

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

DISEÑO DE LA RED ELÉCTRICA DE LA NUEVA PLANTA DESHIDROGENIZADORA DE PROPANO DE PEQUIVEN

Profesor Guía: Ing. Nerio Ojeda.
Tutor Industrial: Ing. Jorge Kesic.

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
por el Br. Cante M., Domenico L.
para optar al título de
Ingeniero Electricista

Caracas, 2008

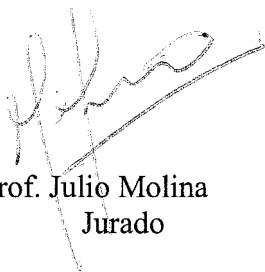
CONSTANCIA DE APROBACIÓN

Caracas, 14 de febrero de 2008

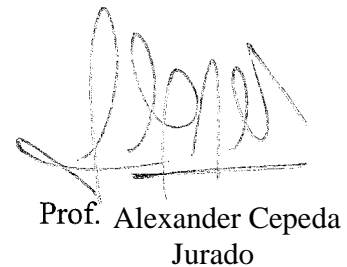
Los abajo firmantes, miembros del Jurado designado por el Consejo de Escuela de Ingeniería Eléctrica, para evaluar el Trabajo Especial de Grado presentado por el Bachiller Domenico L. Cante M., titulado:

"DISEÑO DE LA RED ELÉCTRICA DE LA NUEVA PLANTA DESHIDROGENIZADORA DE PROPANO DE PEQUIVEN".

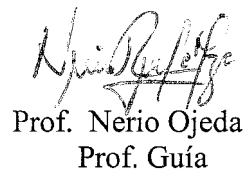
Consideran que el mismo cumple con los requisitos exigidos por el plan de estudios conducente al Título de Ingeniero Electricista en la mención de Potencia, y sin que ello signifique que se hacen solidarios con las ideas expuestas por el autor, lo declaran APROBADO.



Prof. Julio Molina
Jurado



Prof. Alexander Cepeda
Jurado



Prof. Nerio Ojeda
Prof. Guía

DEDICATORIA

A Dios Todopoderoso

*A mis Padres por ser siempre amigos incondicionales y tener confianza en mí
durante toda mi carrera*

A Gabriela, por estar siempre a mi lado y ser una persona excelente

A mi hermano, por ser siempre un ejemplo de vida

RECONOCIMIENTOS Y AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Central de Venezuela, por brindarme la oportunidad de formar parte de esta casa de estudio, y a la Facultad de Ingeniería por darme formación profesional y hacerme lo que soy.

A las Empresas Y&V, por abrirme sus puertas y darme la oportunidad de formar parte de este gran equipo y su personal.

A mis tutores Jorge Kesic y Nerio Ojeda, por ayudarme siempre que los necesite y transmitirme sus conocimientos.

A los ingenieros Vicente Lopez, Aquiles Urdaneta, Johnny Paz, Daniel Serres, Carla Cuenca y Elio Texeira.

A mi novia.

A mis amigos.

A todos los que de una u otra forma intervinieron en mi formación y me dieron una mano durante mi carrera profesional, gracias.

Domenico Cante.

Cante M., Domenico L.

**DISEÑO DE LA RED ELÉCTRICA DE LA NUEVA PLANTA
DESHIDROGENIZADORA DE PROPANO DE PEQUIVEN**

Prof. Guía: Ing. Nerio Ojeda. Tutor Industrial: Ing. Jorge Kesic. Tesis. Caracas. U.C.V. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Eléctrica. Ingeniero Electricista. Opción: Potencia. Institución: Empresas Y&V. 2008. 94h. + anexos.

Palabras Claves: Ingeniería básica, Subestación eléctrica, Flujo de carga, Cortocircuito, Puesta a tierra, Protección contra rayos, Sistemas auxiliares, Sistemas de iluminación.

Resumen. Como parte del proyecto de expansión de PDVSA, a través de su filial PEQUIVEN se plantea el diseño de una planta deshidrogenadora de propano como paso previo en la obtención de propileno, muy necesario en las industrias relacionadas con el plástico en Venezuela. La finalidad de este trabajo es el desarrollo de la ingeniería básica de la red eléctrica de la planta, la cual consta de un área de procesos, una subestación eléctrica y siete edificaciones (sala de control, laboratorio, sala de cambio de operadores, taller de mantenimiento, edificio de administración y oficinas, almacén de químicos y caseta de vigilancia). La planta estará ubicada en una parcela de 10 hectáreas dentro del complejo petroquímico José Antonio Anzoátegui, en el estado Anzoátegui. El diseño de la red contempla la subestación eléctrica incluyendo centros de distribución de potencia (CDP) y centros de control de motores (CCM) y las instalaciones eléctricas de las edificaciones (alumbrado, tomacorrientes, puesta a tierra y protección contra descargas atmosféricas) además del alumbrado de vías y estacionamientos, que constituyen las áreas comunes de la planta. Para ello se hicieron cálculos eléctricos utilizando programas de simulación especializados. La alimentación es provista por PEQUIVEN en 34,5 kV, por lo cual se diseñó una subestación donde se distribuye energía a cargas en la planta, mayormente motores en tensiones de 4,16 kV y 480 V, además de las cargas en las edificaciones en 480 V.

ÍNDICE GENERAL

CONSTANCIA DE APROBACIÓN.....	¡Error! Marcador no definido.
DEDICATORIA	iii
RECONOCIMIENTOS Y AGRADECIMIENTOS	iv
LISTA DE TABLAS	xi
LISTA DE FIGURAS	xv
LISTA DE PLANOS	xvi
SIGLAS.....	xviii
INTRODUCCIÓN	19
CAPÍTULO I.....	3
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y OBJETIVOS	3
1.1 Planteamiento del problema.....	3
1.2 Objetivo general	4
1.3 Objetivos específicos	4
1.4 Metodología	5
CAPÍTULO II	7
BASES Y CRITERIOS DE DISEÑO DE LA RED	7
2.1 Alcance.....	7
2.2 Bases de diseño	7
2.3 Condiciones ambientales y datos del sitio	8
2.4 Normas y códigos aplicables.....	9
2.5 Criterios de diseño.....	10
2.6 Niveles de tensión	11
2.7 Selección de equipos	11
2.8 Canalizaciones eléctricas	12
2.9 Cables de fuerza, control e iluminación.....	12
2.10 Alumbrado	13
2.11 Tomacorrientes.....	15

2.12	Puesta a tierra	15
2.13	Sistema de protección contra descargas atmosféricas.....	17
2.14	Sistema de emergencia.....	17
CAPÍTULO III		18
INGENIERÍA BÁSICA DE LA RED ELÉCTRICA DE LAS EDIFICACIONES Y ÁREAS COMUNES		18
3.1	Tipos de tableros	19
3.1.1	Tablero tipo NLAB	20
3.1.2	Tablero tipo NAB.....	20
3.1.3	Tablero tipo NHB.....	21
3.1.4	Tablero tipo CCB	21
3.1.5	Tablero tipo CDP	22
3.2	Carga conectada	22
3.3	Factor de demanda	23
3.4	Diseño de instalaciones eléctricas.....	23
3.4.1	Sala de control.....	23
3.4.2	Laboratorio.....	27
3.4.3	Sala de cambio de operadores.....	29
3.4.4	Edificio de administración y oficinas.....	30
3.4.5	Taller de mantenimiento	31
3.4.6	Edificio de almacén de químicos	32
3.4.7	Caseta de vigilancia	32
CAPÍTULO IV		34
ESTUDIOS ELÉCTRICOS		34
4.1	Flujo de carga.....	34
4.1.1	Premisas del estudio.....	35
4.1.2	Casos de estudio.....	36
4.2	Estudio de cortocircuito	41
4.2.1	Premisas del estudio.....	44
4.2.2	Casos de estudio.....	45

4.2.3	Análisis de resultados.....	47
4.3	Estudio de arranque de motores	48
4.3.1	Premisas del estudio.....	49
4.3.2	Casos de estudio.....	51
4.3.3	Análisis de resultados.....	56
CAPÍTULO V		58
INGENIERÍA BÁSICA DE LA SUBESTACIÓN.....		58
5.1	Descripción de la subestación	59
5.2	Malla de puesta a tierra	63
5.2.1	Premisas del Diseño	67
5.2.2	Resultado del diseño	71
5.4	Sistema de protección contra descargas atmosféricas.....	74
5.5	Alumbrado de áreas comunes, vialidad y estacionamientos	76
CAPÍTULO VI.....		78
Estimado de costos.....		78
CONCLUSIONES		82
RECOMENDACIONES		84
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		85
BIBLIOGRAFÍA		88
[ANEXO N° 1].....		95
Lista de cargas suministrada por PEQUIVEN		95
[ANEXO N° 2].....		100
Tablas de Dimensionamiento de Transformadores.....		100
[ANEXO N° 3].....		105
Estudios Eléctricos de la Red.....		105
[ANEXO N° 4].....		151
Diseño de los Centros de Control de Motores (CCM).....		151
[ANEXO N° 5].....		173
Lista de cargas de las edificaciones		173
[ANEXO N° 6].....		177

Iluminación de áreas comunes y subestación (DIALux)	177
[ANEXO N° 7]	209
Alumbrado de edificaciones.....	209
Sala de Control.....	210
[ANEXO N° 8]	219
Protección contra descargas atmosféricas en subestación	224
[ANEXO N° 9]	225
Diseño de la malla de puesta a tierra en ETAP 4.0.....	225
[ANEXO N° 10]	228
Tablas de cargas y planos de instalaciones eléctricas en edificaciones	229
[ANEXO N° 11]	264
Hoja de Cálculo para alimentadores de edificaciones.....	264
[ANEXO N° 12]	265
Planos unifilares de la subestación y red eléctrica de la planta.....	265
[ANEXO N° 13]	275
Planos de disposición general de equipos en la subestación.....	275
[ANEXO N° 14]	277
Planos de vista general de la planta con edificaciones y subestación.....	277
[ANEXO N° 15]	279
Planos de ubicación de la planta dentro del Complejo Petroquímico Jose	279
[ANEXO N° 16]	281
Tablas de costos de materiales en edificaciones	281
[ANEXO N° 17]	288
Tablas de costos de materiales para alumbrado	288
[ANEXO N° 18]	289
Tablas de costos de materiales para la subestación.....	289
[ANEXO N° 19]	295
Tablas de costos de instalación	295
[ANEXO N° 20]	307
Plano de Sistema de Tierra de la S/E	307

[ANEXO N° 21]	309
DIALux versión 4.3	309
[ANEXO N° 22]	310
Estudio de la malla de tierra para edificaciones.....	310
[ANEXO N° 23]	314
ETAP versión 4.0.....	314
[ANEXO N° 24]	315
CenterONE versión 3.71	315

LISTA DE TABLAS

Tabla 2.1	Lista de normas y códigos aplicados al diseño.....	9
Tabla 2.2	Niveles de tensión establecidos por PDVSA.....	11
Tabla 2.3	Máximas caídas de tensión permitidas en circuitos.....	13
Tabla 2.4	Tabla de niveles de iluminación	13
Tabla 3.1	Áreas de edificaciones en m ²	18
Tabla 4.1	Rango A de tensiones permitidas según ANSI C84.1-95.....	35
Tabla 4.2	Resultados del flujo de carga para el Caso I.....	37
Tabla 4.3	Resultados del flujo de carga en transformadores Caso I.....	37
Tabla 4.4	Resultados del flujo de carga para el Caso II.....	38
Tabla 4.5	Resultados del flujo de carga en transformadores Caso II.....	38
Tabla 4.6	Resultados del flujo de carga para el Caso III.....	39
Tabla 4.7	Resultados del flujo de carga en transformadores Caso III.....	39
Tabla 4.8	Niveles de cortocircuito para condición normal.....	45
Tabla 4.9	Niveles de cortocircuito para TR-001-04 fuera de servicio.....	46
Tabla 4.10	Niveles de cortocircuito para TR-001-01 fuera de servicio.....	47
Tabla 4.11	Niveles de tensión para arranque de 760-P014 A. Caso I.....	51
Tabla 4.12	Niveles de tensión para arranque de 740-P001 A. Caso I.....	52
Tabla 4.13	Niveles de tensión para arranque de 760-P014 A. Caso II.....	53
Tabla 4.14	Niveles de tensión para arranque de 740-P001 A. Caso II.....	53
Tabla 4.15	Niveles de tensión para arranque de 760-P014 A. Caso III.....	54
Tabla 4.16	Niveles de tensión para arranque de 740-P001 A. Caso III.....	55
Tabla 4.17	Niveles de tensión para arranque de 760-P004 A. Caso IV.....	56
Tabla 5.1	Tensiones máximas de toque y paso permitidas.....	71
Tabla 5.2	Tensiones de malla y paso en la periferia.....	73
Tabla 5.3	Hoja de cálculo para alimentadores de alumbrado.....	77
Tabla 6.1	Costos de materiales eléctricos para edificaciones.....	80

Tabla 6.2	Costos de materiales eléctricos para subestación eléctrica.....	80
Tabla 6.3	Costos de materiales eléctricos para alumbrado.....	81
Tabla 6.4	Costos de instalación de materiales y equipos eléctricos.....	81
Tabla 6.5	Costo global de las instalaciones.....	81
Tabla A1.1	Centro de Distribución de Potencia 004 (CDP 004).....	99
Tabla A1.2	Centro de Distribución de Potencia 005 (CDP 005).....	99
Tabla A1.3	Centro de Control de Motores 001 (CCM 001).....	100
Tabla A1.4	Centro de Control de Motores 002 (CCM 002).....	100
Tabla A1.5	Centro de Control de Motores 003 (CCM 003).....	101
Tabla A1.6	Centro de Control de Motores 004 (CCM 004).....	102
Tabla A2.1	Capacidad de potencia nominal para los transformadores.....	104
Tabla A2.2	Dimensionamiento de transformador TR-004-06.....	105
Tabla A2.3	Dimensionamiento de transformadores TR-001-01 y TR-001-02...	106
Tabla A2.3	Dimensionamiento de transformador TR-001-03.....	107
Tabla A2.3	Dimensionamiento de transformadores TR-001-04 y TR-001-05...	108
Tabla A5.1	Lista de cargas en la sala de control.....	177
Tabla A5.2	Lista de cargas en el laboratorio.....	178
Tabla A5.3	Lista de cargas en la sala de cambio de operadores.....	178
Tabla A5.4	Lista de cargas en el edificio de administración y oficinas.....	178
Tabla A5.5	Lista de cargas en el taller de mantenimiento.....	179
Tabla A5.6	Lista de cargas en el almacén de químicos.....	179
Tabla A5.7	Lista de cargas en la caseta de vigilancia.....	180
Tabla A16.1	Tabla de costos de materiales para la sala de control.....	285
Tabla A16.2	Tabla de costos de materiales para el laboratorio.....	286
Tabla A16.3	Tabla de costos de materiales para la sala de cambio de op.....	287
Tabla A16.4	Tabla de costos de materiales para el edif. de adm. y oficinas.....	288
Tabla A16.5	Tabla de costos de materiales para el taller de mantenimiento.....	289
Tabla A16.6	Tabla de costos de materiales para el almacén.....	290
Tabla A16.7	Tabla de costos de materiales para la caseta de vigilancia.....	291
Tabla A16.8	Tabla de costos de materiales para los alimentadores de edif.....	291

Tabla A17.1	Tabla de costos de materiales para alumbrado de áreas comunes....	292
Tabla A17.2	Tabla de costos de materiales para alimentadores del alumbrado....	292
Tabla A17.3	Tabla de costos de materiales para alimentadores de los postes.....	292
Tabla A17.4	Hoja de cálculo para los alimentadores de alumbrado.....	292
Tabla A18.1	Tabla de costos de materiales para CDP001.....	293
Tabla A18.2	Tabla de costos de materiales para CDP002.....	293
Tabla A18.3	Tabla de costos de materiales para CDP003.....	294
Tabla A18.4	Tabla de costos de materiales para transf. CDP002-CDP003.....	294
Tabla A18.5	Tabla de costos de materiales para CDP004.....	295
Tabla A18.6	Tabla de costos de materiales para CDP005.....	295
Tabla A18.7	Tabla de costos de materiales para transf. CDP004-CDP005.....	295
Tabla A18.8	Tabla de costos de materiales para CDP006.....	296
Tabla A18.9	Tabla de costos de materiales para CCM001.....	296
Tabla A18.10	Tabla de costos de materiales para CCM002.....	296
Tabla A18.11	Tabla de costos de materiales para CCM003.....	297
Tabla A18.12	Tabla de costos de materiales para CCM004.....	297
Tabla A18.13	Tabla de costos de materiales totales para S/E.....	298
Tabla A19.1	Tabla de costos de instalación sala de control.....	299
Tabla A19.2	Tabla de costos de instalación laboratorio.....	300
Tabla A19.3	Tabla de costos de instalación sala de cambio de operadores.....	301
Tabla A19.4	Tabla de costos de instalación edif. de admin. y oficinas.....	302
Tabla A19.5	Tabla de costos de instalación taller de mantenimiento.....	303
Tabla A19.6	Tabla de costos de instalación almacén.....	304
Tabla A19.7	Tabla de costos de instalación caseta de vigilancia.....	305
Tabla A19.8	Tabla de costos de instalación alimentadores edificaciones.....	305
Tabla A19.9	Tabla de costos de instalación alumbrado de áreas comunes.....	306
Tabla A19.10	Tabla de costos de instalación equipos S/E CCM001.....	306
Tabla A19.11	Tabla de costos de instalación equipos S/E CCM002.....	306
Tabla A19.12	Tabla de costos de instalación equipos S/E CCM003.....	307
Tabla A19.13	Tabla de costos de instalación equipos S/E CCM004.....	307

Tabla A19.14	Tabla de costos de instalación equipos S/E CDP001.....	307
Tabla A19.15	Tabla de costos de instalación equipos S/E CDP002.....	307
Tabla A19.16	Tabla de costos de instalación equipos S/E CDP003.....	308
Tabla A19.17	Tabla de costos de instalación equipos S/E transf 002-003.....	308
Tabla A19.18	Tabla de costos de instalación equipos S/E CDP004.....	308
Tabla A19.19	Tabla de costos de instalación equipos S/E CDP005.....	308
Tabla A19.20	Tabla de costos de instalación equipos S/E transf 004-005.....	308
Tabla A19.21	Tabla de costos de instalación equipos S/E CDP006.....	309
Tabla A19.22	Tabla de costos de instalación equipos S/E.....	310

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1	Sistema de iluminación de 3 vías.....	25
Figura 4.1	Modelo de una falla de cortocircuito.....	41
Figura 4.2	Descomposición gráfica de la corriente de cortocircuito.....	42
Figura 5.1	Diagrama de subestación barra simple con doble alimentador.....	58
Figura 5.2	Esquema de secundario selectivo con transferencia automática.....	60
Figura 5.3	Tensión de toque.....	64
Figura 5.4	Tensión de paso.....	64
Figura 5.5	Forma de onda de corriente simétrica con nivel rms.....	68
Figura 5.6	Forma de onda de la componente dc de decaimiento.....	68
Figura 5.7	Forma de onda de corriente asimétrica de falla.....	69
Figura 5.8	Vista lateral de la malla de puesta a tierra (X).....	72
Figura 5.9	Vista lateral de la malla de puesta a tierra (Y).....	72
Figura 5.10	Vista en perspectiva de la malla de puesta a tierra.....	73

LISTA DE PLANOS

Plano 6.1	Planta PDH disposición de luminarias.....	182
Plano 6.2	Subestación, ubicación de luminarias.....	192
Plano 8.1	Sala de control, protección contra descargas atm. vistas.....	224
Plano 8.2	Sala de control, protección contra descargas atm. en vista.....	225
Plano 8.3	Sala de control, protección contra descargas atm. en corte.....	225
Plano 8.4	Subestación, vista aérea.....	226
Plano 8.5	Subestación, protección contra descargas atmosféricas en vista.....	227
Plano 10.1	Sala de Control, diagrama unifilar.....	235
Plano 10.2	Sala de Control, iluminación.....	236
Plano 10.3	Sala de Control, tomacorrientes.....	237
Plano 10.4	Sala de Control, sistema PAT y prot. contra descargas atmos.....	238
Plano 10.5	Laboratorio, diagrama unifilar.....	240
Plano 10.6	Laboratorio, iluminación.....	241
Plano 10.7	Laboratorio, tomacorrientes.....	242
Plano 10.8	Laboratorio, sistema PAT y prot. contra descargas atmos.....	243
Plano 10.9	Sala de cambio de op., diagrama unifilar.....	245
Plano 10.10	Sala de cambio de op., iluminación.....	246
Plano 10.11	Sala de cambio de op., tomacorrientes.....	247
Plano 10.12	Sala de cambio de op., PAT y prot. contra descargas atmos.....	248
Plano 10.13	Edif. adminis. y ofic., diagrama unifilar.....	250
Plano 10.14	Edif. adminis. y ofic., iluminación.....	251
Plano 10.15	Edif. adminis. y ofic., tomacorrientes.....	252
Plano 10.16	Edif. adminis. y ofic., PAT y prot. contra descargas atmos.....	253
Plano 10.17	Taller de mantenimiento, diagrama unifilar.....	255
Plano 10.18	Taller de mantenimiento, iluminación.....	256
Plano 10.19	Taller de mantenimiento, tomacorrientes.....	257
Plano 10.20	Taller de mantenimiento, PAT y prot. contra descargas atmos.....	258

Plano 10.21	Almacén de químicos, diagrama unifilar.....	259
Plano 10.22	Almacén de químicos , iluminación y tomacorrientes.....	260
Plano 10.23	Almacén de químicos, PAT	261
Plano 10.24	Caseta de vigilancia, diagrama unifilar.....	263
Plano 10.25	Caseta de vigilancia, iluminación.....	264
Plano 10.26	Caseta de vigilancia, tomacorrientes.....	265
Plano 10.27	Caseta de vigilancia, PAT y prot. contra descargas atmos.....	266
Plano 12.1	Subestación, diagrama unifilar CDP001.....	271
Plano 12.2	Subestación, diagrama unifilar CDP002 y 003.....	272
Plano 12.3	Subestación, diagrama unifilar CDP004 y 005.....	273
Plano 12.4	Subestación, diagrama unifilar CDP006.....	274
Plano 12.5	Subestación, diagrama unifilar CCM001 y 002.....	275
Plano 12.6	Subestación, diagrama unifilar CCM003.....	276
Plano 12.7	Subestación, diagrama unifilar CCM004A.....	277
Plano 12.8	Subestación, diagrama unifilar CCM004B.....	278
Plano 13.1	Subestación, disposición de equipos vista aérea.....	280
Plano 14.1	Planta PDH con edificaciones y S/E vista aérea.....	282
Plano 15.1	Planta PDH dentro del Complejo Petroquímico.....	284
Plano 20.1	Subestación, malla de tierra.....	311

SIGLAS

ANSI	American National Standard Institute.
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers.
IEC	International Electrotechnical Commission.
EMT	Electrical Metal Tube.

INTRODUCCIÓN

Como parte del sistema de expansión del complejo petroquímico José Antonio Anzoátegui, en el estado Anzoátegui, PEQUIVEN se propone a contruir una planta deshidrogenizadora de propano, como paso previo en la obtención de propileno, el cual es materia prima para industrias que trabajen con plástico a nivel nacional e inclusive a nivel internacional. La planta estará ubicada dentro del complejo y ocupará un orden de 10 hectáreas de espacio físico.

Empresas Y&V de la mano con SHAW-STONE&WEBSTER han tomado el desarrollo de la ingeniería básica, de forma tal de licitar la ingeniería, procura y construcción de la futura planta deshidrogenizadora de propano (PDH).

La finalidad del presente Trabajo Especial de Grado fue diseñar a nivel de ingeniería básica la red eléctrica de la planta PDH, la cual incluye además de un área de procesos, siete edificaciones: sala de control, laboratorio, sala de cambio de operadores, taller de mantenimiento, edificio de administración y oficinas, almacén de químicos y una caseta de vigilancia. Además se diseño el alumbrado de vías y estacionamientos asi como la subestación eléctrica de distribución de la planta.

La información aquí contenida se ha estructurado en seis capítulos:

El capítulo I, muestra el planteamiento del problema y los objetivos de la investigación, así como la metodología empleada en su desarrollo, en el capítulo II se desarrollan las bases y criterios de diseño aplicados a la ingeniería de la red eléctrica.

El capítulo III trata sobre la ingeniería básica de la red eléctrica de las edificaciones, en este capítulo se especifica el diseño de cada edificación y se exponen las particularidades de cada una.

El capítulo IV contempla los estudios eléctricos hechos a la red, ellos son: flujo de carga, estudio de cortocircuito y arranque de motores, los cuales son muy importantes dentro del diseño porque es aquí donde se estudia el comportamiento de la red ante posibles situaciones de contingencia y en operación normal.

El capítulo V esta relacionado con la ingeniería básica de la subestación, esta se concreto luego de los estudios eléctricos de la red, ya que mediante estos se dimensionan los equipos y componentes de la red.

El capítulo VI muestra el estimado de costo de las instalaciones eléctricas de las edificaciones así como las instalaciones de la subestación y de las áreas comunes.

Luego se presentan las conclusiones y recomendaciones, así como los anexos, los cuales tienen una vital importancia dentro del cuerpo de la investigación puesto que muestran los resultados obtenidos mediante simulaciones realizadas a fin de evaluar el comportamiento de la red en diferentes topologías y posibles contingencias de operación, así como el diseño de iluminación, y el diseño de los centros de control de motores, además de presentar los planos que soportan dichos diseños.

Durante la realización de este trabajo de investigación se utilizaron paquetes de simulación entre los que destacan ETAP (Electrical Transient Analyzer Program) versión 4.0, DIALux versión 4.3, centerONE versión 3.71, además de paquetes de diseño como AutoCAD 2007 para la realización de los planos.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y OBJETIVOS

En este capítulo se muestran los alcances del siguiente trabajo y la forma en que se fue desarrollando.

1.1 Planteamiento del problema

Como parte del proceso de expansión de la industria petroquímica del país, y específicamente en el área de procesos de hidrocarburos, PEQUIVEN se ha planteado construir una planta deshidrogenizadora de propano como paso previo en la fabricación de propileno, en el complejo petroquímico José Antonio Anzoátegui, (ver anexo 15) ubicado en el estado Anzoátegui y en vista de ello se plantea diseñar a nivel de ingeniería básica la red eléctrica que va formar parte de dicha planta, para ello Empresas Y&V Ingeniería y Construcción, de la mano con SHAW-STONE&WEBSTER tienen la oportunidad de trabajar en conjunto en este proceso de diseño, la planta ocupará un área del orden de 10 hectáreas.

El caso específico estudiado en el presente Trabajo Especial de Grado es el diseño a nivel de ingeniería básica de la red eléctrica de la planta incluyendo edificaciones, canalizaciones y la subestación de distribución, la cual será de tipo radial con dos alimentadores de 34,5 kV conectados a una barra simple, a esta se añaden dos transformadores de 34,5/4,16 kV con configuración en el secundario de barra simple seccionada con interruptor de unión de barra y transferencia automática, además se añaden tres transformadores de 34,5/0,48 kV que suministrarán energía a la sección de procesos, y uno de 4,16/0,48 kV para alimentación de edificaciones y áreas comunes.

El diseño de ingeniería básica de la red eléctrica fue realizado en conjunto con un equipo conformado por ingenieros electricistas, civiles, de instrumentación, de procesos y proyectistas.

1.2 Objetivo general

Realizar el diseño básico de ingeniería de la red eléctrica completa de la nueva planta deshidrogenadora de propano de PEQUIVEN, contemplando subestación de distribución y edificaciones, como parte del desarrollo de la industria petroquímica del país.

1.3 Objetivos específicos

Los objetivos específicos que se plantearon al inicio del desarrollo de este Trabajo de Grado fueron:

- Desarrollar el diseño de la subestación y red eléctrica que tendrá la nueva planta deshidrogenadora de propano de PEQUIVEN.
- Especificar todos los elementos que formarán parte de la subestación, entre ellos caseta de control, centros de distribución de potencia, centro de control de motores, conductos de barra y tableros de servicios auxiliares.
- Elaborar planos de disposición de equipos de la subestación en planta, vista y cortes, además de plano de planta de la malla de tierra, del alumbrado y de rutas de cables.
- Estimar costos de las instalaciones de las diferentes edificaciones que formarán parte de la planta además de la zona de procesos, estas incluyen sala de control, laboratorio, vestuario de operadores, oficinas y administración, taller de mantenimiento, almacén y caseta de vigilancia.

- Estimar costo de las instalaciones comunes de la planta, estas incluyen alumbrado de vías y estacionamientos, y canalizaciones de cables externas.
- Preparar un plano de planta que soporte dichas estimaciones de costo.

1.4 Metodología

- Se asistió a charlas de inducción al sistema de calidad de Empresas Y&V.
- Se logró conocer el sistema de calidad de Empresas Y&V.
- Se entrevistó al personal de Y&V Ingeniería y Construcción para recolectar experiencias.
- Se investigaron las normas y prácticas de ingeniería avaladas a nivel nacional e internacional para el diseño de redes eléctricas y subestaciones de distribución.
- Se revisaron documentos en el Centro de Información Técnica de Empresas Y&V para obtener las normas y prácticas recomendadas aplicables en el diseño de redes eléctricas.
- Se elaboraron las bases y criterios de diseño del proyecto.
- Se realizaron los cálculos necesarios para establecer la demanda de potencia que se tendrá por parte de cada elemento que conformará la planta.
- Se desarrolló la especificación de todos los equipos que formaron parte de la subestación de distribución de la planta.
- Se realizaron los planos de disposición de los equipos de la subestación en planta, vista y corte, así como plano de planta de la malla de tierra y también del alumbrado y rutas de cables.
- Se realizó plano de planta de las instalaciones comunes, estas incluyeron alumbrado de vías, estacionamientos, y canalizaciones exteriores.
- Se estimaron los costos de las instalaciones eléctricas de las diferentes edificaciones que se incluyeron en la planta, entre ellas, sala de control,

laboratorio, sala de cambio de operadores, edificio de administración y oficinas, taller de mantenimiento, almacén de químicos y caseta de vigilancia.

- Se estimaron los costos de las instalaciones eléctricas que forman parte de la subestación de distribución de la planta, y áreas comunes (alumbrado, estacionamientos, y canalizaciones).

CAPÍTULO II

BASES Y CRITERIOS DE DISEÑO DE LA RED

Este capítulo cubre los requerimientos generales de las bases eléctricas y criterios de diseño para los equipos, materiales e instalación eléctrica que fueron utilizados en el proyecto “Diseño de la red eléctrica de la Nueva Planta Deshidrogenadora de Propano de Pequiven”.

2.1 Alcance

El alcance de trabajo corresponde con el desarrollo de la ingeniería básica de la red eléctrica de la nueva Planta Deshidrogenadora de Propano (PDH) y consistió en estudios eléctricos, niveles de tensión y selección de equipos además de la red de puesta a tierra y protección contra descargas atmosféricas.

El diseño de las instalaciones eléctricas que comprenden canalizaciones eléctricas, alumbrado, tomacorrientes e instalación de los sistemas y equipos correspondió con la estimación de costos en las siguientes edificaciones: Sala de control, laboratorio, sala de cambio de operadores, edificio de administración y oficinas, taller de mantenimiento, almacén de químicos, caseta de vigilancia y la subestación eléctrica de la planta.

2.2 Bases de diseño

La instalación eléctrica fue diseñada para proveer:

- Seguridad al personal e instalaciones de la planta.
- Confiabilidad y flexibilidad.

- Niveles adecuados de tensión en lo que respecta a capacidad de interrupción, corriente constante de demanda, niveles de aislamiento, requerimientos y condiciones de operación que fueron requeridas en el trabajo.

2.3 Condiciones ambientales y datos del sitio

El área geográfica en la cual se desarrollarán las instalaciones se consideró como zona cálida y de siguientes condiciones meteorológicas:

- Temperatura máxima: 37 °C.
- Temperatura promedio anual: 26 °C.
- Temperatura mínima extrema: 15 °C (bulbo seco); 24 °C (bulbo húmedo).
- Temperatura para diseño de compresores y ventiladores: 34° C (bulbo seco); 30° C (bulbo húmedo).
- Presión atmosférica promedio: 1.013 Bar.
- Promedio de elevación: 7,5 m.
- Humedad promedio: 77%.
- Máxima humedad en verano: 100%.
- Humedad de diseño: 79%.
- Promedio de velocidad: 18 km/h (5 m/s).
- Velocidad máxima: 120 km/h.
- Dirección prevaleciente: NNE/ESE/SE/NNE.
- Promedio anual: 850 mm.
- Máxima en una hora: 63,4 mm.
- Máxima en 5 minutos: 17,9 mm.

2.4 Normas y códigos aplicables

A continuación se muestran una serie de normas que fueron utilizadas para realizar el diseño básico de la red eléctrica, la mayoría son PDVSA debido a que se deben cumplir rigurosamente cada una de estas para cumplir las exigencias impuestas por PDVSA.

Tabla 2.1 Lista de normas y códigos aplicados al diseño

PDVSA N-201-1994	Obras Eléctricas.
PDVSA N-241-1995	Instalación de Conductores y Cables en Tuberías y Bandejas.
PDVSA N-242-1993	Instalaciones Eléctricas y Ensayos.
PDVSA N-252-1996	Especificaciones Generales para Diseño Eléctrico.
PDVSA N-351-1994	Switchgear de Baja Tensión.
PDVSA IR-M-01-1995	Separación entre Equipos e Instalaciones.
PDVSA IR-S-01-2004	Manual de Ingeniería de Riesgos. Filosofía de Diseño Seguro.
PDVSA N° 90619.1.087	Volumen 4-II, Niveles de Iluminación para Diseño.
PDVSA N° 90619.1.053	Volumen 4-II, Subestaciones Unitarias.
FONDONORMA 200-2004	Código Eléctrico Nacional.
IEEE 80-2000	Guide for Safety in AC Substation Grounding.
NFPA 780-2004	Standard for the Installation of Lightning Protection Systems.

2.5 Criterios de diseño

Mediante una subestación de barra simple con doble alimentador se hace la distribución de la energía eléctrica, estará ubicada dentro de la planta, donde se utilizarán centros de distribución de potencia (CDP) para hacer el suministro de demanda correspondiente a las cargas de la planta.

La alimentación eléctrica de la subestación se hará mediante dos fuentes independientes de 34,5 kV, éstas entrarán al CDP001 ubicado en un cuarto eléctrico para luego ser transformadas en patios externos mediante dos transformadores, cada uno de 10 MVA de 34,5/4,16 kV para suministrar energía a los motores superiores a 150 HP en CDP004 y CDP005, con esquema de secundario selectivo con transferencia automática, a su vez se utilizarán dos transformadores, cada uno de 2,5 MVA de 34,5/0,48 kV conectados a CDP002 y CDP003 con esquema de secundario selectivo con transferencia automática, para alimentar cargas esenciales a través de 3 centros de control de motores (CCM001, CCM002 y CCM003), y por último un transformador de 2,5 MVA de 34,5/0,48 kV para alimentar cargas de tipo no esenciales a través de CCM004. Para una mejor referencia se recomienda ver anexos 12 y 13. El tipo de conexión a utilizar es delta-estrella, de esta forma se mantiene el sistema conectado aguas abajo aislado ante una posible falla que se pueda presentar y es un requisito exigido por PDVSA según norma PDVSA N° 90619.1.051. [1]

Para suministrar energía eléctrica a las edificaciones y áreas comunes de la planta se utilizó un transformador de 1 MVA, en 4,16/0,48 kV con su respectivo centro de distribución de potencia (CDP006), el cual distribuirá la energía en 480 V, a cada edificación, en las cuales se instalarán transformadores secos, para alimentar las cargas que se requieran en 208 V y a su vez, alumbrado y tomacorrientes a nivel de 120 V.

2.6 Niveles de tensión

A continuación se indican las tensiones a utilizar en las edificaciones asociadas a la planta de Deshidrogenación de Propano los cuales son establecidos por PDVSA, según norma N-201. [2]

Tabla 2.2 Niveles de tensión establecidos por PDVSA.

Alimentación principal	34,5 kV, 3Ø, 60Hz
Motores de potencia mayor que 150 HP	4,16 kV, 3Ø, 60Hz
Motores de potencia menor que 150 HP y Sistema de A/A	480V ó 208 V, 3Ø, 60Hz
Alumbrado, tomacorrientes de fuerza y servicios auxiliares	208 V o 120 V, 1Ø, 60Hz

2.7 Selección de equipos

La selección de transformadores, centros de distribución de potencia (CDP), centros de control de motores (CCM) y tableros, se realizó en función de lista de cargas proporcionada por PEQUIVEN (ver anexo 1) y una demanda de reserva de 10%, considerando los factores de carga, factores de demanda y diversidad asociados a cada uno de ellos.

Al momento de seleccionar la capacidad de los equipos se tomó en consideración las normas de los equipos instalados en proyectos de PDVSA.

2.8 Canalizaciones eléctricas

- **Canalizaciones en áreas interiores**

Para las canalizaciones eléctricas en áreas interiores se utilizó tubería tipo EMT embutida en pared, piso o cielo raso, para llevar los cables de fuerza, iluminación y tomacorrientes, desde los tableros de distribución de cada una de las edificaciones, hasta los equipos y dispositivos eléctricos; en el área del laboratorio y mantenimiento se debió utilizar tubería de acero galvanizado tipo RMC a la vista. El diámetro mínimo permitido de la tubería no deberá ser menor a 3/4". [2]

- **Canalizaciones en áreas exteriores**

Las rutas fueron demarcadas considerando que la trayectoria fuera lo más recta posible, sin pases por debajo de edificaciones y únicamente con los pases de carretera, necesarios para llegar hasta la carga a alimentar; entre los transformadores y los CDP se utilizaron barras de cobre con su respectivo ducto, debido a que el nivel de corriente que por allí circula es elevado, de igual forma entre los CDP y los CCM.

El diseño de las canalizaciones debió ejecutarse bajo los lineamientos del Código Eléctrico Nacional (CEN) [3] y la norma N-201 de PDVSA [2].

2.9 Cables de fuerza, control e iluminación

Los cables se seleccionaron según la norma PDVSA N-201 [2], para alimentar el sistema de iluminación y tomacorrientes de cada una de las cargas a instalar. Los cables para servicio en 480 V, que servirán de alimentadores para los tableros y equipos eléctricos, serán monoplares o multiconductores, apantallados, con

aislamiento de polietileno vulcanizado y cubierta exterior de cloruro de polivinilo (GENKENE - PVC). El aislamiento debe ser retardante a la llama.

Los calibres se calcularán considerando la capacidad de la carga y la máxima caída de tensión, para lo cual deberá cumplirse lo siguiente según PDVSA 90619.1.082-1993 [4].

Tabla 2.3 Máximas caídas de tensión permitidas en circuitos.

Circuito	Máxima caída de Tensión
Circuitos alimentadores principales.	2 %
Circuitos ramales.	3 %
Circuitos alimentadores y ramales combinados.	5 %

Para los cables de fuerza y alumbrado se tomarán el # 12 AWG como calibre mínimo cumpliendo con la norma PDVSA N-201. [2]

2.10 Alumbrado

El alumbrado de las edificaciones, se diseñó manteniendo los esquemas normalizados en PDVSA para este tipo de instalación, con los niveles de alumbrado mostrados a continuación en la tabla 2.4, indicados en las normas PDVSA N-201 [2], y PDVSA N° 90619.1.087. [5]

Tabla 2.4 Tabla de niveles de iluminación.

Áreas interiores	Gama (lux)
Oficinas, uso general.	537 - 859,2
Laboratorios.	429,6 - 537
Salas de control.	375,9 - 429,6

Talleres, trabajo pesado.	268,5 - 322,2
Vestuarios.	214,8 - 268,5

Los estudios que permitieron la distribución de las luminarias se ejecutaron utilizando el programa DIALUX 4.3 (ver anexo 21). [6]

Las luminarias a utilizar en ambiente interior fueron del tipo fluorescentes para empotrar en cielo raso con balasto tipo arranque rápido, con excepción de los edificios de laboratorio y taller que además de fluorescentes tendrán luminarias de haluros metálicos del tipo de haz luminoso amplio de arranque rápido y alto factor de potencia. Se tiene previsto utilizar luminarias especiales de clase I, división II para el cuarto de baterías ubicado en la sala de control y en algunas secciones del edificio de laboratorio [3].

El alumbrado exterior de áreas comunes, que comprende vialidad y estacionamientos, está alimentado desde un centro de distribución de potencia (CDP006) ubicado en el edificio de la subestación. Para el alumbrado de la vialidad y estacionamientos se utilizaron postes del tipo brazo de látigo de 10 metros de altura, debido a que estos permiten obtener una mayor área de iluminación, con lámparas de haluros metálicos de 400 W y para el alumbrado del patio de transformadores de la subestación se utilizaron reflectores de haluros metálicos (metal halide) de 400 W, ubicados en postes de 12 metros de altura. Se utilizó este tipo de luminarias con la finalidad de cumplir con las exigencias emitidas por parte de PEQUIVEN.

El sistema de control de alumbrado se diseñó según se indica a continuación, en áreas exteriores, será controlada con foto celdas a través de contactores y selectores MANUAL - APAGADO - AUTOMÁTICO, para permitir el control manual de la iluminación.

2.11 Tomacorrientes

Se instalarán tomacorrientes dobles de 20A, 120V, 1Ø para todas las edificaciones, en el edificio de taller se instalarán además tomacorrientes sencillos de 20A, 240V, 1Ø y tomacorrientes sencillos de 60A, 480V, 3Ø. Se prevé utilizar tomacorrientes clase I, división II, en el cuarto de baterías ubicado en la sala de control y en el laboratorio. Los tomacorrientes se colocarán a una altura de 40 cm sobre el nivel del piso, y el calibre mínimo será #12 AWG según norma PDVSA N-201 [2].

2.12 Puesta a tierra

Los criterios indicados a continuación aplican al diseño de sistemas de puesta a tierra para protección del personal, protección de sistemas de instrumentación y control, protección del sistema eléctrico y protección contra sobre tensión.

- **Red de puesta a tierra**

La malla de la subestación se conectó al lazo de puesta a tierra de las edificaciones, estructuras y equipos eléctricos. El sistema de puesta a tierra de las edificaciones consistió de un anillo que rodea a cada una de ellas, utilizando un conductor de cobre trenzado, el cual estará conectado a barras de acero con capa externa de cobre (copperweld) enterradas en las esquinas. El anillo de cada edificación debe estar interconectado con el resto de los sistemas de puesta a tierra formando una malla ininterrumpida, permitiendo que la corriente a tierra tenga por lo menos dos trayectorias.

El código eléctrico permite en su artículo 250-52 número 4 [3], el uso de un anillo de tierra, el cual consiste en un conductor # 2 AWG o superior, de longitud no menor a 6 metros enterrado en contacto directo con el terreno a una profundidad mínima de 75 centímetros del nivel de suelo, haciendo uso de esta norma se estableció la topología del sistema de puesta a tierra de las edificaciones; sin embargo el conductor del anillo debe ser de calibre # 2/0 AWG según norma PDVSA [7]. Se utilizó conductor de cobre desnudo calibre # 2 AWG, para derivaciones a tableros, gabinetes y carcasa de instrumentos. La resistividad eléctrica del suelo en el complejo petroquímico es de 25 Ω .m según proyecto SINOVENSA [8]. Los electrodos de puesta a tierra serán barras tipo Copperweld de 2,5 metros de longitud y 16 mm de diámetro. Para la malla de puesta a tierra de la subestación eléctrica se utilizó como calibre de conductor el # 2/0 AWG [7], esta fue diseñada en ETAP 4.0.

Las partes metálicas, no conductoras, de equipos conectados a circuitos eléctricos y equipos eléctricos en general (Transformadores, motores, tableros de baja tensión, etc.) deben conectarse al sistema de puesta a tierra, según lo indica el Código Eléctrico Nacional [3].

- **Equipos de computadoras e instrumentación**

Para la puesta a tierra de los equipos y dispositivos para computadora e instrumentación, se debe cumplir con lo siguiente:

- Brindar facilidad de operación de las protecciones de sobre corriente disponiendo de un camino de baja impedancia para la corriente de falla.
- Disminuir el riesgo al personal, limitando las tensiones de toque.
- Todas las carcasas metálicas de los equipos deberán estar puesta a tierra.

- Disponer de un punto común de puesta a tierra, para conectar en forma radial todos los equipos y la red de referencia de señales, así como también el neutro de la fuente de alimentación en AC.

En general la puesta a tierra de los equipos de Instrumentación y Comunicaciones debe cumplir con la norma PDVSA 90619.1.091. [7]

2.13 Sistema de protección contra descargas atmosféricas

Los cálculos para el diseño de la Protección Contra Descargas Atmosféricas en la Edificaciones de este proyecto, se ejecutarán bajo los lineamientos de las normas NFPA 780 2004 [9] la cual establece el uso de interceptores (Puntas Franklin) en las partes superiores de las estructuras; ubicadas de tal forma que al hacer rodar una esfera de 46m de radio esta no toque ningún punto de la estructura.

2.14 Sistema de emergencia

Se dispondrá de un sistema de suministro de potencia momentaneo para casos de contingencia (UPS), para alimentar las cargas esenciales, en caso de falla del suministro eléctrico, debe tener una autonomía de al menos 30 minutos para equipos en el área de procesos y de 60 minutos para equipos de maniobra [10], a fin de cumplir con la seguridad del suministro de energía eléctrica, según el Código Eléctrico Nacional, Sección 700.

CAPÍTULO III

INGENIERÍA BÁSICA DE LA RED ELÉCTRICA DE LAS EDIFICACIONES Y ÁREAS COMUNES

La Planta deshidrogenizadora de Propano requirió además de una zona de procesos, una serie de edificaciones que desempeñan una función importante dentro del complejo; en ellas fue necesario diseñar sistema de tomacorrientes, sistema de alumbrado, red de puesta a tierra y sistema de protección contra descargas atmosféricas como base, cumpliendo con las normas y procedimientos para tal fin.

Las áreas de construcción en metros cuadrados de las edificaciones se muestran en la tabla 3.1.

Tabla 3.1 Áreas de edificaciones en m².

Edificación	Área (m ²)
Caseta de vigilancia	43,2
Edificio administrativo	335,2
Taller de mantenimiento	563,6
Sala de control	412,1
Vestuario de operadores	188,2
Edificio de laboratorio	277,2
Almacén de químicos	445,5

Para el cálculo y dimensionamiento de los tableros se requiere conocer con antelación la lista de cargas eléctricas con los requerimientos de potencia y tensión, además de un plano de planta de la edificación para poder ubicar los tableros de distribución, y poder hacer la distribución de luminarias y tomacorrientes en las áreas que así lo requieran, además de verificar las distancias y así hacer el dimensionamiento de los alimentadores.

El diseño del alumbrado en las edificaciones se hizo mediante el programa DIALux versión 4.3, este programa permite realizar simulaciones de iluminación en ambientes exteriores e interiores con la finalidad de verificar los niveles de lux que se requieren en un área específica. (ver anexo 21)

Se utilizó la norma PDVSA 90619.1.087, [5] la cual posee los niveles de iluminación que se deben tener en cada área.

En las edificaciones se hace uso de tableros de distribución, los cuales nos permiten suministrar energía a las cargas conectadas a través de interruptores termomagnéticos, los cuales actúan como protección instantánea contra sobrecarga y sobre corrientes.

3.1 Tipos de tableros

Para especificar un tablero es necesario conocer y determinar la tensión de servicio y frecuencia de operación, la capacidad nominal del interruptor principal, el nivel de cortocircuito, el número de fases del tablero (trifásico, bifásico o monofásico), la cantidad de interruptores secundarios, número de polos y la capacidad de corriente de cada uno, así como la capacidad de la barra principal.

A continuación se detallan algunos tipos de tableros de distribución típicos en instalaciones que se utilizan en redes eléctricas según el procedimiento C-EL-07P [11]

3.1.1 Tablero tipo NLAB

De servicio pesado para control y protección de circuitos de alumbrados y artefactos menores cumple con las siguientes características:

Capacidad de Barras:	90, 100, 225, 400, 600 A.
Interruptor Principal:	100, 225, 400 A.
Tensión de trabajo:	240/120 V máximo, 208/120 nominal.
Servicio:	3 fases 4 hilos; 2 fases 3 hilos; 1 fase 2 hilos.
Montaje:	Superficial o embutido.
Régimen de Cortocircuito	10 kA Simétricos.

3.1.2 Tablero tipo NAB

De servicio normal para control y protección de circuitos de alumbrado y artefactos menores cumple con las siguientes características:

Barras principales:	225 A.
Interruptor principal:	50, 100, 25 A.
Tensión de trabajo:	240/208 V máximo 208/120 nominal.

Servicio:	3 fases 4 hilos; 2 fases 3 hilos; 1 fase 2 hilos.
Montaje:	Superficial o embutido.
Régimen de Cortocircuito:	10 kA Simétricos.

3.1.3 Tablero tipo NHB

De servicio pesado para control y protección de circuitos de alumbrado y potencia cumple con las siguientes características:

Barras principales:	Hasta 400 A.
Interruptor principal:	Hasta 225 A.
Tensión de trabajo:	600 V máximos. 480/277 V nominales
Servicio:	2 fases 3 hilos; 3 fases 4 hilos
Montaje:	Superficial.
Régimen de cortocircuito:	25 kA Simétricos

3.1.4 Tablero tipo CCB

De servicios pesados para distribución y circuitos de potencia y tableros secundarios, cumple con las siguientes características:

Barras principales:	225, 400, 600, 800, 1000, 1200 y 2000 A.
Interruptor principal:	225, 600, y 1200 A.
Tensión de trabajo:	600 V máximos

Servicio:	3 fases 4 hilos
Montaje:	Autosoportado o Superficial
Régimen de cortocircuito:	100 kA Simétricos

3.1.5 Tablero tipo CDP

De servicio extrapesado para distribución y circuito de potencia, cumple con las siguientes características:

Barras principales:	200, 400 A.
Interruptor principal:	400 A.
Tensión de trabajo:	600 V máximos
Servicio:	3 fases 4 hilos
Montaje:	Autosoportado uso interior o intemperie
Régimen de cortocircuito:	100 kA Simétricos.

En todos los tableros la cantidad posiciones o polos de interruptores de salida para los circuitos normales va desde 6 hasta 42 (en múltiplos de 6) los tamaños de los interruptores son modulares de manera tal que el espacio que requiere un interruptor de dos polos es igual al que ocuparían dos (2) interruptores de un polo, y de igual manera el espacio que necesita un interruptor de tres polos es el mismo que ocuparían tres (3) interruptores de un polo.

3.2 Carga conectada

Se puede definir como la sumatoria de la potencia en Watt de todos los equipos eléctricos (datos de placa) que se conectan a la red de la instalación de la

edificación se puede expresar en kW o kVA [11], para el caso de la planta estos se colocarán en kVA.

3.3 Factor de demanda

Es la relación entre la demanda máxima y la carga conectada. Por lo general es menor que la unidad ($FD \leq 1$), en la ecuación 3.1 se muestra la forma de calcular el factor de demanda en porcentaje, $D_{\text{máx}}$ es la potencia máxima que esta instalada. [11]

$$FD(\%) = \frac{D_{\text{máx}}}{\text{Carga Conectada}} \times 100 \quad (3.1)$$

3.4 Diseño de instalaciones eléctricas

En general cada edificación tiene sus requerimientos y especificaciones particulares, la conexión a ser utilizada será delta-estrella, se contempla la conexión del neutro con tierra en el transformador únicamente, esto con la finalidad de darle mayor seguridad al personal que estará en las edificaciones, a continuación se hace un breve resumen de lo que se diseño en cada una de ellas.

3.4.1 Sala de control

Por confiabilidad del sistema se diseño la distribución de energía en la sala de control mediante una configuración de dos tableros en 480V conectados entre si con un interruptor de enlace que estará normalmente abierto y contará con un sistema de transferencia automática como sistema de control y dos tableros en 208/120V

conectados de igual forma, este tipo de configuración permite seguir suministrando energía a las cargas de la sala de control al haber una falla en alguno de los tableros, para la alimentación del tablero de 208/120V se utilizaron transformadores de 30kVA del tipo seco para instalación en áreas interiores estos fueron ubicados en el cuarto de electricidad de la sala de control.

Para el diseño de la instalación eléctrica de la sala de control se tomaron en cuenta las cargas asociadas a las instalaciones mecánicas en donde se establece el dimensionamiento de la capacidad de los equipos de aire acondicionado

Para establecer las cargas conectadas en 208V y 120V se debió previamente hacer la distribución de luminarias y tomacorrientes en toda la edificación que constituye la sala de control, partiendo de los planos generados en el área de civil, esta presenta una sección dividida en dos áreas una destinada a la sala de control y otra para disposición de equipos, en esta se debe tener aproximadamente un nivel de iluminación de 400 lux, esto se tomó en cuenta al hacer la distribución de luminarias en el área, luego tenemos dos baños, un cuarto de servicio, un área de lockers, un kitchinette, 4 oficinas, una sala de reuniones, todas estas utilizando empotramiento de luminarias en cielo raso, y luego el área de cuarto de aire acondicionado de electricidad y de baterías con luminarias empotradas en pared o techo.

Se contempló un ventilador centrífugo para el área de la sala de control de forma tal de inyectar aire fresco desde el exterior a la zona que esta ubicada entre el cielo raso y el techo de forma tal de actuar como un aislante térmico entre ambas superficies que se encuentran a diferentes temperaturas y también para que al entrar en el sistema de A/A, a través del recirculamiento del aire se produzca un efecto de salida de aire a través de las puertas de la sala de control y así minimizar la entrada de polvo o cualquier agente externo que pueda afectar los equipos de control, así como aire caliente del exterior de la sala de control

Se contempla colocar un extractor centrifugo en el área de cuarto de baterías de forma tal de extraer el hidrogeno que se libera en estas en el proceso de carga y descarga de las mismas, ya que este gas es potencialmente inflamable y puede representar un peligro la acumulación del mismo en este cuarto.

El sistema de UPS (sistema de ininterrupción de potencia), se colocó en el área de equipos dentro de la sala de control de forma tal que se mantenga en una temperatura controlada para mejorar el rendimiento del equipo ya que como esta conformado por tiristores y estos liberan mucha potencia en forma de calor, el cual puede afectar la electrónica del equipo, esta unidad es bastante grande debido a que esta conformada por el inversor, el cargador entre otros módulos de operación.

En el cuarto de baterías se colocaron componentes de alumbrado y tomacorrientes aprobados para este tipo de área ya que como se explicó anteriormente es posible que halla acumulación de gases tóxicos y potencialmente inflamables, entonces es por ello que se contempla el uso de este tipo de componentes aprobados para áreas de tipo clase I división II, según lo especifica la norma PDVSA N-201 [2]

En la sala de control se utilizó un sistema de alumbrado de 3 vías el cual consiste en tener la posibilidad de encender las luces en un punto de entrada al cuarto de control y apagarlos en el otro punto de entrada, esto nos da la posibilidad de entrar por un acceso encender las luces y salir por el acceso opuesto y apagar las luces de la sala de control, también se utilizó este sistema en el área de pasillo, el sistema se basa principalmente en el manejo de la fase controlada a través de tres hilos, véase la figura 3.1.

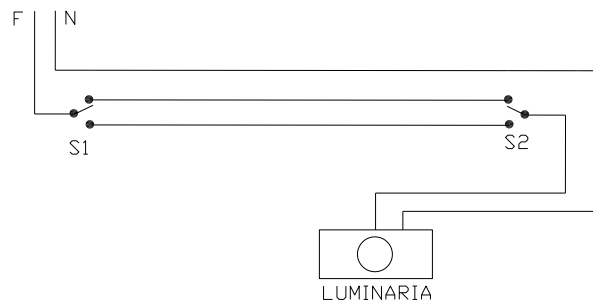


Figura 3.1. Sistema de iluminación de 3 vías.

Para el diseño de los tableros se tuvo que distribuir la carga de forma equitativa entre los tableros que conforman la etapa de 480V y los que conforman la etapa de 208/120V, para el dimensionamiento de los conductores que traen la energía de la subestación así como las barras de los tableros se tomó en cuenta que en caso de que uno de los alimentadores falle, toda la energía será suplida por uno de los alimentadores por lo cual los contactores y las barras deben tener la capacidad adecuada para que no interrumpan el servicio al ocurrir este tipo de falla

En cuanto a los tomacorrientes se contempló que la demanda promedio de los mismos es de 250VA, se contemplan de este tipo en oficinas y sala de reuniones, multiplicándolos por un factor de demanda que va desde 0,6 en el caso de oficinas y sala de reuniones, hasta 1 en el caso de los equipos de la sala de control.

La consola PCP es un tablero para protección y control de pérdidas debe estar ocupada por una persona fija y contempla un circuito cerrado de televisión (CCTV SYSTEM), radios para comunicación y un tomacorrientes además de equipos de uso personal y una PC.

Para la puesta a tierra se diseño un sistema de puesta a tierra tal que bordea el edificio de la sala de control y que esta conectada a este a través de las columnas en dos puntos por cada esquina, también se conectan a esta sistema los tableros de

distribución y los neutros de los transformadores secos 480/208V del cuarto de electricidad, esta malla tiene cuatro barras copperweld de 2,5 metros de largo con un diámetro de 16 mm, una en cada esquina, este modelo de configuración es común para las edificaciones, no se contempla un estudio del sistema de puesta a tierra debido a que los niveles de tensión de malla y de paso en la periferia no pueden sobrepasar el nivel máximo de tensión de fase a neutro que es equivalente a 277 V, en un estudio (ver anexo 22) se comprobó que los niveles de tensión de toque permitidos y de paso permitidos son superiores a este nivel de tensión.

Además de la malla de puesta a tierra, fue necesario contemplar una puesta a tierra diferente como referencia para equipos de control, este sistema se basa en tres barras copperweld de características similares a las anteriores, colocadas en forma de triángulo equilátero de 3 metros de arista, según norma PDVSA [7] esta es la distancia mínima de separación entre las barras y específica este tipo de configuración. Ambas mallas estarán conectadas, a una profundidad de 75 cm del suelo [2]. Se contempló colocar una barra de cobre en la sala de control para hacer la conexión de referencia de los equipos de control.

En cuanto a la red de protección contra descargas atmosféricas se colocaron puntas Franklin de cobre de 60 cm de altura x 16 mm de diámetro [2], a una distancia de 10 metros entre cada una, colocadas en el techo del edificio, bordeando el edificio de control [3] y una en el centro, esta distribución se hizo mediante la aplicación del método de la esfera rodante especificada en la sección 4.7.3 de la norma NFPA 780 [9]. (ver anexo 8)

La iluminación exterior es controlada por fotocelda, efectuándose la activación de la misma cuando la iluminación exterior disminuya, este tipo de control se utilizó en todas las edificaciones.

3.4.2 Laboratorio

El laboratorio cuenta con dos baños, un cuarto de servicio, un área de trabajo donde se realizarán las pruebas necesarias, dos oficinas, un lugar para cafeteras y fregador, una sala de reuniones, un cuarto de aire acondicionado, un almacén y un cuarto eléctrico, además cuenta con una edificación anexa de dos cuartos uno para almacén de bombonas de gas y similares, y otro para muestras de laboratorio, esta edificación esta separada del laboratorio a través de un pasillo de 13,75 metros de largo y 1,20 metros de ancho.

En el área de trabajo se necesita un nivel de iluminación de 400 a 500 lux según normas PDVSA [5] por lo que se tuvo que utilizar luminarias de haluro metálico (metal halide) de 250 W distribuidas uniformemente en el área, este tipo de luminarias ofrecen un mayor nivel de eficiencia con respecto a luminarias de vapor de sodio o vapor de mercurio [12], y un tipo de luz clara y blanca, la cual es más adecuada en este tipo de áreas.

Las luminarias ubicadas en la edificación anexa de almacén de bombonas y muestras deben ser adecuadas para clase I división II, tomando en cuenta que se pueden tener almacenadas sustancias potencialmente inflamables

Se contemplan luces de emergencia incandescentes de tipo montaje en pared, las cuales estarán ubicadas en el área de laboratorio y en el pasillo ya que se considera que estas áreas son esenciales en caso de que exista una falla eléctrica en la planta, estas serán del tipo aprobadas para clase I división II en el área de laboratorio y normales en el pasillo. Los interruptores para encender las luminarias del edificio anexo son de tipo exterior y antiexplosión, debido a la posibilidad de tener productos potencialmente inflamables en estos cuartos, se colocaron afuera porque minimiza el riesgo.

No se contemplan tomacorrientes en la edificación anexa debido a que esta área funciona como almacén de productos químicos

En cuanto al sistema de puesta a tierra se hizo de forma muy similar al modelo común, con un sistema de puesta a tierra con conexiones a las columnas de la edificación y para la protección contra descargas atmosféricas se utilizó el mismo método de la esfera rodante utilizado para la sala de control, dando como resultado una distribución de puntas franklin colocadas en el techo de la estructura.

3.4.3 Sala de cambio de operadores

La sala de cambio de operadores esta seccionada en dos áreas una de damas y otra de caballeros, en cada una de estas áreas encontramos baños, vestuarios y duchas, además de ello cuenta también con dos cuartos, uno sirve como almacén de productos de limpieza y otro como cuarto de servicio.

Para suministrar energía a esta edificación sólo se contemplaron dos fases del sistema, esto debido a que el consumo es muy bajo y el desbalance en el sistema de la subestación es bajo con respecto al nivel de potencia que se allí se maneja.

El tablero eléctrico fue colocado en el cuarto de almacén de productos de limpieza, este tablero es únicamente de 208/120 V, debido a que las cargas de esta edificación son básicamente alumbrado y tomacorrientes.

Las cargas se distribuyeron de forma muy sencilla, un interruptor para iluminación de la sección de caballeros y otro para iluminación de la sección de damas, a su vez lo mismo para tomacorrientes, y luego dos circuitos, uno para iluminación exterior y otro para iluminación de emergencia.

Las luces de emergencia a colocar fueron de tipo externa adosada a pared de tipo incandescente, de 2x9 W cada una, se dispusieron tres en cada sección.

La puesta a tierra se hizo de la misma forma que a la edificación de laboratorio colocando un sistema de puesta a tierra que se conecta a las columnas de la edificación e igualmente el sistema de protección contra descargas atmosféricas se baso en puntas franklin colocadas en el techo de la edificación las cuales proveen una buena protección a la estructura y están conectadas solidamente al sistema de puesta a tierra de la edificación en un solo punto, la cual también esta conectada a la red principal de puesta a tierra de la planta.

3.4.4 Edificio de administración y oficinas

El edificio de administración y oficinas esta constituido por un total de 9 oficinas, una sala de reuniones, un cuarto de archivo, un cuarto para la central telefónica, una recepción un área de fotocopiadoras e impresoras, un área para café y bebederos, y como es normal un cuarto para a/a y otro para electricidad, dos baños para el personal, un deposito y un cuarto de servicio, en la parte central se presentan jardineras y el techo es más alto en esta parte y deja entrar la claridad durante el día brindando la sensación de ser un ambiente más amplio y fresco.

Se contemplan tomacorrientes externos para uso general según requerimientos así exigidos, en cada fachada de la edificación se colocó uno de 250 VA, estos pueden tener la función de ser utilizados para conectar equipos de limpieza tales como pulidoras o taladros para hacer reparaciones menores, en la parte central se colocaron luminarias adosadas a pared debido a que en esta área el techo es más alto del resto ya que se presenta un área de jardines, la sala de reuniones y un area de café y bebederos.

El sistema de puesta a tierra y protección contra descargas atmosféricas fue diseñado de forma similar a las edificaciones anteriores.

3.4.5 Taller de mantenimiento

El edificio de taller de mantenimiento cuenta con un área de oficinas distribuidas en dos pisos, en la planta baja se tienen 3 oficinas, el cuarto de electricidad, el cuarto de a/a, dos baños (damas y caballeros), un área de lockers, y un cuarto de servicio. En la planta alta tenemos un total de 3 oficinas, una sala de reuniones, un cuarto de servicio y dos baños igualmente. El resto del edificio del taller se subdivide en áreas de manejo y operación de prensa hidráulica, de manejo y operación de torno, de soldadura, de compresores, de taladros, de estantes, equipos de taller, deposito y de equipos por reparar. Cuenta con una amplia área y tiene la forma de un galpón industrial, sus dimensiones son de 15 m de ancho y 30 m de largo, es decir 450 m².

La iluminación del área de oficinas en ambos niveles se hizo con luminarias a empotrar en cielo raso, se previó el uso de luminarias de emergencia para posible caso de ausencia de energía eléctrica de la planta, las luminarias en el área de taller, es decir donde se realizarán las actividades de mantenimiento y reparaciones de equipos fueron del tipo metal halide de 250W, debido a que brindan una gran cantidad de lúmenes por Watt de energía suministrada, lo cual los hace indicados para este tipo de área donde se requiere una fuerte iluminación.

Se tomaron en cuenta alimentadores adicionales para equipos de soldadura y taladros así como equipos de gran magnitud como una grúa puente, todos en el nivel de tensión de 480V, además de ello se tomó en cuenta colocar tomacorrientes para soldadura y taladros en nivel de 208V, con una potencia promedio de 5.000 VA cada uno, en caso de que sea necesario utilizar soldadores o taladros industriales en ese nivel de tensión.

Para el sistema de protección contra descargas atmosféricas no fue necesario colocar puntas franklin en el techo de la estructura porque este es metálico y puede

canalizar la energía del rayo al suelo, se debe prever que el espesor de la chapa metálica debe ser mayor a 4,5 milímetros lo cual hace que pueda soportar esta energía sin que se perfora, se requiere colocar cuatro barras copperweld, una en cada esquina conectadas mediante un conductor de cobre desnudo de calibre # 2/0 AWG. la descarga atmosférica bajará por las columnas de la estructura hasta el suelo, donde entrará al sistema de puesta a tierra.

3.4.6 Edificio de almacén de químicos

El edificio de almacén de químicos es un galpón en el cual sólo se requieren cargas de iluminación y tomacorrientes, posee una pequeña oficina, la iluminación del área se diseñó en 208 V, utilizando luminarias metal halide de 400 Watt con lámparas tipo colgante, este tipo de distribución requiere únicamente de tres cables y garantiza un menor consumo de corriente.

Se utilizaron tomacorrientes de tipo intemperie dentro del área del almacén, debido a que ofrecen mayor resistencia al uso y desgaste provocado por agentes externos o contaminantes que pueden entrar a la edificación. Se colocaron 4 equipos de luces de emergencia de tipo 2x9 W, dos en cada puerta de acceso al galpón, estas son de tipo direccionales y ofrecen la facilidad de alumbrar áreas más importantes en caso de un apagón o falla, como pueden ser los tableros de electricidad o la oficina.

Para el diseño del sistema de protección contra descargas atmosféricas, se utilizó el mismo criterio aplicado al taller de mantenimiento, por lo cual se debe prever que el techo de la estructura tenga una lámina de 4,5 mm como mínimo de espesor.

3.4.7 Caseta de vigilancia

Esta edificación cuenta con una oficina, recepción, baño, cuarto de servicio, cuarto de aire acondicionado y un cuarto de electricidad. Se contemplaron cargas de aire acondicionado e iluminación exterior en 208 V, y cargas de iluminación y tomacorrientes en 120V, no habrán cargas en 480 V, debido a que no se considera necesario en este tipo de edificación.

En cuanto al sistema de puesta a tierra de la caseta de vigilancia, es un sistema similar al aplicado en las edificaciones anteriores, conformado por barras copperweld de 2,5 metros de largo y diámetro de 16 mm, interconectadas en cada esquina al anillo que forma la malla, de un conductor calibre # 2/0 AWG, esta malla estará unida a las columnas de la edificación y a las estructuras laterales. Esta edificación posee un techo metálico sostenido por cuatro estructuras a cada lado de la caseta, el cual debiera tener un espesor mayor a 4,5 mm de forma tal de que actúe como sistema de protección contra descargas atmosféricas

CAPÍTULO IV

ESTUDIOS ELÉCTRICOS

Como parte del diseño de la red eléctrica de la planta se realizaron los estudios de flujo de carga, cortocircuito y arranque de motores, a fin de dimensionar los diferentes equipos que formarán parte del sistema. En este sentido, se consideró en primer lugar el sistema operando en condición normal, así como posibles contingencias por falla o mantenimiento. Las simulaciones pertinentes se hicieron en el programa ETAP (*Electrical Transient Analyzer Program*) versión 4.0 (ver anexo 23) [13], este software permite hacer estudios a sistemas de potencia de forma virtual, con la finalidad de evaluar las características y comportamiento de la red.

4.1 Flujo de carga

Comenzando con los estudios eléctricos a la red de la planta, se hizo el flujo de carga utilizando el programa de simulación ETAP 4.0, lo cual permitió establecer las capacidades nominales de los equipos para condiciones de operación normal y contingencias, determinar el perfil de tensiones en el sistema, así como, obtener los factores de potencia. Con el estudio de flujo de carga se pudieron alcanzar los siguientes objetivos presentados a continuación:

- Conocer el nivel de tensión, corriente, potencia y factor de potencia en el sistema eléctrico y las pérdidas en la red.
- Verificar la capacidad de las barras.

Tensión nominal (kV)	Tensión mínima		Tensión máxima	
	(kV)	%	(kV)	%
0,48	0,456	95	0,504	105
4,16	4,050	97	4,370	105
34,50	33,640	97	36,230	105

- Confirmar que las tensiones en las barras estén dentro del límite permitido según el rango A de la norma ANSI C84.1-95 mostrado en la tabla 4.1 para tensiones del sistema [14]

Tabla 4.1. Rango A de tensiones permitidas según ANSI C84.1-95.

