

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



DISEÑO DE SUBESTACIONES EN BAJA TENSION Y TRANSFORMADORES MEDIANTE NORMAS Y ESTANDARES INTERNACIONALES

INFORME DE SUFICIENCIA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO ELECTRICISTA

PRESENTADO POR:

CHRISTIAN ANTONIO ORBEZO URQUIZO

**PROMOCIÓN
2003- II**

**LIMA – PERÚ
2010**

**DISEÑO DE SUBESTACIONES EN BAJA TENSION Y
TRANSFORMADORES MEDIANTE NORMAS Y
ESTANDARES INTERNACIONALES**

Agradezco a mis padres, quienes
me apoyan en todos mis logros.

SUMARIO

El presente informe de suficiencia trata del Diseño de Subestaciones en baja tensión el cual incluye transformadores, Switchgear, tableros eléctricos, AC-UPS (Sistema de respaldo en tensión alterna) y DC-UPS (Sistema de respaldo en tensión continua), etc. La ingeniería realizada para este proyecto en mención es completa y detallada, la cual se basa en Normas Técnicas Peruanas (NTP) y el Código Nacional de Electricidad (CNE); así como también normas y estándares internacionales como el National Electric Code (NEC), National Electrical Manufacturers Association (NEMA), Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), National Fire Protection Association (NFPA), Underwriters Laboratories (UL), etc. Las normas y estándares nacionales e internacionales tienen diferencias marcadas las que se mostrarán en el diseño de la Subestación SS-9000 (se usó normas nacionales) y el diseño de la Subestación SS-8000 (se usó normas internacionales).

Se presentan dos cálculos de capacidad de corriente y caída de tensión para alimentadores principales , uno basado en el Código Nacional de Electricidad (CNE) y otro basado en National Electric Code (NEC versión 2009), las que muestran diferencias en cuanto a la caída de tensión máxima permisible, dichas comparaciones se mencionan en el presente trabajo.

Así mismo se hace énfasis en los Criterios de Diseño Básico, los cuáles han sido tomados como base para el desarrollo de la ingeniería, adquisición y construcción, que se describen en el presente informe.

ÍNDICE

PRÓLOGO	1
CAPÍTULO I	
INTRODUCCIÓN	
1.1.- Antecedentes	2
1.2.- Planteamiento del trabajo	2
1.3.- Objetivo	3
1.4.- Alcances	4
CAPÍTULO II	
CRITERIOS BÁSICOS PARA EL DESARROLLO DE LA INGENIERÍA DE DETALLE	
2.1.- Filosofía del Diseño PCB-Building	5
2.1.1.-Niveles de Tensión	5
2.1.2.-Corrientes de Corto Circuito	7
2.1.3.-Sistemas de Iluminación	8
2.1.4.-Cables	10
2.1.5.-Conductos Eléctricos y Bandejas	11
2.1.6.-Sistema de Puesta a Tierra	13
2.1.7.-Pararrayos y Protección Contra Descargas Atmosféricas	15
2.2.- Filosofía de Diseño OSBL-Building	15
2.2.1.-Generalidades	15
2.2.2.-Generalidades Ingeniería y Construcción	17
2.2.3.-Clasificación de Áreas Peligrosas	18
2.2.4.-Sistema de Distribución	19
2.2.5.-Centro de Control de Motores	24
2.2.6.-Sistema de Fuerza Auxiliar (Standby)	26
2.2.7.-Iluminación	27
2.2.8.-Métodos de Cableado	31
2.2.9.-Alambre y Cables	33

2.2.10.- Puesta a Tierra y los Sistemas de Protección Contra Rayos	37
2.2.11.- Protección Catódica	38
2.3.- Diseño de Planos: Subestaciones y Edificios	38
2.4.- Memoria de Cálculos Justificativos	39

CAPÍTULO III

IMPLEMENTACIÓN Y DESARROLLO DE LA INGENIERÍA DE DETALLE

3.1.- Comparación entre normas IEC y Americanas	40
3.1.1.- Grados de Protección de Equipos Eléctricos NEMA VS IP	40
3.1.2.- Comparación entre Normas IEC y ANSI/IEEE para Transformadores Secos y en Aceite.	41
3.2.- Proceso de Ingeniería de Detalle y Construcción	41
3.2.1.- Ingeniería de Detalle PCB-Buildings	44
3.2.2.- Ingeniería de Detalle OSBL-Buildings	46

CONCLUSIONES

ANEXOS

Anexo A

Planos Ingeniería de Detalle PCB-Building

Anexo B

Planos Ingeniería de Detalle OSBL-Building

Anexo C

Cálculo de la Caída de Tensión y Capacidad de Corriente en cables de baja de 600 VAC a menos

Anexo D

Cálculo de Corriente de Corto Circuito en Barras de la Subestación y Tableros

BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

PRÓLOGO

El propósito del presente informe es dar a conocer los procedimientos para realizar un diseño a nivel industrial de un proyecto como Ingeniería de Detalle, teniendo en cuenta las especificaciones técnicas y la filosofía de diseño como premisa básica y fundamental. Con las especificaciones técnicas, se procede a realizar el diseño del proyecto tomando en cuenta la calidad del trabajo como parte fundamental. Los conceptos que un buen proyectista debe tener como lineamiento principal es desarrollar el proyecto al menor costo posible, obteniendo utilidades o saldos a favor.

Este informe dará a conocer el diseño en base a normas y estándares internacionales, tomando como prioridad el NEC [4] que significa National Electric Code. Así como también otras normas: NFPA [5], UL [3], IEEE [6], ANSI [1], etc.

En el Capítulo I se describe la introducción del presente informe de tal manera de realizar un mejor enfoque y entendimiento. Se mencionan los antecedentes, el planteamiento del trabajo, los objetivos y alcances del presente trabajo.

En el Capítulo II se describen los criterios básicos para el desarrollo de la ingeniería de detalle, en el cual se mencionan los criterios para el sistema de alimentación, puesta a tierra, sistema de pararrayos, cables, motores, generadores, sistemas de iluminación, etc.

En el Capítulo III realiza el desarrollo de la Ingeniería de Detalle mostrando planos y cálculos justificativos. Este capítulo muestra el aporte del presente informe, dando a conocer la manera de implementar una ingeniería a nivel de detalle del tipo industrial, basado totalmente en normas y estándares.

Finalmente se dan conclusiones y recomendaciones que sirven como puntos de vista a tomar en cuenta en futuros proyectos de condiciones y parámetros similares.

CAPITULO I

INTRODUCCION

1.1.- Antecedentes

En el kilómetro 169 de la Panamericana Sur se viene construyendo la Planta de Licuefacción de Gas Natural a cargo de la empresa Perú LNG, la cual tendrá un periodo de 25 años de control, manejo, exportación y comercialización de gas natural.

La planta de Licuefacción de Gas Natural se alimentará desde el nuevo gasoducto de 32 pulgadas desde la zona de sierra en Ayacucho, donde concluye la porción de 32 pulgadas del gasoducto de la empresa TGP, hasta la Planta de Licuefacción ubicada en la costa, en el kilómetro 169 de la Carretera Panamericana Sur.

Perú LNG contrató a CBI para ejecutar la construcción de la totalidad de la Planta la cual incluye edificios , estructuras, subestaciones ,cuartos de control planta de procesos , tanques criogénicos campamentos , oficinas , etc.

Como parte de la construcción de la planta de Licuefacción de Gas, está la construcción de los Campamentos Permanentes en los cuales se alojarán al personal calificado para el manejo, control y monitoreo para la exportación del gas natural licuado de la planta.

El presente informe contempla el desarrollo del Expediente Técnico para la Ingeniería de Detalle de los Campamentos Permanentes, el cual comprende edificios y subestaciones.

1.2.- Planteamiento del Trabajo

En contexto general de la parte eléctrica del presente proyecto contempla la ingeniería, procura y construcción de dos grupos de edificios:

- Edificios Campamentos Permanentes en adelante “PCB-Building”, que obedecen a normas nacionales y europeas.

- Edificios en el Limite de la Planta de Procesos en adelante “OSBL-Building”, que es el otro grupo de edificios que obedecen a Normas Americanas.

El presente informe contempla el desarrollo de la Ingeniería de Detalle.

Ahora daremos los parámetros en los cuales se basa el concepto inicial con el cual se empezó y se conceptualizo el diseño.

Cada uno de los dos grupos de edificios tendrá asociado una Subestación desde la cual se alimentaran las cargas de los edificios.

Se ha planteado la alimentación en media tensión en 13.8 kV desde el circuito CB-01 de la Subestación SS-3400 hasta el transformador TR-9000 para los edificios del PCB- Building. El desarrollo de la ingeniería se contempla el diseño desde los bornes en baja tensión del transformador TR-9000 hasta el Switchgear SG-9000 en 480 VAC y desde éste hasta el transformador TR-9001 480/380 el cual alimenta el Switchgear DP-9000 y desde este la alimentación en baja tensión hasta los tableros principales de cada uno de los 8 edificios que contempla el PCB-Building. Se contempla en el interior de cada edificio el diseño de alumbrado, tomacorrientes, aire acondicionado, UPS; el exterior contempla el diseño del sistema de iluminación perimetral, sistema de iluminación de canchas deportivas, sistema de puesta a tierra, sistema de pararrayos.

Se ha planteado la alimentación en media tensión en 13.8 kV desde el circuito CB-03 de la Subestación SS-4000 hasta el transformador TR-8000 para los edificios del OSBL- Building. El desarrollo de la ingeniería se contempla el diseño desde los bornes en baja tensión del transformador TR-8000 hasta el Switchgear SG-8000 en 480 VAC y desde éste hasta el transformador TR-8000A 480/380 el cual alimenta el Switchgear DP-8000 y desde este la alimentación en baja tensión hasta los tableros principales de cada uno de los 6 edificios que contempla el OSBL-Building. Se contempla en el interior de cada edificio el diseño de alumbrado, tomacorrientes, aire acondicionado, UPS; el exterior contempla el diseño del sistema de puesta a tierra, sistema de pararrayos.

1.3.- Objetivo

Dar a conocer el diseño mediante normas: IEC (International Electric Commission), CNE (Código Nacional de Electricidad) para los edificios y Subestación del PCB (Permanent Community Building). Diseño mediante normas americanas: ANSI (Assotiation National Standars International), IEEE (Institute of

Electrical and Electronics Engineers), UL(Understands Laboratories), NEC (National Electric Code), NFPA (National Fire Protection American) para los edificios y Subestación del OSBL (Out Side Battery Limits).

Dar una visión general comparativa entre normas aplicables para una construcción (edificaciones y subestaciones en media tensión)

1.4.- Alcances

El proyecto contempla, elaboración del Expediente Técnico para la Ingeniería de Detalle e Ingeniería aplicada a la construcción. Aplicando normas y estándares nacionales y americanos.

CAPITULO II

CRITERIOS BASICOS PARA EL DESARROLLO DE LA INGENIERIA DE DETALLE

2.1.- Filosofía del Diseño PCB-Building

El presente informe hace énfasis en los Campamentos Permanentes, PCB-Building y los Edificios Permanentes del OSBL-Building, pero es necesario mencionar el contexto eléctrico global del funcionamiento de la Planta de Licuefacción de Gas Natural de Pampa Melchorita.

2.1.1 Niveles de Tensión

Los niveles de tensión a considerarse en el proyecto serán según se describe a continuación:

a.-Distribución Primaria (Media Tensión)

La tensión disponible en la barra de la Switchgear SG-4000 es en 13.8kV, trifásico, 60Hz, la cual proviene de 3 turbinas que generan 21 MVA de potencia cada una y suministran la energía que requiere la totalidad de la Planta de Licuefacción de Gas Natural, cabe mencionar que estas turbinas son a gas natural el cual proviene desde Las Malvinas por un sistema de ductos de 300 kilómetros de longitud.

b.-Distribución Secundaria (Baja Tensión)

Tabla N° 2.1 Tensión de operación

Tensión de Operación	Código de Procedencia
480 voltios, trifásico y 60 Hz, en estrella sólidamente aterrado.	A
380Y/220 Voltios, trifásico y 60 Hz., en estrella sólidamente puesto a tierra.	A
220 Voltios, monofásico y 60 Hz.	A
120 Voltios, monofásico y 60 Hz.	A

Las caídas de tensión en circuitos de iluminación y fuerza estarán limitadas a un total de 4% desde el transformador hasta el último punto de aplicación en el circuito:

Tabla N° 2.2 Máxima caída de tensión admisible

Tipo de Circuito	% de Caída de Tensión	Código de Procedencia
Circuitos alimentadores	1.5%	A
Circuitos derivados	2.5%	A

c.-Motores Eléctricos

Las tensiones de los Motores eléctricos para el proyecto serán:

Tabla N° 2.3 Rangos de tensión para motores

Potencia de Motor	Tensión de Operación	Código de Procedencia
> 200 HP	4,16 kV, 3-fases, 60 Hz	A
1/2 a 200 HP	480 Voltios, 3-fase, 60 Hz	A
menor a 1/2 HP	220 Voltios, 1-fase, 60 Hz	A

La tensión de los dispositivos de control y mando para el proyecto serán:

Tabla N° 2.4 Tensión de sistemas de control y mando

Circuitos	Tensión de Operación	Código de Procedencia
Utilización	220 Vca, 1-fases, 60 Hz	A
Mando	220 Vca, 1-fases, 60 Hz	A
Control	125 Vca, 1-fases, 60 Hz	A

d.-Tensión en corriente continua DC

Si es considerada en el diseño la necesidad de corriente continua se empleara una tensión de 125 VDC. Se preverá rectificador y cargador que abastecerán a equipos en corriente continua donde sea necesario, las baterías de almacenamiento serán del tipo sellado.

La ruta de cables en DC será adecuada, de tal forma que no exista riesgo de cortocircuito con otros cables.

En forma similar para los sistemas de instrumentación será empleado 24 VDC.

e.-Iluminación

La tensión a considerarse para los equipos de iluminación será en todo el proyecto incluyendo los edificios para campamentos y los edificios para oficinas, tal como se indica;

- 220 Vca monofásico, 60 Hz, para la iluminación interior con lámparas fluorescentes de oficinas, salas de uso general, accesos y zonas de tránsito peatonal.
- 220 Vca, monofásico, 60 Hz para la iluminación exterior perimetral de la cobertura de la instalación, con artefactos del tipo reflectores apropiados para la iluminación de áreas, con lámparas de Alta presión de sodio.
- 220 Vca, monofásico, 60hz, para la iluminación de seguridad para los accesos y salidas en la zona perimetral de la cobertura de la instalación con artefactos del tipo para adosar y con lámparas de alta presión de sodio.

f.-UPS

UPS que sean considerados en el proyecto, con tensión de operación en 220 Vca, trifásico o monofásico.

2.1.2 Corrientes de Cortocircuito

Los valores de Corriente de cortocircuito estarán de acuerdo al estudio de cortocircuito elaborado en un documento previo, el cual indica claramente los niveles de corriente de cortocircuito en barras para todos los Switchgears del proyecto.

Tabla N° 2.5 Niveles de Cortocircuito

Tipo de Falla	Corriente de Cortocircuito	Código de Procedencia
Trifásica	41 kA	A

Para la selección del equipamiento se considerarán como mínimo los siguientes valores:

Tabla N° 2.6 Niveles de Cortocircuito de Equipamiento

Tensión	Corriente de Cortocircuito	Código de Procedencia
4.16 kV	41 kA	A
480 V	25 kA	F
220 V	10 kA	F

a.-Nivel de Aislamiento

Los valores a considerarse para el nivel de aislamiento del equipamiento eléctrico en general en lo que se refiere a la planta de procesos, se listan a continuación:

Tabla N° 2.7 Niveles de Aislamiento

Tensión	Tensión de resistencia a frecuencia Industrial	Tensión de resistencia al Impuso (BIL)	Código de Procedencia
4.16 kV	20 kV	60 kV	G

b.-Suministro de Energía

El diseño del proyecto deberá garantizar el suministro de energía eléctrica en condiciones normales de operación desde la Subestación SS-4000 en 13.8 kV Barra del Switchgear SG-4000.

c.-Grado de protección de encerramiento del equipamiento eléctrico

Todo equipamiento eléctrico para la Subestación Eléctrica que sea para montaje al exterior tendrá un grado de protección de encerramiento NEMA 4R [2].

Todo dispositivo u equipo de distribución eléctrico, paneles, motores y equipos de control que sean instalados bajo techo y al interior de la cobertura metálica hermética, tendrán un grado de protección de encerramiento NEMA 12 [2].

Tabla N° 2.7 Grado de protección.

Ubicación	Enclosure	Código de Procedencia
Exterior	NEMA 4 [2]	C
Interior con cobertura	NEMA 12 [2]	C

Condiciones de Servicio y Tropicalización del equipamiento y material eléctrico. Para la selección y fabricación de todo equipamiento y material eléctrico se deberá considerar la condiciones de humedad tropical y presencia de insectos, el Contratista y/o proveedores entregaran certificados, protocolos de pruebas para demostrar que los materiales y equipos eléctricos son adecuados para operación en condiciones de trópico, así mismo entregaran recomendaciones y prácticas probadas satisfactoriamente para la operación y mantenimiento en condiciones tropicales.

2.1.3 Sistema de Iluminación

La alimentación del sistema de iluminación será efectuada desde tableros eléctricos en 380/220 VAC. Los transformadores para iluminación que sean requeridas, serán de 380Y/220 VAC, trifásico, 60 Hz, del tipo seco con tomas de 2-1/2 por ciento sobre y debajo la tensión establecida.

Los paneles de iluminación serán con interruptores termos magnéticos del tipo caja moldeada modelo “bolt on”. Los tableros no tendrán más de 42 circuitos de un polo y será de diseño “frente-muerto”, apropiados para montaje empotrado.

Toda la iluminación del tipo interior en el área asociada será controlada desde interruptores en pared de acuerdo a lo indicado por normas NEMA [2], localizados apropiadamente. La iluminación exterior será controlada mediante interruptores horarios y contactores, con interruptor de derivación automática / manual.

El tamaño mínimo del conductor a emplearse para los circuitos de iluminación será el N° 12 AWG.

a.-Niveles de Iluminación

El sistema de iluminación será diseñado para proveer un nivel de iluminación según se indica y que cumple con los requerimientos mínimos del Reglamento Nacional de Construcciones [10].

Tabla N° 2.8 Niveles de iluminación

Ubicación	Iluminación	Código de Procedencia
Iluminación Perimetral	5 luxes (0.5 FC)	A
MCC Switchgear	500 luxes (50 FC)	A
Process Área - Active	160 luxes (16 FC)	A

b.-Iluminación Interior

Serán empleados artefactos fluorescentes para uso industrial del tipo para adosar serán aptos para servicio en ambientes donde las condiciones son severas por la presencia de polvo y humedad, el conjunto tendrá aprobación UL [3], totalmente hermético estará formado por dos lámparas fluorescentes de 36W, de una intensidad luminosa mínima de 3350 lúmenes cada lámpara, la carcasa estará construida de fibra de vidrio reforzada con poliéster y empaquetadura en todo el contorno que asegure la hermeticidad, el acoplamiento entre carcasa y difusor se hará mediante ganchos de acero inoxidable fácilmente maniobrables. Podrán emplearse artefactos fluorescentes compactos según sea requerido.

Se elaborara un listado de artefactos de alumbrado para facilitar su selección y estandarización.

c.-Iluminación exterior

La iluminación exterior se restringirá a la iluminación perimetral de la cobertura para facilitar el transito peatonal en el perímetro de la edificación, para lo cual se

emplearán artefactos con lámparas HPS mínimo de 150W, montados en los accesos peatonales, estos serán montados en forma adosada a pared.

2.1.4 Cables

a.-Cables en media tensión

Los cables en media tensión tendrán un aislamiento de etileno y propileno (EPR) o polietileno reticulado (XLPE), con un nivel de aislamiento del 100%, serán de cobre electrolítico 99% de pureza cableados, apropiado para una temperatura de operación de 90°C, en lugares secos o húmedos, con una tensión de diseño $E_o/E = 8.7/15$ kV, tendrá una configuración del tipo Metal Clad MC.

Los cables en media tensión cuyo recorrido sea expuesto en el exterior deberán ser resistentes y apropiados para montaje en bandejas, con la certificación UL [3] de un cable con designación "TC". Para cables expuestos de uso exterior directamente enterrados se utilizará un cable con designación "MC".

b.-Cables de Fuerza y Control en Baja Tensión

Por lo general, los cables multipolares del tipo TC serán empleados para el alambrado del sistema de control y fuerza, conductores unipolares o multipolares serán empleados para el alambrado del sistema de iluminación.

Todos los cables de fuerza y control en baja tensión serán apropiados para operar a una tensión de 600 V, tendrán un aislamiento con PVC, con conductores de cobre electrolítico de alta pureza 99.9%, cableados, serán del tipo NYY para operar a 80°C en ambientes secos y en ambientes húmedos.

Los cables de control que sean usados en circuitos de entrada / salida digital de DCS / PLC serán apantallados, con un conductor para drenaje (tierra) que serán conectados a tierra sólo en el lado del panel para reducir la interferencia del ruido eléctrico que podría interferir con la operación del DCS / PLC.

La mínima sección a emplear para los cables de fuerza será de 12 AWG, y de 14 AWG para los cables de control. La mínima sección para el cableado de transformadores de corriente será 10 AWG, el cableado en los tableros será del tipo MTW o SIS. Todos los conductores y cables en circuitos de 600 voltios o menos, tendrán un código de color como sigue:

Fuerza	Iluminación
Fase A – Negro	Fase A – Marrón
Fase B – Rojo	Fase B – Naranja

Fase C – Azul
 Neutro – Blanco
 Tierra – Verde

Fase C – Amarillo
 Neutro – Blanco
 Tierra – Verde

c.-Cables de Instrumentación

Los cables de instrumentación serán de cobre electrolítico estañado o sin estañar apropiados para operar a una tensión de 300V, 70°C, con aislamiento de PVC, coloreado según el número de pares.

Dos conductores aislados entorchados conjuntamente con un conductor desnudo forman un par el cual será apantallado, los pares tendrán pantallas individuales y en conjunto de multipares tendrán una pantalla adicional.

Los conductores serán de aleación sólida para los cables de instrumentación que sean empleados como extensión de termocuplas, y serán conductores cableados para las otras aplicaciones.

Los cables de instrumentación tendrán una calificación de PLTC por UL [3].

La sección mínima a emplearse será de 16 AWG para pares simples y 20AWG para cables multipares.

d.-Cableado para el sistema de Iluminación

Los cables usados para el sistema de iluminación serán con conductores de cobre sólido, con aislamiento de PVC, unipolares, adecuados para 600V, aislamiento tipo THW para 70 °C, en ambientes secos y ambientes húmedos.

2.1.5 Conductos Eléctricos y Bandejas

a.-Generalidades

Los cables para el sistema de distribución primario o secundario pueden ser instalados en forma subterránea directamente enterrados, bandeja de cables, o conductos.

Los cables de energía, control e instrumentación para motores serán instalados en la bandeja de cables y la derivación al dispositivo mediante conductos.

En las zonas clasificadas para media y baja tensión sólo se empleará cables armados tipo metal clad (MC) con hub o conectores adecuados para este fin. Los cables antes mencionados serán adecuadamente instalados en la planta.

b.-Bandejas de cables

El cableado de cables de fuerza, control e instrumentación por lo general serán instalados en bandejas de tipo escalera. Los cables serán fijados a las bandejas

con cintillos de plástico del tipo “tie rap” cada 1 a 1.5 m cuando están en un plano vertical o inclinado y cada 4.5 a 6.0 m cuando la bandeja esta en forma horizontal. La bandeja de cables ubicada al exterior y en las áreas corrosivas será de fibra de vidrio o acero revestido de PVC, diseñado de acuerdo con el Estándar NEMA VE-1 [2]. En las áreas interiores las bandejas de cable serán de acero galvanizado.

Descripción	Energía	Provisión de instrumentos
Tipo	Escalera	Escalera
Espaciamiento de escalón	9 pulgadas	6 pulgadas
Profundidad interna	5 pulgadas	4 pulgadas
Radio	24 pulgadas	12 pulgadas
Clasificaciones NEMA [2]	C (pesado)	B (medio)

Los cables de control y de energía de baja tensión pueden ser tendidos en una misma bandeja si el aislamiento a la tensión es idéntico. Otras bandejas, cables armados, o tabique de aislamiento serán previstos para separar los cables en media tensión de otros cables.

Todos los cables de instrumentación o los cables que llevan señales de nivel bajo, como mA, mV, información digital, entradas de alarma de estado sólido, los cables de termocuplas y RTD serán cableados en bandejas, conductos o cajas de paso separadas de otras bandejas, conductos, cables o cajas de paso.

Las bandejas con cables de instrumentación no serán instaladas en la parte superior o en la parte inferior de bandejas de cable de control y fuerza.

La distancia mínima entre una bandeja de cables de instrumentación y bandejas de cables de 600 V será de 18 pulgadas.

Cuando bandejas de cables sean instaladas una sobre la otra, habrá un mínimo de 9 pulgadas de espacio libre entre cada bandeja, la bandeja que porte cables de control sea dispuesta sobre la bandeja que porte cables de fuerza. En las aplicaciones al exterior donde las bandejas de cable se encuentran apiladas, la bandeja superior del recorrido horizontal estará instalada con una tapa o cubierta sólida.

c.-Conductos

Todas las conductos para circuitos alimentadores de fuerza, control, instrumentación e iluminación en instalaciones expuestas serán metálicas o de PVC dependiendo del uso.

Los conductos y accesorios serán Crouse-Hinds o Appleton, u otras marcas previa aprobación. Por lo general, se utilizarán los siguientes diámetros: 3/4", 1", 1-1/2", 2", 3", 4" y 6". El conducto de 3/4" será el tamaño mínimo.

Los conductos rígidos metálicas serán usadas en cualquier caso excepto:

- Conducto eléctrico del tipo tubing (EMT) de paredes delgadas, sólo puede ser usada en interiores con ambientes secos, en las oficinas de administración. El tubing (EMT) será galvanizado; un tamaño mínimo de 1/2 pulgada, y 3/4 pulgada para recorridos domiciliarios. Los acoplamientos serán metálicos del tipo de compresión.
- Conductos metálica flexible hermética revestida de PVC (liquid-tight), será usada para la conexión a luminarias, motores, equipos de HVAC.
- Conductos rígidos metálicos galvanizados se emplearan en áreas no corrosivas.

En general, los cables de baja tensión para circuitos de 460 V y 120 V de control podrán ser cableados en el mismo tubo, dado que el aislamiento de tensión de los cables es idéntico. Los conductores de tamaño Nº 6 AWG serán tendidos en conductos separados.

2.1.6 Sistema de Puesta a Tierra

El sistema de puesta a tierra será una red interconectada que consiste de varillas a tierra conectadas por conductores de cobre para formar un completo sistema en el área del proyecto.

La malla a tierra será de cobre suave desnudo, trenzado y estirado que se conectara a una varilla de copperweld de diámetro de 3/4" por 10 pies de largo. Todas las conexiones a tierra en instalaciones enterradas serán bajo el proceso de soldadura exotérmica, del tipo cadweld.

La resistencia combinada del sistema de puesta a tierra no será mayor a cinco (5) ohms, para lo cual de ser necesario el diseño contemplara el tratamiento de estos pozos de puesta a tierra hasta obtener el valor deseado.

Todas las estructuras de acero y equipo eléctrico como transformadores, tableros y dispositivos de distribución, centros de control del motor, paneles de control y paneles de iluminación, serán conectadas a tierra en forma individual mediante conductores de cobre desnudos de tamaño adecuado hacia la malla de tierra principal.

Los tamaños de los conductores de conexión a tierra siempre que los alimentadores hacia el equipo no sean de sección mayor a 350 MCM, serán como sigue:

Equipo	Nº
Malla de tierra principal	4/0
Transformadores	2
Dispositivos de distribución	2
Controladores de motor de tensión media	2
Centros de control del motor	2
Transformadores y paneles de iluminación	2
Paneles de control	2

Para el caso en el que las secciones del alimentador hacia el equipo sean de una sección mayor a 350 MCM, será empleado como conductor de puesta a tierra un conductor de una sección 2/0 AWG.

Todas las conexiones del conductor de conexión a tierra al equipo, y a las varillas de conexión a tierra, serán accesibles, y, si está descubierto, serán conectados a ambos extremos.

Los conectores del tipo a presión o a compresión serán usados en instalaciones expuestas.

Todos los motores serán conectados a tierra con un conductor de tierra hacia la malla de tierra principal y hacia la barra de tierra en los centros de control de motores.

Todas las tomas de fuerza estarán conectadas a tierra por medio del conductor de tierra, las tomas de fuerza de 480 VAC al interior y exterior de locaciones húmedas estarán protegidos mediante un interruptor de fallas a tierra.

Las bandejas de cables serán conectadas a tierra al sistema principal de tierra por medio de un conductor de cobre desnudo que va a todo lo largo dentro de la bandeja de cables. Los recorridos paralelos de las bandejas estarán conectados a tierra por medio de bandejas de conexión al conductor de conexión a tierra descrito anteriormente en intervalos de 6 m.

Los conductores de conexión a tierra expuesta a daño mecánico, estarán protegidos por una longitud adecuada de un conducto PVC, SCHEDULE 40. Las grúas y maquinaria móvil serán consideradas como conectadas a tierra

adecuadamente por medio de los rieles. Los rieles estarán conectados eléctricamente al sistema principal de red de conexión a tierra. No se necesita ningún riel colector de conexión a tierra.

