diámetro mayor que 1 mm	Cuerpos extraños redondos, diámetro mayor que 1mm	4	4	Agua proyectada desde todas las direcciones	
Protección completa	Depósitos de polvo	5	5	Jets de agua	
Protección completa	Entrada de polvo	6	6	Flujo de agua importante	
La clasificación IP se muestra en dos Figuras. Ejemplo: IP21				7	Inmersión de corto plazo
La primera figura indica: Protección contra el contacto de dedos o cuerpos sólidos con diámetro mayor que los 12 mm.		2			
La segunda figura indica: El equipo está protegido contra gotas de agua cayendo en forma vertical.			1		
IP		2	1	8	Inmersión

Fuente: <http://www.hoffman.com>

Tabla 3.2 Clase de protección IP.

3.4.1 Clasificaciones NEMA, UL, y CSA

En Norte América NEMA, UL, y CSA son organizaciones comúnmente reconocidas. Sus clasificaciones se basan en descripciones de aplicación y eficiencia esperada similares. UL y CSA ambas requieren ensayos de gabinetes en un laboratorio calificado. Ellas envían inspectores al sitio para asegurar se adhiere a los métodos de fabricación prescritos y a las especificaciones del material. Nema por otro lado, no requiere ensayo independiente y deja su cumplimiento librado completamente al fabricante. En la tabla 3.3 se suministra un resumen de dichas normas.

Clasificación de Gabinetes Ubicación sin Peligro			
Clasificación de Gabinetes	 NEMA National Electrical Manufacturers Association (NEMA Standard 250) and Electrical and Electronic Mfg. Association of Canada (EEMAC)	 UL Underwriters Laboratories Inc. (UL 50 and UL 508)	 CSA Canadian Standards Association (Standard C22.2 No. 94)
Tipo 1	Gabinete destinada al uso en interiores, permanentemente para proporcionar algún grado de protección contra el contacto con el equipo contenido o ubicaciones donde condiciones de operación usual no existen.	Uso en interiores permanentemente para proporcionar protección contra contacto con el equipo contenido, y contra una cantidad limitada de suciedad cayendo.	Uso en interiores general. Protección contra choques accidentales con partes vivas.
Tipo 2	Gabinete destinadas al uso en interiores permanentemente para proporcionar un grado de protección contra condiciones limitadas de agua y suciedad cayendo.	Para uso en interiores, para proporcionar un grado de protección contra cantidades limitadas de agua y suciedad cayendo.	Para uso en interiores para proporcionar un grado de protección contra golpes y superficies livere de líquidos no-corrosivos y de suciedad cayendo.
Tipo 3	Gabinete destinadas al uso a la intemperie permanentemente para proporcionar un grado de protección contra polvo asociado por el viento, lluvia, lluvia helada, o nieve por la formación de hielo en el gabinete.	Para uso a la intemperie para proporcionar un grado de protección contra polvo suspendido por el viento y lluvia espesas, por el viento, sin daño por formación de hielo en el gabinete.	Para uso en interiores y a la intemperie, proporciona un grado de protección contra la lluvia, nieve, polvo suspendido por el viento, sin daño por la formación externa de hielo en el gabinete.
Tipo 3R	Gabinete destinadas al uso a la intemperie permanentemente para proporcionar un grado de protección contra lluvia y lluvia helada, sin daño por la formación de hielo en el gabinete.	Para uso a la intemperie para proporcionar un grado de protección contra lluvia, sin daño por la formación de hielo en el gabinete.	Para uso en interiores y a la intemperie, proporciona un grado de protección contra lluvia y nieve, sin daño por la formación externa de hielo en el gabinete.
Tipo 4	Gabinete destinadas al uso en interiores o a la intemperie permanentemente para proporcionar un grado de protección contra polvo y lluvia suspendidas por el viento, agua salpicada, y agua dirigida por manguera, sin daño por la formación de hielo en el gabinete.	Uso para uso en interiores como o a la intemperie para proporcionar un grado de protección contra la lluvia, agua salpicada, y agua dirigida por manguera, sin daño por la formación de hielo en el gabinete.	Para uso en interiores o a la intemperie, proporciona un grado de protección contra la lluvia, la nieve, polvo suspendido por el viento, agua salpicada por manguera y salpicada sin daño por la formación de hielo en el gabinete.
Tipo 4X	Gabinete destinadas al uso en interiores o a la intemperie permanentemente para proporcionar un grado de protección contra la corrosión, polvo y lluvia espesas por el viento, agua salpicada, y agua dirigida por manguera, sin daño por la formación de hielo en el gabinete.	Uso para uso en interiores como o a la intemperie, para proporcionar un grado de protección contra agua de lluvia, agua salpicada y agua dirigida por manguera, sin daño por la formación de hielo en el gabinete, resiste la corrosión.	Para uso en interiores o a la intemperie, proporciona un grado de protección contra la lluvia, nieve, polvo suspendido por el viento, agua salpicada y dirigida por manguera sin daño por la formación externa de hielo en el gabinete resiste la corrosión.
Tipo 6	Gabinete destinadas al uso en interiores o a la intemperie donde emergencia ocasional se presente. Protección limitada sin daño por la formación de hielo en el gabinete.	Para uso en interiores o a la intemperie para proporcionar un grado de protección contra la entrada de agua durante emergencia temporal a profundidad limitada, sin daño por la formación externa de hielo en el gabinete.	Para uso en interiores o a la intemperie, proporciona un grado de protección contra la entrada del agua durante la emergencia temporal a profundidad limitada. Sin daño por la formación externa de hielo en el gabinete, resiste corrosión.
Tipo 12	Gabinete destinadas al uso en interiores, permanentemente para proporcionar un grado de protección contra polvo, suciedad cayendo, y gases de líquidos no-corrosivos.	Para uso en interiores para proporcionar un grado de protección contra el polvo, suciedad, lluvia en el aire gases de agua, y condensación externa de líquidos no-corrosivos.	Para uso en interiores, proporciona un grado de protección contra polvo circulante, pelusa, fibra, y elementos en el aire, gases y salpicado leve de líquidos no-corrosivos, no presiosos con vacío.
Tipo 13	Gabinete destinadas para el uso en interiores, permanentemente para proporcionar un grado de protección contra polvo, gases en spray, aceites, y refrigerantes no-corrosivos.	Para uso en interiores para proporcionar un grado de protección contra pelusa, polvo, condensación externa y spray de agua, aceites, y líquidos no-corrosivos.	Para uso en interiores, proporciona un grado de protección contra polvo circulante, pelusa, fibra, elementos en el aire, spray de líquidos no-corrosivos, incluyendo aceites y refrigerantes.

Este material es reproducido con permiso de NEMA. En embargo, las descripciones presentadas no pretenden ser reproducción completa de estándares NEMA para gabinetes ni para equipos de EEMAC.

Este material es reproducido con permiso de Underwriters Laboratories Inc. Enclosure for Electrical Equipment, UL 50, Copyright 1985 y Industrial Control Equipment, UL 508, Copyright 1986 de Underwriters Laboratories Inc.

Este material es reproducido con permiso de Canadian Standards Association.

Underwriters Laboratories Inc. no será responsable por el uso de estándares de UL por parte de nadie. UL no entrará en ninguna obligación o riesgo de daños, incluyendo daños consecuenciales, que surjan en conexión con el uso e interpretación de los estándares UL.

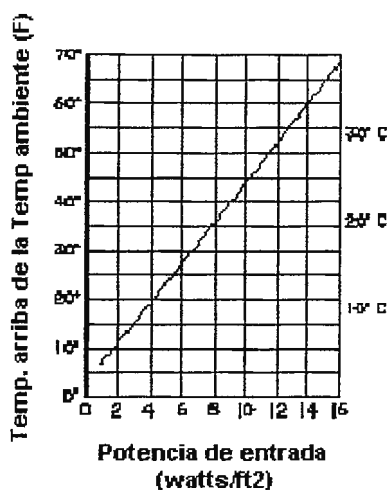
Tabla 3.3 Clase de protección NEMA. Fuente: <http://www.hoffman.com>

3.5 Disipación de calor en gabinetes eléctricos.

La acumulación de calor en un gabinete es potencialmente dañina para dispositivos eléctricos y electrónicos. El sobrecalentamiento puede acortar la vida esperada de los equipos o llevar a fallas catastróficas. Es por eso importante que los diseñadores de sistemas estén concientes de las implicaciones de temperaturas en sus diseños.

3.5.1 Elevación de temperatura en los gabinetes.

La variación de temperatura se ilustra por la grafica de la figura 3.2. Esta es la diferencia entre el aire adentro del gabinete y el aire afuera del gabinete o la temperatura ambiente.



Los valores descritos en la grafica están en función de la potencia de entrada en (watts/ft²). Para predecir la elevación de temperatura dentro del gabinete, la elevación de temperatura indicada por la grafica se sumara a la temperatura ambiente donde el gabinete será instalado. Debido a que la temperatura ambiente varia, las temperaturas dentro del gabinete también variaran, debido a eso cuando se calcula la mayor temperatura se debe usar la máxima temperatura ambiente para el ambiente del lugar de la instalación.

3.5.2 Entrada de calor hacia el gabinete.

Para cualquier calculo de elevación de temperatura es necesario conocer el calor generado dentro del gabinete. Esta información puede ser obtenida de los fabricantes de los componentes montados dentro del tablero. El valor del calor generado esta dado normalmente en watts pero puede aparecer en BTU/Hora, los BTU/hora pueden ser convertidos a watts dividiendo el valor entre 3.414 (341 BTU/hora) = 100Watts. No es posible aproximar la entrada de calor de una aplicación en particular basándose en el tamaño del gabinete, las entradas de calor varían de aplicación a aplicación para todos los tamaños de gabinetes. Factores de seguridad deben ser considerados si existe duda de los datos o inseguridad.

3.5.3 Área de la superficie del gabinete.

El tamaño físico del gabinete será un factor primordial en la determinación de su habilidad de disipar calor. Entre más grande sea el área de la superficie del gabinete menor será su elevación de temperatura debido al calor generado dentro de el. Para determinar el área de la superficie de un gabinete se usara la siguiente ecuación.

$$Area = 2[(Ax B) + (Ax C) + (Bx C)]$$

Donde el tamaño del gabinete es igual a $AxBxC$, esta ecuación incluye las seis superficies del gabinete. Si algunas de las superficies no esta habilitada para transferencia de calor (por ejemplo un gabinete montado contra una pared), no debe ser considerado en él calculo.

3.5.4 Tipos de ventilación.

Existen dos tipos de ventilación, ventilación estática y ventilación dinámica, entre los tipos de ventilación estática tenemos la disipación de calor por radiación y conveccion y la disipación de calor por ranuras de ventilación posicionados especialmente en el gabinete

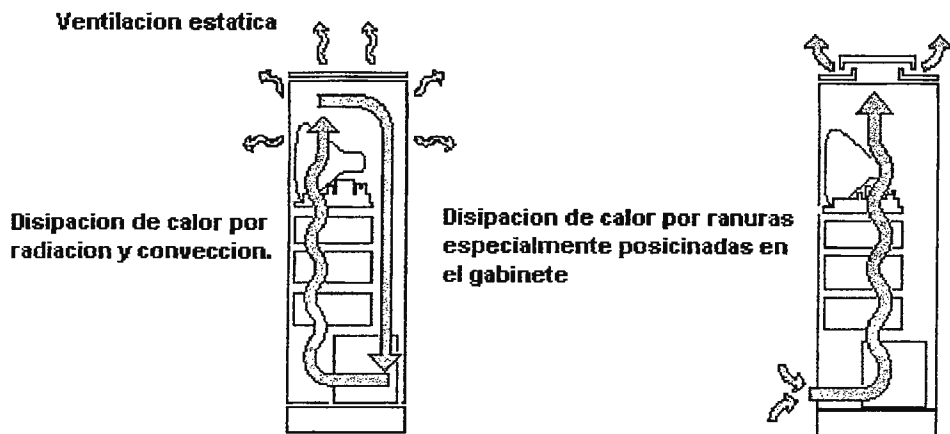


Figura 3.3 Ventilación estática.

Los tipos de ventilación dinámica que existen son:

Ventilacion dinamica.

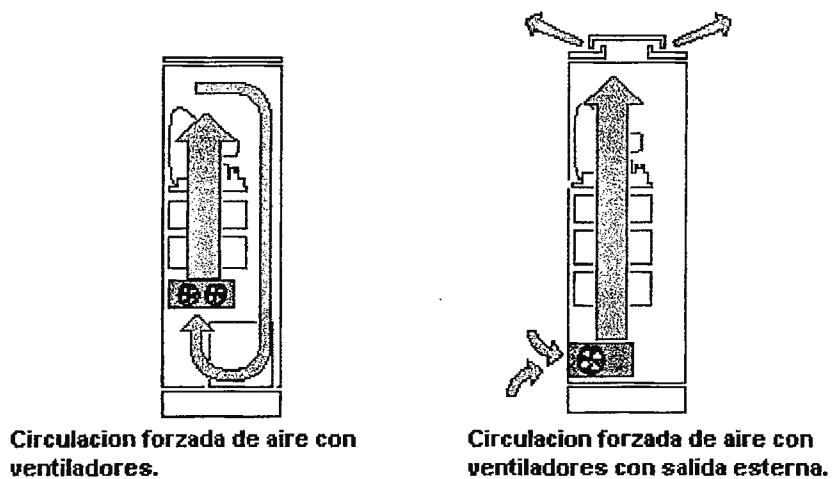


Figura 3.4 Ventilación Dinámica.

3.5.5 Influencia del material en la transferencia de calor.

La grafica de la figura 3.1 es aplicada a gabinetes que son no ventilados y construidos de acero pintado, el color de la pintura tiene un pequeño efecto en la elevación de temperatura. En general gabinetes pintados con colores oscuros tendrán una mayor elevación de temperatura que aquellos pintados con colores claros. Mayores elevaciones de temperatura deben ser esperadas con materiales de aluminio y acero inoxidable debido a su pobre transferencia de calor por radiación. Para encontrar la elevación de temperatura en estos gabinetes se multiplica el valor encontrado en la grafica por 1.5. Para gabinetes hechos con materiales no metálicos las características de transferencia de calor es similar a aquellos construido con acero pintado, así que se puede usar la grafica directamente. La grafica provee solamente una aproximación a la elevación de temperatura una margen de 25% es recomendado en aplicaciones a la intemperie donde el gabinete esta expuesto al sol la temperatura dentro del gabinete puede aumentar relativamente arriba de los cálculos estimados.

Ventiladores para la circulación de aire.

El uso de ventiladores en un gabinete mejorara la disipación de calor como en un 10%. Los ventiladores son mas comúnmente utilizados para eliminar concentraciones de calor dentro de un gabinete.

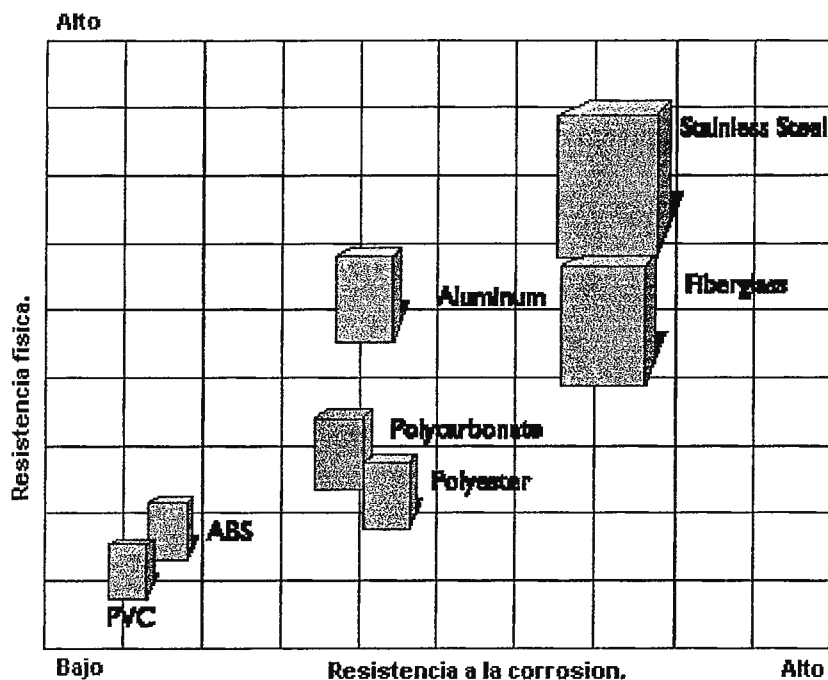
Frecuentemente dispositivos eléctricos dentro de un gabinete están equipados con sus propios ventiladores, en esta situación, agregar un ventilador tendrá un efecto reducido. Donde los dispositivos no poseen su propia ventilación el sobrecalentamiento es una preocupación, el uso de ventiladores es recomendado.

Las investigaciones han mostrado que por cada 10° C de elevación sobre la temperatura normal del ambiente (27° C) la expectativa de vida se corta a la mitad.

3.6 Materiales para gabinetes.

Mientras que algunos materiales ofrecen una excepcional resistencia a la corrosión, ellos pueden no proveer la resistencia física requerida para soportar los componentes internos.

La figura 3.5 muestra los principales materiales para gabinetes en una malla de fuerza física y resistencia a la corrosión. Por ejemplo mientras que el poliéster provee un relativamente alto nivel de resistencia a la corrosión esta un poco abajo del promedio en general de fuerza física. Por otro lado, el acero inoxidable tiene altos niveles en ambos, tanto en fuerza como en resistencia a la corrosión.



Fuente : <http://www.hoffman.com>

Figura 3.5 Fuerza/Corrosión resistencia de materiales.

3.7 Acabados de pintura.

Seleccionar el mejor acabado para un gabinete es mas que una simple preocupación por la protección. Factores como el brillo, textura, facilidad de limpieza, retención del color y recubrimiento deben de ser considerados.

La composición exacta de una pintura en particular es normalmente compleja y propietaria. Sin embargo en general la mayoría de las pinturas contienen los siguientes componentes:

- Resinas.
- Solventes.
- Pigmentos
- Aditivos.

3.7.1 Resinas.

La resina de la pintura es el material sólido que forma el volumen de la capa de pintura, es generalmente un material resistente, amorfo y polímero que da a la pintura la mayoría de sus propiedades térmicas, mecánicas y de resistencia climatológicas.

3.7.2 Solventes.

El solvente es un liquido puro o mezclado que es utilizado para hacer la pintura menos espesa y darle la viscosidad adecuada antes de su utilización.

Después de que la capa de pintura a sido secada, normalmente por horneado, el solvente ya no esta presente.

3.7.3 Pigmentos.

Los pigmentos en la pintura son pequeñas y duras partículas que vienen en una amplia variedad de formas, sus funciones principales son las siguientes:

- Para cubrir el sustrato ya que la mayoría de las resinas por si solas son mas o menos traslucidas.
- Proveer el color como es requerido para la apariencia del producto final.
- Proveer resistencia a la corrosión.

Mas de un pigmento esta presente en la pintura para proveer estas propiedades.

3.7.4 Aditivos.

Los aditivos, son modificadores agregados a la pintura, normalmente en pequeñas cantidades, para alcanzar efectos especiales. Ellos modifican las propiedades ya sea de humedad o de secado de la pintura y pueden afectar la flexibilidad, color, brillo, etc.

3.7.5 Preparación de la superficie y limpieza.

La preparación de la superficie y su limpieza son una factor critico para una alta calidad en el acabado. Las mejores pinturas disponibles, aplicadas con él más costoso equipo, serian un desperdicio sin una adecuada preparación de la superficie. En general la preparación de las superficies de metales involucra el acabado de las superficies para remover sarro, escamas e imperfecciones.

La limpieza es comúnmente hecha mediante un solvente o químico, el paso final es usualmente la aplicación de una base, típicamente hierro o fosfato de zinc. El propósito de esta capa es mejorar la adición de la pintura e incrementar la resistencia a la corrosión. Para máxima resistencia a la corrosión se recomienda el fosfato de zinc.

3.7.6 Criterios de selección.

Los siguientes puntos pueden ser de gran ayuda en la selección del mejor acabado para un gabinete.

- Pinturas texturizadas, pueden ayudar a reducir (pero no eliminar) la costosa preparación del material y además proveer un atractivo acabado.
- Colores oscuros para interiores y suaves (reflexivos para exteriores) ayudaran a la disipación del calor de los componentes electrónicos dentro del gabinete.
- Para condiciones de exposición moderadas o extremas un anticorrosivo proveerá una mejor protección.

3.8 Dimensionamiento de los gabinetes.

El Dimensionamiento de un gabinete es de importante a la hora de ensamblar un tablero y mayormente cuando este esta en funcionamiento, ya que una mala elección del gabinete traerá como consecuencia que a la hora de montar los equipos no haya suficiente espacio para cubrir los requerimientos mínimos de distancia especificados por el fabricante de los equipos. Hay otros factores que se pueden dar como son, el excesivo calentamiento dentro del tablero y otros factores que pueden afectar al correcto funcionamiento del tablero en general.

La dimensión del gabinete dependerá de los siguientes factores:

- Capaz de manejar los niveles de Voltaje Requeridos.
- Poseer suficiente espacio para alojar los equipos.
- Poseer la rigidez adecuada para soportar los equipos.
- Tomar en cuenta la cantidad de calor que este tendrá en su interior en funcionamiento normal. Si el tablero poseerá niveles de calor excesivos, tomar en cuenta una tablero de mayor dimensión o considerar los tipos de ventilación existentes.
- Tomar en cuenta las entradas y salidas de cables que pudieran existir.
- Considerar las separaciones mínimas entre elementos bajo tensión (barras, etc.).

En las tablas 3.4 Y 3.5 se presentan la selección de los gabinetes para los distintos tipos de transferencias automáticas con contactores y con interruptores. La selección del gabinete se ha hecho tomando en cuenta como punto de partida la base de los estándares que fabrica la compañía siemens, además sé a tomado en cuenta los factores antes mencionados.

En las tablas se ha hecho una selección de Gabinete para las distintas capacidades ya sea para transferencias con contactores o con interruptores automáticos, esto se ha tomado de las tablas 1.8 y 1.9 de selección de contactores e interruptores de las del capítulo 1. La selección del Gabinete se presenta para tres tipos de Marcas como son:

Siemens, Hoffman y Rittal, las cuales son marcas reconocidas por su calidad en Centro América y Estados Unidos.

Tabla de selección de Gabinete Mínimo para transferencias con arreglo Interruptor + Contactor.

Amperaje Transferencia	Contactores 3TF			Contactores Sirius		
	Siemens	Hoffman	Rittal	Siemens	Hoffman	Rittal
100	GT3+GT2	P-F1465	TS-81846	GT3+GT2	P-F1465	TS-81846
150	GT3+GT2	P-F1465	TS-81846	GT3+GT2	P-F1465	TS-81846
200	GT3+GT2	P-F1465	TS-81846	GT3+GT2	P-F1465	TS-81846
250	GT3+GT2	P-F1465	TS-81846	GT3+GT2	P-F1465	TS-81846
300	GT3+GT2	P-F1465	TS-81846	GT3+GT2	P-F1465	TS-81846
350	A-64	P-F1664	TS-81864	A-64	P-F1664	TS-81864
400	A-64	P-F1664	TS-81864	A-64	P-F1664	TS-81864
500	A-64	P-F1664	TS-81864	A-64	P-F1664	TS-81864
600						
800						
850						
1000						
1250						
1600						

Tabla 3.4

Tabla de selección de Gabinete Mínimo para transferencias con Interruptores Automaticos.

Amperaje Transferencia	Interruptor 3VL			Interruptores 3WN/3WL		
	Siemens	Hoffman	Rittal	Siemens	Hoffman	Rittal
100	GT3					
150	GT3					
200	GT3					
250	GT3					
300	GT3+GT2	P-F1465	TS-81846			
350	GT3+GT2	P-F1465	TS-81846			
400	A-64	P-F1664	TS-81864			
500	A-64	P-F1664	TS-81864			
600	A-64	P-F1664	TS-81864	A-86	P-F1686	TS-81886
800	A-66	P-F1666	TS-81866	A-86	P-F1686	TS-81886
850	B-66	P-F2066	TS-82266	A-86	P-F1686	TS-81886
1000	B-66	P-F2066	TS-82266	A-86	P-F1686	TS-81886
1250	B-66	P-F2066	TS-82266	B-86	P-F2086	TS-82286
1600	B-66	P-F2066	TS-82266	B-86	P-F2086	TS-82286

Tabla 3.5

CAPITULO IV. Elementos de la lógica de control.

4.1 Lógica de control.

4.1.1 Equipos de la Lógica de Control.

4.1.1.1 Sensores.

Una sistema de transferencia de energía es un sistema que es capaz de hacer una transferencia de la carga de una fuente a otra cuando exista una falta de voltaje. Pero esto, el sistema no lo puede hacer por si solo, este necesita un dispositivo que le indique la presencia o falta de voltaje. Este dispositivo podría ser hasta un contactor; pero hoy en día los sistemas de transferencia de energía necesitan que no solo puedan sentir la presencia de voltaje, sino que también puedan sentir como se comporta el voltaje dando de esta manera mas protección al sistema.

Un sensor (Termino genérico que se designa a los emisores de señales como los detectores de proximidad, finales de carrera, sensores de temperatura, sensores de voltaje) debe ser capaz para el caso de los sistemas de transferencia de energía, de sentir presencia de voltaje, alto y bajo voltaje, falla de fase, inversión de fase; Esto con el fin de hacer mas seguro y confiable los sistemas de transferencia.