- Definir el ajuste en los cambiadores de tomas (TAP) de transformadores de potencia a fin de mantener las tensiones dentro del rango de la tabla 4.1.
- Determinar la carga de los transformadores, para posibles expansiones futuras del sistema eléctrico de la planta.
- Verificar la caída de tensión en los alimentadores de la planta.

4.1.1 Premisas del estudio

La simulación se realizó utilizando el método Newton-Raphson, con una precisión de 10^{-4} , y estableciendo un número máximo de 99 iteraciones, en general se obtenía un resultado dentro del rango de precisión en la tercera o cuarta iteración. Se estableció el sistema externo de 34,5 kV, es decir, la fuente de alimentación como barra de referencia con tensión fija (swing), y el resto de las barras como barras PQ.

El nivel de cortocircuito trifásico de 1-4 ciclos de la barra swing es 9,078 kA, el nivel de cortocircuito monofásico de 1-4 ciclos es 0,487 kA, la capacidad nominal de esta barra es de 1200 A y la capacidad de cortocircuito de la barra debe ser de 31,5 kA asimétricos, toda esta información fue suministrada por PEQUIVEN para el diseño de esta planta. En esta barra swing se asume una tensión de 34,5 kV para los estudios eléctricos, debido a que no se tuvo información del sistema aguas arriba.

Las impedancias de los transformadores fueron tomadas de la librería del ETAP (basada en la norma ANSI C57.12.10-97) [13], y los datos de los motores fueron tomados de la información suministrada por PEQUIVEN, como lo son corriente de rotor bloqueado, eficiencia, factor de potencia y corriente nominal de operación. Luego de haber realizado los estudios eléctricos previamente se establecen en la condición final de operación los cambiadores de tomas en -2,5% en el lado de alta, por lo cual esta será una premisa del estudio.

El factor de demanda de las cargas es variable tal como se muestra en la lista de cargas del anexo 1 suministrada por PEQUIVEN, esta información viene dada por el diseño del proceso que se realizará en la planta de PDH.

Se estableció un factor de carga de 90% para todos los equipos.

4.1.2 Casos de estudio

Se establecieron los siguientes casos de estudio para el flujo de carga, que contemplan posibles estados y condiciones de operación del sistema eléctrico.

- **Caso I: Condición normal de operación**

En este caso todos los transformadores se encuentran en servicio (TR-001-01, TR-001-02, TR-001-03, TR-001-04, TR-001-05 y TR-004-06). Todos los interruptores de enlaces de barras se encuentran abiertos. Para este caso se obtuvieron los resultados mostrados en las tablas 4.2 y 4.3.

Tabla 4.2. Resultados del flujo de carga para el Caso I.

Transformador	Barra	Tensión nominal (kV)		Tensión de operación (%)		Carga	
		Capacidad nominal ONAN (MVA)	Capacidad en operación ONAN (MVA)	Porcentaje de carga (%)	Corriente en el primario (A)	Corriente en el secundario (A)	
TR-001-01	CDP-005	2,5	4,16	1,5	99,81	26,6	831796
TR-001-02	CDP-006	2,5	0,48	0,9	99,89	16,6	7701108
TR-001-03	CCM-001	2,5	0,48	1,3	101,32	22,5	17961569
TR-001-04	CCM-002	10	0,48	1,5	101,37	25,5	564210
TR-001-05	CCM-003	10	0,48	0,4	101,43	10,5	55483
TR-004-06	CCM-004	1,5	0,48	0,6	100,41	91,3	1569770

Tabla 4.3. Resultados del flujo de carga en transformadores Caso I.

- **Caso II: TR-001-04 fuera de servicio**

Este caso analiza la posible contingencia de mantenimiento o falla de este transformador, según la configuración de secundario selectivo se tienen dos transformadores de igual potencia suministrando energía a cargas en 4,16 kV en barras diferentes con un interruptor de enlace abierto, este interruptor se cierra una vez que uno de los transformadores se encuentre fuera de servicio o que tenga una posible falla, este caso de estudio se hizo para el TR-001-04 fuera de servicio y para TR-001-05 y se obtuvo el mismo resultado en cuanto a tensiones y potencias en barras, el resultado del flujo de carga se muestra en las tablas 4.4 y 4.5.

Tabla 4.4. Resultados del flujo de carga para el Caso II.

Barra	Tensión nominal (kV)	Tensión de operación (%)	Carga		
			(MVA)	(A)	
Transformador	Capacidad nominal	Capacidad en operación	Porcentaje de carga	Corriente en el primario	Corriente en el secundario
CDP-001	34,5	100,00	5,8	98	
CDP-002	0,48	101,65	1,5	1796	
CDP-003	0,48	101,54	0,9	1108	
CDP-004	4,16	99,28	1,5	209	
CDP-005	4,16	99,28	2,1	291	
CDP-006	0,48	99,49	0,6	768	
CCM-001	0,48	101,41	1,5	1797	
CCM-002	0,48	101,37	0,5	564	
CCM-003	0,48	101,43	0,5	554	
CCM-004	0,48	100,41	1,3	1569	

Tabla 4.5. Resultados para flujo de carga en transformadores Caso II.

	ONAN (MVA)	ONAN (MVA)	(%)	(A)	(A)
TR-001-01	2,5	0,9	36	26	1796
TR-001-02	2,5	1,5	60	16	1108
TR-001-03	2,5	1,3	52	22	1569
TR-001-04	10	-	-	-	-
TR-001-05	10	2,1	21	35	293
TR-004-06	1,5	0,6	40	91	768

- **Caso III: TR-001-01 fuera de servicio**

En este caso se analizó la contingencia en la cual el equipo TR-001-01 sale fuera de servicio, estos transformadores (TR-001-01 y TR-001-02) alimentan a los centro de control de motores CCM-001, CCM-002 y CCM-003, al igual que en el caso anteriormente estudiado, la salida de cualquiera de ellos produce los mismos efectos sobre las barras y transformadores, en las tablas 4.6 y 4.7 se muestran los resultados para este caso

Tabla 4.6. Resultados del flujo de carga para Caso III.

Barra	Tensión nominal (kV)	Tensión de operación (%)	Carga	
			(MVA)	(A)
CDP-001	34,5	100,00	5,8	98
CDP-002	0,48	100,51	1,5	1777
CDP-003	0,48	100,51	2,4	2874
CDP-004	4,16	99,48	1,5	210
CDP-005	4,16	99,81	0,6	83
CDP-006	0,48	99,68	0,6	770
CCM-001	0,48	100,18	1,5	1777
CCM-002	0,48	101,35	0,5	560
CCM-003	0,48	100,4	0,5	558

CCM-004	0,48	100,41	1,3	1569
---------	------	--------	-----	------

Tabla 4.7. Resultados del flujo de carga en transformadores Caso III.

4.1.3 Análisis de resultados

Una vez realizados los casos de estudio, se verificaron los valores de tensión, corriente, potencia y factor de potencia en los equipos, pudiéndose notar que todos permanecen dentro del rango A de la norma ANSI C84.1-95. Los cambiadores de tomas en los transformadores fueron fijados a -2,5% en el lado de alta como se mencionó anteriormente, debido a que al hacer previamente el estudio de arranque de motores (sección 4.3), se concluyó que es necesario para que el perfil de tensiones este dentro del rango A, por lo tanto es la condición final de operación de la red eléctrica, cabe destacar que se realizó también el estudio de flujo de carga para los TAP en posición neutra, y los niveles de tensión permanecen dentro del rango A, pero se acercan bastante al extremo inferior en las cargas de 480 V.

Los transformadores TR-001-04 y TR-001-05 están dimensionados para que soporten la corriente de arranque de los motores de mayor magnitud en la planta de 900 HP, es por ello que en condiciones normales de operación el porcentaje de carga es tan bajo; en el estudio de arranque de motores, se analizará más a fondo el dimensionamiento de estos transformadores.

Transformador	Capacidad nominal ONAN (MVA)	Capacidad en operación ONAN (MVA)	Porcentaje de carga (%)	Corriente en el primario (A)	Corriente en el secundario (A)
TR-001-01	2,5	-	-	-	-
TR-001-02	2,5	2,4	96	41	2874
TR-001-03	2,5	1,3	52	22	1569
TR-001-04	10	1,5	15	25	210
TR-001-05	10	0,6	6	10	83
TR-004-06	1,5	0,6	40	91	770

Partiendo de los resultados obtenidos en el flujo de carga, se llega a la conclusión de que la pérdida de un transformador de 34,5/4,16 kV o de 34,5/0,48 kV, sólo afecta las barras que están conectadas aguas debajo de estos, para el resto del sistema es transparente el efecto que produce la salida de uno de estos transformadores. En el caso de TR-001-01 fuera de servicio, el TR-001-02 suplir la carga a ambas barras, por lo cuál su nivel de potencia se eleva a un 96% de su capacidad nominal, lo cual se mantiene aún por debajo de su nivel máximo, además que esta contingencia es de corta duración.

De acuerdo a la normativa de PDVSA [2], no se contempló el estudio de doble contingencia ya que la probabilidad de que esto ocurra es baja.

4.2 Estudio de cortocircuito

De acuerdo con un taller de ETAP dictado en Empresas Y&V [16], se define en su modulo de cortocircuito lo siguiente:

Un cortocircuito se puede definir como una conexión accidental o intencional en dos o más puntos de un sistema o red eléctrica que se encuentran normalmente a diferente nivel de tensión, esta conexión tiene una relativa baja impedancia o resistencia, por lo cual hace que circulen corrientes anormalmente altas en el sistema aguas arriba. En la figura 4.1 se ejemplifica lo que sucede en una falla.

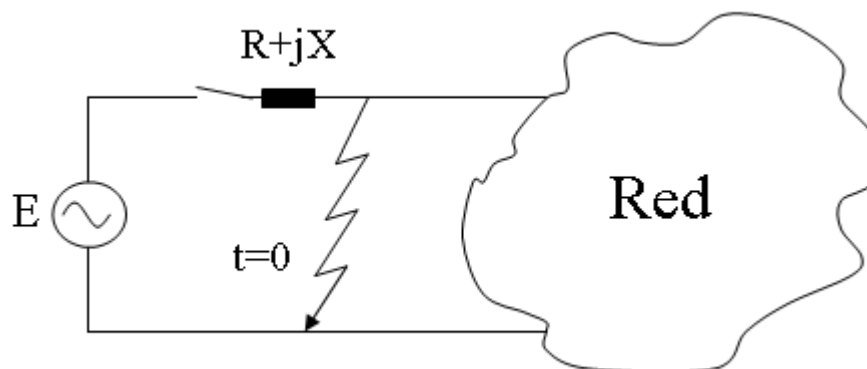


Figura 4.1. Modelo de una falla de cortocircuito.

Haciendo una recorrido de malla se obtiene la ecuación 4.1

$$\sqrt{2} \cdot E \cdot \text{sen}(\omega \cdot t + \phi) = R \cdot i(t) + L \cdot \frac{di(t)}{dt} \quad (4.1)$$

Luego de resolver la ecuación, la corriente de cortocircuito se puede expresar como se muestra en la ecuación 4.2

$$i(t) = \frac{\sqrt{2} \cdot E}{\sqrt{R^2 + X^2}} \cdot \text{sen}(\omega \cdot t + \phi - \theta) + k \cdot e^{\frac{-\omega \cdot t}{X/R}} \quad (4.2)$$

La ecuación 4.2, presenta dos componentes una de forma senoidal y otra de forma exponencial, gráficamente se puede descomponer como se muestra en la figura 4.2. donde el eje X representa el tiempo en ms e Y la magnitud de corriente en kA.

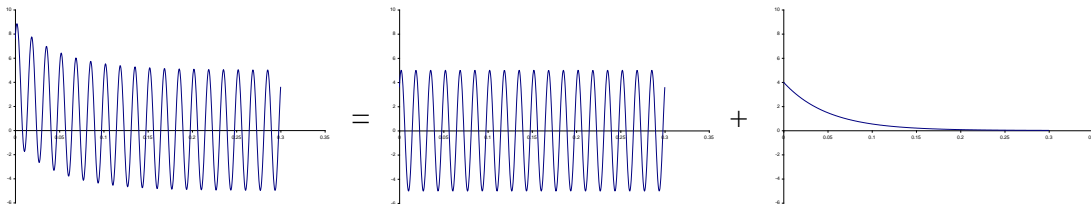


Figura 4.2. Descomposición gráfica de la corriente de cortocircuito.

La corriente de cortocircuito es asimétrica debido a la componente exponencial de la onda que introduce una componente de corriente continua a la forma de onda total, la asimetría depende de la inductancia equivalente vista entre los terminales de la falla.

La duración o decaimiento de la asimetría depende de la relación X/R o la constante de tiempo L/R . La componente sinusoidal de la corriente de cortocircuito depende exclusivamente de la fuente que alimenta la falla.

Para despejar este tipo de falla se contemplan equipos de protección como interruptores y fusibles, los cuales deben estar dimensionados para tal fin, de forma tal que puedan aislar los componentes adyacentes a la falla, y eviten el daño en otros equipos. Es importante resaltar el hecho de que durante una falla de este tipo se producen esfuerzos mecánicos y térmicos sobre los conductores y barras debido a la gran cantidad de corriente que circula a través de ellos, por ello deben ser dimensionados para que soporten este esfuerzo, es por ello que se hace este estudio de cortocircuito en el sistema eléctrico de la planta.

Se debe tener presente que los motores pueden contribuir a la falla (cortocircuito) debido a que están conectados a una carga de alta inercia. En el instante en que ocurre la falla, no se detienen de forma inmediata haciendo que este giro, induzca energía en el estator de cada uno de ellos produciendo así un nivel de tensión entre sus bornes, conllevando a una cantidad de corriente que fluye hacia el punto de falla.

En los sistemas industriales los cortocircuitos trifásicos son por lo general los de mayor magnitud, por lo tanto frecuentemente son los únicos considerados en el estudio. Los cortocircuitos línea a línea pueden estar en un 87% del nivel del cortocircuito trifásico. [16]

Con el estudio de cortocircuito de la red fue posible alcanzar los siguientes objetivos:

- Determinar de manera apropiada los elementos de protección básicos a ser instalados en la red.
- Determinar los esfuerzos térmicos y dinámicos que deben soportar cada uno de los componentes ubicados en la instalación eléctrica, entre ellos cables, CDP, CCM, entre otros.

- Coordinar las distintas protecciones eléctricas a ser instaladas en la red, entre ellas fusibles, interruptores, relés, entre otros.

4.2.1 Premisas del estudio

Al igual que en el estudio de flujo de carga se realizaron los estudios mediante el uso del software ETAP (*Electrical Transient Analyzer Program*) versión 4.0, para hacer el estudio de cortocircuito se utilizó el mismo programa, debido a que como su nombre lo indica es un programa de análisis transitorio de sistemas eléctricos de potencia que permite desarrollar estudios de este tipo, este programa nos permite analizar los efectos de las fallas trifásicas, monofásicas, bifásicas y bifásicas a tierra.

El programa calcula las corrientes totales de cortocircuito así como la contribución individual de los motores y generadores en el sistema, en el caso de la red de la planta los sistemas de generación se encuentran a gran distancia de la subestación, en la red de la planta se hizo el estudio bajo los lineamientos ANSI/IEEE, debido a previa solicitud de PEQUIVEN.

Entre algunas normas ANSI que se utilizan para el estudio de cortocircuito podemos mencionar:

IEEE C37.04-99 “*Standard rating structure for AC high voltage circuit breakers rated on a symmetrical current basis and supplements.*”

IEEE C37.010-99 “*Standard application guide for AC high voltage circuit breakers rated on a symmetrical current basis and supplements.*”

IEEE C37.013-97 “Standard for AC high voltage generator circuit breakers rated on a symmetrical current basis.”

IEEE C37.20.1-93 “Standard for metal enclosed low voltage power circuit breaker switchgear.”

IEEE std 141-93 “Electric power distribution for industrial plants.”

IEEE std 242-2001 “IEEE recommended practice for protection and coordination of industrial and commercial power systems.”

IEEE std-399-97 “Power system analysis”

Para el estudio de cortocircuito de la red eléctrica, se tomó como condición normal de operación los interruptores de llegada a las barras cerrados y el interruptor de enlace abierto, y como contingencia un interruptor de llegada abierto y otro cerrado, con la transferencia cerrada, esto se aprecia de mejor forma en los casos de estudio.

A su vez se estableció un factor de carga de 90% para todos los equipos conectados al sistema y los factores de demanda se establecieron según las lista de cargas proporcionada por PEQUIVEN, estas varían de 0,2 hasta 1 debido al proceso que se realizará en la planta. En niveles de 4,16 kV se utilizan impedancias conectadas entre el neutro y la tierra a fin de disminuir el nivel de la corriente de cortocircuito en 400A, en 480 V el neutro es solidamente puesto a tierra. [2]

4.2.2 Casos de estudio

Al igual que en el de flujo de carga este estudio se realizó para posibles contingencias o estados de operación de la planta.

- **Caso I: Condición normal de operación**

En este caso todos los transformadores se encuentran en servicio (TR-001-01, TR-001-02, TR-001-03, TR-001-04, TR-001-05 y TR-004-06). Todos los interruptores de enlaces de barras se encuentran abiertos. Para este caso se obtuvieron los resultados mostrados en la tabla 4.8.

Tabla 4.8. Niveles de cortocircuito para condición normal.

Barra	Niveles de Cortocircuito 3Ø (kA)			
	Duty	1/2	1,5-4	30

	Simétrico	Asimétrico	ciclo	ciclos	ciclos
CDP-001	18,718	27,574	18,718	18,289	17,956
CDP-002	38,418	52,854	38,418	37,737	37,459
CDP-003	44,575	60,267	44,575	40,100	37,459
CDP-004	20,106	50,976	20,106	18,477	17,375
CDP-005	19,376	29,093	19,376	18,188	17,375
CDP-006	17,940	22,952	17,490	17,330	17,206
CCM-001	34,562	44,618	34,562	33,876	33,603
CCM-002	37,182	45,835	37,182	33,833	31,938
CCM-003	41,599	53,521	41,599	37,150	34,497
CCM-004	55,350	74,321	55,350	44,330	37,459

- **Caso II: TR-001-04 fuera de servicio**

En este modelo, se pretende analizar la contingencia en la cual el TR-001-04 se encuentra fuera de servicio bien sea por falla o por mantenimiento, por lo cual se encuentra en enlace de barra cerrado, y toda la carga es suplida por el TR-001-05, los resultados de este estudio se muestran en la tabla 4.9.

El estudio fue hecho para el caso de TR-001-05 fuera de servicio y presento los mismos resultados que para TR-001-04, por lo cual en la tabla 4.9 se muestran los resultados para este último fuera de servicio.

Tabla 4.9. Niveles de cortocircuito para TR-001-04 fuera de servicio.

Barra	Niveles de Cortocircuito 3Ø (kA)				
	Duty		1/2 ciclo	1,5-4 ciclos	30 ciclos
	Simétrico	Asimétrico			
CDP-001	18,672	27,511	18,672	18,280	17,956
CDP-002	38,416	52,851	38,416	37,736	37,459
CDP-003	44,573	60,263	44,573	40,100	37,459
CDP-004	22,025	32,910	22,025	19,254	17,375
CDP-005	22,025	32,910	22,025	19,254	17,375
CDP-006	17,650	23,129	17,650	17,410	17,206

CCM-001	34,560	44,616	34,560	33,876	33,603
CCM-002	37,181	45,833	37,181	33,832	31,938
CCM-003	41,596	53,519	41,596	37,149	34,497
CCM-004	55,347	74,318	55,347	44,330	37,459

- **Caso III: TR-001-01 fuera de servicio**

Este caso propone la posible contingencia de TR-001-01 fuera de servicio, por lo cual el interruptor de enlace estará cerrado permitiendo que TR-001-02 supla la energía a la carga conectada en los centros de control de motores aguas abajo, los resultados del estudio se muestran en la tabla 4.10, al igual que el caso anterior el estudio se hizo para TR-001-02 fuera de servicio y se obtuvieron los mismos resultados.

Tabla 4.10. Niveles de cortocircuito para TR-001-01 fuera de servicio.

Barra	Niveles de Cortocircuito 3Ø (kA)				
	Duty		1/2 ciclo	1,5-4 ciclos	30 ciclos
	Simétrico	Asimétrico			
CDP-001	18,715	27,569	18,715	18,289	17,956
CDP-002	45,494	61,371	45,494	40,358	37,459
CDP-003	45,494	61,371	45,494	40,358	37,459
CDP-004	20,106	30,205	20,106	18,477	17,375
CDP-005	19,376	29,023	19,376	18,188	17,375
CDP-006	17,490	22,952	17,490	17,330	17,206
CCM-001	40,087	50,512	40,087	35,967	33,603
CCM-002	37,806	46,472	37,806	34,015	31,938
CCM-003	42,368	54,363	42,368	37,368	34,497
CCM-004	55,350	74,321	55,350	44,330	37,459

4.2.3 Análisis de resultados

Este estudio permite dimensionar la capacidad de corriente que deben soportar los interruptores en una falla, así como el nivel de corriente al cual deben operar, en media tensión (34,5 y 4,16 kV) los interruptores deben soportar el nivel de corriente

de cortocircuito de medio ciclo, y hacer la apertura en el intervalo de 1,5 a 4 ciclos, y en baja tensión los interruptores deben abrir la corriente de medio ciclo ya que deben ser de tipo instantáneo.

Este estudio es importante también para verificar el dimensionamiento de las barras ya que durante una falla estas se someten a esfuerzos dinámicos causados por el campo eléctrico y magnético que produce el alto nivel de corriente que circula a través de ellas.

Al hacer las anotaciones correspondientes se verificó que el nivel de cortocircuito trifásico fuera mayor que las otras posibles fallas (línea-tierra, línea-línea y dos líneas a tierra).

En los resultados obtenidos en el estudio, es apreciable la contribución que producen los motores, al ocurrir una falla, esto es más evidente en los centros de distribución de potencia CDP-004 y CDP-005, en estos se encuentran los motores de mayor potencia de la planta (900 HP), en un nivel de tensión de 4,16 kV como lo establece la sección 5.1 de la norma PDVSA N-201 [3]

Esta contribución producida por los motores también se hace notoria en el centro de control de motores CCM-004, donde se concentra una gran cantidad de cargas de la planta en el nivel de tensión de 480V.

Al igual en el CDP-006 se aprecia el fenómeno de contribución, ya que esta barra se encuentra conectada al CDP-004 a través de una distancia muy corta, por lo cual el nivel de cortocircuito también se ve afectado por la contribución de los motores que se encuentran conectados en este último centro de distribución de potencia.

4.3 Estudio de arranque de motores

El estudio de arranque de motores es importante dentro del diseño del sistema eléctrico de la planta, debido a que mediante este se puede investigar si un motor puede arrancar satisfactoriamente bajo ciertas condiciones de operación y a su vez verificar si el arranque de un motor impedirá seriamente la operación normal de las otras cargas en el sistema.

El tipo de arranque utilizado en la red eléctrica para los motores es arranque directo por solicitud de PEQUIVEN, por lo general es el más sencillo, el más económico, brinda mayor confiabilidad, es el de menor mantenimiento, ocupa menor espacio, ofrece mayor velocidad para su puesta en marcha, así como mayor velocidad para arrancar, mayor facilidad para los operadores de la planta y menor posibilidad de equivocación al momento de automatizar los procesos. Aunque también es cierto que al utilizar este tipo de arranque se tendrán fuertes corrientes de arranque y una máxima sollicitación mecánica, hidráulica y eléctrica en consecuencia una menor vida útil de los equipos.

4.3.1 Premisas del estudio

El tipo de motores a utilizar en la simulación, fue motor de inducción del tipo jaula de ardilla debido a que es un dato dado por PEQUIVEN.

Para motores de media tensión, se permite un nivel mínimo de 85% en la barra de la subestación y de 80% en los terminales del motor durante el momento de arranque. Y durante el arranque de uno o más motores en baja tensión se debe cumplir que la tensión en la barra de la subestación no debe ser menor a 90% de la tensión nominal del sistema, a su vez la tensión en los terminales del motor no debe ser inferior a 85% de la tensión nominal del motor.

Estos criterios son recomendados por Process Industry Practices, PIP ELCGL01 [17] y ha sido adoptado por las empresas miembros de esta organización, incluida PDVSA y sus filiales. El razonamiento detrás de esta práctica es que aún cuando los motores son diseñados para arrancar exitosamente con 80% de la tensión nominal (de placa) del motor, según la norma NEMA MG-1 [18], se considera prudente dejar un margen adicional para los motores en baja tensión, que cubra posibles imprecisiones del modelo circuital usando el cálculo de caída de tensión, esta norma PIP cumple con los requerimientos de la norma IEEE 399-97 [19] en su sección 9, donde mencionan que la tensión mínima en los terminales del motor es de un 80% en el momento de arranque. Cabe destacar que este criterio se cumple siempre y cuando los TAP de los transformadores estén en -2,5% (ver anexo 3).

El tiempo de arranque debe estar por debajo del valor máximo permitido de acuerdo a la curva de daño térmico del motor al cual se le hace al estudio, se establece un tiempo de 5 segundos, como premisa para hacer el estudio. [9]

El programa permite hacer una simulación de forma estática, la cual no es más que un flujo de carga, en el cual, en el momento de arranque coloca la corriente de rotor bloqueado en los terminales del motor y se observa lo que ocurre con las tensiones sólo en ese instante. Por esta razón se decidió que el tipo de simulación a realizar fuera dinámica (ver anexo 3), ya que permite obtener un modelo más aproximado al comportamiento real del motor en el momento de arranque, en el cual se simula una carga que sea la carga real que va a manejar, en los casos a estudiar se utilizaron curvas de par-velocidad cuadráticas las cuales corresponden con bombas de agua. De esta forma se observan las características de tensión y corriente versus tiempo, y así ver el comportamiento de la máquina y su grado de afectación a la red eléctrica de la planta, además de verificar el tiempo de arranque y si este realmente arrancará al manejar la carga.

El programa emplea el método de Newton-Raphson, con una precisión de 10^{-4} , y un número máximo de 99 iteraciones, el modelo eléctrico de los motores para la simulación fue del tipo singular, que consiste en un circuito equivalente de thevenin con una resistencia y reactancia de rotor constantes.

El perfil de tensiones que se obtuvieron luego del arranque del motor fue comparado con los niveles del rango A de la norma ANSI C84.1-95 [12], de forma similar como se hizo para el estudio de flujo de carga (ver tabla 4.1).

4.3.2 Casos de estudio

Se plantearon los casos de estudio utilizando las mismas contingencias que se han venido presentando en los estudios anteriores, ya que son posibles estados de operación de la red eléctrica, para cada uno de ellos se analizó el arranque del motor de mayor potencia en los niveles de tensión de 4,16 kV y en 480 V, de tal forma de asegurar el arranque de este cuando los demás motores estén operando. La simulación se hizo para el arranque del motor en estudio y todos los motores operando, es decir, que ya hayan arrancado previamente. Para ello se hace el arranque en $t=1s$.

- **Caso I: Condición normal de operación**

En la tabla 4.11, se muestran los niveles de tensión en las barras, en diferentes momentos de arranque del motor 760-P014A de 900 HP en 4,16 kV, para este arranque dinámico se simuló una carga semejante a la de una bomba de agua, ya que este motor se utiliza para tal fin.

Tabla 4.11. Niveles de tensión para arranque de 760-P014A. Caso I.

Barra	Tensión nominal (kV)	Tensión de operación (%)			
		Antes (t=0 s)	Arranque (t=1 s)	Durante (t=3,5 s)	Después (t=6 s)

CDP-001	34,5	100	99,66	99,67	99,96
CDP-002	0,48	101,66	101,31	101,32	101,62
CDP-003	0,48	101,56	101,21	101,22	101,52
CDP-004	4,16	99,53	96,64	96,69	99,20
CDP-005	4,16	99,81	99,47	99,47	99,77
CDP-006	0,48	99,74	96,84	96,89	99,41
CCM-001	0,48	101,33	100,98	100,99	101,29
CCM-002	0,48	101,39	101,04	101,05	101,35
CCM-003	0,48	101,45	101,10	101,11	101,41
CCM-004	0,48	100,45	100,09	100,10	100,41

En la tabla 4.12 se muestran los perfiles de tensiones en las barras en el momento de arranque del motor 740-P001A para condición normal de operación de la planta, este motor es el de mayor capacidad que tendrá la planta en el nivel de tensión de 480 V, esta ubicado en el CCM003.

Tabla 4.12. Niveles de tensión para arranque de 740-P001A. Caso I.

Barra	Tensión nominal (kV)	Tensión de operación (%)			
		Antes (t=0 s)	Arranque (t=1 s)	Durante (t=3,5 s)	Después (t=6 s)
CDP-001	34,5	100	99,92	99,99	99,99
CDP-002	0,48	101,66	101,57	101,65	101,65
CDP-003	0,48	101,62	98,82	101,38	101,38
CDP-004	4,16	99,48	99,40	99,47	99,47
CDP-005	4,16	99,81	99,72	99,80	99,80
CDP-006	0,48	99,69	99,60	99,68	99,68
CCM-001	0,48	101,33	101,24	101,32	101,32
CCM-002	0,48	101,45	98,66	101,22	101,22
CCM-003	0,48	101,52	98,46	101,25	101,25
CCM-004	0,48	100,45	100,36	100,44	100,44

En el anexo 3 se muestran las curvas obtenidas mediante la simulación, donde se aprecia el comportamiento del motor durante el arranque, los gráficos muestran la

tensión en los terminales del motor, la demanda de corriente, el deslizamiento del motor, la demanda de potencia y el par del motor.

- **Caso II: TR-001-04 fuera de servicio**

Este caso se basa en la puesta fuera de servicio del transformador TR-001-04, el cual alimenta la barra CDP-004, entonces la carga será suplida por el TR-001-05, a través del interruptor de enlace de barras, el estudio se hace igualmente para el arranque de los motores 760-P014A y 740-P001A, por ser los de mayor potencia en sus respectivos niveles de tensión, y son conectados a cargas de similares características para las cuales son especificados, según lista de cargas proporcionada por PEQUIVEN (ver anexo 1).

Los resultados se muestran en las tablas 4.13 y 4.14.

Tabla 4.13. Niveles de tensión para arranque de 760-P014A. Caso II.

Barra	Tensión nominal (kV)	Tensión de operación (%)			
		Antes (t=0 s)	Arranque (t=1 s)	Durante (t=3,5 s)	Después (t=6 s)
CDP-001	34,5	100	99,66	99,67	99,96
CDP-002	0,48	101,66	101,21	101,21	101,52
CDP-003	0,48	101,56	101,31	101,31	101,62
CDP-004	4,16	99,33	96,44	96,69	99,00
CDP-005	4,16	99,33	96,44	96,49	99,00
CDP-006	0,48	99,54	96,64	96,69	99,21
CCM-001	0,48	101,33	100,98	100,99	101,29
CCM-002	0,48	101,39	101,04	101,05	101,35
CCM-003	0,48	101,45	101,10	101,11	101,41
CCM-004	0,48	100,45	100,09	100,10	100,41

Tabla 4.14. Niveles de tensión para arranque de 740-P001A. Caso II.

Barra	Tensión nominal	Tensión de operación (%)
-------	-----------------	--------------------------

	(kV)	Antes (t=0 s)	Arranque (t=1 s)	Durante (t=3,5 s)	Después (t=6 s)
CDP-001	34,5	100	99,92	99,99	99,99
CDP-002	0,48	101,66	101,57	101,65	101,65
CDP-003	0,48	101,62	98,82	101,38	101,38
CDP-004	4,16	99,28	99,20	99,28	99,28
CDP-005	4,16	99,28	99,20	99,28	99,28
CDP-006	0,48	99,49	99,40	99,48	99,48
CCM-001	0,48	101,33	101,24	101,32	101,32
CCM-002	0,48	101,45	98,66	101,22	101,22
CCM-003	0,48	101,52	98,46	101,25	101,25
CCM-004	0,48	100,45	100,36	100,44	100,44

Al igual que en el caso I, en el anexo 3 se muestran las graficas obtenidas en el ETAP, para el arranque de los motores bajo esta contingencia.

- **Caso III: TR-001-01 fuera de servicio**

En esta contingencia el TR-001-01 estará fuera de servicio por lo cual el transformador TR-001-02, deberá suplir la carga al CDP002 y CDP003 que estarán unidos por el interruptor de enlace de barra, igualmente se hará el estudio para los motores de mayor potencia en los niveles de tensión de 4,16 kV y 480 V, y se presentarán las curvas de comportamiento de los motores arrancando en esta contingencia en el anexo 3.

Los resultados de este caso se muestran en las tablas 4.15 y 4.16.

Tabla 4.15. Niveles de tensión para arranque de 760-P014A. Caso III.

Barra	Tensión nominal	Tensión de operación (%)			
	(kV)	Antes (t=0 s)	Arranque (t=1 s)	Durante (t=3,5 s)	Después (t=6 s)
CDP-001	34,5	100	99,66	99,67	99,96

CDP-002	0,48	100,54	100,19	100,19	100,49
CDP-003	0,48	100,54	100,19	100,19	100,49
CDP-004	4,16	99,53	96,64	96,69	99,20
CDP-005	4,16	99,81	99,47	99,47	99,77
CDP-006	0,48	99,74	96,84	96,89	99,41
CCM-001	0,48	100,21	99,86	99,87	100,17
CCM-002	0,48	100,37	100,02	100,03	100,33
CCM-003	0,48	100,43	100,08	100,09	100,39
CCM-004	0,48	100,45	100,10	100,10	100,41

Tabla 4.16. Niveles de tensión para arranque de 740-P001A. Caso III.

Barra	Tensión nominal (kV)	Tensión de operación (%)			
		Antes (t=0 s)	Arranque (t=1 s)	Durante (t=3,5 s)	Después (t=6 s)
CDP-001	34,5	100	99,92	99,99	99,99
CDP-002	0,48	100,6	97,83	100,34	100,34
CDP-003	0,48	100,6	97,83	100,34	100,34
CDP-004	4,16	99,48	99,40	99,47	99,47
CDP-005	4,16	99,81	99,72	99,80	99,80
CDP-006	0,48	99,69	99,6	99,68	99,68
CCM-001	0,48	100,27	97,51	100,02	100,02
CCM-002	0,48	100,44	97,67	100,18	100,18
CCM-003	0,48	100,50	97,47	100,21	100,21
CCM-004	0,48	100,45	100,36	100,44	100,44

- **Caso IV: Arranque de 760-P004A**

Debido a la configuración de la red de la planta, el MCC004A no se ve afectado en estas situaciones de contingencia, por lo cual se hizo un estudio de

arranque de motores para esta barra, por lo cual se escogió el 760-P004A, por ser el de mayor potencia en esta barra.

En el anexo 3 se puede apreciar el comportamiento de la tensión en los terminales del motor, la cantidad de potencia demandada, así como el nivel de corriente durante el período de arranque.

Los resultados se muestran en la tabla 4.17.

Tabla 4.17. Niveles de tensión para arranque de 760-P004A. Caso IV.

Barra	Tensión nominal (kV)	Tensión de operación (%)			
		Antes (t=0 s)	Arranque (t=1 s)	Durante (t=3,5 s)	Después (t=6 s)
CDP-001	34,5	100	99,92	99,99	99,99
CDP-002	0,48	101,66	101,57	101,65	101,65
CDP-003	0,48	101,56	101,47	101,65	101,55
CDP-004	4,16	99,48	99,40	99,47	99,47
CDP-005	4,16	99,81	99,72	99,80	99,80
CDP-006	0,48	99,69	99,60	99,68	99,68
CCM-001	0,48	101,33	101,24	101,32	101,32
CCM-002	0,48	101,39	101,31	101,39	101,39
CCM-003	0,48	101,45	101,36	101,45	101,45
CCM-004	0,48	100,52	97,65	100,28	100,28

4.3.3 Análisis de resultados

Una vez terminado los estudios de arranque de motores, se verificaron las tensiones obtenidas durante y después del arranque y cumplen con los perfiles de tensión de las normas PIP ELCGL01 [17] y ANSI C84.1-95 [14] rango A, esto fue

posible luego de que se hicieran los ajustes correspondientes en potencia de transformadores, en cambiadores de tomas, así como en calibre de conductores.

El estudio presentado anteriormente fue realizado con los motores de mayor capacidad de la red en los diferentes niveles de tensión, cuando ocurre la incorporación de uno de estos motores a la red se presenta en el sistema una caída de tensión en la barra y aguas debajo de esta y luego de que ocurre el proceso de arranque, se observó que el nivel de tensión en la barra no llegaba al valor inicial lo cual es razonable puesto que este motor representa una nueva carga en el sistema operando en condición nominal.

Los cambiadores de tomas de los transformadores TR-001-01, TR001-02, TR-001-03 y TR-004-06 fueron fijados en -2,5 para mantener las tensiones de las barras dentro del rango establecido por las normas PIP ELCGL01 [17] durante el momento de arranque.

Se tuvo que ampliar el calibre de los conductores del motor de 150 HP (740-P001A), debido a que en el momento de arranque las tensiones en los terminales del motor llegaban a 79%, lo cual no cumple con la norma PIP ELCGL01 [17], la cual establece que el nivel mínimo debe ser de 85% en los terminales del motor, se colocaron 2 conductores por fase de calibre 4/0.

Como el estudio se encuentra en ingeniería básica, se pensó en incrementar la capacidad (en MVA) de los transformadores TR-001-04 y TR-001-05, ambos asociados a los CDP004 y CDP005 donde se encuentran los motores de mayor potencia de la planta, debido a que el tiempo de arranque del motor era mayor a 5 segundos (ver anexo 3) y las tensiones no permanecían dentro del perfil de tensiones establecido por norma PIP ELCGL01 [17], ya que en el momento de arranque la tensión en los terminales del motor era menor a 85%, de esta manera se logró mejorar el arranque ya que otra posibilidad era disminuir la impedancia del transformador pero cabe destacar que esta recomendación debe ser analizada en

función de los costos adicionales asociados a esta alternativa y de su repercusión sobre los niveles de cortocircuito del sistema.

Otra solución es hablar con el fabricante en el momento de la construcción del motor y plantearle la posibilidad de que cambie el diseño eléctrico para disminuir la corriente de arranque y así mejorar las condiciones de arranque del mismo.

CAPÍTULO V

INGENIERÍA BÁSICA DE LA SUBESTACIÓN

La subestación eléctrica diseñada es de tipo barra simple con doble alimentador, capaz de suministrar potencia a la planta y actuar como enlace al transmitir energía hacia otras plantas, como se observa en subestaciones de configuración en anillo, este requisito fue exigido por PEQUIVEN para el diseño de la red eléctrica, por lo cual se dió la información de la capacidad nominal necesaria en las barras de 34,5 kV, así como el nivel de cortocircuito requerido. A su vez también fue suministrada una lista de cargas (ver Anexo N° 1) con la repartición de las mismas en diferentes centros de distribución de potencia y centros de control de motores.

Al inicio del diseño se contempló como base el hecho de tener dos fuentes de alimentación en 34,5 kV independientes cumpliendo con la norma PDVSA N 201 [2], estos llegan a un centro de distribución de potencia (CDP001) que será la barra principal 34,5 kV, de donde se toma la energía a distribuir a los transformadores, para disminuir el nivel de tensión y suministrar potencia a las cargas en 4,16kV y en 480V. La figura 6.1 muestra un diagrama de la barra 34,5 kV.

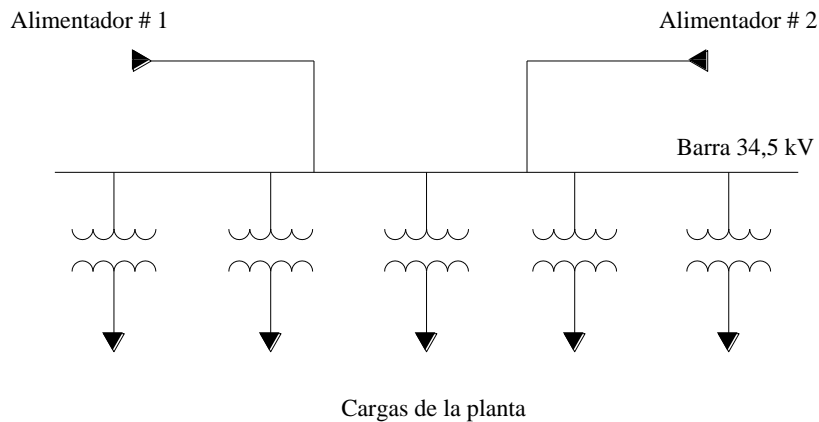


Figura 5.1 Diagrama de subestación barra simple con doble alimentador.

Al dimensionar los transformadores, se utilizó una hoja de cálculo en Excel de Empresas Y&V diseñada para tal fin, en la cual se colocan las cargas con sus características de nivel de tensión, corriente nominal, factor de potencia y factor de demanda, el resultado muestra el tamaño de la acometida en MVA necesaria para alimentar las cargas, estas tablas se muestran en el Anexo N° 2. Cabe destacar que estos niveles de potencia fueron preliminares y al hacer los estudios eléctricos se logró especificar la capacidad nominal de los transformadores.

5.1 Descripción de la subestación

La subestación eléctrica cuenta con dos áreas, una destinada al patio de transformadores, en donde se colocarán los transformadores para reducir la tensión de alimentación principal y hacer la distribución de potencia a las cargas de la planta, y el otra área consiste en una edificación donde se ubican los centros de distribución de potencia así como los centros de control de motores de la red eléctrica, estos elementos son importantes dentro de la configuración ya que tienen un papel de distribución de energía a las cargas.

La subestación eléctrica fue diseñada con esquema de secundario selectivo, como requisito de PEQUIVEN y cumpliendo con la norma PDVSA N201 [2], este

esquema se basa en tener dos barras de tensión alimentadas independientemente, conectadas mediante un interruptor de enlace, de forma tal que al presentar una falla en un alimentador bien sea por corto circuito o por tener en mantenimiento un transformador se puede enlazar ambas barras y seguir dando energía a las cargas conectadas en ellas, es importante resaltar que para este tipo de diseño se deben dimensionar los transformadores de la red con un 100% de redundancia, es decir que puedan soportar la carga completa de ambas barras, esto también se hace en cumplimiento con la norma PDVSA N201 [2], por ende en condiciones normales de operación los transformadores operan a menos de 50% de su capacidad de diseño. La figura 6.2 muestra un diagrama de la topología en secundario selectivo con interruptor de enlace.

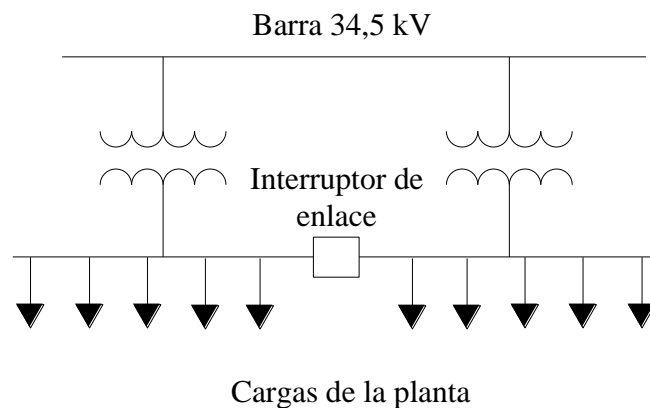


Figura 5.2 Esquema de secundario selectivo con transferencia automática.

Los centros de distribución de potencia trabajan en 4,16kV (CDP004 y CDP005) y en 480V (CDP002 y CDP 003), estos gabinetes tienen en su interior las barras e interruptores, así como interruptores de enlace, para la configuración de secundario selectivo, para dimensionar estos elementos se utilizaron catálogos de AREVA [20] de forma tal de obtener las medidas externas necesarias para la disposición de equipos en la edificación de la subestación.

La energía eléctrica es provista de dos líneas como se mencionó anteriormente, estas entran a un centro de distribución de potencia (CDP001) en

34,5 kV, ubicado dentro del edificio de la subestación, este CDP no tiene interruptor de enlace por ser el sistema tipo barra simple, de allí se envía la energía a los transformadores en el patio, donde se encuentran dos transformadores de 10 MVA de 34,5/4,16kV (TR-001-04 y TR-001-05); tres transformadores de 2,5 MVA de 34,5/0,48 kV (TR-001-01, TR-001-02 y TR-001-03) y por último un transformador de 1 MVA de 4,16/0,48 kV para alimentación a las edificaciones.

Según la norma PDVSA N201 [2], los motores superiores a 150 HP deben ser alimentados con una tensión de 4,16kV, por ello se dispuso de los centros de distribución de potencia CDP004 y CDP005, estos están alimentados por los transformadores de 10 MVA antes indicados que alimentan a los motores de mayor potencia de la planta, llegando hasta motores de 900 HP, además del CDP005 se alimenta al transformador de 1 MVA que sirve como suministro de energía a las edificaciones de la planta en 480V (CDP006) y a su vez para el alumbrado de la vialidad y estacionamientos de la planta.

El resto de los motores son alimentados desde diferentes centros de control de motores, para ello se diseñaron los CDP002 y CDP003 los cuales dan suministro de energía a través de ductos de barras a los centros de control de motores CCM001, CCM002 y CCM003, por último el CCM004 fue alimentado directamente desde un transformador de 2,5 MVA (TR-001-03) a través de ductos de barras.

El dimensionamiento de los centros de control de motores (CCM) se hizo con un software llamado centerONE (ver anexo 24) [21], este software facilita el diseño de este tipo de elementos, para ello se utilizó la lista de cargas suministrada por PEQUIVEN (anexo 1), y para el diseño de los CDP fueron utilizados catálogos de AREVA [20], los cuales muestran diferentes configuraciones de equipos con sus características, y se escogieron las que se adaptaban a las necesidades del diseño.

Se utilizaron ductos de barras tanto para 4,16 kV, como para 480 V, debido a la gran cantidad de corriente que necesitan las cargas, se utilizó el catálogo de CUTLER-HAMMER [22], la sección 22-9 para media tensión, estos modelos se utilizaron para hacer una disposición de equipos.

Se debe la necesidad de instalar conectores especiales que permitan expansión del cobre ya que los ductos de barra ubicados en el patio de transformadores se calientan y esto hace que el metal se expanda pudiendo producir presiones bien sea sobre el transformador, los bushings (terminales de conexión) de conexión o bien en el tablero de conexión en los centros de distribución de potencia de la subestación, estos conectores de expansión hacen que la barra se deslice y se instalan en los terminales de conexión del transformador. Además se debe prever que los ductos de barra deben estar hechos de un material aislante al fuego y para ambientes exteriores.

Según la norma PDVSA N252 en su sección 3.9.10 [10], se deben colocar muros cortafuegos entre transformadores cuyas capacidades sean superiores a 2000 kVA, por ello se diseñaron muros cortafuegos para los transformadores de 10MVA y de 2,5 MVA, la forma como se deben diseñar esta especificado en dicha norma, en líneas generales deben tener una altura mayor a 300mm sobre el punto más alto del transformador y deben ocultar la visión del transformador que esta al lado cuando una persona se encuentre a 600 mm del extremo del transformador mas alejado del muro. Para la disposición de equipos se tomaron en cuenta las distancias mínimas de la norma PDVSA N201 [2].

El diseño final de la subestación pudo hacerse luego de los estudios eléctricos de la red, los cuales fueron mostrados en el capítulo IV, no se contempló un estudio de armónicos, debido a que no existen cargas como rectificadores de alta potencia que intervengan en el sistema de distribución añadiendo armónicos que sobrecalienten los transformadores obligando entonces a sobredimensionar el mismo para prever este sobrecalentamiento. Además no existen arrancadores con variadores

de frecuencia que puedan introducir armónicos a la red, por todo esto no se consideró pertinente el estudio de armónicos en la red eléctrica de la planta.

5.2 Malla de puesta a tierra

La malla de tierra de la subestación es necesaria debido a que esta debe proporcionar un circuito de muy baja impedancia para drenar las corrientes de tierra, ya sean debidas a una falla de aislamiento o a la operación de un descargador de sobretensión, también debe evitar que cuando circulen estas corrientes, se produzcan diferencias de potencial entre distintos puntos de la subestación, que puedan representar un peligro para el personal en ella, a su vez cumple dos funciones adicionales, facilitar mediante sistemas de protecciones la eliminación de fallas a tierra en los sistemas eléctricos y dar mayor confiabilidad y continuidad al servicio eléctrico.

Para utilizar apropiadamente las técnicas analíticas que involucran un estudio de puesta a tierra, es necesario comprender las características eléctricas de la parte más importante del circuito: el cuerpo humano. Una persona saludable puede sentir una corriente de 1 mA (pruebas hechas hace mucho tiempo establecieron que los efectos de choque eléctrico son resultado de la corriente y no de la tensión). Corrientes de aproximadamente 10-25 mA pueden causar falta de control muscular. En muchos hombres, 100 mA podría causar fibrilación ventricular y corrientes más altas pueden detener por completo el corazón o causar severas quemaduras eléctricas. [23]

Por razones prácticas muchos estudios de puesta a tierra utilizan el umbral de la fibrilación ventricular como criterio de diseño, la fibrilación es una condición en la cual el latido del corazón es anormal e inefectivo con resultados fatales, por ello se deben diseñar las puestas a tierra para limitar las corrientes por debajo de este umbral. Pruebas en animales con cuerpos y corazón comparables con los de un ser humano

han determinado que el 99,5 % de las personas saludables pueden tolerar una corriente a través del corazón definida por la ecuación 5.1 sin llegar a tener fibrilación ventricular.

$$I_b = \frac{0,116}{\sqrt{T}} \quad (5.1)$$

Donde I_b es la corriente máxima en Ampere y T es la duración de la corriente en segundos, esta ecuación es igual para hombres o mujeres con 0,116 como constante de proporcionalidad, pero es válida sólo para corrientes de 60 Hz.

Existen muchas formas posibles de que una persona pueda ser electrocutada, la práctica industrial es evaluar los riesgos de choque de dos condiciones muy comunes. Las figuras 5.3 y 5.4 muestran estas condiciones con un equivalente del cuerpo humano en resistencias:

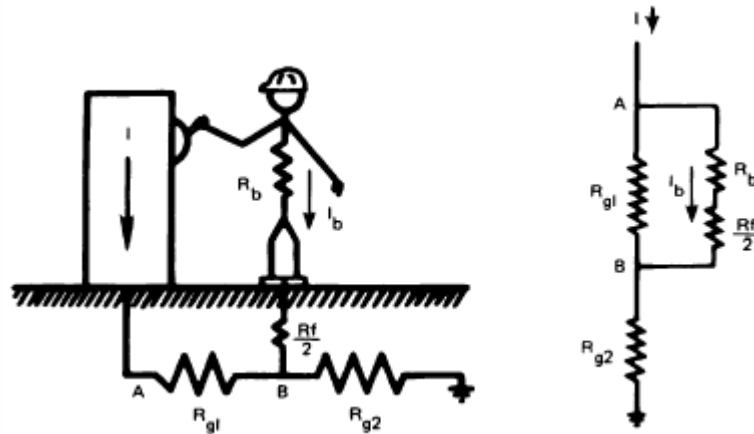


Figura 5.3 Tensión de toque

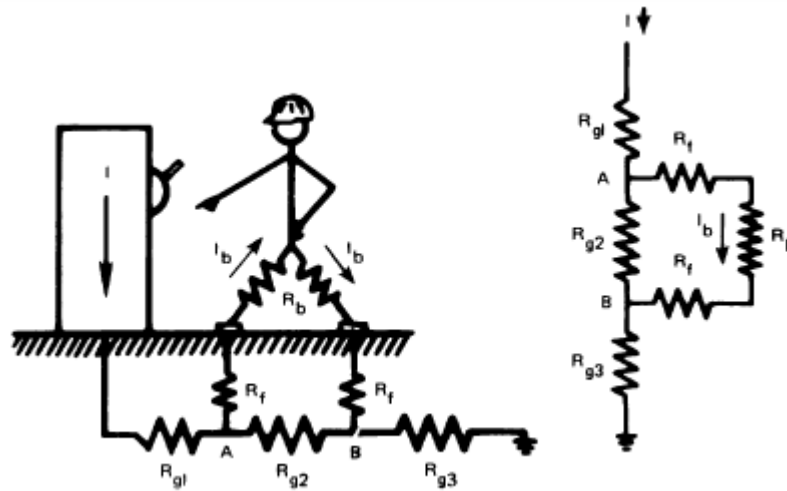


Figura 5.4 Tensión de paso

En ambas figuras R_b representa la resistencia eléctrica del cuerpo humano, R_f es la resistencia eléctrica del extremo de cada pie respecto a tierra, R_{gf} representa la resistencia desde de la malla desde el punto de conexión con el equipo al punto de contacto más proximo al cuerpo humano (B), y R_{g2} representa en la figura 5.3 la resistencia del punto de tierra (potencial cero) al punto B. R_{g2} representa en la figura 5.4 la resistencia que hay entre cada punto de contacto con el cuerpo humano, desde la malla, y R_{g3} es la resistencia equivalente al punto de tierra (potencial cero). En ambos casos I_b es la corriente que circulará por el cuerpo humano en el caso de una falla.

La figura 5.3 muestra la tensión de toque, en la cual la corriente circula a través del cuerpo desde la mano del operador hasta su pie, y la figura 5.4 muestra la tensión de paso, en esta la corriente circula a través del cuerpo desde un pie del operador hasta el otro. La corriente I_b viene determinada por la diferencia de potencial que hay entre los puntos de contacto A y B. La exposición a tensiones de toque normalmente representa un mayor peligro que las tensiones de paso, que son generalmente más pequeñas en magnitud (la corriente mínima de fibrilación es la misma para ambos tipos de contacto, sin embargo en el caso de tensiones de paso, no toda la corriente que circula desde un pie hasta el otro pasa por el corazón). La peor

condición de potencial de toque (llamado potencial de malla) ocurre cerca del centro de la malla de tierra, para ello las prácticas industriales han establecido un criterio normalizado para tensiones de malla con el fin de diseñar puestas a tierra seguras. En muchos casos al controlar las tensiones de toque, se garantiza que las tensiones de paso serán seguras, puesto que estas son mucho mayores, sin embargo se ha demostrado que fuera de la malla de tierra estas tensiones de paso pueden alcanzar niveles peligrosos. [19]

Desde que el cuerpo de un individuo es expuesto a un choque eléctrico, se agrega una rama al circuito eléctrico, la resistencia de esta rama debe ser determinada para calcular la correspondiente corriente de cuerpo I_b , Generalmente la resistencia de la mano de contacto y el pie de contacto son consideradas insignificantes, sin embargo la resistividad del suelo que está en contacto directo con el pie si es muy importante, porque si se modela el pie como un electrodo plano circular, se obtiene aproximadamente una resistencia equivalente a $3 \cdot \rho_s$, siendo ρ_s la resistividad de la superficie del suelo expresada en ohm-metro ($\Omega \cdot m$).

El cuerpo humano tiene una resistencia equivalente total medida de cerca de 2.300Ω mano a mano y de 1.100Ω mano a pie, según la norma IEEE std 80-2000 [24] se recomienda el uso de 1.000 ohms como una razonable aproximación para muchos modelos, por lo cual la resistencia total de la rama se expresa en las ecuaciones 6.2 y 6.3:

$$R = 1000 \Omega + 6 \rho_s \quad (5.2)$$

$$R = 1000 \Omega + 1,5 \rho_s \quad (5.3)$$

La ecuación 5.2 corresponde a la resistencia pie a pie y la 5.3 a la resistencia mano a pie. Esta resistencia esta expresada en ohmios

Debido a que el potencial es más fácil de calcular que la corriente, el umbral de fibrilación dado en la ecuación 5.1 combinado con las ecuaciones 5.2 y 5.3 da como resultado los niveles máximos de tensiones de toque y de paso expresados en las ecuaciones 5.4 y 5.5:

$$E_{Paso} = \frac{(1000\Omega + 6\rho s)(0,116)}{\sqrt{t}} \quad (5.4)$$

$$E_{toque} = \frac{(1000\Omega + 1,5\rho s)(0,116)}{\sqrt{t}} \quad (5.5)$$

De estas ecuaciones se entiende que las tensiones de choque eléctrico dependen de la resistividad del terreno y del tiempo de exposición a la corriente. Esta información fue obtenida de la norma IEEE 399-1997. [19]

5.2.1 Premisas del Diseño

El diseño del sistema de puesta a tierra de la subestación se realizó considerando la norma IEEE 80-2000 mediante el programa ETAP 4.0. Este programa tiene la capacidad de hacer el diseño mediante dos métodos diferentes, el primero es según las normas IEEE y el segundo es según el método de los elementos finitos, la diferencia que hay entre ambos es que en el primero la malla de puesta a tierra debe ser simétrica y se construye en cuadrículas, y el segundo método permite diseñar una malla de cualquier forma sobre el plano, por lo cual resulta importante en áreas pequeñas y en terrenos de alta resistividad en los cuales sea necesario la inserción de elementos (jabalinas o conductores) que permitan la obtención del nivel de resistencia de malla deseado. Mediante el uso de este software se puede calcular las tensiones de malla y tensión de paso en la periferia.

El nivel de resistividad promedio de la zona del Complejo Petroquímico José Antonio Anzoátegui donde estará ubicada la planta es de 25 Ω .m [8], este valor es bastante bajo, por lo cual el diseño de la malla se facilitó en gran medida.

Se definen tres tiempos en la simulación, t_f como el tiempo de duración en segundos de la corriente de falla para determinar el factor de decaimiento (D_f), t_c como la duración en segundos de la corriente de falla para el dimensionamiento de los conductores de tierra, y t_s como el tiempo en segundos de la corriente de choque eléctrico para determinar los niveles permitidos por el cuerpo humano (Tensiones de toque y de paso). Estos tiempos fueron fijados en 0,5 s. [23]

El factor de decaimiento es la relación que existe entre la corriente efectiva de falla asimétrica y la corriente rms simétrica de falla a tierra, dada por la siguiente fórmula extraída de la norma IEEE 80-2000: [24]

$$I_F = D_f \cdot I_f \quad (5.6)$$

Donde:

I_F = es la corriente asimétrica efectiva de falla.

I_f = es la corriente rms simétrica de falla a tierra.

D_f = es el factor de decaimiento

En las figuras 5.5, 5.6 y 5.7 se muestra el factor de decaimiento en una onda de corriente de falla a tierra.

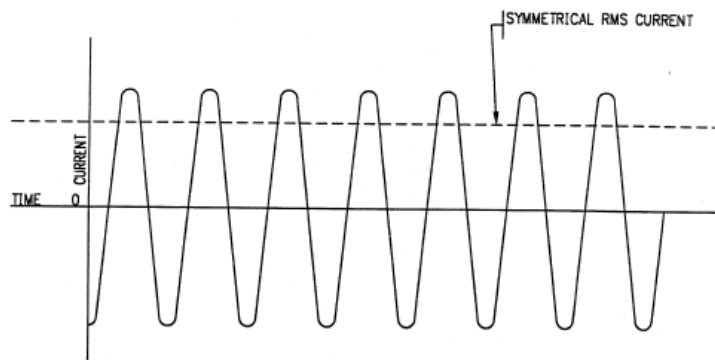


Figura 5.5 forma de onda de corriente simétrica con su respectivo nivel rms

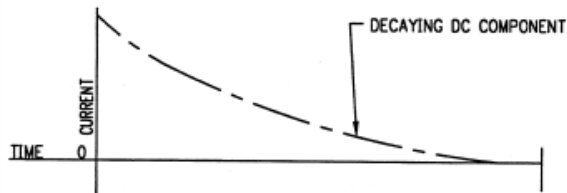


Figura 5.6 forma de onda de la componente dc de decaimiento

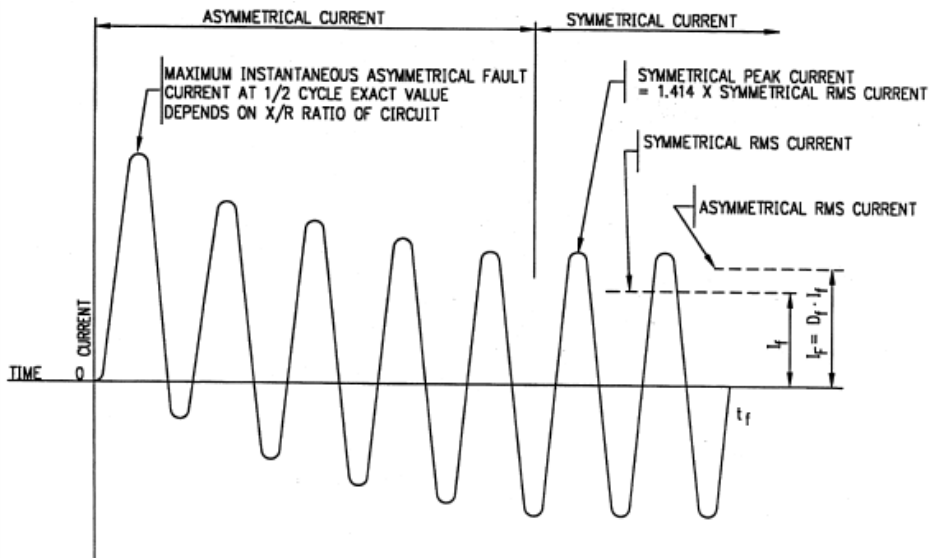


Figura 5.7 forma de onda de corriente asimétrica de falla

Las figuras anteriormente mostradas fueron tomadas de la norma IEEE 80-2000 [24]. Este factor (D_f) determina el equivalente rms de una onda de corriente

de falla asimétrica para un tiempo de falla dado (t_f), también puede ser expresado por la fórmula 5.7:

$$D_f = \sqrt{1 + \frac{T_a}{t_f} (1 - e^{-2t_f/T_a})} \quad (5.7)$$

Donde T_a es la constante de tiempo subtransitoria del sistema equivalente en s, esto es $T_a = X/(wR)$ y t_f representa el tiempo de duración de la falla. [24]

Las dimensiones de la malla de tierra son 54 metros en la dirección X, y 30 metros en la dirección Y, por lo tanto el área de la malla es igual a 1.620 metros cuadrados. Para la subestación se consideró con una capa de piedra picada con una resistividad de 2.500 $\Omega.m$ y 20 cm de espesor.

Una vez hechas las corridas de estudio de cortocircuito para diferentes valores de resistencia de la malla de tierra, la corriente de falla monofásica a tierra más alta fue la de el CDP004, con una magnitud de 6,681 kA para el instante de 1/2 ciclo, este CDP opera en una tensión de 4,16 kV por lo cual según la norma PDVSA N 252 [10] se especifica que los sistemas que operan a tensiones superiores a 480V (4,16 kV, 13,8 kV), tendrán una resistencia de baja impedancia a tierra en el neutro del transformador que limitará la posible corriente de falla a tierra en 400A, por lo cual se diseño la malla de tierra para una corriente máxima de falla monofásica a tierra de 956 A la cual es obtenida en el estudio de cortocircuito a nivel del CDP001 a un nivel de tensión de 34,5 kV y la relación supuesta de X/R es de 15,5.

Para el cálculo de la sección del conductor de la malla de tierra se utilizaron los datos contenidos en la norma IEEE 80-2000 [24] y la fórmula 5.8 que permite el cálculo de calibre mínimo requerido que se muestra a continuación:

$$A = \frac{I}{\sqrt{\frac{TCAP \cdot 10^{-4}}{t_c \cdot \alpha_r \cdot \rho_r} \cdot \ln\left(\frac{K_o + T_m}{K_o + T_a}\right)}} \quad (5.8)$$

Donde:

- I = Corriente de falla RMS de 0,956 kA
- A_{mm^2} = Sección mínima del conductor en mm^2
- T_m = Temperatura máxima permisible de 1084 °C
- T_a = Temperatura ambiente de 40 °C
- T_r = Temperatura de referencia del material de 20 °C
- α_r = Coeficiente térmico de resistividad a la temperatura de referencia (20 °C) de 0.00393 1/°C
- ρ_r = Resistividad del conductor de tierra a la temperatura de referencia (20 °C) de 1.72 $\mu\Omega-cm$
- K_o = Se define como $1/\alpha_o$ con un valor de 234 °C
- t_c = Tiempo de duración de la corriente de falla de 0,5 segundos.
- $TCAP$ = Factor de capacidad térmica del material de 3.42 $J/cm^3 \cdot ^\circ C$

Utilizando la fórmula 5.8 se obtiene una sección transversal mínima de conductor de 2,398 mm^2 , la cual es equivalente a un conductor calibre #10 AWG, pero cumpliendo con la norma PDVSA 90619.1.091 [7], se requiere como mínimo un calibre de 2/0 AWG el cual tiene una sección 67,4 mm^2 .

Se prevee el empleo de jabalinas de cobre de 21 mm de diámetro y 2,5 metros de longitud en la malla de tierra [23], y estarán colocadas en las esquinas de la malla de tierra, y los conductores que formarán la malla estarán enterrados a una profundidad de 0,5 m, y serán de cobre calibre #2/0 AWG.

5.2.2 Resultado del diseño

El diseño de la malla fue hecho para una persona de 50 kg, debido a que para este peso las tensiones de toque y de paso son menores que las de una persona de 70

kg por lo cual se hace el estudio para la condición más severa En la tabla 5.1 se muestran las tensiones de toque y de paso permitidas para los dos pesos indicados.

Tabla 5.1 Tensiones máximas de toque y paso permitidas

Peso	Tension de toque	Tensión de paso
50 kg	667,4	2.177,3
70 kg	903,2	2.946,9

Con el programa de simulación se obtuvo una malla de forma rectangular, con 3 conductores en la dirección X y 5 conductores en la dirección Y, además de 4 jabalinas de 2,44 m de largo y 3/4" de diámetro enterradas en las esquinas de la malla, en las figuras 5.8, 5.9 y 5.10 se observa la forma definitiva de la malla de puesta a tierra.

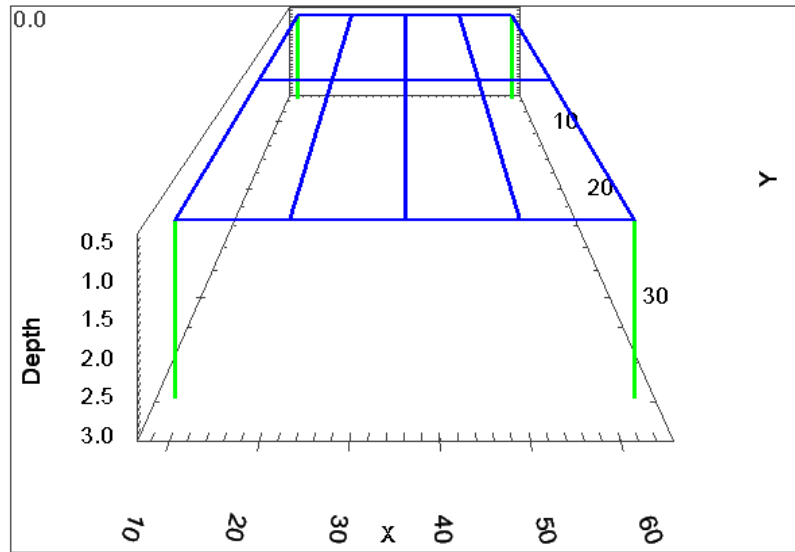


Figura 5.8 vista lateral de la malla de puesta a tierra (X)

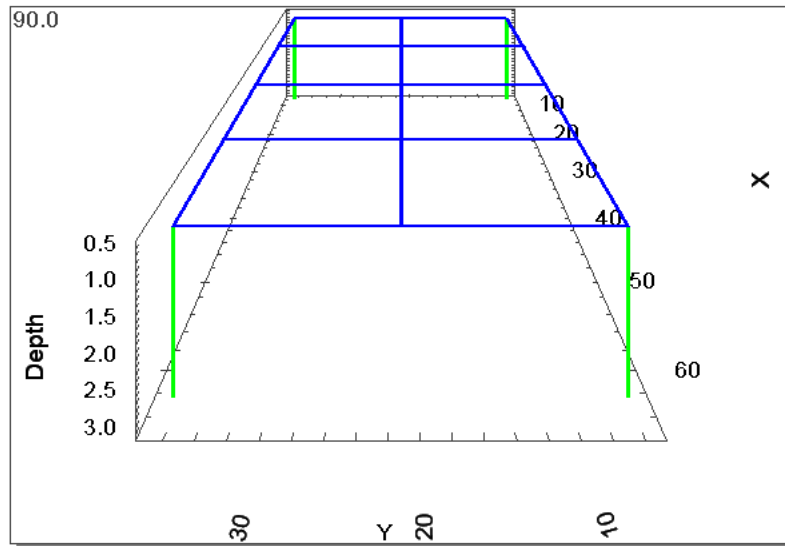


Figura 5.9 vista lateral de la malla de puesta a tierra (Y)

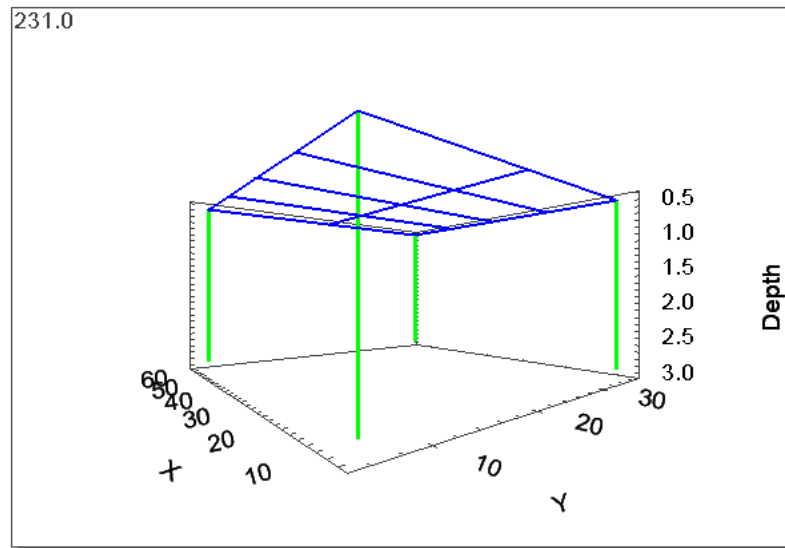


Figura 5.10 vista en perspectiva de la malla de puesta a tierra

La resistencia de la malla obtenida fue de $0,35 \Omega$ y en la tabla 5.2 se muestran las tensiones de malla y paso en la periferia calculadas:

Tabla 5.2 Tensiones de malla y paso en la periferia

	Obtenida	Máxima permitida	%

Tension de malla (V)	100,8	667,4	6,6
Tensión de paso (V)	44	2177,3	0,8

El GPR (Ground Potencial Rise) se define como la máxima elevación de potencial en la malla de una subestación con respecto a un punto distante que se asume que está al potencial de tierra remoto [23], este nivel de tensión es de 346,3 V, el cual representa un 51,88 % de la tensión de toque, por ende no representa ningún peligro. La longitud total de los conductores que forman la malla de tierra es de 312 m, y la resistencia de la malla es de 0,348 Ω .