2.1.7 Pararrayos y Protección contra Descargas Atmosféricas

a.-Protección de Sobretensiones

Los equipos eléctricos como celdas y transformadores, deberán ser protegidos de las sobretensiones de maniobra y las sobre tensiones ocasionadas por descargas atmosféricas, por lo que se preverá en el diseño la utilización de Pararrayos del tipo Metal Oxide Varistor (MOV).

b.-Descargas atmosféricas

Se considerará un sistema de protección contra descargas atmosféricas con pararrayos del tipo Franklin, cumpliendo los requerimientos técnicos de la Norma NFPA 780 [5].

2.2.- Filosofía de Diseño OSBL-Building

En el contexto del proyecto se ha establecido criterios de diseño eléctrico en los cuales se dan las pautas y requerimientos mínimos a tomar en cuenta para la buena performance y elaboración del expediente técnico.

Los criterios de diseño nos indican el marco en el cual el proyecto debe ceñirse y regirse.

Los criterios de diseño para los OSBL-Building son basados en normas como el NEC [4], NFPA70 [5], ANSI [1] y IEEE [6]. Los criterios de diseño para el PCB-Building están basados en nuestro Código Nacional de Electricidad [8].

Se establecen criterios de diseño para el siguiente equipamiento:

- Switchgear.
- Switchboard.
- Transformador.
- UPS.
- Cables.
- Panelboards.

2.2.1 Generalidades

a.-Alcance

Esta especificación junto con los documentos especificados en el Artículo 1.2, cubre los requisitos para el diseño de la energía eléctrica, iluminación, puesta a

tierra y sistemas auxiliares de la planta. Planos eléctricos, especificaciones de los equipos, hojas de datos y cálculos complementarios para esta especificación.

Esta especificación también describe los requisitos para el diseño de ciertos sistemas opcionales los cuales pueden incluirse en proyectos específicos. Estos se identifican con calificativos tales como "Si es necesario", "Si procede" o "Si se incluye". Los documentos del proyecto Master describir el alcance del proyecto y por lo tanto la aplicabilidad de estos requisitos.

b.-Códigos y Normas Industriales

Los códigos, normas industriales, y métodos recomendados referenciados en este documento se aplicarán a este proyecto. En la ausencia de documentos paralelos o equivalentes, la intención de los documentos listados en este documento regirán.

Los códigos y normas de la industria a que se refiere el presente documento y su fecha de emisión aplicables serán las siguientes:

AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE (API).

API RP 500 "Classification of Locations for Electrical Installations at Petroleum Facilities Classified as Class I, Division 1 and Division 2".

API RP 540 "Electrical Installations in Petroleum Processing Plants"

INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS (IEEE)

IEEE C2, "National Electrical Safety Code"

IEEE 80, "Guide for Safety in AC Substation Grounding"

IEEE 141, "Recommended Practice for Electric Power Distribution for Industrial Plants"

IEEE 142, "Recommended Practice for Grounding of Industrial and Commercial Power Systems"

IEEE 446, "Recommended Practice for Emergency and Standby Power Systems for Industrial and Commercial Applications"

IEEE 518, "Guide for the Installation of Electrical Equipment to Minimize Electrical Noise Inputs to Controllers from External Sources"

INSTRUMENT SOCIETY OF AMERICA (ISA)

ISA MC96.1, "Temperature Measurement Thermocouples"

NATIONAL ELECTRICAL MANUFACTURERS ASSOCIATION (NEMA)

NEMA MG 1 "Motors and Generators"

NEMA TR 1 "Transformers, Regulators and Reactors"

NEMA ICS 1, "Industrial Control and Systems General Requirements"

NEMA/ANSI VARIOUS, Current Editions of Equipment Standards equally adopted by the American National Standards Institute.

NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION (NFPA)

NFPA 59A, "Production, Storage and Handling of Liquefied Natural Gas (LNG)"

NFPA 70, "National Electrical Code"

NFPA 496, "Purged and Pressurized Enclosures for Electrical Equipment"

NFPA 780 "Installation of Lightning protection Systems"

Otros códigos, normas industriales y métodos recomendados publicado por el American National Standards Institute (ANSI), el Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), la National Electrical Manufacturers Association (NEMA) y la National Fire Protection Association (NFPA) se aplicarán, según proceda. Las fechas de expedición de cada documento que estén en curso en la fecha de la firma del contrato del proyecto se aplicarán a menos que se especifique lo contrario en el contrato del proyecto.

2.2.2 Generales de Ingeniería y Diseño

a.-Sistema Eléctrico

La potencia de la planta se proveerá desde generadores instalados en la planta los cuales generarán energía en 13,8 kV, 3 fases, 60 Hz. Equipos de sincronización se proporcionarán para que el generador o generadores estén en línea. El generador será capaz de mantener el sincronismo y el control de la caída en la frecuencia por alteraciones en la red debido al incremento o retiro súbito de cargas.

El sistema eléctrico consistirá de una tensión de distribución (13,8 kV, 3-fases, 60 Hz), una de media tensión para motores grandes (4,16 kV, 3-fase, 60 Hz) y de bajo voltaje (480 V, 3-fase de, 380V, 3 fases y la fase 380Y/220V monofásico).

La arquitectura de la red de distribución será como se muestra en los esquemas unifilares. Las características de funcionamiento de la fuente de alimentación deben permanecer dentro de $\pm 5\%$ del voltaje nominal y de ± 1 Hz de frecuencia nominal, los mencionados rangos de tensión y frecuencia se indican en el NEC [4].

El sistema de distribución será mediante una alta resistencia de puesta a tierra a través de NRGs (Neutral Ground Resistor), conectados al punto neutro de cada uno de las plantas generadoras. El sistema en media tensión será mediante una baja resistencia de puesta a tierra. Resistencias serán conectadas al neutro, clasificados

en línea a neutro voltios, y tienen un rango de 10 segundos para la corriente inicial en amperios especificados en las hojas técnicas de los equipos. El sistema de baja tensión en 480V será mediante una alta resistencia de puesta a tierra a través del neutral con resistencias de tal manera de limitar la corriente de tierra a 5 amperios o justo por encima de la corriente de carga de la red. El sistema de baja tensión en 380V deberá estar sólidamente aterrado. La transferencia automática entre fuentes de energía, si aplica, se bloqueará en caso de falla en el ducto de barras o por pérdida simultánea de tensión en ambos lados del disyuntor.

Cuando se requiera, el reinicio automático sobre las fallas en la red, se realizará de 1 a 2 segundos para los motores de proceso crítico solamente.

Cortocircuito, flujo de carga, arranque de motores, estudios de estabilidad transitoria, estudios de comportamiento dinámico, estudios de armónicos y coordinación de estudios de dispositivos de protección, incluida la coordinación de distribución de UPS, se llevará a cabo durante el diseño detallado para confirmar la adecuación de los rangos de los equipos y el global rendimiento del sistema de distribución.

b.-Equipo y Materiales

Todos los equipos y materiales deberán ser aprobados para propósitos específicos, entornos y aplicaciones. Todos los equipos y materiales deberán ser adecuados para la instalación y uso. La idoneidad del equipo podrá ponerse de manifiesto mediante una etiqueta o listado UL [3].

Todos los equipos eléctricos y electrónicos deberán ser listados UL [3].

El equipo eléctrico equipado como un componente del fabricante o equipos estandarizados se hará de conformidad con las normas del fabricante del equipo, así como los códigos y normas aplicables referenciados anteriormente.

Los equipos deberán estar diseñados para operar a los niveles de tensión que figuran en tabla 2.1.

2.2.3 Clasificación de Áreas Peligrosas

a.-General

Las clasificaciones de las áreas peligrosas se hará en conformidad con los códigos y normas industriales (artículo 1.2) y como se indica en los planos de Clasificación de Áreas peligrosas. Las áreas de proceso de la planta generalmente consisten de Clase I, División 2, Grupos B, C y D.

Clasificaciones tipo División 1 suelen producirse en áreas mal ventiladas. Las definiciones de clase y división se harán de conformidad con el artículo 500 del National Electric Code, NEC [4].

b.-Equipos de Construcción

La construcción de equipos eléctricos será de acuerdo con la tabla 2.10 (mostrado mas adelante) y será conforme a las normas referenciadas.

Los equipos de instrumentación y eléctricos con encerramiento o presurizados para reducir la clasificación, no se utilizará a menos que el equipo:

- No está disponible para la clasificación.
- No puede ser prácticamente diseñada para la clasificación.
- Una ubicación alternativa no es práctico.

Para todos los equipos, los dispositivos sellados de fábrica son preferidos, a diferencia de los productos que requieren que los sellos que se instalen en el campo.

2.2.4 Sistema de Distribución

a.-Switchgear

Los Switchgear tipo Metal-Clad con seccionadores de extinción en vacío o gas SF6 serán utilizados y suministrados para tensiones desde 1 kV hasta 15 kV. Para niveles de tensión por debajo de 1 kV se utilizaran Switchgear tipo Metal-Enclosed con seccionadores de extinción en aire.

Los disyuntores serán eléctrica o mecánicamente operados con bloqueo, botón de prueba, y serán del tipo extraíbles. Los interruptores tendrán un adecuado rango de interrupción simétrica y rangos de voltaje nominal de 15 kV, 5 kV y 600 V.

Los relés del Switchgear deberán estar equipados con indicación exterior de disparo reajutable. Relés de estado sólido son preferibles sobre electro-mecánicos. Normalmente, dos interruptores de alimentación de reserva (uno por cada barra "A" y uno por cada barra "B") se incluirán en cada línea de conmutación en marcha. Los interruptores deberán etiquetarse para su uso futuro.

Los esquemas de la red de distribución y relés de protección se mostraran planos individuales de conexionado. En general, el esquema de relés de protección incluye protección de falla a tierra y la protección contra sobrecorriente de fase. El sistema de transmisión está diseñado sobre el principio de coordinación selectivo para una inmediata de falla de aislamiento en el sistema con una interrupción mínima del

mismo. Los Switchgears con tensiones de 1KV a más, se incorporarán equipos en corriente continua de 125 VDC para el disparo, cierre y cierre con cargadores de resorte para los circuitos. Para los Switchgears de tensiones menores a 1KV se incorporaran también sistemas con equipos en tensión continua los cuales inyectaran 125 VDC para la actuación de los relés de protección tanto de alimentadores, como de motores y transformadores.

Tabla 2.9 Niveles de voltaje requeridos

EQUIPOS	TIPO	VOLTAJE NOMINAL DEL SISTEMA	RANGO DE TENSION DE LOS EQUIPOS.
	Debajo 1 hp (0.75kW)	380Y/220 V	220 V, 1-fase, 60 Hz
	Debajo 1 hp (0.75kW) (Servicios de procesos críticos)	480 V	460 V, 3-fase, 60 Hz
	1 hp (0.75kW) hasta 200 hp (150kW)	480 V	460 V, 3-fase, 60 Hz
Motores	250 hp (186kW) a 5000 hp (3730kW)	4.16 kV	4.0 kV, 3-fase, 60 Hz
(Nota 1)	Sobre 5000 hp (3730kW)	13.8 kV	13.2 kV, 3-fase, 60 Hz
	1 hp (0.75kW) hasta 1400 hp (1045kW) Controlado con AFD	480 V	460 V, 3-fase, 60 Hz
	Sobre 1400 hp (1045kW) Controlado con AFD	4.16 kV	4.0 kV, 3- fase, 60 Hz
	Plantas Eléctricas	13.8 kV	13.8 kV, 3- fase, 60 Hz
Generadores	Generador	4160 V	4160 V, 3- fase, 60 Hz
	Comunidad Permanente	380 V	380 V, 3 fase, 60 Hz

EQUIPOS	TIPO	VOLTAJE NOMINAL DEL SISTEMA	RANGO DE TENSION DE LOS EQUIPOS.
Heaters	2 kW and Below	380Y/220 V	220 V, 1- fase, 60 Hz
	Sobre 2 kW	480 V	480 V, 3- fase, 60 Hz
	Iluminaciòn Intensa	480 V	480 V, fase - fase, 60 Hz
Lighting	Iluminaciòn exterior	480 V	480 V, fase - fase, 60 Hz
	Suplementaria y esencial	380Y/220 V	220 V, 1- fase, 60 Hz
	Interior y otros.	380Y/220 V	220 V, 1- fase, 60 Hz
Tomacorrientes	Común	380Y/220 V	220 V, 1- fase, 60 Hz
	Soldadura	480 V	480 V, 3- fase, 60 Hz
Instrumentos	Tipo de alimentaciòn externa.	380Y/220 V	220 V, 1- fase, 60 Hz
SWGR Bateria	Todas.	125 VDC	125 VDC

En las tablas 2.9 se pueden observar la siguiente aclaraciòn:

Los generadores de inducciòn serà indicada el voltaje nominal del sistema en la placa de características del equipo en mención.

Tabla 2.10 Tipo de construcciòn

EQUIPO	DIVISION 1	DIVISION 2	NO-PELIGROSAS	
			EXTERIOR	INTERIOR
MCC & Switchgear	No aplicable	No aplicable	A prueba de agua.	NEMA 1 gasketed
Motor 200 hp (150kW) y menores.	A prueba de explosiòn.	TEFC (Nota 8)	TEFC (nota 8)	TEFC or open drip-proof (note 8)
Motores sobre 200 hp (150kW)	A prueba de explosiòn.	WP-I or WP-II (Nota 9)	WP-I or WP-II	A drip-proof

	(Nota 6)			
Circuit breakers Control switches Fused switches Panelboards Receptacles Control Stations	A prueba de explosión.	A prueba de explosión.	A prueba de agua. NEMA 4X [2]	NEMA 1 gasketed
Lighting fixtures	A prueba de explosión.	Cerrados y sellados. (Note 2)	Cerrados y sellados. (Nota 2)	Propósitos generales.
Conduit fittings and pull boxes	A prueba de explosión.	Form 7	Form 7	Propósitos generales
Junction boxes Control Panels	A prueba de explosión.	NEMA 4X	NEMA 4X [2]	NEMA 12 [2]

En las tablas 2.10 se pueden observar las siguientes aclaraciones:

Cuando se especifica conductos, accesorios de conexión estaciones de control cajas y abrazaderas incluirá una cubierta de PVC (policloruro de vinilo) y los equipos de iluminación serán cubiertos con pintura epòxica para una protección adicional.

Todos los equipos eléctricos ubicados en el exterior o en lugares húmedos serán resistentes a la humedad NEMA 4X [2] en adición a los requerimientos constructivos indicados.

Los equipos eléctricos con grado de encerramiento serán adecuados para proporcionar un grado de explosión y una categoría de ignición (80% de temperatura de ignición) para una atmosfera explosiva. Los equipos de iluminación pueden tener un rango de hasta el 100% temperatura de ignición.

Cuando sea necesario, equipos eléctricos no aprueba de explosión pueden ser usados con diseño de encerramiento con purga y que este de acuerdo con la NFPA 496 [5].

Encerramientos adecuados serán provistos cuando existan condiciones industriales del tipo pesado. De potencia fraccionaria, motores monofásicos pueden ser a prueba de explosión o puede ser totalmente cerrado, no ventilados (TENV) cajas con los contactos cerrados herméticamente, cuando sea

conveniente para la clasificación de la zona. Cuando sea necesario para media tensión, motores de alta velocidad, medidas de tal forma de prevenir la formación de arcos el encerramiento puede ser requerido.

b.-Transformadores de Potencia

Los transformadores de potencia serán de llenado de aceite, auto-enfriado, sellados, tipo de uso exterior. Cada unidad de transformación incluirá un transformador; paquete de resistencia para el neutro (si es necesario); secciones de transición necesarios; conmutador de tap desenergizado; pararrayos (si es necesario) adecuado para la tensión del sistema, y otras protecciones auxiliares.

Los transformadores tendrán un tamaño suficiente para transportar en máximo de potencia que pasa a través de los ductos de barras conectados al transformado. Además, los alimentadores a y hasta los transformadores de potencia serán dimensionados para transportar la corriente nominal máxima a 65C.

La carga inicial del transformador, no podrá superar el 80% de la carga de operación prevista de los tamaños estándar y ser capaces de arrancar el motor más grande en condiciones de funcionamiento normal de carga, sin alterar la operación de otras cargas.

Los transformadores con rangos de potencia de 10 MVA y mayores deberán incluir relés de protección diferencial.

En general, los arrollamientos primarios del transformador serán conectado en configuración Delta y los arrollamientos secundarios serán conectado en configuración Estrella (Y). El punto neutro del lado secundario del transformador será puesto a tierra en el sistema de la malla de puesta a tierra en la parte exterior de la edificación.

Los dispositivos auxiliares de los transformadores deberán incluir un termómetro de línea con los contactos de alarma, un medidor de nivel de aceite, un dispositivo de alivio de presión, un manómetro de presión, un relé de presión súbita y drenaje, y muestra y prueba de presión de válvulas.

c.-Tomas para Soldar

Las tomas para soldadura serán para trabajo extra-pesado, 4-polos, 3-hilos y corriente nominal de 60 Amperios, se facilitará para suministrar energía a las máquinas de soldadura portátil. Las tomas para soldadura deberán estar situados

dentro de 150 pies (45,7 m) de cualquier área en la que la soldadura puede tener lugar. Cada circuito ramal de suministro para las tomas de soldar no deberá alimentar a ningún otro equipo que no sea para soldar y a no más de tres (3) tomas de soldar como máximo.

Cada circuito ramal estará protegido por un interruptor termomagnético situado en el Centro de Control de Motores MCC en baja tensión.

2.2.5 Centro de Control de Motores

En general, el Centro Control de Motores (MCC) en baja tensión se instalará en el interior, y tendrá un cubículo para los equipos de data. Tendrá cerca o junto sus respectivos Switchboards. Los encerramientos deberán ser del tipo NEMA1 [2] con empaques en la puerta. Cada arrancador o interruptor alimentador será provisto con bloques de terminales individuales para cableado alojados en el cubículo de arranque en particular.

El Centro de Control de Motores (MCC) en baja tensión deberá utilizar disyuntores de caja moldeada (MCCB) para los circuitos alimentadores.

En general, los arranque de motores en baja tensión será mediante; los lados de la línea, interruptor al aire, la combinación de un medio de desconexión y un circuito con arrancador de motor instantáneo. Un contactor con operado magnéticamente proporcionará protección contra sobrecarga y caída en la tensión. Un relé trifásico de protección contra sobrecarga para motores será proporcionado. Para sistemas con el neutro sólidamente aterrado, la protección contra falla a tierra será proporcionada para todos los motores con potencia nominal de 100 hp (75 kW) y mayores y alimentadores con corriente nominal de 40 amperios y mayores. El tamaño mínimo para un arrancador de motor en 480 V será NEMA1 [2]. En general, el control del sistema de fuerza será en 120 V, monofásico; a través de fusibles individuales hasta el transformador de control instalado e integrado dentro del arrancador.

En general, los arrancadores de motores para motores de 2500 HP (1865kW) y menos de 4 kV serán a través de los lados de la línea, magnéticamente operados, disyuntores con medio de extinción en aire o vacío, contactores con fusibles limitadores de corriente, con relés provistos para rotor bloqueado, falla a tierra y protección trifásica contra sobrecarga. Tendrá cerca o junto sus respectivos

Switchboard. Contactores de vacío puede ser equipado con protección contra sobretensiones cuando sea necesario para eliminar los picos de voltaje.

Para las instalaciones con zonas clasificadas como División 1 o 2, arrancadores locales para motores en baja tensión (no incluido en el paquete del equipo mecánico) será montado en grupo en un bastidor fabricado. Cada grupo de arranque del motor en un área División 1 estarán conectados a un conducto común y un grupo de cables. Cada arrancador de motor en un área División 2 estarán conectados a un conducto y un grupo de cables o barra de cobre en el encerramiento metálico fabricado. Cada encerramiento a prueba de explosión de los arrancadores de motores será equipado con un drenaje y ventilación a prueba de explosión como corresponde.

En general, los arrancadores de motores monofásicos serán de accionamiento manual, disyuntor con extinción en aire, arrancador a través de la línea que proporciona protección contra sobrecarga solamente. Los arrancadores pueden estar ubicados cerca de los motores siendo protegidos adecuadamente y deben ser apropiados para la aplicación en áreas peligrosas clasificadas. Varios motores con arrancadores manuales pueden ser combinados en un solo alimentador protegido por un interruptor situado en un panel de distribución.

Las estaciones de control y "Parada de Emergencia" mediante botoneras pueden ser previstas y en particular cerca de los motores que sean necesarios para cumplir los requisitos de control de procesos. Los encerramientos metálicos para las estaciones de control y "Parada de Emergencia" mediante botoneras serán adecuados para las condiciones ambientales en el lugar. Cuando hay un control de arranque/parada de la DCS para motores 480 VAC, habrá un conmutador local para el motor en modo: manual/desactivado/automático (HOA). El conmutador HOA tendrá la posición indicada por la DCS como parte del estatus de señal disponibles.

a.-Motores

En general, los motores serán de inducción tipo Jaula de Ardilla. Los motores de sincronismo Brushless serán utilizados con protección de rectificadores montados en el rotor y pueden ser usados cuando se requiera una mayor economía. Los motores especificados para aplicaciones en tensión DC serán cuando se tengan amplios rangos de variación en la velocidad. Los motores serán diseñados para operación para los niveles de voltaje mostrados en la tabla

2.9. Los motores para servicio en media tensión serán provistos con calefactores. Los motores en baja tensión pueden proveerse con calefactores si es requerido por servicio o condiciones en situ. Motores de 1500 HP nominal (1120kW) y por encima se suministrará con 100 Ω detectores de temperatura de resistencia de platino (RTD) que opera en los relés de sobretemperatura.

Un (1) RTD por rodamiento y dos (2) por arrollamiento del estator será provista para la protección integral de motor.

Motores diseñados para funcionar en media tensión y tener los siguientes rangos serán suministrados con protección diferencial de auto-balance:

- Los motores de inducción 2500 HP (1865kW) y superiores.
- Los motores síncronos (0,8 PF) 2500 HP (1865kW) y superiores.
- Los motores síncronos (1,0 PF) 3000 HP (2238kW) y superiores.

Cajas de terminación separadas deberá proporcionarse para los RTD y las señales de vibración, calentadores de motor y terminaciones de potencia del motor.

La protección diferencial de la parte interna del motor será llevada hasta la caja de terminales del motor y los transformadores de corriente necesarios serán proporcionados por el proveedor de conmutación montado en la caja de bornes.

Los sistemas de aislamiento de los motores se harán de conformidad con NEMA MG1 2]. Los motores serán clase B para el aumento de la temperatura con aislamiento de clase F.

2.2.6 Sistemas de Fuerza Auxiliares (Standby)

a.-General

El sistema de fuerza auxiliar consistirá de lo siguiente: un generador (black start) para la alimentación de cargas típicas como la iluminación de seguridad para salida, sistema de alimentación ininterrumpida (UPS), válvulas críticas, y los sistemas vitales de aceites lubricantes.

También un sistema de baterías de alimentación de conmutación de los interruptores de accionamiento eléctrico, con indicación de las luces, alarmas y relés de protección relacionada siempre con los equipos de conmutación.

Los equipos de conmutación deben tener bloqueo eléctrico y mecánico con los interruptores de potencia. Y por último un sistema de alimentación ininterrumpida (UPS), sistema para suministrar energía a los circuitos del sistema de control críticos incluyendo el sistema de control de procesos (PCS), el sistema

instrumentado de seguridad (SIS) y la Fire & Gas System (F&G), conocidas colectivamente como el control integrado y sistema de seguridad (ICSS).

b.-Generador (Black Start)

El sistema de fuerza del generador (black start) consistirá de un bus de esencial con alimentación normal desde una fuente de media tensión y una fuente de tensión alternativa a través de un interruptor de transferencia automática desde un generador (black start). El interruptor de transferencia automática incluirá un retraso en la transferencia inicial al comenzar el generador para evitar operación innecesaria de las caídas de tensión momentánea. La transferencia de regreso a la fuente normal debe iniciarse manualmente y tener una sincronización automática. El interruptor de transferencia llevara señal automáticamente al generador para iniciar al detectar la pérdida de potencia normal.

c.-Sistema de Conmutación de Baterías

El sistema de conmutación de la batería será de tamaño adecuado para manejar el específico equipo implicado, será de un voltaje constante, semiconductores estáticos, tipo flotante, y se aplicará en el nivel de voltaje DC tal como se indica en la Tabla 2.9.

El cargador de baterías de conmutación estará conectado a un bus esencial para evitar la descarga total durante los cortes prolongados.

d.-Sistema de alimentación ininterrumpida (UPS)

El UPS será de tamaño adecuado para el manejo adecuado del equipo involucrado, tendrá modulación de ancho de impulsos (PWM) o tipo ferorresonancia con 480 V de tres fases en el primario y 380Y/220 V trifásico de cuatro hilos o 220 V monofásico de dos hilos en el secundario. El UPS se completa con contactor estático y provisión de un by-pass de mantenimiento.

Las baterías para el sistema de UPS serán de la Válvula regulada de plomo ácido (VRLA) el tipo y tamaño para encender el sistema durante 30 minutos después de la pérdida de potencia normal.

2.2.7 ILUMINACIÓN

a.-General

La iluminación será provista para todas las áreas internas y para todas las siguientes áreas externas:

- Áreas de procesos de operación.

- Áreas de servicios.
- Áreas de bombas.
- Áreas de carga y descarga.
- Válvulas manifolds.
- Mixers.
- Dock and conveying areas.
- Subestaciones Eléctricas exteriores.
- Areas de parqueo.
- Específicamente identificado las pistas.
- Duchas de seguridad.
- Gauge glass illuminators, when required.
- Parte superior de los tanques de almacenamiento y accesos por escaleras.
- Racks de tuberías entre la planta y las áreas de carga.

Iluminación será provista para pistas entre el área de procesos, pistas entre los tanques de almacenaje, y pistas hasta el Jetty.

La iluminación no se proporcionará para los estanques de eliminación de residuos, valla de seguridad de la planta y las carreteras a raíz de una valla de seguridad.

La intensidad de iluminación de mantenimiento media será como se indica en la Tabla 2.11.

La iluminación general de las áreas exteriores de la planta se encargará de postes de iluminación situados convenientemente, el tipo y modelo de cada una se especificarán en los planos. Los postes de iluminación serán metálicos ubicados estratégicamente o montados en edificios y estructuras cuando el arreglo sea permitido.

En las áreas que no pueden ser totalmente iluminadas por los focos, iluminación adicional será provista por lámparas locales.

Tabla 2.11 Intensidad luminosa

LOCACION	INTENSIDAD (FC)
Edificios de administración: Salas de espera.	20 a piso.
Laboratorios, áreas de dibujo.	100
Entrada de edificios y entrada de talleres.	5

Cafeteria	50
Subestaciones de control: Cuartos de control, en frente y posterior de los tableros.	50
Oficinas	50
Equipamiento mecánico y área de servicios.	20
Puertas	2
Garajes	10 a piso.
Casa de guardianía	30
Área de procesos, iluminación general.	1 a piso.
Plataformas de carga	10
Talleres de máquinas eléctricas	30
Pistas principales y áreas de parqueo	0.2 a piso.
Áreas de bombas y compresores al exterior en área de procesos	10
Áreas de bombas , fuera del área de procesos	5 a piso.
Cuartos de Bombas y compresores	20 a piso.
Áreas de operación y maniobra	5 a piso.
Subestaciones para MCCC y salas de control.	30
Baños	10 a piso.
Plataformas en el área de procesos	3 a piso.
Edificios de almacenaje	5 a piso.

En las tablas 2.11 se pueden observar las siguientes aclaraciones:

A menos que se indique lo contrario en la tabla 2.11, la intensidad de la iluminación se miden a 30 pulgadas (762 mm) sobre el nivel del piso. Un factor de mantenimiento de 0.7 se utilizará para el cálculo de estas intensidades.

Áreas de utilidad se considerarán como áreas de proceso para propósitos de intensidad de iluminación.

La iluminación del Cuarto de Control pueden ser controlados a través de reguladores de luz por zonas.

b.-Control de Iluminación

En general, la iluminación deberá ser proporcionada por luminarias de tipo sodio de alta presión (HPS). Luminarias fluorescentes se proporcionan para la instalación en salas de control de instrumentos, oficinas, laboratorios, salas de MCCs, e instalaciones similares. Cuando se requiera específicamente, los sistemas de alumbrado externo se dispondrán y se emplean lámparas de sodio de alta presión montados en postes metálicos, y será operado a tensión en 480 V, monofásico (línea a línea). En general, la iluminación exterior será controlada por foto celdas. Reflectores en general, se proveerán para todos equipos de

iluminación. Guardas de seguridad serán suministrados para estos equipos con reflectores si se halla situada en las escaleras, pasillos y otros lugares donde pueden estar sujetos a los daños ocasionales.

Enchufes y tomacorrientes de tres hilos, el tipo de puesta a tierra, se proporcionarán en todas las dependencias y edificios para proporcionar una fuente de energía para extensión de lámparas portátiles y herramientas pequeñas. Los tomacorrientes estarán ubicados de modo que ningún punto en el área de trabajo de la planta puede llegar a 50 feet (15,2 m) con un cable de extensión. Nivel de tensión será de 220 V, monofásico.

Los circuitos derivados de iluminación deben estar protegidos, en general, por interruptores termomagnéticos de 20 amperios y juntos en los tableros de iluminación. Cada tablero de alumbrado deberá estar protegido por separado por un interruptor termomagnético o fusible.

Los circuitos derivados de iluminación serán controlados desde los tableros de iluminación a menos que por circunstancias especiales no sea viable. Interruptores locales del tipo de extinción en aire será proporcionado.