En la actualidad existen varios sensores para este tipo de aplicación, como son los sensores General Electric, Symcom, DOLD, Eberle.

Algunas de las características generales que poseen son:

Monitoreo de Voltaje.

- Alto voltaje.
- Bajo voltaje.
- Perdida de Fase.
- Desbalance de fase.
- Inversión de Fase.

Poseen además uno o más contactos de Relé los cuales son activados o desactivados según sea el caso. Estos contactos de Relé, poseen además en la mayoría de los casos un retardo de tiempo ajustable.

El cierre o apertura de los contactos dependerá de las condiciones de voltaje que se estén monitoreando en un instante determinado.

4.1.1.2 Contactores.

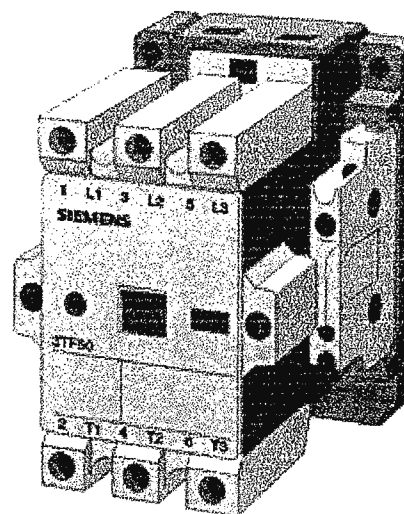
El contactor forma parte de los aparatos de maniobra con poder de corte, se define como: *Un interruptor accionado a distancia por un electroimán.*

Las parte principales de un contactor son:

- Carcaza.
- Circuito electromagnético.
- Contactos.

Contactos.

Los contactos son elementos conductores que tienen por objeto establecer o interrumpir el paso de la corriente ya sea en el circuito de potencia o en el circuito de mando, tan pronto se energice la bobina (contactos instantáneos.)



3TF50 Contactor

Figura 4.1 Contactor 3TF50 Siemens.

Contactos principales.

Son contactos instantáneos cuya función específica es establecer o interrumpir el circuito principal, a través del cual se transporta la corriente desde la red a la carga.

Por la función que realizan estos contactos son únicamente abiertos. Se tienen contactores capacitados para transportar corrientes desde unos cuantos amperios (9 A) hasta corrientes con intensidades muy elevadas (unos 1600 amperios.)

Cuando un contacto bajo carga se desenergiza se produce una chispa, entre el contacto fijo y el móvil de tal manera que, a pesar de que estos contactos se hallan separados, el circuito no se interrumpe inmediatamente, sino la corriente sigue pasando durante un breve tiempo a través del aire ionizado. Como la chispa se

produce siempre, los contactos se ubican en una zona conocida comúnmente como "cámara antichispa", construida con materiales muy resistentes al calor.

Contactos auxiliares.

Son aquellos contactos cuya función específica es permitir o interrumpir el paso de corriente a las bobinas de los contactores o a los elementos de señalización, por lo cual están dimensionados para intensidades débiles (miliamperios o algunos amperios.)

Los contactos auxiliares son contactos instantáneos es decir que actúan tan pronto se energice la bobina.

Existen dos tipos de contactos auxiliares:

Contactos normalmente abiertos (NA), llamados también contactos instantáneos de cierre.

Contactos normalmente cerrados (NC), llamados también contactos instantáneos de apertura.

Un contactor puede tener varios contactos auxiliares abiertos y/o cerrados, pero deben llevar necesariamente por lo menos un contacto auxiliar instantáneo NA.

Uno de los contactos auxiliares NA debe cumplir la función de asegurar la auto-alimentación de la bobina, por lo cual recibe el nombre específico de auxiliar de sostenimiento o retención.

Para una adecuada interpretación y posteriormente para un correcto montaje del circuito tenga en cuenta lo siguiente:

Para identificar plenamente un contacto auxiliar se usa, en primer lugar, la misma marca del contactor al cual pertenece, y en segundo lugar unos subíndices:

En la actualidad se tiende a usar números con dos cifras:

Si el contacto es NC:

La entrada se identifica con un número terminado en 1 (11, 21, 31, 41) y la salida con él número consecutivo (12, 22, 32, 42.)

Si el contacto es NA:

La entrada se identifica con un número terminado en 3 (13, 23, 33, 43) y la salida con el número consecutivo (14, 24, 34, 44)

4.1.1.3 Elementos de mando.

Son todos aquellos aparatos que actúan accionados por el operario para establecer el diálogo hombre máquina con los elementos de la etapa de tratamiento en un automatismo (en algunos casos también la etapa de comando de potencia.)

La apertura o el cierre de sus contactos se realiza por "ruptura lenta", donde la velocidad de desplazamiento del contacto móvil es igual o proporcional a la velocidad del órgano de mando.

Pulsadores y lámparas de señalización.

Los aparatos de mando y señalización son elementos necesarios, entre otros, para la operación de máquinas y de otras instalaciones técnicas, por ejemplo, motores, ascensores, portones, etc.

Estos aparatos convierten los comandos humanos en mandos para las máquinas y le indican a las personas los estados específicos de las máquinas.

Los pulsadores y lámparas de señalización de panel frontal deben de poseer la clase de protección IP 65 según las normas IEC 529 y DIN VDE 0470.

Todos los elementos de mando cumplen más o menos las mismas funciones, cerrar o abrir circuitos.

Estos pueden ser:

Normalmente cerrado NC.

De conexión múltiple: si tiene dos o más contactos. Sirve para abrir simultáneamente varios circuitos.

Normalmente abiertos NA.

De conexión y desconexión: Si tiene un contacto NA y uno NC unidos mecánicamente. Sirve para abrir un circuito y cerrar otro simultáneamente.

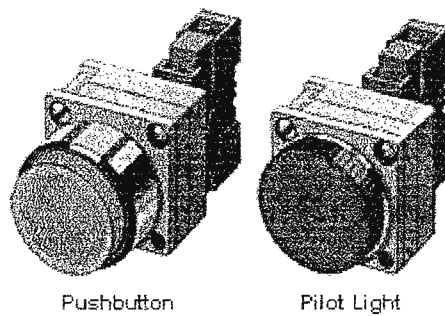


Figura 4.2 Pulsadores indicador luminoso.

4.1.1.4 Colores para pulsadores, pulsadores luminosos y lámparas de señalización.

Los colores para pulsadores y luces indicadores están especificados según NFPA 79

Color	Función del dispositivo	Funciones típicas	Ejemplos
Rojo	Pulsador	Parada de emergencia, paro, apagado.	Paradas de emergencia, parada de uno o mas motores.
	Piloto luminoso	Peligro o alarma, anomalía, condición que requiere atención inmediata.	Indicación de un dispositivo de protección a detenido la maquina, por ejemplo : sobrecarga.
	Pulsador luminoso		Maquina parada por sobrecarga (El color rojo de la parada de emergencia no debe depender de la iluminación de su luminaria).
Amarillo	Pulsador	Regreso, Retorno de emergencia, Intervencion, condiciones anormales.	Retorno de elementos de maquinas a una posición segura, evitar cambios no deseados.
	Piloto luminoso	Atención, precaución, condición extrema, Cambio inminente de condiciones.	Algun valor esta en su valor limite permisible, indicación de falla a tierra, sobrecarga que esta permitida por un tiempo limitado.
	Pulsador luminoso	Comienzo de una operación intentando evitar una condición de peligro.	Algun valor esta en su valor limite permisible, negar funciones seleccionadas previamente.
Verde	Pulsador	Comienzo.	Encendido general, comienzo de secuencias auxiliares, energización del circuito de control.
	Piloto luminoso	Maquinaria lista, segura.	Indicación de condición segura o autorización de proceder, maquinaria lista para funcionamiento con todas las condiciones normales.
	Pulsador luminoso	Maquinaria lista para funcionamiento, Comienzo o encendido.	Encendido despues de autorización por luminaria.
Negro	Pulsador	Ninguna función especial asignada.	Permitido para el uso de diferentes tipos de funciones con excepción de botones con la función explícita de encendido y apagado.
Blanco o Claro	Pulsador	Cualquier función no cubierta arriba.	Funciones de control no relacionadas con el ciclo de funcionamiento.
	Piloto luminoso	Confirmación de condición normal	Presión normal, temperatura normal.
	Pulsador luminoso	Confirmación de que el circuito a sido energizado o movimiento de la maquinaria a sido inicializado.	Energización de funciones auxiliares, no relacionadas con el ciclo de trabajo, selección de velocidades, o direcciones de giro.
Azul o Gris	Pulsador, piloto luminosos, pulsador luminoso	Cualquier función no cubierta arriba.	

Fuente: NFPA 79, 5. Industrial Control Panels for North America. Tabla 2.15.4.2-1

Tabla 4.1 Colores para pulsadores, pulsadores luminosos y lámparas de señalización.

4.1.1.5 Transformadores de mando.

Los transformadores pequeños para baja tensión no solo deben ser adecuados para los diversos campos de aplicación con sus respectivas condiciones de servicio y del ambiente, debe tener una adecuada respuesta ante cortocircuitos y sobrecargas, también tienen que cumplir con los requerimientos de seguridad y confiabilidad. De esta forma las condiciones de servicio y del ambiente imponen criterios que pueden influir en el funcionamiento del transformador.

La potencia asignada P_s de un transformador se determina con condiciones específicas del servicio y del medio ambiente bajo las cuales se admite un funcionamiento permanente.

La potencia asignada es una potencia aparente y se indica en VA. El factor de potencia $\cos \varphi$ representa la relación entre la potencia activa (en W) y la reactiva (en VAR.)

Transformadores para alimentación de los circuitos de mando.

Los transformadores para alimentar circuitos de mando según la norma DIN en 61558-2-2 (VDE 0570, parte 2-2), corresponden a la publicación IEC 1558-2-2 se utilizan para suministrar energía eléctrica a estos circuitos. Por sus funciones, al accionar contactores deben satisfacer condiciones especiales. Además estos transformadores deben poseer un aislamiento superior.

Los transformadores para alimentación de circuitos de mando o de control representan las siguientes características básicas:

- Tensión asignada primaria máxima: 1000 VAC
- Tensión asignada secundaria máxima: 1000 VAC
- Potencia monofásica: sin límites
- Potencia trifásica: sin límites
- Frecuencia asignada: 60 Hz

Aquí debe señalarse lo siguiente:

- La tensión de salida en caso de potencia de breve duración, tiene que ser como mínimo, del 95 % de la tensión asignada de salida.
- La máxima tensión de salida se refiere a vacío y carga.

- En caso que el transformador tenga varios bobinados secundarios, la suma de todas las tensiones asignadas de salida no podrá superar los límites de tensión indicados.

4.1.1.5.1 **Calculo de la potencia para servicio de breve duración.**

La determinación de la potencia de breve duración requerida se realiza, sobre la base de que la tensión de salida que no debe decaer por debajo del 95% de la tensión de salida asignada, valor determinado por la gama de tensiones de trabajo de los contactores.

La potencia aparente máxima se calcula a partir de la potencia activa requerida por contactores y lámparas, así como también de la potencia reactiva.

La potencia aparente se obtiene $P_{S_{Req}} = \sqrt{P_{ACTIVA}^2 + P_{REACTIVA}^2} (VA)$

El factor de potencia requerido se calcula con la formula siguiente:

$$\cos \varphi = (P_{act} + P_{prec}) / P_s Req.$$

Potencia de tiempo breve que suministran los transformadores para alimentar circuitos de mando Siemens $P_s = f(\cos \varphi)$ para $U_2 = 0.95 \cdot U_{2n}$

Transformador Typ	Potencia asignada P_s con IP 00 kVA	Potencia aparente P_s requerida por todos los consumidores								
		$\cos \varphi = 0.2$ kVA	$\cos \varphi = 0.3$ kVA	$\cos \varphi = 0.4$ kVA	$\cos \varphi = 0.5$ kVA	$\cos \varphi = 0.6$ kVA	$\cos \varphi = 0.7$ kVA	$\cos \varphi = 0.8$ kVA	$\cos \varphi = 0.9$ kVA	$\cos \varphi = 1$ kVA
4AM804	0.063	0.33	0.253	0.206	0.175	0.152	0.135	0.122	0.11	0.104
4AM344	0.1	0.62	0.46	0.37	0.31	0.26	0.23	0.21	0.19	0.17
4AM384	0.16	0.98	0.73	0.58	0.49	0.42	0.37	0.33	0.3	0.28
4AM404	0.25	1.62	1.24	1.0	0.85	0.74	0.66	0.59	0.54	0.51
4AM814	0.315	2.15	1.63	1.33	1.12	0.97	0.86	0.77	0.71	0.67
4AM464	0.4	2.53	2.0	1.67	1.44	1.26	1.13	1.0	0.95	0.92
4AM484	0.5	3.75	2.9	2.4	2.0	1.75	1.55	1.4	1.3	1.25
4AM524	0.63	3.85	3.15	2.7	2.35	2.1	1.9	1.75	1.65	1.6
4AM554	0.8	5.8	4.65	3.9	3.4	3.0	2.7	2.5	2.3	2.25
4AM574	1.0	8.85	7.0	5.85	5.0	4.4	3.95	3.6	3.3	3.2
4AM494	1.6	11.6	9.7	8.3	7.4	6.6	6.0	5.6	5.3	5.3
4AM994	2.5	24.4	18.3	14.6	12.2	10.5	9.3	8.3	7.5	7.1
4AT303	4.0	32.6	25.4	20.9	17.8	15.5	13.8	12.5	11.5	11.0
4AT361	5.0	36.7	27.9	22.6	19.0	16.5	14.6	13.1	12.0	11.2
4AT363	6.3	42.1	33.8	28.4	24.5	21.7	19.5	17.8	16.5	16.1
4AT391	8.0	53.6	43.0	36.0	31.1	27.5	24.8	22.6	21.0	20.4
4AT393	10.0	53.3	45.8	40.5	36.4	33.3	30.9	29.1	27.9	29.3
4AT430	11.2	85.8	67.8	56.3	48.3	42.4	37.9	34.5	31.9	30.7
4AT431	12.5	89.5	72.9	61.8	53.8	47.9	43.3	39.8	37.2	36.7
4AT432	14.0	90.0	75.9	66.0	58.7	53.1	48.8	45.5	43.2	44.2
4AT450	16.0	140.0	112.0	94.0	81.2	71.7	64.5	59.0	54.7	53.4

Fuente : Manual de baja tensión, Siemens.

Tabla 4.2 Potencia de breve duración.

4.1.1.5.2 **Calculo de la potencia para servicio permanente.**

Por lo general la carga máxima de breve duración es el factor determinante para la selección del transformador de alimentación para circuitos de mando cuando solo se tienen bobinas de contactores.

Si se tiene carga óhmica adicional, por ejemplo lámparas de señalización, la potencia necesaria se calcula de con la formula siguiente:

$$P_{SReq} = \sqrt{P_{ACTIVA}^2 + P_{REACTIVA}^2} (VA)$$

Con el resultado de este calculo se podrá seleccionar el transformador por su potencia en servicio permanente.

La selección definitiva se realiza de acuerdo con la mayor potencia determinada.

4.1.1.5.3 **Protección de circuitos de control sin transformador.**

La figura 4.3 representa un diagrama básico de un circuito de control sin transformador.

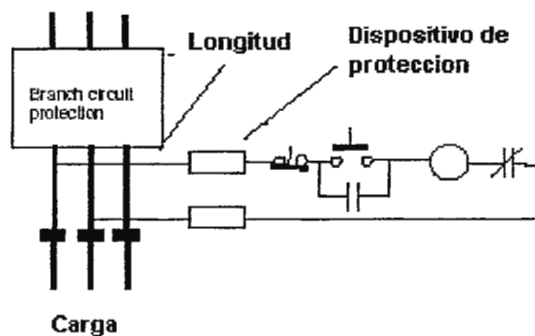


Figura 4.3 Circuito de control sin transformador.

Todos los conductores que sean más largos de 12 pulgadas o 305 mm deberán ser protegidos con un dispositivo de protección de acuerdo a la tabla 4.3

Conductor		Maxima Proteccion Amperes
AWG	mm ²	
22	0.32	3
20	0.52	5
18	0.82	7
16	1.3	10
14	2.1	20
12	3.3	25

Fuente: Industrial Control Panels for North America.

Tabla 4.3 Máxima protección de conductores de circuito de control.

4.1.1.5.4 Protección de circuitos de control con transformador.

La figura 4.4 representa un diagrama básico de un circuito de control con transformador.

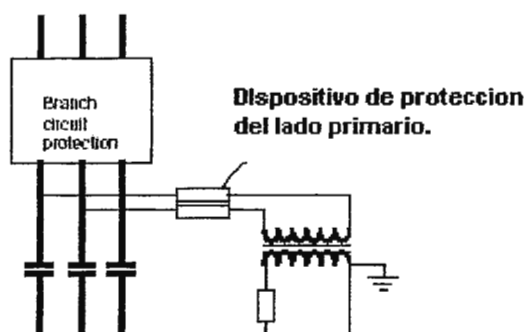


Figura 4.4 Diagrama general de un circuito de control con transformador. Los requerimientos de protección de los transformadores de potencia para control no están muy bien definidos pero la siguiente tabla 4,4 muestra valores prácticos que son generalmente aceptados.

Corriente nominal primaria.	Corriente nominal maxima de la protección.
Menos de 2A	500%
De 2A hasta 9A	167%
9A o mas	125%
La protección del secundario sera de 125% de la corriente nominal del secundario.	

Fuente: Industrial Control Panels for North America.

Tabla 4.4 Dispositivos de protección del transformador del circuito de control.

4.2 Conductores del circuito de control.

Lo referente a los conductores para maquinaria industrial es tratado en el NFPA 79 en la sección 15.3 especialmente.

4.2.1 Dimensionamiento de los conductores:

Los conductores no deben de ser menores a:

- a) Circuitos de potencia..... No. 14
- b) Iluminación y circuitos de control
 En la maquina y en canalización..... No. 16

Excepción: En cables multiconductores con forro No. 18 puede ser permitido.

- c) Circuitos de control dentro de gabinetes
 o en estaciones de operación..... No. 18
- d) Controladores electrónicos programables cableado de entradas / salidas:
 - 1. Conductores en canalización..... No. 24
 - 2. Conductores dentro de gabinetes..... No. 26

Excepción: Para jumpers y cableado especial (conectores) conductor No. 30 puede ser permitido.

Si sé esta utilizando salidas del PLC con relays por lo menos se deberá utilizar No. 18.

4.2.2 Código de colores de conductores para cableado de control.

La tabla 4.5 nos muestra el código de colores según NFPA 79:

Color	Conductor	Comentario
Verde con o sin una o mas líneas amarillas.	Conductores de puesta a tierra.	Amarillo y verde de acuerdo a IEC 60204-1 esta permitido
Negro	Todas las líneas de conductores no aterrizados.	
Rojo	Todos los conductores de AC del circuito de control con un voltaje menor al voltaje de línea.	
Azul	Conductores con DC no aterrizados.	
Amarrillo	Conductores no aterrizados del circuito de control que quedan energizados cuando el interruptor de desconexión esta abierto.	En IEC 60204-1 es usado Naranja
Blanco o Gris	Conductores aterrizados	
Blanco con líneas azules	Conductores de puesta a tierra de DC.	En IEC 60204-1 es usado Celeste
Blanco con líneas amarillas	Conductores aterrizados de AC que están energizados cuando el interruptor de desconexión esta abierto	
Otros líneas de colores	Para otros conductores que están energizados cuando el interruptor de desconexión esta abierto	

Fuente: NFPA 79, 5. Industrial Control Panels for North America. Tabla 2.15.4.1-1

Tabla 4.5 Código de colores de cableado de control.

4.3 Autómatas programables (PLC)

4.3.1 Definición de autómata programable

Se entiende por controlador lógico programable (PLC) a una equipo electrónico inteligente diseñado en base a microprocesadores, que permite programación y reprogramación, que consta de unidades o módulos que cumplen funciones específicas, tales como, una unidad central de procesamiento que se encarga de casi todo el control del sistema, módulos que permiten recibir información de todos los sensores y comandar todos los actuadores del sistema, además es posible agregarle otros módulos inteligentes para funciones de pre-procesamiento y comunicación.

4.3.2 Campos de aplicación

Un autómata programable suele emplearse en procesos industriales que tengan una o varias de las siguientes necesidades:

- Espacio reducido.
- Procesos de producción periódicamente cambiantes.
- Procesos secuenciales.
- Maquinaria de procesos variables.
- Instalaciones de procesos complejos y amplios.
- Chequeo de programación centralizada de las partes del proceso.
- Aplicaciones generales:
- Maniobra de máquinas.
- Maniobra de instalaciones.
- Señalización y control.

Ventajas e inconvenientes de los PLC's

Entre las ventajas tenemos:

- Menor tiempo de elaboración de proyectos.
- Posibilidad de añadir modificaciones sin costo añadido en otros componentes.
- Permite realizar cambios al programa existente. (reprogramación.)
- Mínimo espacio de ocupación.
- Menor costo de mano de obra.
- Mantenimiento económico.
- Posibilidad de gobernar varias máquinas con el mismo autómata.
- Menor tiempo de puesta en funcionamiento.
- Si el autómata queda pequeño para el proceso industrial puede seguir siendo de utilidad en otras máquinas o sistemas de producción.

Y entre los inconvenientes:

- Adiestramiento de técnicos.
- Costo

4.3.3 Estructura externa.

Todos los autómatas programables, poseen una de las siguientes estructuras:

Compacta: en un solo bloque están todos los elementos.

Modular:

- Estructura americana: separa las E/S del resto del autómata.
- Estructura europea: cada módulo es una función (fuente de alimentación, CPU, E/S, etc.)

Exteriormente nos encontraremos con cajas que contienen una de estas estructuras, las cuales poseen indicadores y conectores en función del modelo y fabricante.

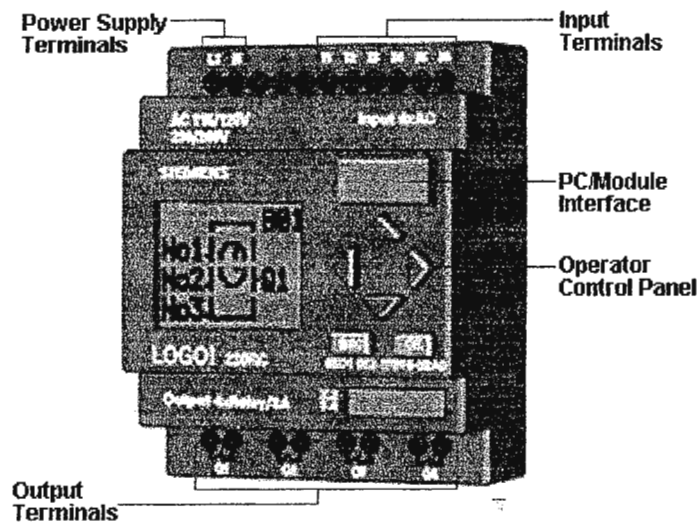


Figura 4.5 Estructura externa de un PLC.

Para el caso de una estructura modular se dispone de la posibilidad de fijar los distintos módulos en rieles normalizados, para que el conjunto sea compacto y resistente.

4.3.4 Estructura interna.

Fuente: <http://www.geocities.com/icatercera/plc/intro.html#AF>

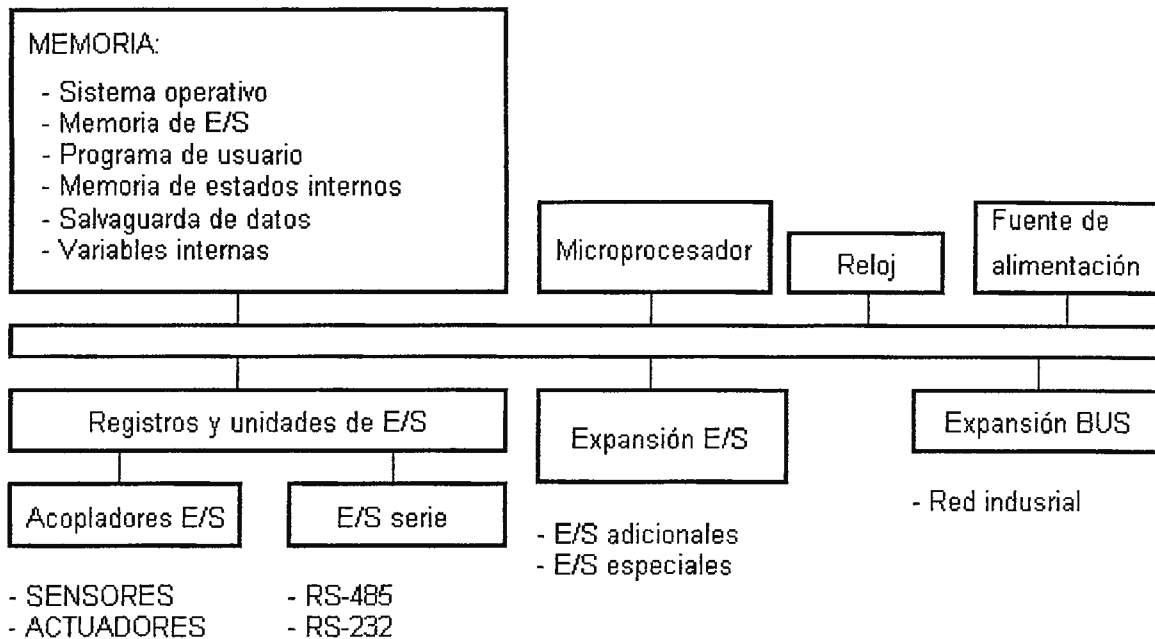


Figura 4.6 Estructura Interna general de un PLC.