El factor de decaimiento (D_f) es de 1,040 y la máxima corriente de malla es de 0,995 kA. En el anexo 9 se muestran los resultados obtenidos con el programa.

La cifra de conexión de los transformadores que conforman el sistema (34,5/4,16 kV, 34,5/0,48 kV y 4,16/0,48 kV) es delta estrella (Dy11), y los neutros de los transformadores se conectarán solidamente a tierra en los niveles de 480V y 208V en el secundario, en el caso de los transformadores con tensiones en el secundario de 4,16 kV, tendrán conexiones de neutro a tierra a través de una impedancia, de un nivel bajo de resistencia que limite la corriente que circule del neutro a tierra en 400 A, cumpliendo con la sección 2.8.2 de la norma PDVSA N252 [10]

Es importante mencionar que a esta malla de puesta a tierra de la subestación se conectarán los lazos de puesta a tierra de las edificaciones, a fin de conformar un único sistema y de equipotenciar todas las redes.

5.4 Sistema de protección contra descargas atmosféricas

Las normas IEEE-998 [25] y NFPA 780 [9] definen procedimientos para proteger subestaciones en el primer caso e instalaciones en general en el segundo contra impactos por descargas atmosféricas, en ambos casos solo se permiten tres

dispositivos interceptores de rayos: grupos de puntas franklin, mástiles elevados y cables de guarda.

Para la NFPA, el diseño es un ejercicio geométrico consistente en tomar una esfera (o un círculo en un plano) de 46 metros de radio y hacerla rodar por encima de todos los componentes de la subestación, incluyendo la edificación. Cualquier punto que intercepte la esfera, representa uno expuesto a descargas atmosféricas, por lo tanto se deben ubicar por encima de los equipos suficientes interceptores, de cualquier tipo de los antes mencionados de manera que ejerzan sombra o cobertura sobre los puntos expuestos. El diseño considera que si después de repetidos pases de la esfera, ningún punto excepto los interceptores es tocado por la misma, el diseño es correcto. Para NFPA la esfera debe poseer un radio de 46m, el cual según estudios realizados se corresponde con la distancia de atracción de un rayo de muy escasa probabilidad de ocurrencia en la naturaleza debido a que los rayos más probables tienen una mayor distancia de atracción, en el orden de los cientos de metros.

La IEEE 998 por su parte sólo se limita a entregar curvas que permiten en el caso de los mástiles y cables de guarda, estimar la altura mínima requerida por los interceptores para cubrir cierto objeto cercano en función de su separación y de la diferencia de alturas entre ambos, se presentan curvas para riesgo de falla de apantallamiento de 0,1% y 1%

En el caso de la subestación se hizo el estudio según la norma NFPA, la subestación está dividida en dos áreas como se mencionó anteriormente, para el caso de la edificación se utilizaron puntas franklin de 60 cm de altura alrededor del techo de la edificación distanciadas a 10 metros en una dirección del plano y 12,8 metros en la otra (ver anexo 8), y en el patio de transformadores se escogió utilizar este mismo sistema puesto que como se verá más adelante, aquí se utilizaron postes de alumbrado de 12 metros de altura con la finalidad de ubicar puntas franklin en sus topes, y de esta forma proteger los equipos del patio contra posibles descargas atmosféricas.

Sin embargo la puesta a tierra del sistema de protección contra descargas atmosféricas será independiente de la malla de puesta a tierra de potencia de la subestación, más deberán estar conectadas en un sólo punto con la finalidad de evitar tensiones inducidas entre ellas según exigencia del Código Eléctrico Nacional. Este sistema de puesta a tierra consistirá en 4 jabalinas de cobre de 2,44 m de longitud y 3/4" de diámetro conectadas a la malla de tierra de potencia para el caso del edificio de la subestación y para el patio de transformadores, cada punta franklin ubicada en los postes de alumbrado tendrá una jabalina enterrada de las mismas dimensiones antes mencionadas y conectada a la malla de puesta a tierra de potencia, ver anexo 8.

5.5 Alumbrado de áreas comunes, vialidad y estacionamientos

Para el alumbrado de la subestación, áreas comunes, vialidad y estacionamientos se utilizó el programa de simulación DIALux desarrollado por la empresa DIAL, el estudio se muestra en el anexo 6.


El estudio fue realizado para cada área. En el patio de transformadores se utilizaron tres postes de 12 metros de altura con dos reflectores de metal halide de 400 W de potencia cada uno debido a que se obtiene una mejor calidad de luz y es común en instalaciones de este tipo, se escogieron de esta altura de forma tal de que sirvan también como protección contra descargas atmosféricas al colocarles puntas franklin en sus extremos superiores. En la caseta de quipos se utilizaron luminarias fluorescentes de 3x32 W para empotrar en cielo raso, además de un sistema de iluminación de emergencia, conformado por luminarias incandescentes de 2x9 W para montar en pared.

La ubicación de las luminarias se realizó mediante la simulación en DIALux y finalmente se colocó un poste en cada extremo del patio y uno en el medio de forma tal de iluminar el área central, el direccionamiento de los reflectores se muestra en los resultados obtenidos con el DIALux, ver anexo 6.

Según norma PDVSA 90619.1.087, se requieren de 50 a 100 lux (flujo luminoso recibido por una superficie) en el patio de transformadores y de 150 a 250 lux en las zonas de tableros de interruptores, por lo cual esta fue la premisa para el cálculo y disposición de luminarias en la subestación.

Las luminarias para las áreas comunes, vialidad y estacionamientos son del tipo reflector, ubicadas en postes con una altura de 10 m, brazo de látigo con una altura adicional de 2 metros y un largo de 2,77 metros, dando como resultado 12 metros de altura, con bombillos de metal halide, de 400 W y 277 V como tensión nominal de operación, estos postes se encuentran a una distancia de 1 metro de la vía. Se muestra una hoja de cálculo en la tabla 5.3 para los alimentadores del alumbrado.

Tabla 5.3 Hoja de cálculo para los alimentadores de alumbrado

			PROYECTO: PDH, ILUMINACIÓN DE AREAS COMUNES PROYECTO N°: CLIENTE: UBICACION:										FECHA: REV.: DOC. N°:								
CALCULO DE ALIMENTADORES			REV.	DESCRIPCION																	
Tamb [C] :	40																				
Tcond [C] :	90																				
												Conductor por Id			Conductor por ΔV%			Conductor Seleccionado			
Rv	Etiqueta N°	Desde	Hasta	Sn [kVA]	Ph. [1/3]	Vn [V]	In [A]	f.p.	ΔV% max	Inst. C/B	Long. [mt]	Id [1,25xIn]	#C	Cal.	ΔV%	#C	Cal.	ΔV%	#C	Cal.	ΔV%
	circuito 1	luminaria 1	luminaria 15	7,06	3	480,00	8,49	0,85	2,00	C	200,00	10,61	1	#14	7,27	1	#8	1,87	1	#8	1,87
	circuito 2	luminaria 16	luminaria 27	5,65	3	480,00	6,80	0,85	2,00	C	250,00	8,49	1	#14	7,28	1	#8	1,87	1	#8	1,87
	circuito 3	luminaria 28	luminaria 41	6,59	3	480,00	7,93	0,85	2,00	C	330,00	9,91	1	#14	11,20	1	#6	1,91	1	#6	1,91
	circuito 4	luminaria 42	luminaria 53	5,65	3	480,00	6,80	0,85	2,00	C	200,00	8,49	1	#14	5,82	1	#8	1,50	1	#8	1,50
	circuito 5	luminaria 54	luminaria 64	5,18	3	480,00	6,23	0,85	2,00	C	100,00	7,79	1	#14	2,67	1	#12	1,69	1	#12	1,69
	circuito 6	luminaria 65	luminaria 72	3,76	3	480,00	4,52	0,85	2,00	C	50,00	5,65	1	#14	0,97	1	#14	0,97	1	#14	0,97

Las luminarias fueron colocadas en una disposición unilateral, en la cual todas están ubicadas en un solo lado del camino, este tipo de disposición se utiliza cuando el ancho de la vía es igual o menor a la altura de montaje de las luminarias [12]. La

luminancia de la superficie del camino en el lado opuesto de las luminarias es inevitablemente menor que en el lado de las luminarias.

El nivel de iluminación requerido para estacionamientos es de 15-20 lux, y para la vialidad es de 20 lux [12], estos detalles fueron tomados en cuenta al hacer la simulación. Para cumplir con este requisito se tomo una distancia de 23 m entre cada uno de los postes representando esta 2,3 veces la altura del poste. Ver planos de disposición de luminarias en anexo 6.

La alimentación de las luminarias de la vialidad y estacionamiento es tomada del CDP006, y para el alumbrado de la subestación (patio y caseta) se utilizó un tablero de 12 circuitos alimentado desde la sala de control en 208/120 V.

CAPÍTULO VI

Estimado de costos

Este estimado permite tener una idea básica del orden de costo de las instalaciones eléctricas planteadas en el diseño de este trabajo de grado, por lo cual se utilizaron catálogos de fabricantes en Internet de forma tal de encontrar precios actualizados de los equipos a utilizar en el diseño de la red eléctrica de la planta, en algunos casos no fue posible encontrar precios de equipos de gran magnitud en internet por lo cual se utilizaron libros donde se ubicó esa información.

Este estudio se mostrará de acuerdo a cada edificación pasando luego a la subestación y por último al alumbrado general de la planta (áreas comunes como vialidad y estacionamientos), no se contempla en este estudio las instalaciones eléctricas de los alimentadores, ni botoneras de las cargas ubicadas en el área de

procesos debido a que esta información (ubicación de las cargas) aun no fue definida por parte de PEQUIVEN, para el momento de hacer este estimado.

Para realizar el presente estudio fue necesario hacer listas de materiales en cada una de las estructuras y áreas a estudiar, en estas listas de materiales se incluyen los precios unitarios y totales de cada uno de los elementos, estas listas se muestran detalladamente en los anexos 16, 17 y 18 del presente trabajo.

Luego se hizo un estimado de los gastos que ocasionan la instalación de los materiales, este estimado se hizo con la ayuda de un catálogo de estimaciones estandar de construcción de plantas de proceso [26], este catálogo evalúa las obras en horas hombre y establece un costo de 30,20 \$ la hora, la cual implica un costo de 64.930 Bs/hr, las tablas de costo de instalación detalladas se muestra en el anexo 19.

A continuación se muestra un estimado de costos de materiales para las edificaciones en la tabla 6.1:

Tabla 6.1 Costos de materiales eléctricos para edificaciones

Costos de materiales eléctricos para edificaciones (Bs)		
Nº	Descripción	Total
1	Sala de control	238.610,05
2	Laboratorio	88.912,08
3	Sala de cambio de operadores	57.217,28
4	Edificio de administración y oficinas	74.683,51
5	Taller de mantenimiento	144.611,75
6	Almacén	42.498,47
7	Caseta de vigilancia	25.604,49
8	Alimentadores	3.009.217,80
Total		3.681.355,45

En la tabla 6.2 se muestra el costo de los materiales necesarios en la subestación eléctrica de la planta.

Tabla 6.2 Costos de materiales eléctricos para subestación eléctrica

Costos de materiales eléctricos para S/E (Bs)		
N°	Descripción	Total
1	2 Transformadores de 10/12,5 MVA, ONAN/ONAF, 3Ø, 34,5/4,16 kV	1.754.400,00
2	3 Transformadores de 2,5 MVA, 3Ø, 34,5/4,16 kV	483.750,00
3	1 Transformador de 1 MVA, 3Ø, 34,5/4,16 kV	90.300,00
4	6 Centros de Distribución de Potencia	2.403.137,87
5	4 Centros de Control de Motores	708.207,85
6	Ductos de Barras	287.254,71
7	Materiales en general (cables, iluminación, PAT)	923.915,31
Total		6.650.965,74

En la tabla 6.3 se muestra el costo en materiales para alumbrado de vialidad y estacionamientos

Tabla 6.3 Costos de materiales eléctricos para alumbrado de áreas comunes

Costos de materiales eléctricos para alumbrado de áreas comunes (Bs)		
N°	Descripción	Total
1	Poste metálico hexagonal tipo brazo de látigo de 10 metros de altura	64.310,97
2	Luminaria vialidad pública para lámpara de metal halide, 277V, 400W	57.525,12
3	Conductores armados de diversos calibres	176.254,64
Total		298.090,74

A continuación se muestra en la tabla 6.4, los costos que involucran las instalaciones de los materiales eléctricos en la planta,

Tabla 6.4 Costos de instalación de materiales y equipos eléctricos

Costos de instalación de materiales eléctricos (Bs)		
N°	Descripción	Total
1	Instalación de equipos eléctricos es S/E	146.174,87
2	Instalación de equipos en edificaciones	203.419,34
3	Instalación de alumbrado de áreas comunes	55.933,29
Total		405.527,51

Con estas cuatro tablas (6.1, 6.2, 6.3, y 6.4) es posible tener un estimado del costo de la obra, en cuanto a materiales e instalación, en la tabla 6.5 se muestra el estimado de costo total de las instalaciones eléctricas de la planta

Tabla 6.5 Costos global de instalaciones eléctricas

Costos global de instalaciones eléctricas de la planta PDH (Bs)		
Nº	Descripción	Total
1	Costos de materiales eléctricos para edificaciones	3.681.355,44
2	Costos de materiales eléctricos para S/E	6.650.965,74
3	Costos de materiales eléctricos para alumbrado de áreas comunes	298.090,74
4	Costo de instalación de materiales y equipos	405.527,51
Total		11.035.939,43

El costo total del diseño presentado es de 11.035.939 Bolívares Fuertes. Como era de esperarse los equipos más costosos dentro de la subestación lo representan los transformadores de 10 MVA (TR-001-04 y TR-001-05), también merecen especial atención los cables y conductores contemplados ya que estos tienen mucho peso dentro del estimado, en particular para el caso de los materiales de las edificaciones representa un 81,73 % del costo. También cabe destacar que en este estimado no se incluyen los costos de ingeniería de detalle, los cuales son importantes en la evaluación del monto.

CONCLUSIONES

En este Trabajo de Grado se diseñó a nivel de ingeniería básica la red eléctrica de la nueva Planta Deshidrogenadora de Propano de PEQUIVEN, el diseño contempló las instalaciones eléctricas de las edificaciones (sala de control, laboratorio, sala de cambio de operadores, edificio de administración y oficinas, taller de mantenimiento, almacén y caseta de vigilancia) alumbrado de la vialidad y estacionamientos dentro de la planta, además del diseño de la subestación eléctrica que suministrará la energía. Para la realización del diseño de la red fue necesario llevar a cabo estudios eléctricos en programas de simulación (ETAP, DIALux, CenterONE) y satisfacer los requerimientos del cliente ajustándose a la normativa correspondiente y leyes vigentes que rigen a fin de obtener un diseño de calidad y estandarizado según normativas PDVSA.

Durante la elaboración de este Trabajo de Grado fue útil adquirir conocimientos en el área de manejo de software, por lo cual fue necesario aprender a utilizar AutoCAD, para la realización de planos, debido a que dan orientación de la forma en la cual deben estar ubicados y conectados los elementos dentro de la red, además de suministrar una base a las estimaciones de costo realizadas. También fue necesario manejar el programa ETAP, el cual permitió validar el diseño por cuanto se desarrollaron estudios de flujo de carga, cortocircuito y arranque de motores, bajo condiciones de operación normal y contingencia de la planta. Otro paquete de simulación que se empleo fue el DIALux, el cual calcula el nivel de iluminación que se tiene al utilizar una configuración de luminarias en un espacio o área de la planta. Por último el programa CenteONE, permitió obtener la configuración de los centros de control de motores requeridos en el sistema eléctrico de la planta.

Como en todo diseño de ingeniería, los estudios eléctricos fueron de vital importancia ya que permitieron definir la potencia de los transformadores y ajustar el nivel de los cambiadores de tomas, esto fue posible gracias al estudio de arranque de motores donde fue imperativo hacer estos ajustes para cumplir con los valores establecidos por las normas PIP, así mismo se logró dimensionar los componentes (equipos, cables, barras y otros) ubicados dentro de la subestación mediante el estudio de cortocircuito y permitió definir la corriente que deben soportar ante una falla y los eventuales esfuerzos mecánicos a los cuales se verán sometidos. Mediante el flujo de carga se pronosticó el perfil de tensiones que se tendrá en la red durante operación normal y posibles contingencias, así como en el arranque de motores. Fue importante realizar un diseño normalizado de los sistemas de puesta a tierra y de protección contra descargas atmosféricas puesto que se debe pensar ante todo en la seguridad del personal que va a laborar en la planta. Es importante mencionar que no se pudo realizar el diseño de los alimentadores de los motores puesto que no se tenía información de la ubicación física de los mismos en el área de procesos de la planta

El estimado de costos representó una parte importante dentro del contexto del presente Trabajo de Grado pues permitió apreciar y tener una visión amplia de la inversión que se requiere para llevar a cabo el diseño planteado, algunos de los precios de los equipos debieron ser aproximados, puesto que resultó difícil encontrar el costo de éstos en catálogos de fabricantes y por lo general son elaborados bajo pedido, lo cual conlleva a cotizaciones y presupuestos que pueden involucrar cierto tiempo. Por otro lado el objetivo del presente estimado de costos es tener un aproximado del monto global de la instalación.

RECOMENDACIONES

Definir la información referente a la ubicación física de los motores dentro del área de procesos de la planta, a fin de dimensionar correctamente los alimentadores correspondientes.

Hacer un estudio de la red eléctrica que conforma el sistema aguas arriba, a fin de realizar una simulación que se acerque al comportamiento real de la red eléctrica de la planta.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] PDVSA 90619.1.051-1993. *Transformadores para Subestaciones Unitarias*, (Norma) – Caracas: Venezuela, 1993.
- [2] PDVSA N-201-1994. *Obras Eléctricas*, (Norma) – Caracas: Venezuela, 1994.
- [3] FONDONORMA 200:2004. *Código Eléctrico Nacional*, (Norma) – Caracas: Venezuela, 2004.
- [4] PDVSA 90619.1.082-1993. *Calibre de los Conductores para Potencia e Iluminación*, (Norma) – Caracas: Venezuela, 1994.
- [5] PDVSA N-90619.1.087-1993. *Niveles de Iluminación para Diseño*, (Norma) – Caracas: Venezuela, 1993.

- [6] Instituto Alemán de Luminotecnia Aplicada (DIAL). <http://www.dial.de/CMS/Spanish/Articles/DIALux/Download/Download_d_e_fr_it_es_cn.html> [Consulta: 18/02/2008].
- [7] PDVSA N-90619.1.091-1998. *Puesta a Tierra y Protección contra Sobretensiones*, (Norma) – Caracas: Venezuela, 1998.
- [8] INELECTRA. *Jose Orimulsion Plant*, (Proyecto SINOVENSA) – Caracas: Venezuela. 1994.
- [9] NFPA-780-2004. *Standards for the Installation of Lightning Protection System*, (Norma) – New York: Estados Unidos, 2004.
- [10] PDVSA N-252. *General Specifications for Electrical Engineering Design*, (Norma) – Caracas: Venezuela, 1996.
- [11] C-EL-07P. *Diseño de Tableros de Distribución*, (Manual) – Empresas Y&V, Caracas: Venezuela, 2006.
- [12] Ereu, Miguel. *Alumbrado Público Criterios Diseños y Recomendaciones*, (Libro) – Caracas: Venezuela, 2004.
- [13] Raien Ingeniería y Sistemas. <<http://www.raien.cl/newsletter.html>> [Consulta: 18/02/2008].
- [14] ANSI C84.1-1995. *American Nacional Standard for Electric Power System and Equipment Voltaje Ratings*, (Norma) – New York: Estados Unidos, 1995.
- [15] ANSI C57.12.10-1997. *American Nacional Standard for Transformers-*, (norma) – New York: Estados Unidos, 1997.

- [16] *Taller de ETAP, Módulo de Cortocircuito*, (manual) – Empresas Y&V, Caracas: Venezuela, 2006.
- [17] PIP ELCGL01. *Electrical Design Criteria*, (norma) – Austin, Texas: Estados Unidos, 2002.
- [18] NEMA MG 1 2006. *Motors and Generators*, (norma) – Rosslyn, Vancouver: Estados Unidos, 2006.
- [19] IEEE 399-97. *IEEE Recommended Practice for Industrial and Comercial Power System Análisis* (norma) – Schenectady, New York: Estados Unidos, 1997.
- [20] AREVA. *Celdas Metal Enclosed Tipo WK*, (Catalogo) – Bogotá, D.C.: Colombia.
- [21] Rockwell Automation < <http://www.ab.com/software/pcp/downloads.html>> [Consulta 18-02-2008]
- [22] CUTLER-HAMMER. *Cutler-Hammer Distribution Products Catalog*, (Catalogo) – New York: Estados Unidos, 2001.
- [23] *Taller de ETAP, Módulo de Malla de Tierra*, (manual) – Empresas Y&V, Caracas: Venezuela, 2006.
- [24] IEEE 80-2000. *IEEE Guide for Safety in AC Substation Grounding*, (Norma) – New York: Estados Unidos, 2000.

- [25] IEEE 998-1996. *IEEE Guide for Direct Lightning Stroke Shielding of Substations*. (Norma) – New York: Estados Unidos, 1996.
- [26] Richardson Engineering Services. *Process Plant Construction Estimating Standards*, (Catalogo) – Mesa, Arizona: Estados Unidos, 1999. Vol 3.

BIBLIOGRAFÍA

Normas

PDVSA N-201. Obras Eléctricas. –Venezuela: Petróleos de Venezuela S.A. 1994.

PDVSA N° 90619.1.051-1993. Transformadores para Subestaciones Unitarias. – Venezuela: Petróleos de Venezuela S.A. 1993.

PDVSA N° 90619.1.082-1993. Calibre de los Conductores para Potencia e Iluminación. – Venezuela: Petróleos de Venezuela S.A. 1994.

PDVSA N° 90619.1.087-1993. Niveles de Iluminación para Diseño. – Venezuela: Petróleos de Venezuela S.A. 1993.

FONDONORMA 200:2004. Código Eléctrico Nacional. – Venezuela: Fondonorma. 2004.

PDVSA N° 90619.1.091-1998. Puesta a Tierra y Protección Contra Sobretensiones. – Venezuela: Petroleos de Venezuela S.A. 1998.

NFPA 780-2004. Standards for the Installation of Lightning Protection System. – New York, Estados Unidos. National Fire Protection Association. 2004.

PDVSA N-252. General Specifications for Electrical Engineering Design. – Venezuela: Petroleos de Venezuela S.A. 1996.

PDVSA 90619.1.059-1993. Sistemas de Iluminación en Edificaciones. - Venezuela: Petroleos de Venezuela S.A. 1993.

ANSI C84.1-1995. American National Standard for Electric Power System and Equipment Voltage Ratings. – New York, Estados Unidos. American National Standard Institute. 1995.

ANSI C57.12.10-1997. American National Standard for Transformers. – New York, Estados Unidos: American National Standard Institute. 1997.

PIP ELCGL01. Electrical Design Criteria. – Austin, Texas, Estados Unidos: Process Industry Practices. 2002.

NEMA MG 1 2006. Motors and Generators. – Rosslyn, Vancouver, Estados Unidos: National Electrical Manufacturers Association. 2006.

IEEE 399-97. IEEE Recommended Practice for Industrial and Commercial Power System Analysis. – Schenectady, New York, Estados Unidos: Institute of Electrical and Electronics Engineers. 1997.

PDVSA N-90619.1.057. Selección de Cables. – Venezuela: Petroleos de Venezuela S.A. 1993.

IEEE C37.2-1996. Standard Electrical Power System Device Function Numbers And Contact Designations. – Piscataway, New Jersey, Estados Unidos. 1996.

IEEE 80-2000. Guide for Safety in AC Substation Grounding. – New York, Estados Unidos: Institute of Electrical and Electronics Engineers. 2000.

PDVSA N-90619.1.050. Análisis de Cargas. – Venezuela: Petroleos de Venezuela S.A. 1993.

Libros

PENISSI F., Oswaldo A. Canalizaciones Eléctricas Residenciales, 1era Edición, Venezuela: Ediciones del Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico, 1987.

Ereu M., Miguel G. Alumbrado Público. Criterios, Diseños y Recomendaciones. 1era Edición, Caracas, Venezuela: Editado por el Autor, 2004.

Beeman, Donald. Industrial Power Systems Handbook, 1era Edición, New York, Estados Unidos: Mc Graw-Hill Book Company, 1955.

Catálogos

Crouse hinds

ABB. Substation Small Power Transformers 750 kVA through 20.000 kVA. Finlandia. 2006.

ERITECH. Terminal Aérea SI INTERCEPTOR ESE. Madrid, España. 2003.

CABEL. Tablas de Capacidades de cables y conductores. Caracas, Venezuela. Interamericana de Cables Venezuela S.A. 2006.

CAIVET. Transformadores Trifásicos para Subestaciones. Caracas, Venezuela. 2003.

OBRALUX. Catalogo Profesional de Lámparas, Luminarias y Postes 2005-2007. – Caracas, Venezuela. 2005

MARESA. Catálogo General. - Caracas, Venezuela. 2002.

AREVA. Bus Ducts for Medium and Low Voltage. – Bogotá, D.C, Colombia. 2004

AREVA. Metal Clad Switchgear Type AML. – Bogotá, D.C.: Colombia. 2004

AREVA. Celdas Metal Clad Tipo WKC. – Bogotá, D.C.: Colombia. 2004

CUTLER-HAMMER. Cutler-Hammer Distribution Products Catalog 2001.-New York, Estados Unidos. 2001.

CABEL. Catálogo General de Cables.- Caracas, Venezuela: Industria Venezolana de Cables Eléctricos. C.A. 1984.

ABB. Centro de Control de Motores Modular MNS. Productos de Baja tensión. Barcelona, España: ABB Automation Products, S.A.

AREVA. Celdas Metal Enclosed Tipo WK. – Bogotá, D.C.: Colombia. 2004

AREVA. Celdas Metal Clad Tipo WKL. – Bogotá, D.C.: Colombia. 2004

APC. Rack Systems.- Miami, Estados Unidos. 2006.

Richardson Engineering Services. Process Plant Construction Estimating Standards. Mesa, Arizona, Estados Unidos. 1999.

CABEL. Lista de Precios Sugeridos al Público. Valencia, Carabobo. 2007

SERVIELECA. Lista de Precios 2007. Caracas, Venezuela. SERVIELECA C.A. 2007.

MARESA. Lista de Precios de Productos 2007. Caracas, Venezuela. 2007.

OMEGA. Products Price List 2007. Londres, Inglaterra. 2007.

SOVICA. Lista de Precios, Iluminación de Emergencia. Caracas, Venezuela. 2007.

APPLETON. ELS Series Emergency Lighting System: Explosion Prof., Dust Ignitionproof. Estados Unidos. 2005.

CONEXWELD. Conexiones Exotérmicas. Caracas, Venezuela 2007.

CROUSE-HINDS. General Catalog 2007. Estados Unidos, 2007.

CONDUVEN. Catalogo Gneral de Productos. CONDUVEN C.A. Caracas, Venezuela, 2007.

Proyectos

Empresas Y&V. Proyecto 1286. Desarrollo del Area de Tomoporo, Caracas: Venezuela, 2006.

INELECTRA. José Orimulsion Plant, Proyecto SINOVENSA. - Caracas: Venezuela. 2003.

Manuales

C-EL-07P. Diseño de Tableros de Distribución. - Empresas Y&V, Caracas: Venezuela, 2006.

C-EL-30P. Diseño de Subestaciones Eléctricas en Media y Alta Tensión. - Empresas Y&V, Caracas: Venezuela, 2007.

Taller de ETAP. Módulo de Cortocircuito. - Empresas Y&V, Caracas: Venezuela, 2006.

Taller de ETAP. Módulo de Malla de Tierra. - Empresas Y&V, Caracas: Venezuela, 2006.

C-EL-03P. Elaboración de Diagramas Unifilares. - Empresas Y&V, Caracas: Venezuela, 2005.

C-EL-12P. Diseño de Sistemas de Puesta a Tierra. – Empresas Y&V, Caracas: Venezuela, 2007.

Taller de ETAP. Módulo de Estudio de Flujo de Carga. - Empresas Y&V, Caracas: Venezuela, 2006.

Entrevistas

Entrevista Realizada al Ing. Jorge Kesic en Empresas Y&V, julio 2007

Entrevista Realizada al Ing. Aquiles Urdaneta en Empresas Y&V, julio 2007

Internet

APC. (U.S.A.) < <http://www.apcc.com/products/family/index.cfm>.> [Consulta 19/11/2007].

TESSCO (U.S.A.) < <http://www.tessco.com/products/displayProducts.do> > [Consulta 21/11/2007].

APVOBRAS (Venezuela) < <http://www.apvobras.com/documentos/material.pdf> > [Consulta 20/11/2007].

Rockwell Automation < <http://www.ab.com/software/pcp/downloads.html>> [Consulta 18-02-2008].

Instituto Alemán de Luminotecnia Aplicada (DIAL). <http://www.dial.de/CMS/Spanish/Articles/DIALux/Download/Download_d_e_fr_it_es_cn.html> [Consulta: 18/02/2008].

Raien Ingeniería y Sistemas. <<http://www.raien.cl/newsletter.html>> [Consulta:18/02/2008].

[ANEXO N° 1]

Lista de cargas suministrada por PEQUIVEN

Tabla A1.1 Centro de Distribución de Potencia 004 (CDP 004)

Etiqueta	DESCRIPCIÓN	P	V (kV)	I _n (A)	FP	Efic. (%)	I _{rb} (A)	Fact Dem
760-P014A	Cooling water pump	900HP	4,16	123,9	0,9	87	805,4	0,2
760-P014B	Cooling water pump	900HP	4,16	123,9	0,9	87	805,4	0,2
760-P014C	Cooling water pump	900HP	4,16	123,9	0,9	87	805,4	0,2
760-P014D	Cooling water pump	900HP	4,16	123,9	0,9	87	805,4	0,2
760-P008A	Propylene off-spec pumps	200HP	4,16	27,5	0,9	87	179,0	0,2
760-P008B	Propylene off-spec pumps	200HP	4,16	27,5	0,9	87	179,0	0,2
760-P009A	Propylene feed pumps	200HP	4,16	27,5	0,9	87	179,0	0,2
760-P009B	Propylene feed pumps	200HP	4,16	27,5	0,9	87	179,0	0,2
760-P019A	Propane surge drum pumps	200HP	4,16	27,5	0,9	87	179,0	0,2
760-P019B	Propane surge drum pumps	200HP	4,16	27,5	0,9	87	179,0	0,2
TR6	Alimentación para edificaciones	1 MVA	4,16					

Tabla A1.2 Centro de Distribución de Potencia 005 (CDP 005)

Etiqueta	DESCRIPCIÓN	P	V (kV)	I _n (A)	FP	Efic. (%)	I _{rb} (A)	Fact Dem
746-C001	Regeneration blower (2 speed)	300HP	4,16	41,3	0,9	87	268,5	0,2
750-P004A	Deethenizer stripper reflex pump	200HP	4,16	27,5	0,9	87	179,0	0,2
750-P004B	Deethenizer stripper reflex pump	200HP	4,16	27,5	0,9	87	179,0	0,2
750-P006A	Propane recycle pump	200HP	4,16	27,5	0,9	87	179,0	0,2
750-P006B	Propane recycle pump	200HP	4,16	27,5	0,9	87	179,0	0,2
750-P007A	Propylene-propane splitter overhead pump	600HP	4,16	82,6	0,9	87	537,0	0,2
750-P007A	Propylene-propane splitter overhead pump	600HP	4,16	82,6	0,9	87	537,0	0,2
750-P002A	Depropanizer overhead pump	300HP	4,16	41,3	0,9	87	268,5	0,2
750-P002A	Depropanizer overhead pump	300HP	4,16	41,3	0,9	87	268,5	0,2
	Reactor effluent comp. -1st stage-spare lube oil pump-	200HP	4,16	27,5	0,9	87	179,0	0,2

Tabla A1.3 Centro de Control de Motores 001 (CCM 001)

Etiqueta	DESCRIPCIÓN	P	V (kV)	I _n (A)	FP	Efic (%)	I _{rb} (A)	Fact Dem
746-P001A	Scrubber circulation pump	15HP	0,48	21	0,87	77	136,5	0,50
746-P001B	Scrubber circulation pump	15HP	0,48	21	0,87	77	136,5	0,50
746-P002A	Caustic injection pump	0,5HP	0,48	1,1	0,84	51	7,2	0,65
746-P002B	Caustic injection pump	0,5HP	0,48	1,1	0,84	51	7,2	0,65
746-P003A	Water injection pump	7,5HP	0,48	11	0,86	74	71,5	0,60
746-P003B	Water injection pump	7,5HP	0,48	11	0,86	74	71,5	0,60
746-C002	Regeneration cooler blower	100HP	0,48	124	0,88	86	806,0	0,30
746-C003	Lift gas blower	10HP	0,48	14	0,87	77	91,0	0,55
746-C004	Fines removal blower	10HP	0,48	14	0,87	77	91,0	0,55
746-H001	Regeneration heater	481kW	0,48	578,6	1,00			
746-H002	Air heater	130kW	0,48	156,4	1,00			
	Reduction gas heater	180kW	0,48	216,5	1,00			
	Reactor No. 2 surge pot heater	200kW	0,48	240,6	1,00			
	Reactor No. 3 surge pot heater	200kW	0,48	240,6	1,00			
	Reactor No. 4 surge pot heater	200kW	0,48	240,6	1,00			
	Lighting process area	45kVA	0,48	54,1	1,00			

Tabla A1.4 Centro de Control de Motores 002 (CCM 002)

Etiqueta	DESCRIPCIÓN	P	V (kV)	I _n (A)	FP	Efic (%)	I _{rb} (A)	Fact Dem
750-P005A	Deethenizer rectifier reflux pump	30HP	0,48	40	0,87	81	260,0	0,40
750-P005B	Deethenizer rectifier reflux pump	30HP	0,48	40	0,87	81	260,0	0,40
750-P008	Diolefin recycle pump	30HP	0,48	40	0,87	81	260,0	0,40
750-P001	Feed dryer regenerant pump	20HP	0,48	27	0,87	80	175,5	0,45
750-P009A	Heat pump compressor cond pump	40HP	0,48	52	0,88	82	338,0	0,40
750-P009B	Heat pump compressor cond pump	40HP	0,48	52	0,88	82	338,0	0,40
750-P003A	Depropanizer bottoms stripper pump	0,5HP	0,48	1,1	0,84	51	7,2	0,65
750-P003B	Depropanizer bottoms stripper pump	0,5HP	0,48	1,1	0,84	51	7,2	0,65
	Refrigeration equipment skid	100kW	0,48	120,3	1,00			
	Heat pump compressor skid	150kW	0,48	180,4	1,00			
	SHP hydrogen compressor skid	100kW	0,48	120,3	1,00			
	Lighting process area	45kVA	0,48	54,1	1,00			

Tabla A1.5 Centro de Control de Motores 003 (CCM 003)

Etiqueta	DESCRIPCIÓN	P	V (kV)	I _n (A)	FP	Efic (%)	I _{rb} (A)	Fact Dem
	Neutralization filling pump	75HP	0,48	96	0,88	83	624	0,35
	Neutralization circulation pump	75HP	0,48	96	0,88	83	624	0,35
740-P001A	Water circulation pump	150HP	0,48	180	0,89	88	1170	0,25
740-P001A	Water circulation pump	150HP	0,48	180	0,89	88	1170	0,25
740-P006	Spent caustic pump	10HP	0,48	14	0,87	77	91	0,55
740-P004A	Wash water circulation pump	15HP	0,48	21	0,87	77	136,5	0,50
740-P004B	Wash water circulation pump	15HP	0,48	21	0,87	77	136,5	0,50
740-P007A	Caustic circulation pump	20HP	0,48	27	0,87	80	175,5	0,45
740-P007B	Caustic circulation pump	20HP	0,48	27	0,87	80	175,5	0,45
740-P002A	Sulfur injection pump	0,5HP	0,48	1,1	0,84	51	7,2	0,65
740-P002B	Sulfur injection pump	0,5HP	0,48	1,1	0,84	51	7,2	0,65
740-P002C	Sulfur injection pump	0,5HP	0,48	1,1	0,84	51	7,2	0,65
740-P005A	Water injection & makeup pump	2HP	0,48	3,4	0,84	66	22,1	0,65
740-P005B	Water injection & makeup pump	2HP	0,48	3,4	0,84	66	22,1	0,65
740-P003A	Reactor effluent compressor condensate pump	60HP	0,48	77	0,88	83	500,5	0,35
740-P003B	Reactor effluent compressor condensate pump	60HP	0,48	77	0,88	83	500,5	0,35
740-C001	Hydrogen compressors-1st stage	75HP	0,48	96	0,88	83	624	0,35
	Hydrogen compressors-1st stage aux	1HP	0,48	2,1	0,84	53	13,7	0,65
	Hydrogen compressors-1st stage	75HP	0,48	96	0,88	83	624	0,35
	Hydrogen compressors-2nd stage	75HP	0,48	96	0,88	83	624	0,35
	Hydrogen compressors-2nd stage aux	1HP	0,48	2,1	0,84	53	13,7	0,65
	Hydrogen compressors-2nd stage	75HP	0,48	96	0,88	83	624	0,35
	Neutralization tank mixer	0,5HP	0,48	1,1	0,84	51	7,2	0,65
	Surface condenser condensate skip	20kW	0,48	24,1	1			
	Regenerant cooler skid	15kW	0,48	18	1			
	Lighting process area	45kVA	0,48	54,1	1			
	Reactant effluent coolers	125HP	0,48	156	0,89	0,84	1014	0,3

Tabla A1.6 Centro de Control de Motores 004 (CCM 004)

Etiqueta	DESCRIPCIÓN	P	V (kV)	I _n (A)	FP	Efic (%)	I _{rb} (A)	Fact Dem
760-C001A	Cooling tower fan	125HP	0,48	156	0,89	84	1014	0,3
760-C001B	Cooling tower fan	125HP	0,48	156	0,89	84	1014	0,3
760-C001C	Cooling tower fan	125HP	0,48	156	0,89	84	1014	0,3
760-C001D	Cooling tower fan	125HP	0,48	156	0,89	84	1014	0,3
760-C001E	Cooling tower fan	125HP	0,48	156	0,89	84	1014	0,3
760-C001F	Cooling tower fan	125HP	0,48	156	0,89	84	1014	0,3
760-C001G	Cooling tower fan	125HP	0,48	156	0,89	84	1014	0,3
760-C001H	Cooling tower fan	125HP	0,48	156	0,89	84	1014	0,3
760-E002	Condensate air cooler	75HP	0,48	96	0,88	83	624	0,4
760-M001	Slop oil tank agitator	50HP	0,48	65	0,88	82	422,5	0,4
760-P001A	Process stormwater dry weather pump	50HP	0,48	65	0,88	82	422,5	0,4
760-P001B	Process stormwater dry weather pump	50HP	0,48	65	0,88	82	422,5	0,4
760-P002	Process stormwater wet weather pump	150HP	0,48	180	0,89	88	1170	0,3
760-P003A	Process wastewater sump pump	30HP	0,48	40	0,87	81	260	0,4
760-P003B	Process wastewater sump pump	30HP	0,48	40	0,87	81	260	0,4
760-P004A	CPI effluent pump	150HP	0,48	180	0,89	88	1170	0,3
760-P004B	CPI effluent pump	150HP	0,48	180	0,89	88	1170	0,3
760-P005A	IGF effluent pump	150HP	0,48	180	0,89	88	1170	0,3
760-P005B	IGF effluent pump	150HP	0,48	180	0,89	88	1170	0,3
760-P006A	Slop oil tank pump	30HP	0,48	40	0,87	81	260	0,4
760-P006A	Low pressure condensate pump	30HP	0,48	40	0,87	81	260	0,4
760-P006B	Slop oil tank pump	30HP	0,48	40	0,87	81	260	0,4
760-P007A	Lift station pump	50HP	0,48	65	0,88	82	422,5	0,4
760-P007B	Lift station pump	50HP	0,48	65	0,88	82	422,5	0,4
760-P010A	98% sulfuric acid unloading pump	5HP	0,48	7,6	0,86	72	49,4	0,6
760-P010B	98% sulfuric acid unloading pump	5HP	0,48	7,6	0,86	72	49,4	0,6
760-P011A	98% sulfuric acid forwarding pump	5HP	0,48	7,6	0,86	72	49,4	0,6
760-P011B	98% sulfuric acid forwarding pump	5HP	0,48	7,6	0,86	72	49,4	0,6
760-P012A	Demineralization water pump	50HP	0,48	65	0,88	82	422,5	0,4
760-P012B	Demineralization water pump	50HP	0,48	65	0,88	82	422,5	0,4
760-P013	Intermittant blowdown pump	50HP	0,48	65	0,88	82	422,5	0,4
760-P015A	Potable water pump	20HP	0,48	27	0,87	80	175,5	0,5
760-P015B	Potable water pump	20HP	0,48	27	0,87	80	175,5	0,5
760-P016	50% caustic unloading pump	10HP	0,48	14	0,87	77	91	0,6
760-P017A	Caustic forwarding pump	7,5HP	0,48	11	0,86	74	71,5	0,6
760-P017B	Caustic forwarding pump	7,5HP	0,48	11	0,86	74	71,5	0,6
760-P018	DMDS unloading pump	7,5HP	0,48	11	0,86	74	71,5	0,6
760-P020A	Disposal C5 + storage pump	20HP	0,48	27	0,87	80	175,5	0,5
760-P020A	Disposal C5 + storage pump	20HP	0,48	27	0,87	80	175,5	0,5

Etiqueta	DESCRIPCIÓN	P	V (kV)	I _n (A)	FP	Efic (%)	I _{rb} (A)	Fact Dem
760-P021A	Boiler feedwater pump	125HP	0,48	156	0,89	84	1014	0,3
760-P021B	Boiler feedwater pump	125HP	0,48	156	0,89	84	1014	0,3
760-P021C	Boiler feedwater pump	125HP	0,48	156	0,89	84	1014	0,3
760-P022	Wet flare drum liquid pump	50HP	0,48	65	0,88	82	422,5	0,4
760-P024	Wastewater sump pump	15HP	0,48	21	0,87	77	136,5	0,5
760-PK001-P001	CPI sludge pump	3HP	0,48	4,8	0,84	70	31,2	0,7
760-PK002-P001	IGF sludge pump	2HP	0,48	3,4	0,84	66	22,1	0,7
760-PK002-P002A	IGF recycle pump	1HP	0,48	2,1	0,84	53	13,7	0,7
760-PK002-P002B	IGF recycle pump	1HP	0,48	2,1	0,84	53	13,7	0,7
760-PK003-P001A	Caustic soda pump	1HP	0,48	2,1	0,84	53	13,7	0,7
760-PK003-P001B	Caustic soda pump	1HP	0,48	2,1	0,84	53	13,7	0,7
760-PK003-P002A	Sulfuric acid pump	1HP	0,48	2,1	0,84	53	13,7	0,7
760-PK003-P002B	Sulfuric acid pump	1HP	0,48	2,1	0,84	53	13,7	0,7
760-PK003-P003	Regeneration pump	1HP	0,48	2,1	0,84	53	13,7	0,7
760-PK003-P004	Wastewater pump	2HP	0,48	3,4	0,84	66	22,1	0,7
760-PK005-M001	Boiler chemical feed tank agitator	5HP	0,48	7,6	0,86	72	49,4	0,6
760-PK005-P001	Boiler chemical feed pump	2HP	0,48	3,4	0,84	66	22,1	0,7
760-PK006-P001	Biocide injection pump	3HP	0,48	4,8	0,84	70	31,2	0,7
760-PK006-P002	Corrosion inhibitor injection pump	3HP	0,48	4,8	0,84	70	31,2	0,7
760-PK006-P003	Chlorine injection pump	3HP	0,48	4,8	0,84	70	31,2	0,7
760-PK006-P004	Sulfuric acid injection pump	3HP	0,48	4,8	0,84	70	31,2	0,7
760-PK008	Air compressor package	120kW	0,48	144,3	1			
760-PK010-P001	Sulfuric acid injection pump	1HP	0,48	2,1	0,84	53	13,7	0,7
760-PK010-P002	Caustic injection pump	1HP	0,48	2,1	0,84	53	13,7	0,7
760-PK010-P003	Oxygen scavenger pump	1HP	0,48	2,1	0,84	53	13,7	0,7
760-PK012-M001	Oxygen scavenger tank agitator	5HP	0,48	7,6	0,86	72	49,4	0,6
760-PK012-P002	Neutralization amime pump	1HP	0,48	2,1	0,84	53	13,7	0,7
760-PK015-P001	Polymer feed pump	10HP	0,48	14	0,87	77	91	0,6
	Substation lighting panel	10kVA	0,48	11,7	1			
	Building UPS & DC system control	80kW	0,48	93,8	1			
	Substation power panel	30kW	0,48	31,3	1			
	Substation UPS & DC system	40kW	0,48	46,9	1			
	Metering house distribution panel		0,48		1			

[ANEXO N° 2]

Tablas de Dimensionamiento de Transformadores

En las siguientes páginas se muestran las hojas de cálculo utilizadas en Empresas Y&V, para el dimensionamiento de transformadores, estas tablas son una forma preliminar de determinar la capacidad de potencia nominal que van a manejar los transformadores de la subestación, luego de esto con la simulación en ETAP se analizaron las contingencias de flujo de carga y arranque de motores y los transformadores fueron fijados en su capacidad real de operación. Para el dimensionamiento del transformador se consideran todas las cargas

En la tabla A2.1 se muestran los valores de capacidad nominal finales de cada uno de los transformadores que conformarán la subestación eléctrica de la red de la planta PDH

Tabla A2.1 Capacidad de potencia nominal para los transformadores

TRANSFORMADOR	POTENCIA NOMINAL (MVA)
TR-001-01	2,5
TR-001-02	2,5
TR-001-03	2,5
TR-001-04	10
TR-001-05	10
TR-004-06	1

Los resultados para el dimensionamiento preliminar de los transformadores se muestran desde la tabla A2.2 hasta la tabla A2.5

[ANEXO N° 3]

Estudios Eléctricos de la Red

A continuación se presentan los estudios eléctricos realizados a la red eléctrica de la planta como paso previo al dimensionamiento final de los equipos y componentes que conformarán el sistema eléctrico de la planta. Los estudios fueron realizados en el programa de simulación ETAP versión 4.0, este programa nos permitió realizar los estudios de flujo de carga, de cortocircuito y de arranque de motores, de esta forma se pudo determinar el comportamiento aproximado del sistema en condición normal de operación y durante períodos de contingencia, en los cuales sale de servicio uno de los transformadores que alimentan a barras con interruptor de enlace.

Los resultados de las simulaciones son mostradas por el programa en forma de reportes, los cuales pueden ser de diferentes niveles y van desde reportes completos, hasta reportes sencillos que destacan el comportamiento en las barras de la subestación, estos reportes son bastante completos, y la información que suministran es suficiente para analizar el comportamiento.

A su vez al hacer el estudio de arranque de motores se obtienen gráficos que muestran el proceso a través del tiempo, para el motor en estudio, estos gráficos son mostrados también a continuación

Project:
 Location:
 Contract:
 Engineer:
 Filename: DOMENICO

ETAP PowerStation
 4.0.0C

Study Case: Flujo de Carga
 Condición Normal TAPS en cero

Pages:3
 Date: 10-19-2007
 SN: KLGCONSULT
 Revision: Base
 Config.: Normal

BUS LOADING Summary Report

Bus Total Load								
Bus ID	kV	Rated Amp	MW	Mvar	MVA	% PF	Amp %	Loading
CCM-001	0.480	2500.00	1.439	0.063	1.441	99.9	1754.29	70.2
CCM-002	0.480	1200.00	0.453	0.042	0.455	99.6	554.01	46.2
CCM-003	0.480	2500.00	0.433	0.165	0.464	93.5	564.22	22.6
CDP006	0.480	1600.00	0.546	0.265	0.607	90.0	750.82	46.9
CDP-001	34.500	1200.00	5.418	1.820	5.716	94.8	95.65	8.0
CDP-002	0.480	4200.00	1.444	0.070	1.445	99.9	1754.29	41.8
CDP-003	0.480	4200.00	0.888	0.208	0.912	97.4	1108.09	26.4
CDP-004	4.160	2000.00	1.336	0.619	1.472	90.7	205.36	10.3
CDP-005	4.160	2000.00	0.545	0.236	0.594	91.7	82.57	4.1
MCC-004	0.480	3000.00	1.186	0.523	1.296	91.5	1594.17	53.1

* Indicates operating load of a bus exceeds the bus critical limit (100.0 % times the continuous rating).
 # Indicates operating load of a bus exceeds the bus marginal limit (90.0 % times the continuous rating).

BRANCH LOADING Summary Report

Transformer		Cable & Reactor							
CKT / Branch		Ampacity	Loading	Capability	Loading (input)		Loading (output)		
ID	Type	(Amp)	Amp	% (MVA)	MVA	%	MVA	%	
TR-001-01	Transformer			2.500	1.458	58.3	1.448	57.9	
TR-001-02	Transformer			2.500	0.921	36.8	0.913	36.5	
TR-001-03	Transformer			2.500	1.325	53.0	1.300	52.0	
TR-001-04	Transformer			10.000	1.480	14.8	1.472	14.7	
TR-001-05	Transformer			10.000	0.595	5.9	0.594	5.9	
TR-004-06	Transformer			1.000	0.621	62.1	0.608	60.8	

* Indicates a branch with operating load exceeding the branch capability

BRANCH LOSSES Summary Report

CKT / Branch	From-To Bus Flow		To-From Bus Flow		Losses		% Bus Voltage		Vd
	MW	Mvar	MW	Mvar	kW	Kvar	From	To	% Dropin Vmag
TR-001-01	-1.446	-0.074	1.452	0.136	5.8	61.4	99.3	100.0	0.70
TR-001-02	-0.889	-0.210	0.891	0.234	2.3	24.5	99.1	100.0	0.89
TR-001-04	1.337	0.634	-1.336	-0.619	1.0	15.3	100.0	99.5	0.5
TR-001-05	0.545	0.239	-0.545	-0.236	0.2	2.5	100.0	99.8	0.19
TR-001-03	1.193	0.577	-1.188	-0.526	4.8	50.7	100.0	98.1	1.93
TR-004-06	0.550	0.288	-0.547	-0.266	3.1	22.2	99.5	97.4	2.05

Alert Summary Report

% Alert Settings

	Critical	Marginal
Loading		
Bus	100.0	90.0
Cable	100.0	90.0
Reactor	100.0	90.0
Generator	100.0	95.0
Transformer	100.0	95.0
Protective Device	100.0	85.0
Bus Voltage		
OverVoltage	105.0	102.0
UnderVoltage	95.0	98.0
Generator Excitation		
OverExcited (Q Max.)	100.0	95.0
UnderExcited (Q Min.)	100.0	

Marginal Report

ID	Device Type	Rating	Unit	Calculated	%Mag.	Condition
Bus100	Bus	0.480	kV	0.469	97.8	UnderVoltage
Bus103	Bus	0.480	kV	0.467	97.2	UnderVoltage
Bus105	Bus	0.480	kV	0.464	96.7	UnderVoltage
Bus107	Bus	0.480	kV	0.468	97.6	UnderVoltage
Bus109	Bus	0.480	kV	0.468	97.6	UnderVoltage
Bus110	Bus	0.480	kV	0.468	97.6	UnderVoltage
Bus112	Bus	0.480	kV	0.467	97.3	UnderVoltage
Bus114	Bus	0.480	kV	0.467	97.2	UnderVoltage
Bus116	Bus	0.480	kV	0.467	97.2	UnderVoltage
Bus119	Bus	0.480	kV	0.467	97.3	UnderVoltage
Bus121	Bus	0.480	kV	0.467	97.3	UnderVoltage
Bus122	Bus	0.480	kV	0.467	97.3	UnderVoltage
Bus124	Bus	0.480	kV	0.467	97.3	UnderVoltage
Bus126	Bus	0.480	kV	0.467	97.2	UnderVoltage
Bus128	Bus	0.480	kV	0.467	97.2	UnderVoltage
Bus134	Bus	0.480	kV	0.466	97.2	UnderVoltage
Bus136	Bus	0.480	kV	0.468	97.4	UnderVoltage
Bus139	Bus	0.480	kV	0.466	97.2	UnderVoltage
Bus141	Bus	0.480	kV	0.467	97.3	UnderVoltage
Bus142	Bus	0.480	kV	0.467	97.3	UnderVoltage
Bus144	Bus	0.480	kV	0.467	97.3	UnderVoltage
Bus146	Bus	0.480	kV	0.467	97.3	UnderVoltage
Bus148	Bus	0.480	kV	0.467	97.3	UnderVoltage
Bus15	Bus	0.480	kV	0.466	97.1	UnderVoltage
Bus150	Bus	0.480	kV	0.467	97.3	UnderVoltage
Bus152	Bus	0.480	kV	0.467	97.3	UnderVoltage
Bus154	Bus	0.480	kV	0.467	97.3	UnderVoltage
Bus156	Bus	0.480	kV	0.465	96.9	UnderVoltage
Bus158	Bus	0.480	kV	0.465	96.9	UnderVoltage
Bus16	Bus	0.480	kV	0.468	97.6	UnderVoltage
Bus160	Bus	0.480	kV	0.465	96.9	UnderVoltage
Bus162	Bus	0.480	kV	0.465	96.9	UnderVoltage
Bus165	Bus	0.480	kV	0.466	97.2	UnderVoltage
Bus166	Bus	0.480	kV	0.466	97.2	UnderVoltage
Bus168	Bus	0.480	kV	0.466	97.2	UnderVoltage
Bus17	Bus	0.480	kV	0.466	97.1	UnderVoltage
Bus170	Bus	0.480	kV	0.466	97.1	UnderVoltage
Bus172	Bus	0.480	kV	0.466	97.1	UnderVoltage
Bus174	Bus	0.480	kV	0.466	97.2	UnderVoltage
Bus176	Bus	0.480	kV	0.467	97.2	UnderVoltage
Bus177	Bus	0.480	kV	0.464	96.7	UnderVoltage
Bus179	Bus	0.480	kV	0.466	97.0	UnderVoltage
Bus18	Bus	0.480	kV	0.468	97.6	UnderVoltage
Bus180	Bus	0.480	kV	0.466	97.0	UnderVoltage
Bus182	Bus	0.480	kV	0.466	97.0	UnderVoltage
Bus184	Bus	0.480	kV	0.466	97.1	UnderVoltage
Bus186	Bus	0.480	kV	0.466	97.1	UnderVoltage
Bus188	Bus	0.480	kV	0.467	97.3	UnderVoltage
Bus190	Bus	0.480	kV	0.467	97.3	UnderVoltage
Bus192	Bus	0.480	kV	0.467	97.3	UnderVoltage
Bus194	Bus	0.480	kV	0.466	97.2	UnderVoltage
Bus196	Bus	0.480	kV	0.467	97.2	UnderVoltage
Bus198	Bus	0.480	kV	0.467	97.2	UnderVoltage
Bus200	Bus	0.480	kV	0.466	97.1	UnderVoltage
Bus202	Bus	0.480	kV	0.467	97.3	UnderVoltage
Bus204	Bus	0.480	kV	0.468	97.6	UnderVoltage
Bus206	Bus	0.480	kV	0.468	97.6	UnderVoltage
Bus207	Bus	0.480	kV	0.468	97.6	UnderVoltage
Bus209	Bus	0.480	kV	0.468	97.6	UnderVoltage
Bus21	Bus	0.480	kV	0.464	96.6	UnderVoltage
Bus211	Bus	0.480	kV	0.468	97.6	UnderVoltage
Bus213	Bus	0.480	kV	0.468	97.6	UnderVoltage
Bus215	Bus	0.480	kV	0.468	97.6	UnderVoltage
Bus217	Bus	0.480	kV	0.467	97.3	UnderVoltage
Bus219	Bus	0.480	kV	0.465	96.9	UnderVoltage
Bus22	Bus	0.480	kV	0.467	97.2	UnderVoltage
Bus221	Bus	0.480	kV	0.467	97.3	UnderVoltage
Bus223	Bus	0.480	kV	0.466	97.1	UnderVoltage
Bus225	Bus	0.480	kV	0.466	97.1	UnderVoltage
Bus227	Bus	0.480	kV	0.466	97.1	UnderVoltage
Bus229	Bus	0.480	kV	0.466	97.1	UnderVoltage
Bus231	Bus	0.480	kV	0.462	96.2	UnderVoltage
Bus232	Bus	0.480	kV	0.468	97.6	UnderVoltage

Bus234	Bus	0.480	kV	0.468	97.6	UnderVoltage
Bus236	Bus	0.480	kV	0.468	97.6	UnderVoltage
Bus237	Bus	0.480	kV	0.468	97.6	UnderVoltage
Bus239	Bus	0.480	kV	0.465	96.9	UnderVoltage
Bus241	Bus	0.480	kV	0.464	96.7	UnderVoltage
Bus243	Bus	0.480	kV	0.463	96.4	UnderVoltage
Bus244	Bus	0.480	kV	0.463	96.4	UnderVoltage
Bus245	Bus	0.480	kV	0.464	96.6	UnderVoltage
Bus246	Bus	0.480	kV	0.462	96.2	UnderVoltage
Bus27	Bus	0.480	kV	0.464	96.6	UnderVoltage
Bus28	Bus	0.480	kV	0.464	96.6	UnderVoltage
Bus30	Bus	0.480	kV	0.464	96.6	UnderVoltage
Bus34	Bus	0.480	kV	0.460	95.8	UnderVoltage
Bus36	Bus	0.480	kV	0.466	97.1	UnderVoltage
Bus37	Bus	0.480	kV	0.465	97.0	UnderVoltage
Bus38	Bus	0.480	kV	0.465	97.0	UnderVoltage
Bus40	Bus	0.480	kV	0.465	96.8	UnderVoltage
Bus42	Bus	0.480	kV	0.465	96.8	UnderVoltage
Bus43	Bus	0.480	kV	0.461	96.1	UnderVoltage
Bus44	Bus	0.480	kV	0.461	96.0	UnderVoltage
Bus45	Bus	0.480	kV	0.463	96.5	UnderVoltage
Bus46	Bus	0.480	kV	0.464	96.6	UnderVoltage
Bus48	Bus	0.480	kV	0.463	96.4	UnderVoltage
Bus50	Bus	0.480	kV	0.470	97.8	UnderVoltage
Bus51	Bus	0.480	kV	0.470	98.0	UnderVoltage
Bus52	Bus	0.480	kV	0.470	98.0	UnderVoltage
Bus54	Bus	0.480	kV	0.469	97.7	UnderVoltage
Bus57	Bus	0.480	kV	0.468	97.5	UnderVoltage
Bus58	Bus	0.480	kV	0.465	96.8	UnderVoltage
Bus59	Bus	0.480	kV	0.468	97.5	UnderVoltage
Bus60	Bus	0.480	kV	0.465	96.9	UnderVoltage
Bus62	Bus	0.480	kV	0.463	96.5	UnderVoltage
Bus75	Bus	0.480	kV	0.468	97.6	UnderVoltage
Bus76	Bus	0.480	kV	0.468	97.6	UnderVoltage
Bus78	Bus	0.480	kV	0.470	97.8	UnderVoltage
Bus79	Bus	0.480	kV	0.467	97.3	UnderVoltage
Bus80	Bus	0.480	kV	0.464	96.6	UnderVoltage
Bus81	Bus	0.480	kV	0.464	96.6	UnderVoltage
Bus82	Bus	0.480	kV	0.467	97.2	UnderVoltage
Bus84	Bus	0.480	kV	0.468	97.5	UnderVoltage
Bus85	Bus	0.480	kV	0.467	97.2	UnderVoltage
Bus86	Bus	0.480	kV	0.467	97.3	UnderVoltage
Bus87	Bus	0.480	kV	0.464	96.8	UnderVoltage
Bus92	Bus	0.480	kV	0.466	97.2	UnderVoltage
Bus95	Bus	0.480	kV	0.466	97.2	UnderVoltage
Bus96	Bus	0.480	kV	0.468	97.6	UnderVoltage
Bus97	Bus	0.480	kV	0.467	97.2	UnderVoltage
Bus98	Bus	0.480	kV	0.467	97.2	UnderVoltage
Bus99	Bus	0.480	kV	0.469	97.8	UnderVoltage
CDP006	Bus	0.480	kV	0.467	97.2	UnderVoltage
MCC-004	Bus	0.480	kV	0.469	97.8	UnderVoltage

SUMMARY OF TOTAL GENERATION, LOADING & DEMAND

	MW	Mvar	MVA	% PF	
Swing Bus(es):	5.418	1.820	5.716	94.79	Lagging
Generators:	0.000	0.000	0.000	100.00	Lagging
Total Demand:	5.418	1.820	5.716	94.79	Lagging
Total Motor Load:	2.704	1.204	2.959	91.36	Lagging
Total Static Load:	2.578	0.340			
Apparent Losses:	0.136	0.276			
System Mismatch:	0.000	0.000			

Number of Iterations: 2

Project:
 Location:
 Contract:
 Engineer:
 Filename: DOMENICO

ETAP PowerStation
 4.0.0C

Study Case: Flujo de Carga
 Condición Normal TAPS en -2,5%

Pages:2
 Date: 10-19-2007
 SN: KLGCONSULT
 Revision: Base
 Config.: Normal

BUS LOADING Summary Report

Bus		Bus Total Load								
ID	kV	Rated Amp	MW	Mvar	MVA	% PF	Amp %	Loading		
CCM-001	0.480	2500.00		1.511	0.064	1.512	99.9	1795.34	71.8	
CCM-002	0.480	1200.00	0.473	0.042	0.475	99.6	563.59	47.0		
CCM-003	0.480	2500.00	0.437	0.164	0.467	93.6	554.03	22.2		
CDP006	0.480	1600.00	0.574	0.278	0.638	90.0	769.97	48.1		
CDP-001	34.500	1200.00	5.555	1.843	5.853	94.9	97.95	8.2		
CDP-002	0.480	4200.00	1.516	0.072	1.517	99.9	1795.34	42.7		
CDP-003	0.480	4200.00	0.911	0.208	0.935	97.5	1107.47	26.4		
CDP-004	4.160	2000.00	1.364	0.633	1.504	90.7	209.85	10.5		
CDP-005	4.160	2000.00	0.545	0.236	0.594	91.7	82.57	4.1		
MCC-004	0.480	3000.00	1.199	0.527	1.310	91.5	1568.81	52.3		

* Indicates operating load of a bus exceeds the bus critical limit (100.0 % times the continuous rating).
 # Indicates operating load of a bus exceeds the bus marginal limit (90.0 % times the continuous rating).

BRANCH LOADING Summary Report

Transformer CKT / Branch	Type	Cable & Reactor			Loading (input)		Loading (output)		
		Ampacity (Amp)	Loading Amp	%	Capability (MVA)	MVA	%	MVA	%
TR-001-01	Transformer				2.500	1.531	61.2	1.520	60.8
TR-001-02	Transformer				2.500	0.944	37.8	0.936	37.5
TR-001-03	Transformer				2.500	1.338	53.5	1.313	52.5
TR-001-04	Transformer				10.000	1.512	15.1	1.504	15.0
TR-001-05	Transformer				10.000	0.595	5.9	0.594	5.9
TR-004-06	Transformer				1.000	0.653	65.3	0.639	63.9

* Indicates a branch with operating load exceeding the branch capability

BRANCH LOSSES Summary Report

CKT / Branch	From-To Bus Flow		To-From Bus Flow		Losses		% Bus Voltage		Vd % Drop in Vmag
	MW	Mvar	MW	Mvar	kW	Kvar	From	To	
TR-001-01	-1.518	-0.076	1.524	0.141	6.0	64.3	101.9	100.0	1.85
TR-001-02	-0.912	-0.210	0.915	0.234	2.3	24.5	101.7	100.0	1.69
TR-001-04	1.365	0.650	-1.364	-0.634	1.0	16.0	100.0	99.5	0.51
TR-001-05	0.545	0.239	-0.545	-0.236	0.2	2.5	100.0	99.8	0.19
TR-001-03	1.206	0.580	-1.201	-0.530	4.6	49.1	100.0	100.7	0.67
TR-004-06	0.578	0.303	-0.575	-0.280	3.3	23.3	99.5	99.9	0.45

Alert Summary Report
 % Alert Settings

	<u>Loading Marginal</u>	<u>Critical</u>
Bus	100.0	90.0
Cable	100.0	90.0
Reactor	100.0	90.0
Generator	100.0	95.0
Transformer	100.0	95.0
Protective Device	100.0	85.0
Bus Voltage		
OverVoltage	105.0	102.0
UnderVoltage	95.0	98.0
Generator Excitation		
OverExcited (Q Max.)	100.0	95.0
UnderExcited (Q Min.)	100.0	

SUMMARY OF TOTAL GENERATION, LOADING & DEMAND

	MW	Mvar	MVA	% PF	
Swing Bus(es):	5.555	1.843	5.853	94.91	Lagging
Generators:	0.000	0.000	0.000	100.00	Lagging
Total Demand:	5.555	1.843	5.853	94.91	Lagging
Total Motor Load:	2.704	1.204	2.959	91.36	Lagging
Total Static Load:	2.713	0.358			
Apparent Losses:	0.139	0.282			
System Mismatch:	0.000	0.000			

Number of Iterations: 2

Project:
 Location:
 Contract:
 Engineer:
 Filename: DOMENICO

ETAP PowerStation
 4.0.0C

Study Case: Flujo de Carga
 Contingencia: TR-001-04 fuera de servicio

Pages:2
 Date: 10-19-2007
 SN: KLGCONSULT
 Revision: Base
 Config.: Normal

BUS LOADING Summary Report

Bus ID	kV	Bus Total Load						
		Rated Amp	MW	Mvar	MVA	% PF	Amp %	Loading
CCM-001	0.480	2500.00	1.511	0.064	1.512	99.9	1795.34	71.8
CCM-002	0.480	1200.00	0.473	0.042	0.475	99.6	563.59	47.0
CCM-003	0.480	2500.00	0.437	0.164	0.467	93.6	554.03	22.2
CDP006	0.480	1600.00	0.572	0.277	0.636	90.0	768.43	48.0
CDP-001	34.500	1200.00	5.554	1.855	5.855	94.9	97.99	8.2
CDP-002	0.480	4200.00	1.516	0.072	1.517	99.9	1795.34	42.7
CDP-003	0.480	4200.00	0.911	0.208	0.935	97.5	1107.47	26.4
CDP-004	4.160	2000.00	1.362	0.632	1.502	90.7	209.91	10.5
CDP-005	4.160	2000.00	1.907	0.869	2.095	91.0	292.90	14.6
MCC-004	0.480	3000.00	1.199	0.527	1.310	91.5	1568.81	52.3

* Indicates operating load of a bus exceeds the bus critical limit (100.0 % times the continuous rating).
 # Indicates operating load of a bus exceeds the bus marginal limit (90.0 % times the continuous rating).