La máxima caída de tensión entre el interruptor principal de la iluminación de servicio a través del circuito derivado hasta el último punto de toma de energía no podrá exceder del 5% del voltaje nominal en el interruptor de servicio.

c.-Iluminación Esencial

Iluminación esencial se proporcionará para el Edificio de Administración, salas de control, subestaciones eléctricas, instrumentos críticos, duchas de seguridad, los lugares con equipos de seguridad, laboratorios y otras áreas donde la falta de iluminación puede causar riesgos para la seguridad o que puedan interrumpir las operaciones.

Las luces de salida de emergencia estarán conectadas al bus generador de reserva o tendrán contenidas en ellas respaldo de baterías. Alumbrado de emergencia en edificios de oficinas será respaldado por un kit de baterías para fluorescentes. La iluminación del área exterior para tareas críticas, la seguridad o la salida será proporcionada por lámparas de HPS que tienen una característica de reencendido instantáneo en la lámpara. Las lámparas de reencendido se utilizan para establecer rápidamente la iluminación después de la pérdida de la

fuentes de corriente alterna hasta que pasa la transición hasta la corriente alterna de respaldo (standby).

Luces de salida de emergencia deben ser especificadas por encima de todas las salidas de emergencia y deberá ser del mismo tipo con kit de batería contenida.

2.2.8 Métodos de Cableado

a. -Generalidades

En general, el alambrado eléctrico será instalado bajo terreno en sistemas de zanjas directamente enterrados. El alambrado dentro del Área de Procesos será instalado en canalizaciones metálicas.

Donde el sistema de alambrado eléctrico sobre terreno sea necesario, estos utilizarán cables para bandeja tipo TC (tray cable) o armados tipo MC (metal clad) instalados en bandejas metálicas para circuitos de iluminación, fuerza y control. Donde sea requerido, los sistemas bajo tierra pueden consistir de cable directamente enterrado en zanjas con arena cernida o conduit y también de conductores instalados en banco de ductos.

En áreas división 2 y en áreas no peligrosas se definen las áreas clasificadas de acuerdo a los planos, las cajas de empalme serán tipo NEMA4X [2] de acero inoxidable. Las entradas de cables y conduit a cada caja de empalme serán de acuerdo a los planos aprobados para construcción.

Para sistemas de conduits, los conductores alimentadores a motores de sección 2 AWG (35mm²) o menores y los cables de control asociados para cada motor operando en un sistema de fuerza en baja tensión serán instalados en el mismo conduit.

b.-Conduits sobre terreno

Los conduits sobre terreno serán, en general, rígido de aluminio libre de cobre excepto para la instalación en dry wall para construcciones en oficinas, laboratorios, edificios de servicio, etc, donde tubing eléctrico metálico (EMT) puede ser usado. El mínimo tamaño de conduit para instalaciones de conduits sobre terreno será de 3/4 pulg. Recubrimiento de PVC sobre los conduits será usado en zonas altamente corrosivas. Los accesorios de conduits en áreas no peligrosas y de división 2 serán Crouse-Hinds Form 7™ o equivalente. Comúnmente las cajas de jalado y las cajas de empalme pueden servir para varios

alimentadores. La separación de los alimentadores de acuerdo al nivel de tensión cumplirá con la siguiente norma API RP 552.

c.-Bandejas

Las bandejas en áreas de la planta serán "flange-out" tipo extra pesado inoxidable. Todos los sistemas de bandejas serán diseñados para un 20% de espacio de reserva. Las bandejas serán del tipo escalera apropiado para instalaciones interiores como exteriores.

Los accesorios para bandejas como pernería y conectores deberán ser de acero inoxidable o de aluminio, los canales de soporte deberán ser de acero galvanizado en caliente. Todos los pernos, tuercas y arandelas para el montaje de las bandejas de aluminio serán de acero inoxidable. Correas de conducto, abrazaderas de cables, abrazaderas de vigas y varillas roscadas deberán ser de acero galvanizado en caliente.

Los cables instalados en bandejas que corren de forma horizontal estarán correctamente sujetos en intervalos que no excedan los 10 feet (3 m) y en bandejas verticales en intervalos cada 5 feet (1.56 m).

Bandejas de cables se unen con placas de empalme de expansión de cada 100 pies (30,4 m) para limitar la expansión de la bandeja entre dos placas de expansión a 1 pulgada (25 mm). Estas placas se encuentran regidas por los requerimientos de NEMA [2]. Un puente de tierra unirá las secciones adyacentes de la bandeja en adición a la placa de empalme.

d.-Bajo Terreno

El conduits para sistemas bajo terreno será del tipo pesado, rígido de PVC. Todos los stub-ups serán construidos con conduit de acero galvanizado. Los conduits de aluminio no se usaran bajo terreno siempre que estén empotrados en concreto. En áreas peligrosas, los puntos de jalado sobre el terreno serán adecuados para áreas clasificadas. El cable instalado bajo terreno se dispondrán como máximo de hasta tres capas de cables y colocados en trincheras con una profundidad de la capa superior, de conformidad con los requisitos de NEC [4]. Unas 3 pulgadas (75 mm) de espesor de la capa de arena fina que estarán bajo la capa de cable de fondo, entre cada capa y en la parte superior de la capa superior. Los espacios entre los cables también se rellenarán con arena fina. La instalación se protegerá contra el daño mecánico mediante la colocación de 2

pulgadas (50 mm) de espesor de concreto rojo u otro tipo de protección a la capa superior de arena antes de que la zanja del cable esté cubierta con material de relleno.

La ubicación de las zanjas de cables eléctricos será identificado con marcadores permanentes localizados en los puntos donde la zanja cambia de dirección y a intervalos de 50 feet (15.2 m) como máximo.

La entrada o salida de cables directamente enterrados desde la tierra deben estar protegidas contra daño mecánico mediante la colocación de los cables en bandejas cubiertas o no cubiertos con tapas metálicas.

Todos los conduits bajo terreno deberán ser embutidos en concreto rojo excepto como la nota siguiente.

- Hasta dos grupos de conductos de acero que llevan 600 V o menos se pueden instalar sin revestimiento.
- Los conduits bajo terreno Underground conduits debajo de cuartos de Switchgear, cuartos de control y edificios para Subestaciones puede tenderse en arena y ser cubiertas con relleno de material propio.

2.2.9 Alambre y Cables

a.-General

Los alambres y cables estarán de acuerdo tal como se especifica en la Tabla IV. La máxima temperatura de operación, la dimensión y tipo de material de aislamiento estarán de acuerdo con el National Electrical Code NFPA70 [5]. Los alambres y cables estarán de acuerdo a la norma ICEA (Insulated Cable Engineers Association).

Tabla 2.12 Alambre y cables para fuerza y control

UBICACIÓN	VOLTAJE	TIPO	CHAQUETA
Directamente enterrado o sobre terreno en bandejas (División 2 & no peligrosas) – Excepto los alimentadores de Distribución Primaria.	Hasta 600 V	THHN/THWN o XHHW aislamiento resistente a la humedad y calor (Nota 2, 3). Cable para Bandeja (TC) (Nota 5 & 6)	Chaqueta PVC
Directamente enterrado o sobre terreno en bandejas (División 2 & no peligrosas) – Para alimentadores de Distribución Primaria.	Hasta 600 V	THHN/THWN o XHHW aislamiento. Resistente a la humedad y calor (Nota 2, 3). Armadura de aluminio, cable tipo Metalclad (MC).	Chaqueta de PVC sobre la armadura.

UBICACIÓN	VOLTAJE	TIPO	CHAQUETA
Directamente enterrado o sobre terreno en bandejas (División 2 & no peligrosas) – Alimentadores de Distribución y motores críticos.	Sobre 600 V hasta 15 kV	MV-90, metalclad. (Nota 4)	Chaqueta PVC
Sobre terreno en bandeja.(finalizado en Div 1 como ubicación)	Hasta 600 V	THHN/THWN o XHHW aislamiento resistente a la humedad y calor. Armadura de aluminio, cable tipo Metalclad (MC-HL).	Chaqueta de PVC sobre la armadura.
Sobre terreno en bandeja.(finalizado en Div 1 como ubicación)	Hasta 600 V	THHN/THWN o XHHW aislamiento resistente a la humedad y calor. Armadura de aluminio, cable tipo Metalclad (MC-HL).	Chaqueta de PVC sobre la armadura.
Directamente enterrado o sobre terreno en bandejas (División 2 & no peligrosas) – No motores críticos.	Sobre 600 V hasta 15kV	MV-90, no metalclad (Nota 4)	Chaqueta PVC

Tabla 2.13 Alambre y cables para iluminación

UBICACIÓN	VOLTAJE	TIPO	CHAQUETA
Sobre terreno.	Hasta 600 V	THHN/THWN o XHHW aislamiento resistente a la humedad y calor. Cable para Bandeja (TC).	Chaqueta PVC (Nota 5 & 6)
Directamente enterrado.	Hasta 600 V	THHN/THWN o XHHW aislamiento resistente a la humedad y calor. Cable para Bandeja (TC).	Chaqueta PVC (Nota 5 & 6)

Tabla 2.14 Alambre y cables para puesta a tierra

UBICACIÓN	VOLTAJE	TIPO	CHAQUETA
Aterramiento sobre terreno & jumpers – aterramiento de seguridad.	N/A	THHN/THWN o XHHW aislamiento resistente a la humedad y calor. – Color verde.	N/A

UBICACIÓN	VOLTAJE	TIPO	CHAQUETA
Aterramiento sobre terreno & jumpers – aterramiento de instrumentación.	N/A	THHN/THWN o XHHW aislamiento resistente a la humedad y calor. – Color verde-amarillo.	N/A
Debajo de terreno.	N/A	No aislado – cobre desnudo.	N/A

En las tablas 2.12; 2.13 y 2.14 se pueden observar las siguientes aclaraciones:

Los tipos de alambres y cables estarán conformes con el National Electrical Code NEC [4].

THHN/THWN referente a ser retardante a la llama, aislamiento termoplástico resistente a la humedad y al calor con temperatura máxima de operación de 75 °C en locaciones del tipo seco y húmedo.

XHHW referente a ser retardante a la llama, resistente a la humedad y al calor, aislamiento de hilo trenzado con polímero sintético con una temperatura máxima de operación de 75 °C locaciones del tipo húmedo.

MV-90 referente a cables en media tensión, unipolar o multipolar conductores, dieléctrico sólido, aislamiento de rango de 2000 V o mayores. El cable deberá tener un aislamiento de ethylene propylene rubber (EPR). Los cables con rango de 5 kV y mayores deberán ser con pantalla metálica (apantallados).

El cable tipo TC (Tray cable) se refiere a un cable multi-conductor con una cubierta no metálica aprobados para ser instalados en bandejas áreas no peligrosas y en áreas peligrosas clasificadas como División 2. El aislamiento puede ser THHN / THWN o XHHW. La envoltura deberá ser resistente a la luz del sol y ser retardante a la llama.

Los cables para bandeja tipo “TC” no serán usados para aplicaciones donde uno o ambos puntos de terminación del cable son localizados áreas clasificadas como División 1.

b.-Requerimientos de Cables y Alambres

Los conductores de los sistemas de iluminación y tomacorrientes no serán de sección menos a 14 AWG. En general, los conductores de los circuitos de control serán de 14 AWG. Los conductores de 14 AWG y mayores serán cableados. Todos los alambres y cables serán continuos sin utilizar juntas o empalmes.

En caso se realicen empalmes, estos estarán instalados cajas de apropiadas.

Donde los empalmes son necesarios, estos serán realizados in acuerdo con las recomendaciones de fabricación del cable.

En general, todos los alambres y cables serán de cobre. Cables de fuerza en 15KV y mayores pueden ser de aluminio o ACSR (Aluminium Conductor Steel Reinforced) si la ruta de las fases es al aire libre. Especial atención será tomada para las juntas, empalmes, y conectores de conductores de aluminio para asegurar las propiedades eléctricas de continuidad y conductividad. Los colores de los cables de fuerza, alumbrado y alambrado adecuado de tomacorrientes serán en acuerdo a la Tabla 2.15. Donde sea requerido (por ejemplo con numeración de alambres o código de colores), los conductores serán re-identificados durante la instalación con cintas aislantes adecuadas con el apropiado color designado.

Los circuitos de iluminación incluirán un conductor de tierra.

Tabla 2.15 Identificación de Conductores - Fuerza, Iluminación & Tomacorrientes

VOLTAJE NOMINAL	CONDUCTOR	LETRA DE FASE O COLOR	OBSERVACIÒN.
13.8 kV & 4.16 kV	A	A	
	B	B	
	C	C	
	G	VERDE	
480Y/277 V	A	A	
	B	B	
	C	C	
	N	N	
	G	VERDE	
380Y/220 V	A	A	
	B	B	
	C	C	
	N	N	
	G	VERDE	
220 V monofàsico.	Fase	NEGRO	
	N	BLANCO	
	G	VERDE	

2.2.10 Puesta a Tierra y Sistemas de Protección Contra Rayos

a.-Sistemas de puesta a tierra

Un sistema puesta a tierra efectivo se proporcionara para el equipamiento eléctrico y estas protecciones incluyen contra la estática y los rayos. El equipo será considerado de efectivamente puesto a tierra cuando el acero estructural en la cual esta soportada es conectado al sistema de puesta a tierra. Un sistema de conductos es considera puesta a tierra por el equipo al que está conectado. El aterramiento de puesta a tierra principal se dará por medio de varillas de zinc o de cobre revestido en acero de longitud suficiente para alcanzar la humedad permanente del suelo. Adicionalmente, debido a las condiciones de suelo muy seco, las varillas de la fundación de cada edificio estarán conectadas al sistema de puesta a tierra de la planta en dos puntos. Los equipos eléctricos a ser aterrados serán conectados al sistema de puesta a tierra por medio de tamaños adecuados de cobre desnudo, trenzado o alambres. En general, la resistencia total del sistema de puesta a tierra no excederá de 5 ohmios. Cuando sea necesario áreas de carga y carga de vehículos se suministrarán longitudes de cable flexible conectado al sistema de tierra y equipados con pinzas de muelle pesado para hacer conexiones positivas con los automóviles o vehículos para realizar el aterramiento respectivo durante las operaciones de carga.

Brazos de carga para carga de buques estarán aislados para mantener el aislamiento eléctrico entre el muelle y los sistemas eléctricos del buque. Puntos de amarre también deberán estar aislados de la plataforma. Un cable de conexión a tierra para la conexión a la nave es necesario.

Las conexiones a las barras de tierra se hicieron con pernos atornillados a los equipos. Las conexiones a las carcasas de los motores se hicieron con correas de cobre trenzado. Los pernos de anclaje no se utilizarán para orejetas de sujeción de los cables de conexión a tierra. Las conexiones de cable a cable o cable a arrastrar se realizarán por medio de la compresión mecánica o soldadura exotérmica. Un conductor de puesta la tierra se facilitará en cada cable de alimentación del tipo multipolar.

En general, el aterramiento de los equipos y estructuras deberá ser de acuerdo a la NFPA70 [5].

b.-Protección Contra Rayos

La protección contra rayos será diseñada de acuerdo con la NFPA780 [5]. La protección contra rayos para estructuras altas como torres y las antorchas se facilitará mediante la conexión de las estructuras al sistema de puesta a tierra de la planta. Las varillas de puesta a tierra o esteras de tierra conectados al sistema de puesta a tierra serán ubicados en la base de cada estructura. Los pararrayos serán instalados en la parte superior de las pilas de mampostería y sobre el techo no metálico de los edificios como sea requerido por las condiciones del sitio, (por ejemplo, si un edificio es el más alto de un grupo). Los pararrayos deberán estar conectados al sistema de puesta a tierra por medio de cables trenzados unidos a la superficie exterior de la chimenea del edificio hasta la bajada respectiva en la base de los mismos.

Todos los tanques de almacenamiento, válvulas, intercambiadores y otros equipos de proceso serán provistos de protección contra estática y descargas eléctricas. La conexión a las barras de tierra o al bucle será con cable de cobre trenzado, en una canalización no magnética donde la canalización lo requiera.

2.2.11 Protección Catódica.

a.-General

Los sistemas de protección catódica se utilizan para la protección contra la corrosión del subsuelo, contacto con el terreno, y/o estructuras metálicas sumergidas. La protección catódica se facilitará si las condiciones del terreno lo requieran.

b. -Requerimientos de Diseño

Para la protección de estructuras subterráneas tales como tuberías aisladas y equipos similares de la relativamente pequeña superficie, los ánodos de sacrificio galvánicos de magnesio, zinc, aluminio serán distribuidos a lo largo de la estructura a proteger. Para la protección de las grandes estructuras subterráneas, amplios sistemas de tuberías, y en lugares donde la resistividad del suelo es alta, los sistemas de corriente impresa serán suministrados para proporcionar un flujo de corriente adecuada y de tal manera proteger las estructuras metálicas.

2.3.- Diseño de Planos: Subestaciones y Edificios.

Se elaborará el diseño a nivel de Ingeniería de Detalle del sistema de alumbrado, tomacorrientes, fuerza, Subestaciones y equipamiento, aterramiento

de cada uno de los edificios pertenecientes tanto al PCB-Building (Ver anexo A), como para el OSBL-Building (Ver anexo B).

Para el PCB-Building en base a la Filosofía de Diseño la cual está basada en el Código Nacional Eléctrico CNE [8] y Normas Técnicas Peruanas NTP [9].

Para el OSBL-Building en base a la Filosofía de Diseño la cual está en inglés y ha sido traducida manteniendo la perspectiva y requerimientos estrictos a los cuales está orientado.

2.4.- Memoria de Cálculos Justificativos.

El presente informe se sustentará en los cálculos justificativos que demostrarán el dimensionamiento de cables, tableros, transformador, etc. Identificando paso a paso la procedencia de cada cálculo de acuerdo a las normas, códigos y estándares relacionados. Todos los cálculos están correctamente sustentados de acuerdo a normas, por lo que no se realizará un enunciado de innumerables fórmulas sin el sustento adecuado, esto es un aporte más para el presente informe.

Se cuenta con los siguientes documentos:

- Cálculo de la Caída de Tensión y Capacidad de Corriente en cables de baja de 600 VAC a menos. Ver anexo C.
- Cálculo de Corriente de Corto Circuito en Barras de la Subestación y Tableros. Ver anexo D.

CAPITULO III

IMPLEMENTACION Y DESARROLLO DE LA INGENIERIA DE DETALLE

3.1.- Comparación entre Normas IEC y Americanas

Del presente trabajo se pueden llegar a hacer comparaciones entre las normas europeas IEC y las normas americanas NEMA [7], para los cuales existen muchas comparaciones como en el ámbito del tipo de encerramiento que tienen los equipos eléctricos sean tableros transformadores , MCC , etc.

3.1.1 Grados de Protección de Equipos Eléctricos NEMA VS IP

Las normas americanas son mas exigentes que las normas europeas, e incluso se dan casos en que la comparación entre normas no se puede dar, por ejemplo el caso del tipo de encerramiento de los equipos eléctricos en norma europea se define los índices de protección y se designan con las letras "IP", seguido de una numeración por ejemplo 65, es decir IP65. La primera letra indica el encerramiento del equipo eléctrico contra el ingreso de polvo y el segundo número indica el grado de protección contra el ingreso de agua.

En normas americanas NEMA [7] se define el grado de protección del equipamiento eléctrico con la denominación de NEMA [7] seguido de un numero por ejemplo 12 es decir NEMA12 [7].

Se han tratado de dar equivalencias entre ambas normas por parte de los fabricantes de equipos eléctricos como los de transformadores, motores, tableros, etc., pero no existe una entidad normativa internacional que indique y fije claramente la equivalencia entre las dos normas IEC [7] y NEMA [2]. En el mercado usualmente se dan ciertas equivalencias tratando de dar paridad de las normas IEC [7] a las normas NEMA [2], pero esto no es lo correcto existe una publicación del 2004 de ANSI [1] (American National Manufacture Institute), en la que indica la severidad de los grados de encerramiento de las normas NEMA [2] con respecto a los índices de protección de las normas IEC [7], es decir existe una tabla de equivalencias en la que se puede pasar de Normas Nema a IEC pero

nunca al revés debido a que las NEMA [2] son muy superiores a las IEC [7]. Esta tabla se muestra a continuación en la publicación de ANSI [1].

3.1.2 Comparación entre Normas IEC y ANSI/IEEE para Transformadores Secos y en Aceite

El tema de transformadores, es también un tema muy amplio, con lo que respecta a las normas americanas y europeas que rigen los estándares de fabricación de los trafos. Por ejemplo en la Norma C57.12.00 señala el Factor “K” para los transformadores, el cual indica el grado con el que es afectado debido a los armónicos en la red.

En el presente informe se están considerando tres transformadores uno de los cuales es de procedencia nacional fabricado bajo estándares internacionales en este caso la norma IEC 76-1 [7]. Los otros dos transformadores son de procedencia americana los cuales están listados “UL” [3] y basados en la norma ANSI [1]/IEEE [6] C57.12.01.

3.2.- Proceso de Ingeniería de Detalle y Construcción

Cabe mencionar que el desarrollo completo de la Ingeniería de Detalle se basó principalmente en la Filosofía de Diseño y documentos como; planos y especificaciones técnicas entregados previamente como parte de la Ingeniería Básica.

Por lo tanto se procede a elaborar los planos correspondientes a la Ingeniería de Detalle con los cuales se procedió a la construcción.

La Ingeniería de Detalle del presente informe se divide en dos grupos que se enumeran a continuación:

- Ingeniería de Detalle PCB-Buildings.
- Ingeniería de Detalle OSBL-Buildings.

El desarrollo de los planos como parte de la Ingeniería de Detalle, tienen consideraciones importantes las cuales no se indican en muchos proyectos, pero en el presente informe se enunciarán como un aporte a futuro de cómo desarrollar buenos proyectos teniendo las premisas básicas para iniciarlos.

A continuación enunciamos las premisas básicas que se han tomado en cuenta para el desarrollo del presente informe.

Como punto inicial y primordial es la definición de los planos de arquitectura, teniendo presente que cualquier cambio de esta especialidad influye y afecta a las

demás. Para la definición de la Ingeniería en la especialidad eléctrica el tipo de techo y paredes a utilizar es sumamente importante, con lo cual se define el tipo y material de las ferreterías eléctricas a utilizar, también se define el procedimiento de montaje.

En los criterios de diseño se muestra un cuadro para los niveles de iluminación que conforman el proyecto, estos niveles de iluminación están dados en Foto candelas y con su respectiva conversión a luxes. Con tales niveles de iluminación se procede a realizar un Estudio de Iluminación para cada edificio, dicho estudio definirá el tipo y cantidad de luminarias a utilizar, tomando como requerimiento fundamental la altura de trabajo de 0.762 metros y el factor de depreciación de las luminarias de 0.7.

Cada edificio tendrá un Cuarto Eléctrico, en el cual se instalarán todos los equipos eléctricos como tableros, UPS, etc. Se precisará al arquitecto diseñador la necesidad de un cuarto eléctrico cuyas dimensiones serán dadas por el proyectista eléctrico, teniendo en cuenta las dimensiones y cantidad de los equipos, así como también los espacios mínimos de separación entre equipos y los correspondientes espacios de trabajo tal como se indican en el Código Nacional de Electricidad CNE [8] y en el National Electric Code NEC [4].

Es importante mencionar que las dimensiones finales de los tableros eléctricos dependerán del tipo y marca de los mismos.

En los esquemas unificares se muestran las características que deben tener los tableros antes de la fabricación los cuales definen las dimensiones finales, estos son:

- Capacidad de corriente en barras.
- Corriente de corto circuito. (Se define mediante un Estudio de Cortocircuito del Sistema)
- Cantidad de circuitos incluyendo el 20% de reserva.
- Capacidad de corriente del interruptor principal y derivados.
- Relés asociados a medición y protección.
- Radio de curvatura de los cables alimentadores y derivados para el peinado dentro del tablero.

Para poder definir la sección en mm² o AWG de los cables alimentadores principales y derivados se realizó el "Estudio de Capacidad de Corriente y Caída

de Tensión”. Cabe mencionar que el estudio se efectuó para el PCB-Building como para el OSBL-Building. Para evitar secciones de cables altos se debe procurar colocar los tableros eléctricos de distribución en las cercanías a los centros de carga de tal manera de minimizar los costos de suministro de cables alimentadores.

Es importante hacer el Listado de Cargas Eléctricas previo a los cálculos de capacidad de corriente y caída de tensión; es indispensable conocer las cargas (KW) de los equipos en cada uno de los edificios, de tal manera de tener la potencia instalada para cada tablero eléctrico, con dicha potencia se procede al cálculo de la sección del cable que va a alimentar dicho tablero.

Se procedió a realizar el cálculo Estudio de Cortocircuito del Sistema, para obtener la capacidad de cortocircuito en “KA” de los tableros eléctricos ubicados dentro como fuera de los edificios, incluyendo los tableros ubicados en las Subestaciones Eléctricas asociadas. El método utilizado para el Estudio de Cortocircuito del Sistema, es el de Impedancias. En los planos de esquemas unifilares como Ingeniería Básica para las Subestaciones SS-9000, SS-8000 y SS-7601, la corriente de cortocircuito es de 100KA, punto de partida para el cálculo de las corrientes de cortocircuito aguas abajo.

En el caso de los edificios del PCB-Buildings se tiene grandes distancias desde la Subestación SS-9000 hasta los 21 edificios que lo conforman. Sabemos que a mayor distancia a los centros de carga menor es la corriente de cortocircuito, debido a la impedancia de los cables, es decir a mayor sección mayor impedancia de los cables. Por lo que la corriente de cortocircuito en los tableros eléctricos dentro de los edificios no superaron los 10KA, lo cual influyo favorablemente el suministro y montaje. Cuanto mayor son los KA, los equipos eléctricos son mas costosos, robustos, dimensiones mayores de difícil montaje.

En el presente informe para determinar el número de luminarias y tomacorrientes por circuito se realizó un cálculo basado en el NEC [4] (National Electric Code). Por lo general se colocan de 14 a 18 luminarias por circuito y lo mismo para tomacorrientes pero esto no tiene un sustento mediante un cálculo.

El nuevo Código Nacional de Electricidad CNE [8] no menciona el número de luminarias y tomacorrientes por circuito y debido a la necesidad de sustentar ante el cliente todo lo mostrado en los planos, se tuvo que realizar el cálculo respectivo

basado en el NEC [4]. Se obtuvo para un circuito de 20A y un cable de 12 AWG (THHN) lo siguiente:

- 22 luminarias por circuito.
- 24 tomacorrientes dobles por circuito.

El sistema de puesta a tierra se basó en estándares y normas como la NFPA70 [5] y el NFPA780 [5]. Los requerimientos principales se muestran en los planos de puesta a tierra para todos los edificios. Es importante mencionar que los cálculos de resistencia de puesta a tierra de todo el sistema requería como máximo 5 ohmios, en construcción después de instalado y conectado todo el sistema se ha obtenido una medición de menos de 1 ohm, lo cual se indica en los Protocolos de Calidad firmados y sellados.

3.2.1 Ingeniería de Detalle PCB-Buildings

La ingeniería de detalle del PCB-Building, comprende el diseño eléctrico de los siguientes edificios:

- Substation SS-9000.
- Management Staff Housing. (Típico en 8).
- Rotation Staff Housing. (Típico en 7).
- Vip Guest House.
- Center Recreation Building
- Medical Clinic Building.
- Main Gate House.
- Warehouse Building.

El alcance del trabajo comprende el diseño de los cables alimentadores principales y secundarios, sistema de aterramiento de puesta a tierra, sistema de protección contra rayos, sistema de alumbrado y tomacorrientes, sistema de aire acondicionado, sistema de comunicaciones, sistema de detección contra incendios, redes exteriores, iluminación exterior, subestación y transformadores. En el presente informe se hará hincapié en la Ingeniería, pero cabe mencionar que el alcance real de los trabajos incluyen; ingeniería, procura y construcción de todas las especialidades. Los documentos como el Código Nacional Electricidad CNE [8] y la Normas Técnicas Peruanas NTP [9] han sido base del presente informe. A continuación en la Tabla 3.1 se enunciarán los planos correspondientes a la Ingeniería de Detalle del PCB-Building.