Los elementos esenciales, que todo autómatas programable posee como mínimo, son:
 Sección de entradas: se trata de líneas de entrada, las cuales pueden ser de tipo digital o analógico. En ambos casos tenemos unos rangos de tensión característicos, los cuales se encuentran en las hojas de características del fabricante. A estas líneas conectaremos los sensores.

Sección de salidas: son una serie de líneas de salida, que también pueden ser de carácter digital o analógico. A estas líneas conectaremos los actuadores.

Unidad central de proceso (CPU): se encarga de procesar el programa de usuario que le introduciremos. Para ello disponemos de diversas zonas de memoria, registros, e instrucciones de programa.

Adicionalmente, en determinados modelos más avanzados, podemos disponer de funciones ya integradas en la CPU; como reguladores PID, control de posición, etc.

Tanto las entradas como las salidas están aisladas de la CPU según el tipo de autómeta que utilicemos. Normalmente se suelen emplear optó acopladores en las entradas y relés/optoacopladores en las salidas.

Aparte de estos elementos podemos disponer de los siguientes:

Unidad de alimentación (algunas CPU la llevan incluida.)

Unidad o consola de programación: que nos permitirá introducir, modificar y supervisar el programa de usuario.

Dispositivos periféricos: como nuevas unidades de E/S, más memoria, unidades de comunicación en red, etc.

Interfaces: facilitan la comunicación del autómeta mediante enlace serie con otros dispositivos (como un PC)

4.3.4.1 Memoria.

Dentro de la CPU vamos a disponer de un área de memoria, la cual emplearemos para diversas funciones:

Memoria del programa de usuario: aquí introduciremos el programa que el autómeta va a ejecutar cíclicamente.

Memoria de la tabla de datos: se suele subdividir en zonas según el tipo de datos (como marcas de memoria, temporizadores, contadores, etc.)

Memoria del sistema: aquí se encuentra el programa en código máquina que monitoriza el sistema (programa del sistema o firmware.) Este programa es ejecutado directamente por el microprocesador/microcontrolador que posea el autómeta.

Memoria de almacenamiento: se trata de memoria externa que empleamos para almacenar el programa de usuario, y en ciertos casos parte de la memoria de la tabla de datos. Suele ser de uno de los siguientes tipos: EPROM, EEPROM, o FLASH.

Cada autómeta divide su memoria de esta forma genérica, haciendo subdivisiones específicas según el modelo y fabricante.

4.3.4.2 CPU.

La CPU es el corazón del autómata programable. Es la encargada de ejecutar el programa de usuario mediante el programa del sistema (es decir, el programa de usuario es interpretado por el programa del sistema.) Sus funciones son:

- Vigilar que el tiempo de ejecución del programa de usuario no excede un determinado tiempo máximo (tiempo de ciclo máximo.) A esta función se le suele denominar Watchdog (perro guardián.)
- Ejecutar el programa de usuario.
- Crear una imagen de las entradas, ya que el programa de usuario no debe acceder directamente a dichas entradas.
- Renovar el estado de las salidas en función de la imagen de las mismas obtenida al final del ciclo de ejecución del programa de usuario.
- Chequeo del sistema.

4.3.4.3 Ciclo de trabajo de un PLC.

Para ello el autómata va a poseer un ciclo de trabajo, que ejecutará de forma continua:

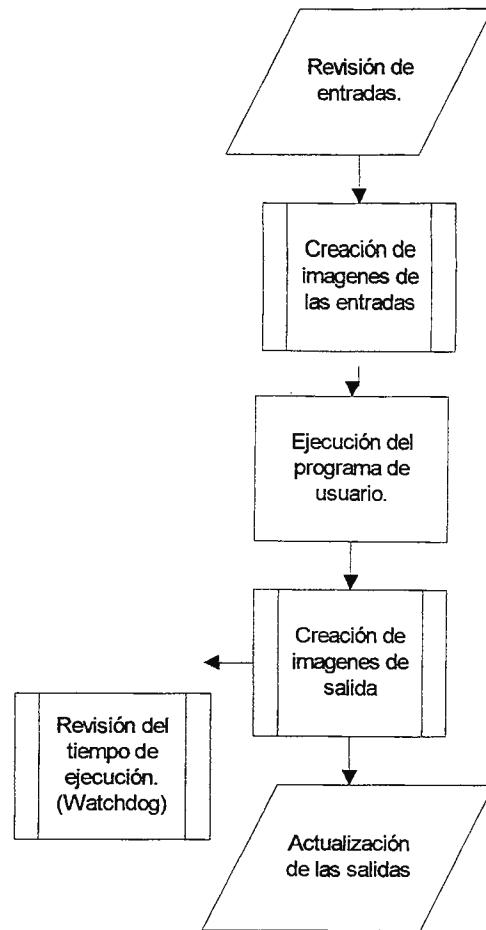


Figura 4.7. Ciclo de trabajo de un PLC.

4.3.5 Unidades de E/S.

Generalmente vamos a disponer de dos tipos de E/S:

- Digital.
- Analógica.

Las E/S digitales se basan en el principio de todo o nada, es decir o no conducen señal alguna o poseen un nivel mínimo de tensión. Estas E/S se manejan a nivel de bit dentro del programa de usuario.

Las E/S analógicas pueden poseer cualquier valor dentro de un rango determinado especificado por el fabricante. Se basan en conversores A/D y D/A aislados de la CPU (ópticamente o por etapa de potencia.) Estas señales se manejan a nivel de byte o palabra (8/16 bits) dentro del programa de usuario.

Las E/S son leídas y escritas dependiendo del modelo y del fabricante, es decir pueden estar incluidas sus imágenes dentro del área de memoria o ser manejadas a través de instrucciones específicas de E/S.

4.3.6 Interfaces.

Todo autómata, salvo casos excepcionales, posee la virtud de poder comunicarse con otros dispositivos (como una PC.)

Lo normal es que posea una E/S serie del tipo RS-232 / RS-422.

A través de esta línea se pueden manejar todas las características internas del autómata, incluida la programación del mismo, y suele emplearse para monitorización del proceso en otro lugar separado.

4.3.7 Equipos o unidades de programación.

El autómata debe disponer de alguna forma de programación, la cual se suele realizar empleando alguno de los siguientes elementos:

Unidad de programación: suele ser en forma de calculadora. Es la forma más simple de programar el autómata, y se suele reservar para pequeñas modificaciones del programa o la lectura de datos en el lugar de colocación del autómata.

Consola de programación: es un terminal a modo de ordenador que proporciona una forma más cómoda de realizar el programa de usuario y observar parámetros internos del autómata. Desfasado actualmente.

PC: es el modo más potente y empleado en la actualidad. Permite programar desde un ordenador personal estándar, con todo lo que ello supone: herramientas más potentes, posibilidad de almacenamiento en soporte magnético, impresión, transferencia de datos, monitorización mediante software SCADA, etc.

Para cada caso el fabricante proporciona lo necesario, bien el equipo o el software/cables adecuados. Cada equipo, dependiendo del modelo y fabricante,

puede poseer una conexión a uno o varios de los elementos anteriores. En el caso de los micro-plc se escoge la programación por PC o por unidad de programación integrada en la propia CPU.

4.3.7.1 Dispositivos periféricos.

El autómata programable, en la mayoría de los casos, puede ser ampliable. Las ampliaciones abarcan muchas posibilidades, que van desde las redes internas (Lan, etc.), módulos auxiliares de E/S, memoria adicional... hasta la conexión con otros autómatas del mismo modelo.

Cada fabricante facilita las posibilidades de ampliación de sus modelos, los cuales pueden variar incluso entre modelos de la misma serie.

4.3.7.2 Lenguajes de programación.

Los lenguajes más significativos son:

Lenguaje a contactos. (LD.)

Es el que más similitudes tiene con el utilizado por un electricista al elaborar cuadros de automatismos. Muchos autómatas incluyen módulos especiales de software para poder programar gráficamente de esta forma.

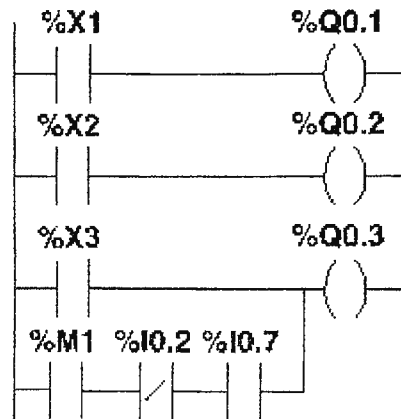


Figura 4.8 Ejemplo de lenguaje de contactos.

Lenguaje por Lista de Instrucciones. (IL)

En los autómatas de gama baja, es el único modo de programación. Consiste en elaborar una lista de instrucciones o nemónicos que se asocian a los símbolos y su combinación en un circuito eléctrico a contactos. También decir, que este tipo de lenguaje es, en algunos los casos, la forma más rápida de Programación e incluso la más potente.

000	LD	%I0.1	Bp. inicio ciclo
	AND	%I0.0	Dp. presencia vehículo
	AND	%M3	Bit autorización reloj calendario
	AND	%I0.5	Fc. alto rodillo
	AND	%I0.4	Fc. detrás pórtico
005	S	%M0	Memo inicio ciclo
	LD	%M2	
	AND	%I0.5	
	OR	%I0.2	Bp. parada ciclo
	R	%M0	
010	LD	%M0	
	ST	%Q0.0	Piloto ciclo

Figura 4.9 Ejemplo de lista de instrucciones.

Grafcet. (SFC)

Es el llamado Gráfico de Orden Etapa Transición. Ha sido especialmente diseñado para resolver problemas de automatismos secuenciales. Las acciones son asociadas a las etapas y las condiciones a cumplir a las transiciones. Este lenguaje resulta enormemente sencillo de interpretar por operarios sin conocimientos de automatismos eléctricos.

Muchos de los autómatas que existen en el mercado permiten la programación en GRAFCET, tanto en modo gráfico o como por lista de instrucciones. También podemos utilizarlo para resolver problemas de automatización de forma teórica y posteriormente convertirlo a plano de contactos.

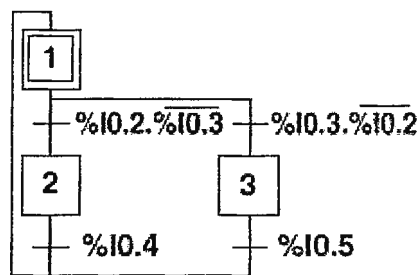


Figura 4.10 Ejemplo de Grafcet.

Plano de funciones. (FBD)

El plano de funciones lógicas, resulta especialmente cómodo de utilizar, a técnicos habituados a trabajar con circuitos de puertas lógicas, ya que la simbología usada en ambos es equivalente.

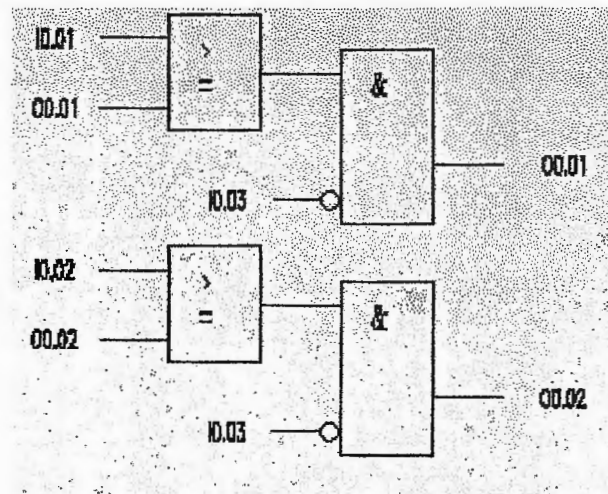


Figura 4.11 Ejemplo de plano de funciones.

4.4 Montaje de los equipos de control.

Todos los equipos de control como son contactores, sensores, interruptores automáticos, transformadores, plc's, etc. Necesitan ser montados e ubicados en una parte segura dentro del tablero, que este libre del contacto directo con las partes vivas y no impida la salida o entrada del cableado de fuerza.

En la siguiente figura se muestra algunos de los elementos de control montados en una lamina de montaje. Obsérvese que los elementos como el contactor y el sensor están montados sobre el riel y el transformador directamente sobre la lamina de montaje.

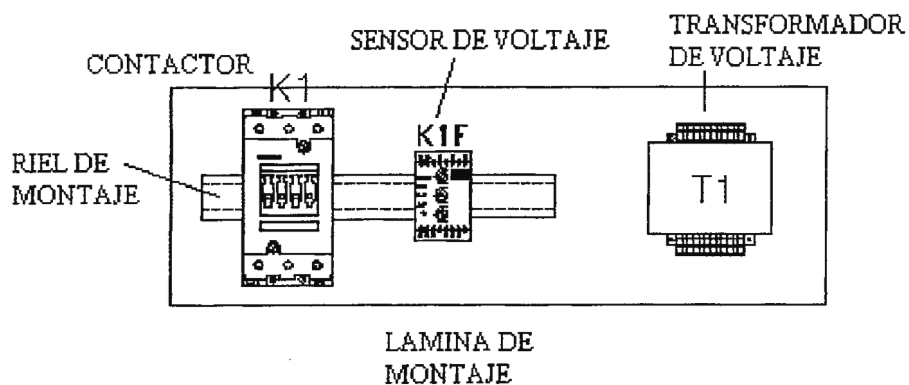


Figura 4.12 Montaje de los diferentes equipos de control.

En la mayoría de los casos, los dispositivos de control están todos juntos montados sobre una lamina de montaje y ubicados dentro del tablero.

4.4.1 Laminas de Montaje.

Las laminas de montaje se utilizan para montar los dispositivos de control y de fuerza. Estas laminas deben tener la capacidad de soportar los esfuerzos físicos debidos al peso de los equipos.

Algunas de las características que deben cumplir las laminas de montaje son:

- Rigidez
- Deben ser fabricadas con materiales no oxidables.
- Tamaño adecuado para montar los equipos.
- Fácil de fijar dentro del tablero.

El tamaño de la lamina de montaje, dependerá de la necesidad. En la actualidad existen tamaños ya establecidos por compañías para la fabricación de tableros; pero esto no quiere decir que alguien no puede fabricar sus propias laminas con sus propias medidas.

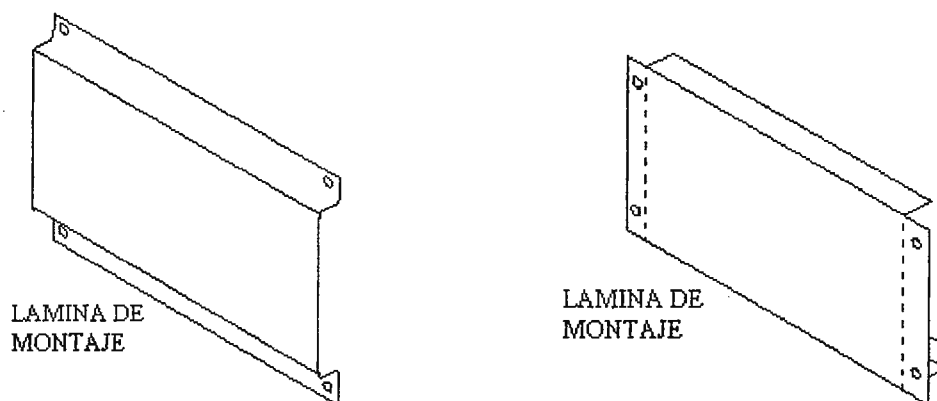


Figura 4.13 Laminas de Montaje.

4.4.2 Rieles de Montaje.

En la actualidad existen rieles fabricados bajo norma que se utilizan para montar equipos de control. Los equipos en la mayoría de los casos vienen fabricados con la posibilidad de ser montados sobre algunos de estos rieles.

El más común de estos es el riel DIN, el cual se puede dividir por sus variantes. Este viene fabricado ya sea para montar equipos de control, así como también para montaje de bornes.

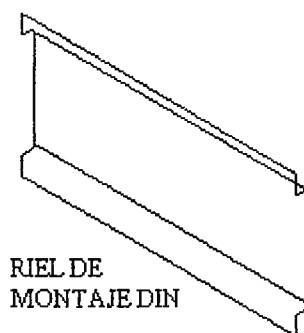


Figura 4.14 Riel de Montaje DIN.

4.4.3 Montaje de contactores.

Los contactores de control o de fuerza, pueden ser montados directamente en la lamina de montaje o indirectamente a través del riel DIN.

En muchos casos cuando el contactor es demasiado grande y posee un esfuerzo físico de los cables de fuerza es preferible montarlo directamente en la lamina de montaje a través de tornillos de fijación. Cuando la actividad que va a desempeñar el contactor es puramente para el control, este puede ser montado sobre riel.

4.4.4 Montaje de Sensores.

Los sensores de voltaje como solo desempeñan función de control, pueden ser fijados sobre riel. Pero esto no quiere decir que no pueden ser fijados a través de tornillos.

4.4.5 Montaje de interruptores automáticos.

Hoy en día la mayoría de interruptores automáticos vienen fabricados para ser montados sobre riel DIN.

4.4.6 Montaje de los Transformadores.

Los transformadores para el control solo pueden ser montados a través de tornillos de fijación directamente sobre la lamina de montaje.

Cuando se monten los transformadores de control, hay que tomar en cuenta que estos se calientan, y por ende deben ser ubicados aparte de los equipos de control; ya que estos pueden dañarse por calor excesivo.

4.4.7 Montaje de PLC's.

La mayoría de PLC's vienen con la facilidad de ser montados ya sea en riel DIN o independiente a través de tornillos de fijación. En la mayoría de los casos son montados en riel facilitando el montaje y extracción del equipo cuando hay reemplazo por daños.

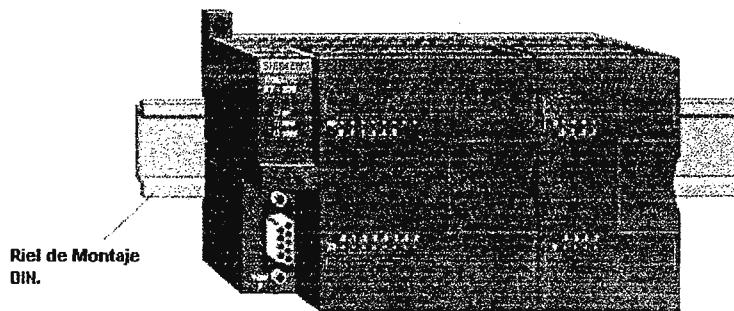


Figura 4.15 Montaje de PLC sobre riel DIN

4.5 Descripción de las secuencias de control.

4.5.1 Entradas para el sistema de control.

Las entradas para un sistema de control sencillo son las siguientes:

- 1) Modo de funcionamiento manual ó automático.
- 2) En modo de funcionamiento manual, conexión de Red ó Planta.
- 3) Presencia ó falla de voltaje de red, por medio del sensor de voltaje que llamaremos (K1R)
- 4) Presencia o falla de voltaje de planta, por medio del sensor de voltaje que llamaremos (K1P)
- 5) Confirmación de conexión de interruptor de red.
- 6) Confirmación de conexión de interruptor de planta.
- 7) Prueba del sistema que será por medio de un interruptor que simulara la falta de voltaje en la red.
- 8) Interruptor de emergencia.

4.5.2 Salidas del sistema de control.

Las salidas para un sistema de control sencillo son las siguientes:

- 1) Conexión del interruptor de red que llamaremos Q0.1.
- 2) Conexión del interruptor de planta que llamaremos Q0.2.
- 3) Arranque de planta de emergencia remoto.
- 4) Indicación de tensión de red.
- 5) Indicación de tensión de planta.
- 6) Indicación de falla en sistema.

4.5.3 Operación en modo automático.

En modo de funcionamiento automático si se tiene un voltaje adecuado en el sensor K1R por mas de 3 segundos el PLC mandara la conexión del Q0.1 y se encenderá la indicación de tensión de red.

4.5.3.1 Transferencia a planta generadora

Si el voltaje de red llega a estar fuera de rango (K1R), el Interruptor Q0.1 abre.

Después de 8 segundos de haber detectado la apertura de Q0.1, el PLC envía la orden de arranque de Planta.

Si hay voltaje de planta (K2P) durante al menos 3 segundos, el PLC da la orden de conexión de Q0.2. Una vez conectado Q0.2, deberá encender indicación de tensión de planta.

4.5.3.2 Re-transferencia a la red.

Si el voltaje de red se encuentra nuevamente en su rango permisible durante 1 minuto continuo, el PLC da la orden de retransferencia.

El PLC desenergiza la bobina de Q0.2 y este se desconecta, 3 segundos después, el PLC conecta Q0.1.

La planta generadora se mantiene en funcionamiento por 5 minutos adicionales para permitir un enfriamiento de dicha unidad antes de apagarla.

4.5.4 Operación Manual.

4.5.4.1 Conexión de red.

Al colocar maneta Auto/Manual en la posición Manual, y asegurándose que el Interruptor Q0.2 esté desconectado y que exista un voltaje adecuado de RED (K1R) Seleccionar con la maneta Red/0/Planta la opción Red. se conecta el interruptor Q0.1 y se enciende la Indicación de tensión de red.

4.5.4.2 Conexión planta.

Al colocar maneta Auto/Manual en la posición Manual. asegurándose que el interruptor Q0.1 esté desconectado.

Se arrancar la planta generadora manualmente, verificar que el voltaje de planta (K2P) se encuentre dentro del rango permisible. Se selecciona con la maneta Red/0/Planta la opción Planta. se conecta el interruptor Q0.2 y se enciende la indicación de tensión planta.

Capítulo V. Diseño de los ejemplos de aplicación.

5.1 Diseño del ejemplo de aplicación.

5.1.1 Identificación del problema.

Actualmente el Hospital Rosales posee en la Unidad de emergencia un grupo electrógeno para suplir las faltas de energía en casos de falla de la compañía distribuidora, esto ocasiona la necesidad de también poseer un sistema adecuado y moderno que realice la función de transferencia de carga cuando sea necesario ya que los sistemas que posee en este momento son obsoletos o no funcionan, cabe mencionar que el hospital también posee otros sistemas de emergencia que necesitan un sistema de transferencia y no lo poseen o se encuentran en mal estado, por lo que un diseño de un control podría ser implementado no solo en un sistema sino para habilitar otros que en este momento no funcionan.

5.1.2 Ideas preliminares.

Se presentaran tres soluciones o alternativas al problema las cuales son:

- a) Implementar una solución completa para el sistema que actualmente posee el hospital.
- b) Implementar una solución completa para el diseño que se plantea en el trabajo "Diseño eléctrico de la unidad de emergencia del Hospital Rosales"
- c) Diseño únicamente del Sistema de Control para poder ser implementado en diferentes transferencias que están fuera de funcionamiento.

5.1.3 Proceso de Diseño.

1. Definir las cargas a manejar por el sistema de transferencia, tomando también en cuenta el tipo de conexión que este posee. Este dato servirá para determinar las capacidades nominales de los interruptores y de las barras del sistema.
2. Determinar las corrientes de cortocircuito para asegurarnos que la capacidad de corte de los elementos seleccionados es la adecuada y soportaran en caso de falla en el sistema.
3. Selección de los interruptores que se van a utilizar, en este caso tenemos la opción de utilizar un sistema con contactores o con interruptores de potencia, ambos poseen ventajas y desventajas, siendo la opción con contactores un poco mas barato si ya se cuenta con las protecciones en este caso será todavía mas barato.
4. Selección de la capacidad de las barras del sistema tomando en cuenta los factores de reducciones y las recomendaciones para las barras de protección o puesta a tierra.
5. Seleccionar un aislador adecuado para el tamaño de las barras a utilizar y el voltaje nominal del sistema teniendo en cuenta la accesibilidad a las barras.
6. Luego ya que se ha seleccionado ya los elementos mas grandes de la transferencia debemos seleccionar el gabinete donde se montaran, lo cual esta en función de los interruptores seleccionados. Teniendo en cuenta los factores como: lugar de instalación, grado de protección necesario, elevaciones de temperatura si será o no necesario utilizar una ventilación para el gabinete.

7. Luego viene la parte de diseño y selección de los elementos de control que llevara el sistema, esto esta dado en función de los contactores o interruptores seleccionados y demás funciones que se deseen incorporar al sistema. Una transferencia hecha con un contactor será mas sencilla en la mayoría de los casos que una hecha con un interruptor moderno las dos realizando funciones similares pero el interruptor posee mas variables de control y protección.
8. Una vez determinadas las entradas y salidas que requiere el sistema de control podremos saber que tipo de PLC requerimos así como cuantos elementos auxiliares de control se requerirán.
9. Luego que se ha diseñado la lógica de control y seleccionado los equipos a utilizar viene la realización de los planos de montaje y disposición de elementos, cableado de control, cableado de potencia.
10. Después se podrá realizar el diseño del programa para el PLC.
11. Una vez teniendo todo esto se procederá a la construcción del sistema teniendo en cuenta los criterios de montaje de los fabricantes de los equipos y las normas mencionadas para los códigos de colores, calibres de los conductores, dimensiones de las protecciones y señalización de equipos.
12. Terminado el montaje hay que hacer una revisión exhaustiva de todo los equipos para asegurar su correcta fijación y cableado.
13. Luego se procederá a las pruebas de funcionamiento del sistema para su posterior puesta en marcha.