BRANCH LOADING Summary Report

Transformer CKT / Branch	Type	Cable & Reactor			Loading (input)		Loading (output)		
		Ampacity (Amp)	Loading Amp	%	Capability (MVA)	MVA	%	MVA	%
TR-001-01	Transformer				2.500	1.531	61.21	.520	60.8
TR-001-02	Transformer				2.500	0.944	37.8	0.936	37.5
TR-001-03	Transformer				2.500	1.338	53.5	1.313	52.5
TR-001-05	Transformer				10.000	2.110	21.1	2.096	21.0
TR-004-06	Transformer				1.000	0.650	65.0	0.637	63.7

* Indicates a branch with operating load exceeding the branch capability

BRANCH LOSSES Summary Report

CKT / Branch	From-To Bus Flow		To-From Bus Flow		Losses		% Bus Voltage			Vd Drop in Vmag
	MW	Mvar	MW	Mvar	kW	Kvar	From	To	%	
TR-001-01	-1.518	-0.076	1.524	0.141	6.0	64.3	101.9	100.0	1.85	
TR-001-02	-0.912	-0.210	0.915	0.234	2.3	24.5	101.7	100.0	1.69	
TR-001-05	1.909	0.900	-1.907	-0.869	2.0	31.1	100.0	99.3	0.71	
TR-001-03	1.206	0.580	-1.201	-0.530	4.6	49.1	100.0	100.7	0.67	
TR-004-06	0.576	0.302	-0.573	-0.278	3.3	23.2	99.3	99.7	0.45	

Alert Summary Report

% Alert Settings

Loading Marginal

	Critical
Bus	100.0
Cable	100.0
Reactor	100.0
Generator	100.0
Transformer	100.0
Protective Device	100.0

Bus Voltage

OverVoltage	105.0	102.0
UnderVoltage	95.0	98.0

Generator Excitation

OverExcited (Q Max.)	100.0	95.0
UnderExcited (Q Min.)	100.0	

SUMMARY OF TOTAL GENERATION, LOADING & DEMAND

	MW	Mvar	MVA	% PF	
Swing Bus(es):	5.554	1.855	5.855	94.85	Lagging
Generators:	0.000	0.000	0.000	100.00	Lagging
Total Demand:	5.554	1.855	5.855	94.85	Lagging
Total Motor Load:	2.704	1.204	2.959	91.36	Lagging
Total Static Load:	2.711	0.357			
Apparent Losses:	0.139	0.295			
System Mismatch:	0.000	0.000			

Number of Iterations: 3

Project:
 Location:
 Contract:
 Engineer:
 Filename: DOMENICO

ETAP PowerStation
 4.0.0C

Study Case: Flujo de Carga
 Contingencia: TR-001-01 fuera de servicio

Pages:2
 Date: 10-19-2007
 SN: KLGCONSULT
 Revision: Base
 Config.: Normal

BUS LOADING Summary Report

Bus Total Load									
Bus ID	kV	Rated Amp	MW	Mvar	MVA	% PF	Amp %	Loading	
CCM-001	0.480	2500.00	1.479	0.063	1.480	99.9	1776.94	71.1	
CCM-002	0.480	1200.00	0.465	0.042	0.467	99.6	559.76	46.6	
CCM-003	0.480	2500.00	0.436	0.165	0.466	93.6	558.01	22.3	
CDP006	0.480	1600.00	0.574	0.278	0.638	90.0	769.97	48.1	
CDP-001	34.500	1200.00	5.524	1.924	5.849	94.4	97.88	8.2	
CDP-002	0.480	4200.00	1.483	0.071	1.485	99.9	1776.94	42.3	
CDP-003	0.480	4200.00	2.385	0.279	2.401	99.3	2873.64	68.4	
CDP-004	4.160	2000.00	1.364	0.633	1.504	90.7	209.85	10.5	
CDP-005	4.160	2000.00	0.545	0.236	0.594	91.7	82.57	4.1	
MCC-004	0.480	3000.00	1.199	0.527	1.310	91.5	1568.81	52.3	

* Indicates operating load of a bus exceeds the bus critical limit (100.0 % times the continuous rating).
 # Indicates operating load of a bus exceeds the bus marginal limit (90.0 % times the continuous rating).

BRANCH LOADING Summary Report

CKT / Branch ID	From-To Bus Flow	To-From Bus Flow		Losses		% Bus Voltage			Vd	
		MW	Mvar	MW	Mvar	kW	Kvar	From	To	% Drop
TR-001-02	Transformer		2.500				2.450	98.0	2.410	96.4
TR-001-03	Transformer		2.500				1.338	53.5	1.313	52.5
TR-001-04	Transformer		10.000				1.512	15.1	1.504	15.0
TR-001-05	Transformer		10.000				0.595	5.9	0.594	5.9
TR-004-06	Transformer		1.000				0.653	65.3	0.639	63.9

* Indicates a branch with operating load exceeding the branch capability

BRANCH LOSSES Summary Report

CKT / Branch ID	From-To Bus Flow		To-From Bus Flow		Losses		% Bus Voltage			Vd Drop in Vmag
	MW	Mvar	MW	Mvar	kW	Kvar	From	To	%	
TR-001-02	-2.392	-0.291	2.408	0.456	15.4	164.8	100.9	100.0	0.87	
TR-001-04	1.365	0.650	-1.364	-0.634	1.0	16.0	100.0	99.5	0.51	
TR-001-05	0.545	0.239	-0.545	-0.236	0.2	2.5	100.0	99.8	0.19	
TR-001-03	1.206	0.580	-1.201	-0.530	4.6	49.1	100.0	100.7	0.67	
TR-004-06	0.578	0.303	-0.575	-0.280	3.3	23.3	99.5	99.9	0.45	

Alert Summary Report

% Alert Settings

	<u>Critical</u>	<u>Marginal</u>
Loading		
Bus	100.0	90.0
Cable	100.0	90.0
Reactor	100.0	90.0
Generator	100.0	95.0
Transformer	100.0	95.0
Protective Device	100.0	85.0
Bus Voltage		
OverVoltage	105.0	102.0
UnderVoltage	95.0	98.0
Generator Excitation		
OverExcited (Q Max.)	100.0	95.0
UnderExcited (Q Min.)	100.0	

Marginal Report

ID	Device Type	Rating	Unit	Calculated	%Mag.	Condition
Bus21	Bus	0.480	kV	0.470	98.0	UnderVoltage
Bus27	Bus	0.480	kV	0.470	98.0	UnderVoltage
TR-001-02	Transformer	2.500	MVA	2.410	96.4	OverLoad

SUMMARY OF TOTAL GENERATION, LOADING & DEMAND

	MW	Mvar	MVA	% PF	
Swing Bus(es):	5.524	1.924	5.849	94.44	Lagging
Generators:	0.000	0.000	0.000	100.00	Lagging
Total Demand:	5.524	1.924	5.849	94.44	Lagging
Total Motor Load:	2.704	1.204	2.959	91.36	Lagging
Total Static Load:	2.672	0.358			
Apparent Losses:	0.148	0.362			
System Mismatch:	0.000	0.000			

Number of Iterations: 3

Project:
 Location:
 Contract:
 Engineer:
 Filename: DOMENICO

ETAP PowerStation
 4.0.0C

Study Case: Cortocircuito Duty
 Condición normal de operación

Pages:3
 Date: 10-19-2007
 SN: KLGCONSULT
 Revision: Base
 Config.: Normal

MOMENTARY DUTY Summary Report

3-Phase Fault Currents: (Prefault Voltage = 100 % of the Bus Nominal Voltage)

Bus		Device		Momentary Duty				
ID	kV	ID	Type	Symm	X/R	M.F.	Asymm	Asymm
			Asymm.	kA rms	Ratio		kA rms	kA Crest
CCM-001	0.480	CCM-001	MCC	34.562	5.7	1.291	44.618	77.095
CCM-002	0.480	CCM-002	MCC	37.182	4.7	1.233	45.835	79.385
CCM-003	0.480	CCM-003	MCC	41.599	5.6	1.287	53.521	92.505
CDP006	0.480	CDP006	Bus	17.490	6.2	1.312	22.952	39.598
CDP-001	34.500	CDP-001	Switchgear	18.718	11.7	1.473	27.574	46.718
	34.500	CB11	3 cy Sym CB	18.718	11.7	1.473	27.574	46.718
	34.500	CB10	3 cy Sym CB	18.718	11.7	1.473	27.574	46.718
	34.500	CB8	3 cy Sym CB	18.718	11.7	1.473	27.574	46.718
	34.500	CB9	3 cy Sym CB	18.718	11.7	1.473	27.574	46.718
	34.500	CB12	3 cy Sym CB	18.718	11.7	1.473	27.574	46.718
	34.500	CB23	3 cy Sym CB	18.718	11.7	1.473	27.574	46.718
	34.500	CB49	3 cy Sym CB	18.718	11.7	1.473	27.574	46.718
CDP-002	0.480	CDP-002	Switchgear	38.418	7.8	1.376	52.854	90.631
CDP-003	0.480	CDP-003	Switchgear	44.575	7.1	1.352	60.267	103.599
CDP-004	4.160	CDP-004	Switchgear	20.106	13.5	1.502	30.206	50.976
	4.160	CB127	5 cy Sym CB	20.106	13.5	1.502	30.206	50.976
	4.160	CB133	5 cy Sym CB	20.106	13.5	1.502	30.206	50.976
CDP-005	4.160	CDP-005	Switchgear	19.376	13.5	1.501	29.093	49.104
	4.160	CB128	5 cy Sym CB	19.376	13.5	1.501	29.093	49.104
MCC-004	0.480	MCC-004	MCC	55.350	6.9	1.343	74.321	127.875

Method: IEEE - X/R is calculated from separate R & X networks.
 HV CB interrupting capability is adjusted based on Bus nominal voltage Protective device duty is calculated based on total fault current

* Indicates a device with interrupting duty exceeding the device capability

INTERRUPTING DUTY Summary Report

3-Phase Fault Currents: (Prefault Voltage = 100 % of the Bus Nominal Voltage)

Bus		Device		Interrupting Duty				Device capability				
ID	kV	ID	Type	Symm.	X/R	M.F.	Adj. Sym.	kV	Test	Rated		
				kA rms	Ratio		kA rms		PF	Int.		
CCM-001	0.480	CB5	Molded Case	34.562	5.7	1.035	35.784	0.480	20.00	45.000		
		CB44	Molded Case	34.562	5.7	1.035	35.784	0.480	20.00	45.000		
		CB41	Molded Case	34.562	5.7	1.035	35.784	0.480	20.00	45.000		
		CB40	Molded Case	34.562	5.7	1.035	35.784	0.480	20.00	45.000		
		CB33	Molded Case	34.562	5.7	1.035	35.784	0.480	20.00	45.000		
		CB32	Molded Case	34.562	5.7	1.035	35.784	0.480	20.00	45.000		
		CB31	Molded Case	34.562	5.7	1.035	35.784	0.480	20.00	45.000		
		CB30	Molded Case	34.562	5.7	1.035	35.784	0.480	20.00	45.000		
		CB25	Molded Case	34.562	5.7	1.035	35.784	0.480	20.00	45.000		
		CB24	Molded Case	34.562	5.7	1.035	35.784	0.480	20.00	45.000		
		CB21	Molded Case	34.562	5.7	1.035	35.784	0.480	20.00	45.000		
		CB20	Molded Case	34.562	5.7	1.035	35.784	0.480	20.00	45.000		
		CB19	Molded Case	34.562	5.7	1.035	35.784	0.480	20.00	45.000		
		CCM-002	0.480	CB51	Molded Case	37.182	4.7	1.000	37.182	0.480	20.00	45.000
				CB52	Molded Case	37.182	4.7	1.000	37.182	0.480	20.00	45.000
				CB53	Molded Case	37.182	4.7	1.000	37.182	0.480	20.00	45.000
				CB54	Molded Case	37.182	4.7	1.000	37.182	0.480	20.00	45.000
CB55	Molded Case			37.182	4.7	1.000	37.182	0.480	20.00	45.000		
CB56	Molded Case			37.182	4.7	1.000	37.182	0.480	20.00	45.000		
CB57	Molded Case			37.182	4.7	1.000	37.182	0.480	20.00	45.000		
CB58	Molded Case			37.182	4.7	1.000	37.182	0.480	20.00	45.000		
CB59	Molded Case			37.182	4.7	1.000	37.182	0.480	20.00	45.000		
CB60	Molded Case			37.182	4.7	1.000	37.182	0.480	20.00	45.000		
CB61	Molded Case	37.182	4.7	1.000	37.182	0.480	20.00	45.000				

CCM-003	0.480	CB62	Molded Case	37.182	4.7	1.000	37.182	0.480	20.00	45.000	
	0.480	CB75	Molded Case	41.599	5.6	1.032	42.925	0.480	20.00	45.000	
	0.480	CB76	Molded Case	41.599	5.6	1.032	42.925	0.480	20.00	45.000	
	0.480	CB77	Molded Case	41.599	5.6	1.032	42.925	0.480	20.00	45.000	
	0.480	CB78	Molded Case	41.599	5.6	1.032	42.925	0.480	20.00	45.000	
	0.480	CB79	Molded Case	41.599	5.6	1.032	42.925	0.480	20.00	45.000	
	0.480	CB80	Molded Case	41.599	5.6	1.032	42.925	0.480	20.00	45.000	
	0.480	CB81	Molded Case	41.599	5.6	1.032	42.925	0.480	20.00	45.000	
	0.480	CB82	Molded Case	41.599	5.6	1.032	42.925	0.480	20.00	45.000	
	0.480	CB84	Molded Case	41.599	5.6	1.032	42.925	0.480	20.00	45.000	
	0.480	CB85	Molded Case	41.599	5.6	1.032	42.925	0.480	20.00	45.000	
	0.480	CB86	Molded Case	41.599	5.6	1.032	42.925	0.480	20.00	45.000	
	0.480	CB102	Molded Case	41.599	5.6	1.032	42.925	0.480	20.00	45.000	
	0.480	CB100	Molded Case	41.599	5.6	1.032	42.925	0.480	20.00	45.000	
	0.480	CB101	Molded Case	41.599	5.6	1.032	42.925	0.480	20.00	45.000	
	0.480	CB99	Molded Case	41.599	5.6	1.032	42.925	0.480	20.00	45.000	
	0.480	CB98	Molded Case	41.599	5.6	1.032	42.925	0.480	20.00	45.000	
	0.480	CB97	Molded Case	41.599	5.6	1.032	42.925	0.480	20.00	45.000	
	0.480	CB96	Molded Case	41.599	5.6	1.032	42.925	0.480	20.00	45.000	
	0.480	CB95	Molded Case	41.599	5.6	1.032	42.925	0.480	20.00	45.000	
	0.480	CB110	Molded Case	41.599	5.6	1.032	42.925	0.480	20.00	45.000	
	0.480	CB108	Molded Case	41.599	5.6	1.032	42.925	0.480	20.00	45.000	
	0.480	CB109	Molded Case	41.599	5.6	1.032	42.925	0.480	20.00	45.000	
	0.480	CB107	Molded Case	41.599	5.6	1.032	42.925	0.480	20.00	45.000	
	0.480	CB106	Molded Case	41.599	5.6	1.032	42.925	0.480	20.00	45.000	
	0.480	CB105	Molded Case	41.599	5.6	1.032	42.925	0.480	20.00	45.000	
	0.480	CB4	Molded Case	41.599	5.6	1.032	42.925	0.480	20.00	45.000	
	0.480	CB104	Molded Case	41.599	5.6	1.032	42.925	0.480	20.00	45.000	
	CDP006	0.480	CB135	Molded Case	17.490	6.2	1.053	18.408	0.480	20.00	200.000
	CDP-001	34.500	CB11	3 cy Sym CB	18.289	12.0	1.000	18.289	38.000	31.500	31.500
		34.500	CB10	3 cy Sym CB	18.289	12.0	1.000	18.289	38.000	31.500	31.500
		34.500	CB8	3 cy Sym CB	18.289	12.0	1.000	18.289	38.000	31.500	31.500
		34.500	CB9	3 cy Sym CB	18.289	12.0	1.000	18.289	38.000	31.500	31.500
		34.500	CB12	3 cy Sym CB	18.289	12.0	1.000	18.289	38.000	31.500	31.500
34.500		CB23	3 cy Sym CB	18.289	12.0	1.000	18.289	38.000	31.500	31.500	
CDP-002	34.500	CB49	3 cy Sym CB	18.289	12.0	1.000	18.289	38.000	31.500	31.500	
	0.480	CB47	Molded Case	38.418	7.8	1.103	42.390	0.480	20.00	85.000	
CDP-003	0.480	CB3	Molded Case	38.418	7.8	1.103	42.390	0.600	20.00	85.000	
	0.480	CB63	Molded Case	44.575	7.1	1.084	48.335	0.480	20.00	85.000	
	0.480	CB27	Molded Case	44.575	7.1	1.084	48.335	0.600	20.00	85.000	
CDP-004	0.480	CB66	Molded Case	44.575	7.1	1.084	48.335	0.480	20.00	85.000	
	4.160	Fuse1	Fuse	20.106	13.5	1.000	20.106	5.080	3.95	50.000	
	4.160	Fuse3	Fuse	20.106	13.5	1.000	20.106	5.080	3.95	50.000	
	4.160	CB127	5 cy Sym CB	18.477	14.7	1.000	18.477	4.760	42.400	48.515	
	4.160	CB133	5 cy Sym CB	18.477	14.7	1.000	18.477	4.760	41.000	46.913	
	4.160	Fuse4	Fuse	20.106	13.5	1.000	20.106	5.080	3.95	50.000	
	4.160	Fuse6	Fuse	20.106	13.5	1.000	20.106	5.080	3.95	50.000	
	4.160	Fuse7	Fuse	20.106	13.5	1.000	20.106	5.500	3.95	50.000	
	4.160	Fuse8	Fuse	20.106	13.5	1.000	20.106	5.500	3.95	50.000	
	4.160	Fuse9	Fuse	20.106	13.5	1.000	20.106	5.500	3.95	50.000	
	4.160	Fuse10	Fuse	20.106	13.5	1.000	20.106	5.500	3.95	50.000	
	4.160	Fuse12	Fuse	20.106	13.5	1.000	20.106	5.500	3.95	50.000	
	4.160	Fuse13	Fuse	20.106	13.5	1.000	20.106	5.500	3.95	50.000	
CDP-005	4.160	CB128	5 cy Sym CB	18.188	14.4	1.000	18.188	4.760	42.400	48.515	
	4.160	Fuse24	Fuse	19.376	13.5	1.000	19.376	5.500	3.95	50.000	
	4.160	Fuse25	Fuse	19.376	13.5	1.000	19.376	5.500	3.95	50.000	
	4.160	Fuse26	Fuse	19.376	13.5	1.000	19.376	5.500	3.95	50.000	
	4.160	Fuse27	Fuse	19.376	13.5	1.000	19.376	5.500	3.95	50.000	
	4.160	Fuse28	Fuse	19.376	13.5	1.000	19.376	5.500	3.95	50.000	
	4.160	Fuse29	Fuse	19.376	13.5	1.000	19.376	5.080	3.95	50.000	
	4.160	Fuse30	Fuse	19.376	13.5	1.000	19.376	5.500	3.95	50.000	
	4.160	Fuse31	Fuse	19.376	13.5	1.000	19.376	5.500	3.95	50.000	
	4.160	Fuse32	Fuse	19.376	13.5	1.000	19.376	5.500	3.95	50.000	
MCC-004	4.160	Fuse33	Fuse	19.376	13.5	1.000	19.376	5.500	3.95	50.000	
	0.480	CB73	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000	
	0.480	CB22	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000	
	0.480	CB26	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000	
	0.480	CB28	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000	
	0.480	CB29	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000	
	0.480	CB35	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000	
	0.480	CB37	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000	
	0.480	CB39	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000	
	0.480	CB46	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000	
	0.480	CB48	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000	
	0.480	CB50	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000	
	0.480	CB64	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000	
	0.480	CB67	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000	

0.480	CB69	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB71	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB72	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB74	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB87	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB89	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB91	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB93	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB103	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB112	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB114	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB116	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB118	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB121	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB122	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB124	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB126	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB131	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB134	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB137	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB138	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB140	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB141	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB143	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB145	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB147	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB149	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB151	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB153	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB155	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB157	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB159	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB161	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB163	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB165	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB167	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB168	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB170	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB172	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB174	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB176	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB178	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB180	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB182	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB184	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB186	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB188	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB190	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB192	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB193	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB195	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB197	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB198	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB200	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB202	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB204	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB205	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB206	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB207	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000

Method: IEEE - X/R is calculated from separate R & X networks.
HV CB interrupting capability is adjusted based on bus nominal voltage
Protective device duty is calculated based on total fault current
* Indicates a device with interrupting duty exceeding the device capability

Project:
 Location:
 Contract:
 Engineer:
 Filename: DOMENICO

ETAP PowerStation
 4.0.0C

Study Case: Cortocircuito ½ ciclo
 Condición normal de operación

Pages:1
 Date: 10-19-2007
 SN: KLGCONSULT
 Revision: Base
 Config.: Normal

Short-Circuit Summary Report

1/2 Cycle - 3-Phase, LG, LL, & LLG Fault Currents
 Prefault Voltage = 100 % of the Bus Nominal Voltage

Bus ID	kV	3-Phase Fault			Line-to-Ground Fault			Line-to-Line Fault			*Line-to-Line-to-Ground		
		Real	Imag.	Mag.	Real	Imag.	Mag.	Real	Imag.	Mag.	Real	Imag.	Mag.
CCM-001	0.48	6.002	-34.037	34.562	6.294	-31.273	31.900	29.468	5.191	29.921	-32.697	9.263	33.983
CCM-002	0.48	8.220	-36.262	37.182	7.581	-31.012	31.925	31.338	7.056	32.122	-34.896	6.515	35.499
CCM-003	0.48	7.710	-40.878	41.599	7.228	-35.634	36.359	35.288	6.599	35.900	-38.761	9.254	39.850
CDP006	0.48	2.801	-17.264	17.490	3.020	-17.442	17.702	14.977	2.437	15.174	-16.578	6.346	17.751
CDP-001	34.50	1.620	-18.648	18.718	0.080	-0.954	0.957	16.192	1.415	16.254	16.172	1.658	16.256
CDP-002	0.48	4.981	-38.094	38.418	5.233	-36.835	37.205	32.982	4.306	33.262	-35.714	13.525	38.189
CDP-003	0.48	6.877	-44.042	44.575	6.359	-40.276	40.774	38.033	5.879	38.485	-41.089	12.747	43.021
CDP-004	4.16	1.514	-20.049	20.106	1.558	-20.061	20.121	17.668	1.387	17.722	16.854	11.056	20.157
CDP-005	4.16	1.502	-19.318	19.376	1.540	-19.481	19.542	16.900	1.361	16.955	16.125	10.966	19.500
MCC-004	0.48	8.724	-54.658	55.350	7.351	-45.708	46.296	47.213	7.509	47.806	-50.451	12.206	51.907

All fault currents are symmetrical momentary (1/2 Cycle network) values in rms kA

* LLG fault current is the larger of the two faulted line currents

Short-Circuit Summary Report

Bus ID	kV	Positive Sequence Imp. (ohm)			Negative Sequence Imp. (ohm)			Zero Sequence Imp. (ohm)		
		Resistance	Reactance	Impedance	Resistance	Reactance	Impedance	Resistance	Reactance	Impedance
CCM-001	0.480	0.00139	0.00790	0.00802	0.00139	0.00790	0.00802	0.00236	0.00975	0.01003
CCM-002	0.480	0.00165	0.00727	0.00745	0.00163	0.00731	0.00749	0.00290	0.01072	0.01110
CCM-003	0.480	0.00123	0.00655	0.00666	0.00122	0.00660	0.00671	0.00209	0.00927	0.00950
CDP006	0.480	0.00254	0.01564	0.01585	0.00254	0.01558	0.01579	0.00293	0.01506	0.01534
CDP-001	34.500	0.09212	1.06013	1.06412	0.09260	1.05440	1.05845	5.01990	60.11182	60.32106
CDP-002	0.480	0.00094	0.00715	0.00721	0.00093	0.00716	0.00722	0.00127	0.00781	0.00792
CDP-003	0.480	0.00096	0.00614	0.00622	0.00095	0.00618	0.00626	0.00127	0.00781	0.00792
CDP-004	4.160	0.00900	0.11912	0.11945	0.00938	0.11490	0.11528	0.00935	0.12301	0.12336
CDP-005	4.160	0.00961	0.12358	0.12396	0.01009	0.12098	0.12140	0.00935	0.12301	0.12336
MCC-004	0.480	0.00079	0.00494	0.00501	0.00079	0.00497	0.00503	0.00127	0.00781	0.00792

Project:
 Location:
 Contract:
 Engineer:
 Filename: DOMENICO

ETAP PowerStation
 4.0.0C

Study Case: Cortocircuito 1 - 4 ciclos
 Condición normal de operación

Pages:1
 Date: 10-19-2007
 SN: KLGCONSULT
 Revision: Base
 Config.: Normal

Short-Circuit Summary Report

1.5-4 Cycle - 3-Phase, LG, LL, & LLG Fault Currents
 Prefault Voltage = 100 % of the Bus Nominal Voltage

Bus ID	kV	3-Phase Fault			Line-to-Ground Fault			Line-to-Line Fault			*Line-to-Line-to-Ground		
		Real	Imag.	Mag.	Real	Imag.	Mag.	Real	Imag.	Mag.	Real	Imag.	Mag.
CCM-001	0.48	5.758	-33.383	33.876	6.214	-31.089	31.704	29.182	5.083	29.622	-32.254	9.227	33.548
CCM-002	0.48	6.548	-33.193	33.833	7.100	-30.230	31.052	29.961	6.287	30.613	-32.750	6.745	33.437
CCM-003	0.48	5.874	-36.683	37.150	6.670	-34.502	35.141	33.391	5.745	33.881	-35.888	9.271	37.066
CDP006	0.48	2.750	-17.110	17.330	3.001	-17.390	17.647	14.910	2.415	15.104	-16.470	6.325	17.642
CDP-001	34.50	1.527	-18.225	18.289	0.080	-0.953	0.957	16.006	1.373	16.065	15.985	1.614	16.066
CDP-002	0.48	4.737	-37.438	37.737	5.150	-36.630	36.990	32.696	4.199	32.964	-35.258	13.465	37.742
CDP-003	0.48	5.060	-39.780	40.100	5.785	-39.010	39.437	36.110	5.035	36.460	-38.122	12.621	40.157
CDP-004	4.16	1.271	-18.433	18.477	1.467	-19.491	19.546	16.914	1.267	16.961	15.966	10.370	19.038
CDP-005	4.16	1.269	-18.144	18.188	1.454	-19.067	19.122	16.366	1.250	16.414	15.505	10.424	18.684
MCC-004	0.48	5.329	-44.009	44.330	6.346	-42.835	43.303	42.143	5.804	42.541	-43.445	11.684	44.989

All fault currents are symmetrical momentary (1.5-4 Cycle network) values in rms kA

* LLG fault current is the larger of the two faulted line currents

Short-Circuit Summary Report

Bus ID	kV	Positive Sequence Imp. (ohm)			Negative Sequence Imp. (ohm)			Zero Sequence Imp. (ohm)		
		Resistance	Reactance	Impedance	Resistance	Reactance	Impedance	Resistance	Reactance	Impedance
CCM-001	0.480	0.00139	0.00806	0.00818	0.00139	0.00790	0.00802	0.00236	0.00975	0.01003
CCM-002	0.480	0.00159	0.00804	0.00819	0.00163	0.00731	0.00749	0.00290	0.01072	0.01110
CCM-003	0.480	0.00118	0.00737	0.00746	0.00122	0.00660	0.00671	0.00209	0.00927	0.00950
CDP006	0.480	0.00254	0.01579	0.01599	0.00254	0.01558	0.01579	0.00293	0.01506	0.01534
CDP-001	34.500	0.09093	1.08528	1.08908	0.09260	1.05440	1.05845	5.01990	60.11182	60.32106
CDP-002	0.480	0.00092	0.00729	0.00734	0.00093	0.00716	0.00722	0.00127	0.00781	0.00792
CDP-003	0.480	0.00087	0.00686	0.00691	0.00095	0.00618	0.00626	0.00127	0.00781	0.00792
CDP-004	4.160	0.00894	0.12968	0.12999	0.00938	0.11490	0.11528	0.00935	0.12301	0.12336
CDP-005	4.160	0.00921	0.13173	0.13205	0.01009	0.12098	0.12140	0.00935	0.12301	0.12336
MCC-004	0.480	0.00075	0.00621	0.00625	0.00079	0.00497	0.00503	0.00127	0.00781	0.00792

Project:
 Location:
 Contract:
 Engineer:
 Filename: DOMENICO

ETAP PowerStation
4.0.0C

Study Case: Cortocircuito 30 ciclos
 Condición normal de operación

Pages:1
 Date: 10-19-2007
 SN: KLGCONSULT
 Revision: Base
 Config.: Normal

Short-Circuit Summary Report

30 Cycle - 3-Phase, LG, LL, & LLG Fault Currents
 Prefault Voltage = 100 % of the Bus Nominal Voltage

Bus ID	kV	3-Phase Fault			Line-to-Ground Fault			Line-to-Line Fault			*Line-to-Line-to-Ground		
		Real	Imag.	Mag.	Real	Imag.	Mag.	Real	Imag.	Mag.	Real	Imag.	Mag.
CCM-001	0.48	5.719	-33.112	33.603	6.111	-30.757	31.358	28.676	4.953	29.101	-31.854	9.389	33.209
CCM-002	0.48	6.042	-31.361	31.938	6.357	-28.533	29.232	27.160	5.232	27.659	-30.407	7.836	31.401
CCM-003	0.48	5.517	-34.053	34.497	5.929	-31.988	32.533	29.491	4.778	29.875	-32.600	10.289	34.185
CDP006	0.48	2.722	-16.989	17.206	2.953	-17.235	17.486	14.713	2.358	14.901	-16.311	6.384	17.516
CDP-001	34.50	1.503	-17.893	17.956	0.080	-0.952	0.955	15.496	1.302	15.550	15.475	1.547	15.553
CDP-002	0.48	4.699	-37.163	37.459	5.046	-36.259	36.608	32.184	4.069	32.441	-34.863	13.624	37.430
CDP-003	0.48	4.699	-37.163	37.459	5.046	-36.259	36.608	32.184	4.069	32.441	-34.863	13.624	37.430
CDP-004	4.16	1.223	-17.331	17.375	1.299	-17.974	18.021	15.010	1.060	15.047	-15.701	8.273	17.747
CDP-005	4.16	1.223	-17.331	17.375	1.299	-17.974	18.021	15.010	1.060	15.047	-15.701	8.273	17.747
MCC-004	0.48	4.699	-37.163	37.459	5.046	-36.259	36.608	32.184	4.069	32.441	-34.863	13.624	37.430

All fault currents are symmetrical momentary (30 Cycle network) values in rms kA

* LLG fault current is the larger of the two faulted line currents

Short-Circuit Summary Report

Bus ID	kV	Positive Sequence Imp. (ohm)			Negative Sequence Imp. (ohm)			Zero Sequence Imp. (ohm)		
		Resistance	Reactance	Impedance	Resistance	Reactance	Impedance	Resistance	Reactance	Impedance
CCM-001	0.480	0.00140	0.00813	0.00825	0.00140	0.00813	0.00825	0.00236	0.00975	0.01003
CCM-002	0.480	0.00164	0.00852	0.00868	0.00164	0.00852	0.00868	0.00290	0.01072	0.01110
CCM-003	0.480	0.00128	0.00793	0.00803	0.00128	0.00793	0.00803	0.00209	0.00927	0.00950
CDP006	0.480	0.00255	0.01590	0.01611	0.00255	0.01590	0.01611	0.00293	0.01506	0.01534
CDP-001	34.500	0.09288	1.10540	1.10929	0.09288	1.10540	1.10929	5.01990	60.11182	60.32106
CDP-002	0.480	0.00093	0.00734	0.00740	0.00093	0.00734	0.00740	0.00127	0.00781	0.00792
CDP-003	0.480	0.00093	0.00734	0.00740	0.00093	0.00734	0.00740	0.00127	0.00781	0.00792
CDP-004	4.160	0.00973	0.13789	0.13823	0.00973	0.13789	0.13823	0.00935	0.12301	0.12336
CDP-005	4.160	0.00973	0.13789	0.13823	0.00973	0.13789	0.13823	0.00935	0.12301	0.12336
MCC-004	0.480	0.00093	0.00734	0.00740	0.00093	0.00734	0.00740	0.00127	0.00781	0.00792

Project:
 Location:
 Contract:
 Engineer:
 Filename: DOMENICO

ETAP PowerStation
 4.0.0C
 Study Case: Cortocircuito Duty
 Contingencia TR-001-04 fuera de servicio

Pages:3
 Date: 10-19-2007
 SN: KLGCONSULT
 Revision: Base
 Config.: Normal

MOMENTARY DUTY Summary Report

3-Phase Fault Currents: (Prefault Voltage = 100 % of the Bus Nominal Voltage)

Bus		Device		Momentary Duty				
ID	kV	ID	Type	Symm	X/R	M.F.	Asymm	Asymm
			Asymm.	kA rms	Ratio		kA rms	kA Crest
CCM-001	0.480	CCM-001	MCC	34.560	5.7	1.291	44.616	77.092
CCM-002	0.480	CCM-002	MCC	37.181	4.7	1.233	45.833	79.382
CCM-003	0.480	CCM-003	MCC	41.596	5.6	1.287	53.519	92.501
CDP006	0.480	CDP006	Bus	17.650	6.1	1.310	23.129	39.909
CDP-001	34.500	CDP-001	Switchgear	18.672	11.7	1.473	27.511	46.610
	34.500	CB11	3 cy Sym CB	18.672	11.7	1.473	27.511	46.610
	34.500	CB10	3 cy Sym CB	18.672	11.7	1.473	27.511	46.610
	34.500	CB8	3 cy Sym CB	18.672	11.7	1.473	27.511	46.610
	34.500	CB12	3 cy Sym CB	18.672	11.7	1.473	27.511	46.610
	34.500	CB23	3 cy Sym CB	18.672	11.7	1.473	27.511	46.610
	34.500	CB49	3 cy Sym CB	18.672	11.7	1.473	27.511	46.610
CDP-002	0.480	CDP-002	Switchgear	38.416	7.8	1.376	52.851	90.625
CDP-003	0.480	CDP-003	Switchgear	44.573	7.1	1.352	60.263	103.593
CDP-004	4.160	CDP-004	Switchgear	22.025	13.0	1.494	32.910	55.602
	4.160	CB129	5 cy Sym CB	22.025	13.0	1.494	32.910	55.602
	4.160	CB133	5 cy Sym CB	22.025	13.0	1.494	32.910	55.602
CDP-005	4.160	CDP-005	Switchgear	22.025	13.0	1.494	32.910	55.602
	4.160	CB129	5 cy Sym CB	22.025	13.0	1.494	32.910	55.602
	4.160	CB128	5 cy Sym CB	22.025	13.0	1.494	32.910	55.602
MCC-004	0.480	MCC-004	MCC	55.347	6.9	1.343	74.318	127.870

Method: IEEE - X/R is calculated from separate R & X networks.

HV CB interrupting capability is adjusted based on Bus nominal voltage Protective device duty is calculated based on total fault current

* Indicates a device with interrupting duty exceeding the device capability

INTERRUPTING DUTY Summary Report

3-Phase Fault Currents: (Prefault Voltage = 100 % of the Bus Nominal Voltage)

Bus		Device		Interrupting Duty			Device capability		
ID	kV	ID	Type	Symm.	X/R	M.F.	Adj. Sym.	Test	Rated
				kA rms	Ratio		kA rms	kV	Int.
CCM-001	0.480	CB5	Molded Case	34.560	5.7	1.035	35.782	0.480	45.000
		CB45	Molded Case	34.560	5.7	1.035	35.782	0.480	45.000
		CB43	Molded Case	34.560	5.7	1.035	35.782	0.480	45.000
		CB44	Molded Case	34.560	5.7	1.035	35.782	0.480	45.000
		CB42	Molded Case	34.560	5.7	1.035	35.782	0.480	45.000
		CB41	Molded Case	34.560	5.7	1.035	35.782	0.480	45.000
		CB40	Molded Case	34.560	5.7	1.035	35.782	0.480	45.000
		CB33	Molded Case	34.560	5.7	1.035	35.782	0.480	45.000
		CB32	Molded Case	34.560	5.7	1.035	35.782	0.480	45.000
		CB31	Molded Case	34.560	5.7	1.035	35.782	0.480	45.000
		CB30	Molded Case	34.560	5.7	1.035	35.782	0.480	45.000
		CB25	Molded Case	34.560	5.7	1.035	35.782	0.480	45.000
		CB24	Molded Case	34.560	5.7	1.035	35.782	0.480	45.000
		CB21	Molded Case	34.560	5.7	1.035	35.782	0.480	45.000
		CB20	Molded Case	34.560	5.7	1.035	35.782	0.480	45.000
		CB19	Molded Case	34.560	5.7	1.035	35.782	0.480	45.000
		CCM-002	0.480	CB51	Molded Case	37.181	4.7	1.000	37.181
CB52	Molded Case			37.181	4.7	1.000	37.181	0.480	45.000
CB53	Molded Case			37.181	4.7	1.000	37.181	0.480	45.000
CB54	Molded Case			37.181	4.7	1.000	37.181	0.480	45.000
CB55	Molded Case			37.181	4.7	1.000	37.181	0.480	45.000
CB56	Molded Case			37.181	4.7	1.000	37.181	0.480	45.000
CB57	Molded Case			37.181	4.7	1.000	37.181	0.480	45.000
CB58	Molded Case			37.181	4.7	1.000	37.181	0.480	45.000
CB59	Molded Case			37.181	4.7	1.000	37.181	0.480	45.000
CB60	Molded Case			37.181	4.7	1.000	37.181	0.480	45.000

	0.480	CB61	Molded Case	37.181	4.7	1.000	37.181	0.480	20.00	45.000
	0.480	CB62	Molded Case	37.181	4.7	1.000	37.181	0.480	20.00	45.000
CCM-003	0.480	CB75	Molded Case	41.596	5.6	1.032	42.923	0.480	20.00	45.000
	0.480	CB76	Molded Case	41.596	5.6	1.032	42.923	0.480	20.00	45.000
	0.480	CB77	Molded Case	41.596	5.6	1.032	42.923	0.480	20.00	45.000
	0.480	CB78	Molded Case	41.596	5.6	1.032	42.923	0.480	20.00	45.000
	0.480	CB79	Molded Case	41.596	5.6	1.032	42.923	0.480	20.00	45.000
	0.480	CB80	Molded Case	41.596	5.6	1.032	42.923	0.480	20.00	45.000
	0.480	CB81	Molded Case	41.596	5.6	1.032	42.923	0.480	20.00	45.000
	0.480	CB82	Molded Case	41.596	5.6	1.032	42.923	0.480	20.00	45.000
	0.480	CB84	Molded Case	41.596	5.6	1.032	42.923	0.480	20.00	45.000
	0.480	CB85	Molded Case	41.596	5.6	1.032	42.923	0.480	20.00	45.000
	0.480	CB86	Molded Case	41.596	5.6	1.032	42.923	0.480	20.00	45.000
	0.480	CB102	Molded Case	41.596	5.6	1.032	42.923	0.480	20.00	45.000
	0.480	CB100	Molded Case	41.596	5.6	1.032	42.923	0.480	20.00	45.000
	0.480	CB101	Molded Case	41.596	5.6	1.032	42.923	0.480	20.00	45.000
	0.480	CB99	Molded Case	41.596	5.6	1.032	42.923	0.480	20.00	45.000
	0.480	CB98	Molded Case	41.596	5.6	1.032	42.923	0.480	20.00	45.000
	0.480	CB97	Molded Case	41.596	5.6	1.032	42.923	0.480	20.00	45.000
	0.480	CB96	Molded Case	41.596	5.6	1.032	42.923	0.480	20.00	45.000
	0.480	CB95	Molded Case	41.596	5.6	1.032	42.923	0.480	20.00	45.000
	0.480	CB110	Molded Case	41.596	5.6	1.032	42.923	0.480	20.00	45.000
	0.480	CB108	Molded Case	41.596	5.6	1.032	42.923	0.480	20.00	45.000
	0.480	CB109	Molded Case	41.596	5.6	1.032	42.923	0.480	20.00	45.000
	0.480	CB107	Molded Case	41.596	5.6	1.032	42.923	0.480	20.00	45.000
	0.480	CB106	Molded Case	41.596	5.6	1.032	42.923	0.480	20.00	45.000
	0.480	CB105	Molded Case	41.596	5.6	1.032	42.923	0.480	20.00	45.000
	0.480	CB4	Molded Case	41.596	5.6	1.032	42.923	0.480	20.00	45.000
	0.480	CB104	Molded Case	41.596	5.6	1.032	42.923	0.480	20.00	45.000
CDP006	0.480	CB135	Molded Case	17.650	6.1	1.051	18.550	0.480	20.00	200.000
CDP-001	34.500	CB11	3 cy Sym CB	18.280	12.0	1.000	18.280	38.000	31.500	31.500
	34.500	CB10	3 cy Sym CB	18.280	12.0	1.000	18.280	38.000	31.500	31.500
	34.500	CB8	3 cy Sym CB	18.280	12.0	1.000	18.280	38.000	31.500	31.500
	34.500	CB12	3 cy Sym CB	18.280	12.0	1.000	18.280	38.000	31.500	31.500
	34.500	CB23	3 cy Sym CB	18.280	12.0	1.000	18.280	38.000	31.500	31.500
	34.500	CB49	3 cy Sym CB	18.280	12.0	1.000	18.280	38.000	31.500	31.500
CDP-002	0.480	CB47	Molded Case	38.416	7.8	1.103	42.387	0.480	20.00	85.000
	0.480	CB3	Molded Case	38.416	7.8	1.103	42.387	0.600	20.00	85.000
CDP-003	0.480	CB63	Molded Case	44.573	7.1	1.084	48.332	0.480	20.00	85.000
	0.480	CB27	Molded Case	44.573	7.1	1.084	48.332	0.600	20.00	85.000
	0.480	CB66	Molded Case	44.573	7.1	1.084	48.332	0.480	20.00	85.000
CDP-004	4.160	Fuse1	Fuse	22.025	13.0	1.000	22.025	5.080	3.95	50.000
	4.160	Fuse3	Fuse	22.025	13.0	1.000	22.025	5.080	3.95	50.000
	4.160	CB129	5 cy Sym CB	19.254	14.9	1.000	19.254	4.760	42.400	48.515
	4.160	CB133	5 cy Sym CB	19.254	14.9	1.000	19.254	4.760	41.000	46.913
	4.160	Fuse4	Fuse	22.025	13.0	1.000	22.025	5.080	3.95	50.000
	4.160	Fuse6	Fuse	22.025	13.0	1.000	22.025	5.080	3.95	50.000
	4.160	Fuse7	Fuse	22.025	13.0	1.000	22.025	5.500	3.95	50.000
	4.160	Fuse8	Fuse	22.025	13.0	1.000	22.025	5.500	3.95	50.000
	4.160	Fuse9	Fuse	22.025	13.0	1.000	22.025	5.500	3.95	50.000
	4.160	Fuse10	Fuse	22.025	13.0	1.000	22.025	5.500	3.95	50.000
	4.160	Fuse12	Fuse	22.025	13.0	1.000	22.025	5.500	3.95	50.000
	4.160	Fuse13	Fuse	22.025	13.0	1.000	22.025	5.500	3.95	50.000
CDP-005	4.160	CB129	5 cy Sym CB	19.254	14.9	1.000	19.254	4.760	42.400	48.515
	4.160	CB128	5 cy Sym CB	19.254	14.9	1.000	19.254	4.760	42.400	48.515
	4.160	Fuse24	Fuse	22.025	13.0	1.000	22.025	5.500	3.95	50.000
	4.160	Fuse25	Fuse	22.025	13.0	1.000	22.025	5.500	3.95	50.000
	4.160	Fuse26	Fuse	22.025	13.0	1.000	22.025	5.500	3.95	50.000
	4.160	Fuse27	Fuse	22.025	13.0	1.000	22.025	5.500	3.95	50.000
	4.160	Fuse28	Fuse	22.025	13.0	1.000	22.025	5.500	3.95	50.000
	4.160	Fuse29	Fuse	22.025	13.0	1.000	22.025	5.080	3.95	50.000
	4.160	Fuse30	Fuse	22.025	13.0	1.000	22.025	5.500	3.95	50.000
	4.160	Fuse31	Fuse	22.025	13.0	1.000	22.025	5.500	3.95	50.000
	4.160	Fuse32	Fuse	22.025	13.0	1.000	22.025	5.500	3.95	50.000
	4.160	Fuse33	Fuse	22.025	13.0	1.000	22.025	5.500	3.95	50.000
MCC-004	0.480	CB73	Molded Case	55.347	6.9	1.077	59.604	0.480	20.00	65.000
	0.480	CB22	Molded Case	55.347	6.9	1.077	59.604	0.480	20.00	65.000
	0.480	CB26	Molded Case	55.347	6.9	1.077	59.604	0.480	20.00	65.000
	0.480	CB28	Molded Case	55.347	6.9	1.077	59.604	0.480	20.00	65.000
	0.480	CB29	Molded Case	55.347	6.9	1.077	59.604	0.480	20.00	65.000
	0.480	CB35	Molded Case	55.347	6.9	1.077	59.604	0.480	20.00	65.000
	0.480	CB37	Molded Case	55.347	6.9	1.077	59.604	0.480	20.00	65.000
	0.480	CB39	Molded Case	55.347	6.9	1.077	59.604	0.480	20.00	65.000
	0.480	CB46	Molded Case	55.347	6.9	1.077	59.604	0.480	20.00	65.000
	0.480	CB48	Molded Case	55.347	6.9	1.077	59.604	0.480	20.00	65.000
	0.480	CB50	Molded Case	55.347	6.9	1.077	59.604	0.480	20.00	65.000
	0.480	CB64	Molded Case	55.347	6.9	1.077	59.604	0.480	20.00	65.000

0.480	CB67	Molded Case	55.347	6.9	1.077	59.604	0.480	20.00	65.000
0.480	CB69	Molded Case	55.347	6.9	1.077	59.604	0.480	20.00	65.000
0.480	CB71	Molded Case	55.347	6.9	1.077	59.604	0.480	20.00	65.000
0.480	CB72	Molded Case	55.347	6.9	1.077	59.604	0.480	20.00	65.000
0.480	CB74	Molded Case	55.347	6.9	1.077	59.604	0.480	20.00	65.000
0.480	CB87	Molded Case	55.347	6.9	1.077	59.604	0.480	20.00	65.000
0.480	CB89	Molded Case	55.347	6.9	1.077	59.604	0.480	20.00	65.000
0.480	CB91	Molded Case	55.347	6.9	1.077	59.604	0.480	20.00	65.000
0.480	CB93	Molded Case	55.347	6.9	1.077	59.604	0.480	20.00	65.000
0.480	CB103	Molded Case	55.347	6.9	1.077	59.604	0.480	20.00	65.000
0.480	CB112	Molded Case	55.347	6.9	1.077	59.604	0.480	20.00	65.000
0.480	CB114	Molded Case	55.347	6.9	1.077	59.604	0.480	20.00	65.000
0.480	CB116	Molded Case	55.347	6.9	1.077	59.604	0.480	20.00	65.000
0.480	CB118	Molded Case	55.347	6.9	1.077	59.604	0.480	20.00	65.000
0.480	CB121	Molded Case	55.347	6.9	1.077	59.604	0.480	20.00	65.000
0.480	CB122	Molded Case	55.347	6.9	1.077	59.604	0.480	20.00	65.000
0.480	CB124	Molded Case	55.347	6.9	1.077	59.604	0.480	20.00	65.000
0.480	CB126	Molded Case	55.347	6.9	1.077	59.604	0.480	20.00	65.000
0.480	CB131	Molded Case	55.347	6.9	1.077	59.604	0.480	20.00	65.000
0.480	CB134	Molded Case	55.347	6.9	1.077	59.604	0.480	20.00	65.000
0.480	CB137	Molded Case	55.347	6.9	1.077	59.604	0.480	20.00	65.000
0.480	CB138	Molded Case	55.347	6.9	1.077	59.604	0.480	20.00	65.000
0.480	CB140	Molded Case	55.347	6.9	1.077	59.604	0.480	20.00	65.000
0.480	CB141	Molded Case	55.347	6.9	1.077	59.604	0.480	20.00	65.000
0.480	CB143	Molded Case	55.347	6.9	1.077	59.604	0.480	20.00	65.000
0.480	CB145	Molded Case	55.347	6.9	1.077	59.604	0.480	20.00	65.000
0.480	CB147	Molded Case	55.347	6.9	1.077	59.604	0.480	20.00	65.000
0.480	CB149	Molded Case	55.347	6.9	1.077	59.604	0.480	20.00	65.000
0.480	CB151	Molded Case	55.347	6.9	1.077	59.604	0.480	20.00	65.000
0.480	CB153	Molded Case	55.347	6.9	1.077	59.604	0.480	20.00	65.000
0.480	CB155	Molded Case	55.347	6.9	1.077	59.604	0.480	20.00	65.000
0.480	CB157	Molded Case	55.347	6.9	1.077	59.604	0.480	20.00	65.000
0.480	CB159	Molded Case	55.347	6.9	1.077	59.604	0.480	20.00	65.000
0.480	CB161	Molded Case	55.347	6.9	1.077	59.604	0.480	20.00	65.000
0.480	CB163	Molded Case	55.347	6.9	1.077	59.604	0.480	20.00	65.000
0.480	CB165	Molded Case	55.347	6.9	1.077	59.604	0.480	20.00	65.000
0.480	CB167	Molded Case	55.347	6.9	1.077	59.604	0.480	20.00	65.000
0.480	CB168	Molded Case	55.347	6.9	1.077	59.604	0.480	20.00	65.000
0.480	CB170	Molded Case	55.347	6.9	1.077	59.604	0.480	20.00	65.000
0.480	CB172	Molded Case	55.347	6.9	1.077	59.604	0.480	20.00	65.000
0.480	CB174	Molded Case	55.347	6.9	1.077	59.604	0.480	20.00	65.000
0.480	CB176	Molded Case	55.347	6.9	1.077	59.604	0.480	20.00	65.000
0.480	CB178	Molded Case	55.347	6.9	1.077	59.604	0.480	20.00	65.000
0.480	CB180	Molded Case	55.347	6.9	1.077	59.604	0.480	20.00	65.000
0.480	CB182	Molded Case	55.347	6.9	1.077	59.604	0.480	20.00	65.000
0.480	CB184	Molded Case	55.347	6.9	1.077	59.604	0.480	20.00	65.000
0.480	CB186	Molded Case	55.347	6.9	1.077	59.604	0.480	20.00	65.000
0.480	CB188	Molded Case	55.347	6.9	1.077	59.604	0.480	20.00	65.000
0.480	CB190	Molded Case	55.347	6.9	1.077	59.604	0.480	20.00	65.000
0.480	CB192	Molded Case	55.347	6.9	1.077	59.604	0.480	20.00	65.000
0.480	CB193	Molded Case	55.347	6.9	1.077	59.604	0.480	20.00	65.000
0.480	CB195	Molded Case	55.347	6.9	1.077	59.604	0.480	20.00	65.000
0.480	CB197	Molded Case	55.347	6.9	1.077	59.604	0.480	20.00	65.000
0.480	CB198	Molded Case	55.347	6.9	1.077	59.604	0.480	20.00	65.000
0.480	CB200	Molded Case	55.347	6.9	1.077	59.604	0.480	20.00	65.000
0.480	CB202	Molded Case	55.347	6.9	1.077	59.604	0.480	20.00	65.000
0.480	CB204	Molded Case	55.347	6.9	1.077	59.604	0.480	20.00	65.000
0.480	CB205	Molded Case	55.347	6.9	1.077	59.604	0.480	20.00	65.000
0.480	CB206	Molded Case	55.347	6.9	1.077	59.604	0.480	20.00	65.000
0.480	CB207	Molded Case	55.347	6.9	1.077	59.604	0.480	20.00	65.000

Method: IEEE - X/R is calculated from separate R & X networks.
HV CB interrupting capability is adjusted based on bus nominal voltage
Protective device duty is calculated based on total fault current
* Indicates a device with interrupting duty exceeding the device capability

Project:
 Location:
 Contract:
 Engineer:
 Filename: DOMENICO

ETAP PowerStation
 4.0.0C

Study Case: Cortocircuito 1/2 ciclo
 Contingencia TR-001-04 fuera de servicio

Pages:1
 Date: 10-19-2007
 SN: KLGCONSULT
 Revision: Base
 Config.: Normal

Short-Circuit Summary Report

1/2 Cycle - 3-Phase, LG, LL, & LLG Fault Currents
 Prefault Voltage = 100 % of the Bus Nominal Voltage

Bus ID	3-Phase Fault kV	Line-to-Ground Fault			Line-to-Line Fault			*Line-to-Line-to-Ground					
		Real	Imag.	Mag.	Real	Imag.	Mag.	Real	Imag.	Mag.			
CCM-001	0.48	6.002	-34.035	34.560	6.294	-31.272	31.899	29.466	5.190	29.919	-32.695	9.264	33.982
CCM-002	0.48	8.219	-36.261	37.181	7.581	-31.011	31.924	31.336	7.055	32.121	-34.894	6.516	35.498
CCM-003	0.48	7.710	-40.876	41.596	7.228	-35.632	36.358	35.286	6.598	35.898	-38.759	9.255	39.848
CDP006	0.48	2.850	-17.419	17.650	3.059	-17.552	17.817	15.119	2.484	15.321	-16.725	6.324	17.881
CDP-001	34.50	1.613	-18.602	18.672	0.080	-0.954	0.957	16.144	1.405	16.205	16.124	1.649	16.208
CDP-002	0.48	4.980	-38.092	38.416	5.232	-36.834	37.203	32.979	4.306	33.259	-35.712	13.525	38.187
CDP-003	0.48	6.876	-44.039	44.573	6.358	-40.274	40.773	38.030	5.878	38.482	-41.087	12.748	43.019
CDP-004	4.16	1.783	-21.952	22.025	1.760	-21.362	21.435	19.478	1.677	19.550	18.603	11.560	21.902
CDP-005	4.16	1.783	-21.952	22.025	1.760	-21.362	21.435	19.478	1.677	19.550	18.603	11.560	21.902
MCC-004	0.48	8.723	-54.655	55.347	7.350	-45.707	46.294	47.210	7.508	47.803	-50.449	12.207	51.905

All fault currents are symmetrical momentary (1/2 Cycle network) values in rms kA

* LLG fault current is the larger of the two faulted line currents

Short-Circuit Summary Report

Bus ID	kV	Positive Sequence Imp. (ohm)			Negative Sequence Imp. (ohm)			Zero Sequence Imp. (ohm)		
		Resistance	Reactance	Impedance	Resistance	Reactance	Impedance	Resistance	Reactance	Impedance
CCM-001	0.480	0.00139	0.00790	0.00802	0.00139	0.00790	0.00802	0.00236	0.00975	0.01003
CCM-002	0.480	0.00165	0.00727	0.00745	0.00163	0.00731	0.00749	0.00290	0.01072	0.01110
CCM-003	0.480	0.00123	0.00655	0.00666	0.00122	0.00660	0.00671	0.00209	0.00927	0.00950
CDP006	0.480	0.00254	0.01549	0.01570	0.00254	0.01542	0.01563	0.00293	0.01506	0.01534
CDP-001	34.500	0.09215	1.06277	1.06676	0.09245	1.05814	1.06218	5.01990	60.11182	60.32106
CDP-002	0.480	0.00094	0.00715	0.00721	0.00093	0.00716	0.00722	0.00127	0.00781	0.00792
CDP-003	0.480	0.00096	0.00614	0.00622	0.00095	0.00618	0.00626	0.00127	0.00781	0.00792
CDP-004	4.160	0.00883	0.10869	0.10905	0.00942	0.10332	0.10375	0.00935	0.12301	0.12336
CDP-005	4.160	0.00883	0.10869	0.10905	0.00942	0.10332	0.10375	0.00935	0.12301	0.12336
MCC-004	0.480	0.00079	0.00494	0.00501	0.00079	0.00497	0.00503	0.00127	0.00781	0.00792

Project:
 Location:
 Contract:
 Engineer:
 Filename: DOMENICO

ETAP PowerStation
 4.0.0C
 Study Case: Cortocircuito 1-4 ciclos
 Contingencia TR-001-04 fuera de servicio

Pages:1
 Date: 10-19-2007
 SN: KLGCONSULT
 Revision: Base
 Config.: Normal

Short-Circuit Summary Report

1.5-4 Cycle - 3-Phase, LG, LL, & LLG Fault Currents
 Prefault Voltage = 100 % of the Bus Nominal Voltage

Bus ID	3-Phase Fault			Line-to-Ground Fault			Line-to-Line Fault			*Line-to-Line-to-Ground			
	kV	Real	Imag.	Mag.	Real	Imag.	Mag.	Real	Imag.	Mag.	Real	Imag.	Mag.
CCM-001	0.48	5.758	-33.383	33.876	6.214	-31.088	31.703	29.181	5.083	29.620	-32.253	9.228	33.547
CCM-002	0.48	6.548	-33.193	33.832	7.100	-30.229	31.052	29.960	6.286	30.612	-32.749	6.745	33.436
CCM-003	0.48	5.874	-36.682	37.149	6.669	-34.501	35.140	33.389	5.745	33.880	-35.887	9.271	37.065
CDP006	0.48	2.768	-17.188	17.410	3.029	-17.474	17.735	15.018	2.448	15.216	-16.561	6.295	17.717
CDP-001	34.50	1.527	-18.216	18.280	0.080	-0.953	0.957	15.975	1.367	16.033	15.953	1.608	16.034
CDP-002	0.48	4.737	-37.438	37.736	5.150	-36.629	36.989	32.694	4.199	32.962	-35.257	13.466	37.741
CDP-003	0.48	5.060	-39.779	40.100	5.785	-39.009	39.436	36.109	5.035	36.458	-38.121	12.621	40.156
CDP-004	4.16	1.315	-19.209	19.254	1.588	-20.417	20.479	18.152	1.430	18.208	17.084	10.408	20.005
CDP-005	4.16	1.315	-19.209	19.254	1.588	-20.417	20.479	18.152	1.430	18.208	17.084	10.408	20.005
MCC-004	0.48	5.329	-44.008	44.330	6.346	-42.834	43.302	42.142	5.803	42.539	-43.444	11.685	44.988

All fault currents are symmetrical momentary (1.5-4 Cycle network) values in rms kA

* LLG fault current is the larger of the two faulted line currents

Short-Circuit Summary Report

Bus ID	kV	Positive Sequence Imp. (ohm)			Negative Sequence Imp. (ohm)			Zero Sequence Imp. (ohm)		
		Resistance	Reactance	Impedance	Resistance	Reactance	Impedance	Resistance	Reactance	Impedance
CCM-001	0.480	0.00139	0.00806	0.00818	0.00139	0.00790	0.00802	0.00236	0.00975	0.01003
CCM-002	0.480	0.00159	0.00804	0.00819	0.00163	0.00731	0.00749	0.00290	0.01072	0.01110
CCM-003	0.480	0.00118	0.00737	0.00746	0.00122	0.00660	0.00671	0.00209	0.00927	0.00950
CDP006	0.480	0.00253	0.01572	0.01592	0.00254	0.01542	0.01563	0.00293	0.01506	0.01534
CDP-001	34.500	0.09100	1.08581	1.08962	0.09245	1.05814	1.06218	5.01990	60.11182	60.32106
CDP-002	0.480	0.00092	0.00729	0.00734	0.00093	0.00716	0.00722	0.00127	0.00781	0.00792
CDP-003	0.480	0.00087	0.00686	0.00691	0.00095	0.00618	0.00626	0.00127	0.00781	0.00792
CDP-004	4.160	0.00852	0.12445	0.12474	0.00942	0.10332	0.10375	0.00935	0.12301	0.12336
CDP-005	4.160	0.00852	0.12445	0.12474	0.00942	0.10332	0.10375	0.00935	0.12301	0.12336
MCC-004	0.480	0.00075	0.00621	0.00625	0.00079	0.00497	0.00503	0.00127	0.00781	0.00792

Project:
 Location:
 Contract:
 Engineer:
 Filename: DOMENICO

ETAP PowerStation
 4.0.0C

Study Case: Cortocircuito 30 ciclos
 Contingencia TR-001-04 fuera de servicio

Pages:1
 Date: 10-19-2007
 SN: KLGCONSULT
 Revision: Base
 Config.: Normal

Short-Circuit Summary Report

30 Cycle - 3-Phase, LG, LL, & LLG Fault Currents
 Prefault Voltage = 100 % of the Bus Nominal Voltage

Bus ID	3-Phase Fault kV	Line-to-Ground Fault			Line-to-Line Fault			*Line-to-Line-to-Ground					
		Real	Imag.	Mag.	Real	Imag.	Mag.	Real	Imag.	Mag.	Real	Imag.	Mag.
CCM-001	0.48	5.719	-33.112	33.603	6.111	-30.757	31.358	28.676	4.953	29.101	-31.854	9.389	33.209
CCM-002	0.48	6.042	-31.361	31.938	6.357	-28.533	29.232	27.160	5.232	27.659	-30.407	7.836	31.401
CCM-003	0.48	5.517	-34.053	34.497	5.929	-31.988	32.533	29.491	4.778	29.875	-32.600	10.289	34.185
CDP006	0.48	2.722	-16.989	17.206	2.953	-17.235	17.486	14.713	2.358	14.901	-16.311	6.384	17.516
CDP-001	34.50	1.503	-17.893	17.956	0.080	-0.952	0.955	15.496	1.302	15.550	15.475	1.547	15.553
CDP-002	0.48	4.699	-37.163	37.459	5.046	-36.259	36.608	32.184	4.069	32.441	-34.863	13.624	37.430
CDP-003	0.48	4.699	-37.163	37.459	5.046	-36.259	36.608	32.184	4.069	32.441	-34.863	13.624	37.430
CDP-004	4.16	1.223	-17.331	17.375	1.299	-17.974	18.021	15.010	1.060	15.047	-15.701	8.273	17.747
CDP-005	4.16	1.223	-17.331	17.375	1.299	-17.974	18.021	15.010	1.060	15.047	-15.701	8.273	17.747
MCC-004	0.48	4.699	-37.163	37.459	5.046	-36.259	36.608	32.184	4.069	32.441	-34.863	13.624	37.430

All fault currents are symmetrical momentary (30 Cycle network) values in rms kA

* LLG fault current is the larger of the two faulted line currents

Short-Circuit Summary Report

Bus ID	kV	Positive Sequence Imp. (ohm)			Negative Sequence Imp. (ohm)			Zero Sequence Imp. (ohm)		
		Resistance	Reactance	Impedance	Resistance	Reactance	Impedance	Resistance	Reactance	Impedance
CCM-001	0.480	0.00140	0.00813	0.00825	0.00140	0.00813	0.00825	0.00236	0.00975	0.01003
CCM-002	0.480	0.00164	0.00852	0.00868	0.00164	0.00852	0.00868	0.00290	0.01072	0.01110
CCM-003	0.480	0.00128	0.00793	0.00803	0.00128	0.00793	0.00803	0.00209	0.00927	0.00950
CDP006	0.480	0.00255	0.01590	0.01611	0.00255	0.01590	0.01611	0.00293	0.01506	0.01534
CDP-001	34.500	0.09288	1.10540	1.10929	0.09288	1.10540	1.10929	5.01990	60.11182	60.32106
CDP-002	0.480	0.00093	0.00734	0.00740	0.00093	0.00734	0.00740	0.00127	0.00781	0.00792
CDP-003	0.480	0.00093	0.00734	0.00740	0.00093	0.00734	0.00740	0.00127	0.00781	0.00792
CDP-004	4.160	0.00973	0.13789	0.13823	0.00973	0.13789	0.13823	0.00935	0.12301	0.12336
CDP-005	4.160	0.00973	0.13789	0.13823	0.00973	0.13789	0.13823	0.00935	0.12301	0.12336
MCC-004	0.480	0.00093	0.00734	0.00740	0.00093	0.00734	0.00740	0.00127	0.00781	0.00792

Project:
 Location:
 Contract:
 Engineer:
 Filename: DOMENICO

ETAP PowerStation
 4.0.0C
 Study Case: Cortocircuito Duty
 Contingencia TR-001-01 fuera de servicio

Pages:3
 Date: 10-19-2007
 SN: KLGCONSULT
 Revision: Base
 Config.: Normal

MOMENTARY DUTY Summary Report

3-Phase Fault Currents: (Prefault Voltage = 100 % of the Bus Nominal Voltage)

Bus		Device		Momentary Duty				
ID	kV	ID	Type	Symm	X/R		Asymm	Asymm
			Asymm.	kA rms	Ratio	M.F.	kA rms	kA Crest
CCM-001	0.480	CCM-001	MCC	40.087	5.1	1.260	50.512	87.424
CCM-002	0.480	CCM-002	MCC	37.806	4.6	1.229	46.472	80.491
CCM-003	0.480	CCM-003	MCC	42.368	5.6	1.283	54.363	93.981
CDP006	0.480	CDP006	Bus	17.490	6.2	1.312	22.952	39.598
CDP-001	34.500	CDP-001	Switchgear	18.715	11.7	1.473	27.569	46.711
	34.500	CB10	3 cy Sym CB	18.715	11.7	1.473	27.569	46.711
	34.500	CB8	3 cy Sym CB	18.715	11.7	1.473	27.569	46.711
	34.500	CB9	3 cy Sym CB	18.715	11.7	1.473	27.569	46.711
	34.500	CB12	3 cy Sym CB	18.715	11.7	1.473	27.569	46.711
	34.500	CB23	3 cy Sym CB	18.715	11.7	1.473	27.569	46.711
	34.500	CB49	3 cy Sym CB	18.715	11.7	1.473	27.569	46.711
CDP-002	0.480	CDP-002	Switchgear	45.494	7.0	1.349	61.371	105.530
CDP-003	0.480	CDP-003	Switchgear	45.494	7.0	1.349	61.371	105.530
CDP-004	4.160	CDP-004	Switchgear	20.106	13.5	1.502	30.205	50.975
	4.160	CB127	5 cy Sym CB	20.106	13.5	1.502	30.205	50.975
	4.160	CB133	5 cy Sym CB	20.106	13.5	1.502	30.205	50.975
CDP-005	4.160	CDP-005	Switchgear	19.376	13.5	1.501	29.093	49.103
	4.160	CB128	5 cy Sym CB	19.376	13.5	1.501	29.093	49.103
MCC-004	0.480	MCC-004	MCC	55.350	6.9	1.343	74.321	127.875

Method: IEEE - X/R is calculated from separate R & X networks.
 HV CB interrupting capability is adjusted based on Bus nominal voltageProtective device duty is calculated based on total fault current

* Indicates a device with interrupting duty exceeding the device capability

INTERRUPTING DUTY Summary Report

3-Phase Fault Currents: (Prefault Voltage = 100 % of the Bus Nominal Voltage)

Bus		Device		Interrupting Duty				Device capability		
ID	kV	ID	Type	Symm.	X/R	M.F.	Adj. Sym.	kV	Test	Rated
				kA rms	Ratio		kA rms		PF	Int.
CCM-001	0.480	CB5	Molded Case	40.087	5.1	1.011	40.511	0.480	20.00	45.000
		CB45	Molded Case	40.087	5.1	1.011	40.511	0.480	20.00	45.000
		CB43	Molded Case	40.087	5.1	1.011	40.511	0.480	20.00	45.000
		CB44	Molded Case	40.087	5.1	1.011	40.511	0.480	20.00	45.000
		CB42	Molded Case	40.087	5.1	1.011	40.511	0.480	20.00	45.000
		CB41	Molded Case	40.087	5.1	1.011	40.511	0.480	20.00	45.000
		CB40	Molded Case	40.087	5.1	1.011	40.511	0.480	20.00	45.000
		CB33	Molded Case	40.087	5.1	1.011	40.511	0.480	20.00	45.000
		CB32	Molded Case	40.087	5.1	1.011	40.511	0.480	20.00	45.000
		CB31	Molded Case	40.087	5.1	1.011	40.511	0.480	20.00	45.000
		CB30	Molded Case	40.087	5.1	1.011	40.511	0.480	20.00	45.000
		CB25	Molded Case	40.087	5.1	1.011	40.511	0.480	20.00	45.000
		CB24	Molded Case	40.087	5.1	1.011	40.511	0.480	20.00	45.000
		CB21	Molded Case	40.087	5.1	1.011	40.511	0.480	20.00	45.000
		CB20	Molded Case	40.087	5.1	1.011	40.511	0.480	20.00	45.000
		CB19	Molded Case	40.087	5.1	1.011	40.511	0.480	20.00	45.000
		CCM-002	0.480	CB51	Molded Case	37.806	4.6	1.000	37.806	0.480
CB52	Molded Case			37.806	4.6	1.000	37.806	0.480	20.00	45.000
CB53	Molded Case			37.806	4.6	1.000	37.806	0.480	20.00	45.000
CB54	Molded Case			37.806	4.6	1.000	37.806	0.480	20.00	45.000

	0.480	CB55	Molded Case	37.806	4.6	1.000	37.806	0.480	20.00	45.000
	0.480	CB56	Molded Case	37.806	4.6	1.000	37.806	0.480	20.00	45.000
	0.480	CB57	Molded Case	37.806	4.6	1.000	37.806	0.480	20.00	45.000
	0.480	CB58	Molded Case	37.806	4.6	1.000	37.806	0.480	20.00	45.000
	0.480	CB59	Molded Case	37.806	4.6	1.000	37.806	0.480	20.00	45.000
	0.480	CB60	Molded Case	37.806	4.6	1.000	37.806	0.480	20.00	45.000
	0.480	CB61	Molded Case	37.806	4.6	1.000	37.806	0.480	20.00	45.000
	0.480	CB62	Molded Case	37.806	4.6	1.000	37.806	0.480	20.00	45.000
CCM-003	0.480	CB75	Molded Case	42.368	5.6	1.029	43.600	0.480	20.00	45.000
	0.480	CB76	Molded Case	42.368	5.6	1.029	43.600	0.480	20.00	45.000
	0.480	CB77	Molded Case	42.368	5.6	1.029	43.600	0.480	20.00	45.000
	0.480	CB78	Molded Case	42.368	5.6	1.029	43.600	0.480	20.00	45.000
	0.480	CB79	Molded Case	42.368	5.6	1.029	43.600	0.480	20.00	45.000
	0.480	CB80	Molded Case	42.368	5.6	1.029	43.600	0.480	20.00	45.000
	0.480	CB81	Molded Case	42.368	5.6	1.029	43.600	0.480	20.00	45.000
	0.480	CB82	Molded Case	42.368	5.6	1.029	43.600	0.480	20.00	45.000
	0.480	CB84	Molded Case	42.368	5.6	1.029	43.600	0.480	20.00	45.000
	0.480	CB85	Molded Case	42.368	5.6	1.029	43.600	0.480	20.00	45.000
	0.480	CB86	Molded Case	42.368	5.6	1.029	43.600	0.480	20.00	45.000
	0.480	CB102	Molded Case	42.368	5.6	1.029	43.600	0.480	20.00	45.000
	0.480	CB100	Molded Case	42.368	5.6	1.029	43.600	0.480	20.00	45.000
	0.480	CB101	Molded Case	42.368	5.6	1.029	43.600	0.480	20.00	45.000
	0.480	CB99	Molded Case	42.368	5.6	1.029	43.600	0.480	20.00	45.000
	0.480	CB98	Molded Case	42.368	5.6	1.029	43.600	0.480	20.00	45.000
	0.480	CB97	Molded Case	42.368	5.6	1.029	43.600	0.480	20.00	45.000
	0.480	CB96	Molded Case	42.368	5.6	1.029	43.600	0.480	20.00	45.000
	0.480	CB95	Molded Case	42.368	5.6	1.029	43.600	0.480	20.00	45.000
	0.480	CB110	Molded Case	42.368	5.6	1.029	43.600	0.480	20.00	45.000
	0.480	CB108	Molded Case	42.368	5.6	1.029	43.600	0.480	20.00	45.000
	0.480	CB109	Molded Case	42.368	5.6	1.029	43.600	0.480	20.00	45.000
	0.480	CB107	Molded Case	42.368	5.6	1.029	43.600	0.480	20.00	45.000
	0.480	CB106	Molded Case	42.368	5.6	1.029	43.600	0.480	20.00	45.000
	0.480	CB105	Molded Case	42.368	5.6	1.029	43.600	0.480	20.00	45.000
	0.480	CB4	Molded Case	42.368	5.6	1.029	43.600	0.480	20.00	45.000
	0.480	CB104	Molded Case	42.368	5.6	1.029	43.600	0.480	20.00	45.000
CDP006	0.480	CB135	Molded Case	17.490	6.2	1.053	18.408	0.480	20.00	200.000
CDP-001	34.500	CB10	3 cy Sym CB	18.289	12.0	1.000	18.289	38.000	31.500	31.500
	34.500	CB8	3 cy Sym CB	18.289	12.0	1.000	18.289	38.000	31.500	31.500
	34.500	CB9	3 cy Sym CB	18.289	12.0	1.000	18.289	38.000	31.500	31.500
	34.500	CB12	3 cy Sym CB	18.289	12.0	1.000	18.289	38.000	31.500	31.500
	34.500	CB23	3 cy Sym CB	18.289	12.0	1.000	18.289	38.000	31.500	31.500
	34.500	CB49	3 cy Sym CB	18.289	12.0	1.000	18.289	38.000	31.500	31.500
CDP-002	0.480	CB47	Molded Case	45.494	7.0	1.082	49.221	0.480	20.00	85.000
	0.480	CB38	Molded Case	45.494	7.0	1.082	49.221	0.480	20.00	85.000
CDP-003	0.480	CB63	Molded Case	45.494	7.0	1.082	49.221	0.480	20.00	85.000
	0.480	CB27	Molded Case	45.494	7.0	1.082	49.221	0.600	20.00	85.000
	0.480	CB66	Molded Case	45.494	7.0	1.082	49.221	0.480	20.00	85.000
	0.480	CB38	Molded Case	45.494	7.0	1.082	49.221	0.480	20.00	85.000
CDP-004	4.160	Fuse1	Fuse	20.106	13.5	1.000	20.106	5.080	3.95	50.000
	4.160	Fuse3	Fuse	20.106	13.5	1.000	20.106	5.080	3.95	50.000
	4.160	CB127	5 cy Sym CB	18.477	14.7	1.000	18.477	4.760	42.400	48.515
	4.160	CB133	5 cy Sym CB	18.477	14.7	1.000	18.477	4.760	41.000	46.913
	4.160	Fuse4	Fuse	20.106	13.5	1.000	20.106	5.080	3.95	50.000
	4.160	Fuse6	Fuse	20.106	13.5	1.000	20.106	5.080	3.95	50.000
	4.160	Fuse7	Fuse	20.106	13.5	1.000	20.106	5.500	3.95	50.000
	4.160	Fuse8	Fuse	20.106	13.5	1.000	20.106	5.500	3.95	50.000
	4.160	Fuse9	Fuse	20.106	13.5	1.000	20.106	5.500	3.95	50.000
	4.160	Fuse10	Fuse	20.106	13.5	1.000	20.106	5.500	3.95	50.000
	4.160	Fuse12	Fuse	20.106	13.5	1.000	20.106	5.500	3.95	50.000
	4.160	Fuse13	Fuse	20.106	13.5	1.000	20.106	5.500	3.95	50.000
CDP-005	4.160	CB128	5 cy Sym CB	18.188	14.4	1.000	18.188	4.760	42.400	48.515
	4.160	Fuse24	Fuse	19.376	13.5	1.000	19.376	5.500	3.95	50.000
	4.160	Fuse25	Fuse	19.376	13.5	1.000	19.376	5.500	3.95	50.000
	4.160	Fuse26	Fuse	19.376	13.5	1.000	19.376	5.500	3.95	50.000
	4.160	Fuse27	Fuse	19.376	13.5	1.000	19.376	5.500	3.95	50.000
	4.160	Fuse28	Fuse	19.376	13.5	1.000	19.376	5.500	3.95	50.000
	4.160	Fuse29	Fuse	19.376	13.5	1.000	19.376	5.080	3.95	50.000
	4.160	Fuse30	Fuse	19.376	13.5	1.000	19.376	5.500	3.95	50.000
	4.160	Fuse31	Fuse	19.376	13.5	1.000	19.376	5.500	3.95	50.000
	4.160	Fuse32	Fuse	19.376	13.5	1.000	19.376	5.500	3.95	50.000
	4.160	Fuse33	Fuse	19.376	13.5	1.000	19.376	5.500	3.95	50.000
MCC-004	0.480	CB73	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
	0.480	CB22	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
	0.480	CB26	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
	0.480	CB28	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
	0.480	CB29	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
	0.480	CB35	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000

0.480	CB37	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB39	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB46	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB48	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB50	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB64	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB67	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB69	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB71	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB72	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB74	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB87	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB89	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB91	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB93	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB103	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB112	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB114	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB116	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB118	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB121	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB122	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB124	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB126	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB131	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB134	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB137	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB138	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB140	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB141	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB143	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB145	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB147	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB149	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB151	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB153	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB155	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB157	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB159	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB161	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB163	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB165	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB167	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB168	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB170	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB172	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB174	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB176	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB178	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB180	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB182	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB184	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB186	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB188	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB190	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB192	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB193	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB195	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB197	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB198	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB200	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB202	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB204	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB205	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB206	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000
0.480	CB207	Molded Case	55.350	6.9	1.077	59.607	0.480	20.00	65.000

Method: IEEE - X/R is calculated from separate R & X networks.