Tabla N°. 3.1 Listado de Planos PCB-Building

ITEM	CODIGO	DESCRIPCION
1	157883-610-XS-DR-1131-01	Lighting Distribution Management Staff Housing A-9001
2	157883-610-XS-DR-1131-02	Power Distribution Management Staff Housing A-9001
3	157883-610-XS-DR-1131-03	Air conditioning Distribution Management Staff Housing A-9001
4	157883-610-XS-DR-1181-11	TV-Outlets Distribution Layout Management Staff Housing (A-9001).
5	157883-610-XS-DR-1181-12	Details and Notes
6	157883-610-XS-DR-1231-01	Lighting Distribution Rotation Staff Housing A-9002
7	157883-610-XS-DR-1231-02	Power Distribution Rotation Staff Housing A-9002 B5,B6
8	157883-610-XS-DR-1231-03	Air conditioning Distribution Rotation Staff Housing A-9002
9	157883-610-XS-DR-1231-05	Power Distribution Rotation Staff Housing A-9002 B1,B2,B3,B4,B7
10	157883-610-XS-DR-1281-21	TV-Outlets Distribution Layout Rotation Staff Housing (A-9002).
11	157883-610-XS-DR-1331-01	Lighting Distribution Community Warehouse A-9004
12	157883-610-XS-DR-1331-02	Power Distribution Community Warehouse A-9004
13	157883-610-XS-DR-1331-03	Air conditioning Distribution Community Warehouse A-9004
14	157883-610-XS-DR-1431-01	Lighting Distribution Community Recreation Center A-9005
15	157883-610-XS-DR-1431-02	Lighting Distribution Dining / Mess A-9006
16	157883-610-XS-DR-1431-03	Lighting Distribution Medical Clinic Building A-9007
17	157883-610-XS-DR-1431-04	Power Distribution Community Recreation Center A-9005
18	157883-610-XS-DR-1431-05	Power Distribution Dining/Mess A-9006
19	157883-610-XS-DR-1431-06	Power Distribution Medical Clinic Building A-9007
20	157883-610-XS-DR-1431-07	Air conditioning Distribution Community Recreation Center A-9005
21	157883-610-XS-DR-1431-08	Air conditioning Distribution Dining/Mess A-9006
22	157883-610-XS-DR-1431-09	Air conditioning Distribution Medical Clinic Building A-9007
23	157883-610-XS-DR-1481-21	TV-Outlets Distribution Layout Community Recreation Center. (A-9005).
24	157883-610-XS-DR-1481-22	TV-Outlets Distribution Layout Dining Mess. (A-9006).
25	157883-610-XS-DR-1481-23	TV-Outlets Distribution Layout Medical Clinic. (A-9007).
26	157883-610-XS-DR-2031-01	Lighting Distribution Substation SS-9000.
27	157883-610-XS-DR-2031-02	Power Distribution Substation SS-9000.
28	157883-610-XS-DR-2031-03	Grounding System. Substation SS-9000.
29	157883-610-XS-DR-2033-01	Distribution of Electrical Equipment Substation SS-9000.
30	157883-610-XS-DR-2033-02	Distribution of Electrical Equipment Substation (Sections) SS-9000.
31	157883-610-XS-DR-2035-01	Single Line Diagram Electrical
32	157883-610-XS-DR-2035-02	Single Line Diagram Electrical
33	157883-610-XS-DR-2035-03	Single Line Diagram Electrical
34	157883-610-XS-DR-2035-04	Single Line Diagram Electrical
35	157883-610-XS-DR-2035-05	Single Line Diagram Electrical
36	157883-610-XS-DR-2035-06	Single Line Diagram Electrical
37	157883-610-XS-DR-2035-07	Single Line Diagram Electrical Control
38	157883-610-XS-DR-2035-08	Single Line Diagram Electrical Control
39	157883-610-XS-DR-2035-09	Single Line Diagram Electrical Control
40	157883-610-XS-DR-2035-10	Single Line Diagram Electrical Control
41	157883-610-XS-DR-2035-11	Single Line Diagram Electrical

42	157883-610-XS-DR-2035-12	Single Line Diagram Electrical Laundry
43	157883-610-XS-DR-2035-13	Single Line Diagram Electrical Kitchen
44	157883-610-XS-DR-2035-14	Single Line Diagram Electrical DP-9020
45	157883-610-XS-DR-2035-15	Single Line Diagram Electrical Lighting Soccer.
46	157883-610-XS-DR-2131-01	Lighting Distribution Guard House & Gate A-9008
47	157883-610-XS-DR-2131-02	Power Distribution Guard House & Gate A-9008
48	157883-610-XS-DR-2231-01	Lighting Distribution Guest House A-9009
49	157883-610-XS-DR-2231-02	Power Distribution Guest House A-9009
50	157883-610-XS-DR-2231-03	Distribution Air conditioning Guest House A-9009
51	157883-610-XS-DR-2281-21	TV-Outlets Distribution Layout Guest House. (A-9009).
52	157883-610-XS-DR-2330-01	General Plant - Legend
53	157883-610-XS-DR-2330-02	Block Diagram Electrical.
54	157883-610-XS-DR-2330-03	Plant General Cable Low Voltage Distribution.
55	157883-610-XS-DR-2330-04	Plant General. Outdoor Lighting Distribution.
56	157883-610-XS-DR-2330-05	Plant General. Grounding System.
57	157883-610-XS-DR-2330-06	Plant General. Lightning System.
58	157883-610-XS-DR-2330-07	Telecommunications and Fire Detection.
59	157883-610-XS-DR-2330-08	Section Trench. Cable Low Voltage Distribution.
60	157883-610-XS-DR-2330-09	Grounding System Layout A-9004 and A-9008
61	157883-610-XS-DR-2330-10	Grounding System Layout A-9002
62	157883-610-XS-DR-2330-11	Grounding System Layout A-9007
63	157883-610-XS-DR-2330-12	Grounding System Layout A-9006
64	157883-610-XS-DR-2330-13	Grounding System Layout A-9005
65	157883-610-XS-DR-2330-14	Grounding System Layout A-9001 and A-9009
66	157883-610-XS-DR-2330-15	Exterior lighting layout volley, basquet, football, tennis
67	157883-610-XS-DR-2337-01	Section Duct bank. Cable Low Voltage Distribution.
68	157883-610-XS-DR-2337-02	Section Trench. Cable Low Voltage Distribution.
69	157883-610-XS-DR-2337-03	Details. Outdoor Lighting Distribution.
70	157883-610-XS-DR-2337-04	Details of installation boards and cable trays
71	157883-610-XS-DR-2337-05	Details.Grounding System. 1/2
72	157883-610-XS-DR-2337-06	Details.Grounding System. 2/2
73	157883-610-XS-DR-2337-07	Details. Water Heater
74	157883-610-XS-DR-2337-08	Details. HVAC
75	157883-610-XS-DR-2337-09	Details. Push Buttom
76	157883-610-XS-DR-2337-10	Section Trench. Cable Low Voltage Distribution.
77	157883-610-XS-DR-2337-11	Details luminaries.
78	157883-610-XS-DR-2337-12	Detalles de zanjas de cancha de tenis, futbol, basquet, voley
79	157883-610-XS-DR-2337-13	Detalles de tablero cancha de tenis, futbol, basquet, voley

3.2.2 Ingeniería de Detalle OSBL-Buildings

La ingeniería de detalle del OSBL-Building, comprende el diseño eléctrico de los siguientes edificios:

- Substation SS-8000.
- Administration Training Building A-8004.
- Fire Station Building A-8005.
- Security Reception Building A-8007.

- Gate House A-8008.
- Jetty Gate House A-8009.

El alcance del trabajo comprende el diseño de los cables alimentadores principales y secundarios, sistema de aterramiento de puesta a tierra, sistema de protección contra rayos, sistema de alumbrado y tomacorrientes, sistema de aire acondicionado, sistema de comunicaciones, sistema de detección contra incendios, exterior, subestación y transformadores.

En el presente informe se hará hincapié en la Ingeniería, pero cabe mencionar que el alcance real de los trabajos incluyen; ingeniería, procura y construcción de todas las especialidades.

Los documentos como el National Electric Code NEC [4] y la Normas y Estándares internacionales como IEEE [6], NFPA [5], UL [3] han sido base del presente informe.

A continuación en la Tabla 3.2 se enunciarán los planos correspondientes a la Ingeniería de Detalle del OSBL-Building.

Tabla N°. 3.2 Listado de Planos OSBL-Building

ITEM	CODIGO	DESCRIPCION
1	157883-620-XR-DR-0731-01	Lighting Distribution Administration/Building A-8004.
2	157883-620-XR-DR-0731-02	Distribution of outlet and Power Administration/Building A-8004.
3	157883-620-XR-DR-0731-03	Distribution Grounding System and Lightning Administration/Building A-8004.
4	157883-620-XR-DR-0731-04	Distribution Air conditioning Administration/Building A-8004.
5	157883-620-XR-DR-0735-01	Single Line Diagram Electrical Unifilar A-8004
6	157883-620-XR-DR-0735-02	Single Line Diagram Electrical Unifilar A-8004
7	157883-620-XR-DR-0735-03	Single Line Diagram Electrical Unifilar A-8004
8	157883-620-XR-DR-0831-01	Lighting Distribution Fire Station Building A-8005.
9	157883-620-XR-DR-0831-02	Distribution of outlet and Power Fire Station Building A-8005.
10	157883-620-XR-DR-0831-03	Distribution Grounding System Fire Station Building A-8005.
11	157883-620-XR-DR-0831-04	Distribution Air conditioning Fire Station Building A-8005.
12	157883-620-XR-DR-0831-05	Lighting Distribution Main Gate/Security Guard Building A-8006.
13	157883-620-XR-DR-0831-06	Distribution of outlet and Power Main Gate/Security Guard Building A-8006.
14	157883-620-XR-DR-0831-07	Distribution Grounding Systems Main Gate/Security Guard Building A-8006.
15	157883-620-XR-DR-0831-08	Distribution Air conditioning Main Gate/Security Guard Building A-8006.
16	157883-620-XR-DR-0833-01	Distribution of Electrical Equipment Substation SS-7601
17	157883-620-XR-DR-0833-02	A-8005 - Substation SS-7601 Electrical Equipment Layout
18	157883-620-XR-DR-0835-01	Single Line Diagram Electrical Unifilar A-8005 y A-8006.
19	157883-620-XR-DR-0931-01	Lighting Distribution Security Reception Building A-8007
20	157883-620-XR-DR-0931-02	Distribution of outlet and Power Security Reception Building

		A-8007.
21	157883-620-XR-DR-0931-03	Distribution Grounding System Security Reception Building A-8007.
22	157883-620-XR-DR-0931-04	Distribution Air conditioning Security Reception Building A-8007.
23	157883-620-XR-DR-0931-05	Distribution of outlet and Power Internal Gate/Security Guard Building A-8008.
24	157883-620-XR-DR-0931-07	Distribution Grounding System Internal Gate/Security Guard Building A-8008.
25	157883-620-XR-DR-0931-08	Distribution Air conditioning Internal Gate/Security Guard Building A-8008.
26	157883-620-XR-DR-0931-09	Lighting Distribution Internal Gate/Security Guard Building A-8008.
27	157883-620-XR-DR-0935-01	Single Line Diagram Electrical Unifilar A-8007 y A-8008
28	157883-620-XR-DR-1031-01	Lighting Distribution Jetty Gate House A-8009.
29	157883-620-XR-DR-1031-02	Distribution of outlet and Power Jetty Gate House A-8009.
30	157883-620-XR-DR-1031-03	Distribution Grounding System Jetty Gate House A-8009.
31	157883-620-XR-DR-1031-04	Distribution Air conditioning Jetty Gate House A-8009.
32	157883-620-XR-DR-1035-01	Single Line Diagram Electrical Unifilar A-8009
33	157883-620-XR-DR-1931-03	Distribution of Electrical Equipment Substation SS-8000.
34	157883-620-XR-DR-1935-01	Single Line Diagram Electrical SS-8000.
35	157883-620-XR-DR-1935-02	Single Line Diagram Electrical SS-7601.
36	157883-620-XR-DR-1935-03	Single Line Diagram Electrical Esquema de Control.
37	157883-620-XR-DR-1935-04	Single Line Diagram Electrical Esquema de Control.
38	157883-620-XR-DR-1935-05	Single Line Diagram Electrical Esquema de Control.
39	157883-620-XR-DR-1935-06	Single Line Diagram Electrical Esquema de Control.
40	157883-620-XR-DR-1936-01	Electrical Interconnection Block Diagram for SG-8000.
41	157883-620-XR-DR-2630-02	Block Diagram Electrical.
42	157883-620-XR-DR-2630-03	Block Diagram Electrical. Electrical Room and UPS Room.
43	157883-620-XR-DR-2630-04	Electrical Block Diagram for SS-8000 UPS System
44	157883-620-XR-DR-2637-03	Details of installation fluorescents
45	157883-620-XR-DR-2637-04	Details.Grounding System. 1/2
46	157883-620-XR-DR-2637-05	Details.Grounding System. 2/2
47	157883-620-XR-DR-2637-06	Details.Water Heater
48	157883-620-XR-DR-2637-07	Details.HVAC and Notes.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

El presente informe ha dado un resultado muy evidente, tomando en cuenta el diseño en base a normas Americanas para OSBL-Building y el diseño en base a normas Europeas para el PCB-Buildings, este es el de un costo considerablemente menor al diseñar y construir en base a normas y estándares Europeos en comparación con el diseño usando estándares americanos.

El trabajo realizado con estándares americanos es mucho más detallado y conservador en contraste con el trabajo realizado con estándares europeos, lo cual no quiere decir que el trabajo bajo estándares europeos sea de mala calidad todo lo contrario es también de buena práctica.

El diseño bajo estándares americanos es el mas aceptado y practicado en el sector de gas e hidrocarburos en la actualidad para proyectos ya desarrollados y los futuros. El inconveniente es el monto mayor que se necesita para ejecutar este tipo de proyectos, una buena aproximación es el de un 40% más de inversión en comparación de un proyecto desarrollado bajo estándares europeos (Normas IEC [7]).

Recomendaciones

El diseño bajo estándares americanos es recomendable para empresas o industrias del sector minero y de hidrocarburos , debido a que al ser de capitales extranjeros , estos tienen ya definidos estándares regidos por el NEC [4], IEEE [6], UL [3], ANSI [1], NFPA [5],etc.

El diseño bajo estándares europeos (normas IEC [7], Código Nacional de Electricidad [8]) es recomendable para empresas o industrias del sector nacional.

ANEXOS

ANEXO A

Planos Ingeniería de Detalle PCB-Building

ANEXO B.

Planos Ingeniería de Detalle OSBL-Building.

ANEXO C

**Cálculo de la Caída de Tensión y Capacidad de Corriente en cables de baja
de 600 VAC a menos**

.

MEMORIA DE CALCULO
157883-610-XS-CC-0004 Rev. 4

Rev. 4
Especialidad:

Proyecto : PCB Building.

Instalaciones Eléctricas.

Descripción: Cálculos Capacidad de Corriente y Caída de Tensión Cables en Baja Tensión.

DESARROLLO.

REFERENCIA.

MEMORIA DE CALCULO.

1.0 GENERALIDADES

Los cálculos se centrarán en hallar los parámetros eléctricos de caída de tensión y capacidad de corriente para las cargas a alimentar.

2.0 PARAMETROS ELECTRICOS.

Consideraciones Generales:

- Tensión Nominal: 380/220 VAC ; 480VAC Nominal Voltaje.
- Frecuencia: 60 Hz
- Factor de Potencia de la Carga : 0.88 (Cos Ø)
- Máxima Caída de Tensión: 4 % CNE 050-102(1)(b)
- Tipo de cable (directamente enterrado): NYY ; N : Conductor de Cobre.
Y : Aislamiento de PVC.
Y : Cubierta de PVC.

3.0 PARÁMETROS DE LOS CABLES.-

Los parámetros eléctricos de los cables secos del tipo NYY, unipolares, instalados tendidos en contacto en formación bipolar, son los siguientes :

TABLA 1.

FABRICANTE INDECO

CALIBRE CABLE N° x mm ²	NUMERO HILOS	ESPEORES		DIMENSIONES		PESO (Kg/ Km)	CAPACIDAD DE CORRIENTE (*)		
		AISLAMIENTO mm	CUBIERTA mm	ALTO mm	ANCHO mm		ENTERRADO A	AIRE A	DUCTO A
3 x 1 x 6	1	1,0	1,4	8,1	24	342	72	54	50
3 x 1 x 10	1	1,0	1,4	8,9	27	477	95	74	77
3 x 1 x 16	7	1,0	1,4	10,1	30	689	127	100	102
3 x 1 x 25	7	1,2	1,4	11,7	35	1011	163	131	132
3 x 1 x 35	7	1,2	1,4	12,7	38	1325	195	161	157
3 x 1 x 50	19	1,4	1,4	14,4	43	1738	230	196	186
3 x 1 x 70	19	1,4	1,4	16	48	2364	282	250	222
3 x 1 x 95	19	1,6	1,5	18,5	55	3261	336	306	265
3 x 1 x 120	37	1,6	1,5	20,2	61	3942	382	356	301
3 x 1 x 150	37	1,8	1,6	22,5	67	4860	420	408	338
3 x 1 x 185	37	2,0	1,7	24,4	73	6114	483	470	367
3 x 1 x 240	37	2,2	1,8	27,3	82	7846	561	562	426
3 x 1 x 300	37	2,4	1,9	30,1	90	9725	632	646	480
3 x 1 x 400	61	2,6	2,0	33,7	100	12480	730	790	555
3 x 1 x 500	61	2,8	2,2	38,2	115	15705	823	895	567

CATALOGO INDECO
CABLE NYY UNIPOLAR

Los parámetros eléctricos dada en la tabla anterior se rigen bajo las siguientes condiciones :

- Temperatura del suelo : 20°C
- Temperatura del aire : 30°C
- Temperatura del Conductor : 80°C
- Resistividad del suelo. : 1 k.m/W

Para la Resistividad Termica de Suelo de 2.5 k.m/W en la Tabla 1, el Factor de Corrección a ser aplicado. Ver Tabla 5B (Codigo Eléctrico Peruano).

Tabla 5B
Factores de corrección para cables embutidos en ductos
para resistividades térmicas de suelo distintas de 2.5 k.m/W
A ser aplicados a la capacidad de corriente nominal para el método de referencia D

Resistividad térmica (K.m/W)	1	1,5	2	2,5	3
Factor de corrección	1,18	1,1	1,05	1	0,96

Entonces para la Resistividad Termica de Suelo de 2.5 k.m/W, el Factor de Corrección a será:

$1/1.18 = 0.847$

Por lo tanto tenemos la tabla 1A.

MEMORIA DE CALCULO
157883-610-XS-CC-0004 Rev. 4

Rev: 4
Especialidad:

Proyecto : PCB Building.

Instalaciones Eléctricas.

Descripción: Cálculos Capacidad de Corriente y Caída de Tensión Cables en Baja Tensión.

DESARROLLO.

REFERENCIA.

TABLA 1A.

Cable	Capacidad (A)	Factor de Corrección	Incable (A)
3x1x6	72	0.847	61
3x1x10	95	0.847	81
3x1x16	127	0.847	108
3x1x25	163	0.847	139
3x1x35	195	0.847	166
3x1x50	230	0.847	195
3x1x70	282	0.847	239
3x1x95	336	0.847	285
3x1x120	382	0.847	324
3x1x150	428	0.847	363
3x1x185	483	0.847	410
3x1x240	581	0.847	478
3x1x300	632	0.847	538
3x1x400	730	0.847	619
3x1x500	823	0.847	698

4.0 CALCULO DE LA CORRIENTE NOMINAL DE LA CARGA : "In"-

La corriente está determinada por la siguiente fórmula:

$$I_n = \frac{P}{1.732 \times V \times \cos \phi} \quad (A)$$

Donde:

- P : Máxima Demanda en KW.
- V Tensión de la red en kV.
- In Corriente nominal de la carga en Amperios.
- Cos φ Factor de potencia de la carga.

5.0 CALCULO DE LA CORRIENTE NOMINAL DE LOS CABLES : "Icable"-

La determinación de la capacidad de conducción de corriente en cables de energía, es un problema de transferencia de calor donde ésta es afectada por los siguientes factores de corrección:

a) Factor de corrección por temperatura del suelo a 30°C :

0.89 Tabla 5A (CNE)

b) Factor de corrección debido a la instalación de mas de un circuito directamente enterrado:

Table 5D-A (CNE)

Tabla 5D
Factores de reducción para más de un circuito en ductos enterrados

A.- Cables directamente apoyados en la tierra
(Método de instalación D en la Tabla 2 - Cables unipolares o multipolares)

Número de circuitos	Ninguna (cables en contacto)	Separación entre cables (a)*			
		Un diámetro del cable	0,125 m	0,25 m	0,5 m
2	0.75	0.80	0.85	0.90	0.90
3	0.65	0.70	0.75	0.80	0.85
4	0.60	0.60	0.70	0.75	0.80
5	0.55	0.55	0.65	0.70	0.80
6	0.50	0.55	0.60	0.70	0.80

*Cables multipolar



*Cables unipolares



Nota: Los valores dados se aplican a una instalación con 0,7 m de profundidad y una resistividad térmica del suelo de 2,5 K.m/W. Son valores promedio para el rango de dimensiones de cables y tipos accedidos para la Tabla 2. El proceso de promediar con radios de, puede resultar en algunos casos en errores de hasta ± 10%. (Cuando se requiera valores más precisos estos pueden ser calculados por los métodos dados en la Norma IEC 60287).

MEMORIA DE CALCULO
157883-610-XS-CC-0004 Rev. 4

Rev: 4
Especialidad:

Proyecto : PCB Building.

Descripción: Calculos Capacidad de Corriente y Caída de Tensión Cables en Baja Tensión.

Instalaciones Eléctricas.

DESARROLLO.

REFERENCIA.

TABLA 2.

Alimentadores.	Descripción Edificio.	Factor de corrección.Tabla 5D-A (CNE).Separación entre cables es 0.25m.
DP-9001	Management Staff Housing	0.70
DP-9002	Rotation Staff Housing	0.70
DP-9004	Community Warehouse	0.90
DP-9005	Community Recreation Center	0.70
DP-9006	Dining Mess.	0.70
DP-9007	Medical Clinic	0.70
DP-9008	Guard House and Gate.	0.90
DP-9009	Guest House	0.70
DP-9007-B	(Medical Clinic)	0.70
DP-9005-B	(Community Recreation Center)	0.75
DP-9006-B	(Dining Mess)	0.75
DP-9001-H1	(Management Staff Housing)	0.75
DP-9001-H2	(Management Staff Housing)	0.75
DP-9001-H3	(Management Staff Housing)	1.00
DP-9001-H4	(Management Staff Housing)	0.70
DP-9001-H5	(Management Staff Housing)	0.70
DP-9001-H6	(Management Staff Housing)	0.70
DP-9001-H7	(Management Staff Housing)	0.70
DP-9001-H8	(Management Staff Housing)	0.70
DP-9002-B1	(Rotation Staff Housing)	0.80
DP-9002-B2	(Rotation Staff Housing)	0.80
DP-9002-B3	(Rotation Staff Housing)	0.70
DP-9002-B4	(Rotation Staff Housing)	0.70
DP-9002-B5	(Rotation Staff Housing)	0.70
DP-9002-B6	(Rotation Staff Housing)	0.70
DP-9002-B7	(Rotation Staff Housing)	0.70

c) Factor de corrección por resistividad térmica del terreno, 2.5 K.m/W :

1) Tabla 5B (CNE).
La resistividad térmica de la arena es 2.5 K.m/W en Estándar IEC 60287-2-1 (page 21)

El factor de corrección total para los cables resultante :

$$F_c = CF \text{ TABLE 2} * CF \text{ TABLE 5A} , \text{ CNE.}$$

$$F_c = \text{De acuerdo a Tabla 2A}$$

TABLA 2A.

Alimentadores.	Descripción Edificio.	Factor de corrección.Tabla 5D-A (CNE).	Factor de corrección Total Fc*(CNE).
DP-9001	Management Staff Housing	0.70	0.62
DP-9002	Rotation Staff Housing	0.70	0.62
DP-9004	Community Warehouse	0.90	0.80
DP-9005	Community Recreation Center	0.70	0.62
DP-9006	Dining Mess	0.70	0.62
DP-9007	Medical Clinic	0.70	0.62
DP-9008	Guard House and Gate.	0.90	0.80
DP-9009	Guest House	0.70	0.62
DP-9007-B	(Medical Clinic)	0.70	0.62
DP-9005-B	(Community Recreation Center)	0.75	0.67
DP-9006-B	(Dining Mess)	0.75	0.67
DP-9001-H1	(Management Staff Housing)	0.75	0.67
DP-9001-H2	(Management Staff Housing)	0.75	0.67
DP-9001-H3	(Management Staff Housing)	1.00	0.89
DP-9001-H4	(Management Staff Housing)	0.70	0.62
DP-9001-H5	(Management Staff Housing)	0.70	0.62
DP-9001-H6	(Management Staff Housing)	0.70	0.62
DP-9001-H7	(Management Staff Housing)	0.70	0.62
DP-9001-H8	(Management Staff Housing)	0.70	0.62
DP-9002-B1	(Rotation Staff Housing)	0.80	0.71
DP-9002-B2	(Rotation Staff Housing)	0.80	0.71
DP-9002-B3	(Rotation Staff Housing)	0.70	0.62
DP-9002-B4	(Rotation Staff Housing)	0.70	0.62
DP-9002-B5	(Rotation Staff Housing)	0.70	0.62
DP-9002-B6	(Rotation Staff Housing)	0.70	0.62
DP-9002-B7	(Rotation Staff Housing)	0.70	0.62

In cable : Corriente nominal del cable según tabla 1A.

Ic : Corriente corregida del cable.

Fc : Factor de corrección del cable

Estos factores resultantes son aplicados a las capacidades nominales de corriente dados en la tabla anterior para cable NYY (item 3)

MEMORIA DE CALCULO
157883-610-XS-CC-0004 Rev. 4

Rev: 4

Especialidad:

Proyecto : PCB Building.

Descripción: Cálculos Capacidad de Corriente y Caída de Tensión Cables en Baja Tensión.

Instalaciones Eléctricas.

DESARROLLO.

REFERENCIA.

Por lo tanto la capacidad de corriente corregida del cable será :

$$I_c = F_c \times I_{cable} \quad (A) \text{ Ampacity.}$$

Se debe cumplir que:

$$I_c > I_n \quad \text{CUMPLE.}$$

Así, para la determinación del cable de alimentación a la carga, por capacidad de conducción, se busca en la tabla 1A de capacidades dada en el ítem (3)

6.0 CALCULO DE CAÍDA DE TENSIÓN.-

6.1 La caída de tensión está dado por:

$$\Delta V = \frac{1.732 \times I_n \times \rho_{(T_{top}=80^\circ C)} \times L \times \text{Cos } \phi}{S}$$

Donde:

- ΔV : Caída de Tensión (Volt).
- Max ΔV : Máxima Caída de Tensión(Volt).
- I_n : Corriente nominal de la carga en Amperios (A)
- L : Longitud del conductor en metros (m)

$\rho_{(T_{top}=80^\circ C)}$: Resistividad eléctrica del conductor a la temperatura de operación (Ohm.mm²/m)

S : Sección del conductor (mm²)

Cos ϕ : Factor de potencia de la carga.

Top : Temperatura de operación del conductor : 80 °C

6.2 Cálculo de la resistividad eléctrica del conductor a la temperatura de operación del conductor de 80 °C.

$$\rho_{(T_{top}=80^\circ C)} = \rho_{(T_r=20^\circ C)} \times [1 + \alpha (T_{top} - 20)]$$

Donde:

$\rho_{(T_r=20^\circ C)}$: Resistividad eléctrica del conductor a la temperatura de referencia (Ohm.mm²/m)

T_r : Temperatura de referencia para la Constante de los materiales : 20 °C

α_r : Coeficiente térmico de resistividad a la temperatura de referencia T_r (1/°C)

Reemplazando datos tenemos para el Cobre :

$$\begin{aligned} \rho_{(T_r=20^\circ C)} &= 0.0172 \text{ Ohm.mm}^2/\text{m} \\ \alpha_r &= 0.00393 \text{ 1}^\circ\text{C} \\ T_{top} &= 80 \text{ }^\circ\text{C} \\ T_r &= 20 \text{ }^\circ\text{C} \end{aligned}$$

$$\rho_{(T_{top}=80^\circ C)} = 0.0213 \text{ Ohm.mm}^2/\text{m}$$

7.0 EJEMPLO DE APLICACIÓN -

SS-9000

Alimentador. "Edificio A-9001.

Datos:

P	=	109.560	KW
V	=	0.38	KV
$\rho_{(T_{top}=80^\circ C)}$	=	0.0213	Ohm.mm ² /m
L	=	350	m
Cos ϕ	=	0.88	Factor de potencia de la carga.
Fc	=	0.62	Factor de corrección del cable.
Reserva	=	20%	Reserva de Carga.

7.1 CALCULO POR CAPACIDAD DE CORRIENTE

$$I_n = \frac{P}{1.732 \times V \times \text{Cos } \phi} \quad (A)$$

$$I_n = 226.99 \text{ Amp.}$$

En la tabla 1A se elige el conductor de 150mm²;

$$I_{cable} = 363 \text{ Amp.}$$

**MEMORIA DE CALCULO PARA OSBL.
157883-620-XR-CC-0025 Rev. 1**

Rev. 1
Especialidad:

Proyecto : Out Side Battery Limits.

Descripción: Calculos Capacidad de Corriente y Caída de Tensión Cables en Baja Tensión.

Instalaciones Eléctricas.

DESARROLLO.

REFERENCIA.

MEMORIA DE CALCULO.

1.0 GENERALIDADES.

Los cálculos se centrarán en hallar los parámetros eléctricos de caída de tensión y capacidad de corriente para las cargas a alimentar.