5.2 Lugar de Instalación.

Se presenta un esquema del lugar de la instalación donde se encuentra la acometida, el grupo electrógeno, tablero de transferencia y tableros principales:

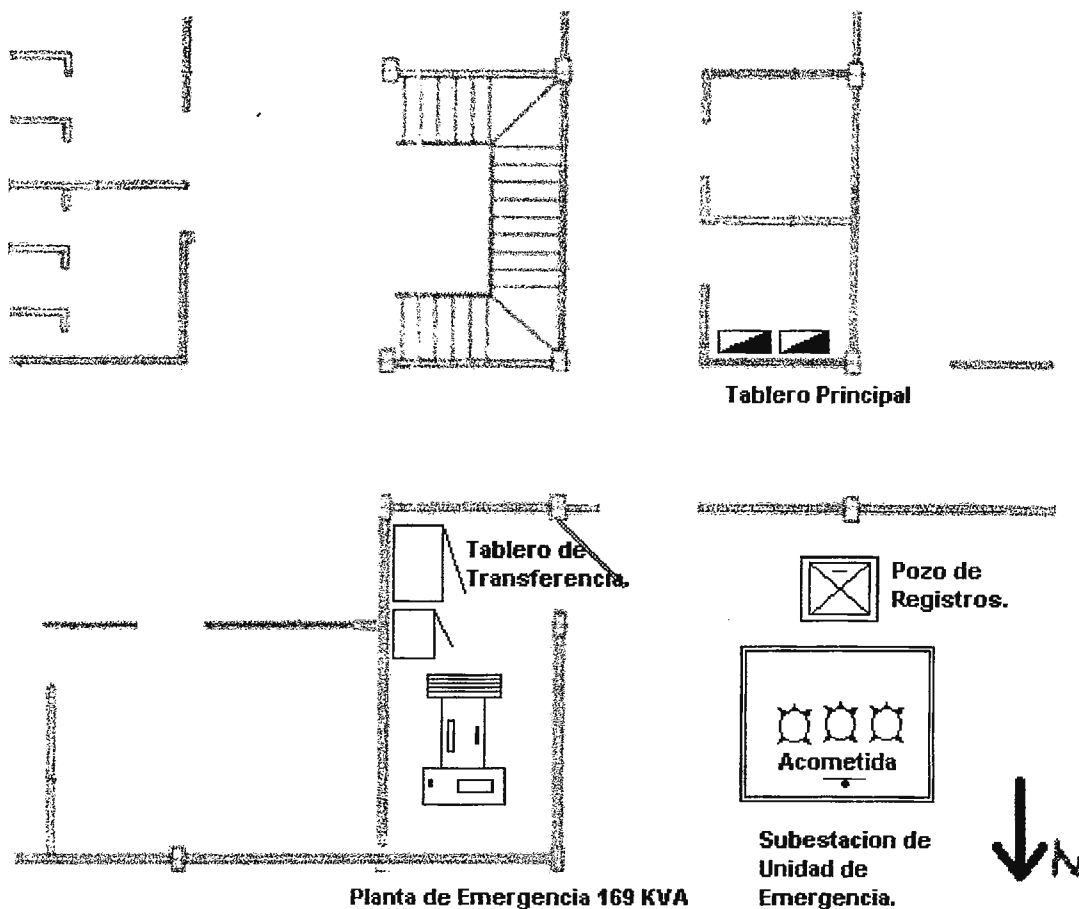


Figura 5.2 Lugar de la Instalación.

El lugar de instalación del sistema de transferencia es un lugar techado de no-acceso restringido al personal de mantenimiento. La entrada de los cables de alimentación de la subestación es subterránea por medio de posos de registro al igual de la planta de emergencia, la subestación se encuentra a unos 15 mts del lugar de instalación de la transferencia y unos 10 mts de los tableros principales.

5.3 Datos del sistema.

La información recolectada para el diseño de la transferencia de la Unidad de Emergencia del Hospital Rosales es la siguiente:

5.3.1 Datos del sistema actuales.

Voltaje Primario: 4.16 KVoltios.

Voltaje Secundario: 120/240 Voltios.

Subestación formada por 3 transformadores monofásicos de 50 KVA conectados en Estrella/Delta. Según la sección **1.1.9 Esquemas de conexión**, esta conexión se define como conexión TT

Frecuencia: 60 Hz.

Corriente de Corto Circuito en el punto de Entrega $I_{cc} = 4,212$ Amperios.

Datos de la Planta de Emergencia.

Marca: MARATÓN ELECTRIC.

Potencia: $S = 169$ KVA

Voltaje: 220/380V

Corriente : 203 Amperios

5.3.2 Datos del Sistema Propuestos para el nuevo diseño.

Voltaje Primario: 23 KVoltios.

Voltaje Secundario: 120/208 Voltios.

Subestación formada por 3 transformadores monofásicos de 100 KVA conectados en Estrella/Estrella. Según la sección **1.1.9 Esquemas de conexión**, esta conexión se define como conexión TT

Frecuencia: 60 Hz.

Según los datos del sistema las protecciones se dimensionaran para la capacidad nominal de las Subestación y la Planta de Emergencia. El diseño se hará para tres diferentes opciones:

5.4 Opción 1. Diseño para el Sistema Actualmente instalado.

Para este caso se diseñaran los interruptores para la capacidad de la subestación existente y la planta de emergencia existentes. Para esto tenemos:

5.4.3 Calculo de la corriente de cortocircuito.

Se hará el calculo de la corriente máxima de cortocircuito tanto para la subestación como para la planta de emergencia.

5.4.3.1 Calculo de la I_{sc} de la subestación.

Se calculara la máxima corriente de cortocircuito disponible en la acometida de la subestación:

$$V = 220 \text{ V}$$

$$X_t\% = 2 \%$$

$$S = 150 \text{ KVA}$$

Calculo de la I del secundario:

$$I = \frac{150kVA}{220 \sqrt{3}} = 393 \text{ Amp}$$

Calculo de la corriente de cortocircuito:

$$I_{sc} = \frac{393 * 100}{2} = 19650 \text{ Amp}$$

5.4.3.2 Calculo de la I_{sc} de la planta.

Se hará el calculo de la corriente máxima de cortocircuito que puede generar la planta de emergencia.

$$V = 220 \text{ V}$$

$$X\% = 20 \%$$

$$S = 169 \text{ KVA}$$

Calculo de la I del generador a plena carga:

$$I = \frac{169 \text{ kVA}}{220 \sqrt{3}} = 443 \text{ Amp}$$

Calculo de la corriente de cortocircuito:

$$I_{sc} = \frac{493 * 100}{20} = 2465 \text{ Amp}$$

5.4.1 Diseño del Interruptor de Red.

La subestación del sistema actual es de 150 KVA 3 ϕ :

Calculando la corriente nominal tenemos:

$$S = 150 \text{ kVA}$$

Voltios: 220V

$$I = \frac{S}{V_{LL} \sqrt{3}}$$

$$I = \frac{150 \text{ kVA}}{220 \sqrt{3}} = 393 \text{ Amp}$$

Con este dato se puede decir que el Interruptor principal puede estar entre el rango de 400-500 Amperios, para un margen de sobrecarga de 20%.

5.4.2 Diseño del Interruptor de Planta.

La planta de Emergencia posee una capacidad nominal de 169 KVA a un voltaje de 220V.

Calculando la Corriente Nominal tenemos:

$$S=169 \text{ kVA}$$

Voltios: 220V

$$I = \frac{169 \text{ kVA}}{220 \sqrt{3}} = 443 \text{ Amp}$$

De la tabla 1.8 para un amperaje 500 amperios por ser más económico se seleccionan para este caso utilizar contactores 3TF6844 de la serie 3TF, tanto para la red como para la planta de emergencia.

5.4.3 Selección de las Barras Colectoras.

El Dimensionamiento de las barras colectoras se hará para el valor de corriente máxima del sistema. Que para nuestro caso es la corriente nominal de la planta de emergencia $I = 443$ Amps.

De las tablas de barras podemos elegir una sección de barras para cada una de las fases.

Buscando en la tabla 2.1 de la sección "2.2.1 Capacidad de las Barras Colectoras" tenemos:

La barra de **30x10 mm** sin pintar con una capacidad de **573 Amperios** lo cual cumple con los requisitos de amperaje para el sistema actual.

El cálculo de la barra de polarización PE del sistema antiguo se toma de la tabla 2.2 de la sección "2.2.2 Selección de la barra de PE".

Para una área de las barras de fase de nuestro sistema de $30 \times 10 = 300 \text{mm}^2$ obtenemos de la tabla que la sección de la barra de PE para este caso no debería ser menor de la $\frac{1}{2}$ del área de las barras de las fases. Esto nos indica que la barra de PE debería ser mayor o igual a 150mm de área. De la tabla 2.1 obtenemos una barra de **30x5 mm** para la barra de PE.

5.4.4 Selección del aislador.

Para el caso de este diseño, se utilizara el aislador P3860 ya que este permite el montaje trifásico de las barras sobre el gabinete, así como también la ubicación en la que quedan las barras proporciona una gran ventaja a la hora de cablear o poner barras del bus a los interruptores o viceversa.

5.4.5 Selección del gabinete.

La selección del gabinete se hará de la tabla 3.5 de la sección "3.8 Dimensionamiento de los gabinetes", se toma el tamaño del gabinete para una transferencia de 500 Amperios. El dato corresponde a una celda tipo Siemens **A-86** equivalente en medidas a 1640 x 800 x 600mm.

El equivalente en celda Hoffman es: **P-F1686** equivalente en medidas a 1600 x 800 x 600 mm.

Así mismo el equivalente en celda Rittal es: **TS-81886** equivalente en medidas a 1800 x 800 x 600.

5.4.6 Diseño del sistema de control

Para este caso se ha decidido utilizar para la lógica de control un PLC tipo LOGO montado sobre una lamina de montaje y riel de montaje DIN, el sistema también utilizaran 3 contactores auxiliares para control, dos sensores de voltaje tipo Dold,

protecciones reles automáticos a 4 Amps según tabla 4.3, y otros elementos de control como indicadores luminosos, selectores. El tipo de cable a utilizar en el cableado de control es No. 18 con colores según lo especificado en la tabla 4.5. La disposición y cableado del sistema de control y el montaje de los demás elementos se hará de la manera mostrada en los planos adjuntos.

5.4.7 Diseño del sistema de control.

En el Anexo 1 se presentan los diagramas eléctricos y el programa en logo propuestos para ser utilizados así como la cotización de estos equipos.

5.5 Opción 2. Utilización de los interruptores que el sistema Actualmente posee.

La unidad de Emergencia del Hospital Rosales, actualmente posee dos interruptores para Red Y Planta de 600A. Estos interruptores marca General Electric pueden ser utilizados en forma semiautomática para la realización de la transferencia, ya que poseen un sistema motorizado que permite accionarlos de forma automática.

La automatización se hará por medio un PLC Logo y dos sensores de voltaje, se utilizaran las barras y el gabinete en el ya están montados los equipos.

5.5.8 Calculo de la corriente de cortocircuito.

Se hará él calculo de la corriente máxima de cortocircuito tanto para la subestación como para la planta de emergencia.

5.5.8.1 Calculo de la Isc de la subestación.

Para este caso se dispone del dato de la compañía distribución de la zona (CAESS), la Isc disponible en el punto de entrega es:

$$I_{sc} = 4212 \text{ Amp}$$

5.5.8.2 Calculo de la Isc de la planta.

Se hará el calculo de la corriente máxima de cortocircuito que puede generar la planta de emergencia.

$$V = 220 \text{ V}$$

$$X\% = 20 \%$$

$$S = 169 \text{ KVA}$$

Calculo de la I del generador a plena carga:

$$I = \frac{169kVA}{220 \sqrt{3}} = 443 \text{ Amp}$$

Calculo de la corriente de cortocircuito:

$$I_{sc} = \frac{493 * 100}{20} = 2465 \text{ Amp}$$

5.5.1 Diseño del sistema de control.

En el Anexo 2 se presentan los diagramas eléctricos y el programa en logo propuestos para ser utilizados así como la cotización de estos equipos.

5.6 Opción 3. Diseño para el sistema Propuesto.

Implementar una solución completa para el diseño que se plantea en el trabajo "Diseño eléctrico de la unidad de emergencia del Hospital Rosales".

5.6.2 Calculo de la corriente de cortocircuito.

Se hará el calculo de la corriente máxima de cortocircuito tanto para la subestación como para la planta de emergencia.

5.6.2.1 Calculo de la I_{sc} de la subestación.

Se calculara la máxima corriente de cortocircuito disponible en la acometida de la subestación:

$$V = 220 \text{ V}$$

$$X_t\% = 2 \%$$

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

Calculo de la I del secundario:

$$I = \frac{300kVA}{220 \sqrt{3}} = 787 \text{ Amp}$$

Calculo de la corriente de cortocircuito:

$$I_{sc} = \frac{787 * 100}{2} = 39350 \text{ Amp}$$

5.6.2.2 Calculo de la I_{sc} de la planta.

Se hará el calculo de la corriente máxima de cortocircuito que puede generar la planta de emergencia.

$$V = 220 \text{ V}$$

$$X\% = 20 \%$$

$$S = 169 \text{ KVA}$$

Calculo de la I del generador a plena carga:

$$I = \frac{169kVA}{220 \sqrt{3}} = 443 \text{ Amp}$$

Calculo de la corriente de cortocircuito:

$$I_{sc} = \frac{493 * 100}{20} = 2465 \text{ Amp}$$

5.6.1 Diseño del Interruptor de Red.

La subestación del sistema actual es de 300 KVA 3φ:

Calculando la corriente nominal tenemos:

$$S = 300 \text{ kVA}$$

Voltios: 220V

$$I = \frac{300kVA}{220 \sqrt{3}} = 787 \text{ Amp}$$

Con este dato se puede decir que el Interruptor principal puede andar entre el rango de 650 – 800Amperios.

5.6.2 Diseño del Interruptor de Planta.

La planta de Emergencia posee una capacidad nominal de 169 KVA a un voltaje de 220V.

Como se había calculado para el caso anterior

I = 443 Amperios.

De esto se concluye que el interruptor de planta puede ser regulable de 400-600 Amperios.

Como existe una diferencia notable de corriente entre el interruptor de Red y Planta, se proponen dos alternativas de solución para el diseño.

1. Investigar detalladamente que cargas pueden quedar fuera del bus de emergencia de tal forma que la planta de emergencia pueda suplir esa carga. Con esto se logra que la carga de emergencia siempre este conectada al sistema y no así la carga normal.

Para este caso, el interruptor de Red y de Planta deben quedar dimensionados para la capacidad máxima de la Planta de emergencia. Que en este caso seria 500 Amperios.

2. Dimensionar los interruptores para la capacidad de la subestación, sin discriminación de carga en el sistema; esto permite que toda la carga del sistema este conectada ya sea en condiciones de funcionamiento de Red o Planta.

El dimensionamiento de los los interruptores de Red y Planta para esta alternativa de solución seria: Interruptores con un rango de 800 Amperios para el interruptor de Red y de Planta.

Esta solución presenta el inconveniente que el Hospital Rosales debería de cambiar su planta de Emergencia por una de mas capacidad, mas o menos igual en potencia que la capacidad total de la subestación.

5.6.3 Selección de los Interruptores.

Para los datos de corriente encontrados se puede elegir los interruptores basándose en el amperaje, la complejidad del sistema, y las características que estos deben poseer.

Tomando en cuenta los tipos de interruptores mencionados en el capítulo 1, tenemos la opción de elegir entre la línea Sentron 3VL y la línea 3WN.

La mejor alternativa es utilizar la línea 3WN, ya que posee más experiencia dentro del mercado de los interruptores utilizados en transferencias, además posee un mayor grado de automatización respecto al 3VL.

5.6.4 Selección de las Barras colectoras.

Para las barras de fases del sistema propuesto tenemos que la barra **50x10 mm** sin pintar nos da una capacidad de corriente de **852 Amperios**, lo cual cumple con los requisitos mínimos de corriente necesarios para el diseño del sistema propuesto.

Para la barra de PEN en este caso tenemos: de la tabla 2.2 obtenemos que la barra de PEN debe tener como mínimo 200 mm² de sección, para la cual se recomienda la barra de 30x10 mm, esto por efectos de rigidez a la hora de conectar los cables.

Nótese, que para este sistema de barras no se utilizaran factores de corrección, ya que el sistema no lo requiere.

5.6.5 Selección del aislador para las barras.

Del capítulo 2 de barras podemos resumir que para barras de hasta de 30mm de ancho se puede utilizar aislador T-31.

Para barras de 40mm de ancho se debe utilizar aislador T-35.

Para barras de hasta 80mm de ancho se debe utilizar aislador T-55.

Estos aisladores se utilizan en barras que van a ser colocadas individualmente.

Para montaje de barras en arreglos ya sea monofásicos o trifásicos de barras se pueden utilizar los diferentes portabarras que existen.

Para el caso de este diseño, se utilizara el aislador P3860 ya que este permite el montaje trifásico de las barras sobre el gabinete, así como también la ubicación en la que quedan las barras proporciona una gran ventaja a la hora de cablear o poner barras del bus a los interruptores o viceversa.

5.6.6 Selección del gabinete.

La selección del gabinete se hará para los dos diseños antes mencionados.

De la tabla 3.5 de la sección "3.8 Dimensionamiento de los gabinetes", se toma el tamaño del gabinete para una transferencia de 800 Amperios.

El dato corresponde a una celda tipo Siemens **A-86** equivalente en medidas a 1640 x 800 x 600mm.

El equivalente en celda Hoffman es: **P-F1686** equivalente en medidas a 1600 x 800 x 600 mm.

Así mismo el equivalente en celda Rittal es: **TS-81886** equivalente en medidas a 1800 x 800 x 600.

5.6.7 Diseño del sistema de control.

En el Anexo 3 se presentan los diagramas eléctricos y el programa en logo propuestos para ser utilizados así como la cotización de estos equipos.

5.7 Control de Calidad y pruebas del sistema.

La revisión del tablero antes de su entrega y puesta en funcionamiento, es muy importante para evitar futuros problemas de funcionamiento o fallas eléctricas graves, por esto a continuación se detallan las revisiones y pruebas concernientes que se deben realizar.

1- Revisión exhaustiva de los herrajes de la celda.

Esta consiste en revisar que todos los elementos de la celda este bien sujetos, algunos de estos pueden ser: los travesaños, esquineros, párales, tapaderas, puertas, etc. Que la celda este armada con los aprietes correspondientes dependerá que esta tenga la suficiente rigidez para soportar el peso de los equipos.

2- Revisar que las laminas de montaje y los equipos estén bien sujetos.

Entre la revisión del montaje de los equipos tenemos:

Revisar que las laminas de montaje estén bien sujetas a la celda, los tornillos de sujeción de los equipos deben estar bien apretados, los equipos montados sobre riel deben estar bien colocados, etc.

3- Cerciorarse que el tablero cumpla con los requisitos dados por el plano preliminar.

Esto quiere decir que hay que revisar que lo que este plasmado en el plano del diseño preliminar concuerde con el tablero armado.

4- Dar él apriete correspondiente a las uniones de barras, uniones de terminales, etc.

Esta revisión es una de las más importantes, ya que un perno que no este bien apretado con su respectivo torque en una unión de barras podría causar severos daños a los equipos, así como también al personal.

Uno de las causas más comunes al no estar bien apretadas las uniones, es la presencia de calor excesivo en ese punto. Esto por falso contacto, lo que podría causar que los equipos se quemen.

Esto incluye revisar que las barras estén bien sujetas en sus respectivos aisladores.

5- Revisión del alambrado de control.

De esta revisión depende que el tablero funcione como sé a plasmado en el plano de diseño. La revisión consiste en verificar que el alambrado de control corresponda al dado en el plano de diseño preliminar. En el momento que se realiza esta revisión se aprovecha para revisar que los cables de control estén bien conectados a los distintos elementos de control, como son: contactores, sensores, plc's, etc.

6- Verificación del funcionamiento.

Esta revisión consiste en energizar el tablero a nivel de control, y verificar que el tablero funcione como se le a requerido.

Cuando decimos revisar a nivel de control, nos referimos que al momento de hacer las pruebas, solo se energizara la parte de control la cual es la más importante. No es recomendable energizar la parte de Fuerza, ya que esto puede causar algún accidente.

7- Actualización de los planos de diseño.

Ya que se han realizado todas las pruebas anteriores, es necesario que se actualicen los planos, ya que cuando se fabricaba el tablero pudieron surgir cambios a ultima hora y estos no están presentes en los planos de diseño.

Algunos de los cambios más comunes por los que se deben actualizar los planos son los siguientes:

Cambio de la disposición de equipo.

Modificaciones en el alambrado de control.

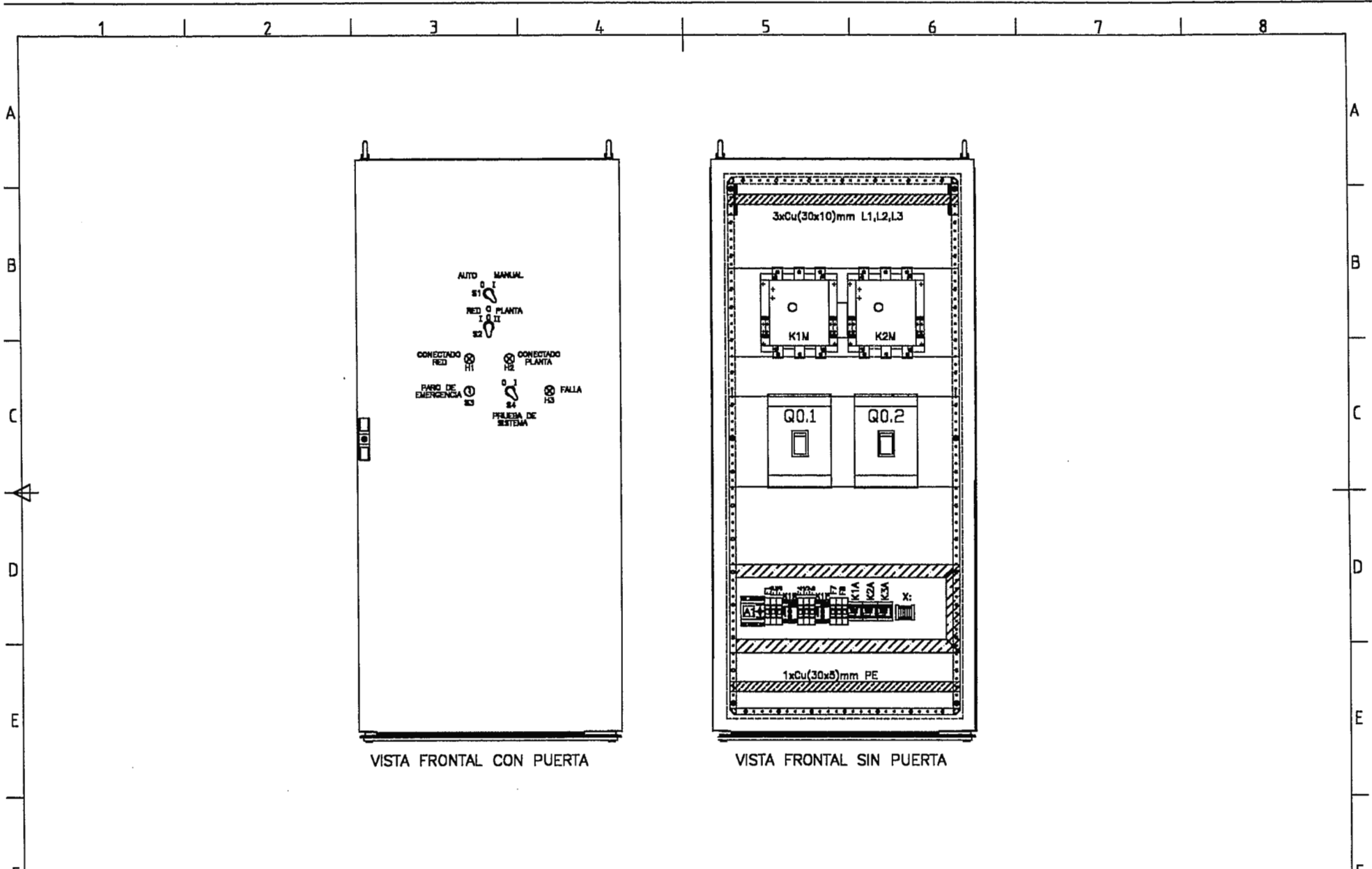
Cambio de interruptores y barras para mayor capacidad.

Modificación en el alambrado de fuerza para mejor accesibilidad.

Etc.

ANEXO 1.