HV CB interrupting capability is adjusted based on bus nominal voltage

Protective device duty is calculated based on total fault current

* Indicates a device with interrupting duty exceeding the device capability

Project:
 Location:
 Contract:
 Engineer:
 Filename: DOMENICO

ETAP PowerStation
 4.0.0C
 Study Case: Cortocircuito 1/2 ciclo
 Contingencia TR-001-01 fuera de servicio

Pages:1
 Date: 10-19-2007
 SN: KLGCONSULT
 Revision: Base
 Config.: Normal

Short-Circuit Summary Report

1/2 Cycle - 3-Phase, LG, LL, & LLG Fault Currents
 Prefault Voltage = 100 % of the Bus Nominal Voltage

Bus ID	3-Phase Fault			Line-to-Ground Fault			Line-to-Line Fault			*Line-to-Line-to-Ground			
	kV	Real	Imag.	Mag.	Real	Imag.	Mag.	Real	Imag.	Mag.	Real	Imag.	Mag.
CCM-001	0.48	8.211	-39.237	40.087	7.539	-33.965	34.792	33.892	7.036	34.615	-37.444	7.980	38.285
CCM-002	0.48	8.489	-36.841	37.806	7.719	-31.287	32.225	31.833	7.283	32.655	-35.422	6.341	35.986
CCM-003	0.48	7.992	-41.608	42.368	7.378	-35.996	36.744	35.912	6.835	36.557	-39.420	9.090	40.454
CDP006	0.48	2.801	-17.264	17.490	3.020	-17.442	17.702	14.977	2.437	15.174	-16.578	6.346	17.751
CDP-001	34.50	1.619	-18.645	18.715	0.080	-0.954	0.957	16.189	1.413	16.251	16.169	1.657	16.253
CDP-002	0.48	7.149	-44.929	45.494	6.507	-40.762	41.278	38.791	6.106	39.268	-41.885	12.626	43.746
CDP-003	0.48	7.149	-44.929	45.494	6.507	-40.762	41.278	38.791	6.106	39.268	-41.885	12.626	43.746
CDP-004	4.16	1.514	-20.049	20.106	1.557	-20.060	20.121	17.667	1.387	17.722	16.854	11.056	20.157
CDP-005	4.16	1.502	-19.317	19.376	1.540	-19.481	19.541	16.900	1.361	16.955	16.125	10.966	19.500
MCC-004	0.48	8.724	-54.658	55.350	7.351	-45.708	46.296	47.213	7.508	47.806	-50.451	12.206	51.907

All fault currents are symmetrical momentary (1/2 Cycle network) values in rms kA

* LLG fault current is the larger of the two faulted line currents

Short-Circuit Summary Report

Bus ID	kV	Positive Sequence Imp. (ohm)			Negative Sequence Imp. (ohm)			Zero Sequence Imp. (ohm)		
		Resistance	Reactance	Impedance	Resistance	Reactance	Impedance	Resistance	Reactance	Impedance
CCM-001	0.480	0.00142	0.00677	0.00691	0.00140	0.00681	0.00695	0.00236	0.00975	0.01003
CCM-002	0.480	0.00165	0.00714	0.00733	0.00163	0.00719	0.00737	0.00290	0.01072	0.01110
CCM-003	0.480	0.00123	0.00642	0.00654	0.00122	0.00648	0.00659	0.00209	0.00927	0.00950
CDP006	0.480	0.00254	0.01564	0.01585	0.00254	0.01558	0.01579	0.00293	0.01506	0.01534
CDP-001	34.500	0.09207	1.06033	1.06432	0.09255	1.05458	1.05864	5.01990	60.11182	60.32106
CDP-002	0.480	0.00096	0.00602	0.00609	0.00094	0.00606	0.00613	0.00127	0.00781	0.00792
CDP-003	0.480	0.00096	0.00602	0.00609	0.00094	0.00606	0.00613	0.00127	0.00781	0.00792
CDP-004	4.160	0.00900	0.11912	0.11946	0.00938	0.11490	0.11529	0.00935	0.12301	0.12336
CDP-005	4.160	0.00961	0.12358	0.12396	0.01009	0.12098	0.12140	0.00935	0.12301	0.12336
MCC-004	0.480	0.00079	0.00494	0.00501	0.00079	0.00497	0.00503	0.00127	0.00781	0.00792

Project:
 Location:
 Contract:
 Engineer:
 Filename: DOMENICO

ETAP PowerStation
 4.0.0C

Study Case: Cortocircuito 1 – 4 ciclos
 Contingencia TR-001-01 fuera de servicio

Pages:1
 Date: 10-19-2007
 SN: KLGCONSULT
 Revision: Base
 Config.: Normal

Short-Circuit Summary Report

1.5-4 Cycle - 3-Phase, LG, LL, & LLG Fault Currents
 Prefault Voltage = 100 % of the Bus Nominal Voltage

Bus ID	3-Phase Fault			Line-to-Ground Fault			Line-to-Line Fault			*Line-to-Line-to-Ground			
	kV	Real	Imag.	Mag.	Real	Imag.	Mag.	Real	Imag.	Mag.	Real	Imag.	Mag.
CCM-001	0.48	6.235	-35.422	35.967	6.957	-32.957	33.683	32.171	6.118	32.748	-34.775	8.184	35.725
CCM-002	0.48	6.597	-33.369	34.015	7.179	-30.408	31.244	30.268	6.406	30.939	-32.999	6.612	33.655
CCM-003	0.48	5.918	-36.896	37.368	6.752	-34.733	35.383	33.770	5.864	34.275	-36.196	9.131	37.330
CDP006	0.48	2.750	-17.110	17.330	3.001	-17.390	17.647	14.910	2.415	15.104	-16.470	6.325	17.642
CDP-001	34.50	1.527	-18.225	18.289	0.080	-0.953	0.957	16.005	1.372	16.063	15.983	1.613	16.064
CDP-002	0.48	5.095	-40.035	40.358	5.863	-39.318	39.753	36.570	5.144	36.930	-38.492	12.481	40.465
CDP-003	0.48	5.095	-40.035	40.358	5.863	-39.318	39.753	36.570	5.144	36.930	-38.492	12.481	40.465
CDP-004	4.16	1.271	-18.433	18.477	1.467	-19.491	19.546	16.914	1.267	16.961	15.966	10.370	19.038
CDP-005	4.16	1.269	-18.144	18.188	1.454	-19.067	19.122	16.366	1.250	16.414	15.505	10.424	18.684
MCC-004	0.48	5.329	-44.009	44.330	6.346	-42.835	43.302	42.143	5.804	42.541	-43.445	11.684	44.989

All fault currents are symmetrical momentary (1.5-4 Cycle network) values in rms kA

* LLG fault current is the larger of the two faulted line currents

Short-Circuit Summary Report

Bus ID	kV	Positive Sequence Imp. (ohm)			Negative Sequence Imp. (ohm)			Zero Sequence Imp. (ohm)		
		Resistance	Reactance	Impedance	Resistance	Reactance	Impedance	Resistance	Reactance	Impedance
CCM-001	0.480	0.00134	0.00759	0.00771	0.00140	0.00681	0.00695	0.00236	0.00975	0.01003
CCM-002	0.480	0.00158	0.00799	0.00815	0.00163	0.00719	0.00737	0.00290	0.01072	0.01110
CCM-003	0.480	0.00117	0.00732	0.00742	0.00122	0.00648	0.00659	0.00209	0.00927	0.00950
CDP006	0.480	0.00254	0.01579	0.01599	0.00254	0.01558	0.01579	0.00293	0.01506	0.01534
CDP-001	34.500	0.09093	1.08530	1.08911	0.09255	1.05458	1.05864	5.01990	60.11182	60.32106
CDP-002	0.480	0.00087	0.00681	0.00687	0.00094	0.00606	0.00613	0.00127	0.00781	0.00792
CDP-003	0.480	0.00087	0.00681	0.00687	0.00094	0.00606	0.00613	0.00127	0.00781	0.00792
CDP-004	4.160	0.00894	0.12968	0.12999	0.00938	0.11490	0.11529	0.00935	0.12301	0.12336
CDP-005	4.160	0.00921	0.13173	0.13205	0.01009	0.12098	0.12140	0.00935	0.12301	0.12336
MCC-004	0.480	0.00075	0.00621	0.00625	0.00079	0.00497	0.00503	0.00127	0.00781	0.00792

Project:
 Location:
 Contract:
 Engineer:
 Filename: DOMENICO

ETAP PowerStation
 4.0.0C

Study Case: Cortocircuito 30 ciclos
 Contingencia TR-001-01 fuera de servicio

Pages:1
 Date: 10-19-2007
 SN: KLGCONSULT
 Revision: Base
 Config.: Normal

Short-Circuit Summary Report

30 Cycle - 3-Phase, LG, LL, & LLG Fault Currents
 Prefault Voltage = 100 % of the Bus Nominal Voltage

Bus ID	3-Phase Fault kV	Line-to-Ground Fault			Line-to-Line Fault			*Line-to-Line-to-Ground					
		Real	Imag.	Mag.	Real	Imag.	Mag.	Real	Imag.	Mag.	Real	Imag.	Mag.
CCM-001	0.48	5.719	-33.112	33.603	6.111	-30.757	31.358	28.676	4.953	29.101	-31.854	9.389	33.209
CCM-002	0.48	6.042	-31.361	31.938	6.357	-28.533	29.232	27.160	5.232	27.659	-30.407	7.836	31.401
CCM-003	0.48	5.517	-34.053	34.497	5.929	-31.988	32.533	29.491	4.778	29.875	-32.600	10.289	34.185
CDP006	0.48	2.722	-16.989	17.206	2.953	-17.235	17.486	14.713	2.358	14.901	-16.311	6.384	17.516
CDP-001	34.50	1.503	-17.893	17.956	0.080	-0.952	0.955	15.496	1.302	15.550	-15.475	1.547	15.553
CDP-002	0.48	4.699	-37.163	37.459	5.046	-36.259	36.608	32.184	4.069	32.441	-34.863	13.624	37.430
CDP-003	0.48	4.699	-37.163	37.459	5.046	-36.259	36.608	32.184	4.069	32.441	-34.863	13.624	37.430
CDP-004	4.16	1.223	-17.331	17.375	1.299	-17.974	18.021	15.010	1.060	15.047	-15.701	8.273	17.747
CDP-005	4.16	1.223	-17.331	17.375	1.299	-17.974	18.021	15.010	1.060	15.047	-15.701	8.273	17.747
MCC-004	0.48	4.699	-37.163	37.459	5.046	-36.259	36.608	32.184	4.069	32.441	-34.863	13.624	37.430

All fault currents are symmetrical momentary (30 Cycle network) values in rms kA

* LLG fault current is the larger of the two faulted line currents

Short-Circuit Summary Report

Bus ID	kV	Positive Sequence Imp. (ohm)			Negative Sequence Imp. (ohm)			Zero Sequence Imp. (ohm)		
		Resistance	Reactance	Impedance	Resistance	Reactance	Impedance	Resistance	Reactance	Impedance
CCM-001	0.480	0.00140	0.00813	0.00825	0.00140	0.00813	0.00825	0.00236	0.00975	0.01003
CCM-002	0.480	0.00164	0.00852	0.00868	0.00164	0.00852	0.00868	0.00290	0.01072	0.01110
CCM-003	0.480	0.00128	0.00793	0.00803	0.00128	0.00793	0.00803	0.00209	0.00927	0.00950
CDP006	0.480	0.00255	0.01590	0.01611	0.00255	0.01590	0.01611	0.00293	0.01506	0.01534
CDP-001	34.500	0.09288	1.10540	1.10929	0.09288	1.10540	1.10929	5.01990	60.11182	60.32106
CDP-002	0.480	0.00093	0.00734	0.00740	0.00093	0.00734	0.00740	0.00127	0.00781	0.00792
CDP-003	0.480	0.00093	0.00734	0.00740	0.00093	0.00734	0.00740	0.00127	0.00781	0.00792
CDP-004	4.160	0.00973	0.13789	0.13823	0.00973	0.13789	0.13823	0.00935	0.12301	0.12336
CDP-005	4.160	0.00973	0.13789	0.13823	0.00973	0.13789	0.13823	0.00935	0.12301	0.12336
MCC-004	0.480	0.00093	0.00734	0.00740	0.00093	0.00734	0.00740	0.00127	0.00781	0.00792

Project:
 Location:
 Contract:
 Engineer:
 Filename: DOMENICO

ETAP PowerStation
 4.0.0C

Study Case: Arranque de 760-P014A
 Condición normal de operación

Pages:2
 Date: 10-19-2007
 SN: KLGCONSULT
 Revision: Base
 Config.: Normal

MOTOR ACCELERATION

Motor ID : 760-P014A

Time (Sec.)	Slip (%)	Current (% of FLA)	Terminal V (%)	Bus V (%)	Acc Torque (%)
0.000	100.00	0.00	0.00	99.53	0.00
0.200	100.00	0.00	0.00	99.53	0.00
0.400	100.00	0.00	0.00	99.53	0.00
0.600	100.00	0.00	0.00	99.53	0.00
0.800	100.00	0.00	0.00	99.53	0.00
1.000	99.83	450.51	95.51	95.51	30.09
1.200	96.43	450.32	95.51	95.51	31.02
1.400	92.94	450.10	95.50	95.50	31.84
1.600	89.36	449.86	95.50	95.50	32.56
1.800	85.70	449.59	95.49	95.49	33.16
2.000	81.99	449.28	95.48	95.48	33.65
2.200	78.23	448.93	95.47	95.47	34.05
2.400	74.43	448.54	95.46	95.46	34.37
2.600	70.59	448.09	95.45	95.45	34.63
2.800	66.73	447.57	95.44	95.44	34.86
3.000	62.84	446.98	95.43	95.43	35.10
3.200	58.93	446.28	95.42	95.42	35.41
3.400	54.97	445.45	95.40	95.40	35.84
3.600	50.95	444.44	95.39	95.39	36.49
3.800	46.84	443.18	95.37	95.37	37.50
4.000	42.59	441.57	95.35	95.35	39.07
4.200	38.11	439.38	95.32	95.32	41.57
4.400	33.27	436.19	95.29	95.29	45.68
4.600	27.82	430.91	95.26	95.26	52.96
4.800	21.18	419.93	95.24	95.24	67.72
5.000	11.80	379.71	95.39	95.39	105.58
5.200	1.70	114.31	98.28	98.28	17.72
5.400	1.45	95.02	98.49	98.49	0.02
5.600	1.45	95.00	98.49	98.49	0.00
5.800	1.45	95.00	98.49	98.49	0.00
6.000	1.45	95.00	98.49	98.49	0.00
6.200	1.45	95.00	98.49	98.49	0.00
6.400	1.45	95.00	98.49	98.49	0.00
6.600	1.45	95.00	98.49	98.49	0.00
6.800	1.45	95.00	98.49	98.49	0.00
7.000	1.45	95.00	98.49	98.49	0.00
7.200	1.45	95.00	98.49	98.49	0.00
7.400	1.45	95.00	98.49	98.49	0.00
7.600	1.45	95.00	98.49	98.49	0.00
7.800	1.45	95.00	98.49	98.49	0.00
8.000	1.45	95.00	98.49	98.49	0.00

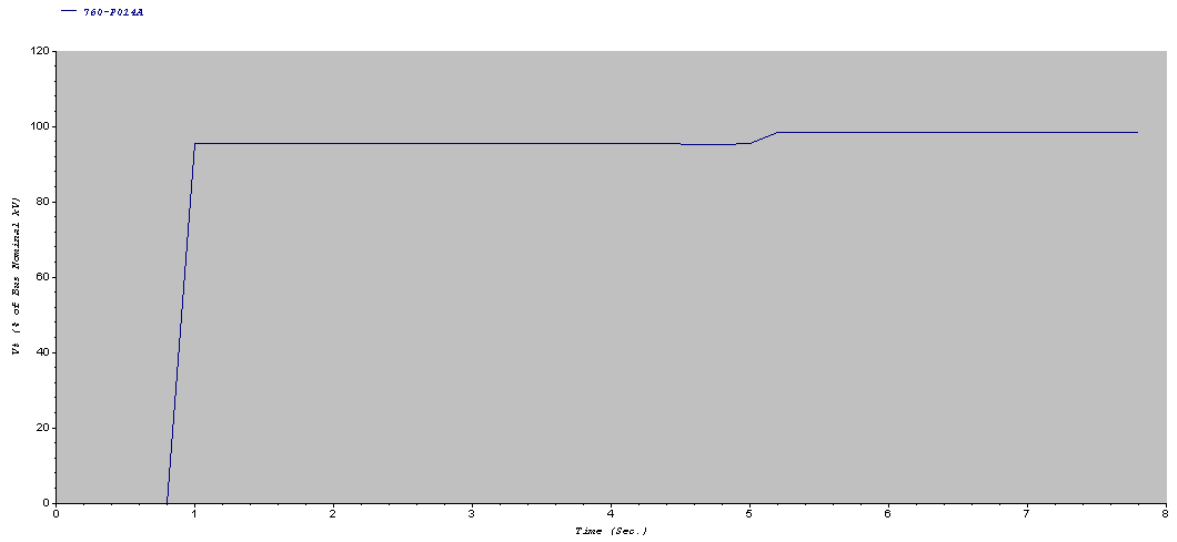
Project:
Location:
Contract:
Engineer:
Filename: DOMENICO

ETAP PowerStation
4.0.0C

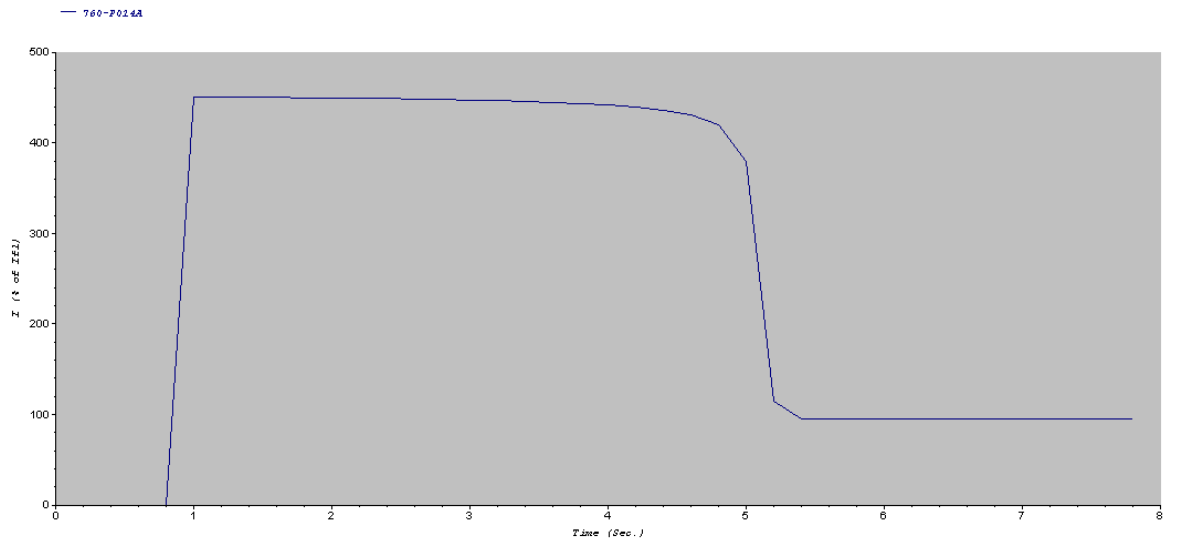
Study Case: Arranque de 760-P014A
Condición normal de operación

Pages:2
Date: 10-19-2007
SN: KLGCONSULT
Revision: Base
Config.: Normal

Motor Terminal Voltage



Motor Current



Project:
 Location:
 Contract:
 Engineer:
 Filename: DOMENICO

ETAP PowerStation
 4.0.0C

Study Case: Arranque de 740-P001A
 Condición normal de operación

Pages:2
 Date: 10-19-2007
 SN: KLGCONSULT
 Revision: Base
 Config.: Normal

MOTOR ACCELERATION

Motor ID : 740-P001A

Time (Sec.)	Slip (%)	Current (% of FLA)	Terminal V (%)	Bus V (%)	Acc Torque (%)
0.000	100.00	0.00	0.00	101.52	0.00
0.200	100.00	0.00	0.00	101.52	0.00
0.400	100.00	0.00	0.00	101.52	0.00
0.600	100.00	0.00	0.00	101.52	0.00
0.800	100.00	0.00	0.00	101.52	0.00
1.000	99.60	589.19	87.75	87.75	71.35
1.200	91.37	587.04	87.73	87.73	76.55
1.400	82.56	584.20	87.72	87.72	81.88
1.600	73.13	580.30	87.71	87.71	87.71
1.800	62.99	574.65	87.71	87.71	94.81
2.000	51.91	565.64	87.74	87.74	104.84
2.200	39.36	548.65	87.89	87.89	121.97
2.400	23.99	502.54	88.67	88.67	157.60
2.600	5.24	244.52	95.58	95.58	125.18
2.800	1.92	94.32	99.29	99.29	1.17
3.000	1.90	93.15	99.32	99.32	0.01
3.200	1.90	93.15	99.32	99.32	0.00
3.400	1.90	93.15	99.32	99.32	0.00
3.600	1.90	93.15	99.32	99.32	0.00
3.800	1.90	93.15	99.32	99.32	0.00
4.000	1.90	93.15	99.32	99.32	0.00
4.200	1.90	93.15	99.32	99.32	0.00
4.400	1.90	93.15	99.32	99.32	0.00
4.600	1.90	93.15	99.32	99.32	0.00
4.800	1.90	93.15	99.32	99.32	0.00
5.000	1.90	93.15	99.32	99.32	0.00
5.200	1.90	93.15	99.32	99.32	0.00
5.400	1.90	93.15	99.32	99.32	0.00
5.600	1.90	93.15	99.32	99.32	0.00
5.800	1.90	93.15	99.32	99.32	0.00
6.000	1.90	93.15	99.32	99.32	0.00
6.200	1.90	93.15	99.32	99.32	0.00
6.400	1.90	93.15	99.32	99.32	0.00
6.600	1.90	93.15	99.32	99.32	0.00
6.800	1.90	93.15	99.32	99.32	0.00
7.000	1.90	93.15	99.32	99.32	0.00
7.200	1.90	93.15	99.32	99.32	0.00
7.400	1.90	93.15	99.32	99.32	0.00
7.600	1.90	93.15	99.32	99.32	0.00
7.800	1.90	93.15	99.32	99.32	0.00
8.000	1.90	93.15	99.32	99.32	0.00

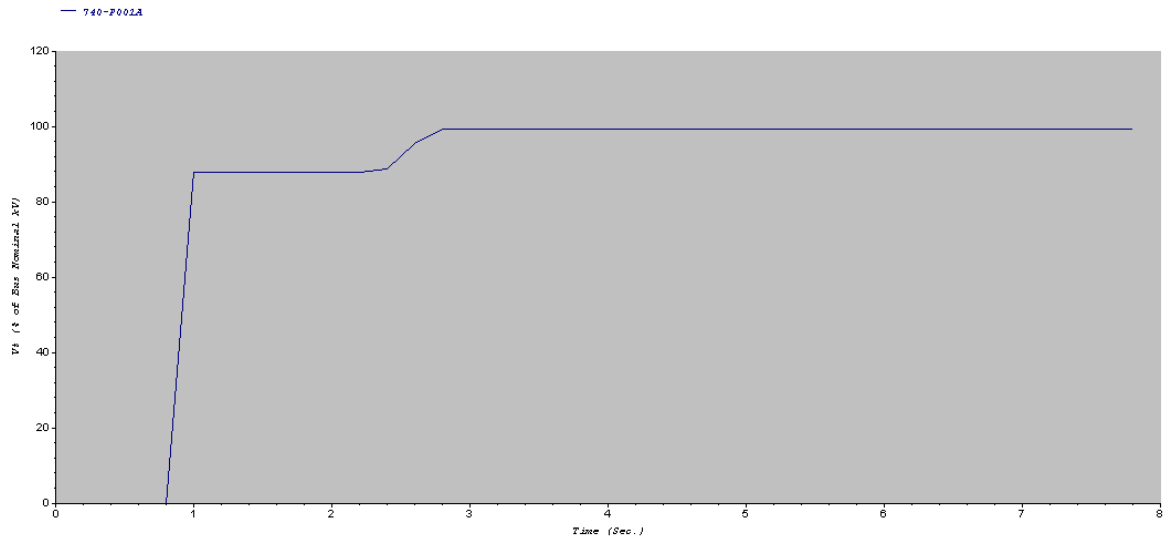
Project:
Location:
Contract:
Engineer:
Filename: DOMENICO

ETAP PowerStation
4.0.0C

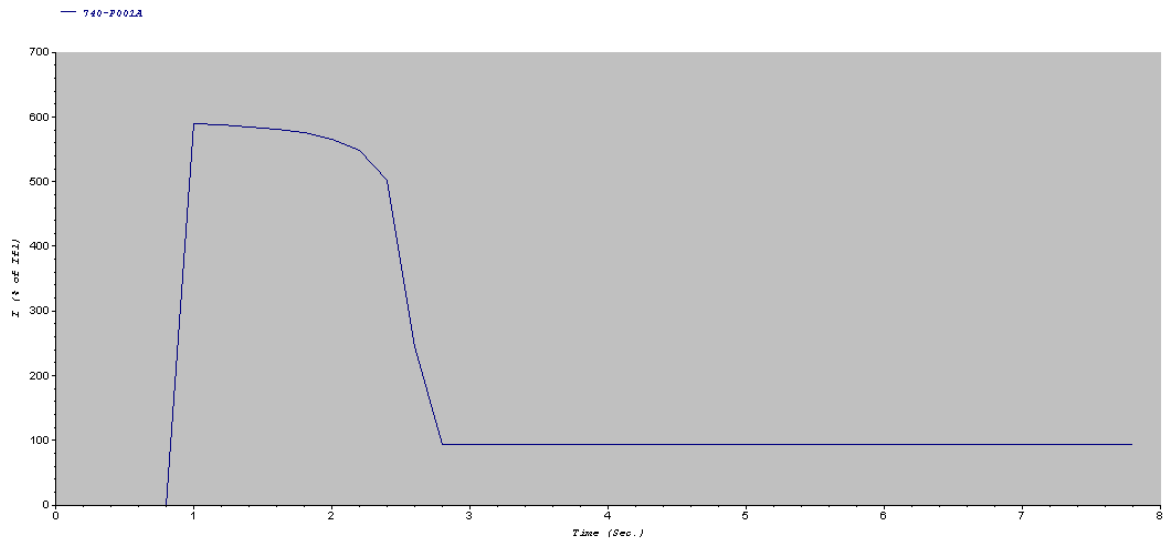
Study Case: Arranque de 740-P001A
Condición normal de operación

Pages:2
Date: 10-19-2007
SN: KLGCONSULT
Revision: Base
Config.: Normal

Motor Terminal Voltage



Motor Current



Project:
 Location:
 Contract:
 Engineer:
 Filename: DOMENICO

ETAP PowerStation
 4.0.0C

Study Case: Arranque de 760-P014A
 Contingencia TR-001-04 fuera de servicio

Pages:2
 Date: 10-19-2007
 SN: KLGCONSULT
 Revision: Base
 Config.: Normal

MOTOR ACCELERATION

Motor ID : 760-P014A

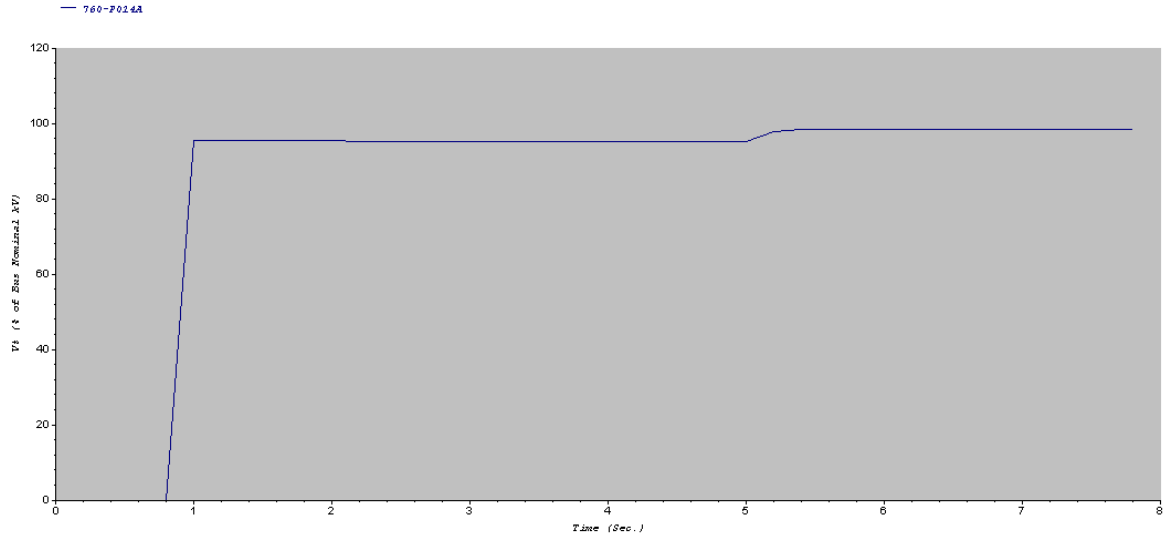
Time (Sec.)	Slip (%)	Current (% of FLA)	Terminal V (%)	Bus V (%)	Acc Torque (%)
0.000	100.00	0.00	0.00	99.33	0.00
0.200	100.00	0.00	0.00	99.33	0.00
0.400	100.00	0.00	0.00	99.33	0.00
0.600	100.00	0.00	0.00	99.33	0.00
0.800	100.00	0.00	0.00	99.33	0.00
1.000	99.83	449.58	95.32	95.32	29.96
1.200	96.45	449.39	95.31	95.31	30.89
1.400	92.97	449.17	95.30	95.30	31.70
1.600	89.40	448.93	95.30	95.30	32.41
1.800	85.77	448.66	95.29	95.29	33.00
2.000	82.07	448.35	95.28	95.28	33.49
2.200	78.33	448.01	95.27	95.27	33.88
2.400	74.54	447.62	95.27	95.27	34.19
2.600	70.73	447.18	95.26	95.26	34.45
2.800	66.89	446.67	95.24	95.24	34.67
3.000	63.02	446.08	95.23	95.23	34.90
3.200	59.13	445.39	95.22	95.22	35.18
3.400	55.20	444.57	95.21	95.21	35.59
3.600	51.21	443.59	95.19	95.19	36.20
3.800	47.14	442.36	95.17	95.17	37.16
4.000	42.93	440.79	95.15	95.15	38.65
4.200	38.51	438.69	95.13	95.13	41.00
4.400	33.74	435.64	95.10	95.10	44.86
4.600	28.40	430.70	95.07	95.07	51.61
4.800	21.98	420.79	95.04	95.04	64.99
5.000	13.13	388.16	95.13	95.13	98.39
5.200	2.01	136.01	97.84	97.84	36.16
5.400	1.46	95.22	98.29	98.29	0.04
5.600	1.46	95.17	98.29	98.29	0.00
5.800	1.46	95.17	98.29	98.29	0.00
6.000	1.46	95.17	98.29	98.29	0.00
6.200	1.46	95.17	98.29	98.29	0.00
6.400	1.46	95.17	98.29	98.29	0.00
6.600	1.46	95.17	98.29	98.29	0.00
6.800	1.46	95.17	98.29	98.29	0.00
7.000	1.46	95.17	98.29	98.29	0.00
7.200	1.46	95.17	98.29	98.29	0.00
7.400	1.46	95.17	98.29	98.29	0.00
7.600	1.46	95.17	98.29	98.29	0.00
7.800	1.46	95.17	98.29	98.29	0.00
8.000	1.46	95.17	98.29	98.29	0.00

Project:
Location:
Contract:
Engineer:
Filename: DOMENICO

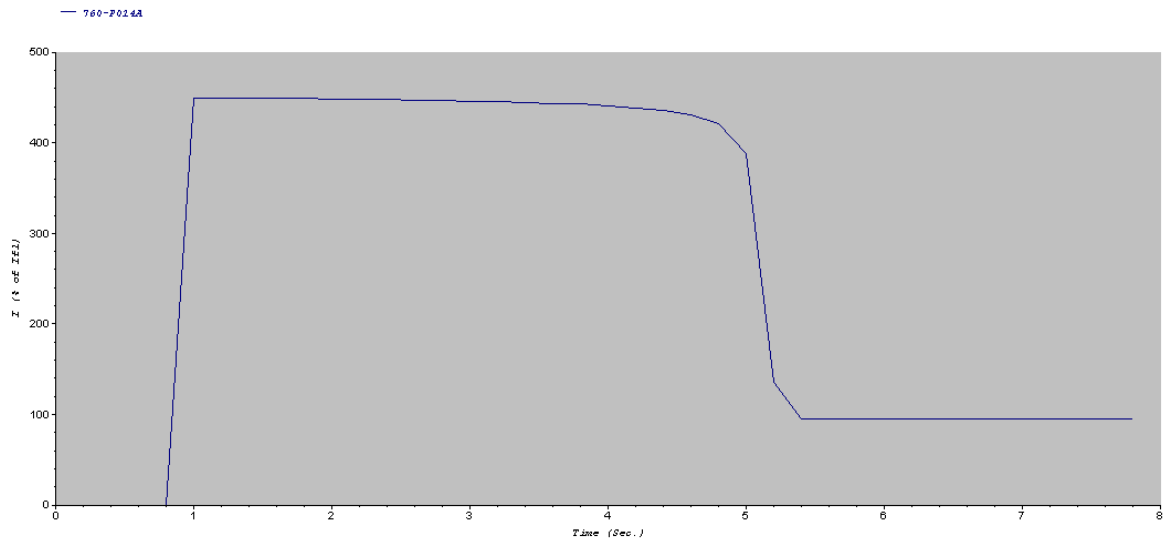
ETAP PowerStation
4.0.0C
Study Case: Arranque de 760-P14A
Contingencia TR-001-04 fuera de servicio

Pages:2
Date: 10-19-2007
SN: KLGCONSULT
Revision: Base
Config.: Normal

Motor Terminal Voltage



Motor Current



Project:
 Location:
 Contract:
 Engineer:
 Filename: DOMENICO

ETAP PowerStation
 4.0.0C

Study Case: Arranque de 740-P001A
 Contingencia TR-001-04 fuera de servicio

Pages:2
 Date: 10-19-2007
 SN: KLGCONSULT
 Revision: Base
 Config.: Normal

MOTOR ACCELERATION

Motor ID : 740-P001A

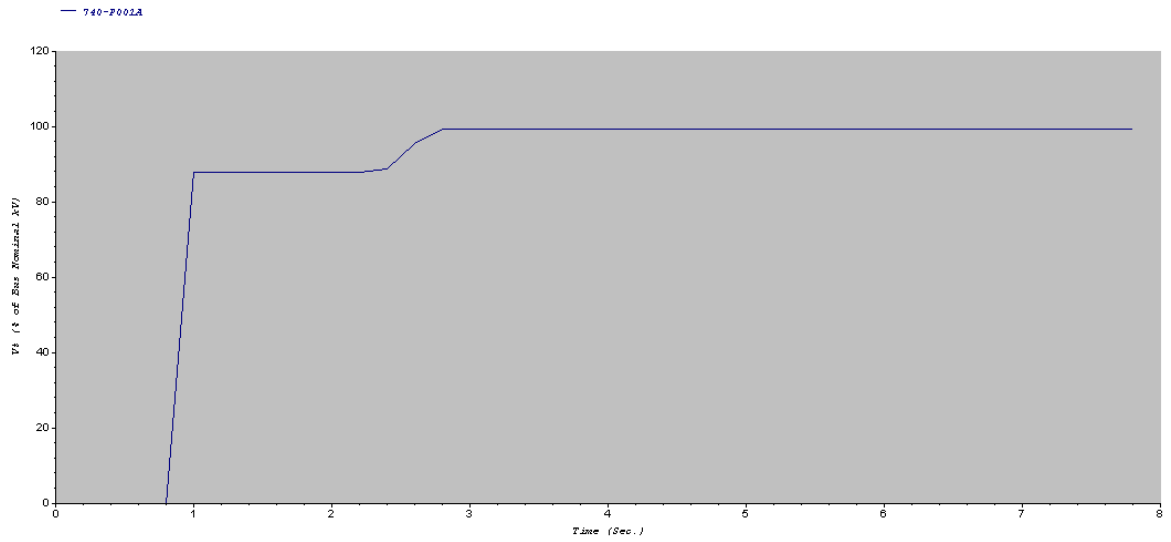
Time (Sec.)	Slip (%)	Current (% of FLA)	Terminal V (%)	Bus V (%)	Acc Torque (%)
0.000	100.00	0.00	0.00	101.52	0.00
0.200	100.00	0.00	0.00	101.52	0.00
0.400	100.00	0.00	0.00	101.52	0.00
0.600	100.00	0.00	0.00	101.52	0.00
0.800	100.00	0.00	0.00	101.52	0.00
1.000	99.60	589.19	87.75	87.75	71.35
1.200	91.37	587.04	87.73	87.73	76.55
1.400	82.56	584.20	87.72	87.72	81.88
1.600	73.13	580.30	87.71	87.71	87.71
1.800	62.99	574.65	87.71	87.71	94.81
2.000	51.91	565.64	87.74	87.74	104.84
2.200	39.36	548.65	87.89	87.89	121.97
2.400	23.99	502.54	88.67	88.67	157.60
2.600	5.24	244.52	95.58	95.58	125.18
2.800	1.92	94.32	99.29	99.29	1.17
3.000	1.90	93.15	99.32	99.32	0.01
3.200	1.90	93.15	99.32	99.32	0.00
3.400	1.90	93.15	99.32	99.32	0.00
3.600	1.90	93.15	99.32	99.32	0.00
3.800	1.90	93.15	99.32	99.32	0.00
4.000	1.90	93.15	99.32	99.32	0.00
4.200	1.90	93.15	99.32	99.32	0.00
4.400	1.90	93.15	99.32	99.32	0.00
4.600	1.90	93.15	99.32	99.32	0.00
4.800	1.90	93.15	99.32	99.32	0.00
5.000	1.90	93.15	99.32	99.32	0.00
5.200	1.90	93.15	99.32	99.32	0.00
5.400	1.90	93.15	99.32	99.32	0.00
5.600	1.90	93.15	99.32	99.32	0.00
5.800	1.90	93.15	99.32	99.32	0.00
6.000	1.90	93.15	99.32	99.32	0.00
6.200	1.90	93.15	99.32	99.32	0.00
6.400	1.90	93.15	99.32	99.32	0.00
6.600	1.90	93.15	99.32	99.32	0.00
6.800	1.90	93.15	99.32	99.32	0.00
7.000	1.90	93.15	99.32	99.32	0.00
7.200	1.90	93.15	99.32	99.32	0.00
7.400	1.90	93.15	99.32	99.32	0.00
7.600	1.90	93.15	99.32	99.32	0.00
7.800	1.90	93.15	99.32	99.32	0.00
8.000	1.90	93.15	99.32	99.32	0.00

Project:
Location:
Contract:
Engineer:
Filename: DOMENICO

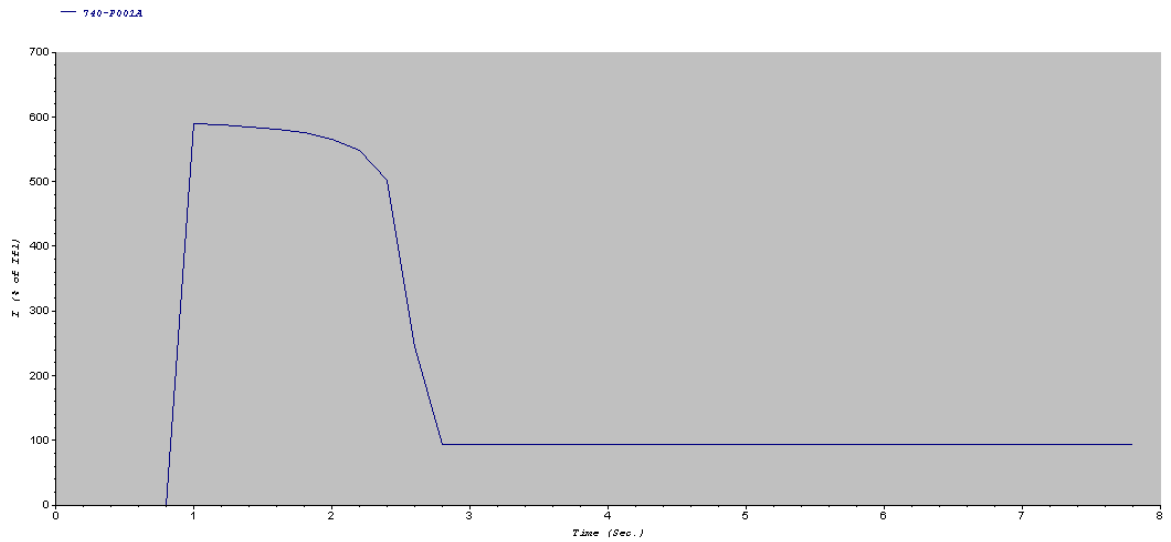
ETAP PowerStation
4.0.0C
Study Case: Arranque de 740-P001A
Contingencia TR-001-04 fuera de servicio

Pages:2
Date: 10-19-2007
SN: KLGCONSULT
Revision: Base
Config.: Normal

Motor Terminal Voltage



Motor Current



Project:
 Location:
 Contract:
 Engineer:
 Filename: DOMENICO

ETAP PowerStation
 4.0.0C

Study Case: Arranque de 760-P014A
 Contingencia TR-001-01 fuera de servicio

Pages:2
 Date: 10-19-2007
 SN: KLGCONSULT
 Revision: Base
 Config.: Normal

MOTOR ACCELERATION

Motor ID : 760-P014A

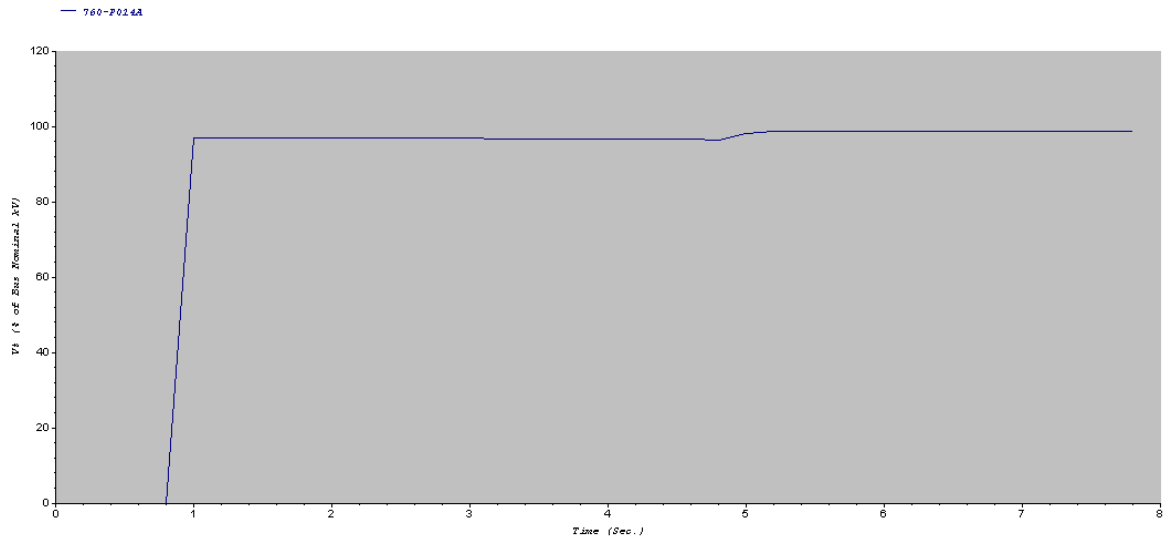
Time (Sec.)	Slip (%)	Current (% of FLA)	Terminal V (%)	Bus V (%)	Acc Torque (%)
0.000	100.00	0.00	0.00	99.67	0.00
0.200	100.00	0.00	0.00	99.67	0.00
0.400	100.00	0.00	0.00	99.67	0.00
0.600	100.00	0.00	0.00	99.67	0.00
0.800	100.00	0.00	0.00	99.67	0.00
1.000	99.83	456.99	96.89	96.89	30.96
1.200	96.33	456.79	96.88	96.88	31.95
1.400	92.73	456.56	96.87	96.87	32.82
1.600	89.04	456.30	96.87	96.87	33.58
1.800	85.26	456.00	96.86	96.86	34.23
2.000	81.43	455.67	96.85	96.85	34.77
2.200	77.54	455.29	96.84	96.84	35.22
2.400	73.60	454.86	96.83	96.83	35.59
2.600	69.63	454.36	96.81	96.81	35.91
2.800	65.62	453.79	96.80	96.80	36.22
3.000	61.58	453.12	96.78	96.78	36.56
3.200	57.49	452.32	96.77	96.77	37.00
3.400	53.34	451.36	96.74	96.74	37.63
3.600	49.11	450.16	96.72	96.72	38.57
3.800	44.75	448.64	96.69	96.69	40.01
4.000	40.18	446.61	96.66	96.66	42.28
4.200	35.28	443.69	96.62	96.62	45.97
4.400	29.84	439.03	96.57	96.57	52.36
4.600	23.38	429.99	96.49	96.49	64.85
4.800	14.68	402.59	96.42	96.42	95.37
5.000	2.52	170.15	98.07	98.07	63.81
5.200	1.44	94.86	98.78	98.78	0.09
5.400	1.44	94.77	98.78	98.78	0.00
5.600	1.44	94.77	98.78	98.78	0.00
5.800	1.44	94.77	98.78	98.78	0.00
6.000	1.44	94.77	98.78	98.78	0.00
6.200	1.44	94.77	98.78	98.78	0.00
6.400	1.44	94.77	98.78	98.78	0.00
6.600	1.44	94.77	98.78	98.78	0.00
6.800	1.44	94.77	98.78	98.78	0.00
7.000	1.44	94.77	98.78	98.78	0.00
7.200	1.44	94.77	98.78	98.78	0.00
7.400	1.44	94.77	98.78	98.78	0.00
7.600	1.44	94.77	98.78	98.78	0.00
7.800	1.44	94.77	98.78	98.78	0.00
8.000	1.44	94.77	98.78	98.78	0.00

Project:
Location:
Contract:
Engineer:
Filename: DOMENICO

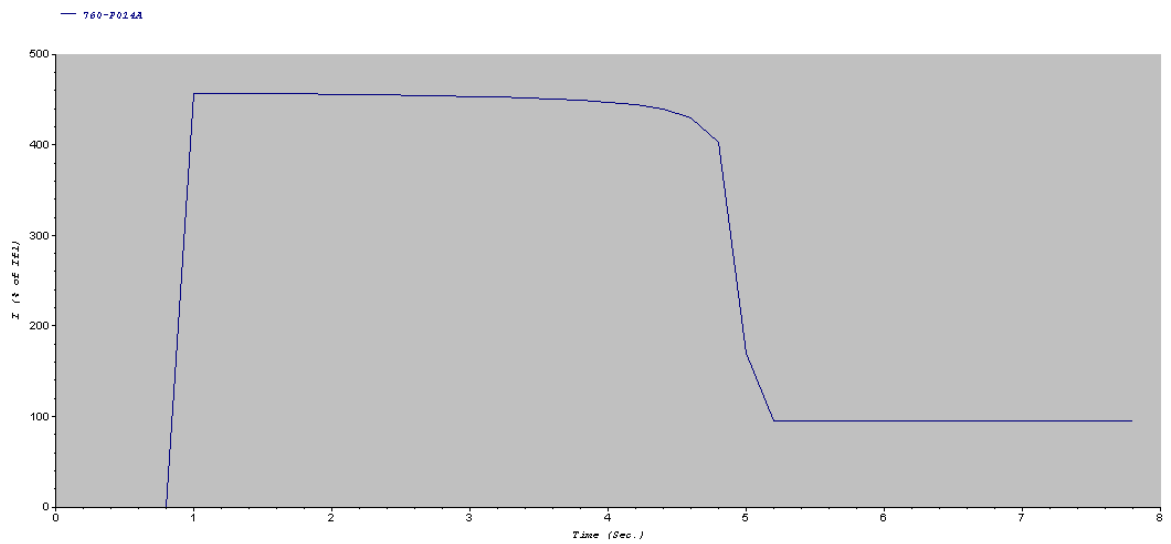
ETAP PowerStation
4.0.0C
Study Case: Arranque de 760-P014A
Contingencia TR-001-01 fuera de servicio

Pages:2
Date: 10-19-2007
SN: KLGCONSULT
Revision: Base
Config.: Normal

Motor Terminal Voltage



Motor Current



Project:
 Location:
 Contract:
 Engineer:
 Filename: DOMENICO

ETAP PowerStation
 4.0.0C

Study Case: Arranque de 740-P001A
 Contingencia TR-001-01 fuera de servicio

Pages:2
 Date: 10-19-2007
 SN: KLGCONSULT
 Revision: Base
 Config.: Normal

MOTOR ACCELERATION

Motor ID : 740-P001A

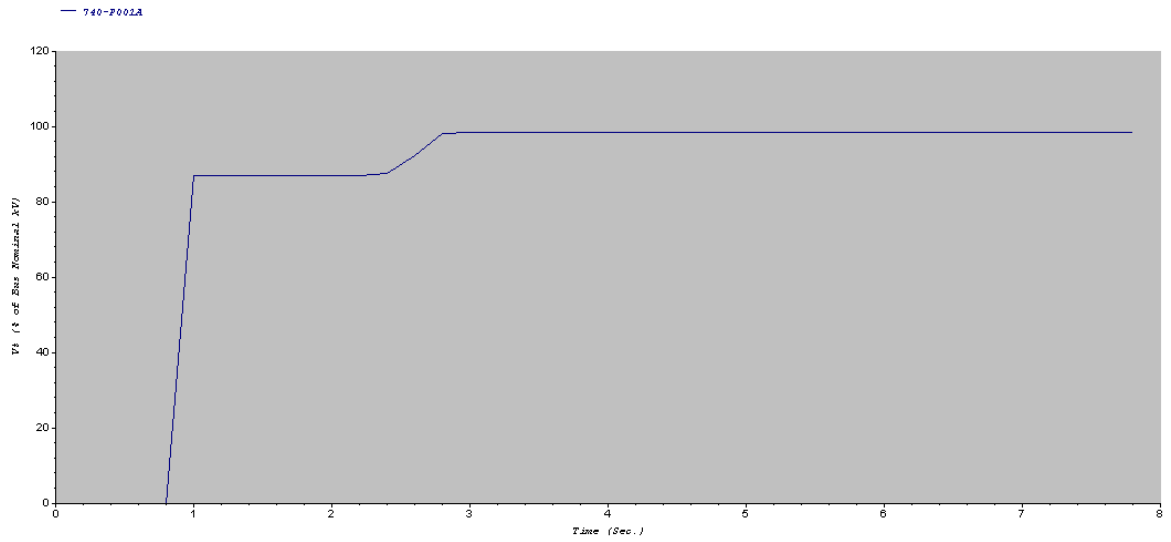
Time (Sec.)	Slip (%)	Current (% of FLA)	Terminal V (%)	Bus V (%)	Acc Torque (%)
0.000	100.00	0.00	0.00	100.50	0.00
0.200	100.00	0.00	0.00	100.50	0.00
0.400	100.00	0.00	0.00	100.50	0.00
0.600	100.00	0.00	0.00	100.50	0.00
0.800	100.00	0.00	0.00	100.50	0.00
1.000	99.61	583.24	86.86	86.86	69.91
1.200	91.55	581.15	86.85	86.85	74.89
1.400	82.94	578.41	86.83	86.83	79.96
1.600	73.74	574.69	86.82	86.82	85.44
1.800	63.88	569.37	86.82	86.82	92.00
2.000	53.16	561.07	86.84	86.84	101.04
2.200	41.15	546.06	86.96	86.96	115.96
2.400	26.73	509.14	87.51	87.51	145.89
2.600	8.23	325.66	92.26	92.26	163.15
2.800	2.01	97.63	98.18	98.18	3.56
3.000	1.94	94.01	98.26	98.26	0.02
3.200	1.94	93.99	98.27	98.27	0.00
3.400	1.94	93.99	98.27	98.27	0.00
3.600	1.94	93.99	98.27	98.27	0.00
3.800	1.94	93.99	98.27	98.27	0.00
4.000	1.94	93.99	98.27	98.27	0.00
4.200	1.94	93.99	98.27	98.27	0.00
4.400	1.94	93.99	98.27	98.27	0.00
4.600	1.94	93.99	98.27	98.27	0.00
4.800	1.94	93.99	98.27	98.27	0.00
5.000	1.94	93.99	98.27	98.27	0.00
5.200	1.94	93.99	98.27	98.27	0.00
5.400	1.94	93.99	98.27	98.27	0.00
5.600	1.94	93.99	98.27	98.27	0.00
5.800	1.94	93.99	98.27	98.27	0.00
6.000	1.94	93.99	98.27	98.27	0.00
6.200	1.94	93.99	98.27	98.27	0.00
6.400	1.94	93.99	98.27	98.27	0.00
6.600	1.94	93.99	98.27	98.27	0.00
6.800	1.94	93.99	98.27	98.27	0.00
7.000	1.94	93.99	98.27	98.27	0.00
7.200	1.94	93.99	98.27	98.27	0.00
7.400	1.94	93.99	98.27	98.27	0.00
7.600	1.94	93.99	98.27	98.27	0.00
7.800	1.94	93.99	98.27	98.27	0.00
8.000	1.94	93.99	98.27	98.27	0.00

Project:
Location:
Contract:
Engineer:
Filename: DOMENICO

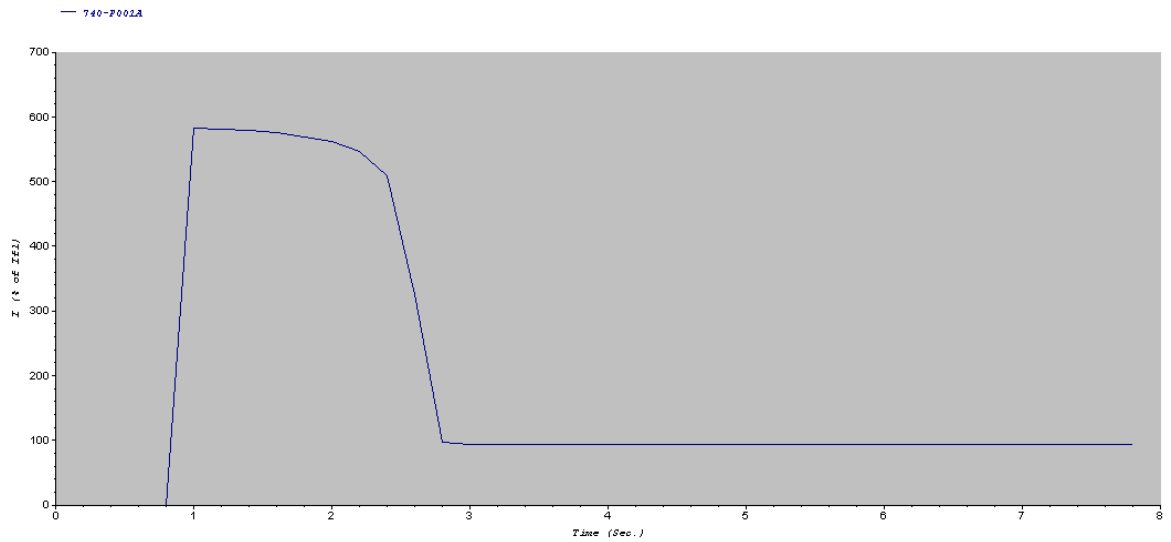
ETAP PowerStation
4.0.0C
Study Case: Arranque de 740-P001A
Contingencia TR-001-01 fuera de servicio

Pages:2
Date: 10-19-2007
SN: KLGCONSULT
Revision: Base
Config.: Normal

Motor Terminal Voltage



Motor Current



Project:
 Location:
 Contract:
 Engineer:
 Filename: DOMENICO

ETAP PowerStation
 4.0.0C

Study Case: Arranque de 760-P004A
 Condición normal de operación

Pages:2
 Date: 10-19-2007
 SN: KLGCONSULT
 Revision: Base
 Config.: Normal

MOTOR ACCELERATION

Motor ID : 760-P004A

0.000	100.00	0.00	0.00	100.52	0.00
0.200	100.00	0.00	0.00	100.52	0.00
0.400	100.00	0.00	0.00	100.52	0.00
0.600	100.00	0.00	0.00	100.52	0.00
0.800	100.00	0.00	0.00	100.52	0.00
1.000	99.59	597.56	89.00	89.00	73.39
1.200	91.12	595.33	88.98	88.98	78.91
1.400	82.02	592.35	88.97	88.97	84.65
1.600	72.25	588.20	88.96	88.96	91.02
1.800	61.70	582.04	88.97	88.97	98.95
2.000	50.07	571.84	89.01	89.01	110.57
2.200	36.71	551.18	89.20	89.20	131.34
2.400	19.84	484.74	90.28	90.28	175.14
2.600	3.05	152.78	97.62	97.62	55.00
2.800	1.93	93.94	98.72	98.72	0.32
3.000	1.92	93.62	98.73	98.73	0.00
3.200	1.92	93.62	98.73	98.73	0.00
3.400	1.92	93.62	98.73	98.73	0.00
3.600	1.92	93.62	98.73	98.73	0.00
3.800	1.92	93.62	98.73	98.73	0.00
4.000	1.92	93.62	98.73	98.73	0.00
4.200	1.92	93.62	98.73	98.73	0.00
4.400	1.92	93.62	98.73	98.73	0.00
4.600	1.92	93.62	98.73	98.73	0.00
4.800	1.92	93.62	98.73	98.73	0.00
5.000	1.92	93.62	98.73	98.73	0.00
5.200	1.92	93.62	98.73	98.73	0.00
5.400	1.92	93.62	98.73	98.73	0.00
5.600	1.92	93.62	98.73	98.73	0.00
5.800	1.92	93.62	98.73	98.73	0.00
6.000	1.92	93.62	98.73	98.73	0.00
6.200	1.92	93.62	98.73	98.73	0.00
6.400	1.92	93.62	98.73	98.73	0.00
6.600	1.92	93.62	98.73	98.73	0.00
6.800	1.92	93.62	98.73	98.73	0.00
7.000	1.92	93.62	98.73	98.73	0.00
7.200	1.92	93.62	98.73	98.73	0.00
7.400	1.92	93.62	98.73	98.73	0.00
7.600	1.92	93.62	98.73	98.73	0.00
7.800	1.92	93.62	98.73	98.73	0.00
8.000	1.92	93.62	98.73	98.73	0.00

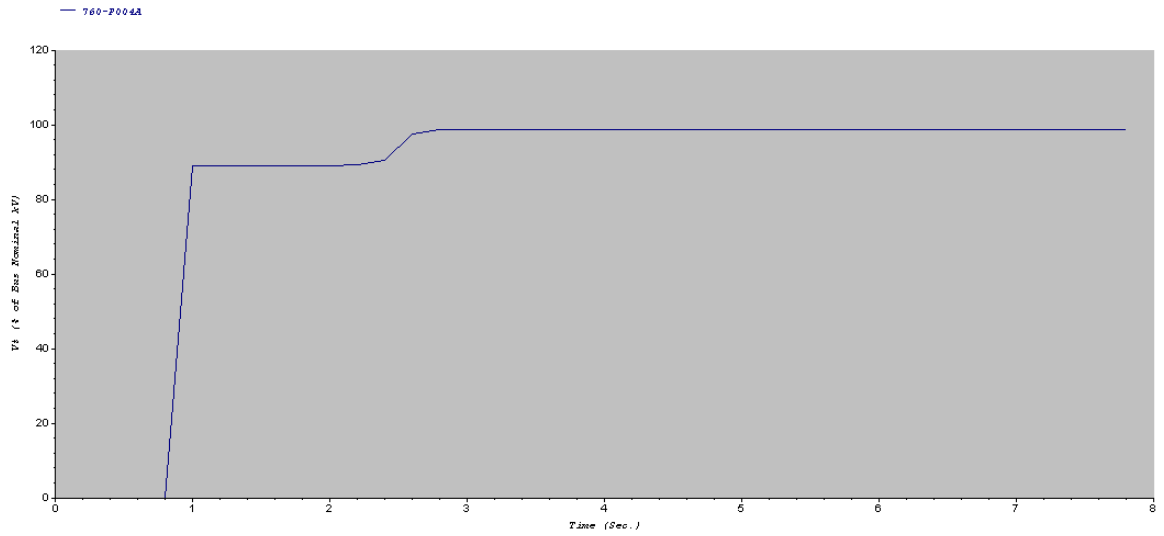
Project:
Location:
Contract:
Engineer:
Filename: DOMENICO

ETAP PowerStation
4.0.0C

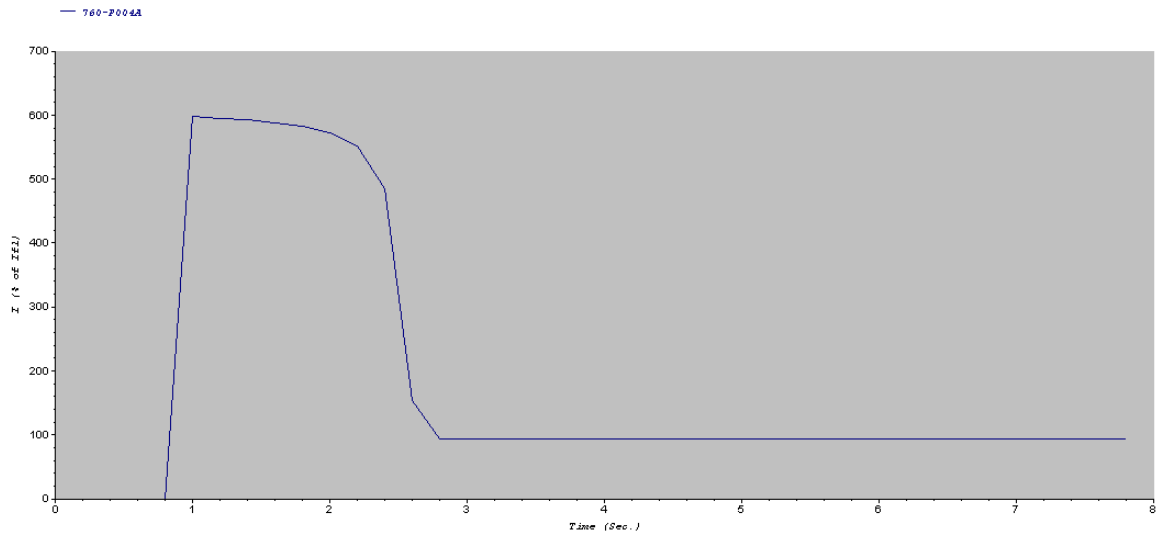
Study Case: Arranque de 760-P004A
Condición normal de operación