2.0 PARAMETROS ELECTRICOS.

Consideraciones Generales:

- Tensión Nominal: 380/220 VAC ; 480VAC Nominal Voltaje.
- Frecuencia: 60 Hz
- Factor de Potencia de la Carga : 0.88 (Cos Ø)
- Máxima Caída de Tensión: 5 %

3.0 PARÁMETROS DE LOS CABLES.-

Las capacidades de conducción de corriente para los cables de rango entre 0 hasta 2000 voltios será como se especifican en las Tabla 310.16 hasta la Table 310.19 y las ampacidades establecidas en las Tablas 310.20 y 310.21. Section 310.15(B). (National Electrical Code NEC)

TABLA 310.16

310.15

ARTICLE 310 — CONDUCTORS FOR GENERAL WIRING

Table 310.16 Allowable Ampacities of Insulated Conductors Rated 0 Through 2000 Volts, 60 C Through 90 C (140 F Through 194 F), Not More Than Three Current-Carrying Conductors in Raceway, Cable, or Earth (Directly Buried), Based on Ambient Temperature of 30 C (86 F)

Size AWG or kcmil	Temperature Rating of Conductor [See Table 310.13(A)]						Size AWG or kcmil
	60 C (140 F)	75 C (167 F)	90 C (194 F)	60 C (140 F)	75 C (167 F)	90 C (194 F)	
	Types TW, UF	Types RHW, THHW, THWN, XHHW, USE-2, ZW	Types TBS, SAs, SIS, FEP, FEPB, XL, RHH, RHW-2, THHN, THHW, THW-2, THWN-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	Types TW, UF	Types RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE-2, ZW-2	Types TBS, SAs, SIS, FEP, THHN, THHW, THW-2, THWN-2, RHH, RHW-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	
COPPER							
ALUMINUM OR COPPER-CLAD ALUMINUM							
18	—	—	14	—	—	—	—
16	—	—	16	—	—	—	—
14+	20	20	25	20	20	25	12+
12+	25	25	30	25	30	35	10+
10+	30	35	40	30	40	45	8
8	40	40	55	40	50	60	6
6	50	65	75	50	65	75	4
4	70	85	95	75	90	100	3
3	85	100	110	85	100	115	2
2	95	115	130	95	110	130	1
1	110	130	150	110	130	150	—
100	125	150	170	100	120	145	1/0
200	145	175	195	135	155	180	2/0
300	165	200	225	150	180	205	3/0
400	185	230	260	170	205	230	4/0
250	215	255	290	170	205	230	250
300	240	285	320	190	230	265	300
350	260	310	350	210	250	285	350
400	280	335	380	225	270	305	400
500	320	380	430	260	310	350	500
600	355	420	475	285	340	385	600
700	385	460	520	310	375	420	700
750	400	475	535	320	385	435	750
800	410	490	555	330	395	450	800
900	435	520	585	355	425	480	900
1000	455	545	615	375	445	500	1000
1250	495	590	665	405	485	545	1250
1500	520	625	705	435	520	585	1500
1750	545	650	745	455	545	615	1750
2000	560	665	760	470	560	630	2000

CORRECTION FACTORS

Ambient Temp. (C)	For ambient temperatures other than 30 C (86 F), multiply the allowable ampacities shown above by the appropriate factor shown below.						Ambient Temp. (F)
21-25	1.08	1.05	1.04	1.08	1.05	1.04	70-77
26-30	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	78-86
31-35	0.91	0.94	0.96	0.91	0.94	0.96	87-95
36-40	0.82	0.88	0.91	0.82	0.88	0.91	96-104
41-45	0.71	0.82	0.87	0.74	0.82	0.87	105-113
46-50	0.58	0.75	0.82	0.58	0.75	0.82	114-122
51-55	0.41	0.67	0.71	0.44	0.67	0.71	123-131
56-60	—	0.58	0.71	—	0.58	0.71	132-140
61-70	—	0.33	0.56	—	0.33	0.56	141-158
71-80	—	—	0.41	—	—	0.41	159-176

* See 240.4(D).

MEMORIA DE CALCULO PARA OSBL.
157883-620-XR-CC-0025 Rev. 1

Rev. 1

Especialidad:

Proyecto : Out Side Battery Limits.

Instalaciones Eléctricas.

Descripción: Calculos Capacidad de Corriente y Caída de Tensión Cables en Baja Tensión.

DESARROLLO.

REFERENCIA.

Material : Cobre
Rango de Temperatura del conductor :

Tipo THHW : 90°C Tabla 310.13(A)
Tipo XHHW : 90°C Tabla 310.13(A)

Donde el número de conductores transportadores de corriente en una canalización o cable exceda de tres, o donde los cables unipolares o multipolares son instalados de un espacio que es mayor que 600 mm (24 pulg.) y no son instalados en canalizaciones, la capacidad de corriente de cada conductor será reducida como se muestra en la Tabla 310.15(B)(2)(a) Sección 310.15(B)(2). (NEC)

Table 310.15(B)(2)(a) Adjustment Factors for More Than Three Current-Carrying Conductors in a Raceway or Cable

Number of Current-Carrying Conductors	Percent of Values in Tables 310.16 through 310.19 as Adjusted for Ambient Temperature if Necessary
4-6	80
7-9	70
10-20	50
21-30	45
31-40	40
41 and above	35

4.0 CALCULO DE LA CORRIENTE NOMINAL DE LA CARGA : " In "-

La corriente está determinada por la siguiente fórmula:

$$I_n = \frac{P}{1.732 \times V \times \text{Cos } \emptyset} \quad (A)$$

Donde:

- P : *Maxima Demanda en KW.*
- V : Tensión de la red en kV.
- I_n : Corriente nominal de la carga en Amperios.
- Cos ∅ : Factor de potencia de la carga.

5.0 CALCULO DE LA CORRIENTE NOMINAL DE LOS CABLES : " I_{cable} "-

La determinación de la capacidad de conducción de corriente en cables de energía, es un problema de transferencia de calor donde ésta es afectada por los siguientes factores de corrección:

- a) Factor de corrección por temperatura ambiente distintas a 30°C
- b) Factor de corrección para mas de tres conductores portadores de corriente en una canalización o cable:

Tabla 310.16 (NEC)

Tabla 310.15(B)(2)(a) (NEC)

El factor de corrección total para los cables resultante :

$$F_c = CF \text{ Tabla (310.16)} * CF \text{ Tabla 310.15(B)(2)(a)}$$

National Electrical Code (NEC)

- I_{cable} : Corriente nominal del cable según Tabla (310.16).
- I_c : Corriente corregida del cable.
- F_c : Factor de corrección del cable

Por lo tanto la capacidad de corriente corregida del cable será :

$$I_c = F_c \times I_{cable} \quad (A) \text{ Ampacidad.}$$

Se debe cumplir que:

$$I_c > I_n \quad \text{CUMPLE.}$$

MEMORIA DE CALCULO PARA OSBL.
157883-620-XR-CC-0025 Rev. 1

Rev: 1

Especialidad:

Proyecto : Out Side Battery Limits.

Descripción: Calculos Capacidad de Corriente y Caída de Tensión Cables en Baja Tensión.

Instalaciones Eléctricas.

DESARROLLO.

REFERENCIA.

Así, para la determinación del cable de alimentación a la carga, por capacidad de conducción, se busca en la Tabla (310.16) de capacidades dada en el ítem (3)

6.0 CALCULO DE CAÍDA DE TENSIÓN-

6.1 La caída de tensión está dado por:

$$\Delta V = \frac{1.732 \times I_n \times \rho_{(T=90^\circ C)} \times L \times \text{Cos } \phi}{S}$$

Donde:

- ΔV : Caída de Tensión (Volt)
- Max ΔV : Maxima Caída de Tensión (Volt).
- I_n : Corriente nominal de la carga en Amperios (A)
- L : Longitud del conductor en metros (m)
- $\rho_{(T=90^\circ C)}$: Resistividad eléctrica del conductor a la temperatura de operación (Ohm.mm²/m)
- S : Sección del conductor (mm²)
- Cos ϕ : Factor de potencia de la carga.
- Top : Temperatura de operación del conductor : 90°C

6.2 Cálculo de la resistividad eléctrica del conductor a la temperatura de operación del conductor de 90°C.

$$\rho_{(T=90^\circ C)} = \rho_{(T=20^\circ C)} \times [1 + \alpha (Top - 20)]$$

Donde:

- $\rho_{(T=20^\circ C)}$: Resistividad eléctrica del conductor a la temperatura de referencia (Ohm.mm²/m)
- Tr : Temperatura de referencia para la Constante de los materiales : 20°C
- α : Coeficiente térmico de resistividad a la temperatura de referencia Tr (1/°C)

Reemplazando datos tenemos para el Cobre :

$\rho_{(T=20^\circ C)}$ =	0.0172 Ohm.mm ² /m
α =	0.00393 1/°C
Top =	90 °C
Tr =	20 °C

$\rho_{(T=90^\circ C)}$ =	0.0219 Ohm.mm ² /m
---------------------------	-------------------------------

7.0 EJEMPLO DE APLICACIÓN -

SS-8000

Alimentador "Edificio DP-8004.

Datos:

P =	42.780	KW
V =	0.38	KV
$\rho_{(T=90^\circ C)}$ =	0.0219	Ohm.mm ² /m
L =	11	m
Cos ϕ =	0.88	Factor de potencia de la carga.
Fc =	0.80	Factor de corrección del cable.Tabla 310.15(B)(2)(a)
Reserva =	20%	Reserva de Carga.

7.1 CALCULO POR CAPACIDAD DE CORRIENTE

$$I_n \text{ CARGA} = \frac{1.2 \times P}{1.732 \times V \times \text{Cos } \phi} \quad (A)$$

I_n CARGA =	88.63	Amp.
---------------	-------	------

Incluye 20% de reserva.

I_n CONDUCTOR >=	1.25	I_n LOAD
--------------------	------	------------

Condición: NFPA 70. Sección 210.19(A)(1).

$$I_n \text{ CONDUCTOR} >= 110.79 \quad \text{Amp.}$$

En la Tabla (310.16) se elige el conductor de 2/0 AWG ;

I_n CONDUCTOR =	195	Amp.
-------------------	-----	------

I_c =	$F_c \times I_n \text{ CONDUCTOR}$	Amp.
---------	------------------------------------	------

I_c =	156	Amp.	$I_c = 195 \times 0.80 = 156.0 \text{ A}$
---------	-----	------	---

**MEMORIA DE CALCULO PARA OSBL.
157883-620-XR-CC-0025 Rev. 1**

Rev. 1
Especialidad:

Proyecto : Out Side Battery Limits.

Descripción: Calculos Capacidad de Corriente y Caída de Tensión Cables en Baja Tensión.

Instalaciones Eléctricas.

DESARROLLO.

REFERENCIA.

Se tiene que;

$$I_c > I_n \text{ CARGA}$$

Por lo tanto en la Tabla (310.16) del Item 3 seleccionamos:

4x2/0AWG+GW;XLPE (THHN), OVERALL PVC JACKET. TYPE TC.

7.2 CÁLCULO POR CAÍDA DE TENSIÓN

7.2.1 Para S = 67.43 mm2 2/0 AWG

$$\Delta V = \frac{1.732 \times I_n \times \rho_{(T_{cable}-60^{\circ}C)} \times L \times \cos \phi}{S}$$

$\Delta V \text{ máx} = 15.20 \text{ VAC}$ Máxima caída de tensión permisible : 5% de 380 VAC

$$\Delta V = 0.48 \text{ VAC}$$

Entonces para S = 2/0 AWG , $\Delta V < \Delta V \text{ máx}$ SI CUMPLE

Por lo tanto en la tabla del Item 3 seleccionamos:

4x2/0AWG+GW;XLPE (THHN), OVERALL PVC JACKET. TYPE TC.

A continuación se muestra el resumen para todos los alimentadores principales a tableros para el OSBL Building.

From	To	Descripción / Description	Voltage (Volts)	Load (KW) Note 1	Load Reserve 20%(KW)	In Load (A) Fc.	In cable (A) Note 2	Ic cable (A)	Circuit Breaker Device.	Condición / Condition Ic>In	Sección (AWG or kcmil)	Distancia / Long (m)	V (V)	Max ΔV (V)	Condición ΔV<Max ΔV	# Termas	Configuración / Configuration	
TR-8000	SG-8000	Substation SS-8000	480	321.10	385.32	526.66	1.00	860	860.00	800	Correct	500	14	0.4857	19.20	Correct	2	3x300MCM+GW;XLPE (THHN),OVERALL PVC JACKET. TYPE TC
SG-8000	TR-8003A	Substation SS-8000	480	222.53	267.03	364.99	1.00	640	640.00	600	Correct	300	9	0.3607	19.20	Correct	2	3x300MCM+GW;XLPE (THHN),OVERALL PVC JACKET. TYPE TC
TR-8001	DP-8000	Substation SS-8000	380	222.53	267.03	461.04	0.80	860	688.00	640	Correct	500	14	0.4252	15.20	Correct	2	4x500MCM+GW;XLPE (THHN),OVERALL PVC JACKET. TYPE TC
SG-8000	UP-8010	Substation SS-8000	480	50.00	60.00	82.01	1.00	195	195.00	200	Correct	2/0	18	0.7308	19.20	Correct	1	3x2/0AWG+GW;XLPE (THHN),OVERALL PVC JACKET. TYPE TC
SG-8000	UP-8010A	Substation SS-8000	480	50.00	60.00	82.01	1.00	195	195.00	160	Correct	2/0	19	0.7714	19.20	Correct	1	3x2/0AWG+GW;XLPE (THHN),OVERALL PVC JACKET. TYPE TC
SG-8000	UP-8010B	Substation SS-8000	480	50.00	60.00	82.01	1.00	195	195.00	160	Correct	2/0	20	0.8120	19.20	Correct	1	3x2/0AWG+GW;XLPE (THHN),OVERALL PVC JACKET. TYPE TC
SG-8000	DP-8004D	Substation SS-8000	480	52.50	63.00	86.11	1.00	195	195.00	200	Correct	2/0	8	0.3410	19.20	Correct	1	3x2/0AWG+GW;XLPE (THHN),OVERALL PVC JACKET. TYPE TC
DP-8001	DP-8004	Substation SS-8000	380	42.78	51.33	88.62	0.80	195	156.00	125	Correct	2/0	11	0.4826	15.20	Correct	1	4x2/0AWG+GW;XLPE (THHN),OVERALL PVC JACKET. TYPE TC
DP-8001	DP-8004A	Substation SS-8000	380	44.00	52.80	91.16	0.80	195	156.00	125	Correct	2/0	58	2.6174	15.20	Correct	1	4x2/0AWG+GW;XLPE (THHN),OVERALL PVC JACKET. TYPE TC
DP-8001	DP-8004B	Substation SS-8000	380	27.12	32.54	56.19	0.80	195	156.00	125	Correct	2/0	14	0.3894	15.20	Correct	1	4x2/0AWG+GW;XLPE (THHN),OVERALL PVC JACKET. TYPE TC
DP-8001	DP-8004C	Substation SS-8000	380	57.36	68.83	118.84	0.80	320	256.00	250	Correct	300	10	0.2610	15.20	Correct	1	4x300MCM+GW;XLPE (THHN),OVERALL PVC JACKET. TYPE TC
DP-8001	DP-8004E	Substation SS-8000	380	49.77	58.72	103.11	0.80	320	256.00	150	Correct	300	12	0.2717	15.20	Correct	1	4x300MCM+GW;XLPE (THHN),OVERALL PVC JACKET. TYPE TC
DP-8001	380V PLUG HVAC PANEL	Substation SS-8000	380	57.92 max.	69.50	120.00	0.90	195	156.00	150	Correct	2/0	50	1.3176	15.20	Correct	1	4x2/0AWG+GW;XLPE (THHN),OVERALL PVC JACKET. TYPE TC
TR-7601A/B	DP-7601	Substation SS-7601	480	225.37	270.44	369.65	1.00	1280	1280.00	600	Correct	300	20	0.4069	19.20	Correct	4	3x300MCM+GW;XLPE (THHN),OVERALL PVC JACKET. TYPE TC
DP-7601	TR-7602	Substation SS-7601	480	188.23	225.88	308.74	1.00	520	520.00	400	Correct	4/0	5	0.2403	19.20	Correct	2	3x4/0AWG+GW;XLPE (THHN),OVERALL PVC JACKET. TYPE TC
TR-7602	DP-7602	Substation SS-7601	380	188.23	225.88	389.98	0.80	640	512.00	480	Correct	300	5	0.2141	15.20	Correct	2	3x300MCM+GW;XLPE (THHN),OVERALL PVC JACKET. TYPE TC
DP-7602																		
DP-7602	DP-8007	Substation SS-7601	380	53.99														Supply by "CBF".
DP-7602	DP-8008	Substation SS-7601	380	6.98														Supply by "CBF".
DP-7602	DP-8005	Substation SS-7601	380	84.67	101.61	176.43	0.80	320	256.00	225	Correct	300	6	0.2311	15.20	Correct	1	4x300MCM+GW;XLPE (THHN),OVERALL PVC JACKET. TYPE TC
DP-8005	DP-8005-A	Substation SS-7601	380	27.55	33.06	57.08	0.80	130	104.00	100	Correct	2	4	0.2288	15.20	Correct	1	4x2AWG+GW;XLPE (THHN),OVERALL PVC JACKET. TYPE TC
DP-8007	DP-8007-A	Building A-8007	380	17.31	20.77	35.86	0.80	150	120.00	100	Correct	1	3	0.1684	15.20	Correct	1	4x4AWG+GW;XLPE (THHN),OVERALL PVC JACKET. TYPE TC

Nota 1 : De acuerdo al Listado de Cargas Eléctricas 157883-620- XR-SH-0003.
Nota 2 : De acuerdo a Tabla (310.16)

ANEXO D
Cálculo de Corriente de Corto Circuito en Barras de la Subestación y
Tableros

CALCULO
157883-610-XS-CC-0005

Rev: 5

Especialidad:

Proyecto : PCB Building.

Descripción: Calculo de Potencia de Corto Circuito.

Instalaciones eléctricas.

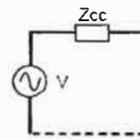
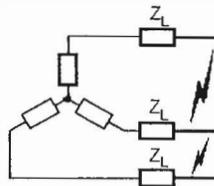
DESARROLLO.

REFERENCIA.

CALCULO DE POTENCIA DE CORTO CIRCUITO

Para el cálculo de la corriente de corto circuito tomaremos el caso mas desfavorable y consideraremos una falla trifásica.

Defecto trifásico



$$I_{cc_3} = \frac{U \cdot \sqrt{3}}{Z_{cc}}$$

Condiciones Generales:

Potencia de Transformador TR-9001(S T)	1.5	MVA	
Tensión Nominal de la red. (U)	0.48	kV	
Corriente de Cortocircuito "SG-9000" (Icc RED)	65	kA	Ver plano 157883-000-EL-SD-0001-02 Rev. 0
Potencia de Corto circuito en "SG-9000"(Scc RED)	54	(MVA)	REFERENCIA: 157883-000-EL-ST-0004.Rev 4
Tensión de Corto Circuito del Transformador ($U_k \%$)	6		
Tensión Nominal. Lado Primario del Transformador. (U AT)	0.48	kV	
Tensión Nominal. Lado Secundario del Transformador. (U BT)	0.40	kV	
Número de conductores por fase. (n)	6		
Longitud del conductor. (L).	12	m	
Impedancia de Corto circuito red (Zcc RED)	0.00426351	Ohm.	
Reactancia de Corto circuito red (Xcc RED)	0.00406713	Ohm.	
Resistencia de Corto circuito red (Rcc RED)	0.00127905	Ohm.	
Factor de transformación "T".	0.69444444		
Impedancia. Lado Primario del Transformador. (Z TAT)	0.00921600	Ohm.	
Impedancia. Lado Secundario del Transformador. (Z TBT)	0.00640000	Ohm.	
Reactancia. Lado Primario del Transformador. (X AT)	0.00903703	Ohm.	
Resistencia. Lado Primario del Transformador. (R AT)	0.00180741	Ohm.	
Reactancia. Lado Secundario del Transformador. (X BT)	0.00627572	Ohm.	
Resistencia. Lado Secundario del Transformador.(R BT)	0.00125514	Ohm.	
Seccion del cable.(S)	Item 3.3	mm2.	
Impedancia del cable. (Z c)	Item 3.3	Ohm/m.	
Reactancia del cable. (X c)	Item 3.3	Ohm/m.	
Resistencia del cable. (R c)	Item 3.3	Ohm/m.	

	CALCULO 157883-610-XS-CC-0005	Rev: 5
		Especialidad:

Proyecto : PCB Building.	Instalaciones eléctricas.
--------------------------	---------------------------

DESARROLLO.	REFERENCIA.
--------------------	--------------------

1.- Cálculo de la Impedancia de Corto Circuito de la Red.

$$S_{cc} = \sqrt{3} \times U \times I_{cc} \qquad S_{cc} = \frac{U^2}{Z_{cc}}$$

Por lo tanto:

$$S_{cc_{RED}} = \sqrt{3} \times U \times (I_{cc_{RED}})$$

$$S_{cc_{RED}} = 54.0399852 \text{ MVA}$$

$$Z_{cc_{RED}} = \frac{U^2}{S_{cc_{RED}}}$$

$$Z_{cc_{RED}} = 0.0042635 \text{ Ohm}$$

La relación entre la resistencia y la reactancia del circuito aguas arriba Z_{cc} A se deducen a partir de la siguiente aproximación:

$$R_{CCRED}/Z_{CCRED} = 0.3$$

Technical Notebook 158 Schneider Electric S.A.,
Short Circuit Currents in Three-Phase A.C. Systems. IEC 60909

$$\frac{X_{CCRED}}{Z_{CCRED}} = \sqrt{1 - \left(\frac{R_{CCRED}}{Z_{CCRED}}\right)^2}$$

$$R_{CCRED} = 0.001279053 \text{ Ohm}$$

$$X_{CCRED} = 0.004067129 \text{ Ohm}$$

2.- Cálculo de la Impedancia del Transformador. TR-9001

$$Z_{TAT} = u_k \times \left(\frac{U_{AT}^2}{S_T}\right) \qquad Z_{TBT} = u_k \times \left(\frac{U_{BT}^2}{S_T}\right)$$

Por lo tanto:

$$Z_{TAT} = 0.009216 \text{ Ohm}$$

$$Z_{TBT} = 0.0064 \text{ Ohm}$$

En general $R_T \ll X_T$, del orden de 0,2 X_T y la impedancia interna de los transformadores puede asumirse igual a la reactancia X_T .

$$R_T = 0.2 \times X_T$$

$$X_T = \sqrt{Z_T^2 - R_T^2}$$

Entonces se tiene:

$$R_{AT} = 0.001807 \text{ Ohm}$$

$$R_{BT} = 0.001255 \text{ Ohm}$$

$$X_{AT} = 0.009037 \text{ Ohm}$$

$$X_{BT} = 0.006276 \text{ Ohm}$$

3.- Cálculo de la Impedancia del Cable desde SG-9000 hasta TR-9001.

3.1- Cálculo de la Resistencia del Cable.

Cálculo de la resistividad eléctrica a la temperatura de operación del conductor de 80°C.

$$\rho_{(Top=80^\circ C)} = \rho_{(T=20^\circ C)} \times [1 + \alpha (Top - 20)]$$

CALCULO
157883-610-XS-CC-0005

Rev: 5
Especialidad:

Proyecto : PCB Building.
Descripción: **Calculo de Potencia de Corto Circuito.**

Instalaciones eléctricas.

DESARROLLO.

REFERENCIA.

Donde:

- $\rho_{(T=20^{\circ}C)}$: Resistividad eléctrica del conductor a la temperatura de referencia (Ohm.mm2/m)
Electrical resistivity of the conductor to the reference temperature (Ohm.mm2 / m)
- $\rho_{(T=80^{\circ}C)}$: Resistividad eléctrica del conductor a la temperatura de 80°C. (Ohm.mm2/m)
Electrical resistivity of the driver at a temperature of 80 ° C. (Ohm.mm2/m)
- Tr : Temperatura de referencia para la Constante de los materiales: 20°C
- α_r : Coeficiente térmico de resistividad a la temperatura de referencia Tr (1/°C).
- S : Sección del conductor (mm2).
- L : Longitud del conductor (m).

Reemplazando datos tenemos para el Cobre:

- $\rho_{(T=20^{\circ}C)}$ = 0.0172 Ohm.mm2/m
- α_r = 0.00393 1/°C
- Top = 80 °C
- Tr = 20 °C

IEEE-Std80 , pag 41
IEEE-Std80 , pag 41

$$\rho_{(Top=80^{\circ}C)} = 0.0213 \text{ Ohm.mm2/m}$$

$$R_c = \frac{\rho_{(Top=80^{\circ}C)} \times L}{S} \text{ Ohm.}$$

3.2- Cálculo de la Reactancia del Cable.

Se tiene la siguiente tabla en donde se indica la reactancia del cable de acuerdo a la configuración de tendido.

Tipo de instalación	Juego de barras	Cable trifásico	Cables unipolares separados	Cables unipolares colocados en triángulo	3 cables en línea juntos	3 cables en línea separados «d»:
						d = 2r d = 4r
Esquema						
Reactancia unitaria valores extremos en mΩ/m	0,15	0,08	0,15	0,085	0,095	0,145 0,19
Reactancia unitaria valores extremos en mΩ/m	0,12-0,18	0,06-0,1	0,1-0,2	0,08-0,09	0,09-0,1	0,14-0,15 0,18-0,20

Referencia: **Technical Notebook 158 Schneider Electric S.A., Short Circuit Currents in Three-Phase A.C. Systems. IEC 60909**

Los cables serán instalados juntos y en formación plana , se selecciona Xc de la tabla:

$$X_c = 0.000095 \text{ Ohm/m.}$$

3.3- Cálculo de la Impedancia del Cable.

$$Z_c = \sqrt{\left(\frac{R_c}{n}\right)^2 + \left(\frac{X_c}{n}\right)^2}$$

CALCULO 157883-610-XS-CC-0005		Rev: 5
		Especialidad:
Proyecto : PCB Building.		Instalaciones eléctricas.
Descripción: Calculo de Potencia de Corto Circuito.		
DESARROLLO.		REFERENCIA.

Seccion S(mm2)	Resistencia Calculada. Rc(Ohm/m)	Reactancia. Tabla 3.2. Xc(Ohm/m)	Impedancia Zc(Ohm/m)	Tablero.
10	0.002126	0.000095	0.002127698	DP-9008.
16	0.001328	0.000095	0.001331877	DP-9020,DP-9001-A,DP-9001-B,DP-9001-C,DP-9001-D,DP-9001-E,DP-9001-F,DP-9001-G,DP-9001-H,DP-9004-A,DP-9007-A, DP-9009-A, DP-9009-B, DP-9009-C
35	0.000607	0.000095	0.000614693	DP-9005-A,DP-9005-B,DP-9006-B, DP-9000LT, DP-9000LB, DP-9005-C
50	0.000425	0.000095	0.000435601	DP-9002-A,DP-9002-B,DP-9002-C,DP-9002-D,DP-9002-E,DP-9002-F,DP-9002-G.
120	0.000177	0.000095	0.000200999	DP-9006-A, DP-9006-C, DP-9006-D.
150	0.000142	0.000095	0.000170603	DP-9004,DP-9007-B, DP-9000LS, DP-9004-A
185	0.000115	0.000095	0.000149084	DP-9005,DP-9007.
240	0.000089	0.000095	0.00012988	DP-9000,DP-9001,DP-9002,DP-9006,DP-9009. From TR-9000 to SG-9000. From SG-9000 to TR-9001. From TR-9001 to DP-9000.

Reference: Technical Notebook 158 Schneider Electric S.A.,
Short Circuit Currents in Three-Phase A.C. Systems. IEC 60909

3.4- Corriente de Corto Circuito en "K". Tablero DP-9000LS.

$$n = 1$$

$$L = 420 \quad m$$

$$R_k = 0.0607952 \text{ Ohm.} \quad \text{referenciado al } R_{CCRED}$$

$$X_k = 0.0439671 \text{ Ohm.} \quad \text{referenciado al } X_{CCRED}$$

$$Z_k = 0.0750277 \text{ Ohm.}$$

Entonces:

$$I_k = 3.6937 \text{ KA} \quad \text{referenciado al SG-9000}$$

De la figura 2 hallamos el valor de "K" de acuerdo a la relación R/Xk.

$$\frac{R_k}{X_k} = 1.38$$

$$K = 1.03$$

Por lo tanto la corriente de corto circuito asimétrica será:

$$I_{CC-k} = 5.3804 \text{ KA}$$

4- Corriente de Corto Circuito en "DP-9000"

El factor de transformación "T" de la impedancia de la red reflejada al secundario del transformador será:

$$T = \left(\frac{U_{BT}}{U_{AT}} \right)^2$$

$$R_A = T \times R_{CCRED} + R_{BT} + R_C \left(\frac{L}{n} \right) \quad X_A = T \times X_{CCRED} + X_{BT} + X_C \left(\frac{L}{n} \right)$$

$$Z_A = \sqrt{R_A^2 + X_A^2}$$

n : Número de conductores por fase.
L : Longitud del conductor (m) , desde el TR-9001 hasta DP-9000.

n : 6
L : 12

CALCULO
157883-610-XS-CC-0005

Rev: 5
Especialidad:

Proyecto : PCB Building.
Descripción: Calculo de Potencia de Corto Circuito.

Instalaciones eléctricas.

DESARROLLO.

REFERENCIA.

$$T = 0.6944$$

$$R_A = 0.0023205 \text{ Ohm.}$$

$$X_A = 0.0092901 \text{ Ohm.}$$

$$Z_A = 0.0095755 \text{ Ohm.}$$

Entonces:

$$I_A = \frac{U_{BT}}{\sqrt{3} \times Z_A}$$

$$I_A = 24.1177 \text{ KA}$$

De la figura 2 hallamos el valor de "K" de acuerdo a la relación R_A/X_A .

$$\frac{R_A}{X_A} = 0.25$$

$$K = 1.41$$

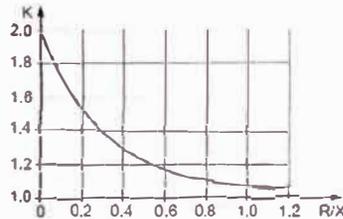


Fig. 2: Variación del factor K en función de R/X (IEC 60909).