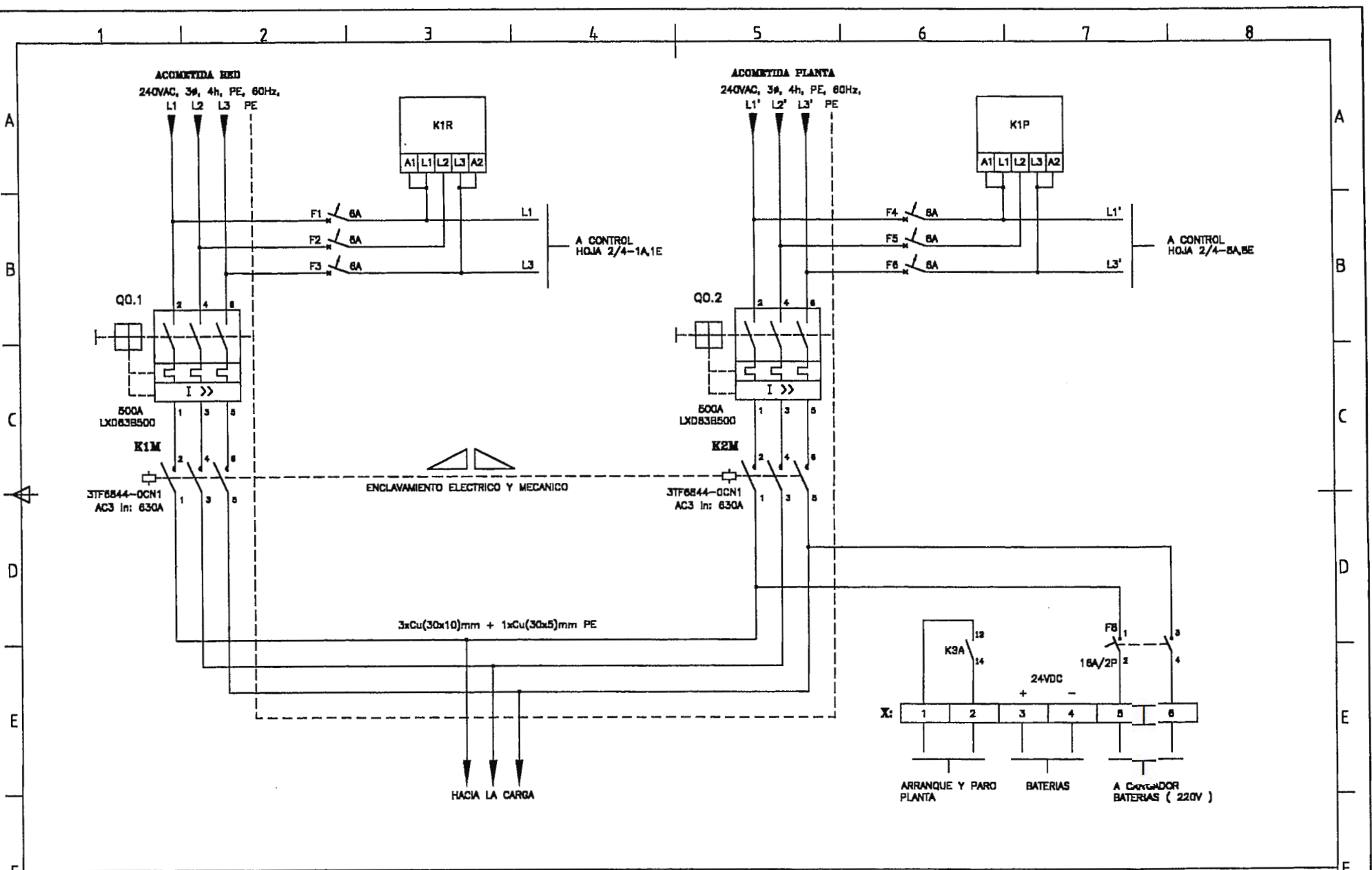
PLANOS, PROGRAMAS Y COTIZACIÓN DE
EQUIPOS PARA LA PROPUESTA DE
DISEÑO OPCION 1.



VISTA FRONTAL CON PUERTA

VISTA FRONTAL SIN PUERTA

Proyecto PROPUESTA DE DISEÑO DE TRANSFERENCIA OPCION 1					UNIVERSIDAD DON BOSCO		DISPOSICION DE EQUIPO		
Diseñado por: AUFERICIO MAGAÑA / JUAN CAÑAS.		Revisado por:		Aprobado por:		Fecha 01/02/2003		Escala 1:100	
								Edición 1º	
								Hoja 1/4	



Proyecto PROPUESTA DE DISEÑO DE TRANSFERENCIA OPCION 1

UNIVERSIDAD
DON BOSCO

DIAGRAMA DE FUERZA

Diseñado por:
MAURICIO MAGAÑA / JUAN CAÑAS.

Revisado por:

Aprobado por:

Fecha
01/02/2003

Escala
S/E

1

Edición
1ª

Hoja
2/6

1

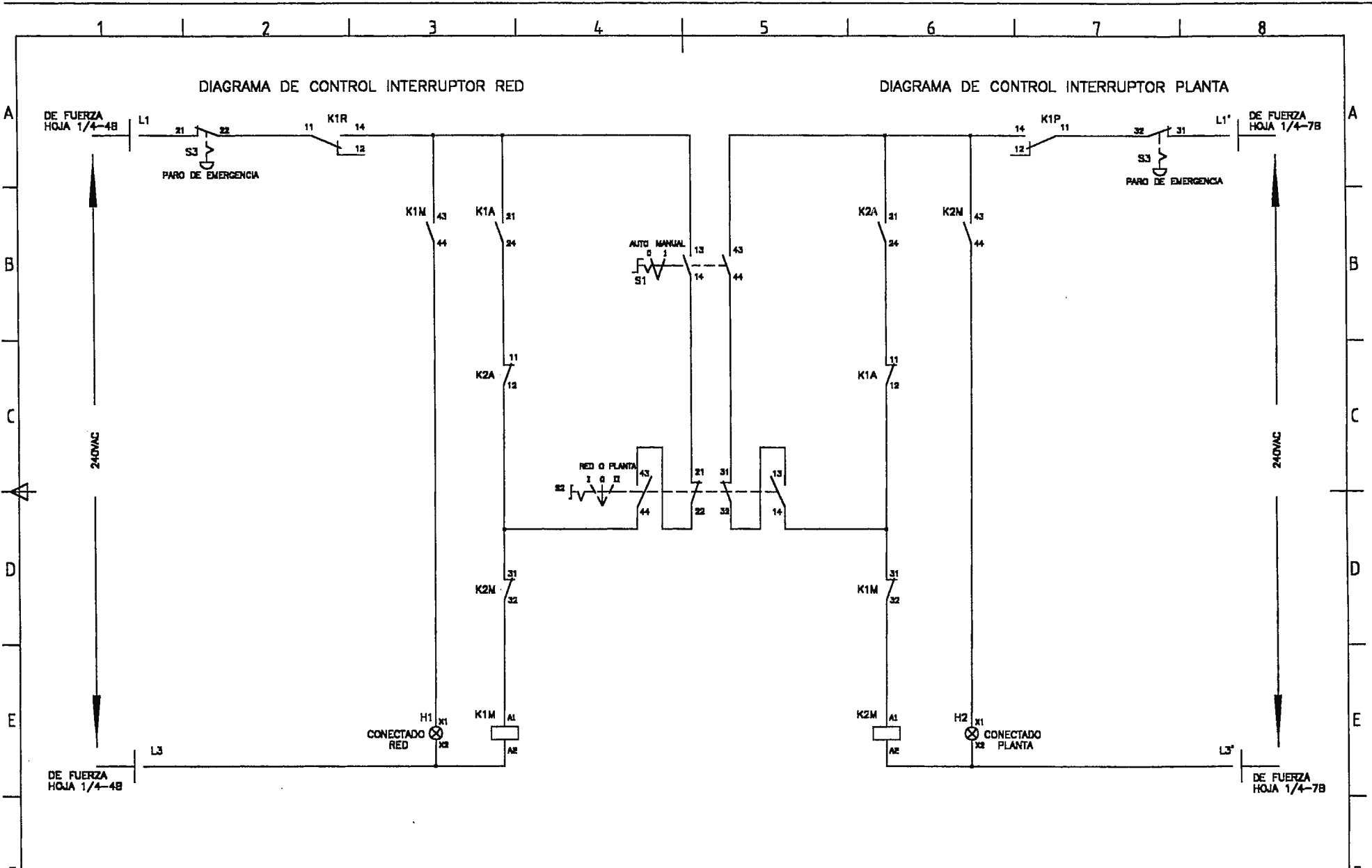
2

3

6

7

8



Proyecto PROPUESTA DE DISEÑO DE TRANSFERENCIA OPCION 1

Diseñado por:
MAURICIO MAGAÑA / JUAN CAÑAS.

Revisado por:

Aprobado por:

Fecha
01/02/2003

Escala
S/E

UNIVERSIDAD
DON BOSCO

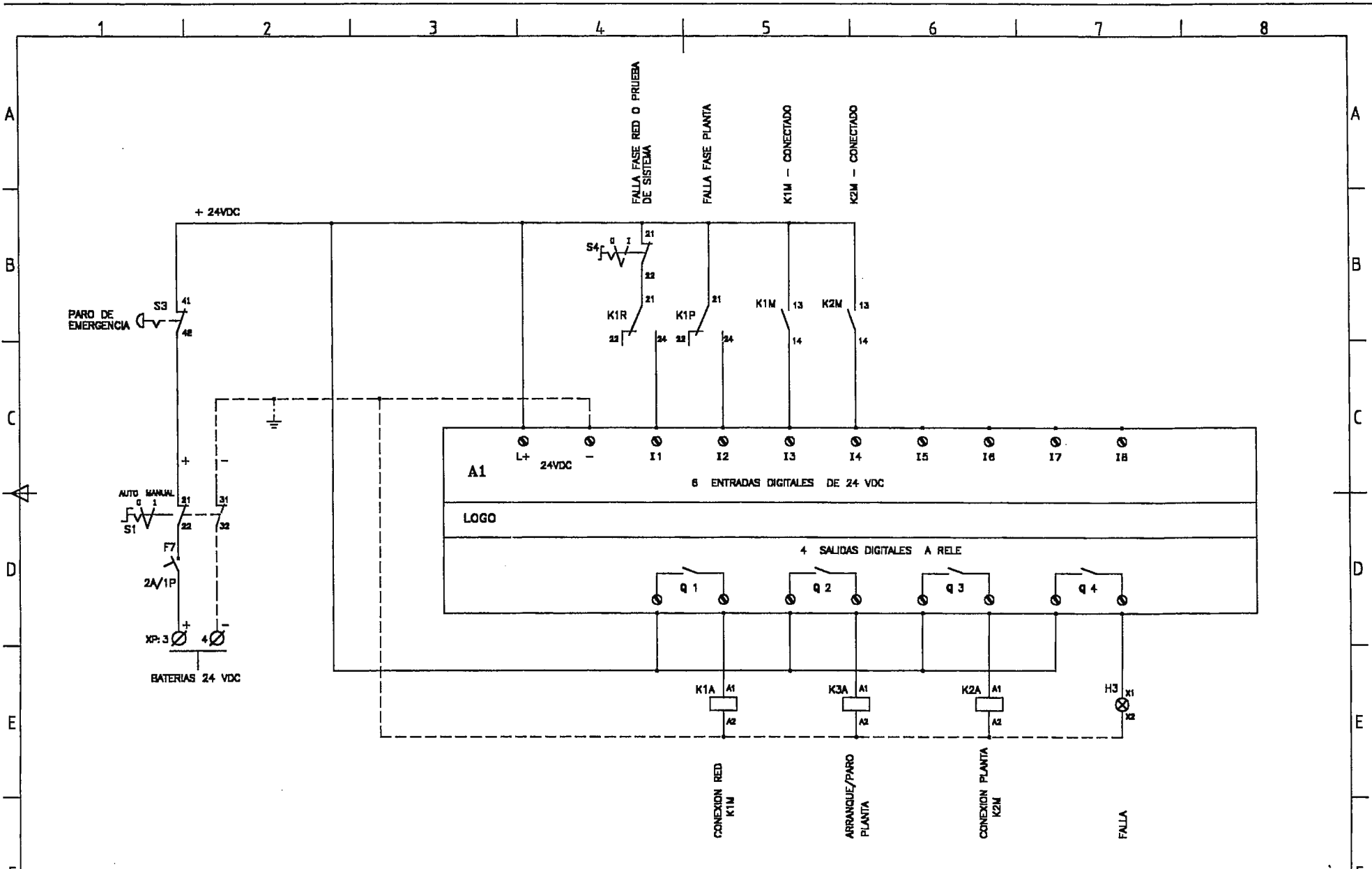
DIAGRAMA DE CONTROL

1

Edición
1°

Hoja
3/4

1 2 3 4 5 6 7 8



Proyecto PROPUESTA DE DISEÑO DE TRANSFERENCIA OPCION 1

Diseñado por:
MAURICIO MAGAÑA / JUAN CAÑAS.

Revisado por:

Aprobado por:

Fecha
01/02/2003

Escala
S/E

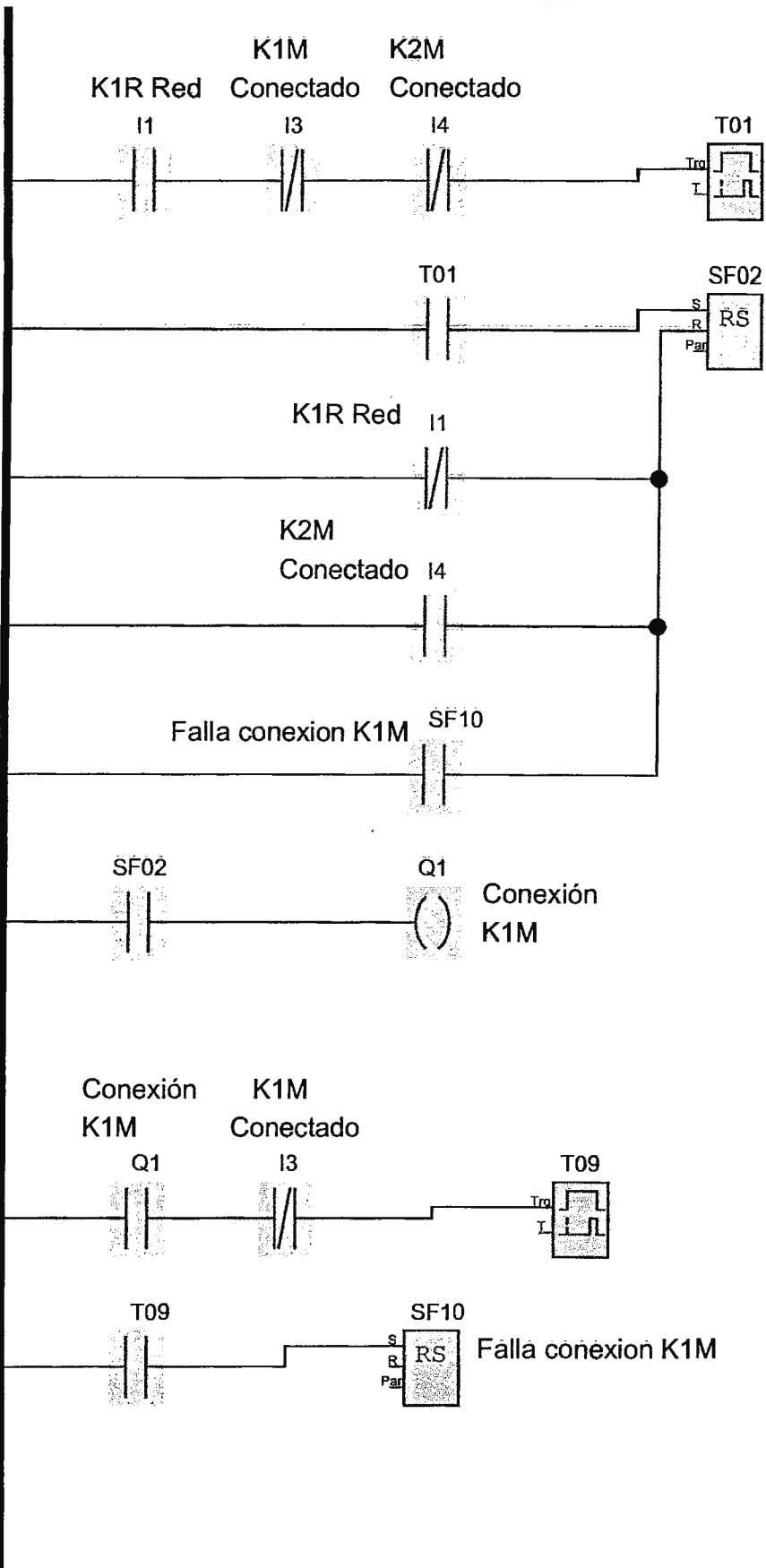
UNIVERSIDAD
DON BOSCO

DIAGRAMA DE CONTROL

1

Edición
1ª

Hoja
4/4



Autor:	Mauricio Magaña/ Juan Cañas	Proyecto:	Propuesta de Diseño de	Cliente:	
Comprobado:	30/01/2003	Instalación:	Unidad de Emergencia Hospital	Nº diagrama:	1
Creado/Modificado:	1/26/03 12:59 PM/1/29/03 10:24 PM	archivo:	xfer contactores logó.tld	Página:	1 / 5

K1M K2M
 K1P Planta Conectado Conectado

I2

I3

I4

T03



T11



T03

SF04



K1P Planta

I2

K1M
 Conectado

I3

Falla Conexion K2M

SF12

T06

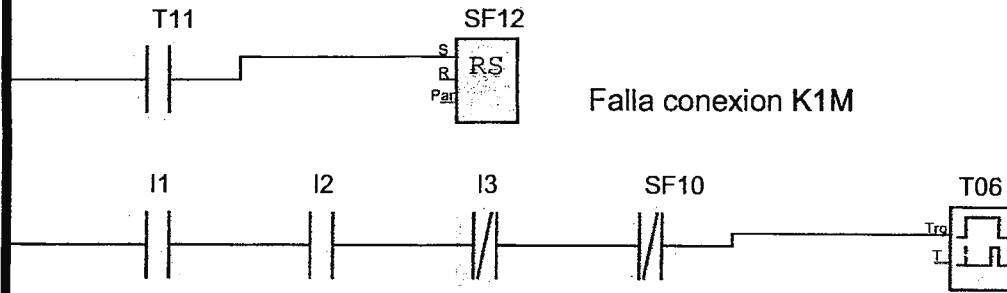
SF04

Q3

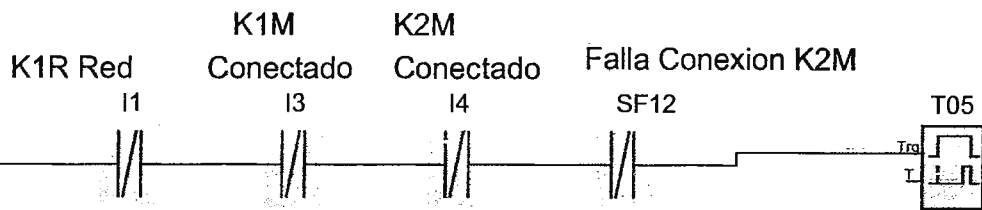
Conexión
 K2M

Autor:	Mauricio Magaña/ Juan Cañas	Proyecto:	Propuesta de Diseño de	Cliente:	
Comprobado:	30/01/2003	Instalación:	Unidad de Emergencia Hospital	Nº diagrama:	1
Creado/Modificado:	1/28/03 12:59 PM/1/29/03 10:24 PM	archivo:	xfer contactores logó.ltd	Página:	2 / 5

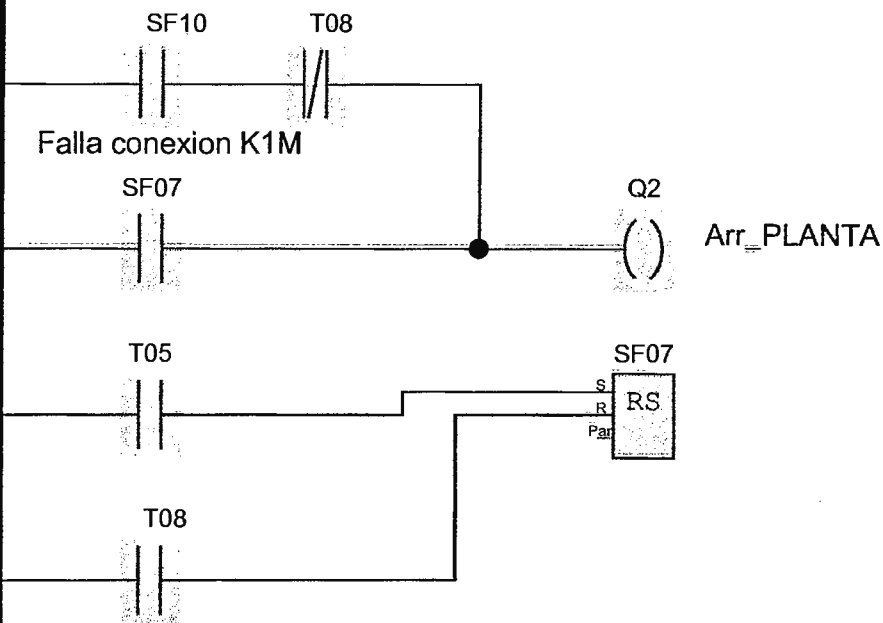
Falla Conexion K2M



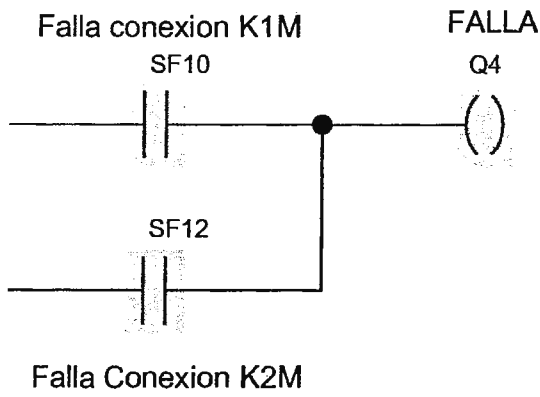
Falla conexion K1M



Tiempo Apagado de Planta



Autor:	Mauricio Magaña/ Juan Cañas	Proyecto:	Propuesta de Diseño de	Cliente:	
Comprobado:	30/01/2003	Instalación:	Unidad de Emergencia Hospital	Nº diagrama:	1
Creado/Modificado:	1/28/03 12:59 PM/1/29/03 10:24 PM	archivo:	xfer contactores logó.lkd	Página:	3 / 5



Autor:	Mauricio Magaña/ Juan Cañas	Proyecto:	Propuesta de Diseño de	Cliente:	
Comprobado:	30/01/2003	Instalación:	Unidad de Emergencia Hospital	Nº diagrama:	1
Creado/Modificado:	1/26/03 12:59 PM/1/29/03 10:24 PM	archivo:	xfer contactos logó.lid	Página:	4 / 5

Cotización de materiales y mano de obra.

Opción 1.

Cantidad	Código	Descripción	Precio Unit	Total
1		Celda 8PT (800x600x1640) completa	\$ 945.20	\$ 945.20
3	8HX0080	BARRA DE COBRE 30X10 MM	\$ 35.00	\$ 105.00
1	8HX0070	BARRA DE COBRE 30X5 MM	\$ 17.00	\$ 17.00
4	3FA0050	AISLADOR RICOLIT P3860	\$ 28.50	\$ 114.00
2	8ML085-0538	LAMINA LM3-800 X 270	\$ 20.00	\$ 40.00
1	8ML085-0548	LAMINA LM4-800 X 380	\$ 23.00	\$ 23.00
2	3TF6844-0CM7	CONTACTOR TAM 14. 220V. 630A	\$ 2,980.00	\$ 5,960.00
2	LXD63B500	INTERR TERMOMAG 600V/500A	\$ 662.86	\$ 1,325.72
2	5VN00040	CANAL ALAMBRAR 40X40	\$ 5.50	\$ 11.00
1	6ED1052-1MD00-0BA3	LOGO M 24 12/24 VDC 8ED/2EA/4SR	\$ 120.00	\$ 120.00
6	5SMO 106-3	AUTOMATO 1P-6A	\$ 10.30	\$ 61.80
1	5SMO 102-3	AUTOMATO 1P-2A	\$ 11.60	\$ 11.60
1	5SMO 216-3	AUTOMATO 2P-16A	\$ 22.00	\$ 22.00
2	5VP03129	RELE VOLT MIN-MAX 3F 161-299V	\$ 240.00	\$ 480.00
3	3RH1122-1BB40	CONTACTOR AUXILIAR 24VDC.	\$ 25.00	\$ 75.00
8	8WA1011-1DF11	BORNE CONEXION 2.5 MM2	\$ 1.00	\$ 6.00
2	8WA1808	ANGULO FINAL P/BORNE	\$ 1.20	\$ 2.40
2	3SB3202-2KA11	MANETA 2 POSICIONES 1NA	\$ 12.50	\$ 25.00
1	3SB3210-2DA11	MANETA 3 POSICIONES 1NA+1NA	\$ 17.00	\$ 17.00
2	3SB3204-6AA40	LAMPARA VERDE	\$ 8.00	\$ 16.00
1	3SB3204-6AA30	LAMPARA AMARILLA	\$ 8.00	\$ 8.00
1	3SB3203-1HA20	PULSADOR TIPO HONGO 1NC	\$ 22.00	\$ 22.00
		MATERIALES VARIOS	\$ 200.00	\$ 200.00

Sub Total	\$ 9,609.72
13% IVA	\$ 1,249.26
Total Materiales	\$ 10,858.98
Mano de obra 5%	\$ 542.95
Total Final	\$ 11,401.93

ANEXO 2.

PLANOS, PROGRAMAS Y COTIZACIÓN DE
EQUIPOS PARA LA PROPUESTA DE
DISEÑO OPCION 2.