Pages:2
Date: 10-19-2007
SN: KLGCONSULT
Revision: Base
Config.: Normal

Motor Terminal Voltage



Motor Current



Project:
 Location:
 Contract:
 Engineer:
 Filename: DOMENICO

ETAP PowerStation
 4.0.0C

Study Case: Arranque de 740-P001A
 Condición normal de operación TAPS en cero

Pages:2
 Date: 02-19-2008
 SN: KLGCONSULT
 Revision: Base
 Config.: Normal

MOTOR ACCELERATION

Motor ID : 740-P001A

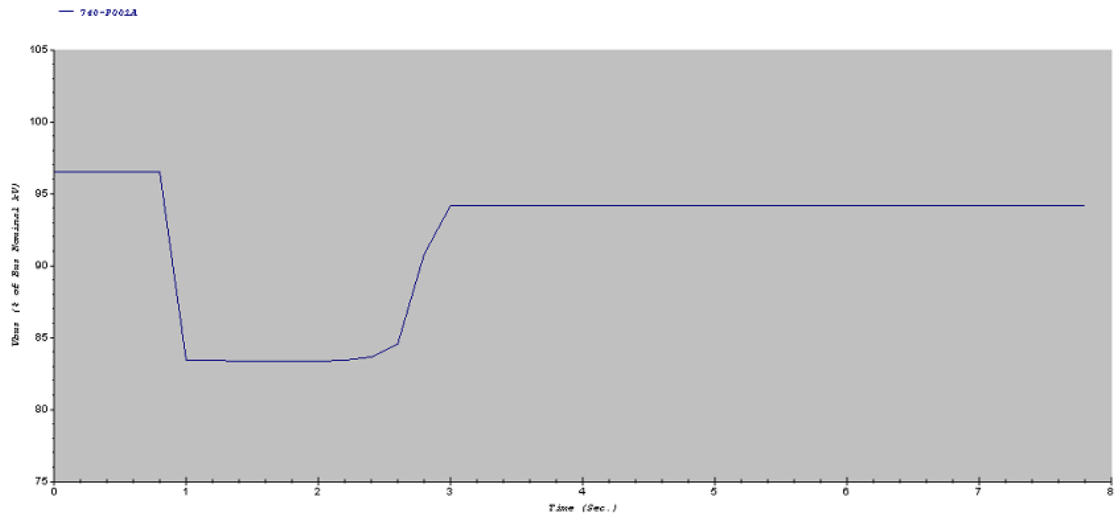
Time (Sec.)	Slip (%)	Current (% of FLA)	Terminal V (%)	Bus V (%)	Acc Torque (%)
0.000	0.00	0.00	96.49	0.00	0.00
0.200	0.00	0.00	96.49	0.00	0.00
0.400	0.00	0.00	96.49	0.00	0.00
0.600	0.00	0.00	96.49	0.00	0.00
0.800	0.00	0.00	96.49	0.00	0.00
1.000	559.47	83.38	83.38	198.62	669.28
1.200	101.89	93.99	94.06	131.35	57.57
1.400	101.89	93.99	94.06	131.35	57.57
1.600	101.89	93.99	94.06	131.35	57.57
1.800	101.89	93.99	94.06	131.35	57.57
2.000	101.89	93.99	94.06	131.35	57.57
2.200	101.89	93.99	94.06	131.35	57.57
2.400	101.89	93.99	94.06	131.35	57.57
2.600	101.89	93.99	94.06	131.35	57.57
2.800	101.89	93.99	94.06	131.35	57.57
3.000	101.89	93.99	94.06	131.35	57.57
3.200	101.89	93.99	94.06	131.35	57.57
3.400	101.89	93.99	94.06	131.35	57.57
3.600	101.89	93.99	94.06	131.35	57.57
3.800	101.89	93.99	94.06	131.35	57.57
4.000	101.89	93.99	94.06	131.35	57.57
4.200	101.89	93.99	94.06	131.35	57.57
4.400	101.89	93.99	94.06	131.35	57.57
4.600	101.89	93.99	94.06	131.35	57.57
4.800	101.89	93.99	94.06	131.35	57.57
5.000	101.89	93.99	94.06	131.35	57.57
5.200	101.89	93.99	94.06	131.35	57.57
5.400	101.89	93.99	94.06	131.35	57.57
5.600	101.89	93.99	94.06	131.35	57.57
5.800	101.89	93.99	94.06	131.35	57.57
6.000	101.89	93.99	94.06	131.35	57.57
6.200	101.89	93.99	94.06	131.35	57.57
6.400	101.89	93.99	94.06	131.35	57.57
6.600	101.89	93.99	94.06	131.35	57.57
6.800	101.89	93.99	94.06	131.35	57.57
7.000	101.89	93.99	94.06	131.35	57.57
7.200	101.89	93.99	94.06	131.35	57.57
7.400	101.89	93.99	94.06	131.35	57.57
7.600	101.89	93.99	94.06	131.35	57.57
7.800	101.89	93.99	94.06	131.35	57.57
8.000	101.89	93.99	94.06	131.35	57.57

Project:
Location:
Contract:
Engineer:
Filename: DOMENICO

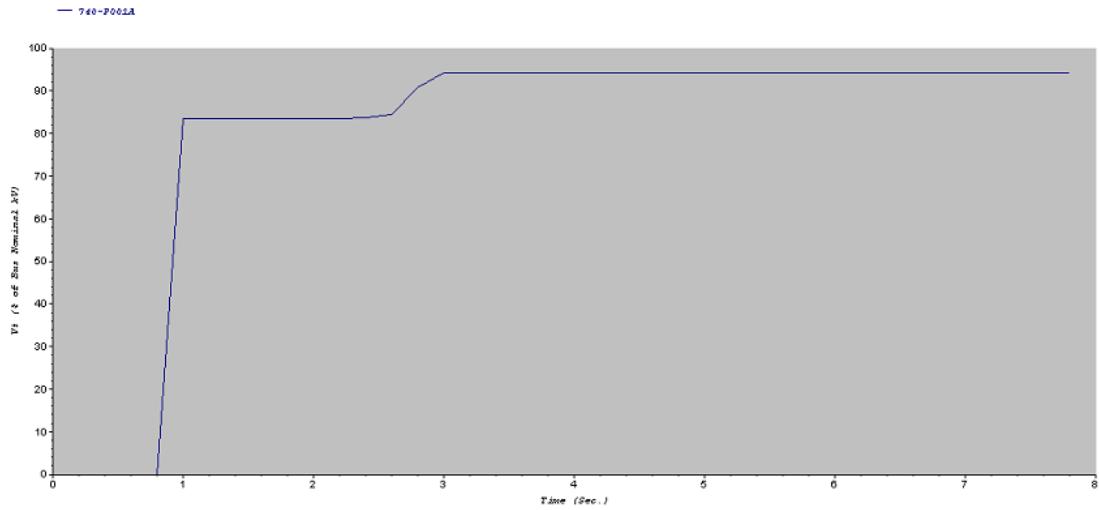
ETAP PowerStation
4.0.0C
Study Case: Arranque de 740-P001A
Condición normal de operación TAPS en cero

Pages:2
Date: 02-19-2008
SN: KLGCONSULT
Revision: Base
Config.: Normal

Bus Voltage



Motor Terminal Voltage



Project:
 Location:
 Contract:
 Engineer:
 Filename: DOMENICO

ETAP PowerStation
 4.0.0C

Study Case: Arranque de 760-P014A
 Condición normal de operación TR-001-04 y -001-05 de 5MVA c/u

Pages:2
 Date: 02-19-2008
 SN: KLGCONSULT
 Revision: Base
 Config.:Normal

MOTOR ACCELERATION

Motor ID : 760-P014A

Time (Sec.)	Slip (%)	Current (% of FLA)	Terminal V (%)	Bus V (%)	Acc Torque (%)
0.000	100.00	0.00	0.00	97.62	0.00
0.200	100.00	0.00	0.00	97.62	0.00
0.400	100.00	0.00	0.00	97.62	0.00
0.600	100.00	0.00	0.00	97.62	0.00
0.800	100.00	0.00	0.00	97.62	0.00
1.000	99.96	400.71	84.96	84.96	6.58
1.200	99.19	400.68	84.96	84.96	7.31
1.400	98.33	400.64	84.96	84.96	8.09
1.600	97.39	400.60	84.95	84.95	8.93
1.800	96.34	400.55	84.95	84.95	9.82
2.000	95.20	400.50	84.95	84.95	10.76
2.200	93.94	400.43	84.95	84.95	11.75
2.400	92.58	400.37	84.95	84.95	12.77
2.600	91.10	400.29	84.95	84.95	13.81
2.800	89.50	400.20	84.95	84.95	14.87
3.000	87.79	400.11	84.95	84.95	15.93
3.200	85.96	400.00	84.95	84.95	16.98
3.400	84.01	399.87	84.95	84.95	17.99
3.600	81.96	399.74	84.95	84.95	18.96
3.800	79.80	399.59	84.95	84.95	19.87
4.000	77.54	399.42	84.96	84.96	20.70
4.200	75.19	399.23	84.96	84.96	21.45
4.400	72.77	399.02	84.96	84.96	22.11
4.600	70.28	398.78	84.96	84.96	22.68
4.800	67.73	398.52	84.96	84.96	23.15
5.000	65.14	398.23	84.96	84.96	23.53
5.200	62.51	397.90	84.96	84.96	23.83
5.400	59.84	397.53	84.97	84.97	24.06
5.600	57.16	397.12	84.97	84.97	24.24
5.800	54.46	396.66	84.98	84.98	24.40
6.000	51.74	396.13	84.98	84.98	24.56
6.200	49.00	395.53	84.99	84.99	24.75
6.400	46.23	394.83	85.00	85.00	25.03
6.600	43.43	394.00	85.02	85.02	25.43
6.800	40.57	393.02	85.04	85.04	26.04
7.000	37.63	391.81	85.06	85.06	26.97
7.200	34.55	390.27	85.10	85.10	28.37
7.400	31.29	388.23	85.15	85.15	30.52
7.600	27.71	385.30	85.23	85.23	33.94
7.800	23.63	380.61	85.37	85.37	39.77
8.000	18.63	371.43	85.69	85.69	50.93

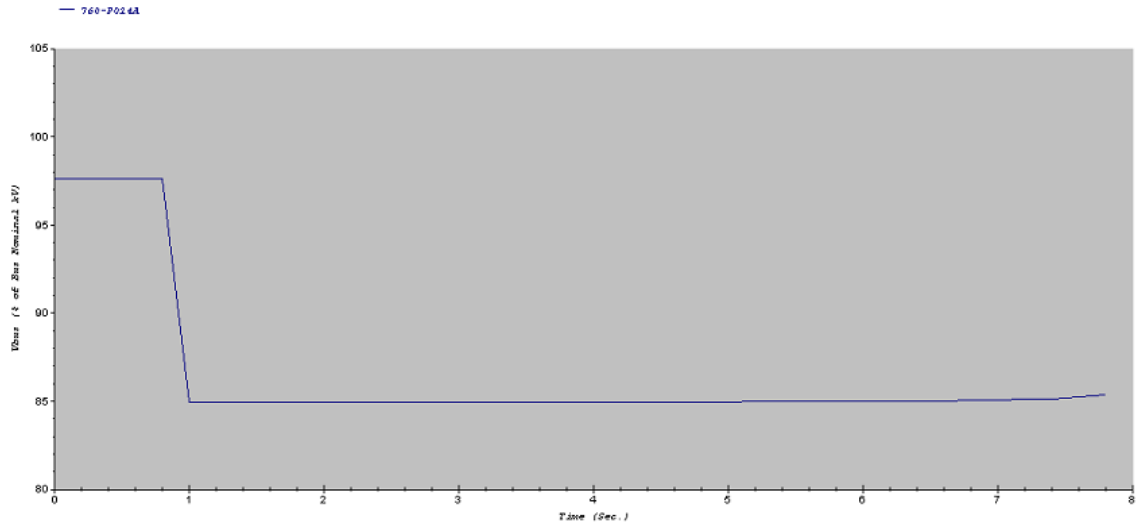
Project:
Location:
Contract:
Engineer:
Filename: DOMENICO

ETAP PowerStation
4.0.0C

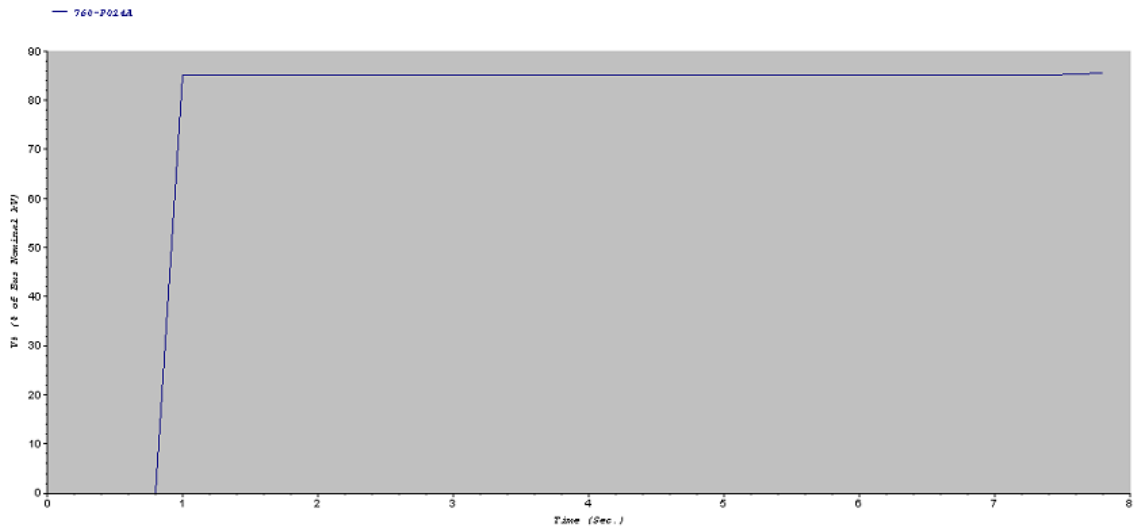
Study Case: Arranque de 760-P014A
Condición normal de operación TR-001-04 y -001-05 de 5MVA c/u

Pages:2
Date: 02-19-2008
SN: KLGCONSULT
Revision: Base
Config.:Normal

Bus Voltage



Motor Terminal Voltage



[ANEXO N° 4]

Diseño de los Centros de Control de Motores (CCM)

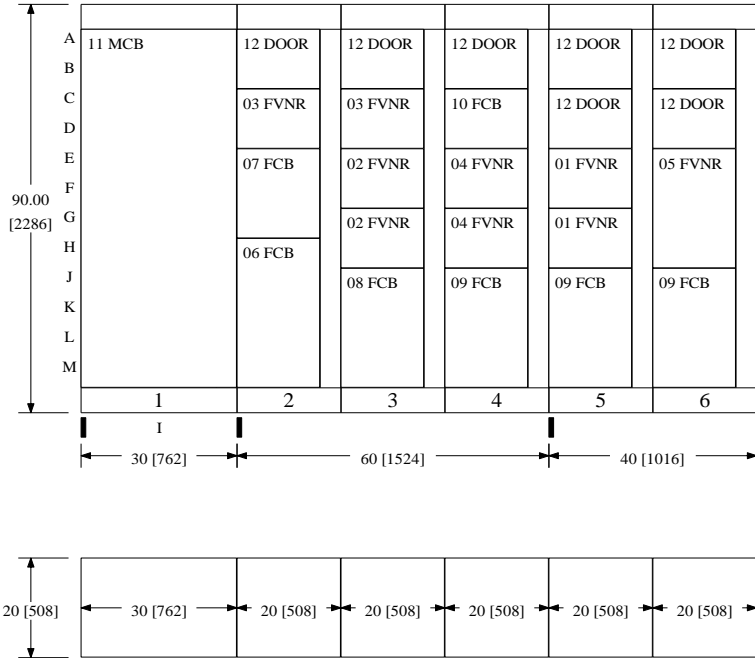
Para el diseño de los centros de control de motores se utilizó el software CenterONE version 3.71 (ver anexo 24), este software nos permite obtener una posible configuración de un centro de control de motores que se adapta a las necesidades que se requieren para suministrar energía eléctrica a los motores en baja tensión (480V), a continuación se muestran los resultados obtenidos con el programa de diseño

QTY	UNIT DESCRIPTION
2	Full Voltage Non-Reversing Starter - 15 HP with Circuit Breaker Instantaneous
2	Full Voltage Non-Reversing Starter - 0.5 HP with Circuit Breaker Instantaneous
2	Full Voltage Non-Reversing Starter - 7.5 HP with Circuit Breaker Instantaneous
2	Full Voltage Non-Reversing Starter - 10 HP with Circuit Breaker Instantaneous
1	Full Voltage Non-Reversing Starter - 100 HP with Circuit Breaker Instantaneous
1	Feeder 3-Pole Circuit Breaker - 800A Frame Rating - Bottom Mounted with 700A Trip
1	Feeder 3-Pole Circuit Breaker - 225A Frame Rating with 175A Trip
1	Feeder 3-Pole Circuit Breaker - 400A Frame Rating - Bottom Mounted with 250A Trip
3	Feeder 3-Pole Circuit Breaker - 400A Frame Rating - Bottom Mounted with 300A Trip
1	Feeder 3-Pole Circuit Breaker - 150A Frame Rating with 60A Trip
1	Main 3-Pole Circuit Breaker - 2000A Frame Rating - Bottom Mounted with 2000A Trip
7	Blank Unit Door - 1.0 Space Factor

Note: Additional description report printouts, specific to this MCC available upon request include:

- Detailed Unit and Option description - one Unit ID per page.
- Spreadsheet printout with Unit Catalog numbers and Options.
- Spreadsheet printout with Unit Nameplate legend data.
- Spreadsheet printout with Unit Heater Element data.

Rockwell Automation/Allen-Bradley
CENTERONE MOTOR CONTROL CENTER LINE-UP



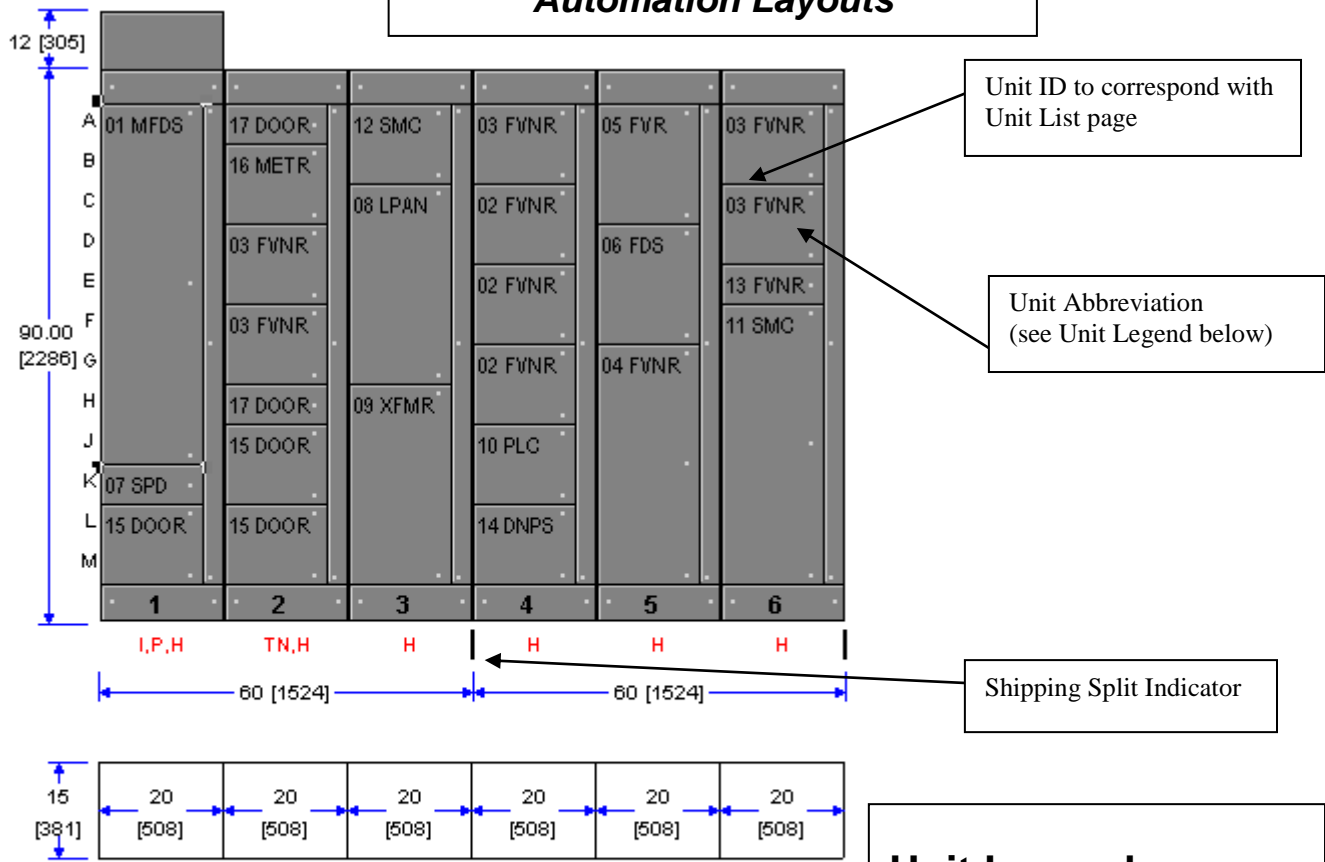
NOTE : Dimensions are subject to change after design review.
ENCLOSURE : 1 - General Purpose

SECTION CODE LEGEND

6 = 600 amp vertical bus in section	N = Neutral connection plate in section
9 = 9-inch wireway section	P = Pull box mounted on top of section
C = Corner section	V = 9-inch wireway has Vertical Neutral Bus
H = Horizontal Neutral Bus	W = Implicit 9-inch wireway in section
I = Incoming line in section	

CUSTOMER : PDH
SALESPERSON :
MCC : CCM001
REF NUM : 0/1
DATE/TIME : 10/09/07 / 14:39:42

Understanding Rockwell Automation Layouts



ENCLOSURE : 1 - General Purpose

SECTION CODE LEGEND

- 6 = 600 amp vertical bus in section
- 9 = 9-inch wireway section
- C = Corner section
- H = Horizontal Neutral Bus
- I = Incoming line in section
- N = Neutral connection plate in section
- P = Pull box mounted on top of section
- V = 9-inch wireway has Vertical Neutral Bus
- W = Implicit 9-inch wireway in section

SPACE FACTOR (SF): A space factor is 13.0 inches (330 mm) of vertical height.

Unit Legend

- FVLC — Full Voltage Lighting Contactor
- FVR — Full Voltage Reversing Starter
- FVNR — Full Voltage Non-Reversing Starter
- TS2W — Two Speed 2-Winding Starter
- TS1W — Two Speed 1-Winding Starter
- TSR2W — Two Speed Reversing 2-Winding
- TSR1W — Two Speed Reversing 1-Winding
- RVAT — Reduced Voltage Autotransformer
- MLUG — Main Incomer Lug Compartment
- FLUG — Feeder Lug Compartment
- METR — Metering Compartments
- MFDS — Main Incomer Fused Disconnect Switch
- FDS — Feeder Fused Disconnect Switch
- MCB — Main Incomer Circuit Breaker
- FCB — Feeder Circuit Breaker
- LPAN — Frame Mounted Lighting Panel
- XFMR — Control & Lighting Transformer Unit
- SMC — Combination Solid-State Motor

**Allen-Bradley Company – Packaged Control Products Division
2100 Motor Control Center – Structure and Unit Specifications**

Quotation Prepared For: PDH By Salesperson:
MCC Name: CCM002 A-B Reference: 00000000 / 0001
Line Voltage / Frequency: 480 Volts / 60 Hertz Date / Time: 10/09/07 - 14:38
Class I Wiring Type: B-T Control and Power Terminal Blocks
NEMA Enclosure Type: 1 - General Purpose

STANDARD STRUCTURE / SECTION SPECIFICATIONS

QTY	STANDARD STRUCTURE / SECTION SPECIFICATION	DELV. PROG.
1	POWER SYSTEM - WYE, 3PH, 3W, SOLIDLY GRNDED	SCII
4	BASIC SECTION(S)	SCII
4	MAIN BUS 1200A COPPER/TIN	SCII
4	0.25" X 1" HORZ GRND BUS - BOTTOM	SCII
4	65,000 AMP BUS BRACING	SCII
1	GROUND BUS SPLICE KIT: ONE 0.25" X 1"	SCII
1	POWER BUS SPLICE KIT 1200A CU/SN	SCII

STARTER / UNIT SPECIFICATIONS

ID	QTY	CATALOG NUMBER	SF	DELV. PROG.
1	1	2193MB-GKC-56CM	3.5	SCII
2	3	2113B-DAB-6P-45CA	1.5	SCI
3	1	2113B-CAB-6P-43CA	1.0	SCI
4	2	2113B-DAB-6P-46CA	1.5	SCI
5	2	2113B-BAB-6P-33CA	1.0	SCI
6	2	2193F-BKC-41CM	1.0	SCI
7	1	2193F-CKC-44CM	1.5	SCI
8	1	2193F-AKC-36CM	1.0	SCI
9	4	2100-BK10	1.0	SCI
10	3	2100-BK05	.5	SCI
		DOCUMENTATION - WITHIN EACH UNIT		
	20	NAMEPLATES (ENGRAVED ACRYLIC)		SCI

Total Space Factors Used = 24.0

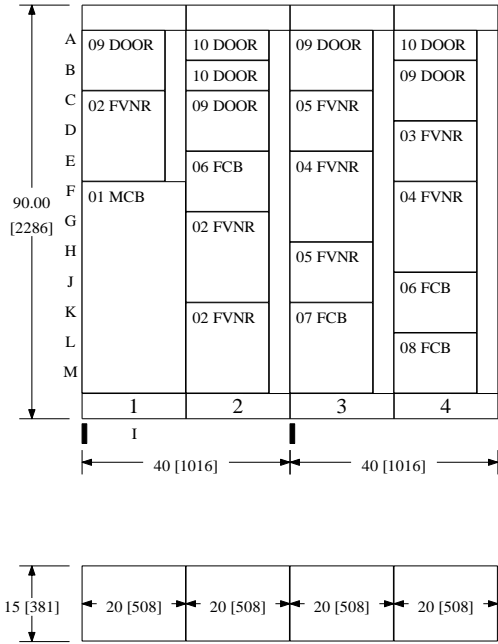
Delivery Program Type = SCII

QTY	UNIT DESCRIPTION
1	Main 3-Pole Circuit Breaker - 1200A Frame Rating - Bottom Mounted with 1200A Trip
3	Full Voltage Non-Reversing Starter - 30 HP with Circuit Breaker Instantaneous
1	Full Voltage Non-Reversing Starter - 20 HP with Circuit Breaker Instantaneous
2	Full Voltage Non-Reversing Starter - 40 HP with Circuit Breaker Instantaneous
2	Full Voltage Non-Reversing Starter - 0.5 HP with Circuit Breaker Instantaneous
2	Feeder 3-Pole Circuit Breaker - 150A Frame Rating with 125A Trip
1	Feeder 3-Pole Circuit Breaker - 225A Frame Rating with 200A Trip
1	Feeder 3-Pole Circuit Breaker - 150A Frame Rating with 60A Trip
4	Blank Unit Door - 1.0 Space Factor
3	Blank Unit Door - 0.5 Space Factor

Note: Additional description report printouts, specific to this MCC available upon request include:

- Detailed Unit and Option description - one Unit ID per page.
- Spreadsheet printout with Unit Catalog numbers and Options.
- Spreadsheet printout with Unit Nameplate legend data.
- Spreadsheet printout with Unit Heater Element data.

Rockwell Automation/Allen-Bradley
CENTERONE MOTOR CONTROL CENTER LINE-UP



NOTE : Dimensions are subject to change after design review.

ENCLOSURE : 1 - General Purpose

SECTION CODE LEGEND

6 = 600 amp vertical bus in section	N = Neutral connection plate in section
9 = 9-inch wireway section	P = Pull box mounted on top of section
C = Corner section	V = 9-inch wireway has Vertical Neutral Bus
H = Horizontal Neutral Bus	W = Implicit 9-inch wireway in section
I = Incoming line in section	

CUSTOMER : PDH
 SALESPERSON :
 MCC : CCM002
 REF NUM : 0/1
 DATE/TIME : 10/09/07 / 14:38:28

**Allen-Bradley Company – Packaged Control Products Division
2100 Motor Control Center – Structure and Unit Specifications**

Quotation Prepared For: PDH By Salesperson:
MCC Name: CCM003 A-B Reference: 00000000 / 0001
Line Voltage / Frequency: 480 Volts / 60 Hertz Date / Time: 10/09/07 - 14:35
Class I Wiring Type: B-T Control and Power Terminal Blocks
NEMA Enclosure Type: 1 - General Purpose

STANDARD STRUCTURE / SECTION SPECIFICATIONS

QTY	STANDARD STRUCTURE / SECTION SPECIFICATION	DELV. PROG.
1	POWER SYSTEM - WYE, 3PH, 3W, SOLIDLY GRNDED	SCII
10	BASIC SECTION(S)	SCII
10	20 INCH DEEP SECTION(S)	SCII
10	MAIN BUS 2000A COPPER/TIN	SCII
10	0.25" X 1" HORZ GRND BUS - BOTTOM	SCII
10	65,000 AMP BUS BRACING	SCII
3	GROUND BUS SPLICE KIT: ONE 0.25" X 1"	SCII
3	POWER BUS SPLICE KIT 2000A CU/SN	SCII

STARTER / UNIT SPECIFICATIONS

ID	QTY	CATALOG NUMBER	SF	DELV. PROG.
1	1	2193MB-JKC-60CM	6.0	SCII
2	6	2113B-EAB-6P-49CA	2.0	SCI
3	2	2113B-FAB-6P-52CA	3.5	SCI
4	2	2113B-CAB-6P-42CA	1.0	SCI
5	1	2113B-BAB-6P-41CA	1.0	SCI
6	2	2113B-CAB-6P-43CA	1.0	SCI
7	4	2113B-BAB-6P-33CA	1.0	SCI
8	2	2113B-BAB-6P-37CA	1.0	SCI
9	2	2113B-EAB-6P-48CA	2.0	SCI
10	2	2113B-BAB-6P-35CA	1.0	SCI
11	1	2193F-AKC-32CM	1.0	SCI
12	1	2193F-AKC-31CM	1.0	SCI
13	1	2193F-AKC-36CM	1.0	SCI
14	1	2113B-FAB-6P-51CA	3.5	SCI
15	10	2100-BK10	1.0	SCI
16	3	2100-BK05	.5	SCI
		DOCUMENTATION - WITHIN EACH UNIT		
	41	NAMEPLATES (ENGRAVED ACRYLIC)		SCI

Total Space Factors Used =

Delivery Program Type =

60.0

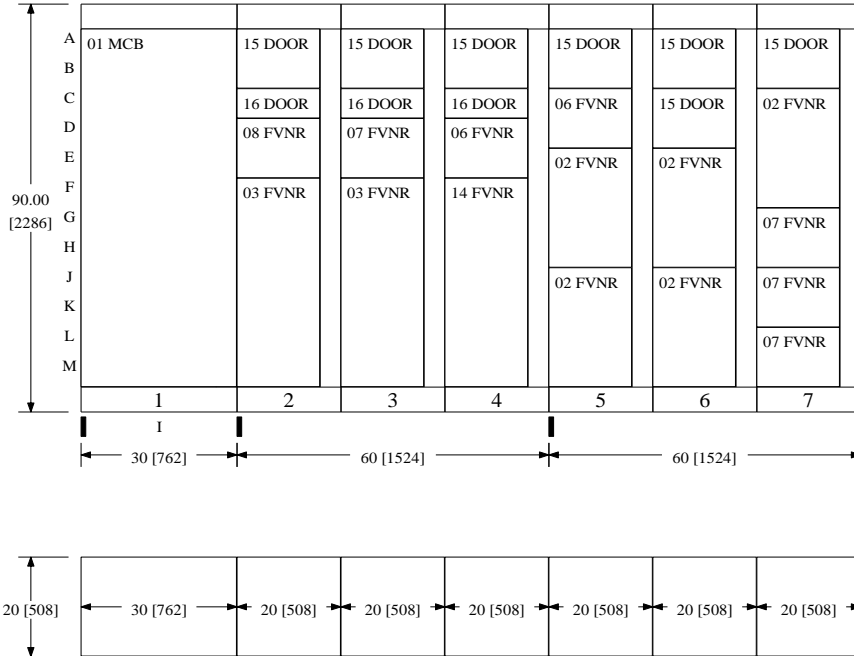
SCII

QTY	UNIT DESCRIPTION
1	Main 3-Pole Circuit Breaker - 2000A Frame Rating - Bottom Mounted with 2000A Trip
6	Full Voltage Non-Reversing Starter - 75 HP with Circuit Breaker Instantaneous
2	Full Voltage Non-Reversing Starter - 150 HP with Circuit Breaker Instantaneous
2	Full Voltage Non-Reversing Starter - 15 HP with Circuit Breaker Instantaneous
1	Full Voltage Non-Reversing Starter - 10 HP with Circuit Breaker Instantaneous
2	Full Voltage Non-Reversing Starter - 20 HP with Circuit Breaker Instantaneous
4	Full Voltage Non-Reversing Starter - 0.5 HP with Circuit Breaker Instantaneous
2	Full Voltage Non-Reversing Starter - 2 HP with Circuit Breaker Instantaneous
2	Full Voltage Non-Reversing Starter - 60 HP with Circuit Breaker Instantaneous
2	Full Voltage Non-Reversing Starter - 1 HP with Circuit Breaker Instantaneous
1	Feeder 3-Pole Circuit Breaker - 150A Frame Rating with 30A Trip
1	Feeder 3-Pole Circuit Breaker - 150A Frame Rating with 20A Trip
1	Feeder 3-Pole Circuit Breaker - 150A Frame Rating with 60A Trip
1	Full Voltage Non-Reversing Starter - 125 HP with Circuit Breaker Instantaneous
10	Blank Unit Door - 1.0 Space Factor
3	Blank Unit Door - 0.5 Space Factor

Note: Additional description report printouts, specific to this MCC available upon request include:

- Detailed Unit and Option description - one Unit ID per page.
- Spreadsheet printout with Unit Catalog numbers and Options.
- Spreadsheet printout with Unit Nameplate legend data.
- Spreadsheet printout with Unit Heater Element data.

Rockwell Automation/Allen-Bradley
CENTERONE MOTOR CONTROL CENTER LINE-UP



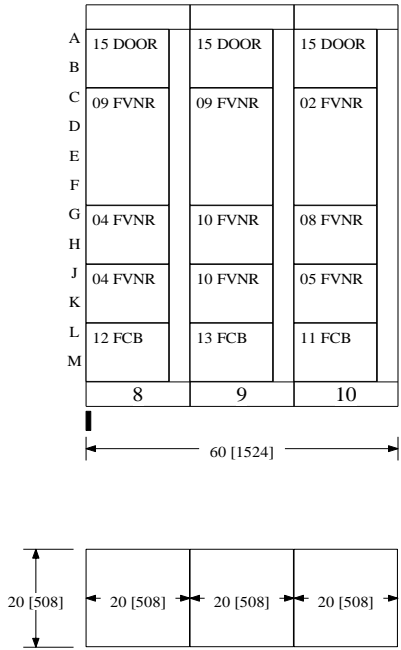
NOTE : Dimensions are subject to change after design review.
ENCLOSURE : 1 - General Purpose

SECTION CODE LEGEND

6 = 600 amp vertical bus in section	N = Neutral connection plate in section
9 = 9-inch wireway section	P = Pull box mounted on top of section
C = Corner section	V = 9-inch wireway has Vertical Neutral Bus
H = Horizontal Neutral Bus	W = Implicit 9-inch wireway in section
I = Incoming line in section	

CUSTOMER : PDH
SALESPERSON :
MCC : CCM003
REF NUM : 0/1
DATE/TIME : 10/09/07 / 14:36:23

Rockwell Automation/Allen-Bradley
CENTERONE MOTOR CONTROL CENTER LINE-UP



NOTE : Dimensions are subject to change after design review.
ENCLOSURE : 1 - General Purpose

SECTION CODE LEGEND

6 = 600 amp vertical bus in section	N = Neutral connection plate in section
9 = 9-inch wireway section	P = Pull box mounted on top of section
C = Corner section	V = 9-inch wireway has Vertical Neutral Bus
H = Horizontal Neutral Bus	W = Implicit 9-inch wireway in section
I = Incoming line in section	

CUSTOMER	: PDH
SALESPERSON	:
MCC	: CCM003
REF NUM	: 0/1
DATE/TIME	: 10/09/07 / 14:36:23

**Allen-Bradley Company – Packaged Control Products Division
2100 Motor Control Center – Structure and Unit Specifications**

Quotation Prepared For: PDH By Salesperson:
MCC Name: CCM004A A-B Reference:00000000 / 0001
Line Voltage / Frequency: 480 Volts / 60 Hertz Date / Time:11/12/07 - 00:29
Class I Wiring Type: B-T Control and Power Terminal Blocks
NEMA Enclosure Type: 1 - General Purpose

STANDARD STRUCTURE / SECTION SPECIFICATIONS

QTY	STANDARD STRUCTURE / SECTION SPECIFICATION	DELV. PROG.
1	POWER SYSTEM - WYE, 3PH, 3W, SOLIDLY GRNDED	SCII
25	BASIC SECTION(S)	SCII
25	20 INCH DEEP SECTION(S)	SCII
25	MAIN BUS 2000A COPPER/TIN	SCII
25	0.25" X 1" HORZ GRND BUS - BOTTOM	SCII
25	65,000 AMP BUS BRACING	SCII
8	GROUND BUS SPLICE KIT: ONE 0.25" X 1"	SCII
8	POWER BUS SPLICE KIT 2000A CU/SN	SCII

STARTER / UNIT SPECIFICATIONS

ID	QTY	CATALOG NUMBER	SF	DELV. PROG.
1	1	2193MB-JKC-60CM	6.0	SCII
2	11	2113B-FAB-6P-51CA	3.5	SCI
3	1	2113B-EAB-6P-49CA	2.0	SCI
4	9	2113B-DAB-6P-47CA	1.5	SCI
5	5	2113B-FAB-6P-52CA	3.5	SCI
6	6	2113B-BAB-6P-39CA	1.0	SCI
7	4	2113B-CAB-6P-43CA	1.0	SCI
8	2	2113B-BAB-6P-41CA	1.0	SCI
9	3	2113B-BAB-6P-40CA	1.0	SCI
10	5	2113B-BAB-6P-38CA	1.0	SCI
11	3	2113B-BAB-6P-37CA	1.0	SCI
12	11	2113B-BAB-6P-35CA	1.0	SCI
13	1	2193F-BKC-42CM	1.0	SCI
14	1	2193F-AKC-30CM	1.0	SCI
15	20	2100-BK10	1.0	SCI
16	10	2100-BK05	.5	SCI
18	5	2113B-DAB-6P-45CA	1.5	SCI
19	1	2113B-CAB-6P-42CA	1.0	SCI
20	1	2193F-AKC-40CM	1.0	SCI

21	1	2193F-AKC-34CM	1.0	SCI
22	1	2193F-AKC-35CM	1.0	SCI
		DOCUMENTATION - WITHIN EACH UNIT		
	102	NAMEPLATES (ENGRAVED ACRYLIC)		SCI

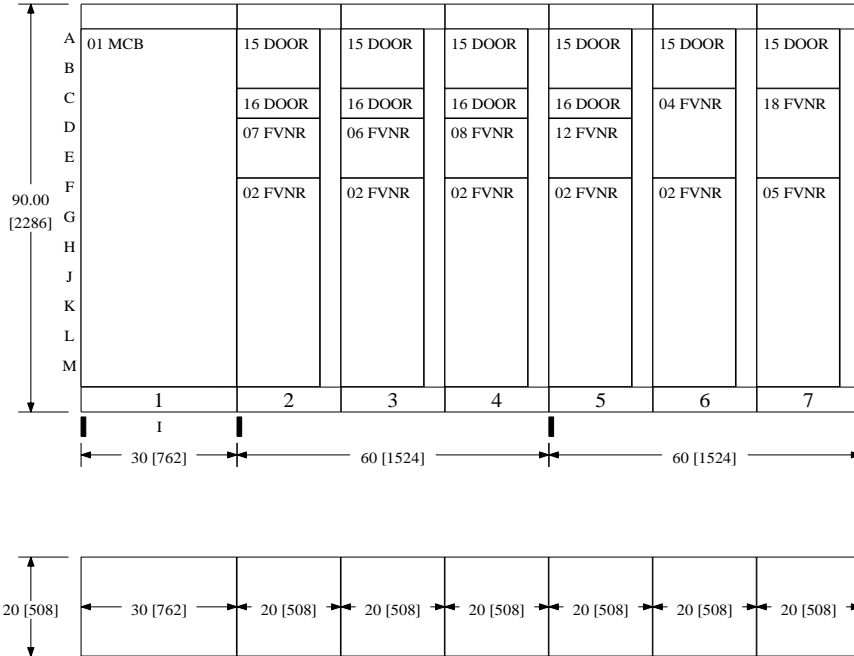
Total Space Factors Used =150.0

Delivery Program Type = SCII

QTY	UNIT DESCRIPTION
1	Main 3-Pole Circuit Breaker - 2000A Frame Rating - Bottom Mounted with 2000A Trip
11	Full Voltage Non-Reversing Starter - 125 HP with Circuit Breaker Instantaneous
1	Full Voltage Non-Reversing Starter - 75 HP with Circuit Breaker Instantaneous
9	Full Voltage Non-Reversing Starter - 50 HP with Circuit Breaker Instantaneous
5	Full Voltage Non-Reversing Starter - 150 HP with Circuit Breaker Instantaneous
6	Full Voltage Non-Reversing Starter - 5 HP with Circuit Breaker Instantaneous
4	Full Voltage Non-Reversing Starter - 20 HP with Circuit Breaker Instantaneous
2	Full Voltage Non-Reversing Starter - 10 HP with Circuit Breaker Instantaneous
3	Full Voltage Non-Reversing Starter - 7.5 HP with Circuit Breaker Instantaneous
5	Full Voltage Non-Reversing Starter - 3 HP with Circuit Breaker Instantaneous
3	Full Voltage Non-Reversing Starter - 2 HP with Circuit Breaker Instantaneous
11	Full Voltage Non-Reversing Starter - 1 HP with Circuit Breaker Instantaneous
1	Feeder 3-Pole Circuit Breaker - 150A Frame Rating with 150A Trip
1	Feeder 3-Pole Circuit Breaker - 150A Frame Rating with 15A Trip
20	Blank Unit Door - 1.0 Space Factor
10	Blank Unit Door - 0.5 Space Factor
5	Full Voltage Non-Reversing Starter - 30 HP with Circuit Breaker Instantaneous
1	Full Voltage Non-Reversing Starter - 15 HP with Circuit Breaker Instantaneous
1	Feeder 3-Pole Circuit Breaker - 150A Frame Rating with 100A Trip
1	Feeder 3-Pole Circuit Breaker - 150A Frame Rating with 40A Trip

QTY	UNIT DESCRIPTION
1	Feeder 3-Pole Circuit Breaker - 150A Frame Rating with 50A Trip

Rockwell Automation/Allen-Bradley
CENTERONE MOTOR CONTROL CENTER LINE-UP



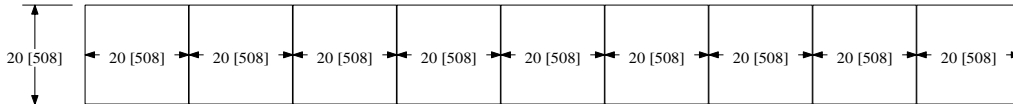
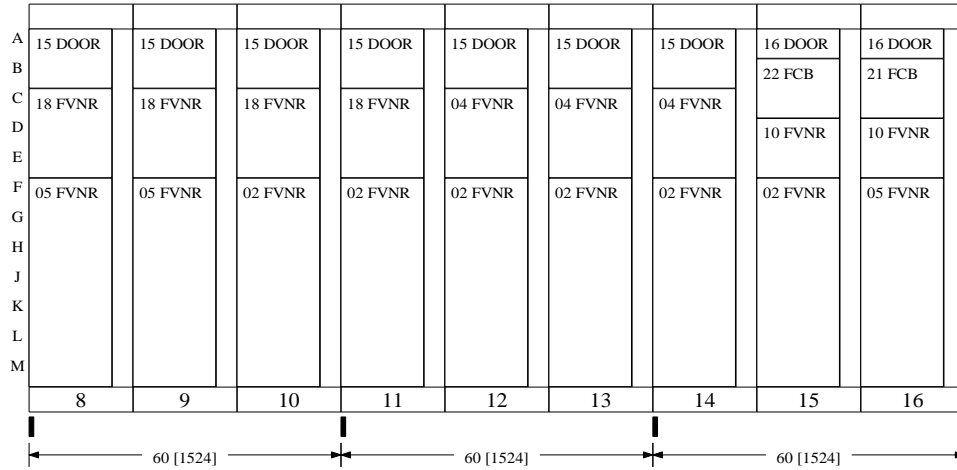
NOTE : Dimensions are subject to change after design review.
ENCLOSURE : 1 - General Purpose

SECTION CODE LEGEND

6 = 600 amp vertical bus in section	N = Neutral connection plate in section
9 = 9-inch wireway section	P = Pull box mounted on top of section
C = Corner section	V = 9-inch wireway has Vertical Neutral Bus
H = Horizontal Neutral Bus	W = Implicit 9-inch wireway in section
I = Incoming line in section	

CUSTOMER : PDH
SALESPERSON :
MCC : CCM004A
REF NUM : 0/1
DATE/TIME : 11/12/07 / 00:30:40

Rockwell Automation/Allen-Bradley
CENTERONE MOTOR CONTROL CENTER LINE-UP



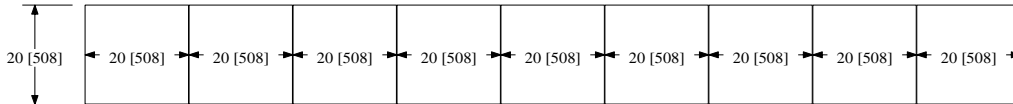
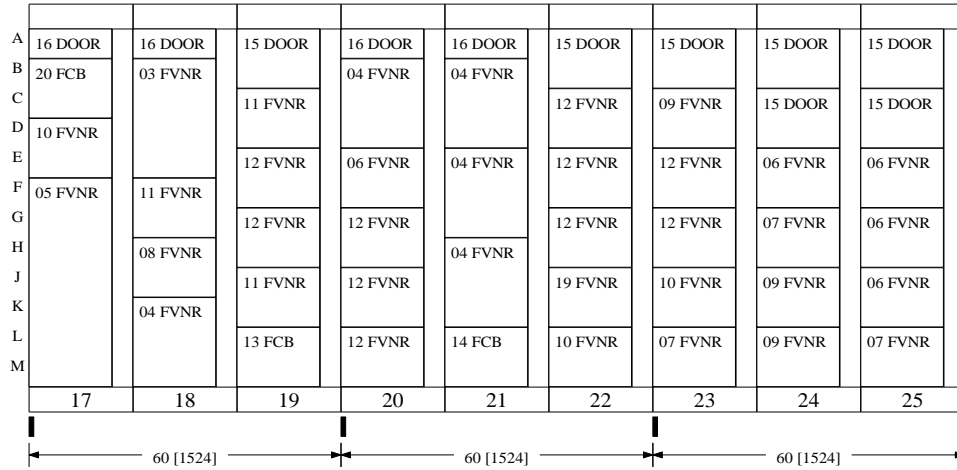
NOTE : Dimensions are subject to change after design review.
ENCLOSURE : 1 - General Purpose

SECTION CODE LEGEND

6 = 600 amp vertical bus in section	N = Neutral connection plate in section
9 = 9-inch wireway section	P = Pull box mounted on top of section
C = Corner section	V = 9-inch wireway has Vertical Neutral Bus
H = Horizontal Neutral Bus	W = Implicit 9-inch wireway in section
I = Incoming line in section	

CUSTOMER : PDH
SALESPERSON :
MCC : CCM004A
REF NUM : 0/1
DATE/TIME : 11/12/07 / 00:30:40

Rockwell Automation/Allen-Bradley
CENTERONE MOTOR CONTROL CENTER LINE-UP



NOTE : Dimensions are subject to change after design review.
ENCLOSURE : 1 - General Purpose

SECTION CODE LEGEND

6 = 600 amp vertical bus in section	N = Neutral connection plate in section
9 = 9-inch wireway section	P = Pull box mounted on top of section
C = Corner section	V = 9-inch wireway has Vertical Neutral Bus
H = Horizontal Neutral Bus	W = Implicit 9-inch wireway in section
I = Incoming line in section	

CUSTOMER : PDH
SALESPERSON :
MCC : CCM004A
REF NUM : 0/1
DATE/TIME : 11/12/07 / 00:30:40

The details of the proposed motor control center are as follows:

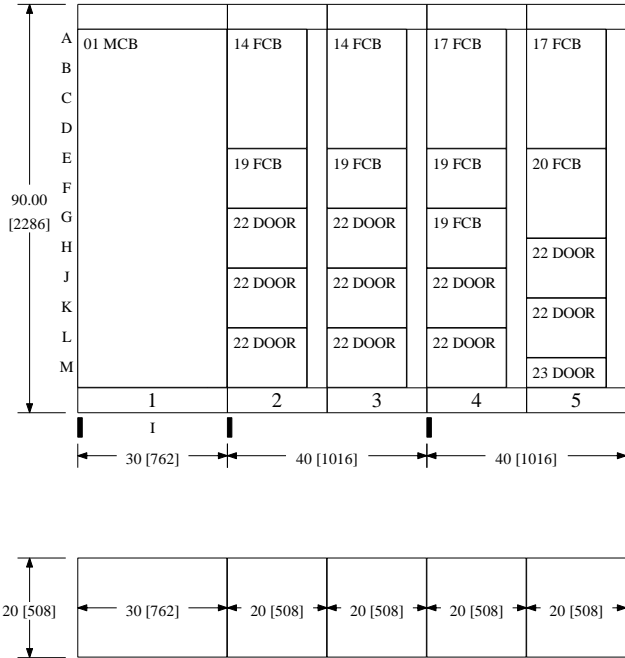
CATEGORY	DESCRIPTION
Total Section(s)	5
Total Shipping Block(s)	3
Section Depth	Front Mounted, 20" Deep
Section Height	90" High
Enclosure	1 - General Purpose
Designed For Use With	Power System Type: Wye, 3-phase, 3-wire with solidly grounded neutral
MCC Connection Type	Main Circuit Breaker
Incoming Cable Entry	Bottom, Section 1
Main Bus Rating	2000A
Main Bus Material	Copper / Tin Plated
Main Bus Bracing	65kA (rms symmetrical)
Horizontal Ground Bus	1/4" X 1", Bottom, Unplated Copper
Vertical Ground Bus	Plug-in Zinc Plated Steel
Stab Opening Protection	None
Master Nameplate	No

QTY	UNIT DESCRIPTION
1	Main 3-Pole Circuit Breaker - 2000A Frame Rating - Bottom Mounted with 1200A Trip
2	Feeder 3-Pole Circuit Breaker - 400A Frame Rating - Top Mounted with 350A Trip
2	Feeder 3-Pole Circuit Breaker - 400A Frame Rating - Top Mounted with 300A Trip
4	Feeder 3-Pole Circuit Breaker - 150A Frame Rating with 50A Trip
1	Feeder 3-Pole Circuit Breaker - 225A Frame Rating with 200A Trip
10	Blank Unit Door - 1.0 Space Factor
1	Blank Unit Door - 0.5 Space Factor

Note: Additional description report printouts, specific to this MCC available upon request include:

- Detailed Unit and Option description - one Unit ID per page.
- Spreadsheet printout with Unit Catalog numbers and Options.
- Spreadsheet printout with Unit Nameplate legend data.
- Spreadsheet printout with Unit Heater Element data.

Rockwell Automation/Allen-Bradley
CENTERONE MOTOR CONTROL CENTER LINE-UP



NOTE : Dimensions are subject to change after design review.

ENCLOSURE : 1 - General Purpose

SECTION CODE LEGEND

6 = 600 amp vertical bus in section	N = Neutral connection plate in section
9 = 9-inch wireway section	P = Pull box mounted on top of section
C = Corner section	V = 9-inch wireway has Vertical Neutral Bus
H = Horizontal Neutral Bus	W = Implicit 9-inch wireway in section
I = Incoming line in section	

CUSTOMER : PDH
SALESPERSON :
MCC : CCM004A
REF NUM : 0/1
DATE/TIME : 12/06/07 / 14:09:16

[ANEXO N° 5]

Lista de cargas de las edificaciones

Tabla A5.1. Lista de cargas en la sala de control.

Tipo Carga	Tensión (V)	Potencia (VA)
A/A 10 TON	480	22614
A/A 10 TON	480	22614
A/A 6 TON	480	12657
A/A 2 TON	480	4219
A/A 2 TON	480	4219
Sistema UPS	480	25000
2 Transformadores	480	60000
Iluminación	120	5086
Tomacorrientes	120	9750
Ventilador centrifugo	120	1000
Consola sala de control	120	1800
Extractor centrifugo	120	67
Consola PCP	120	1200

Tabla A5.2. Lista de cargas en el laboratorio.

Tipo Carga	Tensión (V)	Potencia (VA)
A/A 40 TON	480	81378
A/A 6 TON	480	12657
Transformador	480	30000
Iluminación	208	1416
A/A 5 TON	208	6968
Tomacorrientes	208	750
Iluminación	120	2107
Tomacorrientes	120	7000
Gabinete de seguridad biológica	120	1064
Sistema de detección de incendio	120	600

Tabla A5.3. Lista de cargas la sala de cambio de operadores.

Tipo Carga	Tensión (V)	Potencia (VA)
Iluminación	120	1754
Tomacorrientes	120	2160

Tabla A5.4. Lista de cargas en el edificio de administración y oficinas

Tipo Carga	Tensión (V)	Potencia (VA)
A/A 15 TON	480	25896
A/A 15 TON	480	25896
Transformador	480	30000
Iluminación	120	4259
Tomacorrientes	120	13800
Sistema de detección de incendio	120	600

Tipo Carga	Tensión (V)	Potencia (VA)
Sistema CCTV	120	1600

Tabla A5.5. Lista de cargas en el taller de mantenimiento.

Tipo Carga	Tensión (V)	Potencia (VA)
Torno mediano	480	83787
Tomacorriente de soldadura	480	50000
Taladro	480	2200
Puente grúa	480	16000
Compresor	480	5298
Transformador	480	45000
A/A 6 TON	208	9276
A/A 5 TON	208	6968
Iluminación	208	5588
Prensa hidráulica	208	2120
Tomacorrientes taller	208	10000
Iluminación	120	3214
Tomacorrientes	120	9340
Sistema de detección de incendio	120	600

Tabla A5.6. Lista de cargas en el almacén de químicos

Tipo Carga	Tensión (V)	Potencia (VA)
Iluminación	208	2826
Iluminación	120	197
Tomacorrientes	120	900

Tabla A5.7. Lista de cargas en la caseta de vigilancia

Tipo Carga	Tensión (V)	Potencia (VA)
Iluminación	208	824
A/A 3 TON	208	4638
Tomacorrientes	120	2000
Iluminación	120	696
Sistema CCTV	120	1600

[ANEXO N° 6]

Iluminación de áreas comunes y subestación (DIALux)

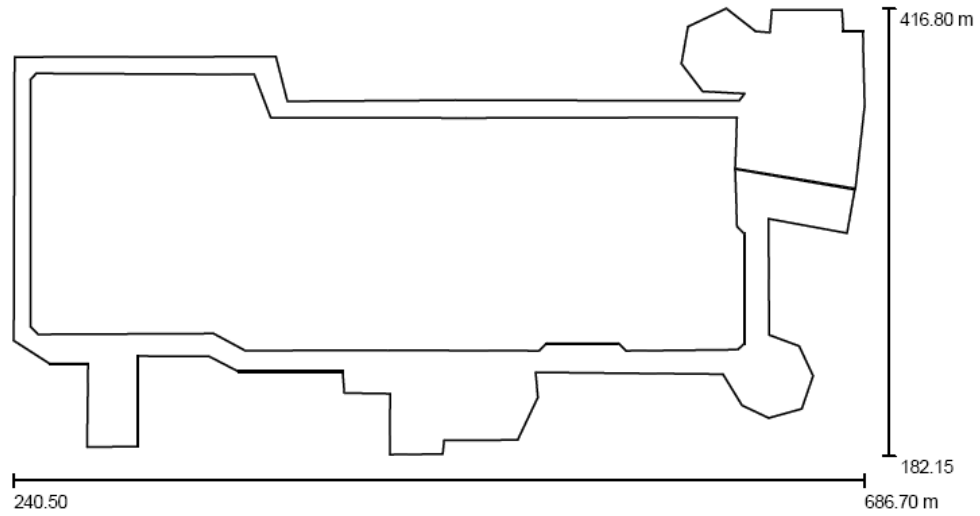
Para hacer el alumbrado de las áreas comunes se utilizó el programa DIALux versión 4.3 este software permite calcular los niveles de lux que se obtienen utilizando diferentes configuraciones de luminarias, ya sea en proyectos interiores, o exteriores, bien sea una edificación o una carretera o area de estacionamiento, la distribución de luminarias se hizo tomando postes de 10 metros de altura del tipo brazo de látigo para areas comunes (vialidad y estacionamientos) y reflectores para el área del patio de transformadores de la subestación, a continuación se muestran los resultados obtenidos con el software y los planos de ubicación de luminarias.

Plano 6.1

Ubicación de luminarias en vialidad y estacionamientos

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Exterior Scene 1 / Floor plan



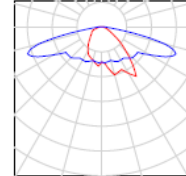
Scale 1 : 3190

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Exterior Scene 1 / Luminaire parts list

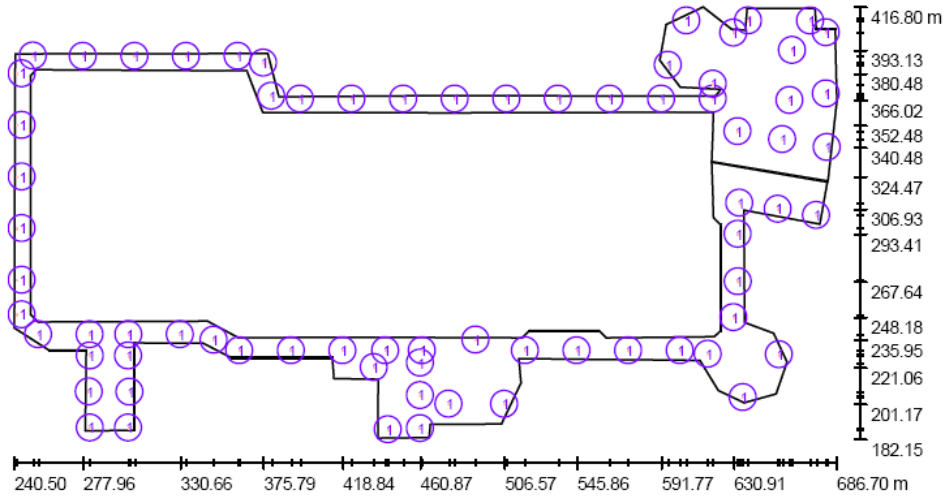
72 Pieces AMERICAN ELECTRIC LIGHTING 325 40M R2
DG 325 SERIES 400W MH TYPE 2 MED SEMI
CUTOFF
Article No.: 325 40M R2 DG
Luminaire Luminous Flux: 34000 lm
Luminaire Wattage: 465 W
Luminaire classification according to CIE: 100
CIE flux code: 36 66 92 100 67
Fitting: 1 x ONE 400-WATT METAL HALIDE.
(Correction Factor 1.000).

See our luminaire
catalog for an image of
the luminaire.



Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Exterior Scene 1 / Luminaires (layout plan)



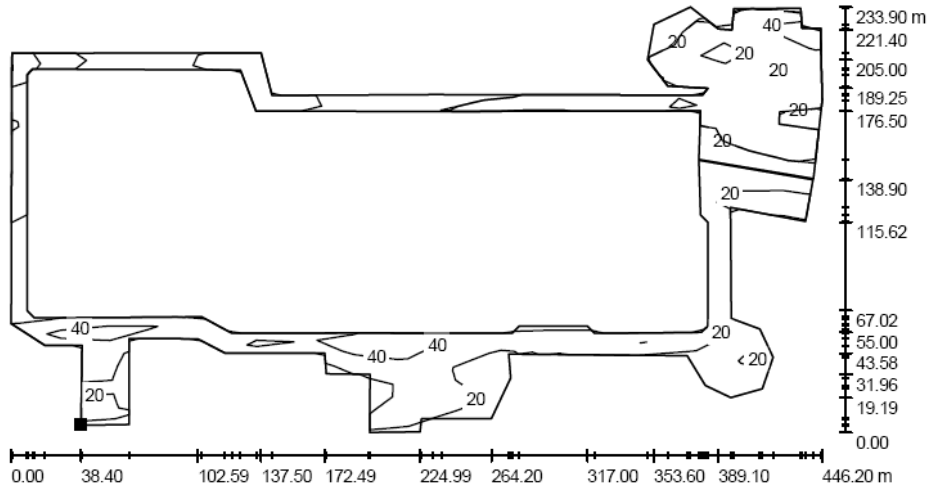
Scale 1 : 3190

Luminaire Parts List

No.	Pieces	Designation
1	72	AMERICAN ELECTRIC LIGHTING 325 40M R2 DG 325 SERIES 400W MH TYPE 2 MED SEMI CUTOFF

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Exterior Scene 1 / Ground Element 1 / Surface 1 / Isolines (E)



Values in Lux, Scale 1 : 3190

Position of surface in external scene:
Marked point:
(278.900 m, 186.800 m, 0.750 m)

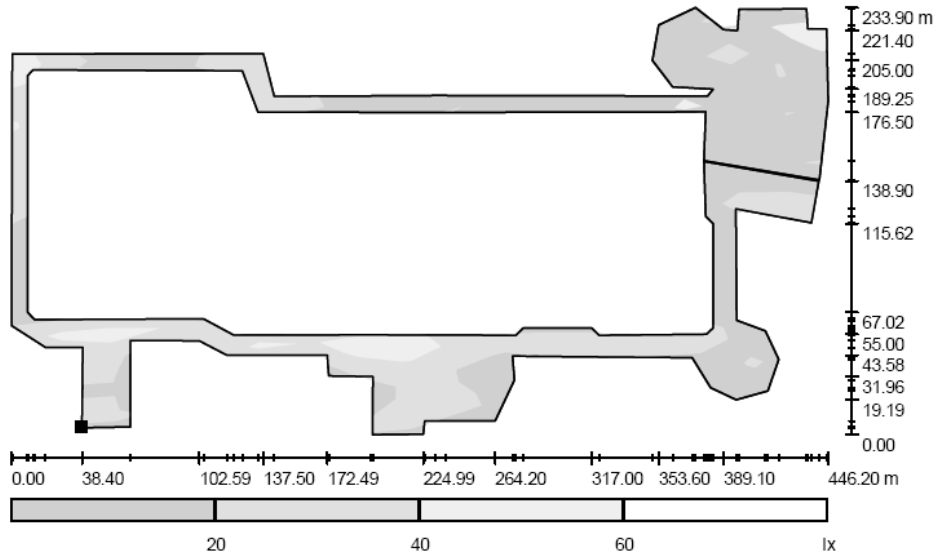


Grid: 17 x 33 Points

E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_{av}	E_{min} / E_{max}
30	4.47	84	0.15	0.05

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Exterior Scene 1 / Ground Element 1 / Surface 1 / Greyscale (E)



Scale 1 : 3190

Position of surface in external scene:
Marked point:
(278.900 m, 186.800 m, 0.750 m)



Grid: 17 x 33 Points

E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_{av}	E_{min} / E_{max}
30	4.47	84	0.15	0.05

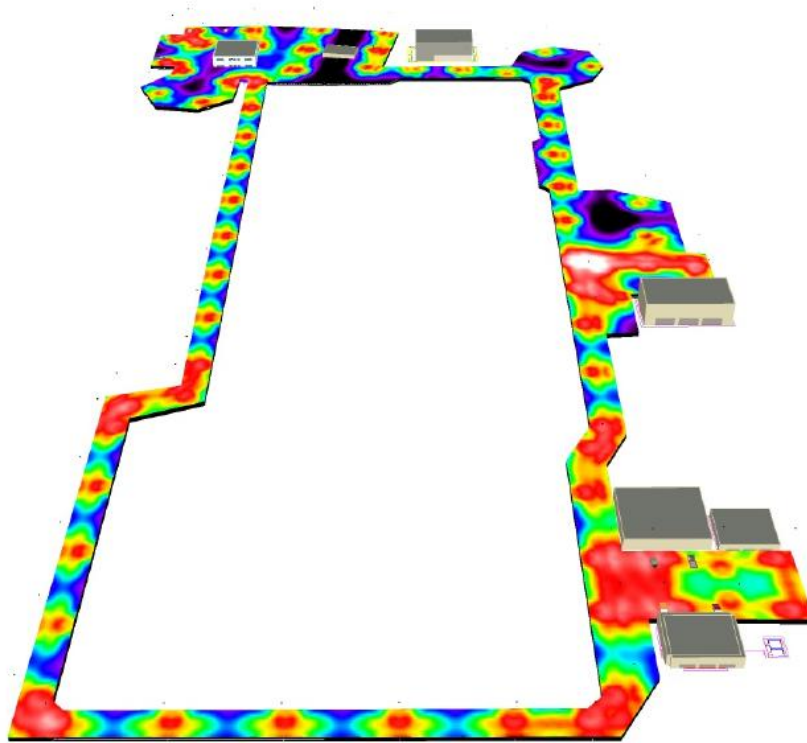
Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Exterior Scene 1 / 3D Rendering



Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Exterior Scene 1 / False Color Rendering




10 15 20 25 30 35 40 45 70 lx

Tipo de luminaria utilizada en patio de transformadores

R - 15



IP: 65
 Clase I: 
 Altura de Montaje: 6 - 15
 Separación Máx.: 1,5 - 2 x Hm



Características:

Reflector de cuerpo rectangular de aluminio inyectado con marco basculante acabado al horno y bastidor regulador de ángulo de enfoque. Posee reflector interno de aluminio texturizado y difusor lumínico de vidrio traslúcido templado. Utiliza bombillo de mercurio, sodio o metal halide de rosca E40.

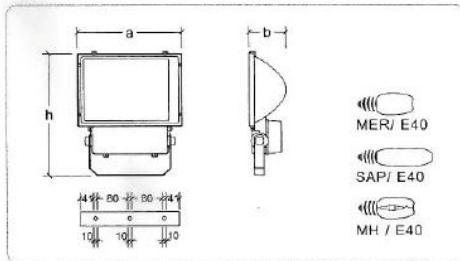
Disponibilidad:

En color negro.

Mantenimiento:

Fácil sustitución del bombillo una vez retirado el difusor de vidrio frontal. Para el acceso a los equipos se ha de retirar la tapa posterior.

Tipo de Bombillo	Voltaje V	Balasto		Dimensiones(mm)			Peso Kg
		Tipo	Figura	a	b	h	
1x250w MER	208/240/277	M	19-20	410	140	500	7.05
1x100w MER	208/240/277	M	21-22	410	140	500	7.60
1x250w SAP	208/240/277	M	26-27	410	140	500	8.10
1x100w SAP	208/240/277	M	28-29	410	140	500	9.60
1x250w NH	208/240/277	M	11-12	410	140	500	7.20
1x250w NH	208/240/277	M	13-14	410	140	500	7.95



+ 56 (212) 532.0595 Master
 ventas@obralux.com - www.obralux.com

97

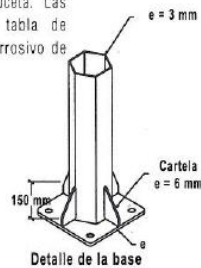
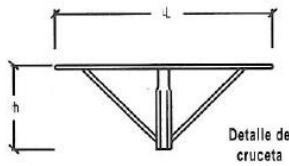
Tipo de poste utilizado en patio de transformadores

Poste Hexagonal Deportivo

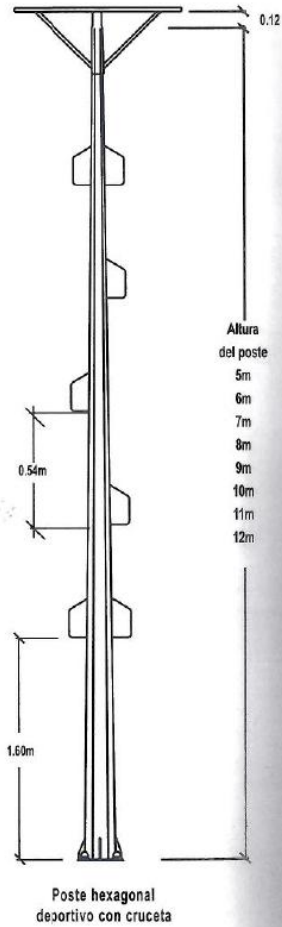


Poste de sección hexagonal y tronco piramidal con 12,7 mm/m de conicidad fabricado con láminas de acero ASTM A-36 de 3mm de espesor cortado y doblado en frío en tramos estándares unidos transversalmente a la longitud del poste mediante refuerzos internos. Fijado a una base cuadrada de acero con agujeros para los pernos de anclaje y el cableado y que sirve de asiento para su fijación en un pedestal de concreto por medio de tuercas. El poste tiene en la parte inferior un refuerzo de cuatro cartelas de forma triangular soldadas a éste y a la base cuadrada de acero como se muestra en la figura detalle de la base y cartela. Las escaleras están construidas con barras estriadas de acero ASTM 1010 de 1/2" de diámetro colocadas a partir de 1,60 m, con 54 cm de contrahuella. Al poste hexagonal se le aplica un fondo anticorrosivo de cromato de zinc. Las dimensiones del poste, la base y los pernos se especifican en las figuras y tabla contigua. Los postes se fabrican de acuerdo a la norma venezolana COVENIN 323:1997

Cruceta: para montar en el tope del poste hexagonal deportivo, se fabrica en acero ASTM A-36 cortado y estampado al frío, el extremo consta de una base de lámina de 3mm reforzada por ángulos como muestra la figura de detalle de cruceta. Las dimensiones de la cruceta se muestran en la tabla de dimensiones de cruceta. Se le aplica un fondo anticorrosivo de cromato de zinc.