Por lo tanto la corriente de corto circuito asimétrica será:

$$I_{CCA} = \sqrt{2} \times K \times I_A$$

$$I_{CCA} = 48.0917 \text{ KA}$$

4.1- Corriente de Corto Circuito en "A1". Tablero DP-9020.

$$n = 1$$

$$L = 4 \text{ m}$$

$$R_{A1} = 0.0076344 \text{ Ohm.}$$

$$X_{A1} = 0.0096701 \text{ Ohm.}$$

$$Z_{A1} = 0.0123205 \text{ Ohm.}$$

Entonces:

$$I_{A1} = 18.7443 \text{ KA}$$

De la figura 2 hallamos el valor de "K" de acuerdo a la relación R_{A1}/X_{A1} .

$$\frac{R_{A1}}{X_{A1}} = 0.79$$

$$K = 1.07$$

CALCULO 157883-610-XS-CC-0005		Rev: 5
Proyecto : PCB Building.		Especialidad:
Descripción: Calculo de Potencia de Corto Circuito.		Instalaciones eléctricas.
DESARROLLO.		REFERENCIA.

Por lo tanto la corriente de corto circuito asimétrica será:

$$I_{CC-B1} = 28.3640 \text{ KA}$$

5- Corriente de Corto Circuito en "B". Tablero DP-9001.

$$n = 1$$

$$L = 370 \text{ m}$$

$$R_B = R_A + R_C \left(\frac{L}{n} \right) \qquad X_B = X_A + X_C \left(\frac{L}{n} \right)$$

$$Z_B = \sqrt{R_B^2 + X_B^2}$$

$$R_B = 0.0350898 \text{ Ohm.}$$

$$X_B = 0.0444401 \text{ Ohm.}$$

$$Z_B = 0.0566235 \text{ Ohm.}$$

Entonces:

$$I_B = \frac{U_{BT}}{\sqrt{3} \times Z_B}$$

$$I_B = 4.0785 \text{ KA}$$

De la figura 2 hallamos el valor de "K" de acuerdo a la relación R_B/X_B.

$$\frac{R_B}{X_B} = 0.79$$

$$K = 1.10$$

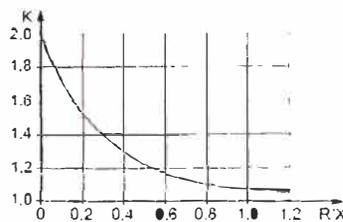


Fig. 2: Variación del factor K en función de R/X (IEC 60909).

Por lo tanto la corriente de corto circuito asimétrica será:

$$I_{CC-B} = \sqrt{2} \times K \times I_B$$

$$I_{CC-B} = 6.3447 \text{ KA}$$

5.1- Corriente de Corto Circuito en "B1". Tablero DP-9001-H1.

$$n = 1$$

$$L = 87 \text{ m}$$

$$R_{B1} = 0.1506680 \text{ Ohm.}$$

$$X_{B1} = 0.0527051 \text{ Ohm.}$$

$$Z_{B1} = 0.1596204 \text{ Ohm.}$$

CALCULO 157883-610-XS-CC-0005		Rev: 5
		Especialidad:
Proyecto : PCB Building.		Instalaciones eléctricas.
Descripción: Calculo de Potencia de Corto Circuito.		
DESARROLLO.		REFERENCIA.
<p>Entonces:</p> $I_{B1} = 1.4468 \text{ KA}$ <p>De la figura 2 hallamos el valor de "K" de acuerdo a la relación R_{B1}/X_{B1}.</p> $\frac{R_{B1}}{X_{B1}} = 2.86$ $K = 1.07$ <p>Por lo tanto la corriente de corto circuito asimétrica será:</p> $I_{CC-B1} = 2.1893 \text{ KA}$ <p>5.2- Corriente de Corto Circuito en "B2". Tablero DP-9001-H2.</p> $n = 1$ $L = 55 \text{ m}$ $R_{B2} = 0.1081565 \text{ Ohm.}$ $X_{B2} = 0.0496651 \text{ Ohm.}$ $Z_{B2} = 0.1190145 \text{ Ohm.}$ <p>Entonces:</p> $I_{B2} = 1.9404 \text{ KA}$ <p>De la figura 2 hallamos el valor de "K" de acuerdo a la relación R_{B2}/X_{B2}.</p> $\frac{R_{B2}}{X_{B2}} = 2.18$ $K = 1.07$ <p>Por lo tanto la corriente de corto circuito asimétrica será:</p> $I_{CC-B2} = 2.9363 \text{ KA}$ <p>5.3- Corriente de Corto Circuito en "B3". Tablero DP-9001-H3.</p> $n = 1$ $L = 24 \text{ m}$ $R_{B3} = 0.0669734 \text{ Ohm.}$ $X_{B3} = 0.0467201 \text{ Ohm.}$ $Z_{B3} = 0.0816591 \text{ Ohm.}$ <p>Entonces:</p> $I_{B3} = 2.8281 \text{ KA}$ <p>De la figura 2 hallamos el valor de "K" de acuerdo a la relación R_{B3}/X_{B3}.</p> $\frac{R_{B3}}{X_{B3}} = 1.43$ $K = 1.07$ <p>Por lo tanto la corriente de corto circuito asimétrica será:</p> $I_{CC-B3} = 4.2795 \text{ KA}$ <p>5.4- Corriente de Corto Circuito en "B4". Tablero DP-9001-H4.</p> $n = 1$ $L = 45 \text{ m}$		

CALCULO 157883-610-XS-CC-0005		Rev. 5
		Especialidad:
Proyecto : PCB Building.		Instalaciones eléctricas.
Descripción: Cálculo de Potencia de Corto Circuito.		
DESARROLLO.		REFERENCIA.
$R_{B4} = 0.0948716 \text{ Ohm.}$ $X_{B4} = 0.0487151 \text{ Ohm.}$ $Z_{B4} = 0.1066480 \text{ Ohm.}$ <p>Entonces:</p> $I_{B4} = 2.1654 \text{ KA}$ <p>De la figura 2 hallamos el valor de "K" de acuerdo a la relación R_{B4}/X_{B4}.</p> $\frac{R_{B4}}{X_{B4}} = 1.95$ $K = 1.07$ <p>Por lo tanto la corriente de corto circuito asimétrica será:</p> $I_{CC-B4} = 3.2768 \text{ KA}$ <p>5.5- Corriente de Corto Circuito en "B5". Tablero DP-9001-H5.</p> $n = 1$ $L = 74 \text{ m}$ $R_{B5} = 0.1333977 \text{ Ohm.}$ $X_{B5} = 0.0514701 \text{ Ohm.}$ $Z_{B5} = 0.1429829 \text{ Ohm.}$ <p>Entonces:</p> $I_{B5} = 1.6152 \text{ KA}$ <p>De la figura 2 hallamos el valor de "K" de acuerdo a la relación R_{B5}/X_{B5}.</p> $\frac{R_{B5}}{X_{B5}} = 2.59$ $K = 1.07$ <p>Por lo tanto la corriente de corto circuito asimétrica será:</p> $I_{CC-B5} = 2.4441 \text{ KA}$ <p>5.6- Corriente de Corto Circuito en "B6". Tablero DP-9001-H6.</p> $n = 1$ $L = 103 \text{ m}$ $R_{B6} = 0.1719238 \text{ Ohm.}$ $X_{B6} = 0.0542251 \text{ Ohm.}$ $Z_{B6} = 0.1802724 \text{ Ohm.}$ <p>Entonces:</p> $I_{B6} = 1.2811 \text{ KA}$ <p>De la figura 2 hallamos el valor de "K" de acuerdo a la relación R_{B6}/X_{B6}.</p> $\frac{R_{B6}}{X_{B6}} = 3.17$ $K = 1.07$ <p>Por lo tanto la corriente de corto circuito asimétrica será:</p> $I_{CC-B6} = 1.9385 \text{ KA}$		

CALCULO 157883-610-XS-CC-0005		Rev: 5
		Especialidad:
Proyecto : PCB Building.		Instalaciones eléctricas.
Descripción: Calculo de Potencia de Corto Circuito.		
DESARROLLO.		REFERENCIA.

5.7- Corriente de Corto Circuito en "B7". Tablero DP-9001-H7.

$$\begin{aligned}
 n &= 1 \\
 L &= 133 \quad \text{m} \\
 R_{B7} &= 0.2117783 \text{ Ohm.} \\
 X_{B7} &= 0.0570751 \text{ Ohm.} \\
 Z_{B7} &= 0.2193345 \text{ Ohm.}
 \end{aligned}$$

Entonces:

$$I_{B7} = 1.0529 \text{ KA}$$

De la figura 2 hallamos el valor de "K" de acuerdo a la relación R_{B7}/X_{B7} .

$$\begin{aligned}
 \frac{R_{B7}}{X_{B7}} &= 3.71 \\
 K &= 1.07
 \end{aligned}$$

Por lo tanto la corriente de corto circuito asimétrica será:

$$I_{CC-B7} = 1.5933 \text{ KA}$$

5.8- Corriente de Corto Circuito en "B8". Tablero DP-9001-H8.

$$\begin{aligned}
 n &= 1 \\
 L &= 163 \quad \text{m} \\
 R_{B8} &= 0.2516329 \text{ Ohm.} \\
 X_{B8} &= 0.0599251 \text{ Ohm.} \\
 Z_{B8} &= 0.2586699 \text{ Ohm.}
 \end{aligned}$$

Entonces:

$$I_{B8} = 0.8928 \text{ KA}$$

De la figura 2 hallamos el valor de "K" de acuerdo a la relación R_{B8}/X_{B8} .

$$\begin{aligned}
 \frac{R_{B8}}{X_{B8}} &= 4.20 \\
 K &= 1.07
 \end{aligned}$$

Por lo tanto la corriente de corto circuito asimétrica será:

$$I_{CC-B8} = 1.3510 \text{ KA}$$

6- Corriente de Corto Circuito en "C". Tablero DP-9002.

$$\begin{aligned}
 n &= 2 \\
 L &= 215 \quad \text{m} \\
 R_C &= R_A + R_C \left(\frac{L}{n} \right) & X_C &= X_A + X_C \left(\frac{L}{n} \right) \\
 Z_C &= \sqrt{R_C^2 + X_C^2}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 R_C &= 0.0118413 \text{ Ohm.} \\
 X_C &= 0.0195026 \text{ Ohm.} \\
 Z_C &= 0.0228160 \text{ Ohm.}
 \end{aligned}$$

Entonces:

$$I_C = \frac{U_{BT}}{\sqrt{3} \times Z_C}$$

CALCULO
157883-610-XS-CC-0005

Rev: 5
Especialidad:

Proyecto : PCB Building.
Descripción: Cálculo de Potencia de Corto Circuito.

Instalaciones eléctricas.

DESARROLLO.

REFERENCIA.

$$I_c = 10.1219 \text{ KA}$$

De la figura 2 hallamos el valor de "K" de acuerdo a la relación R_c/X_c .

$$\frac{R_c}{X_c} = 0.61$$

$$K = 1.18$$

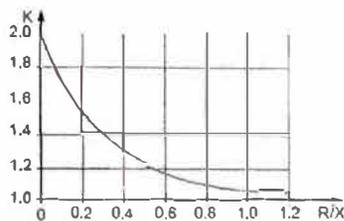


Fig. 2: Variación del factor K en función de R/X (IEC 60909).

Por lo tanto la corriente de corto circuito asimétrica será:

$$I_{CC-C} = \sqrt{2} \times K \times I_c$$

$$I_{CC-C} = 16.8911 \text{ KA}$$

6.1- Corriente de Corto Circuito en "C1". Tablero DP-9002-B1.

$$n = 1$$

$$L = 114 \text{ m}$$

$$R_{C1} = 0.0603044 \text{ Ohm.}$$

$$X_{C1} = 0.0303326 \text{ Ohm.}$$

$$Z_{C1} = 0.0675033 \text{ Ohm.}$$

Entonces:

$$I_{C1} = 3.4212 \text{ KA}$$

De la figura 2 hallamos el valor de "K" de acuerdo a la relación R_{C1}/X_{C1} .

$$\frac{R_{C1}}{X_{C1}} = 1.99$$

$$K = 1.07$$

Por lo tanto la corriente de corto circuito asimétrica será:

$$I_{CC-C1} = 5.1769 \text{ KA}$$

6.2- Corriente de Corto Circuito en "C2". Tablero DP-9002-B2.

$$n = 1$$

$$L = 45 \text{ m}$$

$$R_{C2} = 0.0309715 \text{ Ohm.}$$

$$X_{C2} = 0.0237776 \text{ Ohm.}$$

$$Z_{C2} = 0.0390462 \text{ Ohm.}$$

Entonces:

$$I_{C2} = 5.9145 \text{ KA}$$

De la figura 2 hallamos el valor de "K" de acuerdo a la relación R_{C2}/X_{C2} .

CALCULO 157883-610-XS-CC-0005		Rev: 5
		Especialidad:
Proyecto : PCB Building.		Instalaciones eléctricas.
Descripción : Calculo de Potencia de Corto Circuito.		
DESARROLLO.		REFERENCIA.
$\frac{R_{C2}}{X_{C2}} = 1.30$ $K = 1.07$ <p>Por lo tanto la corriente de corto circuito asimétrica será:</p> $I_{CC-C2} = 8.9499 \text{ KA}$		
<p>6.3 Corriente de Corto Circuito en "C3". Tablero DP-9002-B3.</p> $n = 1$ $L = 95 \text{ m}$ $R_{C1} = 0.0522273 \text{ Ohm.}$ $X_{C1} = 0.0285276 \text{ Ohm.}$ $Z_{C3} = 0.0595106 \text{ Ohm.}$ <p>Entonces:</p> $I_{C3} = 3.8807 \text{ KA}$ <p>De la figura 2 hallamos el valor de "K" de acuerdo a la relación R_{C3}/X_{C3}.</p> $\frac{R_{C3}}{X_{C3}} = 1.83$ $K = 1.07$ <p>Por lo tanto la corriente de corto circuito asimétrica será:</p> $I_{CC-C3} = 5.8722 \text{ KA}$		
<p>6.4 Corriente de Corto Circuito en "C4". Tablero DP-9002-B4.</p> $n = 1$ $L = 152 \text{ m}$ $R_{C1} = 0.0764588 \text{ Ohm.}$ $X_{C1} = 0.0339426 \text{ Ohm.}$ $Z_{C4} = 0.0836544 \text{ Ohm.}$ <p>Entonces:</p> $I_{C4} = 2.7606 \text{ KA}$ <p>De la figura 2 hallamos el valor de "K" de acuerdo a la relación R_{C4}/X_{C4}.</p> $\frac{R_{C4}}{X_{C4}} = 2.25$ $K = 1.07$ <p>Por lo tanto la corriente de corto circuito asimétrica será:</p> $I_{CC-C4} = 4.1774 \text{ KA}$		
<p>6.5 Corriente de Corto Circuito en "C5". Tablero DP-9002-B5.</p> $n = 1$ $L = 66 \text{ m}$ $R_{C1} = 0.0398989 \text{ Ohm.}$ $X_{C1} = 0.0257726 \text{ Ohm.}$ $Z_{C5} = 0.0474990 \text{ Ohm.}$ <p>Entonces:</p> $I_{C5} = 4.8620 \text{ KA}$		

CALCULO
157883-610-XS-CC-0005

Rev: 5
Especialidad:

Proyecto : PCB Building.

Descripción: Calculo de Potencia de Corto Circuito.

Instalaciones eléctricas.

DESARROLLO.

REFERENCIA.

De la figura 2 hallamos el valor de "K" de acuerdo a la relación R_{cs}/X_{cs} .

$$\frac{R_{cs}}{X_{cs}} = 1.55$$

$$K = 1.07$$

Por lo tanto la corriente de corto circuito asimétrica será:

$$I_{cc-cs} = 7.3572 \text{ KA}$$

6.6 Corriente de Corto Circuito en "C6". Tablero DP-9002-B6.

$$n = 1$$

$$L = 123 \text{ m}$$

$$R_{c1} = 0.0641305 \text{ Ohm.}$$

$$X_{c1} = 0.0311876 \text{ Ohm.}$$

$$Z_{c6} = 0.0713119 \text{ Ohm.}$$

Entonces:

$$I_{c6} = 3.2385 \text{ KA}$$

De la figura 2 hallamos el valor de "K" de acuerdo a la relación R_{c6}/X_{c6} .

$$\frac{R_{c6}}{X_{c6}} = 2.06$$

$$K = 1.07$$

Por lo tanto la corriente de corto circuito asimétrica será:

$$I_{cc-c6} = 4.9005 \text{ KA}$$

6.7 Corriente de Corto Circuito en "C7". Tablero DP-9002-B7.

$$n = 1$$

$$L = 181 \text{ m}$$

$$R_{c1} = 0.0887872 \text{ Ohm.}$$

$$X_{c1} = 0.0366976 \text{ Ohm.}$$

$$Z_{c7} = 0.0960722 \text{ Ohm.}$$

Entonces:

$$I_{c7} = 2.4038 \text{ KA}$$

De la figura 2 hallamos el valor de "K" de acuerdo a la relación R_{c7}/X_{c7} .

$$\frac{R_{c7}}{X_{c7}} = 2.42$$

$$K = 1.07$$

Por lo tanto la corriente de corto circuito asimétrica será:

$$I_{cc-c7} = 3.6375 \text{ KA}$$

6.8 Corriente de Corto Circuito en "L". Tablero DP-9000LT.

$$n = 1$$

$$L = 70 \text{ m}$$

$$R_L = 0.1189703 \text{ Ohm.}$$

$$X_L = 0.0405926 \text{ Ohm.}$$

$$Z_L = 0.1257048 \text{ Ohm.}$$

	CALCULO 157883-610-XS-CC-0005	Rev: 5
		Especialidad:
Proyecto : PCB Building.		Instalaciones eléctricas.
Descripción: Calculo de Potencia de Corto Circuito.		
DESARROLLO.		REFERENCIA.

Entonces:

$$I_L = 1.8372 \text{ KA}$$

De la figura 2 hallamos el valor de "K" de acuerdo a la relación R L/XL.

$$\frac{R_L}{X_L} = 2.93$$

$$K = 1.01$$

Por lo tanto la corriente de corto circuito asimétrica será:

$$I_{CC-L} = 2.6241 \text{ KA}$$

7- Corriente de Corto Circuito en "D". Tablero DP-9004.

$$n = 1$$

$$L = 82 \text{ m}$$

$$R_D = R_A + R_C \left(\frac{L}{n} \right)$$

$$X_D = X_A + X_C \left(\frac{L}{n} \right)$$

$$Z_D = \sqrt{R_D^2 + X_D^2}$$

$$R_D = 0.0139403 \text{ Ohm.}$$

$$X_D = 0.0170801 \text{ Ohm.}$$

$$Z_D = 0.0220468 \text{ Ohm.}$$

Entonces:

$$I_D = \frac{U_{nr}}{\sqrt{3} \times Z_D}$$

$$I_D = 10.4750 \text{ KA}$$

De la figura 2 hallamos el valor de "K" de acuerdo a la relación R D/XD.

$$\frac{R_D}{X_D} = 0.82$$

$$K = 1.09$$

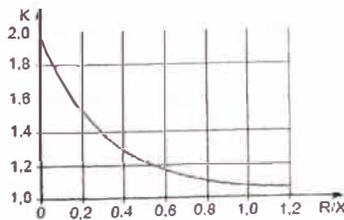


Fig. 2: Variación del factor K en función de R/X (IEC 60909).

Por lo tanto la corriente de corto circuito asimétrica será:

$$I_{CC-D} = \sqrt{2} \times K \times I_D$$

$$I_{CC-D} = 16.1471 \text{ KA}$$

CALCULO 157883-610-XS-CC-0005		Rev: 5
		Especialidad:
Proyecto : PCB Building.		Instalaciones eléctricas.
Descripción: Calculo de Potencia de Corto Circuito.		
DESARROLLO.		REFERENCIA.
<p>7.1- Corriente de Corto Circuito en "D1". Tablero DP-9004-A.</p> <p style="margin-left: 40px;"> $n = 1$ $L = 11 \quad m$ </p> <p style="margin-left: 40px;"> $R_{D1} = 0.0285537 \text{ Ohm.}$ $X_{D1} = 0.0181251 \text{ Ohm.}$ $Z_{D1} = 0.0338206 \text{ Ohm.}$ </p> <p>Entonces:</p> <p style="margin-left: 40px;">$I_{D1} = 6.8284 \text{ KA}$</p> <p>De la figura 2 hallamos el valor de "K" de acuerdo a la relación R_{D1}/X_{D1}.</p> <p style="margin-left: 40px;"> $\frac{R_{D1}}{X_{D1}} = 1.58$ $K = 1.04$ </p> <p>Por lo tanto la corriente de corto circuito asimétrica será:</p> <p style="margin-left: 40px;">$I_{CC-D1} = 10.0431 \text{ KA}$</p>		
<p>7.2- Corriente de Corto Circuito en "D2". Tablero DP-9004-B.</p> <p style="margin-left: 40px;"> $n = 1$ $L = 20 \quad m$ </p> <p style="margin-left: 40px;"> $R_{D2} = 0.0224426 \text{ Ohm.}$ $X_{D2} = 0.0189801 \text{ Ohm.}$ $Z_{D2} = 0.0293924 \text{ Ohm.}$ </p> <p>Entonces:</p> <p style="margin-left: 40px;">$I_{D2} = 7.8571 \text{ KA}$</p> <p>De la figura 2 hallamos el valor de "K" de acuerdo a la relación R_{D2}/X_{D2}.</p> <p style="margin-left: 40px;"> $\frac{R_{D2}}{X_{D2}} = 1.18$ $K = 1.05$ </p> <p>Por lo tanto la corriente de corto circuito asimétrica será:</p> <p style="margin-left: 40px;">$I_{CC-D2} = 11.6672 \text{ KA}$</p>		
<p>8- Corriente de Corto Circuito en "E". Tablero DP-9005.</p> <p style="margin-left: 40px;"> $n = 2$ $L = 464 \quad m$ </p> <p style="margin-left: 40px;"> $R_E = R_A + R_C \left(\frac{L}{n} \right)$ </p> <p style="margin-left: 40px;"> $X_E = X_A + X_C \left(\frac{L}{n} \right)$ </p> <p style="margin-left: 40px;"> $Z_E = \sqrt{R_E^2 + X_E^2}$ </p> <p style="margin-left: 40px;"> $R_E = 0.0289764 \text{ Ohm.}$ $X_E = 0.0313301 \text{ Ohm.}$ $Z_E = 0.0426756 \text{ Ohm.}$ </p>		

Proyecto : PCB Building.
Descripción : Calculo de Potencia de Corto Circuito.

Instalaciones eléctricas.

DESARROLLO.

REFERENCIA.

Entonces:

$$I_E = \frac{U_{BT}}{\sqrt{3} \times Z_E}$$

$I_E =$ **5.4115 KA**

De la figura 2 hallamos el valor de "K" de acuerdo a la relación R E/XE.

$\frac{R_E}{X_E} =$ **0.92**

$K =$ **1.08**

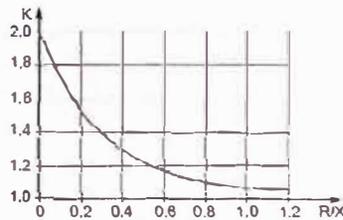


Fig. 2: Variación del factor K en función de R/X (IEC 60909).

Por lo tanto la corriente de corto circuito asimétrica será:

$$I_{CC-E} = \sqrt{2} \times K \times I_E$$

$I_{CC-E} =$ **8.2653 KA**

8.1- Corriente de Corto Circuito en "E1". Tablero DP-9005-A.

$n =$ **1**
 $L =$ **8** **m**

$R_{E1} =$ **0.0338348 Ohm.**
 $X_{E1} =$ **0.0320901 Ohm.**
 $Z_{E1} =$ **0.0466323 Ohm.**

Entonces:

$I_{E1} =$ **4.9524 KA**

De la figura 2 hallamos el valor de "K" de acuerdo a la relación R E1/XE1.

$\frac{R_{E1}}{X_{E1}} =$ **1.05**

$K =$ **1.06**

Por lo tanto la corriente de corto circuito asimétrica será:

$I_{CC-E1} =$ **7.4239 KA**

8.2- Corriente de Corto Circuito en "E2". Tablero DP-9005-B.

$n =$ **1**
 $L =$ **184** **m**

$R_{E2} =$ **0.1610616 Ohm.**
 $X_{E2} =$ **0.0537521 Ohm.**
 $Z_{E2} =$ **0.1697944 Ohm.**

CALCULO
157883-610-XS-CC-0005

Rev: 5
Especialidad:

Proyecto : PCB Building.
Descripción: Calculo de Potencia de Corto Circuito.

Instalaciones eléctricas.

DESARROLLO.

REFERENCIA.

Entonces:

$$J_{E2} = 1.6321 \text{ KA}$$

De la figura 2 hallamos el valor de "K" de acuerdo a la relación R_{E2}/X_{E2} .

$$\frac{R_{E2}}{X_{E2}} = 3.00$$

$$K = 1.08$$

Por lo tanto la corriente de corto circuito asimétrica será:

$$I_{CC-E2} = 2.4928 \text{ KA} \quad \text{It was verified.}$$

8.3- Corriente de Corto Circuito en "E3". Tablero DP-9005-C.

$$n = 1$$

$$L = 6 \text{ m}$$

$$R_{E3} = 0.0326202 \text{ Ohm.}$$

$$X_{E3} = 0.0313301 \text{ Ohm.}$$

$$Z_{E3} = 0.0452289 \text{ Ohm.}$$

Entonces:

$$J_{E3} = 5.1060 \text{ KA}$$

De la figura 2 hallamos el valor de "K" de acuerdo a la relación R_{E3}/X_{E3} .

$$\frac{R_{E3}}{X_{E3}} = 1.04$$

$$K = 1.09$$

Por lo tanto la corriente de corto circuito asimétrica será:

$$I_{CC-E3} = 7.8709 \text{ KA}$$

8.4- Corriente de Corto Circuito en "J". Tablero DP-9000LB.

$$n = 1$$

$$L = 120 \text{ m}$$

$$R_J = 0.1018533 \text{ Ohm.}$$

$$X_J = 0.0427301 \text{ Ohm.}$$

$$Z_J = 0.1104534 \text{ Ohm.}$$

Entonces:

$$J_J = 2.0908 \text{ KA}$$

De la figura 2 hallamos el valor de "K" de acuerdo a la relación R_J/X_J .

$$\frac{R_J}{X_J} = 2.38$$

$$K = 1.02$$

Por lo tanto la corriente de corto circuito asimétrica será:

$$I_{CC-J} = 3.0160 \text{ KA}$$

9- Corriente de Corto Circuito en "F". Tablero DP-9006.

$$n = 2$$

$$L = 411 \text{ m}$$

	CALCULO 157883-610-XS-CC-0005	Rev: 5
		Especialidad:

Proyecto : PCB Building.
 Descripción: Calculo de Potencia de Corto Circuito. Instalaciones eléctricas.

DESARROLLO.	REFERENCIA.
--------------------	--------------------

$$R_F = R_A + R_C \left(\frac{L}{n} \right) \qquad X_F = X_A + X_C \left(\frac{L}{n} \right)$$

$$Z_F = \sqrt{R_F^2 + X_F^2}$$

$$R_F = 0.0205208 \text{ Ohm.}$$

$$X_F = 0.0359805 \text{ Ohm.}$$

$$Z_F = 0.0414210 \text{ Ohm.}$$

Entonces:

$$I_F = \frac{U_{BT}}{\sqrt{3} \times Z_F}$$

$$I_F = 5.5754 \text{ KA}$$

De la figura 2 hallamos el valor de "K" de acuerdo a la relación R_F/X_F.

$$\frac{R_F}{X_F} = 0.57$$

$$K = 1.22$$

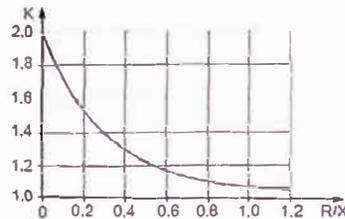


Fig. 2: Variación del factor K en función de R/X (IEC 60909).

Por lo tanto la corriente de corto circuito asimétrica será:

$$I_{CC-F} = \sqrt{2} \times K \times I_F$$

$$I_{CC-F} = 9.6195 \text{ KA}$$

9.1- Corriente de Corto Circuito en "F1". Tablero DP-9006-A.

$$n = 1$$

$$L = 5 \quad m$$

$$R_{F1} = 0.0214084 \text{ Ohm.}$$

$$X_{F1} = 0.0364555 \text{ Ohm.}$$

$$Z_{F1} = 0.0422757 \text{ Ohm.}$$

Entonces:

$$I_{F1} = 5.4627 \text{ KA}$$

De la figura 2 hallamos el valor de "K" de acuerdo a la relación R_{F1}/X_{F1}.

$$\frac{R_{F1}}{X_{F1}} = 0.59$$

$$K = 1.18$$

Por lo tanto la corriente de corto circuito asimétrica será:

CALCULO 157883-610-XS-CC-0005		Rev: 5
		Especialidad:
Proyecto : PCB Building.		Instalaciones eléctricas.
Descripción: Calculo de Potencia de Corto Circuito.		
DESARROLLO.		REFERENCIA.
$I_{CC-F1} = 9.1160 \text{ KA}$ <p>9.2- Corriente de Corto Circuito en "F2". Tablero DP-9006-B.</p> $n = 1$ $L = 132 \text{ m}$ $R_{F2} = 0.1294817 \text{ Ohm.}$ $X_{F2} = 0.0488121 \text{ Ohm.}$ $Z_{F2} = 0.1383767 \text{ Ohm.}$ <p>Entonces:</p> $I_{F2} = 2.0027 \text{ KA}$ <p>De la figura 2 hallamos el valor de "K" de acuerdo a la relación R_{F2}/X_{F2}.</p> $\frac{R_{F2}}{X_{F2}} = 2.65$ $K = 1.08$ <p>Por lo tanto la corriente de corto circuito asimétrica será:</p> $I_{CC-F2} = 3.0588 \text{ KA}$ <p>9.3- Corriente de Corto Circuito en "F3". Tablero DP-9006-C.</p> $n = 1$ $L = 6 \text{ m}$ $R_{F3} = 0.0215835 \text{ Ohm.}$ $X_{F3} = 0.0365505 \text{ Ohm.}$ $Z_{F3} = 0.0424475 \text{ Ohm.}$ <p>Entonces:</p> $I_{F3} = 5.4406 \text{ KA}$ <p>De la figura 2 hallamos el valor de "K" de acuerdo a la relación R_{F3}/X_{F3}.</p> $\frac{R_{F3}}{X_{F3}} = 0.59$ $K = 1.19$ <p>Por lo tanto la corriente de corto circuito asimétrica será:</p> $I_{CC-F3} = 9.1581 \text{ KA}$ <p>9.4- Corriente de Corto Circuito en "F4". Tablero DP-9006-D.</p> $n = 1$ $L = 6 \text{ m}$ $R_{F4} = 0.0215835 \text{ Ohm.}$ $X_{F4} = 0.0365505 \text{ Ohm.}$ $Z_{F4} = 0.0424475 \text{ Ohm.}$ <p>Entonces:</p> $I_{F4} = 5.4406 \text{ KA}$ <p>De la figura 2 hallamos el valor de "K" de acuerdo a la relación R_{F4}/X_{F4}.</p> $\frac{R_{F4}}{X_{F4}} = 0.59$ $K = 1.18$		

CALCULO
157883-610-XS-CC-0005

Rev: 5
Especialidad:

Proyecto : PCB Building.
Descripción: Calculo de Potencia de Corto Circuito.