1 2 3 4 5 6 7 8

A

A

B

B

C

C

D

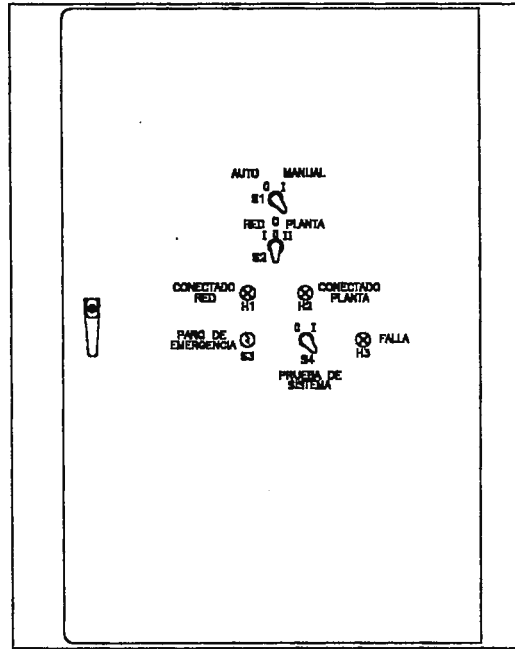
D

E

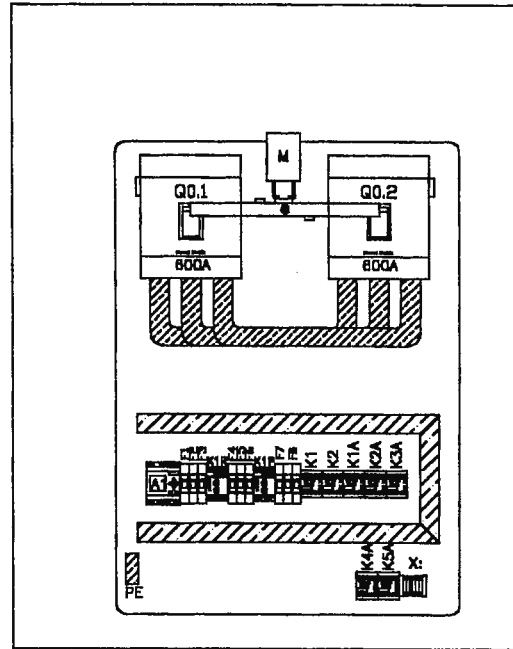
E

F

F



VISTA FRONTAL CON PUERTA



VISTA FRONTAL SIN PUERTA

Proyecto PROPUESTA DE DISEÑO DE TRANSFERENCIA OPCION 2

Diseñado por:
MAURICIO MAGAÑA / JUAN CAÑAS.

Revisado por:

Aprobado por:

Fecha
01/02/2003

Escala
1:100

UNIVERSIDAD
DON BOSCO

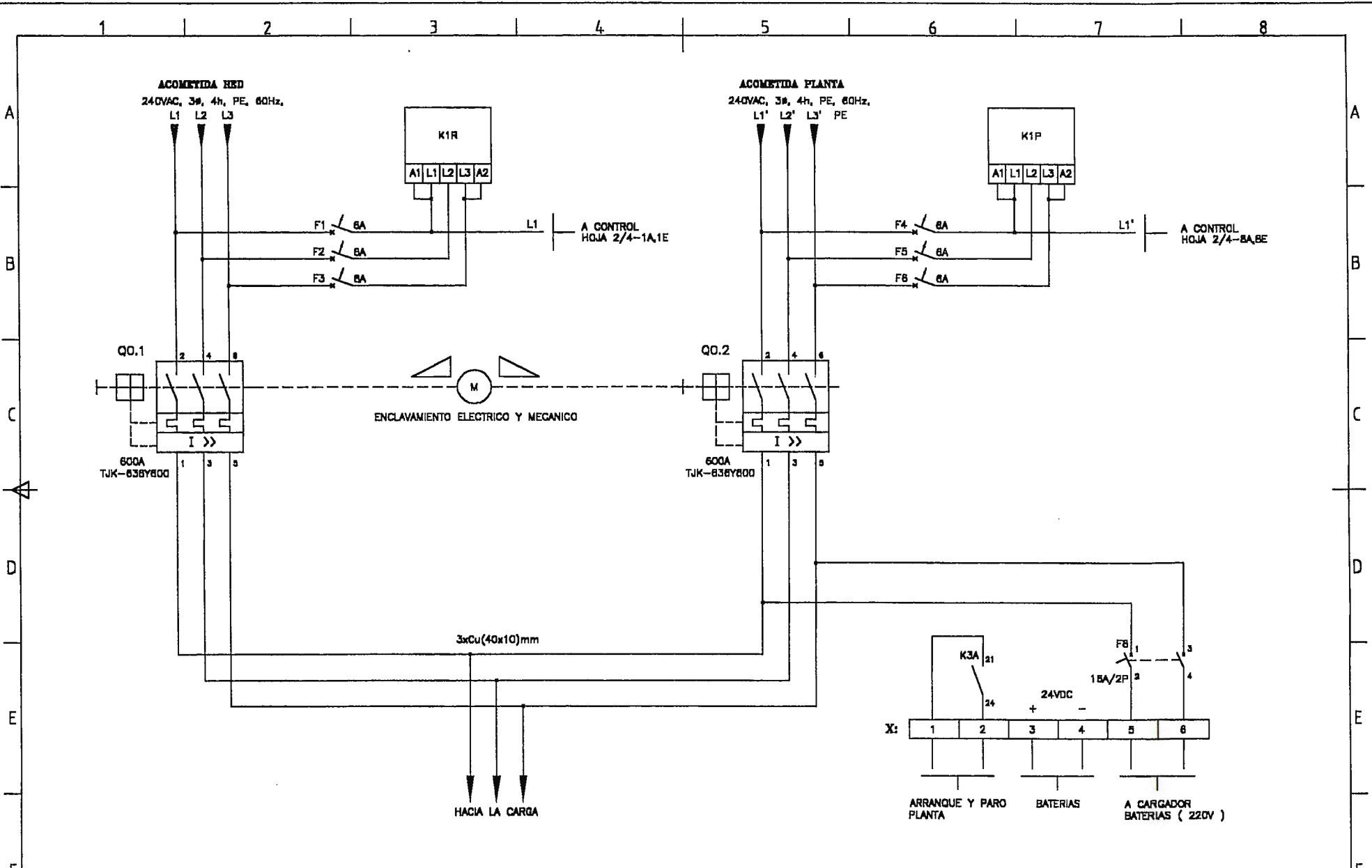
DISPOSICION DE EQUIPO

1

Edición
1°

Hoja
1/4

1 2 3 4 5 6 7 8



Proyecto PROPUESTA DE DISEÑO DE TRANSFERENCIA OPCION 2

UNIVERSIDAD
DON BOSCO

DIAGRAMA DE FUERZA

Diseñado por:
MAURICIO MAGAÑA / JUAN CAÑAS.

Revisado por:

Aprobado por:

Fecha
01/02/2003

Escala
S/E

1

Edición
1ª

Hoja
2/4

1

2

3

6

7

8

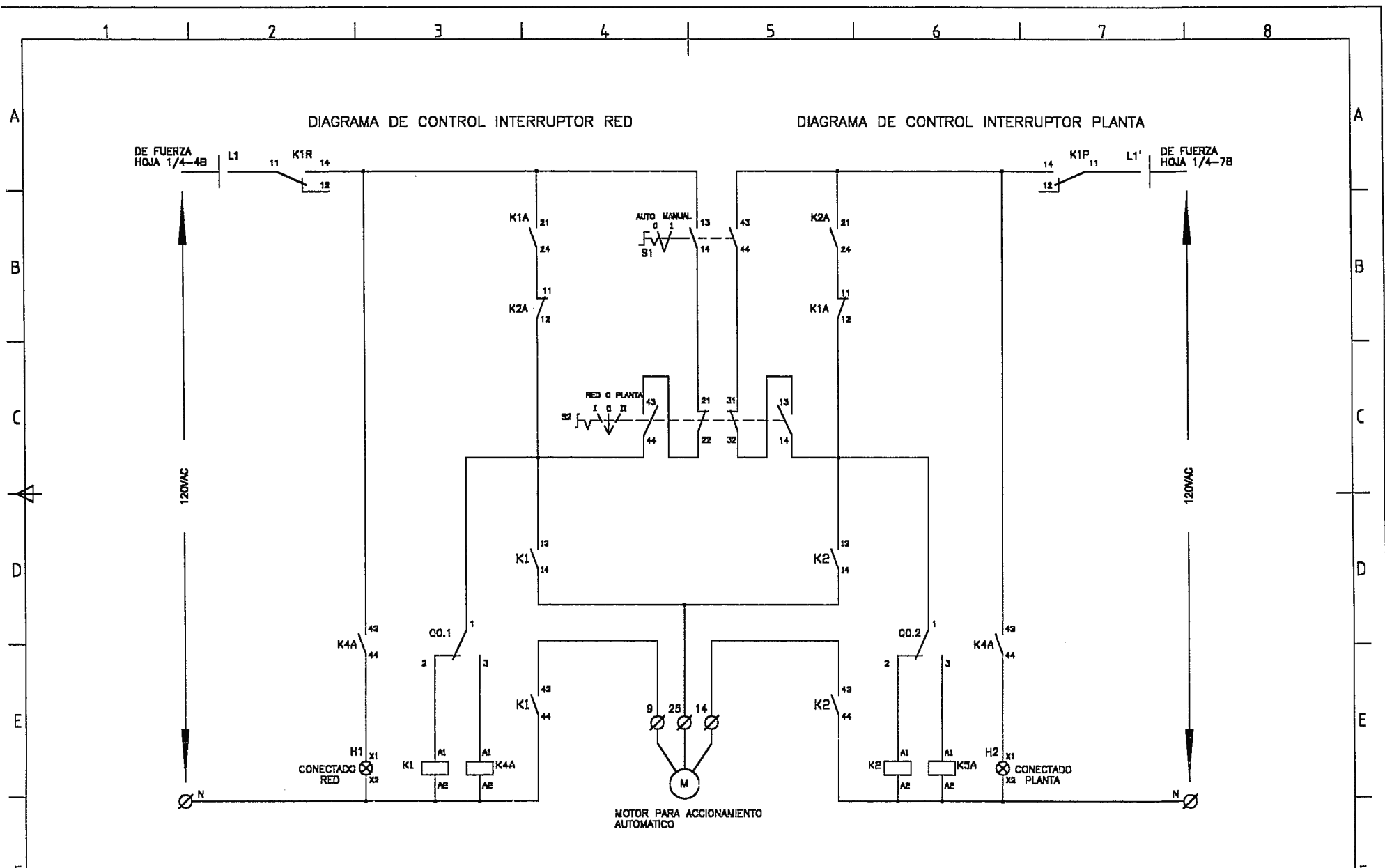


DIAGRAMA DE CONTROL INTERRUPTOR RED

DIAGRAMA DE CONTROL INTERRUPTOR PLANTA

MOTOR PARA ACCIONAMIENTO AUTOMATICO

Proyecto PROPUESTA DE DISEÑO DE TRANSFERENCIA OPCION 2					UNIVERSIDAD DON BOSCO	DIAGRAMA DE CONTROL	
Diseñado por: MAURICIO MAGAÑA / JUAN CAÑAS.	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha 01/02/2003	Escala S/E		1	Edición 1°

1

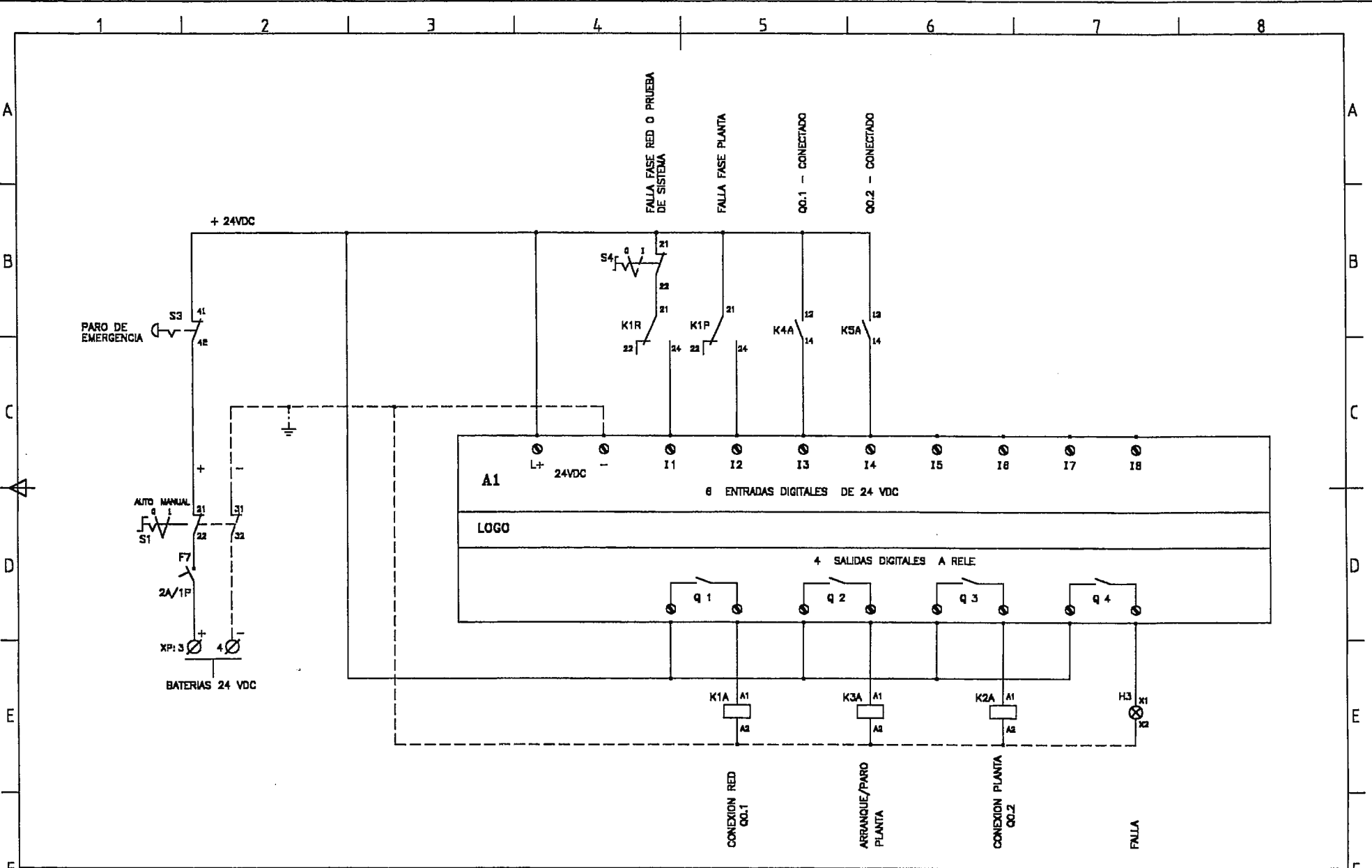
2

3

6

7

8



Proyecto PROPUESTA DE DISEÑO DE TRANSFERENCIA OPCION 2

Diseñado por:
MAURICIO MAGAÑA / JUAN CAÑAS.

Revisado por:

Aprobado por:

Fecha
01/02/2003

Escala
S/E

UNIVERSIDAD
DON BOSCO

DIAGRAMA DE CONTROL

1

Edición
1°

Hoja
4/4

1

2

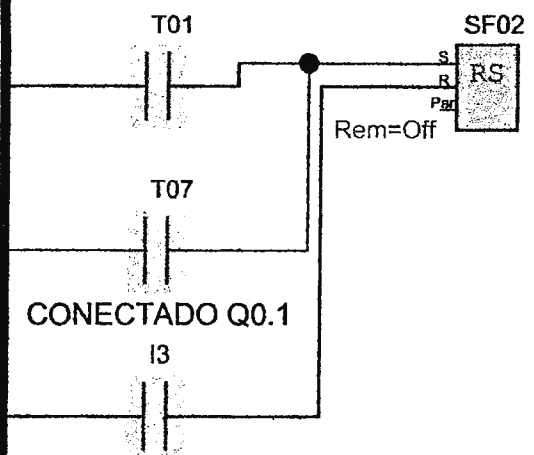
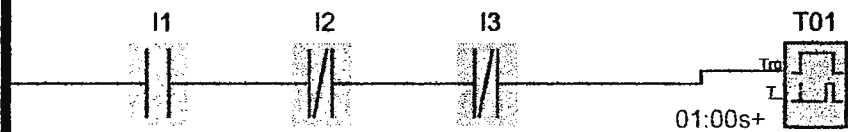
3

6

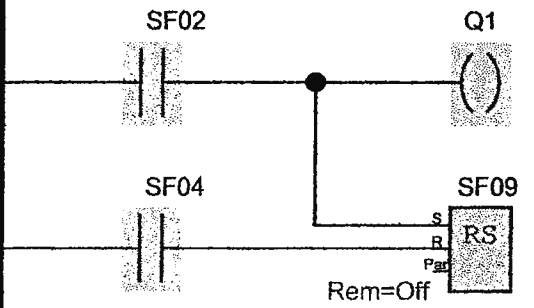
7

8

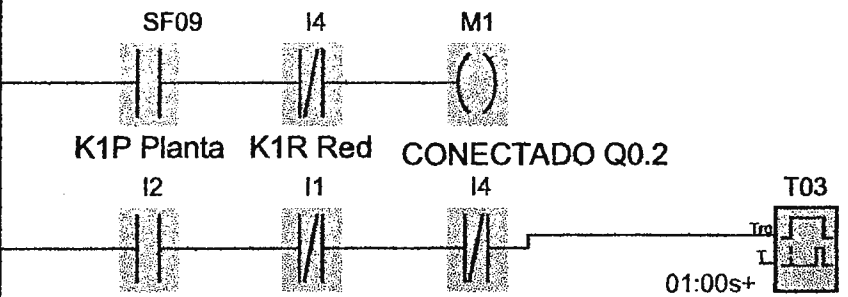
K1R Red K1P Planta CONECTADO Q0.1



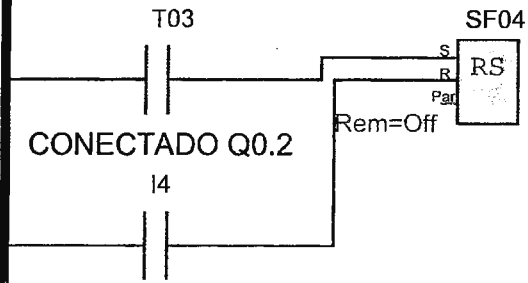
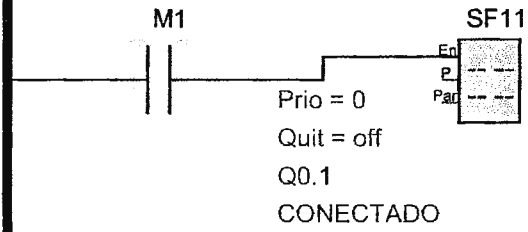
CONEXION Q0.1



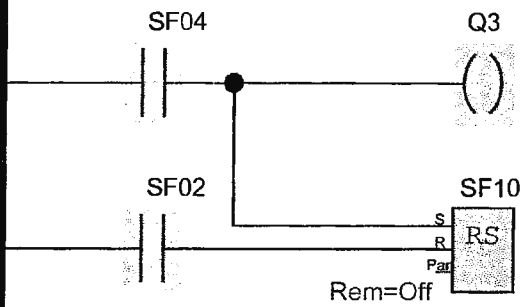
CONECTADO Q0.2



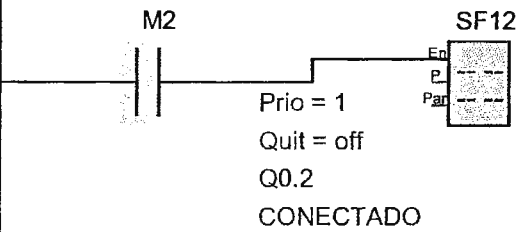
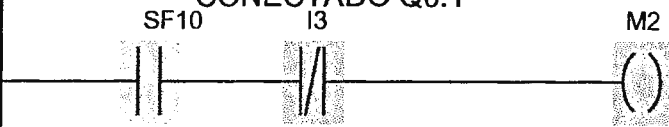
Autor:	Default	Proyecto:		Cliente:	
Comprobado:		Instalación:		Nº diagrama:	
Creado/Modificado:	2/3/03 9:40 PM/2/3/03 9:40 PM	archivo:	XFER CON INT GENERAL.Id	Página:	1 / 3



CONEXION Q0.2

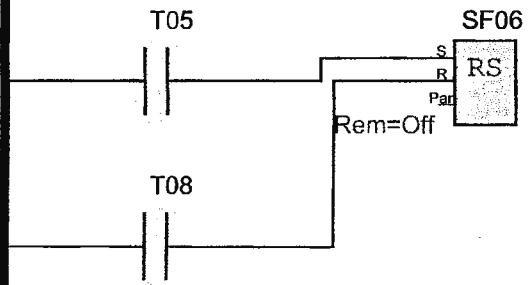
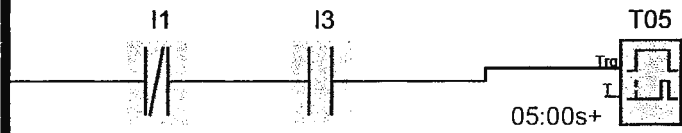


CONECTADO Q0.1

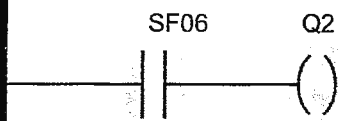


Autor:	Default	Proyecto:		Ciente:	
Comprobado:		Instalación:		Nº diagrama:	
Creado/Modificado:	2/3/03 9:40 PM/2/3/03 9:40 PM	archivo:	XFER CON INT GENERAL.fid	Página:	2 / 3

K1R Red CONECTADO Q0.1



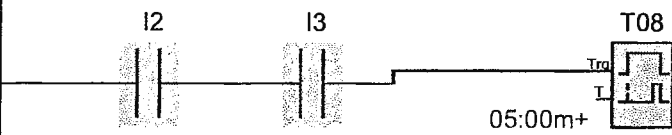
Arr_PLANTA



K1R Red K1P Planta CONECTADO Q0.2



K1P Planta CONECTADO Q0.1



Autor:	Default	Proyecto:		Cliente:	
Comprobado:		Instalación:		Nº diagrama:	
Creado/Modificado:	2/3/03 9:40 PM/2/3/03 9:40 PM	archivo:	XFER CON INT GENERAL.lld	Página:	3 / 3

Cotización de materiales y mano de obra.

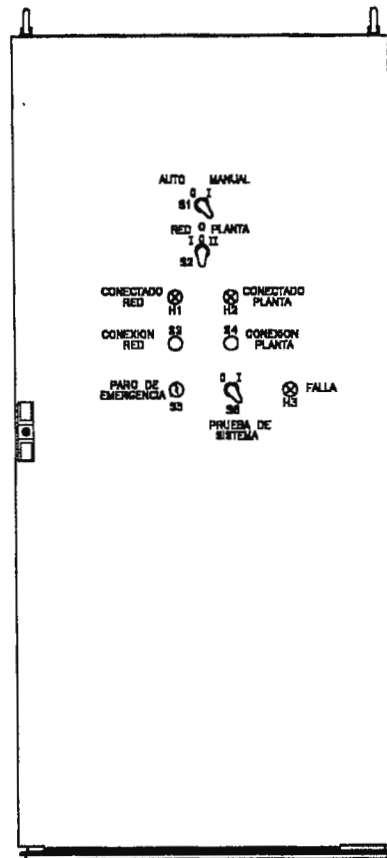
Opción 2.

Cantidad	Codigo	Descripción	Precio Unit	Total
2	5VN00040	CANAL ALAMBRAR 40X40	\$ 5.50	\$ 11.00
1	6ED1052-1MD00-0BA3	LOGO M 24 12/24 VDC 8ED/2EA/4SR	\$ 120.00	\$ 120.00
6	5SMO 106-3	AUTOMATO 1P-6A	\$ 10.30	\$ 61.80
1	5SMO 102-3	AUTOMATO 1P-2A	\$ 11.60	\$ 11.60
1	5SMO 216-3	AUTOMATO 2P-16A	\$ 22.00	\$ 22.00
2	5VP03129	RELE VOLT MIN-MAX 3F 161-299V	\$ 240.00	\$ 480.00
3	3RH1122-1BB40	CONTACTOR AUXILIAR 24VDC.	\$ 25.00	\$ 75.00
4	3RH1122-1AK60	CONTACTOR AUXILIAR 120V.	\$ 21.00	\$ 84.00
6	8WA1011-1DF11	BORNE CONEXION 2.5 MM2	\$ 1.00	\$ 6.00
2	8WA1808	ANGULO FINAL P/BORNE	\$ 1.20	\$ 2.40
2	3SB3202-2KA11	MANETA 2 POSICIONES 1NA	\$ 12.50	\$ 25.00
1	3SB3210-2DA11	MANETA 3 POSICIONES 1NA+1NA	\$ 17.00	\$ 17.00
1	3SB3204-6AA30	LAMPARA AMARILLA	\$ 8.00	\$ 8.00
2	3SB3204-6AA40	LAMPARA VERDE	\$ 8.00	\$ 16.00
1	3SB3203-1HA20	PULSADOR TIPO HONGO 1NC	\$ 22.00	\$ 22.00
1		MATERIALES VARIOS	\$ 100.00	\$ 100.00

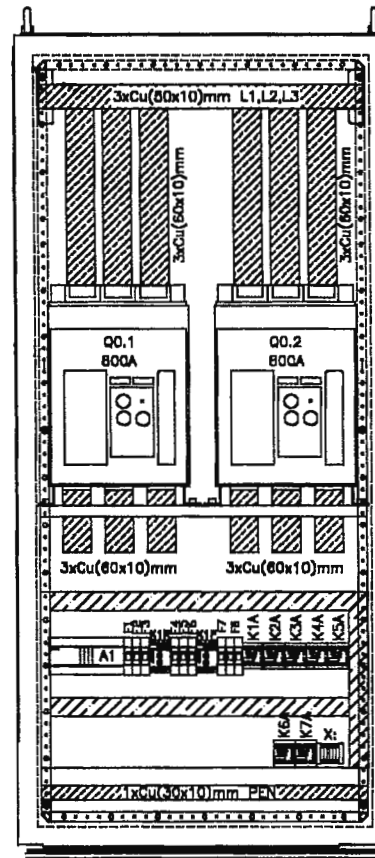
Sub Total	\$ 1,061.80
13% IVA	\$ 138.03
Total Materiales	\$ 1,199.83
Mano de obra	\$ 200.00
Total Final	\$ 1,399.83

ANEXO 3.