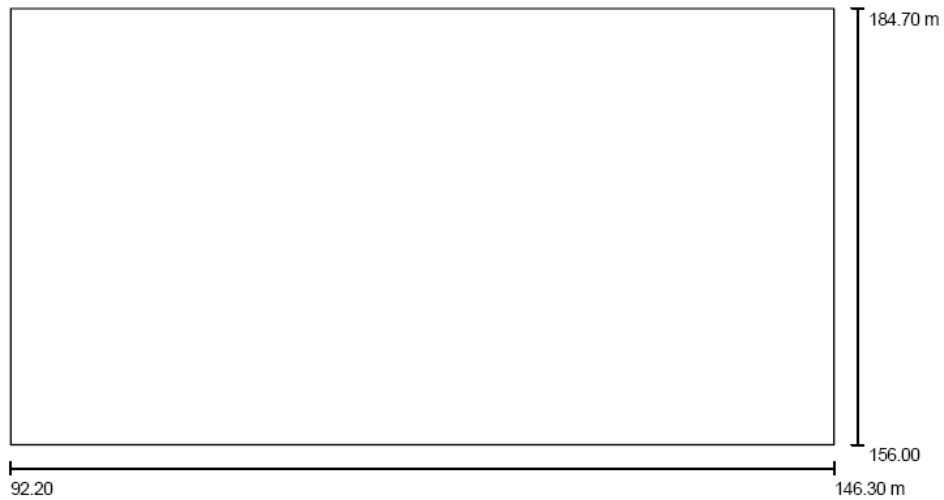
Dimensiones de Crucetas		
Cruceta	L (mm)	h (mm)
40	400	480
60	600	480
80	800	480
100	1000	480
120	1200	480



Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Patio de Transformadores

Exterior Scene 1 / Planning data



Light loss factor: 0.80, ULR (Upward Light Ratio): 21.5%

Scale 1:387

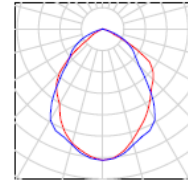
Luminaire Parts List

No.	Pieces	Designation (Correction Factor)	Φ [lm]	P [W]
1	6	AMERICAN ELECTRIC ACP 400W MH NEMA BEAM PATTERN 7 X 6 ACP SERIES 400W MH FLAT GLASS (1.000)	32000	457
total:			192000	2742

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Exterior Scene 1 / Luminaire parts list

- 6 Pieces AMERICAN ELECTRIC ACP 400W MH NEMA BEAM PATTERN 7 X 6 ACP SERIES 400W MH FLAT GLASS
Article No.: ACP 400W MH NEMA BEAM PATTERN 7 X 6
Luminaire Luminous Flux: 32000 lm
Luminaire Wattage: 457 W
Luminaire classification according to CIE: 100
CIE flux code: 60 91 99 100 60
Fitting: 1 x ONE 400-WATT CLEAR BT37 METAL HALIDE (Correction Factor 1.000).
- See our luminaire catalog for an image of the luminaire.



Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Exterior Scene 1 / Luminaires (coordinates list)

AMERICAN ELECTRIC ACP 400W MH NEMA BEAM PATTERN 7 X 6 ACP SERIES 400W MH FLAT GLASS

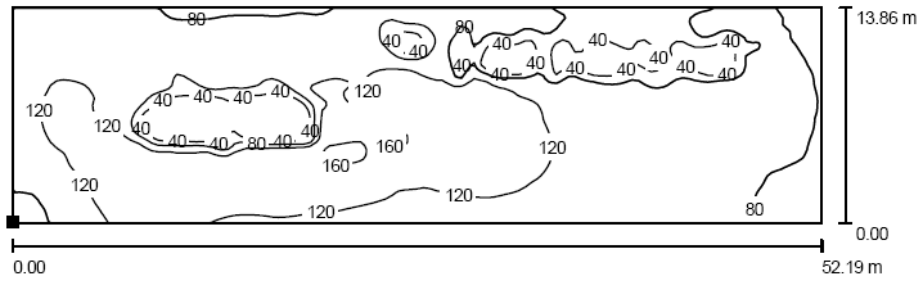
32000 lm, 457 W, 1 x 1 x ONE 400-WATT CLEAR BT37 METAL HALIDE (Correction Factor 1.000).



No.	Position [m]			Rotation [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	93.663	157.400	12.000	0.0	-58.0	44.2
2	94.041	157.069	12.000	0.0	-58.9	25.9
3	119.055	156.838	12.000	0.0	-60.9	142.6
4	119.552	156.882	12.000	0.0	-56.4	72.6
5	144.974	157.342	12.000	0.0	-58.4	129.2
6	144.619	157.005	12.000	0.0	-61.9	146.4

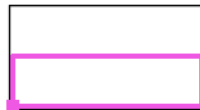
Operator
 Telephone
 Fax
 e-Mail

Exterior Scene 1 / Calculation Surface 1 / Isolines (E, Perpendicular)



Values in Lux, Scale 1 : 374

Position of surface in external scene:
 Marked point:
 (93.211 m, 156.808 m, 0.760 m)

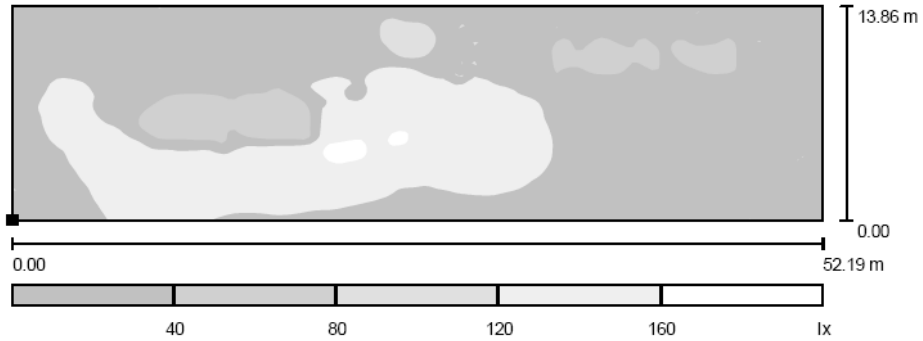


Grid: 128 x 64 Points

E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_{av}	E_{min} / E_{max}
97	0.90	164	0.01	0.01

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

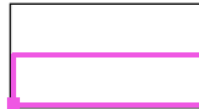
Exterior Scene 1 / Calculation Surface 1 / Greyscale (E, Perpendicular)



Scale 1 : 374

Position of surface in external scene:

Marked point:
(93.211 m, 156.808 m, 0.760 m)



Grid: 128 x 64 Points

E_{av} [lx]
97

E_{min} [lx]
0.90

E_{max} [lx]
164

E_{min} / E_{av}
0.01

E_{min} / E_{max}
0.01

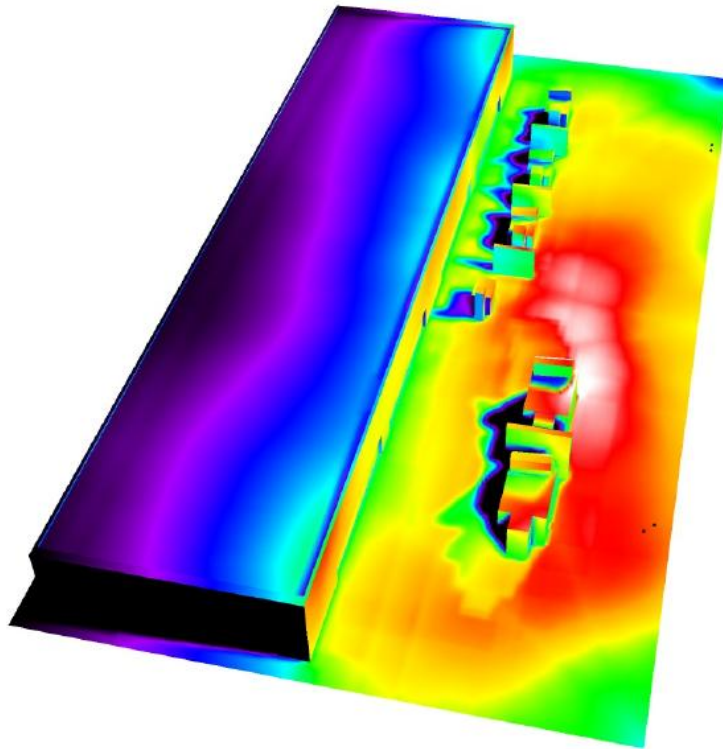
Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Exterior Scene 1 / 3D Rendering



Operator
Telephone
Fax
e-Mail

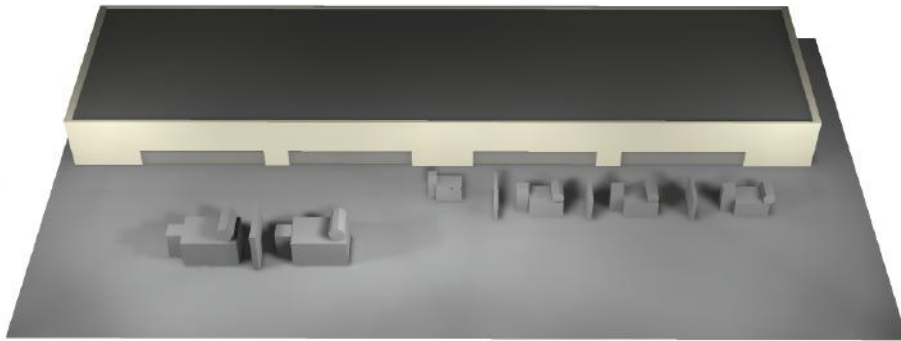
Exterior Scene 1 / False Color Rendering



lx

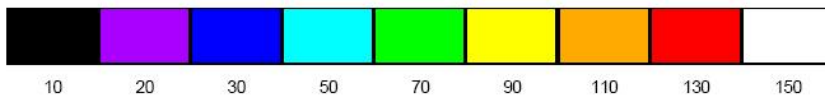
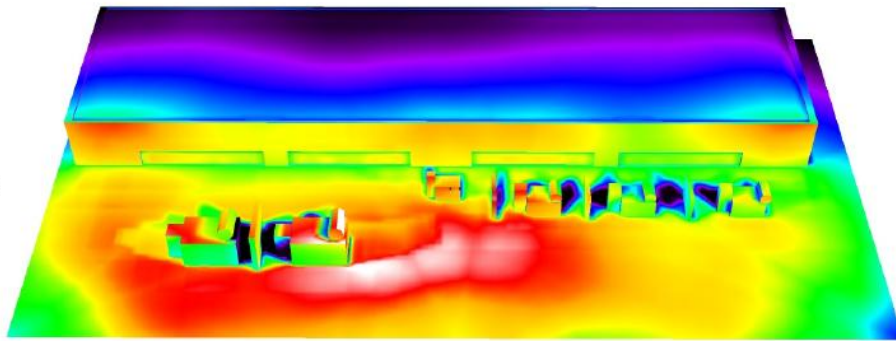
Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Exterior Scene 1 / 3D Rendering



Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Exterior Scene 1 / False Color Rendering



lx

Plano 6.2

Ubicación de luminarias en edificio de subestación

Sala de equipos de la Substación

Project 1

DIALux

14.11.2007

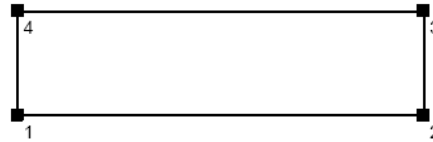
Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Room 1 / Input Protocol

Height of working plane: 0.760 m
Boundary Zone: 0.000 m

Light loss factor: 0.80

Height of Room: 2.743 m
Area: 639.17 m²



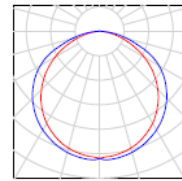
Surface	Rho [%]	from ([m] [m])	towards ([m] [m])	Length [m]
Floor	20	/	/	/
Ceiling	80	/	/	/
Wall 1	50	(93.309 170.670)	(143.244 170.670)	49.935
Wall 2	50	(143.244 170.670)	(143.244 183.470)	12.800
Wall 3	50	(143.244 183.470)	(93.309 183.470)	49.935
Wall 4	50	(93.309 183.470)	(93.309 170.670)	12.800

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Room 1 / Luminaire parts list

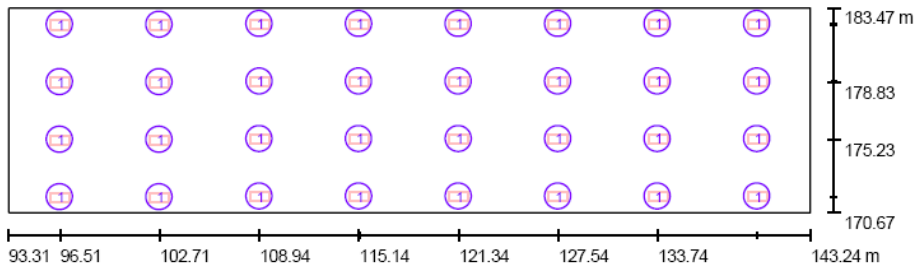
32 Pieces Lithonia Lighting, Lithonia Fluorescent 2AV G 3
32 MDR AVANTE 2' X 4' SYMMETRIC, 3
32WATT T8 METAL DIFFUSER ROUND HOLES
BACKED WITH WHITE ACRYLIC DIFFUSER
Article No.: 2AV G 3 32 MDR
Luminaire Luminous Flux: 8700 lm
Luminaire Wattage: 86 W
Luminaire classification according to CIE: 100
CIE flux code: 45 78 95 100 62
Fitting: 3 x F32T8/TL841 RATED 2900 LUMENS
(Correction Factor 1.000).

See our luminaire
catalog for an image of
the luminaire.



Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Room 1 / Luminaires (layout plan)



Scale 1 : 357

Luminaire Parts List

No.	Pieces	Designation
1	32	Lithonia Lighting, Lithonia Fluorescent 2AV G 3 32 MDR AVANTE 2' X 4' SYMMETRIC, 32WATT T8 METAL DIFFUSER ROUND HOLES BACKED WITH WHITE ACRYLIC DIFFUSER

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Room 1 / Photometric Results

Total Luminous Flux: 278400 lm
Total Load: 2752 W
Light loss factor: 0.80
Boundary Zone: 0.000 m

Surface	Average illuminances [lx]			Reflection factor [%]	Average luminance [cd/m ²]
	direct	indirect	Total		
Workplane	155	46	201	/	/
Floor	116	40	156	20	9.95
Ceiling	0.00	65	65	80	17
Wall 1	90	52	142	50	23
Wall 2	41	37	78	50	12
Wall 3	101	48	149	50	24
Wall 4	14	46	59	50	9.43

Uniformity on the working plane

E_{\min} / E_{av} : 0.13

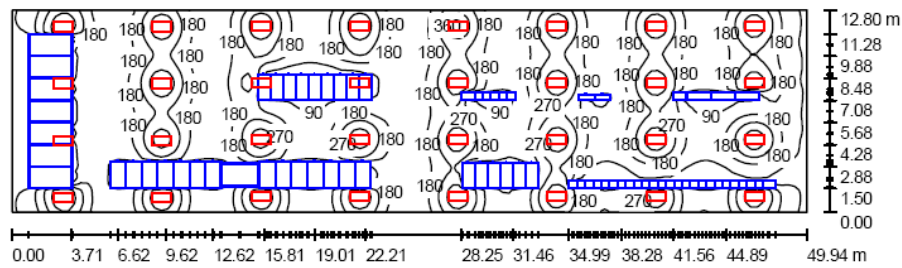
E_{\min} / E_{\max} : 0.06

Illuminance Quotient (according to LG7): Walls / Working Plane: 0.697, Ceiling / Working Plane: 0.326.

Specific connected load: $4.31 \text{ W/m}^2 = 2.15 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Area: 639.17 m²)

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Room 1 / Summary



Height of Room: 2.743 m, Mounting Height: 2.743 m, Light loss factor: 0.80

Values in Lux, Scale 1:357

Surface	ρ [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_{av}
Workplane	/	201	25	453	0.13
Floor	20	156	0.75	307	0.00
Ceiling	80	65	32	587	0.49
Walls (4)	50	130	21	566	/

Workplane:

Height: 0.760 m
Grid: 128 x 64 Points
Boundary Zone: 0.000 m

Illuminance Quotient (according to LG7): Walls / Working Plane: 0.697, Ceiling / Working Plane: 0.326.

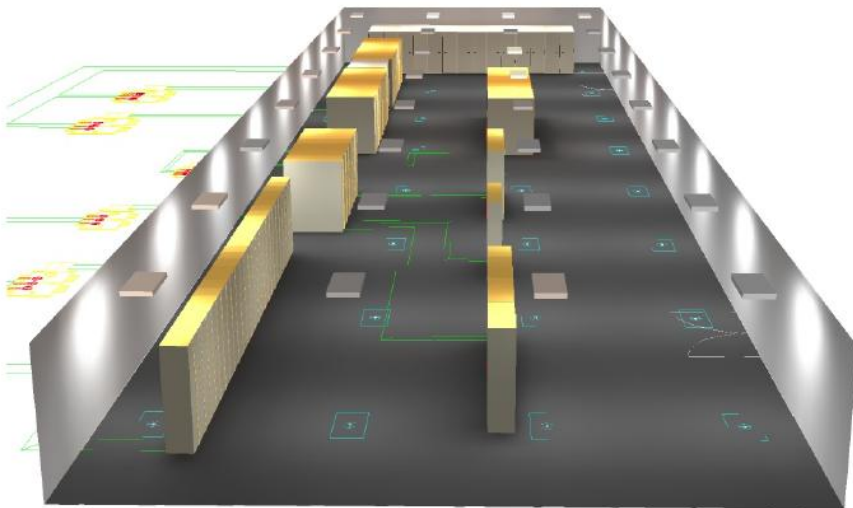
Luminaire Parts List

No.	Pieces	Designation (Correction Factor)	Φ [lm]	P [W]
1	32	Lithonia Lighting, Lithonia Fluorescent 2AV G 3 32 MDR AVANTE 2' X 4' SYMMETRIC, 3 32WATT T8 METAL DIFFUSER ROUND HOLES BACKED WITH WHITE ACRYLIC DIFFUSER (1.000)	8700	86
total:			278400	2752

Specific connected load: $4.31 \text{ W/m}^2 = 2.15 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Area: 639.17 m^2)

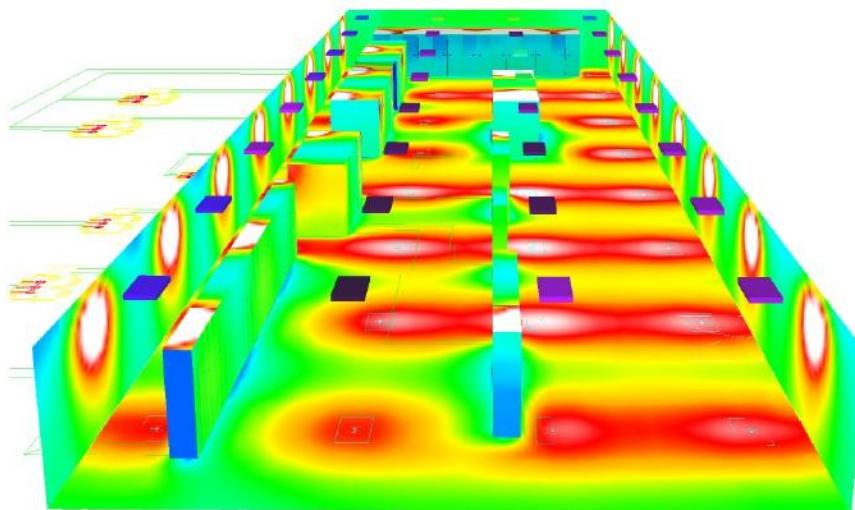
Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Room 1 / 3D Rendering



Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Room 1 / False Color Rendering



10 20 30 50 100 150 200 250 300 lx

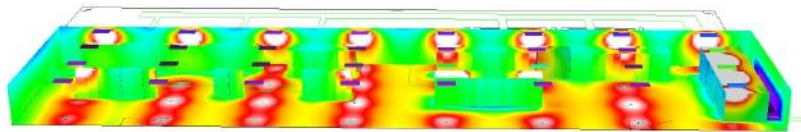
Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Room 1 / 3D Rendering



Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Room 1 / False Color Rendering



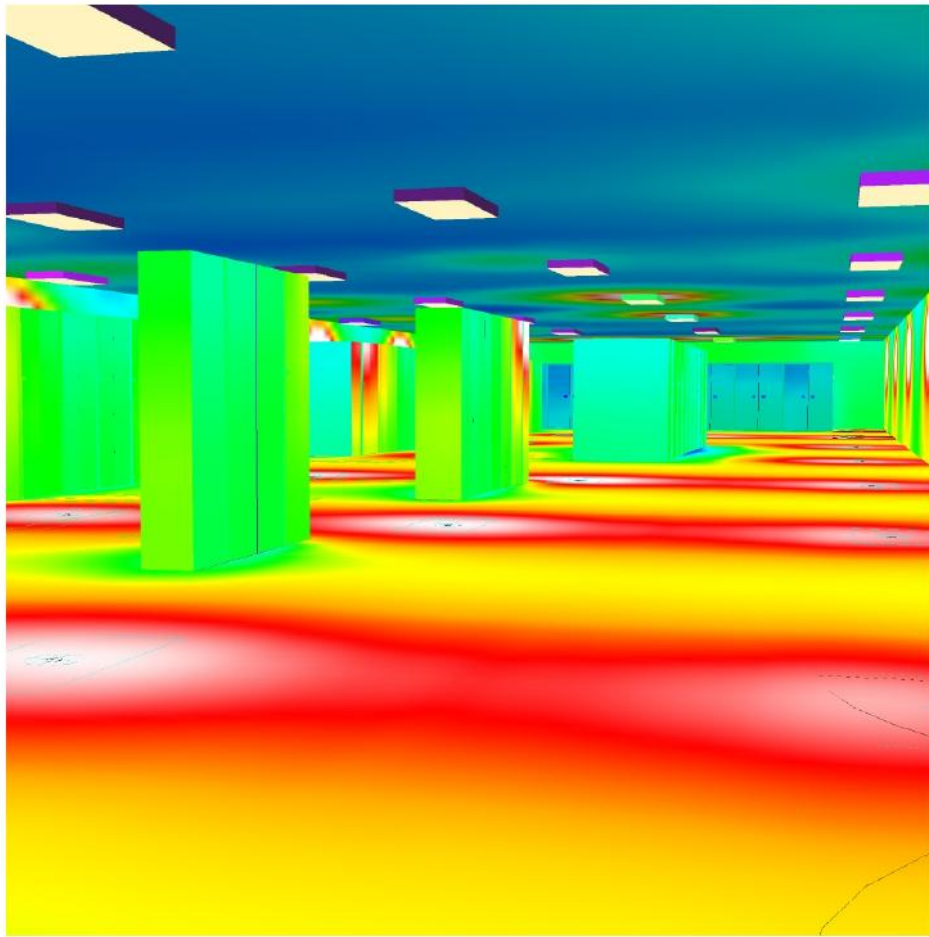
Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Room 1 / 3D Rendering



Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Room 1 / False Color Rendering



10 20 30 50 100 150 200 250 300 lx

[ANEXO N° 7]

Alumbrado de edificaciones

Para el alumbrado de las edificaciones, se utilizó una vez más el programa de simulación DIALux versión 4.3, mediante este programa y siguiendo la norma PDVSA N° 90619.1.087 de niveles de iluminación para diseño, se pudo hacer la distribución de luminarias dentro de las edificaciones de forma tal de obtener los niveles de lux recomendados por la norma antes mencionada, a fin de ilustrar los resultados arrojados por el programa se muestran a continuación los obtenidos para el caso de la sala de control:

Sala de Control

Project 1

DIALux

09.11.2007

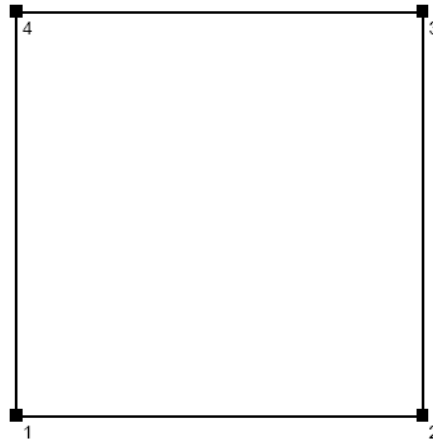
Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Room 1 / Input Protocol

Height of working plane: 0.760 m
Boundary Zone: 0.000 m

Light loss factor: 0.80

Height of Room: 2.743 m
Area: 216.09 m²



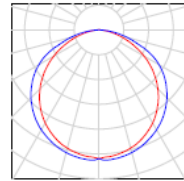
Surface	Rho [%]	from ([m] [m])	towards ([m] [m])	Length [m]
Floor	20	/	/	/
Ceiling	80	/	/	/
Wall 1	50	(0.299 0.300)	(14.999 0.300)	14.700
Wall 2	50	(14.999 0.300)	(14.999 15.000)	14.700
Wall 3	50	(14.999 15.000)	(0.299 15.000)	14.700
Wall 4	50	(0.299 15.000)	(0.299 0.300)	14.700

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Room 1 / Luminaire parts list

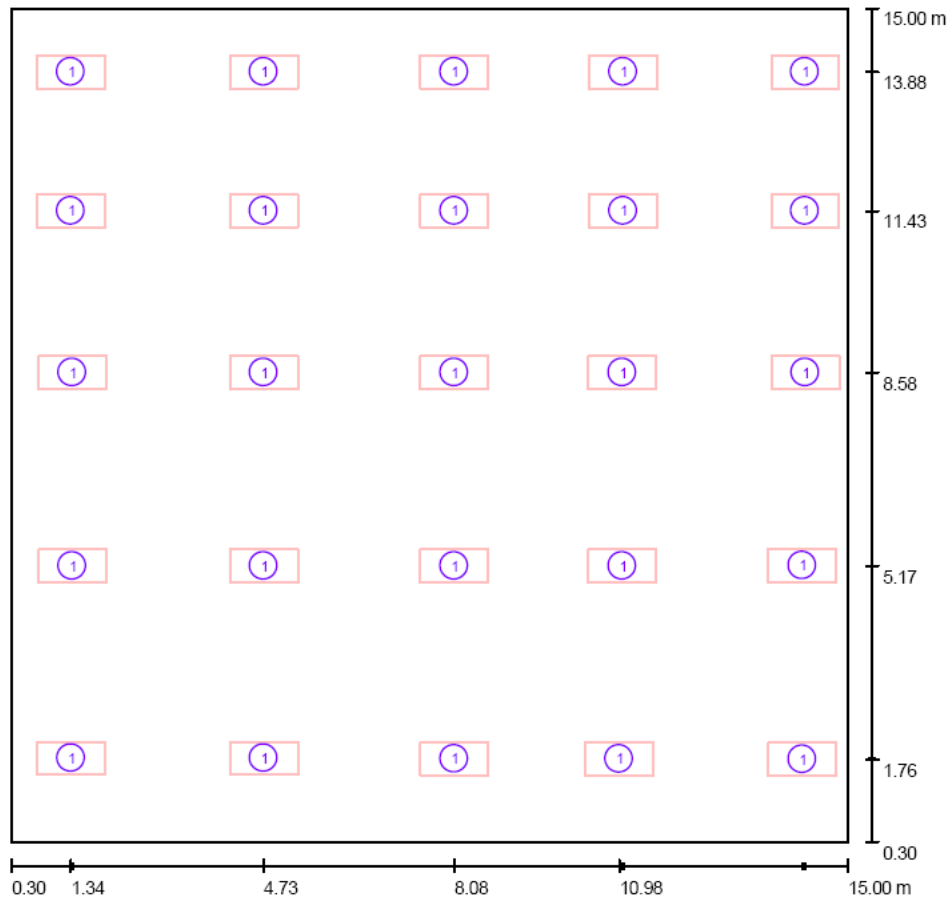
25 Pieces Lithonia Lighting, Lithonia Fluorescent 2AV G 3
32 MDR AVANTE 2' X 4' SYMMETRIC, 3
32WATT T8 METAL DIFFUSER ROUND HOLES
BACKED WITH WHITE ACRYLIC DIFFUSER
Article No.: 2AV G 3 32 MDR
Luminaire Luminous Flux: 8700 lm
Luminaire Wattage: 86 W
Luminaire classification according to CIE: 100
CIE flux code: 45 78 95 100 62
Fitting: 3 x F32T8/TL841 RATED 2900 LUMENS
(Correction Factor 1.000).

See our luminaire
catalog for an image of
the luminaire.



Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Room 1 / Luminaires (layout plan)



Scale 1 : 106

Luminaire Parts List

No.	Pieces	Designation
1	25	Lithonia Lighting, Lithonia Fluorescent 2AV G 3 32 MDR AVANTE 2' X 4' SYMMETRIC, 32WATT T8 METAL DIFFUSER ROUND HOLES BACKED WITH WHITE ACRYLIC DIFFUSER

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Room 1 / Photometric Results

Total Luminous Flux: 217500 lm
Total Load: 2150 W
Light loss factor: 0.80
Boundary Zone: 0.000 m

Surface	Average illuminances [lx]			Reflection factor [%]	Average luminance [cd/m ²]
	direct	indirect	Total		
Workplane	358	112	470	/	/
Floor	264	100	364	20	23
Ceiling	0.00	132	132	80	34
Wall 1	162	95	256	50	41
Wall 2	206	114	320	50	51
Wall 3	53	81	134	50	21
Wall 4	183	100	283	50	45

Uniformity on the working plane

E_{\min} / E_{av} : 0.21

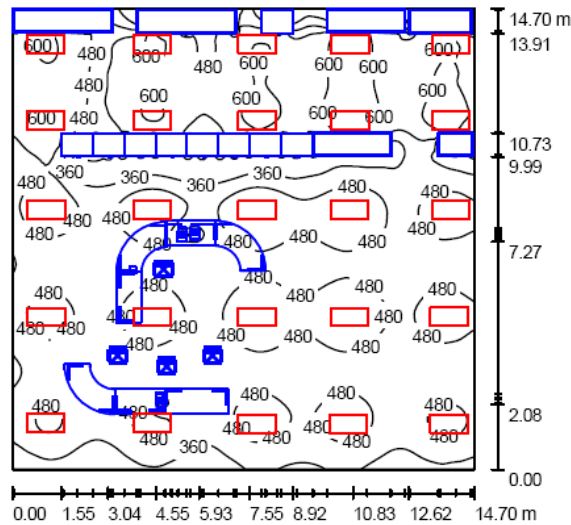
E_{\min} / E_{\max} : 0.14

Illuminance Quotient (according to LG7): Walls / Working Plane: 0.569, Ceiling / Working Plane: 0.281.

Specific connected load: $9.95 \text{ W/m}^2 = 2.12 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Area: 216.09 m²)

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Room 1 / Summary



Height of Room: 2.743 m, Mounting Height: 2.743 m, Light loss factor: 0.80

Values in Lux, Scale 1:189

Surface	ρ [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_{av}
Workplane	/	470	98	683	0.21
Floor	20	364	22	564	0.06
Ceiling	80	132	92	381	0.70
Walls (4)	50	249	3.03	1352	/

Workplane:

Height: 0.760 m
Grid: 128 x 128 Points
Boundary Zone: 0.000 m

Illuminance Quotient (according to LG7): Walls / Working Plane: 0.569, Ceiling / Working Plane: 0.281.

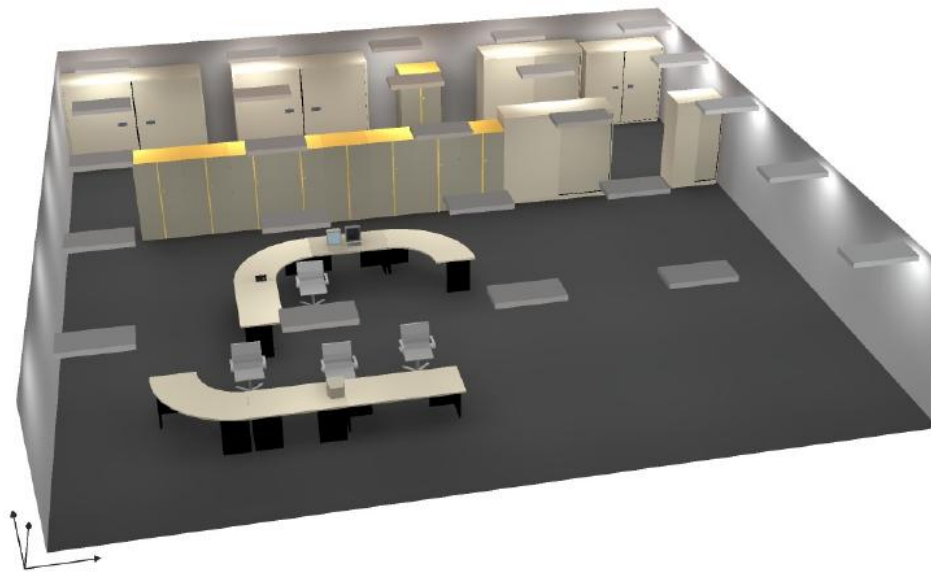
Luminaire Parts List

No.	Pieces	Designation (Correction Factor)	Φ [lm]	P [W]
1	25	Lithonia Lighting, Lithonia Fluorescent 2AV G 3 32 MDR AVANTE 2' X 4' SYMMETRIC, 3 32WATT T8 METAL DIFFUSER ROUND HOLES BACKED WITH WHITE ACRYLIC DIFFUSER (1.000)	8700	86
total:			217500	2150

Specific connected load: $9.95 \text{ W/m}^2 = 2.12 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Area: 216.09 m²)

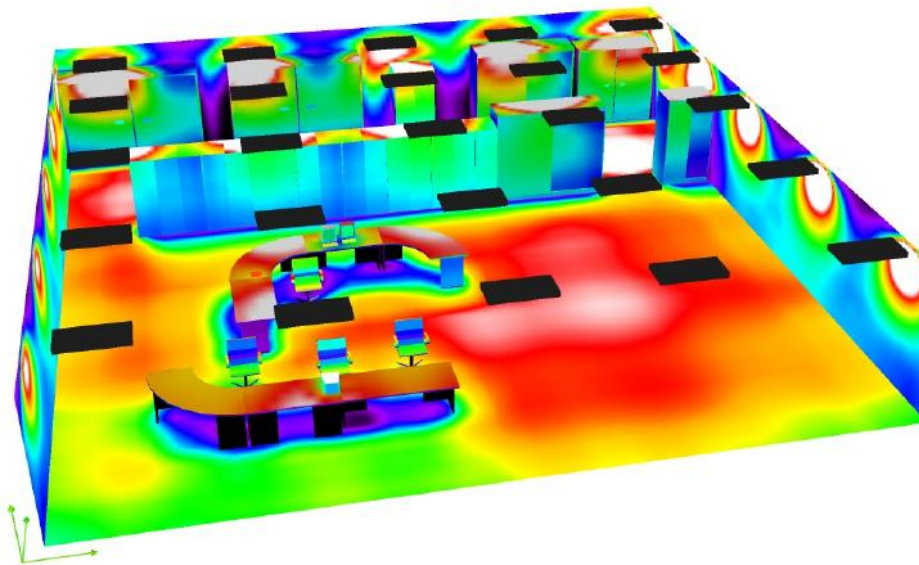
Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Room 1 / 3D Rendering



Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Room 1 / False Color Rendering



100 150 200 250 300 350 400 450 500 lx

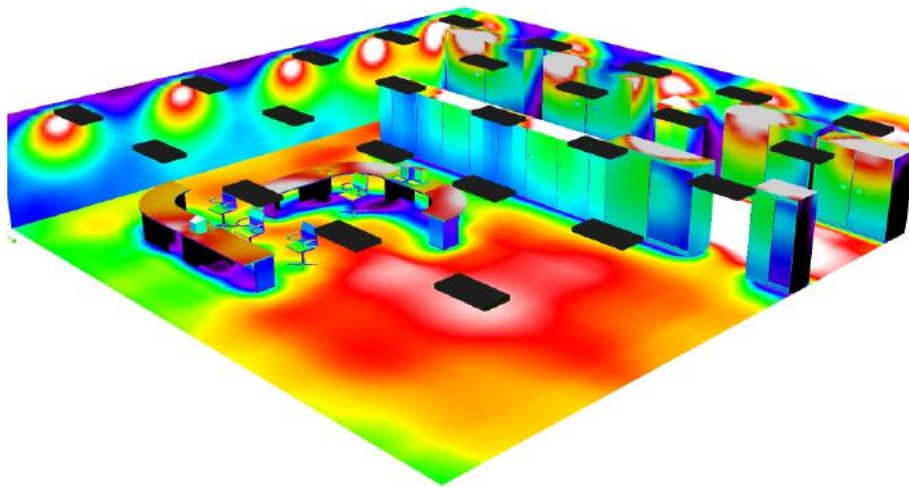
Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Room 1 / 3D Rendering



Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Room 1 / False Color Rendering



[ANEXO N° 8]

Estudio de protección contra descargas atmosféricas

Para el diseño de la protección contra descargas atmosféricas se utilizó la norma NFPA 780, esta plantea en su sección 4.7.3 el método de la esfera rodante, este método consiste en hacer rodar una esfera de 46 m de radio por encima de la edificación en estudio, una vez que se hallan colocado las puntas franklin, y esta esfera no debe tocar la estructura de la edificación, sólo debe tocar los extremos de las puntas franklin, se utilizaron puntas de 60 cm de altura y 1,5625 cm de espesor, a continuación se muestra a forma de ilustrar el método el estudio en la sala de control y en la subestación

Plano 8.1

Sala de control

Plano 8.2

Sala de control, Protección contra descargas atmosféricas (en vista)

Plano 8.3

Sala de control, Protección contra descargas atmosféricas (en corte)

Plano 8.4

Subestación eléctrica

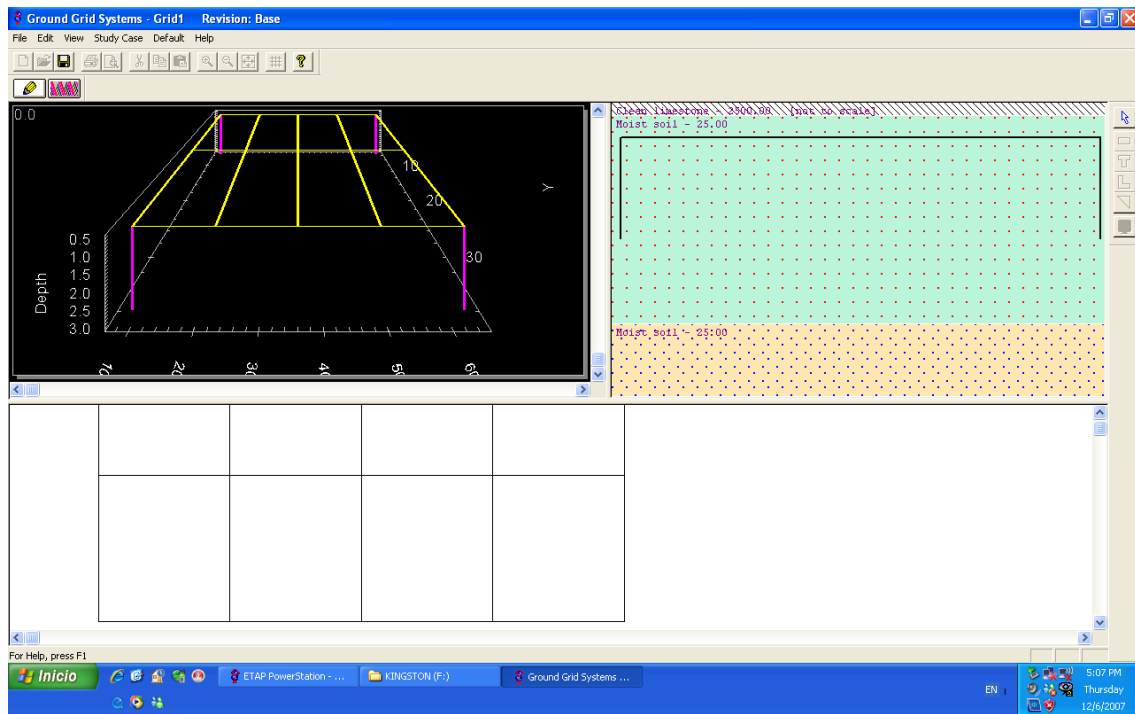
Plano 8.5

Protección contra descargas atmosféricas en subestación

[ANEXO N° 9]

Diseño de la malla de puesta a tierra en ETAP 4.0

El diseño de la malla de puesta a tierra de la subestación se hizo mediante el paquete de simulación ETAP versión 4.0, a continuación se muestra una vista del programa con la malla de tierra diseñada y luego los resultados arrojados por el programa:



Project:
Location:
Contract:
Engineer:
Filename: DOMENICO

ETAP PowerStation
4.0.0C

Study Case: Malla de tierra

Pages:3
Date: 11-02-2007
SN: KLGCONSULT
Revision: Base
Config.: Normal 50 kg

Electrical Transient Analyzer Program

ETAP PowerStation

Ground Grid Systems
IEEE Std 80-2000

Number of Ground Conductors: 8

Number of Ground Rods: 4

Total Length of Ground Conductors: 312.00 m

Total Length of Ground Rods: 10.00 m

Frequency: 60.0

Unit System: Metric

Project Filename: PUESTAATIERRA

Output Filename: DOMENICO

Project:
 Location:
 Contract:
 Engineer:
 Filename: DOMENICO

ETAP PowerStation
 4.0.0C

Study Case: Malla de tierra

Pages:3
 Date: 11-02-2007
 SN: KLGCONSULT
 Revision: Base
 Config.: Normal 50 kg

Ground Grid Input Data

System Data:

Freq. Hz	Weight kg	Ambient Temp. °C	Short-Circuit Current				Fault Duration (Seconds)		
			Total Fault Current kA	X/R	Sf Division Factor %	Cp Projection Factor %	Tf for Total Fault Duration	Tc for Sizing Ground Conductors	Ts for Available Body Current
60.0	50	40.00	0.956	15.50	100.0	100.0	0.50	0.50	0.50

Soil Data:

Surface Material			Upper Layer Soil			Lower Layer Soil	
Material Type	Resistivity Ω m	Depth m	Material Type	Resistivity Ω m	Depth m	MaterialType	Resistivity Ω m
Clean limestone	2,500.0	0.2	Moist soil	25.0	5.0	Moist soil	25.0

Material Constants:

Conductor/Rod	Type	Conductivity %	αr Factor @ 20°C 1/°C	K0@ 0°C	Fusing Temperature °C	Resistivity of Ground Conductor @ 20°C μΩ.cm	Thermal Capacity Per Unit Volume J/(cm³.°C)
Conductor	Copper-commercial	97.0	0.00381	242.0	1084.0	1.78	3.42
Rod	Copper-commercial	97.0	0.00381	242.0	1084.0	1.78	3.42

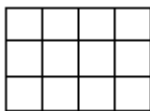
Rod Data:

Diameter cm	Length m	No. of Rods	Arrangement	Cost \$/Rod
2.0	2.4	4	Rods in Grid Corners	100.0

Grid Configuration :

Conductor Size mm²	Depth (m)	Grid Length (m)		Number of Conductors		Separation (m)		Cost \$/m
		Lx	Ly	in X Direction	in Y Direction	in X Direction	in Y Direction	
70	0.5	54.0	30.0	3	5	13.0	15.0	10.00

Shape: Rectangular



Project:
 Location:
 Contract:
 Engineer:
 Filename: DOMENICO

ETAP PowerStation
 4.0.0C

Study Case: Malla de tierra

Pages:3
 Date: 11-02-2007
 SN: KLGCONSULT
 Revision: Base
 Config.: Normal 50 kg

Ground Grid Summary Report

Rg	GPR	Touch Potential			Step Potential		
Ground Resistance Ohm	Ground Potential Rise Volts	Tolerable Volts	Calculated Volts	Calculated %	Tolerable Volts	Calculated Volts	Calculated %
0.348	346.3	667.4	100.8	15.1	2177.3	44.0	2.0

Total Fault Current: 0.956 kA

Reflection Factor (K): -0.980

Maximum Grid Current: 0.995 kA

Surface Layer Derating Factor (Cs): 0.818

Decrement Factor (Df): 1.040

[ANEXO N° 10]

Tablas de cargas y planos de instalaciones eléctricas en edificaciones

A10.1. A continuación se muestran las hojas de tablero y planos de instalaciones eléctricas para la sala de control,

		HOJA DE TABLERO															
PROYECTO:		Diseño de la Red Eléctrica de la Nueva Planta Deshidrogenadora de Propano de Pequiven										UBICACIÓN:		CUARTO DE ELECTRICIDAD, SALA DE CONTROL			
IDENTIFICACIÓN:		TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 480V TD-SC1										MONTAJE:		EMBUTIDO EN PARED			
DESCRIPCIÓN:												ARCHIVO N°:					
TIPO:		3F + 1N + 1T, NHB										CAPAC. CONT.:		250A			
FD	CARGA	COND.	No. DE PUNTOS	POTENCIA (VA.)	No. CIR.	BARRAS DE CONEXIÓN A B C						No. CIR.	POTENCIA (VA.)	No. DE PUNTOS	COND.	CARGAS	FD
1.00	A/A 10 TON	#8 AWG	1	7538	7538	C1		C2	1406	1406	1	#10 AWG	A/A 2 TON	1.00			
		#8 AWG	1	7538	7538	C3		C4	1406	1406	1	AWG					
		#10 AWG	1	7538	7538	C5		C6	1406	1406	1	AWG					
1.00	A/A 10 TON	#8 AWG	1	7538	7538	C7		C8	10000	10000	1	AWG	ALIMENTACIÓN TX 480/208-120V	1.00			
		#8 AWG	1	7538	7538	C9		C10	10000	10000	1	AWG					
		#10 AWG	1	7538	7538	C11		C12	10000	10000	1	AWG					
	RESERVA EQUIPADA					C13		C14	0			RESERVA					
	RESERVA EQUIPADA					C15		C16	0			RESERVA					
	RESERVA EQUIPADA					C17		C18	0			RESERVA					
	RESERVA EQUIPADA					C19		C20	0			RESERVA					
	RESERVA EQUIPADA					C21		C22	0			RESERVA					
	RESERVA EQUIPADA					C23		C24	0			RESERVA					
kVA		BUS A:	26.48	33.33 %	INTERRUPTOR PPAL:		3P / 250 A		AMPER. DE LINEA		95.56						
		BUS B:	26.48	33.33 %	ALIMENTADOR:		3C 250 Kcmil + 1C 250 Kcmil + 1C #4/0 AWG		FACTOR DE SERVICIO		1.00						
		BUS C:	26.48	33.33 %	FUENTE:		SUBESTACIÓN		AMPER DE DISEÑO		119.45						
CARGA CONECTADA		kVA	79.45		TENSIÓN:		480 V										
MAXIMA DEMANDA		kVA	79.4		FP:		0.85										
MAX DEMANDA + 25% RESERVA		kVA	99.31														

		HOJA DE TABLERO															
PROYECTO:		Diseño de la Red Eléctrica de la Nueva Planta Deshidrogenadora de Propano de Pequiven										UBICACIÓN:		CUARTO DE ELECTRICIDAD, SALA DE CONTROL			
IDENTIFICACIÓN:		TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 480V, TD-SC2										MONTAJE:		EMBUTIDO EN PARED			
DESCRIPCIÓN:												ARCHIVO N°:					
TIPO:		3F + 1N + 1T, MODELO NHB										CAPAC. CONT.:		250A			
FD	CARGA	COND.	No. DE PUNTOS	POTENCIA (VA.)	No. CIR.	BARRAS DE CONEXIÓN A B C						No. CIR.	POTENCIA (VA.)	No. DE PUNTOS	COND.	CARGAS	FD
1.00	A/A 6 TON	#8 AWG	1	4219	4219	C1		C2	8333	8333	1	#8 AWG	SISTEMA UPS	1.00			
		#8 AWG	1	4219	4219	C3		C4	8333	8333	1	AWG					
		#8 AWG	1	4219	4219	C5		C6	8333	8333	1	AWG					
1.00	A/A 2 TON	#10 AWG	1	1406	1406	C7		C8	10000	10000	1	AWG	ALIMENTACIÓN TX 480/208-120V	1.00			
		#10 AWG	1	1406	1406	C9		C10	10000	10000	1	AWG					
		#10 AWG	1	1406	1406	C11		C12	10000	10000	1	AWG					
	RESERVA EQUIPADA					C13		C14	0			RESERVA					
	RESERVA EQUIPADA					C15		C16	0			RESERVA					
	RESERVA EQUIPADA					C17		C18	0			RESERVA					
	RESERVA EQUIPADA					C19		C20	0			RESERVA					
	RESERVA EQUIPADA					C21		C22	0			RESERVA					
	RESERVA EQUIPADA					C23		C24	0			RESERVA					
kVA		BUS A:	23.96	33.33 %	INTERRUPTOR PPAL:		3P / 250 A		AMPER. DE LINEA		86.45						
		BUS B:	23.96	33.33 %	ALIMENTADOR:		3C 250 Kcmil + 1C 250 Kcmil + 1C #4/0 AWG		FACTOR DE SERVICIO		1.00						
		BUS C:	23.96	33.33 %	FUENTE:		SUBESTACIÓN		AMPER DE DISEÑO		108.06						
CARGA CONECTADA		kVA	71.87		TENSIÓN:		480 V										
MAXIMA DEMANDA		kVA	71.9		FP:		0.85										
MAX DEMANDA + 25% RESERVA		kVA	89.84														

HOJA DE TABLERO												Empresas Y&V	
PROYECTO: Diseño de la Red Eléctrica de la Nueva Planta Deshidrogenadora de Propano de Paqueven						UBICACIÓN: CUARTO DE ELECTRICIDAD, SALA DE CONTROL							
IDENTIFICACIÓN: TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 208/120V, TD-SC3						MONTAJE: EMBUTIDO EN PARED							
DESCRIPCIÓN: TIPO: 3F + 1N + 1T, MODELO NLAB						ARCHIVO N°:							
						CAPAC. CONT.: 100A							
FD	CARGA	COND.	No. DE PUNTOS	POTENCIA (VA) PUNTO	No. CIRCUITO	BARRAS DE CONEXIÓN A B C	No. CIRCUITO	POTENCIA (VA) PUNTO	No. DE PUNTOS	COND.	CARGAS	FD	
1.00	T/C SALA DE CONTROL	#12 AWG	7	250	1750	C1	200	C2	2000	2.000	1	#8 AWG	1.00
0.60	T/C OFICINAS Y SALA DE REUNIONES	#12 AWG	9	250	2250	C3	200	C4	2000	2.000	1	#8 AWG	1.00
1.00	ILUMINACIÓN SALA DE CONTROL	#12 AWG	15	113	1695	C5	200	C6	2000	2.000	1	#8 AWG	1.00
0.50	ILLUM. A/A, ELEC. BAT.	#12 AWG	10	42	420	C7	200	C8	0	0	1		RESERVA
1.00	EXTRACTOR CENTRIFUGO	#12 AWG	1	67	67	C9	200	C10	0	0	1		RESERVA
	RESERVA EQUIPADA		1	0		C11	200	C12	0	0	1		RESERVA
kVA			BUS A: 4.17 34.23 %			INTERRUPTOR PPAL. 3P / 100 A			AMPER. DE LINEA 33,81				
			BUS B: 4.32 35.44 %			ALIMENTADOR: 3C#4 AWG + 1C#4 AWG + 1C#2 AWG			FACTOR DE SERVICIO 1.00				
			BUS C: 3.70 30.33 %			FUENTE SUBESTACIÓN			AMPER DE DISEÑO 38,42				
CARGA CONECTADA			kVA 12,18			TENSION: 208 V							
MAXIMA DEMANDA			kVA 11,1			FP: 0,85							
MAX DEMANDA + 25% RESERVA			kVA 13,84										

HOJA DE TABLERO												Empresas Y&V	
PROYECTO: Diseño de la Red Eléctrica de la Nueva Planta Deshidrogenadora de Propano de Paqueven						UBICACIÓN: CUARTO DE ELECTRICIDAD, SALA DE CONTROL							
IDENTIFICACIÓN: TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 208/120V, TD-SC4						MONTAJE: EMBUTIDO EN PARED							
DESCRIPCIÓN: TIPO: 3F + 1N + 1T, MODELO NLAB						ARCHIVO N°:							
						CAPAC. CONT.: 100A							
FD	CARGA	COND.	No. DE PUNTOS	POTENCIA (VA) PUNTO	No. CIRCUITO	BARRAS DE CONEXIÓN A B C	No. CIRCUITO	POTENCIA (VA) PUNTO	No. DE PUNTOS	COND.	CARGAS	FD	
1.00	T/C CUARTO A/A, ELECT. Y BATERIAS	#12 AWG	8	250	2000	C1	200	C2	416	25	16	#12 AWG	0,50
0.60	T/C OFICINAS Y BANOS	#12 AWG	8	250	2000	C3	200	C4	1130	113	10	#12 AWG	1,00
1.00	CONSOLA SALA DE CONTROL	#12 AWG	1	1800	1800	C5	200	C6	1000	1000	1	#12 AWG	1,00
1.00	ILUMINACION OFICINAS Y BANOS	#12 AWG	11	113	1243	C7	200	C8	192	25	7	#12 AWG	1,00
	RESERVA EQUIPADA		1	0		C9	200	C10	1200	1200	1	#12 AWG	1,00
	RESERVA EQUIPADA		1	0		C11	200	C12	1750	250	7	#12 AWG	1,00
kVA			BUS A: 3,84 30,19 %			INTERRUPTOR PPAL. 3P / 100 A			AMPER. DE LINEA 35,31				
			BUS B: 4,33 34,04 %			ALIMENTADOR: 3C#4 AWG + 1C#4 AWG + 1C#2 AWG			FACTOR DE SERVICIO 1,00				
			BUS C: 4,55 35,77 %			FUENTE SUBESTACIÓN			AMPER DE DISEÑO 40,64				
CARGA CONECTADA			kVA 12,72			TENSION: 208 V							
MAXIMA DEMANDA			kVA 11,7			FP: 0,85							
MAX DEMANDA + 25% RESERVA			kVA 14,64										

Plano 1

Sala de control - Diaframa unifilar

Plano 2

Sala de control - Alumbrado

Plano 3

Sala de control - Tomacorrientes

Plano 4

Sala de control - Puesta a tierra y protección contra descargas atmosféricas

A10.2. A continuación se muestran las hojas de tablero y planos de instalaciones eléctricas para el laboratorio.

HOJA DE TABLERO												Empresas Y&V		
PROYECTO: <u>Diseño de la Red Eléctrica de la Nueva Planta Deshidrogenadora de Propano de Pequiven</u>						UBICACIÓN: <u>CUARTO DE ELECTRICIDAD, LABORATORIO</u>								
IDENTIFICACIÓN: <u>TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 480V, TD-L1</u>						MONTAJE: <u>EMBITUDO EN PARED</u>								
DESCRIPCIÓN: <u>TIPO: 3F + 1N + 1T, MODELO NHB</u>						ARCHIVO N°: _____								
CAPAC. CONT.: <u>225A</u>														
FD	CARGA	COND.	Nº DE PUNTOS	POTENCIA (VA)	Nº CIR	BARRAS DE CONEXIÓN A B C	Nº CIR	POTENCIA (VA)	Nº DE PUNTOS	COND.	CARGAS	FD		
1.00	A/A 40 TON	#10 AWG	1	27126	27126	C1	25	C2	4219	4219	1	#10 AWG	A/A 6 TON	1.00
		#10 AWG	1	27126	27126	C3	25	C4	4219	4219	1	#10 AWG		
		#10 AWG	1	27126	27126	C5	25	C6	4219	4219	1	#10 AWG		
	RESERVA EQUIPADA					C7	45	C8	10000	10000	1	#2 AWG	ALIMENTACIÓN TX 480/208-120V	1.00
	RESERVA EQUIPADA					C9	45	C10	10000	10000	1	#2 AWG		
	RESERVA EQUIPADA					C11	45	C12	10000	10000	1	#2 AWG		
	RESERVA EQUIPADA					C13	45	C14					RESERVA	
	RESERVA EQUIPADA					C15	45	C16					RESERVA	
	RESERVA EQUIPADA					C17	45	C18					RESERVA	
kVA		BUS A:	41,35	33,33 %	INTERRUPTOR PPAL. <u>3P / 200 A</u>			AMPER. DE LINEA <u>149,19</u>						
		BUS B:	41,35	33,33 %	ALIMENTADOR: <u>3C#40 AWG + 1C#40 AWG + 1C#2 AWG</u>			FACTOR DE SERVICIO <u>1,00</u>						
		BUS C:	41,35	33,33 %	FUENTE <u>SUBESTACIÓN</u>			AMPER DE DISEÑO <u>186,49</u>						
CARGA CONECTADA		kVA	124,04		TENSIÓN: <u>480 V</u>									
MAXIMA DEMANDA		kVA	124,0		FP: <u>0,85</u>									
MAX DEMANDA + 25% RESERVA		kVA	155,04											

HOJA DE TABLERO												Empresas Y&V		
PROYECTO: <u>Diseño de la Red Eléctrica de la Nueva Planta Deshidrogenadora de Propano de Pequiven</u>						UBICACIÓN: <u>CUARTO DE ELECTRICIDAD, LABORATORIO</u>								
IDENTIFICACIÓN: <u>TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 208/120V, TD-L2</u>						MONTAJE: <u>EMBITUDO EN PARED</u>								
DESCRIPCIÓN: <u>TIPO: 3F + 1N + 1T, MODELO NLAB</u>						ARCHIVO N°: _____								
CAPAC. CONT.: <u>100A</u>														
FD	CARGA	COND.	Nº DE PUNTOS	POTENCIA (VA)	Nº CIR	BARRAS DE CONEXIÓN A B C	Nº CIR	POTENCIA (VA)	Nº DE PUNTOS	COND.	CARGAS	FD		
0.60	ILUMINACIÓN EXTERIOR	#12 AWG	11	26	286	C1	20	C2	708	118,00	6	#12 AWG	ILUMINACIÓN ÁREA DE LABORATORIO	1.00
0.60	ILUMINACIÓN OFICINA, BAÑOS, CAFÉ, A/A	#12 AWG	11	113	1243	C3	20	C4	708	118,00	6	#12 AWG		
1.00	ILUMINACIÓN PASILLO, ELECT. Y ALMAC	#12 AWG	11	26	308	C5	20	C6	180	45,00	4	#12 AWG	ILUMINACIÓN MUESTRAS Y DEP. BOMB.	1.00
0.70	T/C ÁREA DE LABORATORIO	#12 AWG	3	125	375	C7	30	C8	2750	250	11	#12 AWG	T/C PASILLO, A/A, ELECT. Y ALMACEN.	1.00
		#12 AWG	3	125	375	C9	20	C10	600	600	1	#12 AWG	SISTEMA DE DETECCIÓN DE INCENDIO	1.00
0.70	T/C ÁREA DE LABORATORIO	#12 AWG	8	250	2000	C11	20	C12	1064	1064	1	#12 AWG	GABINETE DE SEGURIDAD BIOLÓGICA	1.00
0.70	T/C OFICINAS, BAÑOS Y CAFÉ	#12 AWG	9	250	2250	C13	20	C14	90	18	5	#12 AWG	ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA	1.00
1.00	A/A 5 TON	#12 AWG	1	3484	3484	C15	20	C16	0	0	1	#12 AWG	RESERVA EQUIPADA	
		#12 AWG	1	3484	3484	C17	20	C18	0	0	1	#12 AWG	RESERVA EQUIPADA	
	RESERVA EQUIPADA					C19	20	C20					RESERVA	
	RESERVA EQUIPADA					C21	20	C22					RESERVA	
	RESERVA EQUIPADA					C24	20						RESERVA	
kVA		BUS A:	6,46	32,45 %	INTERRUPTOR PPAL. <u>3P / 75 A</u>			AMPER. DE LINEA <u>55,25</u>						
		BUS B:	6,41	32,20 %	ALIMENTADOR: <u>3C#4 AWG + 1C#4 AWG + 1C#2 AWG</u>			FACTOR DE SERVICIO <u>1,00</u>						
		BUS C:	7,04	35,35 %	FUENTE <u>SUBESTACIÓN</u>			AMPER DE DISEÑO <u>61,27</u>						
CARGA CONECTADA		kVA	19,91		TENSIÓN: <u>208 V</u>									
MAXIMA DEMANDA		kVA	17,7		FP: <u>0,85</u>									
MAX DEMANDA + 25% RESERVA		kVA	22,07											

Plano 5

Laboratorio - Diaframa unifilar

Plano 6

Laboratorio - Alumbrado


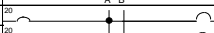



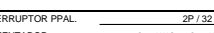
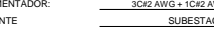
Plano 7

Laboratorio - Tomacorrientes

Plano 8

Laboratorio - Puesta a tierra y protección contra descargas atmosféricas

A10.3. A continuación se muestran las hojas de tablero y planos de instalaciones eléctricas para la sala de cambio de operadores.

HOJA DE TABLERO														
PROYECTO: <u>Diseño de la Red Eléctrica de la Nueva Planta Deshidrogenadora de Propano de Paquian</u> IDENTIFICACIÓN: <u>TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 208/120V, TD-SCO1</u> DESCRIPCIÓN: TIPO: <u>3F + 1N + 1T, MODELO NLAB</u>						UBICACIÓN: <u>CUARTO DE ALMACÉN, SALA DE CAMBIO DE OPER.</u> MONTAJE: <u>EMBUTIDO EN PARED</u> ARCHIVO N°: CAPAC. CONT.: <u>100A</u>								
FD	CARGA	COND.	Nº DE PUNTOS	POTENCIA (VA) PUNTO	Nº. CIRCUITO	BARRAS DE CONEXIÓN A B		Nº. CIRCUITO	POTENCIA (VA) PUNTO	Nº. DE PUNTOS	COND.	CARGAS	FD	
0.70	ALUMBRADO VESTUARIO DE DAMAS	#12 AWG	12	57	684 C1			C2	260	26	10	#12 AWG	ALUMBRADO EXTERIOR	0.60
0.60	T/C VESTUARIO DAMAS	#12 AWG	6	180	1.080 C3			C4	684	57	12	#12 AWG	ALUMBRADO VESTUARIO DE CAB.	0.70
0.60	T/C VESTUARIO CABALLEROS	#12 AWG	6	180	1.080 C5			C6	126	21	6	#12 AWG	ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA	0.50
	RESERVA EQUIPADA		1	0				C8	0	0	1		RESERVA	
	RESERVA EQUIPADA		1	0				C10	0	0	1		RESERVA	
	RESERVA EQUIPADA		1	0				C12	0	0	1		RESERVA	
kVA BUS A: 2.15 54,93 % BUS B: 1.76 45,07 % CARGA CONECTADA kVA 3.91 MAXIMA DEMANDA kVA 2.5 MAX DEMANDA + 25% RESERVA kVA 3.09		INTERRUPTOR PPAL. 2P / 32 A ALIMENTADOR: 3C#2 AWG + 1C#2 AWG + 1C#4 AWG FUENTE: SUBESTACIÓN TENSIÓN: 120 V FP: 0,85				AMPER. DE LINEA 28,25 FACTOR DE SERVICIO 1,00 AMPER DE DISEÑO 22,30								

Plano 9

Sala de cambio de operadores - Diaframa unifilar

Plano 10

Sala de cambio de operadores - Alumbrado

Plano 11

Sala de cambio de operadores - Tomacorrientes

Plano 12

Sala de cambio de operadores - Puesta a tierra y protección contra descargas atmosféricas

A10.4. A continuación se muestran las hojas de tablero y planos de instalaciones eléctricas para el edificio de administración y oficinas.

		HOJA DE TABLERO										Empresas Y&V							
PROYECTO:		Diseño de la Red Eléctrica de la Nueva Planta Deshidrogenadora de Propano de Pequiwen								UBICACIÓN: CUARTO DE ELECTRICIDAD, EDIF. ADMINIST.Y OFICINAS									
IDENTIFICACIÓN:		TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 480V, TD-A01								MONTAJE: EMBUTIDO EN PARED									
DESCRIPCIÓN:												ARCHIVO N°:							
TIPO:		3F + 1N + IT, MODELO NHB										CAPAC. CONT.: 225A							
FD	CARGA	COND.	Nº DE PUNTOS	POTENCIA (VA)	Nº CIR.	BARRAS DE CONEXIÓN A B C						Nº CIR.	POTENCIA (VA)	Nº DE PUNTOS	COND.	CARGAS	FD		
1.00	A/A 15 TON	#8	1	8.632	8.632	C1	40						C2	8632	8.632.00	1	#8	A/A 15 TON	1.00
		AWG	1	8.632	8.632	C3	40						C4	8632	8.632.00	1	AWG		
		#8	1	8.632	8.632	C5	40						C6	8632	8.632.00	1	AWG		
	RESERVA EQUIPADA		1			C7	40						C8	10000	10000	1	#2	ALIMENTACIÓN TX 480/208-120V	1.00
	RESERVA EQUIPADA		1			C9	40						C10	10000	10000	1	AWG		
	RESERVA EQUIPADA		1			C11	40						C12	10000	10000	1	AWG		
KVA		BUS A: 27.26		33.33 %		INTERRUPTOR PPAL:		3P / 125 A				AMPER. DE LINEA		98.38					
		BUS B: 27.26		33.33 %		ALIMENTADOR:		3C 400 Kcmil + 1C 400 Kcmil				FACTOR DE SERVICIO		1.00					
		BUS C: 27.26		33.33 %		FUENTE:		SUBESTACIÓN				AMPER DE DISEÑO		122.98					
CARGA CONECTADA		KVA		81.79		TENSIÓN:		480 V											
MAXIMA DEMANDA		KVA		81.8		FP:		0.85											
MAX DEMANDA + 25% RESERVA		KVA		102.24															

		HOJA DE TABLERO										Empresas Y&V							
PROYECTO:		Diseño de la Red Eléctrica de la Nueva Planta Deshidrogenadora de Propano de Pequiwen								UBICACIÓN: CUARTO DE ELECTRICIDAD, EDIF. ADMINIST.Y OFICINAS									
IDENTIFICACIÓN:		TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 208/120V, TD-A02								MONTAJE: EMBUTIDO EN PARED									
DESCRIPCIÓN:												ARCHIVO N°:							
TIPO:		3F + 1N + IT, MODELO NLAB										CAPAC. CONT.: 225A							
FD	CARGA	COND.	Nº DE PUNTOS	POTENCIA (VA)	Nº CIR.	BARRAS DE CONEXIÓN A B C						Nº CIR.	POTENCIA (VA)	Nº DE PUNTOS	COND.	CARGAS	FD		
0.70	ILUMINACIÓN OFIC., BAÑOS Y SECRET.	#12	12	113	1.356	C1	20						C2	1017	113	9	#12	ILUMINACIÓN PASILLO, ÁREA CENTRAL	1.00
		AWG	12	113	1.356	C3	20						C4	2500	250	10	AWG		
0.70	ILUMINACIÓN OFICINAS Y RECEPCIÓN	#12	13	113	1.469	C5	20						C6	2250	250	9	#12	T/C OFICINAS	0.60
		AWG	13	113	1.469	C7	20						C8	1800	180	10	AWG		
0.60	ILUMINACIÓN EXTERIOR	#12	12	28	312	C9	20						C10	2250	250	9	#12	T/C SALA DE REUNIONES, OFICINAS	0.60
		AWG	12	28	312	C11	20						C12	1800	180	10	AWG		
0.60	T/C OFICINAS Y SECRETARIA	#12	10	250	2.500	C13	20						C14	0	0	1	#12	T/C CUARTO A/A, BAÑOS Y CAFE	0.60
		AWG	10	250	2.500	C15	20						C16	0	0	1	AWG		
0.60	ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA	#12	7	21	147	C17	20						C18	0	0	1	#12	T/C RECEPCIÓN, FOTOCOPIAS, C. ELECT.	0.60
		AWG	7	21	147	C19	20						C20	0	0	1	AWG		
0.60	T/C DEPÓSITO, ARCHIVO Y OFICINA	#12	10	250	2.500	C21	20						C22	1800	1800	1	#12	SISTEMA CCTV	1.00
		AWG	10	250	2.500	C23	20						C24	0	0	1	AWG		
1.00	SISTEMA DE DETECCIÓN DE INCENDIO	#12	1	500	600	C25	20						C26	0	0	1	#12	RESERVA EQUIPADA	
		AWG	1	500	600	C27	20						C28	0	0	1	AWG		
	RESERVA EQUIPADA		1	0		C29	20						C30	0	0	1	#12	RESERVA EQUIPADA	
	RESERVA EQUIPADA		1	0		C31	20						C32	0	0	1	AWG		
KVA		BUS A: 7.27		35.83 %		INTERRUPTOR PPAL:		3P / 75 A				AMPER. DE LINEA		56.35					
		BUS B: 6.37		31.36 %		ALIMENTADOR:		3C#2AWG + 1C#2 AWG + 1C#1 AWG				FACTOR DE SERVICIO		1.00					
		BUS C: 6.66		32.82 %		FUENTE:		SUBESTACIÓN				AMPER DE DISEÑO		29.30					
CARGA CONECTADA		KVA		20.30		TENSIÓN:		208 V											
MAXIMA DEMANDA		KVA		8.4		FP:		0.85											
MAX DEMANDA + 25% RESERVA		KVA		10.56															

Plano 13

Edificio de administración y oficinas - Diaframa unifilar

Plano 14

Edificio de administración y oficinas - Alumbrado

Plano 15

Edificio de administración y oficinas - Tomacorrientes

Plano 16

Edificio de administración y oficinas - Puesta a tierra y protección contra descargas atmosféricas

A10.5. A continuación se muestran las hojas de tablero y planos de instalaciones eléctricas para el taller de mantenimiento.