Instalaciones eléctricas.

DESARROLLO.

REFERENCIA.

Por lo tanto la corriente de corto circuito asimétrica será:

$$I_{CC-F4} = 9.0791 \text{ KA}$$

10- Corriente de Corto Circuito en "G". Tablero DP-9007.

$$n = 1$$

$$L = 339 \text{ m}$$

$$R_G = R_A + R_C \left(\frac{L}{n} \right) \qquad X_G = X_A + X_C \left(\frac{L}{n} \right)$$

$$Z_G = \sqrt{R_G^2 + X_G^2}$$

$$R_G = 0.0412702 \text{ Ohm.}$$

$$X_G = 0.0414951 \text{ Ohm.}$$

$$Z_G = 0.0585242 \text{ Ohm.}$$

Entonces:

$$I_G = \frac{U_{BT}}{\sqrt{3} \times Z_G}$$

$$I_G = 3.9461 \text{ KA}$$

De la figura 2 hallamos el valor de "K" de acuerdo a la relación R_G/X_G.

$$\frac{R_G}{X_G} = 0.99$$

$$K = 1.08$$

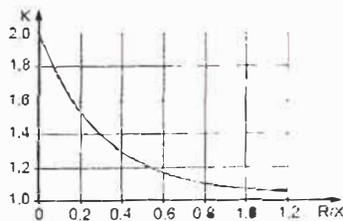


Fig. 2: Variación del factor K en función de R/X (IEC 60909).

Por lo tanto la corriente de corto circuito asimétrica será:

$$I_{CC-G} = \sqrt{2} \times K \times I_G$$

$$I_{CC-G} = 6.0270 \text{ KA}$$

10.1- Corriente de Corto Circuito en "G1". Tablero DP-9007-A.

$$n = 1$$

$$L = 1 \text{ m}$$

$$R_{G1} = 0.0425987 \text{ Ohm.}$$

$$X_{G1} = 0.0415901 \text{ Ohm.}$$

$$Z_{G1} = 0.0595348 \text{ Ohm.}$$

Entonces:

$$I_{G1} = 3.8791 \text{ KA}$$

CALCULO 157883-610-XS-CC-0005		Rev: 5
		Especialidad:
Proyecto : PCB Building.		Instalaciones eléctricas.
Descripción: Calculo de Potencia de Corto Circuito.		
DESARROLLO.		REFERENCIA.
<p>De la figura 2 hallamos el valor de "K" de acuerdo a la relación R_{G1}/X_{G1}.</p> $\frac{R_{G1}}{X_{G1}} = 1.02$ $K = 1.05$ <p>Por lo tanto la corriente de corto circuito asimétrica será:</p> $I_{CC-G1} = 5.7601 \text{ KA}$		
<p>10.2- Corriente de Corto Circuito en "G2". Tablero DP-9007-B.</p> $n = 1$ $L = 339 \text{ m}$ $R_{G2} = 0.0493171 \text{ Ohm.} \quad \text{referenciado al } R_{CC \text{ REF}}$ $X_{G2} = 0.0362721 \text{ Ohm.} \quad \text{referenciado al } X_{CC \text{ REF}}$ $Z_{G2} = 0.0612196 \text{ Ohm.}$ <p>Entonces:</p> $I_{G2} = 4.5268 \text{ KA} \quad \text{referenciado al SG-9000}$ <p>De la figura 2 hallamos el valor de "K" de acuerdo a la relación R_{G2}/X_{G2}.</p> $\frac{R_{G2}}{X_{G2}} = 1.36$ $K = 1.08$ <p>Por lo tanto la corriente de corto circuito asimétrica será:</p> $I_{CC-G2} = 6.9140 \text{ KA}$		
<p>11- Corriente de Corto Circuito en "H". Tablero DP-9008.</p> $n = 1$ $L = 261 \text{ m}$ $R_H = R_A + R_C \left(\frac{L}{n} \right) \quad X_H = X_A + X_C \left(\frac{L}{n} \right)$ $Z_H = \sqrt{R_H^2 + X_H^2}$ $R_H = 0.5570958 \text{ Ohm.}$ $X_H = 0.0340851 \text{ Ohm.}$ $Z_H = 0.5581376 \text{ Ohm.}$ <p>Entonces:</p> $I_H = \frac{U_{BT}}{\sqrt{3} \times Z_H}$ $I_H = 0.4138 \text{ KA}$ <p>De la figura 2 hallamos el valor de "K" de acuerdo a la relación R_H/X_H.</p> $\frac{R_H}{X_H} = 16.34$ $K = 1.02$		

Proyecto : PCB Building.
Descripción: Calculo de Potencia de Corto Circuito.

Instalaciones eléctricas.

DESARROLLO.

REFERENCIA.

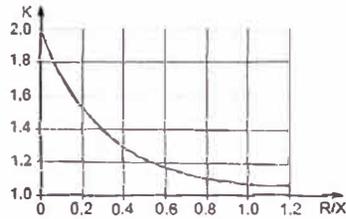


Fig. 2: Variación del factor K en función de R/X (IEC 60909).

Por lo tanto la corriente de corto circuito asimétrica será:

$$I_{CC-H} = \sqrt{2} \times K \times I_H$$

$$I_{CC-H} = \mathbf{0.5969 \text{ KA}}$$

12- Corriente de Corto Circuito en "I". Tablero DP-9009.

$$n = 1$$

$$L = 469 \text{ m}$$

$$R_l = R_A + R_C \left(\frac{L}{n} \right)$$

$$X_l = X_A + X_C \left(\frac{L}{n} \right)$$

$$Z_l = \sqrt{R_l^2 + X_l^2}$$

$$R_l = 0.0438578 \text{ Ohm.}$$

$$X_l = 0.0538451 \text{ Ohm.}$$

$$Z_l = 0.0694464 \text{ Ohm.}$$

Entonces:

$$I_l = \frac{U_{BT}}{\sqrt{3} \times Z_l}$$

$$I_l = \mathbf{3.3254 \text{ KA}}$$

De la figura 2 hallamos el valor de "K" de acuerdo a la relación R_l/X_l.

$$\frac{R_l}{X_l} = \mathbf{0.81}$$

$$K = \mathbf{1.12}$$

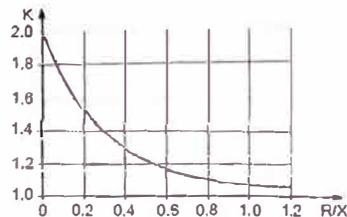


Fig. 2: Variación del factor K en función de R/X (IEC 60909).

Por lo tanto la corriente de corto circuito asimétrica será:

	CALCULO 157883-610-XS-CC-0005	Rev: 5
		Especialidad:

Proyecto : PCB Building.
 Descripción: Calculo de Potencia de Corto Circuito. Instalaciones eléctricas.

DESARROLLO.	REFERENCIA.
--------------------	--------------------

$$I_{CC-1} = \sqrt{2} \times K \times I_1$$

$$I_{CC-1} = 5.2672 \text{ KA}$$

12.1- Corriente de Corto Circuito en "I1". Tablero DP-9009-A.

$$n = 1$$

$$L = 5 \text{ m}$$

$$R_{f1} = 0.0505002 \text{ Ohm.}$$

$$X_{f1} = 0.0543201 \text{ Ohm.}$$

$$Z_{f1} = 0.0741684 \text{ Ohm.}$$

Entonces:

$$I_{f1} = 3.1137 \text{ KA}$$

De la figura 2 hallamos el valor de "K" de acuerdo a la relación R_{f1}/X_{f1} .

$$\frac{R_{f1}}{X_{f1}} = 0.93$$

$$K = 1.10$$

Por lo tanto la corriente de corto circuito asimétrica será:

$$I_{CC-11} = 4.8438 \text{ KA}$$

12.2- Corriente de Corto Circuito en "I2". Tablero DP-9009-B.

$$n = 1$$

$$L = 25 \text{ m}$$

$$R_{f2} = 0.0770699 \text{ Ohm.}$$

$$X_{f2} = 0.0562201 \text{ Ohm.}$$

$$Z_{f2} = 0.0953964 \text{ Ohm.}$$

Entonces:

$$I_{f2} = 2.4208 \text{ KA}$$

De la figura 2 hallamos el valor de "K" de acuerdo a la relación R_{f2}/X_{f2} .

$$\frac{R_{f2}}{X_{f2}} = 1.37$$

$$K = 1.05$$

Por lo tanto la corriente de corto circuito asimétrica será:

$$I_{CC-12} = 3.5948 \text{ KA}$$

12.3- Corriente de Corto Circuito en "I3". Tablero DP-9009-C.

$$n = 1$$

$$L = 10 \text{ m}$$

$$R_{f3} = 0.0571427 \text{ Ohm.}$$

$$X_{f3} = 0.0547951 \text{ Ohm.}$$

$$Z_{f3} = 0.0791694 \text{ Ohm.}$$

Entonces:

$$I_{f3} = 2.9170 \text{ KA}$$

De la figura 2 hallamos el valor de "K" de acuerdo a la relación R_{f3}/X_{f3} .

CALCULO 157883-610-XS-CC-0005		Rev: 5
		Especialidad:
Proyecto : PCB Building.		Instalaciones eléctricas.
Descripción: Calculo de Potencia de Corto Circuito.		
DESARROLLO.		REFERENCIA.

$$\frac{R_{I3}}{X_{I3}} = 1.04$$

$$K = 1.05$$

Por lo tanto la corriente de corto circuito asimétrica será:

$$I_{CC-I3} = 4,3316 \text{ KA}$$

Switchboard Selection Summary

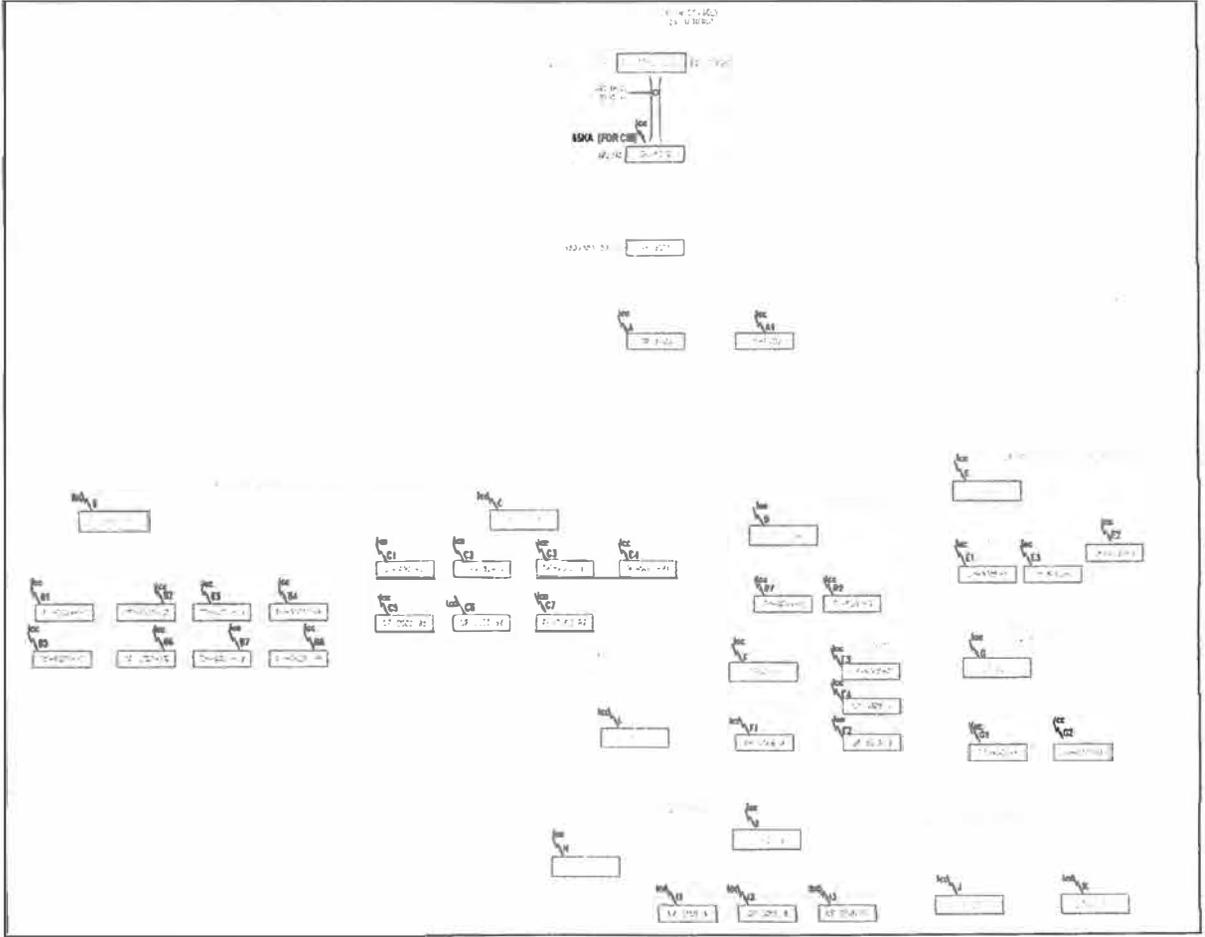
Switchboard		Fault Current	
Voltaje (V)	Tag	Calculated Rating (kA)	Purchase Rating (kA)
480	SG-9000	33.22	65
380	DP-9000	48.09	50
480	DP-9000LS	5.36	10
380	DP-9020	28.36	40
380	DP-9001	6.34	10
380	DP-9001-H1	2.18	10
380	DP-9001-H2	2.93	10
380	DP-9001-H3	4.27	10
380	DP-9001-H4	3.27	10
380	DP-9001-H5	2.44	10
380	DP-9001-H6	1.93	10
380	DP-9001-H7	1.59	10
380	DP-9001-H8	1.35	10
380	DP-9002	16.89	25
380	DP-9002-B1	5.17	10
380	DP-9002-B2	8.94	10
380	DP-9002-B3	5.87	10
380	DP-9002-B4	4.17	10
380	DP-9002-B5	7.35	10
380	DP-9002-B6	4.90	10
380	DP-9002-B7	3.63	10
380	DP-9000LT	2.62	10
380	DP-9004	16.14	25
380	DP-9004-A	10	16
380	DP-9004-B	11.67	16
380	DP-9005	8.26	10
380	DP-9005-A	7.42	10
480	DP-9005-B	2.49	10
380	DP-9005-C	7.87	10
380	DP-9000LB	3.01	10
380	DP-9006	9.61	10
380	DP-9006-A	9.11	10
480	DP-9006-B	3.05	10
380	DP-9006-C	9.15	10
380	DP-9006-D	9.08	10
380	DP-9007	6.02	10
380	DP-9007-A	5.76	10
480	DP-9007-B	6.91	10
380	DP-9008	0.59	10
380	DP-9009	5.26	10
380	DP-9009-A	4.84	10
380	DP-9009-B	3.59	10
380	DP-9009-C	4.33	10

	CALCULO 157883-610-XS-CC-0005	Rev: 5 Especialidad:
--	--	-------------------------

Proyecto : PCB Building. Descripción: Calculo de Potencia de Corto Circuito.	Instalaciones eléctricas.
---	---------------------------

DESARROLLO.	REFERENCIA.
--------------------	--------------------

DIAGRAMA DE BLOQUE ELECTRICICO.



REFERENCE: 157883-610-XS-DR-2330-02 Rev. 2

MEMORIA DE CALCULO
157883-000-XR-CC-0001
SUBESTACIÓN SS-8000

Rev: 1

Especialidad:

Proyecto : Out Side Buiding Limits OSBL.

Descripción: Calculo de Potencia de Corto Circuito.

Instalaciones eléctricas.

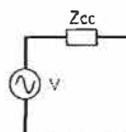
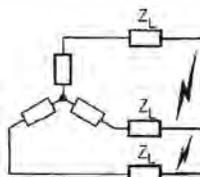
DESARROLLO

REFERENCIA

CALCULO DE POTENCIA DE CORTO CIRCUITO SS-8000.

Para el cálculo de la corriente de corto circuito tomaremos el caso mas desfavorable y consideraremos una falla trifásica.

Defecto trifásico



$$I_{cc3} = \frac{U \cdot \sqrt{3}}{Z_{cc}}$$

Condiciones Generales:

Potencia de Transformador TR-8001(Sr)	0.4	MVA	
Tensión Nominal de la red. (U)	0.48	kV	
Corriente de Cortocircuito "SG-8000" (IccRED)	40	kA	Ver plano 157883-000-EL-SD-0001-01
Potencia de Corto circuito en "SG-8000"(SccRED)	33	SCCA	
Tensión de Corto Circuito del Transformador (Ucc%)	5.75	%	
Tensión Nominal. Lado Primario del Transformador. (UAT)	0.48	kV	
Tensión Nominal. Lado Secundario del Transformador. (UBT)	0.38	kV	
Número de conductores por fase. (n)	2		
Longitud del conductor. (L).	5	m	
Impedancia de Corto circuito red (ZccRED)	0.0069282	Ohm.	
Reactancia de Corto circuito red (XccRED)	0.0066091	Ohm.	
Resistencia de Corto circuito red (RccRED)	0.0020785	Ohm.	
Factor de transformación "T".	0.6267361		
Impedancia. Lado Primario del Transformador. (ZAT)	0.0331200	Ohm.	
Impedancia. Lado Secundario del Transformador. (ZBT)	0.0207575	Ohm.	
Reactancia. Lado Primario del Transformador. (XAT)	0.0324768	Ohm.	
Resistencia. Lado Primario del Transformador. (RAT)	0.0064954	Ohm.	
Reactancia. Lado Secundario del Transformador. (XBT)	0.0203544	Ohm.	
Resistencia. Lado Secundario del Transformador.(RBT)	0.0040709	Ohm.	
Seccion del cable.(S)	Item 3.3	mm ² .	
Impedancia del cable. (Zc)	Item 3.3	Ohm/m.	
Reactancia del cable. (Xc)	Item 3.3	Ohm/m.	
Resistencia del cable. (Rc)	Item 3.3	Ohm/m.	

MEMORIA DE CALCULO 157883-000-XR-CC-0001 SUBESTACIÓN SS-8000		Rev: 1
		Especialidad:
Proy ecto : Out Side Building Limits OSBL.		Instalaciones eléctricas.
Descripción: Cálculo de Potencia de Corto Circuito.		
DESARROLLO		REFERENCIA
<p>1.- Cálculo de la Impedancia de Corto Circuito de la Red (SG-8000).</p> $S_{CC} = \sqrt{3} \times U \times I_{CC} \qquad S_{CC} = \frac{U^2}{Z_{CC}}$ <p>Por lo tanto:</p> $S_{CC_{RED}} = \sqrt{3} \times U \times (I_{CC_{RED}})$ $S_{CC_{RED}} = 33.25537551 \text{ MVA}$ $Z_{CC_{RED}} = \frac{U^2}{S_{CC_{RED}}}$ $Z_{CC_{RED}} = 0.0069282 \text{ Ohm}$ <p>La relación entre la resistencia y la reactancia del circuito aguas arriba $Z_{CC_{RED}}$ deducen a partir de la siguiente aproximación:</p> $R_{CC_{RED}}/Z_{CC_{RED}} = 0.3$ $\frac{X_{CC_{RED}}}{Z_{CC_{RED}}} = \sqrt{1 - \left(\frac{R_{CC_{RED}}}{Z_{CC_{RED}}}\right)^2}$ $R_{CC_{RED}} = 0.002078461 \text{ Ohm}$ $X_{CC_{RED}} = 0.006609085 \text{ Ohm}$		
<p>2.- Cálculo de la Impedancia del Transformador. TR-8000A</p> $Z_{TAT} = u_k \times \left(\frac{U_{AT}^2}{S_T}\right) \qquad Z_{TBT} = u_k \times \left(\frac{U_{BT}^2}{S_T}\right)$ <p>Por lo tanto:</p> $Z_{TAT} = 0.03312 \text{ Ohm}$ $Z_{TBT} = 0.0207575 \text{ Ohm}$ <p>En general $R_T \ll X_T$, del orden de 0,2 X_T y la impedancia interna de los transformadores puede asumirse igual a la reactancia X_T.</p> $R_T = 0.2 \times X_T$ $X_T = \sqrt{Z_T^2 - R_T^2}$ <p>Entonces se tiene:</p> $R_{AT} = 0.006495 \text{ Ohm} \qquad R_{BT} = 0.004071 \text{ Ohm}$ $X_{AT} = 0.032477 \text{ Ohm} \qquad X_{BT} = 0.020354 \text{ Ohm}$		
<p>3.- Cálculo de la Impedancia del Cable desde SG-8000 hasta TR-8000A.</p> <p>3.1- Cálculo de la Resistencia del Cable.</p> <p>Cálculo de la resistividad eléctrica a la temperatura de operación del conductor de 80°C.</p> $\rho_{(Top=80^\circ C)} = \rho_{(T=20^\circ C)} \times \{ 1 + \alpha (Top - 20) \}$		

MEMORIA DE CALCULO 157883-000-XR-CC-0001 SUBESTACIÓN SS-8000	Rev: 1 Especialidad:
---	-------------------------

Proyecto : Out Side Building Limits OSBL.
Descripción: Cálculo de Potencia de Corto Circuito.

DESARROLLO	REFERENCIA
-------------------	-------------------

Donde:

$\rho_{(Tr=20^{\circ}C)}$: Resistividad eléctrica del conductor a la temperatura de referencia (Ohm.mm2/m)
 $\rho_{(Tr=80^{\circ}C)}$: Resistividad eléctrica del conductor a la temperatura de 80°C. (Ohm.mm2/m)

Tr : Temperatura de referencia para la Constante de los materiales : 20°C
 α_r : Coeficiente térmico de resistividad a la temperatura de referencia Tr (1/°C).

S : Sección del conductor (mm2).
 L : Longitud del conductor (m).

Reemplazando datos tenemos para el Cobre:

$\rho_{(Tr=20^{\circ}C)} = 0.0172 \text{ Ohm.mm2/m}$
 $\alpha_r = 0.00393 \text{ 1/}^{\circ}\text{C}$
 $Top = 80 \text{ }^{\circ}\text{C}$
 $Tr = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$

IEEE-Std80 , pag 41
IEEE-Std80 , pag 41

$$\rho_{(Top=80^{\circ}C)} = 0.0213 \text{ Ohm.mm2/m}$$

$$R_c = \frac{\rho_{(Top=80^{\circ}C)} \times L}{S}$$

3.2- Cálculo de la Reactancia del Cable.

Se tiene la siguiente tabla en donde se indica la reactancia del cable de acuerdo a la configuración de tendido.

Tipo de instalación	Juego de barras	Cable trifásico	Cables unipolares separados	Cables unipolares colocados en triángulo	3 cables en línea juntos	3 cables en línea separados «d»: d = 2r d = 4r
Esquema						
Reactancia unitaria valores extremos en mΩ/m	0,15	0,08	0,15	0,085	0,095	0,145 0,19
Reactancia unitaria valores extremos en mΩ/m	0,12-0,18	0,06-0,1	0,1-0,2	0,08-0,09	0,09-0,1	0,14-0,15 0,18-0,20

Los cables serán tripolares , se selecciona X_c de la tabla:

$$X_c = 0.00008 \text{ Ohm/m.}$$

3.3- Cálculo de la Impedancia del Cable.

$$Z_c = \sqrt{\left(\frac{R_c}{n}\right)^2 + \left(\frac{X_c}{n}\right)^2}$$

Sección Equiv AWG-mm2/ S(mm2)	Resistencia Rc(Ohm/m)	Reactancia Xc(Ohm/m)	Impedancia Zc(Ohm/m)	Tablero	Cable/ Phase	Configuración.
67.43	0.000315	0.00008	0.000325	DP-8004	1	4x2/0AWG+GW;XLPE(XHHW),TYPE*TC*
67.43	0.000315	0.00008	0.000325	DP-8004-A	1	4x2/0AWG+GW;XLPE(XHHW),TYPE*TC*
67.43	0.000315	0.00008	0.000325	DP-8004-B	1	4x2/0AWG+GW;XLPE(XHHW),TYPE*TC*
67.43	0.000315	0.00008	0.000325	DP-8004-D	1	3x2/0AWG+GW;XLPE(XHHW),TYPE*TC*
152	0.000140	0.00008	0.000161	DP-8004-E	1	4x300AWG+GW;XLPE(XHHW),TYPE*TC*
152	0.000140	0.00008	0.000161	DP-8004-C	1	4x300AWG+GW;XLPE(XHHW),TYPE*TC*
253	0.000084	0.00008	0.00011E	DP-8000	2	2(4x500MCM+GW);XLPE(XHHW),TYPE*TC*

4- Corriente de Corto Circuito en "DP-8000"

El factor de transformación "T" de la impedancia de la red reflejada al secundario del transformador será:

MEMORIA DE CALCULO 157883-000-XR-CC-0001 SUBESTACIÓN SS-8000		Rev: 1
		Especialidad:
Proyecto : Out Side Building Limits OSBL		Instalaciones eléctricas.
Descripción: Calculo de Potencia de Corto Circuito.		
DESARROLLO		REFERENCIA
$T = \left(\frac{U_{BT}}{U_{AT}} \right)^2$ $R_A = T \times R_{CCRED} + R_{BT} + R_C \left(\frac{L}{n} \right) \qquad X_A = T \times X_{CCRED} + X_{BT} + X_C \left(\frac{L}{n} \right)$ $Z_A = \sqrt{R_A^2 + X_A^2}$		
<p>n : Número de conductores por fase. L : Longitud del conductor (m), desde el TR-8000A hasta DP-8000.</p>		
<p>T = 0.6267</p> <p>R_A = 0.0055836 Ohm.</p> <p>X_A = 0.0246966 Ohm.</p> <p>Z_A = 0.0253199 Ohm.</p>		
Entonces:		
$I_A = \frac{U_{BT}}{\sqrt{3} \times Z_A}$		
<p>I_A = 8.6649 KA</p>		
De la figura 2 hallamos el valor de "K" de acuerdo a la relación Ra/Xa.		
$\frac{R_A}{X_A} = 0.23$		
<p>K = 1.52</p>		
Fig. 2: Variación del factor K en función de R/X (IEC 60909).		
Por lo tanto la corriente de corto circuito asimétrica será:		
$I_{CCA} = \sqrt{2} \times K \times I_A$		
<p>I_{CCA} = 18.6260 KA</p>		
4.1- Corriente de Corto Circuito en "A1". Tablero DP-8004.		
<p>n = 1</p> <p>L = 6 m</p> <p>R_{A1} = 0.0074749 Ohm.</p> <p>X_{A1} = 0.0251766 Ohm.</p> <p>Z_{A1} = 0.0262628 Ohm.</p>		