PLANOS, PROGRAMAS Y COTIZACIÓN DE
EQUIPOS PARA LA PROPUESTA DE
DISEÑO OPCION 3.



VISTA FRONTAL CON PUERTA



VISTA FRONTAL SIN PUERTA

Proyecto PROPUESTA DE DISEÑO DE TRANSFERENCIA OPCION 3

Diseñado por:
MAURICIO MAGAÑA / JUAN CAÑAS.

Revisado por:

Aprobado por:

Fecha
01/02/2003

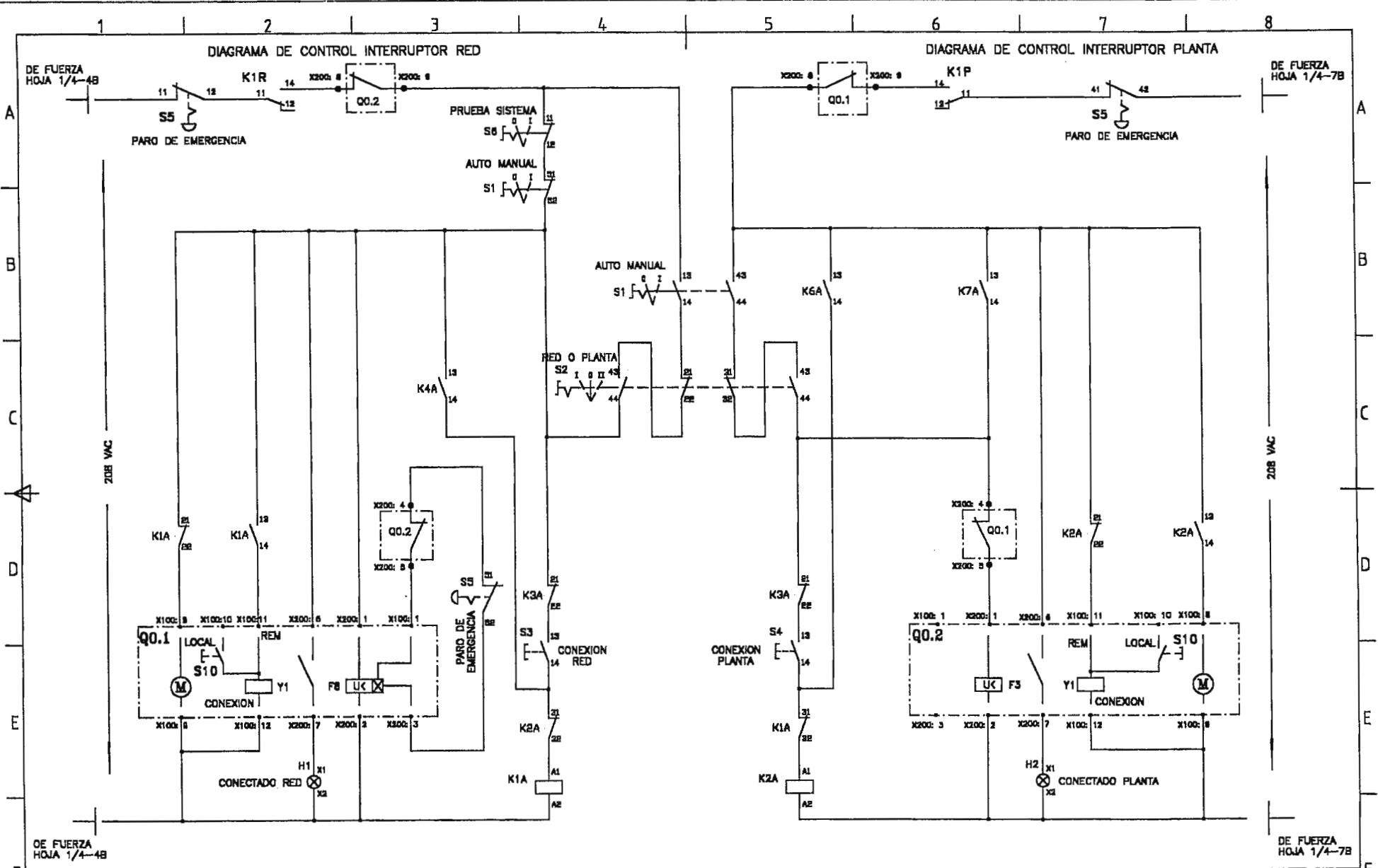
Escala
1/100

UNIVERSIDAD
DON BOSCO

DISPOSICION DE EQUIPO

1

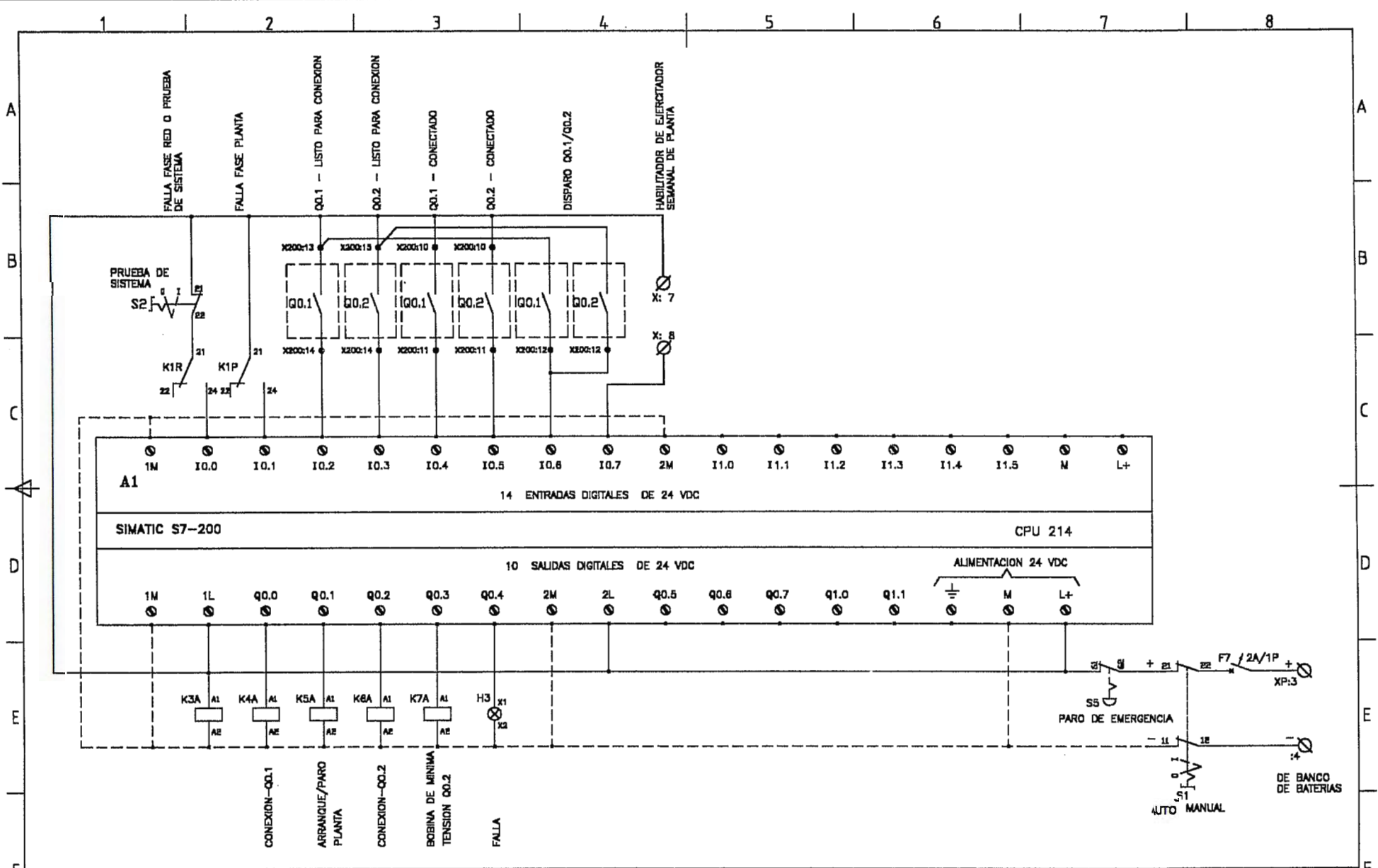
Edición
1ª Hoja
1/4



DE FUERZA HOJA 1/4-4B

DE FUERZA HOJA 1/4-7B

Proyecto PROPUESTA DE DISEÑO DE TRANSFERENCIA OPCION 3					UNIVERSIDAD DON BOSCO		DIAGRAMA DE CONTROL	
Diseñado por: YURIICO MAGAÑA / JUAN CAÑAS.	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha 01/02/2003	Escala S/E			1	Edición 1ª



Proyecto PROPUESTA DE DISEÑO DE TRANSFERENCIA OPCION 3

Diseñado por:
MAURICIO MAGAÑA / JUAN CAÑAS.

Revisado por:

Aprobado por:

Fecha
01/02/2003

Escala
S/E

UNIVERSIDAD
DON BOSCO

DIAGRAMA DE CONTROL

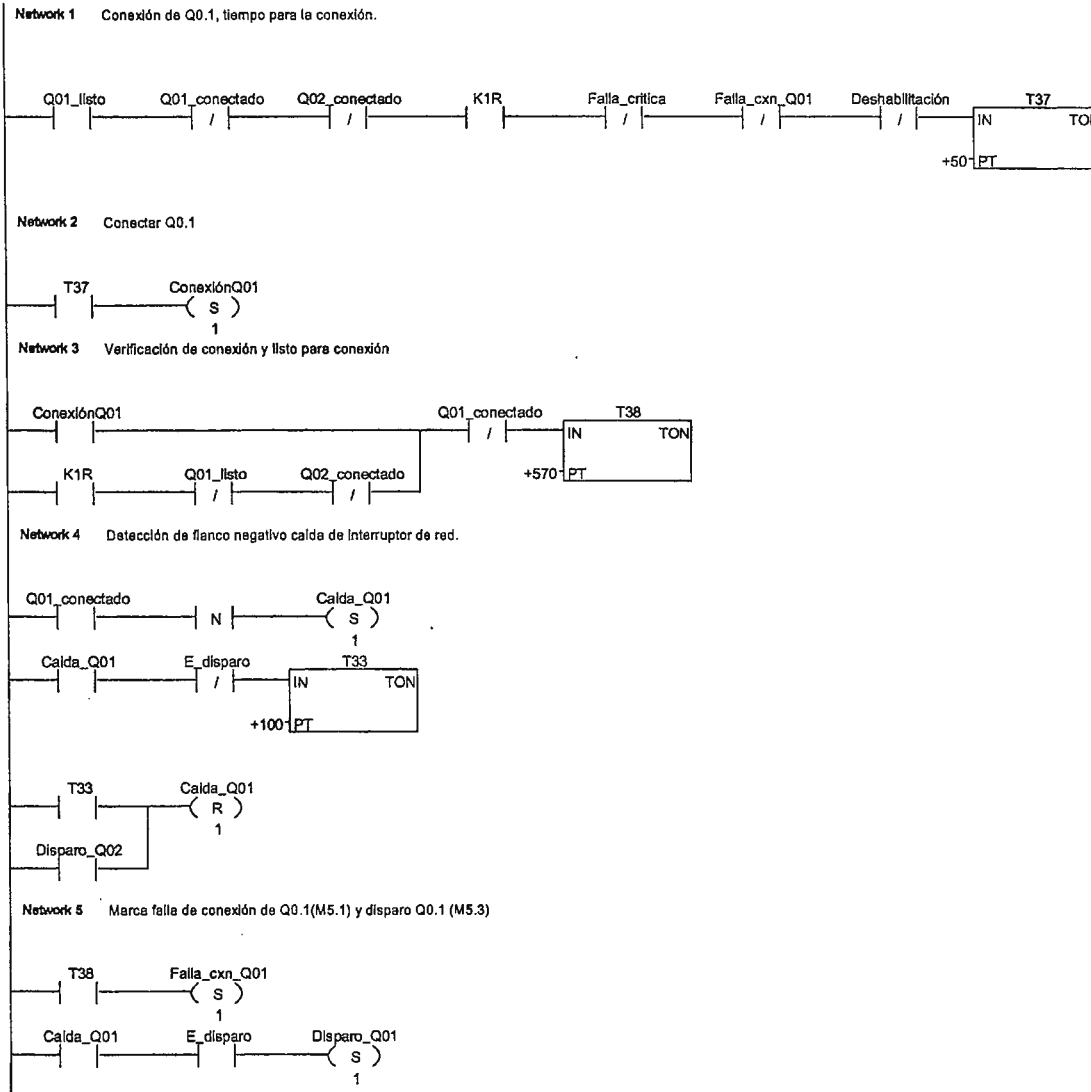
1

Edición
1°

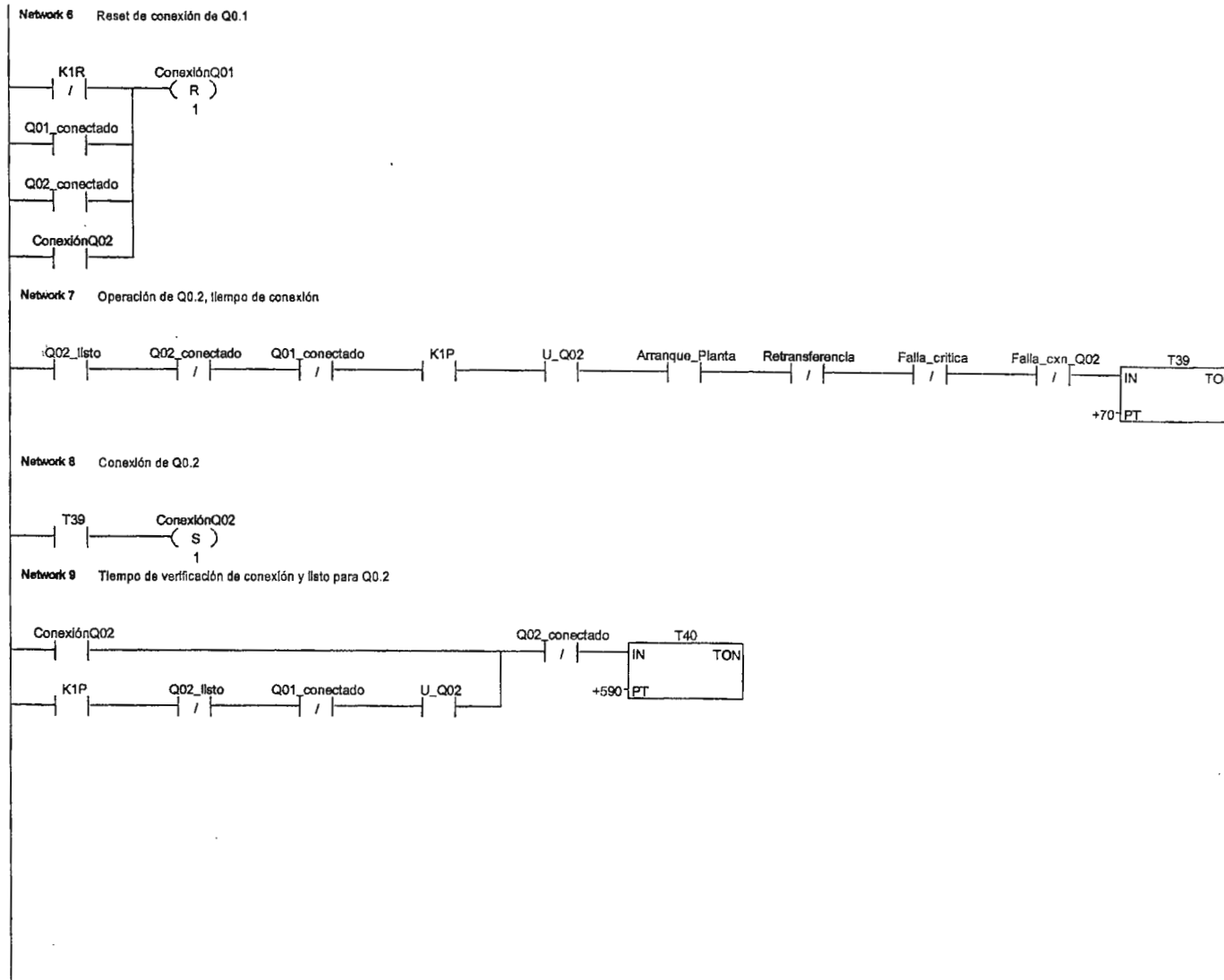
Hoja
4/4

<u>Nombre</u>	<u>Dirección</u>	<u>Comentario</u>
K1R	I0.0	Sensor de voltaje de Red
K1P	I0.1	Sensor de voltaje de planta
Q01_listo	I0.2	Q0.1 esta listo para conexión
Q02_listo	I0.3	Q0.2 esta listo para conexión
Q01_conectado	I0.4	Q0.1 esta conectado
Q02_conectado	I0.5	Q0.2 esta conectado
E_disparo	I0.6	Disparo Q 0.1 y Q 0.2
ConexiónQ01	Q0.0	Manda a conectar Q0.1
Arranque_Planta	Q0.1	Arranque de planta de emergencia
ConexiónQ02	Q0.2	Manda a conectar Q0.2
U_Q02	Q0.3	Bobina de minima tensión Q0.2
Falla_del_sistema	Q0.4	constante falla critica; intermitente no critica
Retransferencia	M2.0	Retransferencia
Deshabilitación	M2.4	Deshabilitación de Red
Transferencia	M2.7	Transferencia concluida
Falla_critica	M5.0	Falla critica del sistema
Falla_cxn_Q01	M5.1	Falla de conexión Q0.1
Falla_cxn_Q02	M5.2	Falla de conexión Q0.2
Disparo_Q01	M5.3	Disparo de Q0.1
Disparo_Q02	M5.4	Disparo de Q0.2
Falla_no_critica	M5.7	Falla no critica del sistema
Pulsos_UQ02	M7.0	Pulsos de bobina de minima de Q02
Falla_planta1	M8.0	Falla de arranque en la planta
Falla_planta2	M8.1	Falla de planta en funcionamiento
Caida_Q01	M9.0	Caida del interruptor de red
Caida_Q02	M9.1	Caida del interruptor de planta

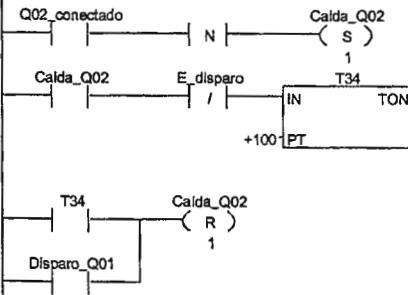
Programa de Opción 3, Transferencia con 3WN



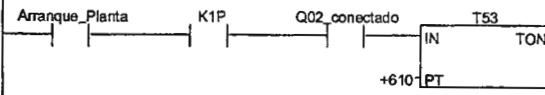
Programa de Opción 3, Transferencia con 3WN



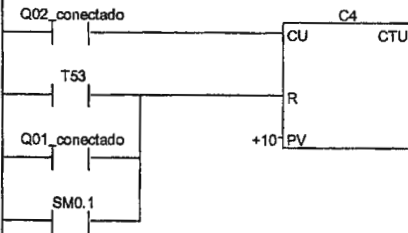
Network 10 Detección de flanco negativo caída de interruptor de Planta.



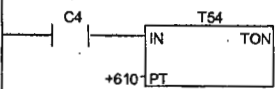
Network 11 Vigilancia de Conexión de Q0.2



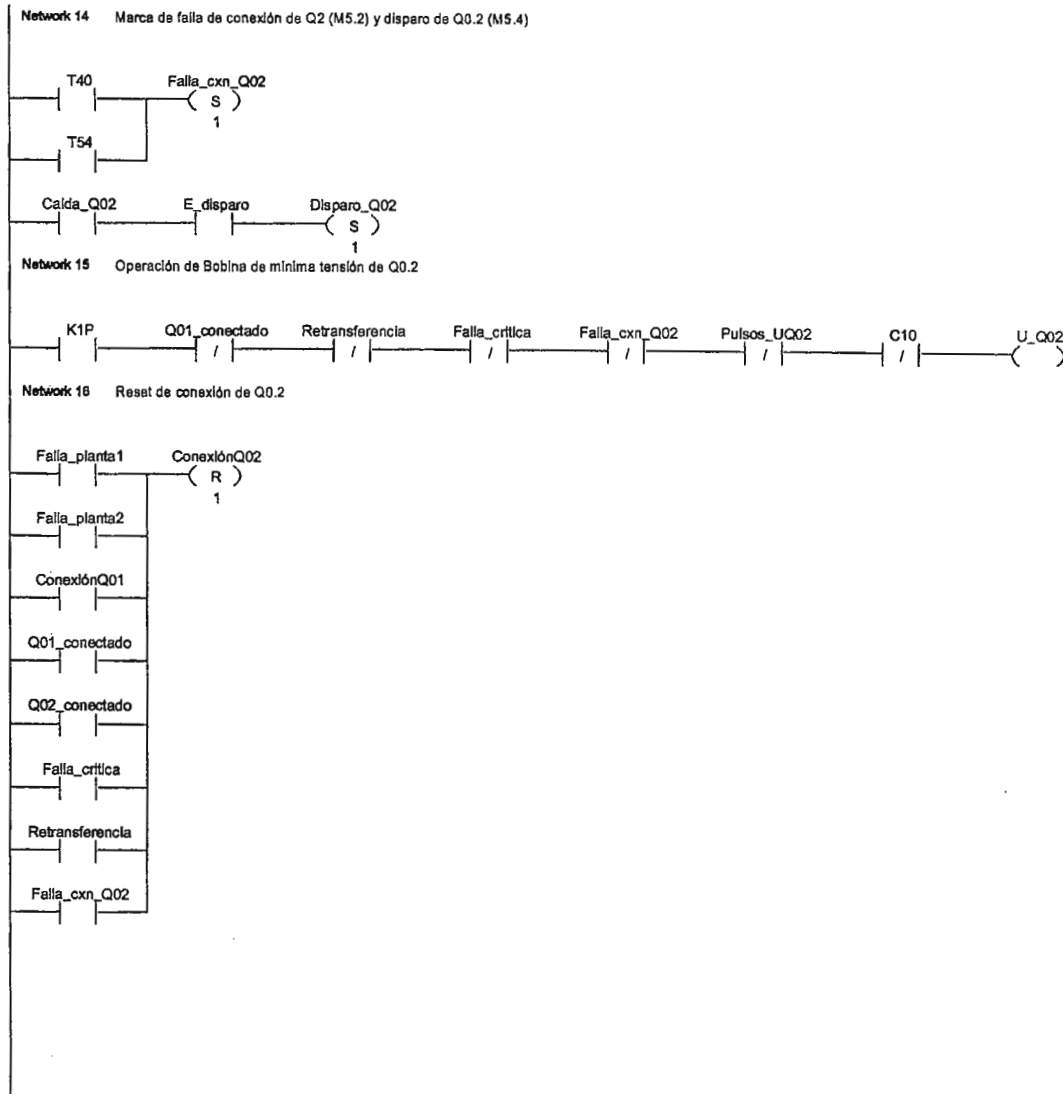
Network 12 Contador de intentos de conexión.



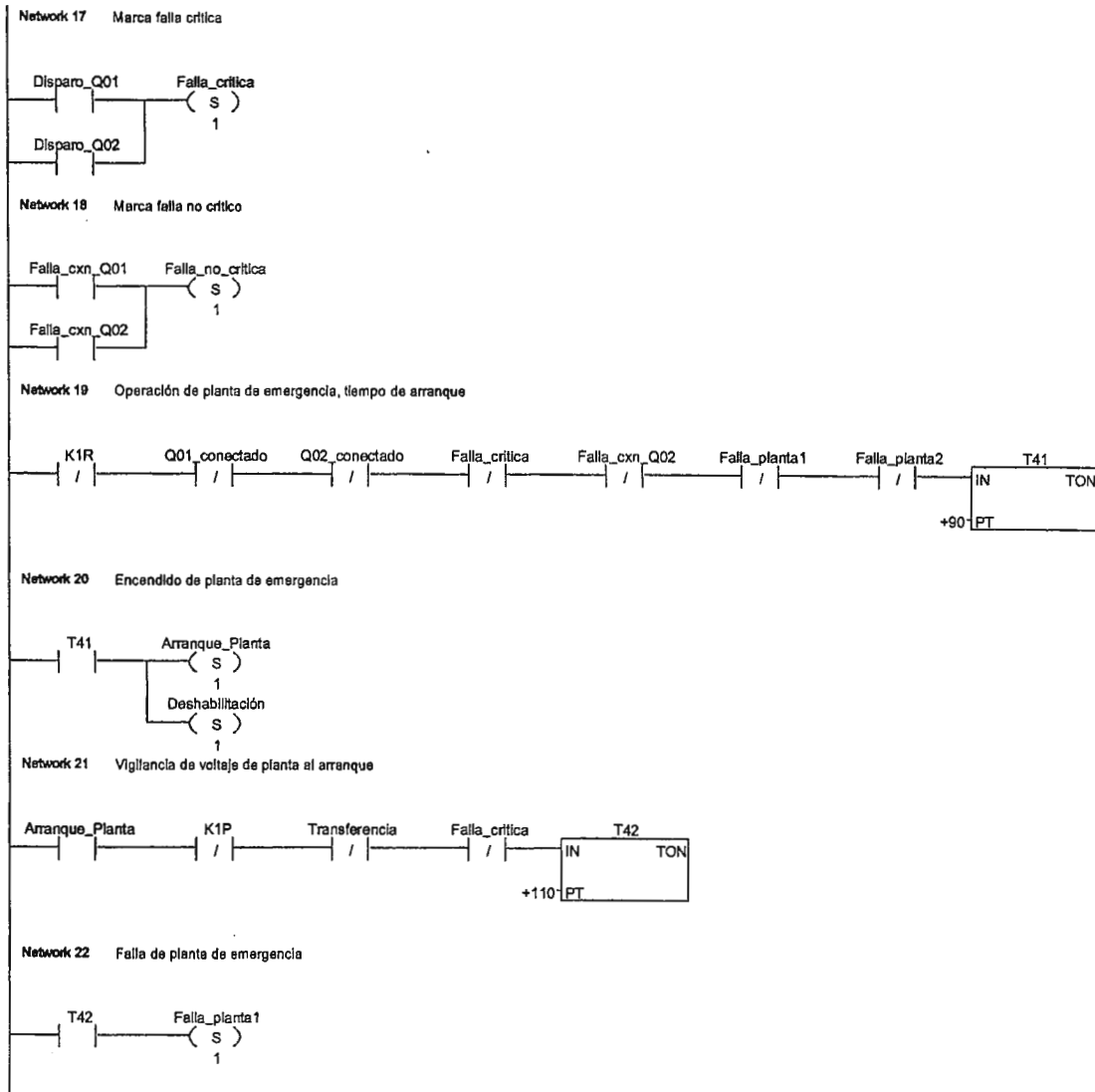
Network 13



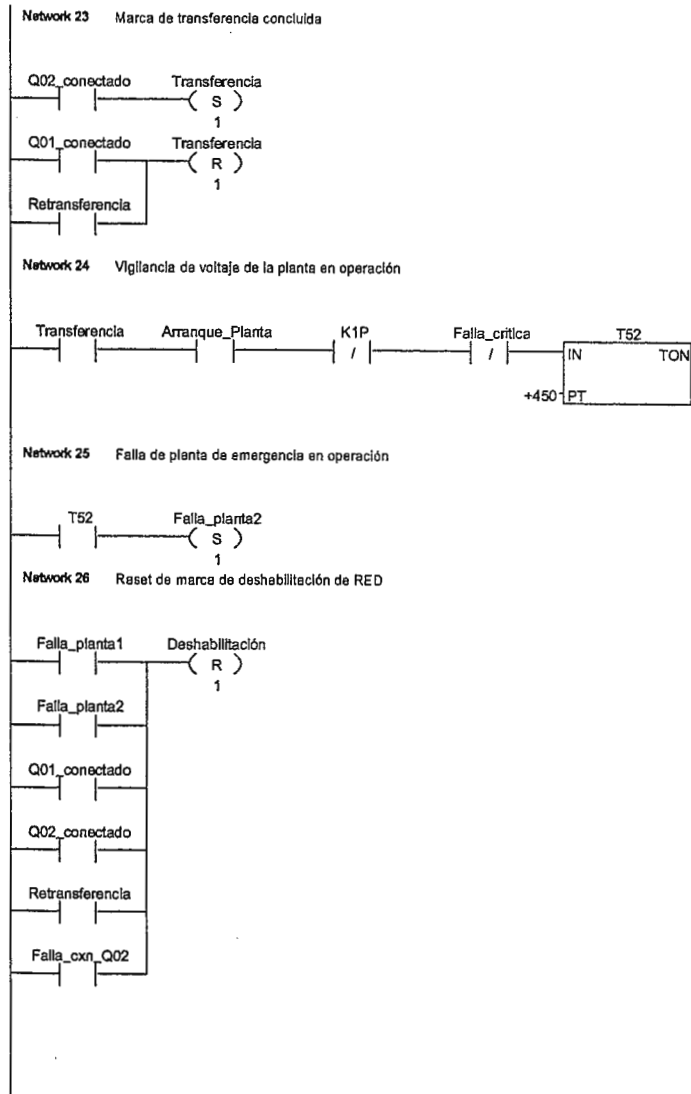
Programa de Opción 3, Transferencia con 3WN

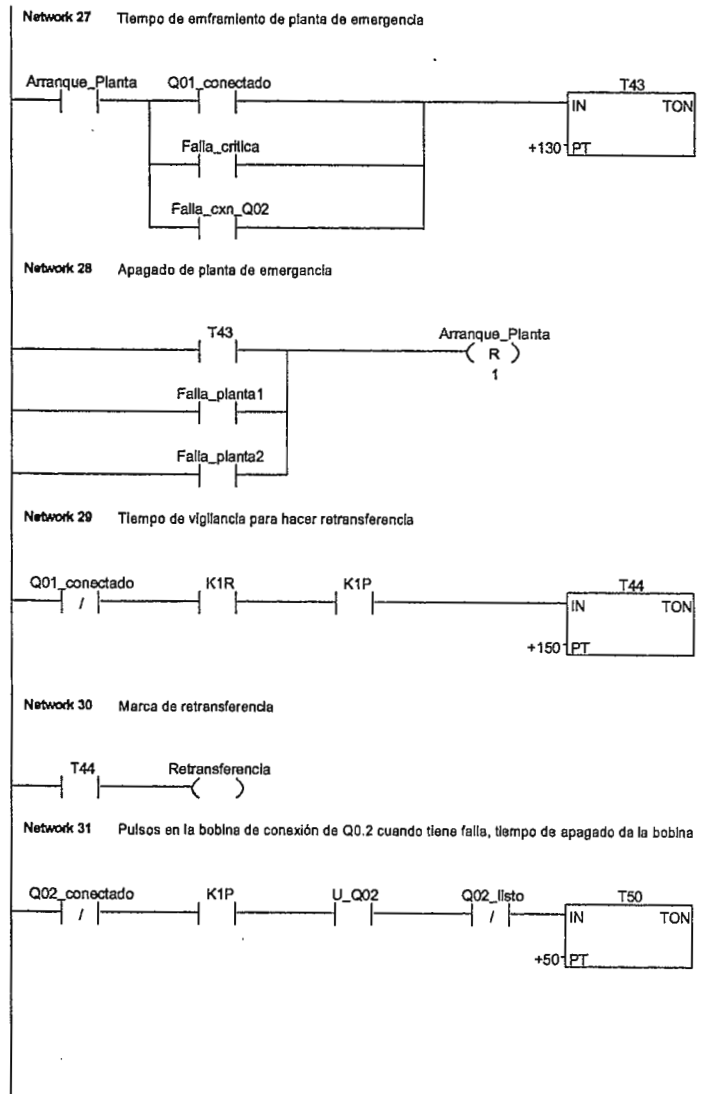


Programa de Opción 3, Transferencia con 3WN



Programa de Opción 3, Transferencia con 3WN

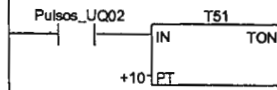




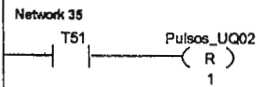
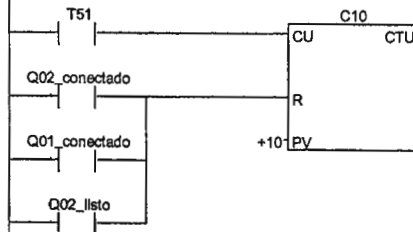
Network 32 Marca auxiliar para dar pulsos a la bobina de mínima tensión Q0.2



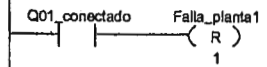
Network 33 Tiempo de apagado de bobina de mínima tensión



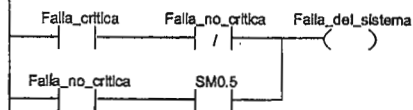
Network 34 Cuenta el numero de veces que se manda a conectar U< de Q0.2



Network 36 Reset de falla de arranque y falla de operación de planta al conectar



Network 37 Indicador de falla en el panel (constante = crítica; intermitente = no crítica).



Cotización de materiales y mano de obra.

Opción 3.

Cantidad	Codigo	Descripción	Precio Unit	Total
1		Celda 8PT (800x600x1640) completa	\$ 945.20	\$ 945.20
3	8HX0120	BARRA DE COBRE 50X10 MM	\$ 57.00	\$ 171.00
1	8HX0080	BARRA DE COBRE 30X10 MM	\$ 35.00	\$ 35.00
4	3FA0050	AISLADOR RICOLIT P3860	\$ 28.50	\$ 114.00
2	8ML085-0538	LAMINA LM3-800 X 270	\$ 20.00	\$ 40.00
1	8ML085-0548	LAMINA LM4-800 X 380	\$ 23.00	\$ 23.00
2	3WN6131-0EB05	INTERRUP MANUAL 800A	\$ 2,740.00	\$ 5,480.00
2	3WX3631-1JK00	MOTOR Y BOB CONEXION 3WN6 220V	\$ 970.00	\$ 1,940.00
1	3WX3653-1JK00	BOB BAJA TENSION 3WN6-220V	\$ 295.00	\$ 295.00
1	3WX3654-1JK00	BOB BAJA TENS RETARDO 3WN6-220V	\$ 580.00	\$ 580.00
2	5VN00040	CANAL ALAMBRAR 40X40	\$ 5.50	\$ 11.00
1	6ES7214-1AD22-0XB0	S7200 CPU 224 10ED/8SD 24VDC	\$ 331.43	\$ 331.43
6	5SMO 106-3	AUTOMATO 1P-6A	\$ 10.30	\$ 61.80
1	5SMO 102-3	AUTOMATO 1P-2A	\$ 11.60	\$ 11.60
1	5SMO 216-3	AUTOMATO 2P-16A	\$ 22.00	\$ 22.00
2	5VP03129	RELE VOLT MIN-MAX 3F 161-299V	\$ 240.00	\$ 480.00
5	3RH1122-1BB40	CONTACTOR AUXILIAR 24VDC.	\$ 25.00	\$ 125.00
2	3RH1122-1AP00	CONTACTOR AUXILIAR 230V	\$ 21.00	\$ 42.00
6	8WA1011-1DF11	BORNE CONEXION 2.5 MM2	\$ 1.00	\$ 6.00
2	8WA1808	ANGULO FINAL P/BORNE	\$ 1.20	\$ 2.40
2	3SB3202-2KA11	MANETA 2 POSICIONES 1NA	\$ 12.50	\$ 25.00
1	3SB3210-2DA11	MANETA 3 POSICIONES 1NA+1NA	\$ 17.00	\$ 17.00
2	3SB3204-6AA40	LAMPARA VERDE	\$ 8.00	\$ 16.00
1	3SB3204-6AA30	LAMPARA AMARILLA	\$ 8.00	\$ 8.00
2	3SB3202-0AA41	PULSADOR VERDE 1NA	\$ 9.00	\$ 18.00
1	3SB3203-1HA20	PULSADOR TIPO HONGO 1NC	\$ 22.00	\$ 22.00
1		MATERIALES VARIOS	\$ 300.00	\$ 300.00

Sub Total	\$ 11,122.43
13% IVA	\$ 1,445.92
Total Materiales	\$ 12,568.35
Mano de obra 5%	\$ 628.42
Total Final	\$ 13,196.76

ANEXO 4.

DENOMINACIÓN DE EQUIPOS Y SIMBOLOGIA.

Denominación de equipos.

Letra característica para identificar la clase de un equipo eléctrico de acuerdo con la norma DIN 40719, Parte 2, Tabla 1 de junio de 1978

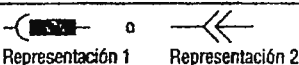
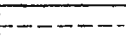
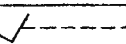
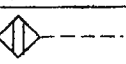
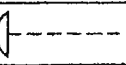
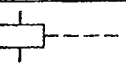
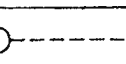
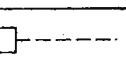
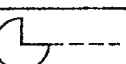
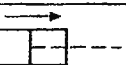
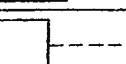
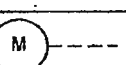
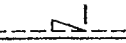
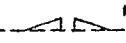
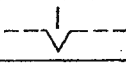


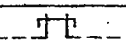
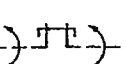
Letra característica	Clase de equipo eléctrico	Ejemplos
A	Módulos, submódulos	Amplificadores, amplificadores magnéticos, láser, máser, combinaciones de aparatos.
B	Convertidor de magnitudes no eléctricas en eléctricas y viceversa	Transductores de medición, sondas termoelectricas, células térmicas, células fotoeléctricas, dinamómetros, transductores piezoeléctricos, micrófonos, fonocaptadores ("pick-up"), altavoces, sincrogeneradores.
C	Condensadores	-
D	Elementos binarios, dispositivos de retardo, memorias	Líneas de retardo, elementos monoestables y biestables, memorias, registros, discos de memoria, aparatos con cinta magnética.
E	Equipos diversos	Instalaciones de iluminación, de calefacción, filtros electrostáticos, ventiladores, dispositivos no enumerados en otros puntos de la presente lista.
F	Dispositivos de protección	Fusibles, descargadores de sobretensiones, relés de protección, disparadores, disparador bimetalico, relé Buchholz.
G	Generadores, suministros de energía eléctrica	Generadores rotativos, baterías, convertidores rotativos de frecuencia, equipos para el suministro de energía, osciladores.
H	Dispositivos de señalización	Aparatos ópticos y acústicos de señalización.
J		Libre
K	Relés, contactores	Contactores de potencia, contactores auxiliares, relés auxiliares, relés intermitentes, relés de tiempo, relés de láminas magnéticas ("Reed - relays").
L	Inductancias	Bobinas de impedancia.
M	Motores	-
N	Amplificadores, reguladores	Circuitos integrados, transformadores de impedancias, amplificadores operacionales.
P	Instrumentos de medición, equipos de pruebas y ensayos	Instrumentos de medición indicadores, registradores y contadores, emisores de impulsos, relojes.
Q	Aparatos de maniobra para corrientes industriales	Interruptores automáticos, seccionadores, seccionadores fusibles bajo carga.
R	Resistencias	Resistencias ajustables, potenciómetros, reóstatos, "shunts", resistencias en derivación, termistores.
S	Interruptores, selectores	Aparatos de mando, pulsadores, pulsadores luminosos, fines de carrera, conmutadores selectores.
T	Transformadores	Transformadores de tensión, de intensidad, de red, separadores y de control.
U	Moduladores, transductores	Discriminadores, convertidores de frecuencia, demoduladores, convertidores, inversores, onduladores.
V	Válvulas, semiconductores	Válvulas electrónicas, tubos de descarga gaseosos, diodos, transistores, tiristores.
W	Circuitos de comunicaciones, guías de ondas, antenas	Conductores y cables de conexión, barras colectoras, guías de ondas, acopladores direccionales para guías de ondas, dipolos, antenas parabólicas.
X	Bornes, conectores, tomacorrientes	Conectores y tomacorrientes enchufables, bornes de prueba, borneras, bornes soldables.
Y	Equipos mecánicos accionados eléctricamente	Frenos, embragues, válvulas.
Z	Terminaciones, dispositivos compensadores, filtros, limitadores, terminación de horquilla	Compensadores de líneas o línea artificial, reguladores dinámicos, filtros piezoeléctricos.

Fuente : Manual de baja tensión, Siemens.

Simbología para circuitos de control.


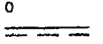










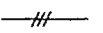
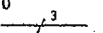
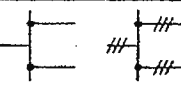
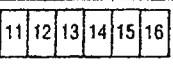
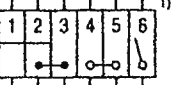
Símbolos normalizados utilizados habitualmente en planos y documentación eléctrica de acuerdo con las normas DIN, IEC, ANSI y BS.

Selección de símbolos normalizados utilizados habitualmente en planos y documentación de circuitos eléctricos de acuerdo con normas DIN, IEC, ANSI y BS



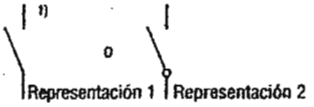




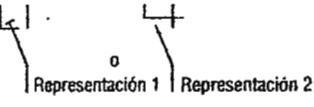
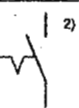
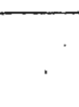
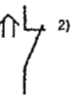
Nº	Símbolo normalizado	Descripción
Representación 1 03-03-05 Representación 2 03-03-06		Conector macho y hembra, Conexión enchufable
02-13-01		Accionamiento manual, representación general
02-13-10		Accionamiento por pedal
02-13-06		Accionamiento por aproximación
02-13-08		Interruptor de emergencia
02-13-23		Accionamiento por bobina electromagnética
02-13-24		Accionamiento por protección electromagnética contra sobreintensidad
02-13-25		Accionamiento por sistemas térmicos, por ejemplo, relé bimetálico, protección térmica contra sobrecargas
02-13-16		Accionamiento por levas Nota: Pueden representarse los detalles del perfil de las levas y de los discos de levas
02-13-21		Accionamiento por mandos neumáticos o hidráulicos en la dirección de la flecha
02-13-20		Actuador, representación general Accionamiento por energía mecánica almacenada Nota: En el cuadrado podrá indicarse (por ejemplo, con símbolos según la norma DIN 1304) la naturaleza de la energía almacenada.
02-13-26		Accionamiento por motor
02-12-12		Bloqueo, sin enclavamiento
102-06-03		Bloqueo, Se representó un bloqueo del movimiento en ambas direcciones.
02-12-10		Enclavamiento, encastrado
Representación 1 02-12-05 Representación 2 02-12-06		Efecto retardado Nota: Efecto retardado en la dirección del arco hacia su punto central (Efecto tipo paracaídas).
02-12-17		Acople o embrague, desacoplado
02-12-18		Acople o embrague, acoplado
02-12-19		Ejemplo: Acople o embrague para arrastre en un sentido de giro, mecanismo de giro libre

¹⁾ Representación según la norma DIN.

Símbolos y representación de tensión, corriente y frecuencia de acuerdo con normas DIN, IEC, ANSI y BS (Ejemplos)

Nº	Símbolo normalizado	Descripción
02-02-01	 Representación 1	Corriente continua
02-02-03	 Representación 2	
02-02-04		Corriente alterna
102-01-28	 ¹⁾	Corriente universal Corriente continua o alterna Tensión continua o alterna
02-02-12		Corriente rectificada con componentes de corriente alterna (cuando se requiera una diferenciación de la corriente continua filtrada)
102-02-01	 ¹⁾	Impulso rectangular alterno
102-02-02	 ¹⁾	Impulso rectangular, positivo, representado con una duración de 2 microsegundos y una frecuencia del pulso de 10 kHz
102-02-03	 ¹⁾	Impulso triangular
	$1 \sim 16^{2/3}$ Hz	Corriente alterna monofásica, por ejemplo, $16^{2/3}$ Hz
	3 ~ 50 Hz 400 V 3/N ~ 50 Hz 400/230 V ²⁾ 3/N/PE ~ 50 Hz 400/230 V ²⁾	Corriente trifásica, sistema trifásico trifilar Idem, con neutro, sistema tetrafilar Idem, con neutro y conductor de protección
	2 - 24 V 2/M - 24 V ²⁾ 2/PE - 220 V ²⁾	Corriente continua, sistema de dos conductores Corriente continua, sistema de dos conductores con conductor central o neutro Corriente continua, sistema trifilar con conductor de protección
03-01-01		Conductor, línea
11-11-02		Conductor de protección (PE)
11-11-01		Conductor neutro (N) Conductor central (M)
11-11-03		Conductor neutro con función de protección (PEN)
03-01-02	 Representación 1	Línea con indicación del número de conductores (3)
03-01-03	 Representación 2	
		Derivación doble de línea monofásica o trifásica
03-02-01	•	Conexión de conductores
03-02-02	◦	Punto de conexión, por ejemplo, borne Nota: La circunferencia puede rellenarse.
03-02-03		Bornera, representada con la denominación de cada borne
103-03-04	 ¹⁾	Bornera, con representación de bornes de paso y de separación



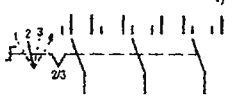
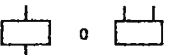
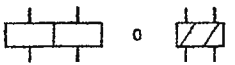
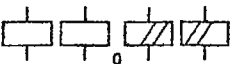





Selección de símbolos normalizados utilizados habitualmente en planos y documentación de circuitos eléctricos de acuerdo con normas DIN, IEC, ANSI y BS

Nº	Símbolo normalizado	Descripción
02-03-04		Variabilidad – inherente, no lineal Nota: Igual a 02-03-03
02-03-05		Regulabilidad Nota: Al símbolo podrán agregarse indicaciones relacionadas con las condiciones para las cuales es admisible la regulación
Representación 1 07-02-01		Contacto normal abierto Función conexión en general Interruptor
Representación 2 07-02-02		
07-04-01		Contacto normal abierto adelantado (de un juego de contactos), que en relación con los demás contactos del juego cierra antes.
07-02-03		Contacto normal cerrado
07-04-04		Contacto normal cerrado adelantado (de un juego de contactos), que en relación con los demás contactos del juego abre antes.
07-02-04		Contacto inversor con interrupción
Representación 1 07-02-06		Contacto inversor sin interrupción Contacto inversor seguidor
Representación 2 07-02-07		
107-01-01		Contacto normal abierto, no abre en forma automática al finalizar la fuerza de accionamiento
107-01-02		Contacto normal cerrado, no cierra en forma automática al finalizar la fuerza de accionamiento
107-01-03		Contacto normal abierto con retorno automático a la posición de reposo, se representa en la posición "accionado". Nota: La flecha doble señala un estado de servicio diferente del de la representación normal del contacto, por ejemplo, un relé de corriente de reposo, relé de enclavamiento, contactos fin de carrera

¹⁾ Representación preferida.

²⁾ Representación según la norma DIN.

Selección de símbolos normalizados utilizados habitualmente en planos y documentación de circuitos eléctricos de acuerdo con normas DIN, IEC, ANSI y BS

Nº	Símbolo normalizado	Descripción
07-07-01		Interruptor de accionamiento manual, representación general
07-07-02		Pulsador (sin retención) Tecla
107-04-01		Interruptor de mando, pulsador de mando, interruptor de maniobra con acuse de recibo, representado como tripolar, operación manual por giro del accionamiento
Representación 1 07-15-01		Accionamiento electromecánico Bobina de relé, representación general
Representación 2 07-15-02	Representación 1 Representación 2	
Representación 1 07-15-03		Accionamiento (Relé) con dos bobinados separados, - representación en bloque
Representación 2 07-15-04	Representación 1 Representación 2	
Representación 1 07-15-05		Accionamiento (Relé) con dos bobinados separados, - representación individual
Representación 2 07-15-06	Representación 1 Representación 2	
07-15-07		Accionamiento electromecánico con retardo en la desconexión
07-15-08		Accionamiento electromecánico con retardo en la conexión
07-15-09		Accionamiento electromecánico con retardo en la conexión y en la desconexión Nota: Los símbolos de retardo en la conexión y en la desconexión también pueden representarse sin separación.
07-15-15		Accionamiento electromecánico de un relé polarizado Nota: Se podrá representar con puntos la relación entre la dirección de la corriente en la bobina de accionamiento y el movimiento del brazo de contacto. Cuando el borne marcado con el punto de la polaridad frente al otro borne, el brazo del contacto pasa a la posición marcada.
Representación 1 07-15-19		Accionamiento electromecánico de un relé de remanencia
Representación 2 07-15-20	Representación 1 Representación 2	

¹⁾ Representación según la norma DIN.

BIBLIOGRAFIA UTILIZADA:

Libros:

1. Manual de baja tensión.
Siemens.
Marcombo Boixareu Editores.
2000.
2. National Electrical Code.
NEC / NFPA.
1999
3. IEEE Recommended Practice for Protection and Coordinación of Industrial and Comenrcial Power Systems. ANSI/IEEE Std. 242-1986.
IEEE.
1994
4. Tesis "Diseño eléctrico de la Unidad de Emergencia del Hospital Rosales."
David Rivas/ Juan Bonilla/ Gabriel Dominguez.
2002
5. Industrial Control Panels for North America.
A & D CD Siemens. Edition June 2000
Bob Schindler

Catalogos:

1. Sentron VL. Interruptores de Caja Moldeada.
Catalogo NS VL.
Siemens
2000.
2. 3WN6. Interruptores de potencia para baja tensión.
Siemens.
2000

Sitios Web:

1. <http://www.matrimol.com>
Sitio de Aisladores.
2. <http://busbar.copper.org>

Información de barras.

3. <http://www.hoffman.com>
Tableros Industriales.
4. <http://www.rittal.com>
Tableros Industriales.
5. <http://www.siemenes.com>
Sistemas de Baja tensión.
6. <http://www.oscarbarajas.com/design.html>
Por: Ing. Oscar Mauricio Barajas P.
Diseño de Ingeniería.