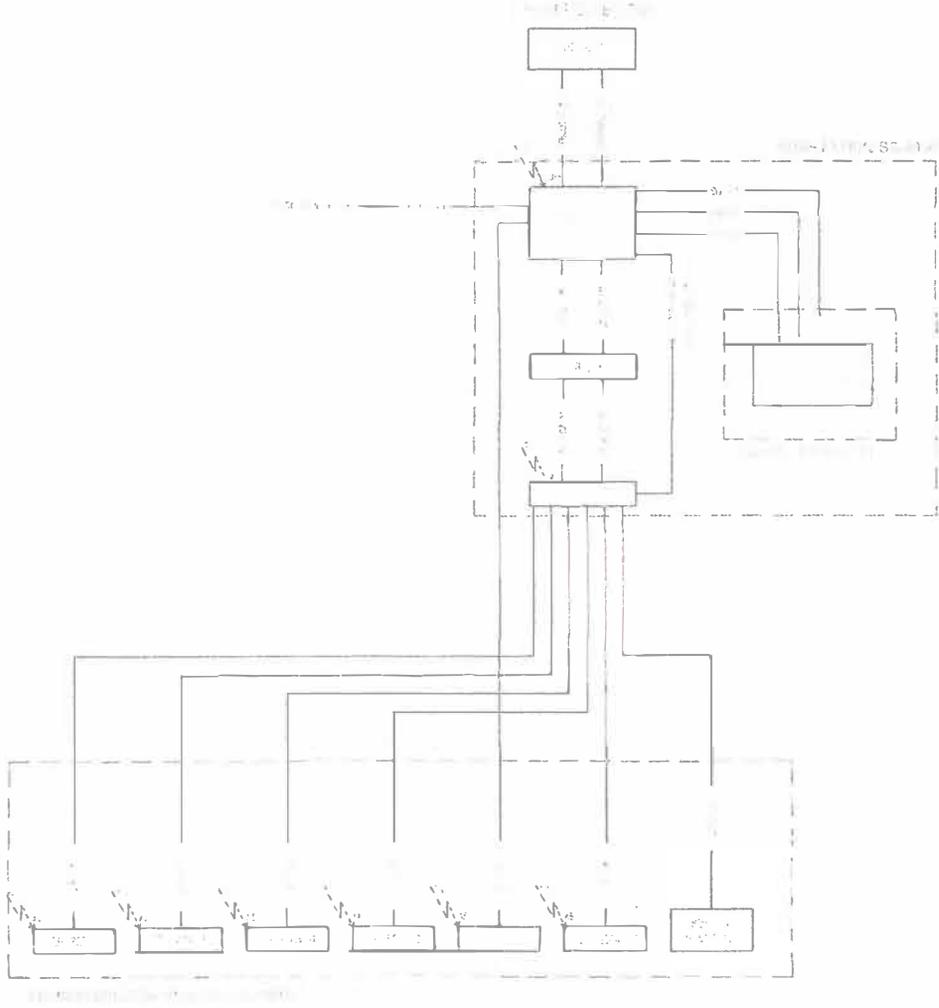
MEMORIA DE CALCULO 157883-000-XR-CC-0001 SUBESTACIÓN SS-8000		Rev: 1
		Especialidad:
Proyecto : Out Side Building Limits OSBL.		Instalaciones eléctricas.
Descripción: Calculo de Potencia de Corto Circuito.		
DESARROLLO		REFERENCIA
<p>Entonces:</p> $I_{A1} = 8.3538 \text{ KA}$ <p>De la figura 2 hallamos el valor de "K" de acuerdo a la relación R_{A1}/X_{A1}.</p> $\frac{R_{A1}}{X_{A1}} = 0.30$ $K = 1.40$ <p>Por lo tanto la corriente de corto circuito asimétrica será:</p> $I_{CC-A1} = 16.5396 \text{ KA}$		
<p>4.2- Corriente de Corto Circuito en "A2". Tablero DP-8004-A.</p> $n = 1$ $L = 58 \text{ m}$ $R_{A2} = 0.0238667 \text{ Ohm.}$ $X_{A2} = 0.0293366 \text{ Ohm.}$ $Z_{A2} = 0.0378187 \text{ Ohm.}$ <p>Entonces:</p> $I_{A2} = 5.8012 \text{ KA}$ <p>De la figura 2 hallamos el valor de "K" de acuerdo a la relación R_{A2}/X_{A2}.</p> $\frac{R_{A2}}{X_{A2}} = 0.81$ $K = 1.12$ <p>Por lo tanto la corriente de corto circuito asimétrica será:</p> $I_{CC-A2} = 9.1888 \text{ KA}$		
<p>4.3- Corriente de Corto Circuito en "A3". Tablero DP-8004-B.</p> $n = 1$ $L = 6 \text{ m}$ $R_{A3} = 0.0074749 \text{ Ohm.}$ $X_{A3} = 0.0251766 \text{ Ohm.}$ $Z_{A3} = 0.0262628 \text{ Ohm.}$ <p>Entonces:</p> $I_{A3} = 8.3538 \text{ KA}$ <p>De la figura 2 hallamos el valor de "K" de acuerdo a la relación R_{A3}/X_{A3}.</p> $\frac{R_{A3}}{X_{A3}} = 0.30$ $K = 1.40$ <p>Por lo tanto la corriente de corto circuito asimétrica será:</p> $I_{CC-A3} = 16.5396 \text{ KA}$		
<p>4.4- Corriente de Corto Circuito en "A4". Tablero DP-8004-C.</p> $n = 1$ $L = 8 \text{ m}$		

MEMORIA DE CALCULO 157883-000-XR-CC-0001 SUBESTACIÓN SS-8000		Rev: 1
		Especialidad:
Proyecto : Out Side Building Limits OSBL.		Instalaciones eléctricas.
Descripción: Calculo de Potencia de Corto Circuito		
DESARROLLO		REFERENCIA
$R_{A4} = 0.0067023 \text{ Ohm.}$ $X_{A4} = 0.0253366 \text{ Ohm.}$ $Z_{A4} = 0.0262080 \text{ Ohm.}$ <p>Entonces:</p> $I_{A4} = \mathbf{8.3712 \text{ KA}}$ <p>De la figura 2 hallamos el valor de "K" de acuerdo a la relación R_s/X_{As}.</p> $\frac{R_{A4}}{X_{A4}} = \mathbf{0.26}$ $K = \mathbf{1.44}$ <p>Por lo tanto la corriente de corto circuito asimétrica será:</p> $I_{CC-A4} = \mathbf{17.0477 \text{ KA}}$ <p>4.5- Corriente de Corto Circuito en "A6". Tablero DP-8004-E.</p> $n = 1$ $L = 15 \text{ m}$ $R_{A6} = 0.0076812 \text{ Ohm.}$ $X_{A6} = 0.0258966 \text{ Ohm.}$ $Z_{A6} = 0.0270117 \text{ Ohm.}$ <p>Entonces:</p> $I_{A6} = \mathbf{8.1222 \text{ KA}}$ <p>De la figura 2 hallamos el valor de "K" de acuerdo a la relación R_s/X_{As}.</p> $\frac{R_{A6}}{X_{A6}} = \mathbf{0.30}$ $K = \mathbf{1.44}$ <p>Por lo tanto la corriente de corto circuito asimétrica será:</p> $I_{CC-A6} = \mathbf{16.5405 \text{ KA}}$ <p>4.6- Corriente de Corto Circuito en "A5". Tablero DP-8004-D.</p> $n = 1$ $L = 56 \text{ m}$ $R_{A5} = 0.0197312 \text{ Ohm.}$ $X_{A5} = 0.0110891 \text{ Ohm.}$ $Z_{A5} = 0.0226338 \text{ Ohm.}$ <p>Entonces:</p> $I_{A5} = \mathbf{12.2440 \text{ KA}}$ <p>De la figura 2 hallamos el valor de "K" de acuerdo a la relación R_s/X_{As}.</p> $\frac{R_{A5}}{X_{A5}} = \mathbf{1.78}$ $K = \mathbf{1.12}$ <p>Por lo tanto la corriente de corto circuito asimétrica será:</p> $I_{CC-A5} = \mathbf{19.3935 \text{ KA}}$		

	MEMORIA DE CALCULO 157883-000-XR-CC-0001 SUBESTACIÓN SS-8000	Rev: 1 Especialidad:
--	---	-------------------------

Proyecto : Out Side Building Limits OSBL. Descripción: Calculo de Potencia de Corto Circuito.	Instalaciones eléctricas.
--	---------------------------

DESARROLLO	REFERENCIA
-------------------	-------------------



MEMORIA DE CALCULO
157883-620-XR-CC-0001
SUBESTACIÓN SS-7601

Rev: 1
 Especialidad:

Proyecto : Out Site Building Limits OSBL.
 Descripción: Calculo de Potencia de Corto Circuito.

Instalaciones eléctricas.

DESARROLLO.

REFERENCIA

CALCULO DE POTENCIA DE CORTO CIRCUITO SS-7601.

Para el cálculo de la corriente de corto circuito tomaremos el caso mas desfavorable y consideraremos una falla trifásica.

Defecto trifásico



$$I_{cc3} = \frac{U / \sqrt{3}}{Z_{cc}}$$

Condiciones Generales:

Potencia de Transformador TR-7602(S T)	0.25	MVA	
Tensión Nominal de la red. (U)	0.48	kV	
Corriente de Cortocircuito "DP-7601" (Icc RED)	40	kA	Ver plano 157883-000-EL-SD-0001-02
Potencia de Corto circuito en "DP-7601"(SCC RED)	33	SCCA	
Tensión de Corto Circuito del Transformador (Ucc%)	5.75	%	
Tensión Nominal. Lado Primario del Transformador. (U AT)	0.48	kV	
Tensión Nominal. Lado Secundario del Transformador. (U BT)	0.38	kV	
Número de conductores por fase. (n)	2		
Longitud del conductor. (L).	6	m	
Impedancia de Corto circuito red (Zcc RED)	0.00692820	Ohm.	
Reactancia de Corto circuito red (Xcc RED)	0.00660908	Ohm.	
Resistencia de Corto circuito red (Rcc RED)	0.00207846	Ohm.	
Factor de transformación "T".	0.62673611		
Impedancia. Lado Primario del Transformador. (Z TAT)	0.05299200	Ohm.	
Impedancia. Lado Secundario del Transformador. (Z TBT)	0.03321200	Ohm.	
Reactancia. Lado Primario del Transformador. (X AT)	0.05196293	Ohm.	
Resistencia. Lado Primario del Transformador. (R AT)	0.01039259	Ohm.	
Reactancia. Lado Secundario del Transformador. (X BT)	0.03256705	Ohm.	
Resistencia. Lado Secundario del Transformador.(R BT)	0.00651341	Ohm.	
Seccion del cable.(S)	Item 3.3	mm2.	
Impedancia del cable. (Z c)	Item 3.3	Ohm/m.	
Reactancia del cable. (Xc)	Item 3.3	Ohm/m.	
Resistencia del cable. (R c)	Item 3.3	Ohm/m.	

MEMORIA DE CALCULO 157883-620-XR-CC-0001 SUBESTACIÓN SS-7601		Rev: 1
		Especialidad:
Proyecto : Out Side Building Limits OS B.		Instalaciones eléctricas.
Descripción: Cálculo de Potencia de Corto Circuito.		
DESARROLLO.		REFERENCIA
<p>1.- Cálculo de la Impedancia de Corto Circuito de la Red (DP-7601).</p> $S_{cc} = \sqrt{3} \times U \times I_{cc} \qquad S_{cc} = \frac{U^2}{Z_{cc}}$ <p>Por lo tanto:</p> $S_{CC_{RED}} = \sqrt{3} \times U \times (I_{CC_{RED}})$ $S_{CC_{RED}} = \quad \mathbf{33.25537551 \text{ MVA}}$ $Z_{CC_{RED}} = \frac{U^2}{S_{CC_{RED}}}$ $Z_{CC_{RED}} = \quad \mathbf{0.0069282 \text{ Ohm}}$ <p>La relación entre la resistencia y la reactividad del circuito aguas arriba Z_{ccred} se deducen a partir de la siguiente aproximación:</p> $R_{CCRED}/Z_{CCRED} \qquad \mathbf{0.3}$ $\frac{X_{CC_{RED}}}{Z_{CC_{RED}}} = \sqrt{1 - \left(\frac{R_{CC_{RED}}}{Z_{CC_{RED}}}\right)^2}$ $R_{CC_{RED}} = \quad \mathbf{0.002078461 \text{ Ohm}}$ $X_{CC_{RED}} = \quad \mathbf{0.006609085 \text{ Ohm}}$ <p>2.- Cálculo de la Impedancia del Transformador. TR-7602</p> $Z_{TAT} = u_k \times \left(\frac{U_{AT}^2}{S_T}\right) \qquad Z_{TBT} = u_k \times \left(\frac{U_{BT}^2}{S_T}\right)$ <p>Por lo tanto:</p> $Z_{TAT} = \quad \mathbf{0.052992 \text{ Ohm}}$ $Z_{TBT} = \quad \mathbf{0.033212 \text{ Ohm}}$ <p>En general $R_T \ll X_T$, del orden de 0,2 X_T y la impedancia interna de los transformadores puede asumirse igual a la reactividad X_T.</p> $R_T = 0.2 \times X_T$ $X_T = \sqrt{Z_T^2 - R_T^2}$ <p>Entonces se tiene:</p> $R_{AT} = \quad \mathbf{0.010393 \text{ Ohm}} \qquad R_{BT} = \quad \mathbf{0.006513 \text{ Ohm}}$ $X_{AT} = \quad \mathbf{0.051963 \text{ Ohm}} \qquad X_{BT} = \quad \mathbf{0.032567 \text{ Ohm}}$ <p>3.- Cálculo de la Impedancia del Cable desde DP-7601 hasta TR-7602.</p> <p>3.1- Cálculo de la Resistencia del Cable.</p> <p>Cálculo de la resistividad eléctrica a la temperatura de operación del conductor de 80°C.</p> $\rho_{(Top=80^\circ C)} = \rho_{(T=20^\circ C)} \times [1 + \alpha (Top - 20)]$		

	MEMORIA DE CALCULO 157883-620-XR-CC-0001 SUBESTACIÓN SS-7601	Rev: 1 Especialidad:
--	---	-------------------------

Proyecto : Out Side Building Limits OSBL.
 Descripción: Calculo de Potencia de Corto Circuito. Instalaciones eléctricas.

DESARROLLO.	REFERENCIA
--------------------	-------------------

Donde:

$\rho_{(Tr=20^{\circ}C)}$: Resistividad eléctrica del conductor a la temperatura de referencia (Ohm.mm2/m)

$\rho_{(Tr=80^{\circ}C)}$: Resistividad eléctrica del conductor a la temperatura de 80°C. (Ohm.mm2/m)

Tr : Temperatura de referencia para la Constante de los materiales : 20°C

Gr : Coeficiente térmico de resistividad a la temperatura de referencia Tr (1/°C).

S : Sección del conductor (mm2).

L : Longitud del conductor (m).

Reemplazando datos tenemos para el Cobre:

$\rho_{(Tr=20^{\circ}C)} = 0.0172 \text{ Ohm.mm2/m}$

$\alpha_r = 0.00393 \text{ 1/}^{\circ}\text{C}$

Top = 80 °C

Tr = 20 °C

IEEE-Std80 , pag 41

IEEE-Std80 , pag 41

$\rho_{(Top=80^{\circ}C)} = 0.0213 \text{ Ohm.mm2/m}$

$$R_C = \frac{\rho_{(Top=80^{\circ}C)} \times L}{S}$$

3.2- Cálculo de la Reactancia del Cable.

Se tiene la siguiente tabla en donde se indica la reactancia del cable de acuerdo a la configuración de tendido.

Tipo de Instalación	Juego de barras	Cable trifásico	Cables unipolares separados	Cables unipolares colocados en triángulo	3 cables en línea juntos	3 cables en línea separados «d»:	d = 2r	d = 4r
Esquema								
Reactancia unitaria valores extremos en mΩ/m	0.15	0.08	0.15	0.085	0.095	0.145	0.19	
Reactancia unitaria valores extremos en mΩ/m	0.12-0.18	0.06-0.1	0.1-0.2	0.08-0.09	0.09-0.1	0.14-0.15	0.18-0.20	

Los cables serán tripolares , se selecciona Xc de la tabla:

$$X_C = 0.00008 \text{ Ohm/m.}$$

3.3- Cálculo de la Impedancia del Cable.

$$Z_c = \sqrt{\left(\frac{R_c}{n}\right)^2 + \left(\frac{X_c}{n}\right)^2}$$

Seccion Equiv AWG-mm2 S(mm2)	Resistencia Rc(Ohm/m)	Reactancia Xc(Ohm/m)	Impedancia Zc(Ohm/m)	Tablero	Cable/ Fase	Configuración.
21.15	0.001005	0.00008	0.001008	DP-8007-A	1	3x4AWG+GW;XLPE(XHHW).TYPE"TC"
33.63	0.000632	0.00008	0.000637	DP-8005-A	1	4x2AWG+GW;XLPE(XHHW).TYPE"TC"
33.63	0.000632	0.00008	0.000637	DP-8006	1	4x2AWG+GW;XLPE(XHHW).TYPE"MC"
33.63	0.000632	0.00008	0.000637	DP-8008	1	4x2AWG+GW;XLPE(XHHW).TYPE"MC"
53.48	0.000397	0.00008	0.000405	DP-8007	1	4x1/0AWG+GW;XLPE(XHHW).TYPE"MC"
107.2	0.000198	0.00008	0.000214	DP-8005	1	4x4/0AWG+GW;XLPE(XHHW).TYPE"TC"

4- Corriente de Corto Circuito en "DP-7602".

El factor de transformación "T" de la impedancia de la red reflejada al secundario del transformador será:

	MEMORIA DE CALCULO 157883-620-XR-CC-0001 SUBESTACIÓN SS-7601	Rev: 1
		Especialidad:

Proyecto : Out Side Building Limits OSBL.
 Descripción: Calculo de Potencia de Corto Circuito. Instalaciones eléctricas.

DESARROLLO.	REFERENCIA
--------------------	-------------------

$$T = \left(\frac{U_{BT}}{U_{AT}} \right)^2$$

$$R_A = T \times R_{CCRED} + R_{BT} + R_C \left(\frac{L}{n} \right)$$

$$X_A = T \times X_{CCRED} + X_{BT} + X_C \left(\frac{L}{n} \right)$$

$$Z_A = \sqrt{R_A^2 + X_A^2}$$

n : Número de conductores por fase.

L : Longitud del conductor (m) , desde el TR-7602 hasta DP-7602.

$$T = 0.6267$$

$$R_A = 0.0080818 \text{ Ohm.}$$

$$X_A = 0.0369492 \text{ Ohm.}$$

$$Z_A = 0.0378227 \text{ Ohm.}$$

Entonces:

$$I_A = \frac{U_{BT}}{\sqrt{3} \times Z_A}$$

$$I_A = 5.8006 \text{ KA}$$

De la figura 2 hallamos el valor de "K" de acuerdo a la relación Ra/Xa.

$$\frac{R_A}{X_A} = 0.22$$

$$K = 1.52$$

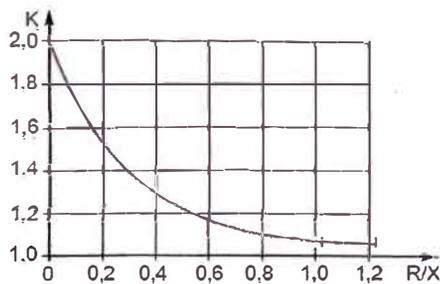


Fig. 2: Variación del factor K en función de R/X (IEC 60909).

Por lo tanto la corriente de corto circuito asimétrica será:

$$I_{CC-A} = \sqrt{2} \times K \times I_A$$

$$I_{CC-A} = 12.4689 \text{ KA}$$

4.1- Corriente de Corto Circuito en "A1". Tablero DP-8005.

$$n = 1$$

$$L = 4 \text{ m}$$

MEMORIA DE CALCULO 157883-620-XR-CC-0001 SUBESTACIÓN SS-7601		Rev: 1
		Especialidad:
Proyecto : Out Side Building Limits OSBL.		Instalaciones eléctricas.
Descripción: Calculo de Potencia de Corto Circuito.		
DESARROLLO.		REFERENCIA
$R_{A1} = 0.0088749 \text{ Ohm.}$ $X_{A1} = 0.0372692 \text{ Ohm.}$ $Z_{A1} = 0.0383113 \text{ Ohm.}$ <p>Entonces:</p> $I_{A1} = 5.7266 \text{ KA}$ <p>De la figura 2 hallamos el valor de "K" de acuerdo a la relación R_{A1}/X_{A1}.</p> $\frac{R_{A1}}{X_{A1}} = 0.24$ $K = 1.48$ <p>Por lo tanto la corriente de corto circuito asimétrica será:</p> $I_{CC-A1} = 11.9860 \text{ KA}$ <p>4.2- Corriente de Corto Circuito en "A2". Tablero DP-8005-A.</p> $n = 1$ $L = 4 \text{ m}$ $R_{A2} = 0.0114031 \text{ Ohm.}$ $X_{A2} = 0.0375892 \text{ Ohm.}$ $Z_{A2} = 0.0392808 \text{ Ohm.}$ <p>Entonces:</p> $I_{A2} = 5.5853 \text{ KA}$ <p>De la figura 2 hallamos el valor de "K" de acuerdo a la relación R_{A2}/X_{A2}.</p> $\frac{R_{A2}}{X_{A2}} = 0.30$ $K = 1.40$ <p>Por lo tanto la corriente de corto circuito asimétrica será:</p> $I_{CC-A2} = 11.0582 \text{ KA}$ <p>4.3- Corriente de Corto Circuito en "A3". Tablero DP-8006.</p> $n = 1$ $L = 742 \text{ m}$ $R_{A3} = 0.4770611 \text{ Ohm.}$ $X_{A3} = 0.0963092 \text{ Ohm.}$ $Z_{A3} = 0.4866854 \text{ Ohm.}$ <p>Entonces:</p> $I_{A3} = 0.4508 \text{ KA}$ <p>De la figura 2 hallamos el valor de "K" de acuerdo a la relación R_{A3}/X_{A3}.</p> $\frac{R_{A3}}{X_{A3}} = 4.95$ $K = 1.05$ <p>Por lo tanto la corriente de corto circuito asimétrica será:</p> $I_{CC-A3} = 0.6694 \text{ KA}$		

		MEMORIA DE CALCULO 157883-620-XR-CC-0001 SUBESTACIÓN SS-7801	Rev: 1
			Especialidad:
Proyecto : Out Side Building Limits OSBL.			Instalaciones eléctricas.
Descripción: Calculo de Potencia de Corto Circuito.			
DESARROLLO.		REFERENCIA	
<p>4.4- Corriente de Corto Circuito en "A4". Tablero DP-8007.</p> <p style="margin-left: 40px;"> $n = 1$ $L = 250 \quad m$ </p> <p style="margin-left: 40px;"> $R_{A4} = 0.1074449 \text{ Ohm.}$ $X_{A4} = 0.0569492 \text{ Ohm.}$ $Z_{A4} = 0.1216043 \text{ Ohm.}$ </p> <p>Entonces:</p> <p style="margin-left: 40px;">$I_{A4} = 1.8042 \text{ KA}$</p> <p>De la figura 2 hallamos el valor de "K" de acuerdo a la relación R_{A4}/X_{A4}.</p> <p style="margin-left: 40px;"> $\frac{R_{A4}}{X_{A4}} = 1.89$ $K = 1.05$ </p> <p>Por lo tanto la corriente de corto circuito asimétrica será:</p> <p style="margin-left: 40px;">$I_{CC-A4} = 2.6790 \text{ KA}$</p>			
<p>4.5- Corriente de Corto Circuito en "A5". Tablero DP-8007-A.</p> <p style="margin-left: 40px;"> $n = 1$ $L = 6 \quad m$ </p> <p style="margin-left: 40px;"> $R_{A5} = 0.1134749 \text{ Ohm.}$ $X_{A5} = 0.0574292 \text{ Ohm.}$ $Z_{A5} = 0.1271796 \text{ Ohm.}$ </p> <p>Entonces:</p> <p style="margin-left: 40px;">$I_{A5} = 1.7251 \text{ KA}$</p> <p>De la figura 2 hallamos el valor de "K" de acuerdo a la relación R_{A5}/X_{A5}.</p> <p style="margin-left: 40px;"> $\frac{R_{A5}}{X_{A5}} = 1.98$ $K = 1.05$ </p> <p>Por lo tanto la corriente de corto circuito asimétrica será:</p> <p style="margin-left: 40px;">$I_{CC-A5} = 2.5616 \text{ KA}$</p>			
<p>4.6- Corriente de Corto Circuito en "A6". Tablero DP-8008.</p> <p style="margin-left: 40px;"> $n = 1$ $L = 230 \quad m$ </p> <p style="margin-left: 40px;"> $R_{A6} = 0.1534527 \text{ Ohm.}$ $X_{A6} = 0.0553492 \text{ Ohm.}$ $Z_{A6} = 0.1631296 \text{ Ohm.}$ </p> <p>Entonces:</p> <p style="margin-left: 40px;">$I_{A6} = 1.3449 \text{ KA}$</p> <p>De la figura 2 hallamos el valor de "K" de acuerdo a la relación R_{A6}/X_{A6}.</p> <p style="margin-left: 40px;"> $\frac{R_{A6}}{X_{A6}} = 2.77$ $K = 1.07$ </p>			

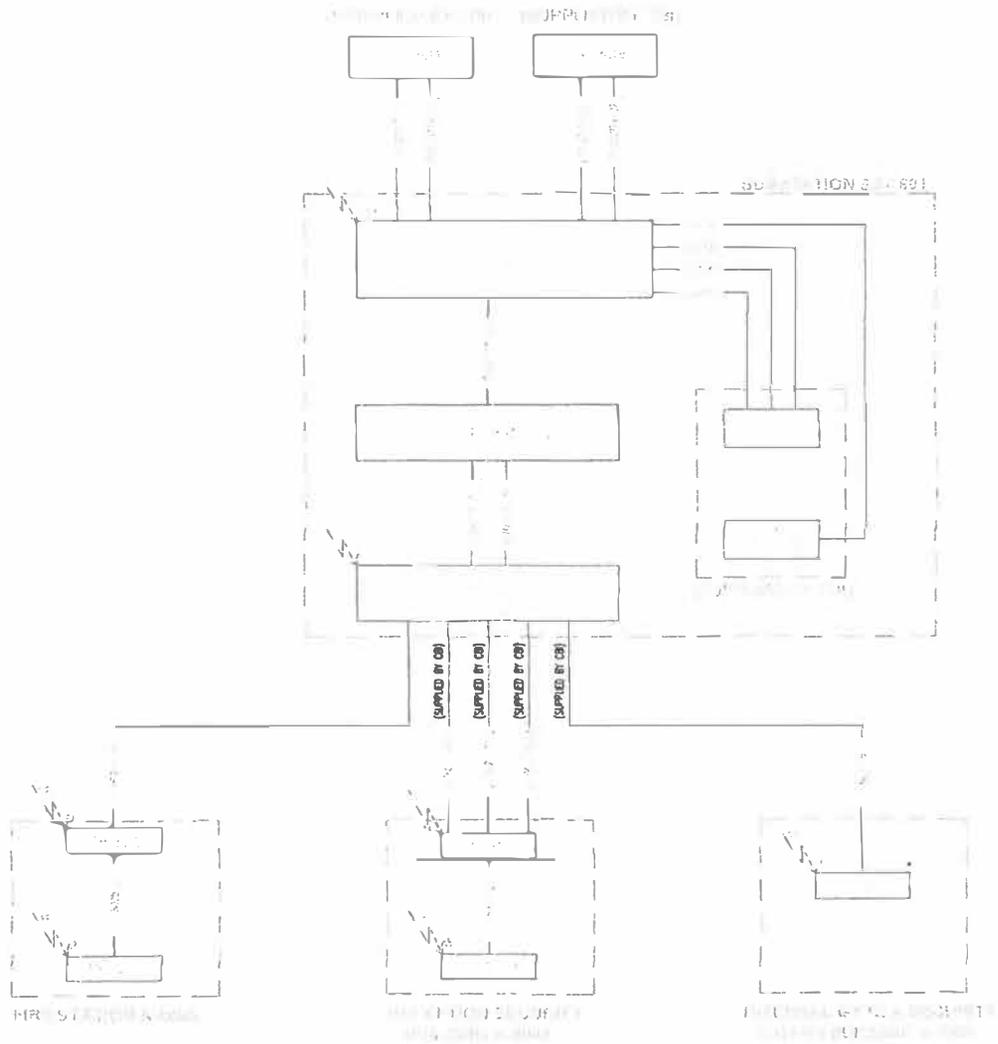
	MEMORIA DE CALCULO 157883-620-XR-CC-0001 SUBESTACION SS-7601	Rev: 1 Especialidad:
--	---	-------------------------

Proyecto : Out Side Building Limits OSBL.
 Descripción: Calculo de Potencia de Corto Circuito.

DESARROLLO.	REFERENCIA
--------------------	-------------------

Por lo tanto la corriente de corto circuito asimétrica será:

$$I_{cc-16} = 2.0351 \text{ KA}$$



BIBLIOGRAFIA Y REFERENCIAS

- [1] ANSI: AMERICAN NATIONAL STANDARDS INTERNATIONAL.
- [2] NEMA: NATIONAL ELECTRICAL MANUFACTURE AMERICAN.
- [3] UL: UNDERSTAND LABORATORIES.
- [4] NEC: NATIONAL ELECTRIC CODE.
- [5] NFPA: NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION.
- [6] IEEE: INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS
- [7] IEC: INTERNATIONAL ELECTRIC COMMISSION.
- [8] CNE: CODIGO NACIONAL DE ELECTRICIDAD.
- [9] NTP: NORMAS TECNICAS PERUANAS.
- [10] RNC: REGLAMENTO NACIONAL DE CONSTRUCCIONES.
- [11] MANUALES DE EQUIPOS ELECTRICOS COMO: MCC MARCA POWELL, BREAKERS, RELES DE PROTECCION, UPS, BATERIAS, CARGADORES, TRANSFORMADORES, CABLES (TIPO NYY, MC, TC), TRANSFORMADORES DE CORRIENTE Y TENSION.
- [12] INGENIERIA DE DETALLE CENTRAL TERMICA LA PAJUELA YANACocha.
- [13] INGENIERIA DE DETALLE TALLER DE SOLDADURA YANACocha NORTE.
- [14] INGENIERIA DE DETALLE PROYECTO UNDERGROUND-PAMPA MELCHORITA, EL CUAL COMPRENDE EL DISEÑO DE 15 SUBESTACIONES EN MT.
- [15] INGENIERIA DE DETALLE COCINA-COMEDOR ANTAMINA, ELABORACION EXPEDIENTE TECNICO.
- [16] INGENIERIA DE DETALLE LABORATORIO METALURGICO BARRICK-MISQUISHILCA.