HOJA DE TABLERO												Empresas Y&V				
PROYECTO: <u>Diseño de la Red Eléctrica de la Nueva Planta Deshidrogenadora de Propano de Pequiven</u>						UBICACIÓN: <u>CUARTO DE ELECTRICIDAD, PLANTA BAJA DE TALLER</u>										
IDENTIFICACIÓN: <u>TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 480V, TD-TM1</u>						MONTAJE: <u>EMBUTIDO EN PARED</u>										
DESCRIPCIÓN: <u>3F + 1N + 1T, MODELO NHB</u>						ARCHIVO N°: _____										
TIPO: <u>3F + 1N + 1T, MODELO NHB</u>						CAPAC. CONT.: <u>225A</u>										
FD	CARGA	COND.	No. DE PUNTOS	POTENCIA (VA) PUNTO	No. CIRCUITO	BARRAS DE CONEXIÓN A B C	No. CIRCUITO	POTENCIA (VA) PUNTO	No. DE PUNTOS	COND.	CARGAS	FD				
0.50	TORNO MEDIANO	#4 AWG	1	14.129	14.129	C1		C2	5333	5-333	1	#10 AWG	PUENTE GRUA	0.50		
		#4 AWG	1	14.129	14.129	C3		C4	5333	5-333	1	#10 AWG				
		#4 AWG	1	14.129	14.129	C5		C6	5333	5-333	1	#10 AWG				
0.50	T/C SOLDADURA	#4 AWG	1	16.667	16.667	C7		C8	1766	1-766	1	#12 AWG	COMPRESOR	0.50		
		#4 AWG	1	16.667	16.667	C9		C10	1766	1-766	1	#12 AWG				
		#4 AWG	1	16.667	16.667	C11		C12	1766	1-766	1	#12 AWG				
0.50	TALADRO	#12 AWG	1	733	733	C13		C14	15000	15-000	1	#4 AWG	ALIMENTACION TX 480/208-120V	1.00		
		#12 AWG	1	733	733	C15		C16	15000	15-000	1	#4 AWG				
		#12 AWG	1	733	733	C17		C18	15000	15-000	1	#4 AWG				
	RESERVA EQUIPADA	#4 AWG	1	0	-	C19		C20					RESERVA			
		#4 AWG	1	0	-	C21		C22					RESERVA			
		#4 AWG	1	0	-	C23		C24					RESERVA			
kVA		BUS A:	46,53	33,33 %	INTERRUPTOR PPAL. <u>3P / 225 A</u>		ALIMENTADOR: <u>3C 350 Kcmil + 1C 350 Kcmil</u>		FUENTE: <u>SUBESTACIÓN</u>		TENSION: <u>480 V</u>		FP: <u>0,85</u>		AMPER. DE LINEA <u>167,90</u>	
CARGA CONECTADA		BUS B:	46,53	33,33 %											FACTOR DE SERVICIO <u>1,00</u>	
MAXIMA DEMANDA		BUS C:	46,53	33,33 %											AMPER DE DISEÑO <u>209,87</u>	
MAX DEMANDA + 25% RESERVA		kVA	139,59													
		kVA	102,9													
		kVA	128,68													

HOJA DE TABLERO												Empresas Y&V				
PROYECTO: <u>Diseño de la Red Eléctrica de la Nueva Planta Deshidrogenadora de Propano de Pequiven</u>						UBICACIÓN: <u>CUARTO DE ELECTRICIDAD, PLANTA BAJA DE TALLER</u>										
IDENTIFICACIÓN: <u>TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 208/120V, TD-TM2</u>						MONTAJE: <u>EMBUTIDO EN PARED</u>										
DESCRIPCIÓN: <u>3F + 1N + 1T, MODELO NLAB</u>						ARCHIVO N°: _____										
TIPO: <u>3F + 1N + 1T, MODELO NLAB</u>						CAPAC. CONT.: <u>225A</u>										
FD	CARGA	COND.	No. DE PUNTOS	POTENCIA (VA) PUNTO	No. CIRCUITO	BARRAS DE CONEXIÓN A B C	No. CIRCUITO	POTENCIA (VA) PUNTO	No. DE PUNTOS	COND.	CARGAS	FD				
0.60	ILUMINACIÓN DEPÓSITO, EQUIP. POR REP.	#12 AWG	1	589	589	C1		C2	1029	1-47	7	#12 AWG	ILUMINACIÓN EQUIPOS DE TALLER	0.60		
		#12 AWG	1	589	589	C3		C4	1029	1-47	7	#12 AWG				
		#12 AWG	10	113	1.130	C5		C6	1176	1-47	8	#12 AWG				
0.70	ILUMINACIÓN PLANTA BAJA, OFICINAS	#12 AWG	10	113	1.130	C5		C8	1176	1-47	8	#12 AWG	ILUMINACIÓN EQUIPOS DE TALLER	0.60		
0.70	ILUMINACIÓN PLANTA ALTA, OFICINAS	#12 AWG	13	113	1.469	C7		C10	2500	250	10	#12 AWG	T/C DEPÓSITO, TALLER, Y EXTRACTOR	1.00		
0.70	T/C PLANTA ALTA, SANITARIOS Y OFIC.	#12 AWG	7	180	1.260	C9		C12	468	26	18	#12 AWG	ILUMINACIÓN EXTERIOR	1.00		
0.70	T/C PLANTA BAJA, OFICINAS	#12 AWG	10	250	2.500	C11		C14	147	21	7	#12 AWG	ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA	1.00		
0.70	T/C PLANTA BAJA, OFICINAS	#12 AWG	8	250	2.000	C13		C16	1080	180	6	#12 AWG	T/C PLANTA BAJA SANITARIOS, A/A	1.00		
1.00	A/A 6 TON PLANTA ALTA	#6 AWG	1	4.638	4.638	C15		C18	1060	1.060	1	#12 AWG	PRESA HIDRAULICA	1.00		
1.00	A/A 5 TON PLANTA BAJA	#6 AWG	1	3.484	3.484	C17		C20	1060	1.060	1	#12 AWG	RESERVA EQUIPADA			
1.00	T/C TALLER	#6 AWG	1	3.484	3.484	C21		C22	600	600	1	#12 AWG	SISTEMA DE DETECCIÓN DE INCENDIO	1.00		
1.00	T/C TALLER	#6 AWG	1	5.000	5.000	C23		C24	0				RESERVA EQUIPADA			
	RESERVA EQUIPADA	#6 AWG	1	5.000	5.000	C25	C26	0				RESERVA EQUIPADA				
	RESERVA EQUIPADA	#6 AWG	1	5.000	5.000	C27	C28	0				RESERVA				
	RESERVA	#6 AWG	1	5.000	5.000	C29	C30	0				RESERVA				
kVA		BUS A:	15,95	33,87 %	INTERRUPTOR PPAL. <u>3P / 150 A</u>		ALIMENTADOR: <u>3C #20 AWG + 1C #20 AWG + 1C #10 AWG</u>		FUENTE: <u>SUBESTACIÓN</u>		TENSION: <u>208 V</u>		FP: <u>0,85</u>		AMPER. DE LINEA <u>130,75</u>	
CARGA CONECTADA		BUS B:	15,18	32,23 %											FACTOR DE SERVICIO <u>1,00</u>	
MAXIMA DEMANDA		BUS C:	15,97	33,91 %											AMPER DE DISEÑO <u>163,44</u>	
MAX DEMANDA + 25% RESERVA		kVA	47,11													
		kVA	39,9													
		kVA	49,84													

Plano 17

Taller de Mantenimiento - Diaframa unifilar

Plano 18

Taller de Mantenimiento - Alumbrado


Plano 19

Taller de Mantenimiento - Tomacorrientes

Plano 20

**Taller de Mantenimiento - Puesta a tierra y protección contra descargas
atmosféricas**

A10.6. A continuación se muestran las hojas de tablero y planos de instalaciones eléctricas para el almacén de químicos.

		HOJA DE TABLERO													
PROYECTO:		Diseño de la Red Eléctrica de la Nueva Planta Deshidrogenizadora de Propano de Pequiven										UBICACIÓN:		EDIFICIO DE ALMACEN DE QUÍMICOS	
IDENTIFICACIÓN:		TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 208/120V, TD-AQ1										MONTAJE:		EMBUTIDO EN PARED	
DESCRIPCIÓN:												ARCHIVO N°:			
TIPO:		3F + 1N + 1T, MODELO NLAB										CAPAC. CONT.:		100A	
FD	CARGA	COND.	Nº. DE PUNTOS	POTENCIA (VA)	Nº. CIR.	BARRAS DE CONEXIÓN			Nº. CIR.	POTENCIA (VA)	Nº. DE PUNTOS	COND.	CARGAS	FD	
						A	B	C							
1.00	ILUMINACIÓN ALA SUR Y NORTE	#10 AWG	3	471	1.413	C1				C2	113	1	#10 AWG	ILUMINACION OFICINA	1.00
		#10 AWG	3	471	1.413	C3				C4	360	2	#12 AWG	T/C	0.50
		#10 AWG	2	471	942	C5				C6	540	3	#12 AWG	T/C	0.50
1.00	ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA	#12 AWG	4	27	84	C7				C8	0	1		RESERVA	
	RESERVA EQUIPADA		1			C9				C10	0	1		RESERVA	
	RESERVA EQUIPADA		1			C11				C12	0	1		RESERVA	
kVA		BUS A:	1.61	33.09 %	INTERRUPTOR PPAL:		3P / 20 A		AMPER. DE LINEA		13.50				
		BUS B:	1.77	36.44 %	ALIMENTADOR:		3C#2/0 AWG + 1C#2/0 AWG + 1C#2/0 AWG		FACTOR DE SERVICIO		1.00				
		BUS C:	1.48	30.46 %	FUENTE:		SUBESTACIÓN		AMPER DE DISEÑO		15.32				
CARGA CONECTADA		kVA	4.87		TENSIÓN:		208 V								
MAXIMA DEMANDA		kVA	4.4		FP:		0.85								
MAX DEMANDA + 25% RESERVA		kVA	5.52												

Plano 21

Almacén de químicos- Diaframa unifilar

Plano 22

Almacén de químicos – Alumbrado y tomacorrientes

Plano 23

Almacén de químicos - Puesta a tierra

Plano 24

Caseta de vigilancia - Diaframa unifilar

Plano 25

Caseta de vigilancia - Alumbrado

Plano 26

Caseta de vigilancia - Tomacorrientes

Plano 27

Caseta de vigilancia - Puesta a tierra

[ANEXO N° 11]

Hoja de Cálculo para alimentadores de edificaciones

PROYECTO: PDH ALIMENTADORES DE EDIFICACIONES		FECHA:	
PROYECTO N°:		REV.:	
CLIENTE:		DOC. N°:	
UBICACION:			
REV.:			
DESCRIPCION			
Etiqueta N°	Desde	Hasta	
Alimentador 1	S/E	Sala de control TD-SC1	
Alimentador 1A	Sala de control TD-SC1	TD-SC2	
Alimentador 2	S/E	Sala de control TD-SC3	
Alimentador 2A	S/E	Lab. TD-11	
Alimentador 3	S/E	Lab. TD-12	
Alimentador 4	S/E	Sala de cambio de operadores TD-SC1	
Alimentador 4A	S/E	Edificio de administración y oficinas TD-A01	
Alimentador 5	S/E	Edificio de administración y oficinas TD-A02	
Alimentador 5A	S/E	Taller de mantenimiento TD-TM1	
Alimentador 6	S/E	Taller de mantenimiento TD-TM2	
Alimentador 7	S/E	Almoxar de químicos TD-AQ1	
Alimentador 7A	S/E	Caseta de vigilancia TD-CV1	

Rv.	Etiqueta N°	S ₀ (kVA)	I ₀ (A)	V ₀ (V)	In (A)	I _{sp}	I _{av}	I _{sc}	I _{cc}	I _{cc} (kA)	I _d	Conductor por Id		Conductor por AV%		Conductor Seleccionado		
												#C	AV%	#C	AV%	#C	AV%	#C
		100.00	480.00	238.33	238.33	0.85	2.00	C	10.0	285.00	1	#12	1	#12	1	#12	1	#12
		30.00	208.00	83.37	83.37	0.85	2.00	C	6.00	104.00	1	#2	1	#10	1	#10	1	#10
		15.00	104.00	41.68	41.68	0.85	2.00	C	3.00	52.00	1	#2	1	#10	1	#10	1	#10
		30.00	208.00	83.37	83.37	0.85	2.00	C	3.00	104.00	1	#2	1	#12	1	#12	1	#12
		102.24	480.00	187.76	187.76	0.85	2.00	C	70.00	231.45	1	#2	1	#12	1	#12	1	#12
		30.00	208.00	83.37	83.37	0.85	2.00	C	4.00	153.72	1	#2	1	#12	1	#12	1	#12
		130.00	480.00	156.37	156.37	0.85	2.00	C	3.00	104.00	1	#2	1	#12	1	#12	1	#12
		45.00	208.00	124.01	124.01	0.85	2.00	C	3.00	156.13	1	#2	1	#10	1	#10	1	#10
		7.50	480.00	9.02	9.02	0.85	2.00	C	380.00	11.28	1	#14	1	#14	1	#14	1	#14
		10.00	480.00	12.03	12.03	0.85	2.00	C	400.00	15.04	1	#12	1	#12	1	#12	1	#12

[ANEXO N° 12]

Planos unifilares de la subestación y red eléctrica de la planta

A continuación se presentan los planos unifilares de la subestación y la red eléctrica de la planta, en estos se aprecian los centros de distribución de potencia y los centros de control de motores, son un total de 7 planos

Plano 28

Subestación – Diagrama Unifilar

Plano 29

Subestación – Diagrama Unifilar

Plano 30

Subestación – Diagrama Unifilar

Plano 31

Subestación – Diagrama Unifilar

Plano 32

Subestación – Diagrama Unifilar

Plano 33

Subestación – Diagrama Unifilar

Plano 34

Subestación – Diagrama Unifilar

Plano 35

Subestación – Diagrama Unifilar

Plano 36

Subestación – Diagrama Unifilar

[ANEXO N° 13]

Planos de disposición general de equipos en la subestación

A continuación se muestra en el plano 13.1 una vista de planta de la disposición de equipos en la subestación

PLANO 13.1

Disposición De equipos en la S/E

[ANEXO N° 14]

Planos de vista general de la planta con edificaciones y subestación

A continuación se muestra en el plano 14.1 una vista de planta en general con la ubicación de las edificaciones y la subestación eléctrica.

PLANO 14.1

Disposición de elementos en la planta

[ANEXO N° 15]

Planos de ubicación de la planta dentro del Complejo Petroquímico Jose

A continuación se muestra en el plano 15.1 una vista de planta en general con la ubicación de la planta PDH dentro del Complejo Petroquímico José Antonio Anzoátegui.

PLANO 15.1

[ANEXO N° 16]

Tablas de costos de materiales en edificaciones

Tabla A16.1 Tabla de costos de materiales para la sala de control

SALA DE CONTROL LISTA DE MATERIALES					
N°	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Total
1	UPS Sistema ininterrumpible de potencia 3Ø, 480 VAC, 25 KVA 4 hilos salida 120/208 VAC 3Ø 4 hilos, neutro y barra de tierra, incluye tablero de distribución, set de baterías, conexiones y accesorios	Und	1	43.537,50	43.537,50
2	Transferencia automática, 250A	Und	2	31.300,00	62.600,00
3	Tablero de distribución 480 VAC, 3Ø, 4 hilos, 250A, 24 circuitos	Und	2	510,60	1.021,20
4	Tablero de distribución 208/120 VAC, 3Ø, 4 hilos, 100A, 12 circuitos	Und	2	250,80	501,60
5	Interruptor principal termomagnético tripolar 240V, 100 A	Und	1	363,90	363,90
6	Interruptor principal termomagnético tripolar 480V, 250 A	Und	1	920,61	920,61
7	Interruptor termomagnético tripolar 480V, 25 A	Und	2	126,00	252,00
8	Interruptor termomagnético tripolar 480V, 45 A	Und	10	189,00	1.890,00
9	Interruptor termomagnético monopolar 120V, 20 A	Und	15	60,00	900,00
10	Transformador tipo seco 30 kVA 480/208-120 VAC para uso interior	Und	2	7.745,00	15.490,00
11	Tubería de acero galvanizado 3/4"	m	27	24,75	668,12
12	Tubería de acero galvanizado 1 1/2"	m	21	58,70	1.232,60
13	Tubería de acero galvanizado 2"	m	21	78,48	1.647,98
14	Tubería de acero galvanizado 4"	m	21	137,54	2.888,25
15	Tubería tipo EMT (electrical metal tube) 3/4"	m	750	3,00	2.247,00
16	Tubería tipo EMT (electrical metal tube) 1"	m	60	4,39	263,16
17	Tubería tipo EMT (electrical metal tube) 2"	m	21	9,58	201,20
18	Cable #12 AWG, THW, 75 °C, 600 V	m	3.700	5,11	18.895,90
19	Cable #10 AWG, THW, 75 °C, 600 V	m	1.350	7,78	10.504,35
20	Cable #8 AWG, THW, 75 °C, 600 V	m	900	12,48	11.227,50
21	Cable #6 AWG, THW, 75 °C, 600 V	m	50	20,46	1.022,85
22	Cable #2 AWG, THW, 75 °C, 600 V	m	150	50,16	7.523,70
23	Luminaria fluorescente para empotrar en cielo raso 3x32W, 120V, 60 Hz con balasto	Und	33	580,44	19.154,52
24	Luminaria fluorescente para empotrar en cielo raso 3x32W, 120V, 60 Hz con balasto y batería de emergencia	Und	6	669,22	4.015,32
25	Luminaria fluorescente superficial para montar en pared o techo 1x36W, 120V, 60 Hz con balasto para uso en áreas clase I div II	Und	2	336,80	673,60
26	Luminaria fluorescente para empotrar en cielo raso 2x24W, 120V, 60 Hz con balasto	Und	3	465,84	1.397,52
27	Luminaria fluorescente para empotrar en cielo raso 1x24W, 120V, 60 Hz con balasto	Und	6	276,04	1.656,24
28	Luminaria fluorescente para empotrar en cielo raso 1x24W, 120V, 60 Hz con balasto y batería de emergencia	Und	4	356,04	1.424,16
29	Luminaria fluorescente superficial circular para montar en pared o techo 1x22 W, 120 V, 60 Hz con balasto	Und	22	126,04	2.772,88
30	Interruptor sencillo 20A, 120 V para control de iluminación	Und	12	8,90	106,80
31	Interruptor sencillo 20A, 120 V para control de iluminación aprobado para clase I div II	Und	1	28,56	28,56
32	Interruptor tripolar 20A, 120 V, para control de iluminación	Und	8	15,10	120,80
33	Fotocelda, 120V, 1800 VA, 60 Hz., incluye base	Und	1	127,72	127,72
34	Tomacorriente doble polarizado 120 VAC, 20A, con conexión de tierra	Und	36	9,00	324,00
35	Tomacorriente doble polarizado 120 VAC, 20A, con conexión de tierra aprobado para clase I div II	Und	3	21,30	63,90
36	Electrodo de tierra Copperweld 5/8" x 10'	Und	7	45,61	319,27
37	Conductores desnudos de cobre #2/0 AWG	m	105	93,70	9.838,50
38	Conductores desnudos de cobre #2 AWG	m	160	46,80	7.488,00
39	Soldadura exotérmica entre electrodo de tierra y conductor #2 AWG	Und	15	33,76	506,33
40	Soldadura exotérmica entre conductor #2 AWG y conductor #2/0 AWG	Und	12	33,76	405,06
41	Punta Franklin 24"x 5/8", incluye base para montaje y conectores	Und	9	222,50	2.002,50
Total					238.225,08

Tabla A16.2 Tabla de costos de materiales para el laboratorio

LABORATORIO					
N°	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Total
1	Tablero de distribución 480 VAC, 3Ø, 4 hilos, 225A, 12 circuitos	Und	1	305,30	305,30
2	Tablero de distribución 208/120 VAC, 3Ø, 4 hilos, 100A, 24 circuitos	Und	1	356,80	356,80
3	Interruptor principal termomagnético tripolar 240V, 75 A	Und	1	363,90	363,90
4	Interruptor principal termomagnético tripolar 480V, 200 A	Und	1	920,61	920,61
5	Interruptor termomagnético tripolar 480V, 25 A	Und	1	126,00	126,00
6	Interruptor termomagnético tripolar 480V, 45 A	Und	3	189,00	567,00
7	Interruptor termomagnético tripolar 480V, 125 A	Und	1	446,60	446,60
8	Interruptor termomagnético monopolar 120V, 20 A	Und	14	60,00	840,00
9	Interruptor termomagnético monopolar 120V, 30 A	Und	1	60,00	60,00
10	Interruptor termomagnético bipolar 208V, 20 A	Und	1	126,00	126,00
11	Interruptor termomagnético bipolar 208V, 45 A	Und	1	189,00	189,00
12	Transformador tipo seco 30 kVA 480/208-120 VAC para uso interior	Und	1	7.745,00	7.745,00
13	Tubería tipo EMT (electrical metal tube) 3/4"	m	510	3,00	1.527,96
14	Tubería tipo EMT (electrical metal tube) 1"	m	51	4,39	223,69
15	Tubería tipo EMT (electrical metal tube) 1 1/2"	m	51	7,54	384,49
16	Tubería tipo EMT (electrical metal tube) 2"	m	51	9,58	488,63
17	Cable #12 AWG, THW, 75 °C, 600 V	m	1.500	5,11	7.660,50
18	Cable #10 AWG, THW, 75 °C, 600 V	m	100	7,78	778,10
19	Cable #8 AWG, THW, 75 °C, 600 V	m	200	12,48	2.495,00
20	Cable #6 AWG, THW, 75 °C, 600 V	m	50	20,46	1.022,85
21	Cable #2 AWG, THW, 75 °C, 600 V	m	150	50,16	7.523,70
22	Cable #1/0 AWG, THW, 75 °C, 600 V	m	100	80,41	8.040,80
23	Luminaria fluorescente para empotrar en cielo raso 3x32W, 120V, 60 Hz con balasto	Und	10	580,44	5.804,40
24	Luminaria fluorescente para empotrar en cielo raso 1x24W, 120V, 60 Hz con balasto	Und	9	276,04	2.484,36
25	Luminaria fluorescente superficial para montar en pared o techo 1x36W, 120V, 60 Hz con balasto para uso en áreas clase I div II	Und	4	336,80	1.347,20
26	Luminaria fluorescente superficial para montar en pared o techo 1x36W, 120V, 60 Hz con balasto	Und	6	336,80	2.020,80
27	Luminaria incandescente de haluro metálico para empotrar en cielo raso 100W, 208V, aprobada para clase I div II	Und	12	337,62	4.051,44
28	Luminaria fluorescente superficial circular para montar en pared o techo 1x22 W, 120 V, 60 Hz con balasto	Und	11	126,04	1.386,44
29	Luminaria incandescente de emergencia para montar en pared 2x9 W	Und	3	75,00	225,00
30	Luminaria incandescente de emergencia para montar en pared 2x9 W aprobada para clase I div II	Und	2	158,00	316,00
31	Interruptor sencillo 20A, 120 V para control de iluminación	Und	11	8,90	97,90
32	Interruptor sencillo 20A, 240 V para control de iluminación aprobado para clase I div II	Und	1	28,56	28,56
33	Interruptor tripolar 20A, 120 V, para control de iluminación	Und	2	15,10	30,20
34	Interruptor sencillo 20A, 120 V para exteriores, aprobado para clase I div II	Und	1	28,56	28,56
35	Fotocelda, 120V, 1800 VA, 60 Hz., incluye base	Und	1	127,72	127,72
36	Tomacorriente doble polarizado 120 VAC, 20A, con conexión de tierra	Und	20	9,00	180,00
37	Tomacorriente doble polarizado 120 VAC, 20A, con conexión de tierra aprobado para clase I div II	Und	9	21,30	191,70
38	Tomacorriente doble polarizado 240 VAC, 20A, con conexión de tierra aprobado para clase I div II	Und	3	28,50	85,50
39	Electrodo de tierra Copperweld 5/8" x 10'	Und	12	45,61	547,32
40	Conductores desnudos de cobre #2/0 AWG	m	160	93,70	14.992,00
41	Conductores desnudos de cobre #2 AWG	m	160	46,80	7.488,00
42	Soldadura exotérmica entre electrodo de tierra y conductor #2 AWG	Und	15	33,76	506,33
43	Soldadura exotérmica entre conductor #2 AWG y conductor #2/0 AWG	Und	7	33,76	236,29
44	Punta Franklin 24"x 5/8", incluye base para montaje y conectores	Und	15	222,50	3.337,50
Total					87.705,14

Tabla A16.3 Tabla de costos de materiales para la sala de cambio de operadores

SALA DE CAMBIO DE OPERADORES					
N°	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Total
1	Tablero de distribución 208/120 VAC, 3Ø, 4 hilos, 100A, 12 circuitos	Und	1	305,30	305,30
2	Interruptor principal termomagnético tripolar 240V, 32 A	Und	1	126,00	126,00
3	Interruptor termomagnético monopolar 120V, 20 A	Und	9	60,00	540,00
4	Transformador tipo seco 5 kVA 480/208-120 VAC para uso interior	Und	1	2.543,00	2.543,00
5	Tubería tipo EMT (electrical metal tube) 3/4"	m	510	3,00	1.527,96
6	Tubería tipo EMT (electrical metal tube) 2"	m	12	9,58	114,97
7	Cable #12 AWG, THW, 75 °C, 600 V	m	1.500	5,11	7.660,50
8	Cable #6 AWG, THW, 75 °C, 600 V	m	50	20,46	1.022,85
9	Cable #2 AWG, THW, 75 °C, 600 V	m	150	50,16	7.523,70
10	Cable #1/0 AWG, THW, 75 °C, 600 V	m	100	80,41	8.040,80
11	Luminaria fluorescente para empotrar en cielo raso 2x24W, 120V, 60 Hz con balasto	Und	18	465,84	8.385,12
12	Luminaria fluorescente para empotrar en cielo raso 1x24W, 120V, 60 Hz con balasto	Und	4	276,04	1.104,16
13	Luminaria fluorescente superficial para montar en pared o techo 1x36W, 120V, 60 Hz con balasto	Und	2	336,80	673,60
14	Luminaria fluorescente superficial circular para montar en pared o techo 1x22 W, 120 V, 60 Hz con balasto	Und	10	126,04	1.260,40
15	Interruptor sencillo 20A, 120 V para control de iluminación	Und	8	8,90	71,20
16	luminaria incandescente de emergencia para montar en pared 2x9 W	Und	3	75,00	225,00
17	Fotocelda, 120V, 1800 VA, 60 Hz., incluye base	Und	1	127,72	127,72
18	Tomacorriente doble polarizado 120 VAC, 20A, con conexión de tierra	Und	16	9,00	144,00
19	Electrodo de tierra Copperweld 5/8" x 10'	Und	4	45,61	182,44
20	Conductores desnudos de cobre #2/0 AWG	m	75	93,70	7.027,50
21	Conductores desnudos de cobre #2 AWG	m	120	46,80	5.616,00
22	Soldadura exotérmica entre electrodo de tierra y conductor #2 AWG	Und	10	33,76	337,55
23	Soldadura exotérmica entre conductor #2 AWG y conductor #2/0 AWG	Und	5	33,76	168,78
24	Punta Franklin 24"x 5/8", incluye base para montaje y conectores	Und	9	222,50	2.002,50
25	Terminal de compresión modelo YGA2C-2N Burndy o similar	Und	8	27,50	2.003,50
Total					56.731,05

Tabla A16.4 Tabla de costos de materiales para el edificio de adm. y oficinas

EDIFICIO DE ADMINISTRACIÓN Y OFICINAS					
N°	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Total
1	Tablero de distribución 480 VAC, 3Ø, 4 hilos, 225A, 12 circuitos	Und	1	305,30	305,30
2	Tablero de distribución 208/120 VAC, 3Ø, 4 hilos, 100A, 18 circuitos	Und	1	298,50	298,50
3	Interruptor principal termomagnético tripolar 240V, 75 A	Und	1	363,90	363,90
4	Interruptor principal termomagnético tripolar 480V, 125 A	Und	1	674,48	674,48
5	Interruptor termomagnético tripolar 480V, 45 A	Und	4	189,00	756,00
6	Interruptor termomagnético monopolar 120V, 20 A	Und	17	60,00	1.020,00
7	Transformador tipo seco 30 kVA 480/208-120 VAC para uso interior	Und	1	7.745,00	7.745,00
8	Tubería tipo EMT (electrical metal tube) 3/4"	m	702	3,00	2.103,19
9	Tubería tipo EMT (electrical metal tube) 1"	m	21	4,39	92,11
10	Tubería tipo EMT (electrical metal tube) 2"	m	21	9,58	201,20
11	Cable #12 AWG, THW, 75 °C, 600 V	m	2.100	5,11	10.724,70
12	Cable #10 AWG, THW, 75 °C, 600 V	m	50	7,78	389,05
13	Cable #8 AWG, THW, 75 °C, 600 V	m	50	12,48	623,75
14	Cable #6 AWG, THW, 75 °C, 600 V	m	50	20,46	1.022,85
15	Luminaria fluorescente para empotrar en cielo raso 3x32W, 120V, 60 Hz con balasto	Und	27	580,44	15.671,88
16	Luminaria fluorescente para empotrar en cielo raso 1x24W, 120V, 60 Hz con balasto	Und	10	276,04	2.760,40
17	Luminaria fluorescente para empotrar en cielo raso 2x24W, 120V, 60 Hz con balasto	Und	4	465,84	1.863,36
18	Luminaria fluorescente superficial para montar en pared o techo 1x36W, 120V, 60 Hz con balasto	Und	11	336,80	3.704,80
19	Luminaria fluorescente superficial circular para montar en pared o techo 1x22 W, 120 V, 60 Hz con balasto	Und	12	126,04	1.512,48
20	luminaria incandescente de emergencia para montar en pared 2x9 W	Und	7	75,00	525,00
21	Interruptor sencillo 20A, 120 V para control de iluminación	Und	22	8,90	195,80
22	Interruptor tripolar 20A, 120 V, para control de iluminación	Und	2	15,10	30,20
23	Fotocelda, 120V, 1800 VA, 60 Hz., incluye base	Und	1	127,72	127,72
24	Tomacorriente doble polarizado 120 VAC, 20A, con conexión de tierra	Und	56	9,00	504,00
25	Tomacorriente doble polarizado 120 VAC, 20A, con conexión de tierra, para ambientes exteriores	Und	4	18,60	74,40
26	Electrodo de tierra Copperweld 5/8" x 10'	Und	4	45,61	182,44
27	Conductores desnudos de cobre #2/0 AWG	m	100	93,70	9.370,00
28	Conductores desnudos de cobre #2 AWG	m	170	46,80	7.956,00
29	Soldadura exotérmica entre electrodo de tierra y conductor #2 AWG	Und	15	33,76	506,33
30	Soldadura exotérmica entre conductor #2 AWG y conductor #2/0 AWG	Und	13	33,76	438,82
31	Punta Franklin 24"x 5/8", incluye base para montaje y conectores	Und	13	222,50	2.892,50
32	Terminal de compresión modelo YGA2C-2N Burndy o similar	Und	15	27,50	2.893,50
Total					74.636,15

Tabla A16.5 Tabla de costos de materiales para el taller de mantenimiento

TALLER DE MANTENIMIENTO					
N°	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Total
1	Tablero de distribución 480 VAC, 3Ø, 4 hilos, 225A, 24 circuitos	Und	1	510,60	510,60
2	Tablero de distribución 208/120 VAC, 3Ø, 4 hilos, 100A, 30 circuitos	Und	1	389,40	389,40
3	Interruptor principal termomagnético tripolar 240V, 150 A	Und	1	674,48	674,48
4	Interruptor principal termomagnético tripolar 480V, 200 A	Und	1	920,61	920,61
5	Interruptor termomagnético tripolar 480V, 75 A	Und	3	356,00	1.068,00
6	Interruptor termomagnético tripolar 480V, 20 A	Und	3	191,00	573,00
7	Interruptor termomagnético bipolar 240V, 75 A	Und	3	210,00	630,00
8	Interruptor termomagnético bipolar 240V, 45 A	Und	1	189,00	189,00
9	Interruptor termomagnético bipolar 240V, 20 A	Und	3	126,00	378,00
10	Interruptor termomagnético monopolar 120V, 20 A	Und	13	60,00	780,00
11	Transformador tipo seco 45 kVA 480/208-120 VAC para uso interior	Und	1	9.589,00	9.589,00
12	Tubería de acero galvanizado 3/4"	m	831	24,75	20.563,10
13	Tubería de acero galvanizado 1"	m	111	36,25	4.023,64
14	Tubería de acero galvanizado 2"	m	21	78,48	1.647,98
15	Tubería de acero galvanizado 4"	m	9	137,54	1.237,82
16	Cable #12 AWG, THW, 75 °C, 600 V	m	2.400	5,11	12.256,80
17	Cable #10 AWG, THW, 75 °C, 600 V	m	200	7,78	1.556,20
18	Cable #8 AWG, THW, 75 °C, 600 V	m	100	12,48	1.247,50
19	Cable #6 AWG, THW, 75 °C, 600 V	m	100	20,46	2.045,70
20	Cable #4 AWG, THW, 75 °C, 600 V	m	450	30,76	13.843,35
21	Cable #4/0 AWG, THW, 75 °C, 600 V	m	200	157,80	31.559,60
22	Luminaria fluorescente para empotrar en cielo raso 3x32W, 120V, 60 Hz con balasto	Und	17	580,44	9.867,48
23	Luminaria fluorescente para empotrar en cielo raso 1x24W, 120V, 60 Hz con balasto	Und	17	276,04	4.692,68
24	Luminaria fluorescente superficial para montar en pared o techo 1x36W, 120V, 60 Hz con balasto	Und	4	336,80	1.347,20
25	Luminaria fluorescente superficial circular para montar en pared o techo 1x22 W, 120 V, 60 Hz con balasto	Und	18	126,04	2.268,72
26	Luminaria incandescente de haluro metálico 250W, 208V.	Und	17	389,20	6.616,40
27	Luminaria incandescente de emergencia para montar en pared 2x9 W	Und	6	75,00	450,00
28	Interruptor sencillo 20A, 120 V para control de iluminación	Und	21	8,90	186,90
29	Interruptor sencillo 20A, 240 V para control de iluminación	Und	2	13,20	26,40
30	Fotocelda, 120V, 1800 VA, 60 Hz., incluye base	Und	1	127,72	127,72
31	Tomacorriente doble polarizado 120 VAC, 20A, con conexión de tierra	Und	43	9,00	387,00
32	Tomacorriente doble polarizado 208 VAC, 60A, con conexión de tierra	Und	2	21,60	43,20
33	Tomacorriente doble polarizado 480 VAC, 60A, con conexión de tierra	Und	1	47,80	47,80
34	Electrodo de tierra Copperweld 5/8" x 10'	Und	4	45,61	182,44
35	Conductores desnudos de cobre #2/0 AWG	m	120	93,70	11.244,00
36	Conductores desnudos de cobre #2 AWG	m	25	46,80	1.170,00
37	Soldadura exotérmica entre electrodo de tierra y conductor #2 AWG	Und	11	33,76	371,31
38	Soldadura exotérmica entre conductor #2 AWG y conductor #2/0 AWG	Und	9	33,76	303,80
39	Terminal de compresión modelo YGA2C-2N Burndy o similar	Und	8	27,50	304,80
Total					145.016,81

Tabla A16.6 Tabla de costos de materiales para el almacén

ALMACÉN					
N°	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Total
1	Tablero de distribución 208/120 VAC, 3Ø, 4 hilos, 100A, 12 circuitos	Und	1	305,30	305,30
2	Interruptor principal termomagnético tripolar 240V, 20 A	Und	1	191,00	191,00
3	Interruptor termomagnético tripolar 240V, 20 A	Und	1	191,00	191,00
4	Interruptor termomagnético monopolar 120V, 20 A	Und	6	60,00	360,00
5	Transformador tipo seco 7,5 kVA 480/208-120 VAC para uso interior	Und	1	3.525,00	3.525,00
6	Tubería de acero galvanizado 3/4"	m	150	24,75	3.711,75
7	Tubería de acero galvanizado 1"	m	100	36,25	3.624,90
8	Cable #12 AWG, THW, 75 °C, 600 V	m	200	5,11	1.021,40
9	Cable #10 AWG, THW, 75 °C, 600 V	m	400	7,78	3.112,40
10	Cable #8 AWG, THW, 75 °C, 600 V	m	300	12,48	3.742,50
11	Cable #2 AWG, THW, 75 °C, 600 V	m	150	50,16	7.523,70
12	Luminaria fluorescente para empotrar en cielo raso 3x32W, 120V, 60 Hz con balasto	Und	1	580,44	580,44
13	Luminaria incandescente de haluro metálico 250W, 208V.	Und	8	389,20	3.113,60
14	luminaria incandescente de emergencia para montar en pared 2x9 W	Und	4	75,00	300,00
15	Interruptor sencillo 20A, 120 V para control de iluminación	Und	1	8,90	8,90
16	Contactador de caja metálica tripolar, 240V, 30A	Und	1	344,70	344,70
17	Tomacorriente doble polarizado 120 VAC, 20A, con conexión de tierra	Und	1	9,00	9,00
18	Tomacorriente doble polarizado 120 VAC, 20A, con conexión de tierra para ambientes exteriores	Und	4	18,60	74,40
19	Electrodo de tierra Copperweld 5/8" x 10'	Und	4	45,61	182,44
20	Conductores desnudos de cobre #2/0 AWG	m	100	93,70	9.370,00
21	Conductores desnudos de cobre #2 AWG	m	20	46,80	936,00
22	Soldadura exotérmica entre electrodo de tierra y conductor #2 AWG	Und	8	33,76	270,04
23	Soldadura exotérmica entre conductor #2 AWG y conductor #2/0 AWG	Und	5	33,76	168,78
24	Terminal de compresión modelo YGA2C-2N Burndy o similar	Und	10	27,50	169,78
Total					42.667,25

Tabla A16.7 Tabla de costos de materiales para la caseta de vigilancia

CASETA DE VIGILANCIA						
N°	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Total	
1	Tablero de distribución 208/120 VAC, 3Ø, 4 hilos, 100A, 18 circuitos	Und	1	298,50	298,50	
2	Interruptor principal termomagnético tripolar 240V, 50 A	Und	1	399,00	399,00	
3	Interruptor termomagnético tripolar 240V, 20 A	Und	2	191,00	382,00	
4	Interruptor termomagnético monopolar 120V, 20 A	Und	6	60,00	360,00	
5	Transformador tipo seco 10 kVA 480/208-120 VAC para uso interior	Und	1	4.517,00	4.517,00	
6	Tubería tipo EMT (electrical metal tube) 3/4"	m	147	3,00	440,41	
7	Tubería tipo EMT (electrical metal tube) 2"	m	12	9,58	114,97	
8	Cable #12 AWG, THW, 75 °C, 600 V	m	500	5,11	2.553,50	
9	Cable #10 AWG, THW, 75 °C, 600 V	m	50	7,78	389,05	
10	Luminaria fluorescente para empotrar en cielo raso 3x32W, 120V, 60 Hz con balasto	Und	5	580,44	2.902,20	
11	Luminaria fluorescente para empotrar en cielo raso 1x24W, 120V, 60 Hz con balasto	Und	1	276,04	276,04	
12	Luminaria fluorescente superficial circular para montar en pared o techo 1x22 W, 120 V, 60 Hz con balasto	Und	3	126,04	378,12	
13	Luminaria incandescente de haluro metálico 175W, 208V.	Und	4	371,60	1.486,40	
14	Interruptor sencillo 20A, 120 V para control de iluminación	Und	5	8,90	44,50	
15	Interruptor tripolar 20A, 120 V para control de iluminación	Und	2	15,10	30,20	
16	Tomacorriente doble polarizado 120 VAC, 20A, con conexión de tierra	Und	8	9,00	72,00	
17	Tomacorriente doble polarizado 120 VAC, 20A, con conexión de tierra para ambientes exteriores	Und	4	18,60	74,40	
16	Fotocelda, 120V, 1800 VA, 60 Hz., incluye base	Und	1	127,72	127,72	
17	Electrodo de tierra Copperweld 5/8" x 10'	Und	4	45,61	182,44	
18	Conductores desnudos de cobre #2/0 AWG	m	100	93,70	9.370,00	
19	Conductores desnudos de cobre #2 AWG	m	20	46,80	936,00	
20	Soldadura exotérmica entre electrodo de tierra y conductor #2 AWG	Und	10	33,76	337,55	
21	Soldadura exotérmica entre conductor #2 AWG y conductor #2/0 AWG	Und	9	33,76	303,80	
22	Terminal de compresion modelo YGA2C-2N Burndy o similar	Und	10	27,50	304,80	
Total					25.975,80	

Tabla A16.8 Tabla de costos de materiales para los alimentadores de edificaciones

ALIMENTADORES A EDIFICACIONES (cables armados)							
N°	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	# por fase	fases	Total
1	Cable 350 Kcmil, 75 °C, 600 V S/E - sala de control TDSC1 y TDSC2	m	30	415,99	2	3	74.877,41
2	Cable # 2 AWG, THW, 75 °C, 600 V TDSC1 y TDSC2 - TDSC3 y	m	6	80,25	2	3	2.889,10
3	Cable 350 Kcmil, 75 °C, 600 V S/E - laboratorio TDL1	m	105	415,99	1	3	131.035,46
4	Cable # 2 AWG, THW, 75 °C, 600 V TDL1 - TDL2	m	3	80,25	1	3	722,28
5	Cable # 2 AWG, THW, 75 °C, 600 V S/E - sala de cambio de operadores	m	70	80,25	1	2	11.235,39
6	Cable 750 Kcmil, 75 °C, 600 V S/E - edif de adminis. y oficinas TDAO1	m	450	921,68	2	3	2.488.548,96
7	Cable # 2 AWG, THW, 75 °C, 600 V TDAO1-TDAO2	m	3	80,25	1	3	722,28
8	Cable 350 Kcmil, 75 °C, 600 V S/E - taller de mantenimiento TDTM1	m	120	415,99	1	3	149.754,82
9	Cable # 2/0 AWG, THW, 75 °C, 600 V TDM1-TDM2	m	3	160,77	1	3	1.446,91
10	Cable #4 AWG, 75 °C, 600 V S/E - almacén de químicos TDAQ1	m	350	49,22	1	3	51.681,84
11	Cable #2 AWG, 75 °C, 600 V S/E - caseta de vigilancia TDCV1	m	400	80,25	1	3	96.303,36
Total							3.009.217,80

[ANEXO N° 17]

Tablas de costos de materiales para alumbrado

Tabla A17.1 Tabla de costos de materiales para alumbrado de áreas comunes

ALUMBRADO					
N°	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Total
1	Poste metálico hexagonal tipo brazo de látigo de 10 metros de altura	m	72	893,21	64.310,98
2	Luminaria vialidad pública para lámpara de vapor de sodio, 277V, 400W	m	72	798,96	57.525,12
Total					121.836,10


Tabla A17.2 Tabla de costos de materiales para los alimentadores de alumbrado

ALIMENTADORES ALUMBRADO (cables armados)							
N°	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	# por fase	fases	Total
1	Cable # 8 AWG, THW, 75 °C, 600 V lum1 - lum15	m	456	19,96	1	3	27.305,28
2	Cable # 8 AWG, THW, 75 °C, 600 V lum16 - lum27	m	766	19,96	1	3	45.868,08
3	Cable # 6 AWG, THW, 75 °C, 600 V lum28 - lum41	m	833	32,73	1	2	54.529,85
4	Cable # 8 AWG, THW, 75 °C, 600 V lum42 - lum53	m	496	19,96	1	3	29.700,48
5	Cable # 12 AWG, THW, 75 °C, 600 V lum54 -	m	216	8,17	1	3	5.294,94
6	Cable # 12 AWG, THW, 75 °C, 600 V lum65 -	m	193	8,17	1	3	4.731,12
Total							167.429,75

Tabla A17.3 Tabla de costos de materiales para los alimentadores de postes

ALIMENTADORES ALUMBRADO PARA LOS POSTES							
N°	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	# por fase	fases	Total
1	Cable # 12 AWG, THW, 75 °C, 600 V	m	864	5,11	1	2	8.824,90
Total							8.824,90

Tabla A17.4 Hoja de cálculo para los alimentadores de alumbrado

		PROYECTO: PDH, ILUMINACIÓN DE AREAS COMUNES PROYECTO N°: CLIENTE: UBICACION:										FECHA: REV.: DOC. N°:									
		CALCULO DE ALIMENTADORES Tamb [C]: 40 Tcond [C]: 90		REV. DESCRIPCION																	
Rv	Etiqueta N°	Desde	Hasta	Sn [kVA]	Ph [1/3]	Vn [V]	In [A]	f.p.	AV% max	Inst. C/B	Long [mt]	Id [1,25xIn]	Conductor por Id			Conductor por ΔV%			Conductor Seleccionado		
													#C	Cal.	ΔV%	#C	Cal.	ΔV%	#C	Cal.	ΔV%
	circuito 1	luminaria 1	luminaria 15	7,06	3	480,00	8,49	0,85	2,00	C	200,00	10,61	1	#14	7,27	1	#8	1,87	1	#8	1,87
	circuito 2	luminaria 16	luminaria 27	5,65	3	480,00	6,80	0,85	2,00	C	250,00	8,49	1	#14	7,28	1	#8	1,87	1	#8	1,87
	circuito 3	luminaria 28	luminaria 41	6,59	3	480,00	7,93	0,85	2,00	C	330,00	9,91	1	#14	11,20	1	#6	1,91	1	#6	1,91
	circuito 4	luminaria 42	luminaria 53	5,65	3	480,00	6,80	0,85	2,00	C	200,00	8,49	1	#14	5,82	1	#8	1,50	1	#8	1,50
	circuito 5	luminaria 54	luminaria 64	5,18	3	480,00	6,23	0,85	2,00	C	100,00	7,79	1	#14	2,67	1	#12	1,69	1	#12	1,69
	circuito 6	luminaria 65	luminaria 72	3,76	3	480,00	4,52	0,85	2,00	C	50,00	5,65	1	#14	0,97	1	#14	0,97	1	#14	0,97

[ANEXO N° 18]

Tablas de costos de materiales para la subestación

Tabla A18.1 Tabla de costos de materiales para CDP001

CDP001 1200A					
N°	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Total
1	Base units	Und	7	8.236,02	57.652,14
2	Incoming power source connection 2000A	Und	1	13.010,73	13.010,73
3	Utility metering equipment	Und	1	7.364,83	7.364,83
4	Power circuit breakers units 1200A	Und	2	35.864,40	71.728,80
5	Power circuit breakers units 600A	Und	5	18.469,36	92.346,80
6	AC voltmeter, 1%	Und	2	2.251,05	4.502,10
7	AC ammeter, 1%	Und	2	2.251,05	4.502,10
8	AC wattmeter	Und	2	5.525,50	11.051,00
9	Varimeter	Und	2	5.332,00	10.664,00
10	Frequency meter	Und	2	4.484,90	8.969,80
11	power factor meter	Und	2	5.056,80	10.113,60
12	wathour meter	Und	2	5.525,50	11.051,00
13	instantaneous overcurrent relay (50)	Und	14	5.848,00	81.872,00
14	voltage under/over relay (27)	Und	7	3.601,25	25.208,75
15	AC time overcurrent relay (51)	Und	7	3.074,50	21.521,50
16	overcurrent phase, ground (51G)	Und	2	3.861,40	7.722,80
17	directional phase overcurrent (67)	Und	2	5.407,25	10.814,50
18	Frequency relay (81)	Und	5	4.687,00	23.435,00
19	Lockout, manual reset (86)	Und	7	7.159,50	50.116,50
20	Regulating device (90)	Und	5	5.407,25	27.036,25
Total					550.684,19

Tabla A18.2 Tabla de costos de materiales para CDP002

CDP002 4000A					
N°	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Total
1	Base units	Und	2	6.335,40	12.670,80
2	Incoming power source connection 4000A	Und	1	21.758,00	21.758,00
3	Utility metering equipment	Und	1	5.665,25	5.665,25
4	Power circuit breaker unit 4000A	Und	1	118.660,65	118.660,65
5	Power circuit breakers units 2500A	Und	1	78.315,90	78.315,90
6	Current transformer	Und	2	5.525,50	11.051,00
7	Potencial transformer with fuses, 200VA max	Und	2	1.661,95	3.323,90
8	AC voltmeter, 1%	Und	1	2.251,05	2.251,05
9	AC ammeter, 1%	Und	1	2.251,05	2.251,05
10	AC wattmeter	Und	1	5.525,50	5.525,50
11	Varimeter	Und	1	5.332,00	5.332,00
12	Frequency meter	Und	1	4.484,90	4.484,90
13	power factor meter	Und	1	5.056,80	5.056,80
14	wathour meter	Und	1	5.525,50	5.525,50
15	instantaneous overcurrent relay (50)	Und	2	5.848,00	11.696,00
16	voltage under/over relay (27)	Und	2	3.601,25	7.202,50
17	AC time overcurrent relay (51)	Und	1	3.074,50	3.074,50
18	overcurrent phase, ground (51G)	Und	1	3.861,40	3.861,40
19	overcurrent phase, ground (51N)	Und	1	3.861,40	3.861,40
20	directional phase overcurrent (67)	Und	1	5.407,25	5.407,25
Total					316.975,35

Tabla A18.3 Tabla de costos de materiales para CDP003

CDP003 4000A					
N°	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Total
1	Base units	Und	3	6.335,40	19.006,20
2	Incoming power source connection 4000A	Und	1	21.758,00	21.758,00
3	Utility metering equipment	Und	1	5.665,25	5.665,25
4	Power circuit breaker unit 4000A	Und	1	118.660,65	118.660,65
5	Power circuit breakers units 2500A	Und	1	78.315,90	78.315,90
6	Power circuit breakers units 1200A	Und	1	27.588,88	27.588,88
7	Current transformer	Und	2	5.525,50	11.051,00
8	Potencial transformer with fuses, 200VA max	Und	2	1.661,95	3.323,90
9	AC voltmeter, 1%	Und	1	2.251,05	2.251,05
10	AC ammeter, 1%	Und	1	2.251,05	2.251,05
11	AC wattmeter	Und	1	5.525,50	5.525,50
12	Varimeter	Und	1	5.332,00	5.332,00
13	Frequency meter	Und	1	4.484,90	4.484,90
14	power factor meter	Und	1	5.056,80	5.056,80
15	wathour meter	Und	1	5.525,50	5.525,50
16	instantaneous overcurrent relay (50)	Und	3	5.848,00	17.544,00
17	voltage under/over relay (27)	Und	3	3.601,25	10.803,75
18	AC time overcurrent relay (51)	Und	3	3.074,50	9.223,50
19	overcurrent phase, ground (51G)	Und	1	3.861,40	3.861,40
20	overcurrent phase, ground (51N)	Und	2	3.861,40	7.722,80
21	directional phase overcurrent (67)	Und	1	5.407,25	5.407,25
Total					370.359,28

Tabla A18.4 Tabla de costos de materiales para transferencia CDP002-CDP003

TRANSFERENCIA CDP002-CDP003 4000A					
N°	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Total
1	Base units	Und	1	6.335,40	6.335,40
2	Incoming power source connection 4000A	Und	1	21.758,00	21.758,00
3	Utility metering equipment	Und	1	5.665,25	5.665,25
4	Power circuit breaker unit 4000A	Und	1	118.660,65	118.660,65
5	Main power transfer: main-tie-main	Und	1	31.110,50	31.110,50
6	Time delay transfer o return	Und	1	4.074,25	4.074,25
7	Sinchronism check	Und	1	8.922,50	8.922,50
Total					196.526,55

Tabla A18.5 Tabla de costos de materiales para CDP004

CDP004 1200A					
N°	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Total
1	Base units	Und	8	6.335,40	50.683,20
2	Incoming power source connection 2000A	Und	1	10.008,25	10.008,25
3	Utility metering equipment	Und	1	5.665,25	5.665,25
4	Power circuit breakers units 1200A	Und	2	27.588,88	55.177,76
5	Full voltage non reversing starter, 4800 V, for 100 to 600 HP	Und	6	18.941,50	113.649,00
6	Full voltage non reversing starter, 4800 V, for 1000 HP	Und	4	18.941,50	75.766,00
7	AC voltmeter, 1%	Und	1	2.251,05	2.251,05
8	AC ammeter, 1%	Und	1	2.251,05	2.251,05
9	AC wattmeter	Und	1	5.525,50	5.525,50
10	Varimeter	Und	1	5.332,00	5.332,00
11	Frequency meter	Und	1	4.484,90	4.484,90
12	power factor meter	Und	1	5.056,80	5.056,80
13	wathour meter	Und	1	5.525,50	5.525,50
14	instantaneous overcurrent relay (50)	Und	3	5.848,00	17.544,00
15	voltage under/over relay (27)	Und	2	3.601,25	7.202,50
16	AC time overcurrent relay (51)	Und	2	3.074,50	6.149,00
17	overcurrent phase, ground (51G)	Und	1	3.861,40	3.861,40
18	Lockout, manual reset (86)	Und	2	7.159,50	14.319,00
19	directional phase overcurrent (67)	Und	1	5.407,25	5.407,25
Total					395.859,41

Tabla A18.6 Tabla de costos de materiales para CDP005

CDP005 1200A					
N°	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Total
1	Base units	Und	8	6.335,40	50.683,20
2	Incoming power source connection 2000A	Und	1	10.008,25	10.008,25
3	Utility metering equipment	Und	1	5.665,25	5.665,25
4	Power circuit breakers units 1200A	Und	1	27.588,88	27.588,88
5	Full voltage non reversing starter, 4800 V, for 100 to 600 HP	Und	10	18.941,50	189.415,00
6	AC voltmeter, 1%	Und	1	2.251,05	2.251,05
7	AC ammeter, 1%	Und	1	2.251,05	2.251,05
8	AC wattmeter	Und	1	5.525,50	5.525,50
9	Varimeter	Und	1	5.332,00	5.332,00
10	Frequency meter	Und	1	4.484,90	4.484,90
11	power factor meter	Und	1	5.056,80	5.056,80
12	wathour meter	Und	1	5.525,50	5.525,50
13	instantaneous overcurrent relay (50)	Und	1	5.848,00	5.848,00
14	voltage under/over relay (27)	Und	1	3.601,25	3.601,25
15	AC time overcurrent relay (51)	Und	1	3.074,50	3.074,50
16	overcurrent phase, ground (51G)	Und	1	3.861,40	3.861,40
17	directional phase overcurrent (67)	Und	1	5.407,25	5.407,25
Total					335.579,78

Tabla A18.7 Tabla de costos de materiales para transferencia CDP004-CDP005

TRANSFERENCIA CDP004-CDP005 1200A					
N°	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Total
1	Base units	Und	1	6.335,40	6.335,40
2	Incoming power source connection 2000A	Und	1	10.008,25	10.008,25
3	Utility metering equipment	Und	1	5.665,25	5.665,25
4	Power circuit breakers units 1200A	Und	1	27.588,88	27.588,88
5	Main power transfer: main-tie-main	Und	1	31.110,50	31.110,50
6	Time delay transfer o return	Und	1	4.074,25	4.074,25
7	Sinchronism check	Und	1	8.922,50	8.922,50
Total					93.705,03

Tabla A18.8 Tabla de costos de materiales para CDP006

CDP006 1200A					
N°	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Total
1	Base units	Und	3	6.335,40	19.006,20
2	Incoming power source connection 4000A	Und	1	6.615,55	6.615,55
3	Utility metering equipment	Und	1	5.665,25	5.665,25
4	Power circuit breakers units 1200A	Und	1	27.588,88	27.588,88
5	Power circuit breakers units 350A	Und	2	6.215,65	12.431,30
6	Power circuit breakers units 300A	Und	2	5.289,00	10.578,00
7	Power circuit breakers units 200A	Und	2	3.526,00	7.052,00
8	Power circuit breakers units 40A	Und	2	705,20	1.410,40
9	Power circuit breakers units 25A	Und	1	440,75	440,75
10	Power circuit breakers units 15A	Und	1	440,75	440,75
11	AC voltmeter, 1%	Und	1	2.251,05	2.251,05
12	AC ammeter, 1%	Und	1	2.251,05	2.251,05
13	AC wattmeter	Und	1	5.525,50	5.525,50
14	Varimeter	Und	1	5.332,00	5.332,00
15	Frequency meter	Und	1	4.484,90	4.484,90
16	power factor meter	Und	1	5.056,80	5.056,80
17	wathour meter	Und	1	5.525,50	5.525,50
18	instantaneous overcurrent relay (50)	Und	1	5.848,00	5.848,00
19	voltage under/over relay (27)	Und	1	3.601,25	3.601,25
20	AC time overcurrent relay (51)	Und	1	3.074,50	3.074,50
21	overcurrent phase, ground (51G)	Und	1	3.861,40	3.861,40
22	directional phase overcurrent (67)	Und	1	5.407,25	5.407,25
Total					143.448,28

Tabla A18.9 Tabla de costos de materiales para CCM001

CCM001					
N°	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Total
1	Full voltage-single speed non reversing starter 10 Hp with molded case circuit breaker	Und	6	2.055,40	12.332,40
2	Full voltage-single speed non reversing starter 25 Hp with molded case circuit breaker	Und	2	2.461,75	4.923,50
3	Full voltage-single speed non reversing starter 100 Hp with molded case circuit breaker	Und	1	6.955,25	6.955,25
4	Feeder circuit breaker 600A	Und	1	5.815,75	5.815,75
5	Feeder circuit breaker 250A	Und	4	2.616,55	10.466,20
6	Feeder circuit breaker 150A	Und	1	2.418,75	2.418,75
7	Feeder circuit breaker 50A	Und	1	1.380,30	1.380,30
8	Main circuit breaker 2000A	Und	1	21.476,35	21.476,35
Total					65.768,50

Tabla A18.10 Tabla de costos de materiales para CCM002

CCM002					
N°	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Total
1	Full voltage-single speed non reversing starter 10 Hp with molded case circuit breaker	Und	2	2.055,40	4.110,80
2	Full voltage-single speed non reversing starter 25 Hp with molded case circuit breaker	Und	1	2.461,75	2.461,75
3	Full voltage-single speed non reversing starter 50 Hp with molded case circuit breaker	Und	5	3.758,20	18.791,00
4	Feeder circuit breaker 250A	Und	1	2.616,55	2.616,55
5	Feeder circuit breaker 150A	Und	2	2.418,75	4.837,50
6	Feeder circuit breaker 50A	Und	1	1.380,30	1.380,30
7	Main circuit breaker 2000A	Und	1	21.476,35	21.476,35
Total					55.674,25

Tabla A18.11 Tabla de costos de materiales para CCM003

CCM003					
N°	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Total
1	Full voltage-single speed non reversing starter 10 Hp with molded case circuit breaker	Und	9	2.055,40	18.498,60
2	Full voltage-single speed non reversing starter 25 Hp with molded case circuit breaker	Und	4	2.461,75	9.847,00
3	Full voltage-single speed non reversing starter 100 Hp with molded case circuit breaker	Und	8	6.955,25	55.642,00
4	Full voltage-single speed non reversing starter 200 Hp with molded case circuit breaker	Und	3	14.237,30	42.711,90
5	Feeder circuit breaker 50A	Und	3	1.380,30	4.140,90
6	Main circuit breaker 2000A	Und	1	21.476,35	21.476,35
Total					152.316,75

Tabla A18.12 Tabla de costos de materiales para CCM004

CCM004					
N°	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Total
1	Full voltage-single speed non reversing starter 10 Hp with molded case circuit breaker	Und	30	2.055,40	61.662,00
2	Full voltage-single speed non reversing starter 25 Hp with molded case circuit breaker	Und	5	2.461,75	12.308,75
3	Full voltage-single speed non reversing starter 50 Hp with molded case circuit breaker	Und	14	3.758,20	52.614,80
4	Full voltage-single speed non reversing starter 100 Hp with molded case circuit breaker	Und	1	6.955,25	6.955,25
5	Full voltage-single speed non reversing starter 200 Hp with molded case circuit breaker	Und	15	14.237,30	213.559,50
6	Feeder circuit breaker 150A	Und	4	2.418,75	9.675,00
7	Feeder circuit breaker 50A	Und	1	1.380,30	1.380,30
8	Main circuit breaker 4000A	Und	1	76.292,75	76.292,75
Total					434.448,35

Tabla A18.13 Tabla de costos de materiales totales para S/E

SUBESTACION					
N°	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Total
1	Transformador de 10/12,5 MVA, ONAN/ONAF, 3Ø, 34,5/4,16 kV	Und	2	877.200,00	1.754.400,00
2	Transformador de 2,5 MVA, 3Ø, 34,5/4,16 kV	Und	3	161.250,00	483.750,00
3	Transformador de 1 MVA, 3Ø, 34,5/4,16 kV	Und	1	90.300,00	90.300,00
4	Ducto de Barra 3Ø, 4160 V, 1200 A, a prueba de agua, con base cada 1,5 m	m	22,63	1.678,62	37.987,06
5	Ducto de Barra 3Ø, 480 V, 4000 A, a prueba de agua, con base cada 1,5 m	m	23,21	4.418,52	102.553,94
6	Ducto de Barra 3Ø, 480 V, 2000 A, a prueba de agua, con base cada 1,5 m	m	11,54	2.316,98	26.737,96
7	Ducto de Barra 3Ø, 4800 V, 2500 A, a prueba de agua, con base cada 1,5 m	m	13,22	2.817,19	37.243,23
8	Ducto de Barra 3Ø, 480 V, 1200 A, a prueba de agua, con base cada 1,5 m	m	16,83	1.372,40	23.097,53
9	Enlace en angulo de 90° para ducto de barra de 1200A, 4160 V	Und	2	2.671,50	5.343,00
10	Enlace en angulo de 90° para ducto de barra de 4000A, 480 V	Und	6	6.053,00	36.318,00
11	Enlace en angulo de 90° para ducto de barra de 2000A, 480 V	Und	2	3.074,50	6.149,00
12	Enlace en angulo de 90° para ducto de barra de 2500A, 480 V	Und	2	3.741,00	7.482,00
13	Enlace en angulo de 90° para ducto de barra de 1200A, 480 V	Und	2	2.171,50	4.343,00
14	Electrodo de tierra Copperweld 3/4" x 8'	Und	9	45,61	410,49
15	Conductores desnudos de cobre #2/0 AWG	m	456	93,70	42.727,20
16	Conductores desnudos de cobre #2 AWG	m	250	46,80	11.700,00
17	Soldadura exotérmica entre electrodo de tierra y conductor #2 ó 2/0 AWG	Und	9	33,76	303,80
18	Soldadura exotérmica entre conductor #2 AWG y conductor #2/0 AWG	Und	20	34,76	304,80
19	Terminal de compresion modelo YGA2C-2N Burndy o similar	Und	14	27,50	305,80
20	Cable armado # 1/0AWG, 34,5 kV	m	572	1.046,52	598.610,04
21	Cable armado # 2/0AWG, 34,5 kV	m	197	1.203,50	237.089,32
22	Cable #12 AWG, THW, 75 °C, 600 V	m	850	5,11	4.340,95
23	Tuberia tipo EMT (electrical metal tube) 3/4"	m	320	3,00	958,72
24	Tuberia tipo EMT (electrical metal tube) 1"	m	51	4,39	223,69
25	Tablero de distribución 208/120 VAC, 3Ø, 4 hilos, 100A, 12 circuitos	Und	1	305,30	305,30
26	Poste metálico hexagonal de 12 m para alumbrado	Und	3	897,60	2.692,80
27	Punta Franklin 24"x 5/8", incluye base para montaje y conectores	Und	15	222,50	3.337,50
28	Reflector exteriores, inyectado en aluminio para lámpara metal halide 400 W, 277V	Und	3	496,88	1.490,64
29	luminaria incandescente de emergencia para montar en pared 2x9 W	Und	6	75,00	450,00
30	Interruptor tripolar 20A, 120 V para control de iluminación	Und	2	15,10	30,20
31	Tomacorriente doble polarizado 120 VAC, 20A, con conexión de tierra	Und	7	9,00	63,00
32	Luminaria fluorescente para empotrar en cielo raso 3x32W, 120V, 60 Hz con balasto	Und	32	580,44	18.574,08
33	CDP001	Und	1	550.684,19	550.684,19
34	CDP002	Und	1	316.975,35	316.975,35
35	CDP003	Und	1	370.359,28	370.359,28
36	CDP004	Und	1	395.859,41	395.859,41
37	CDP005	Und	1	335.579,78	335.579,78
38	CDP006	Und	1	143.448,28	143.448,28
39	Transferencia CDP002-CDP003	Und	1	196.526,55	196.526,55
40	Transferencia CDP004-CDP005	Und	1	93.705,03	93.705,03
41	CCM001	Und	1	65.768,50	65.768,50
42	CCM002	Und	1	55.674,25	55.674,25
43	CCM003	Und	1	152.316,75	152.316,75
44	CCM004	Und	1	434.448,35	434.448,35
Total					6.650.968,75

[ANEXO N° 19]

Tablas de costos de instalación

Tabla A19.1 Tabla de costos de instalación sala de control

HORAS HOMBRE PARA INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN SALA DE CONTROL					
N°	Descripción	H. h. por equipo	Costo hora	Cantidad de equipos	Total
1	UPS Sistema ininterrumpible de potencia 3Ø, 480 VAC, 25 KVA 4 hilos salida 120/208 VAC 3Ø 4 hilos, neutro y barra de tierra, incluye tablero de distribución, set de baterías, conexiones y accesorios	25,00	64,93	1	1.623,25
2	Transferencia automática, 250A	10,00	64,93	2	1.298,60
3	Tablero de distribución 480 VAC, 3Ø, 4 hilos, 250A, 24c.	17,60	64,93	2	2.285,54
4	Tablero de distribución 208/120 VAC, 3Ø, 4 hilos, 100A.	10,20	64,93	2	1.324,57
5	Transformador tipo seco 30 kVA 480/208-120 VAC	9,00	64,93	2	1.168,74
6	Tubería de acero galvanizado 3/4"	0,13	64,93	27	227,90
7	Tubería de acero galvanizado 1 1/2"	0,15	64,93	21	204,53
8	Tubería de acero galvanizado 2"	0,18	64,93	21	240,89
9	Tubería de acero galvanizado 4"	0,27	64,93	21	363,60
10	Tubería tipo EMT (electrical metal tube) 3/4"	0,13	64,93	750	6.330,68
11	Tubería tipo EMT (electrical metal tube) 1"	0,13	64,93	60	506,45
12	Tubería tipo EMT (electrical metal tube) 2"	0,18	64,93	21	240,89
13	Cable #12 AWG, THW, 75 °C, 600 V	0,02	64,93	3.700	4.804,82
14	Cable #10 AWG, THW, 75 °C, 600 V	0,02	64,93	1.350	2.045,00
15	Cable #8 AWG, THW, 75 °C, 600 V	0,03	64,93	900	1.558,28
16	Cable #6 AWG, THW, 75 °C, 600 V	0,04	64,93	50	119,02
17	Cable #2 AWG, THW, 75 °C, 600 V	0,07	64,93	150	649,29
18	Luminaria fluorescente para empotrar en cielo raso 3x32W, 120V, 60 Hz con balasto	1,20	64,93	33	2.571,23
19	Luminaria fluorescente para empotrar en cielo raso 3x32W, 120V, 60 Hz con balasto y batería de emergencia	1,20	64,93	6	467,50
20	Luminaria fluorescente superficial para montar en pared o techo 1x36W, 120V, 60 Hz con balasto para uso en áreas clase I div II	2,20	64,93	2	285,69
21	Luminaria fluorescente para empotrar en cielo raso 2x24W, 120V, 60 Hz con balasto	1,00	64,93	3	194,79
22	Luminaria fluorescente para empotrar en cielo raso 1x24W, 120V, 60 Hz con balasto	1,00	64,93	6	389,58
23	Luminaria fluorescente para empotrar en cielo raso 1x24W, 120V, 60 Hz con balasto y batería de emergencia	1,00	64,93	4	259,72
24	Luminaria fluorescente superficial circular para montar en pared o techo 1x22 W, 120 V, 60 Hz con balasto	1,10	64,93	22	1.571,31
25	Interruptor sencillo 20A, 120 V para control de iluminación	0,25	64,93	12	194,79
26	Interruptor sencillo 20A, 120 V para control de iluminación aprobado para clase I div II	0,35	64,93	1	22,73
27	Interruptor tripolar 20A, 120 V, para control de iluminación	0,25	64,93	8	129,86
28	Fotocelda, 120V, 1800 VA, 60 Hz., incluye base	1,00	64,93	1	64,93
29	Tomacorriente doble polarizado 120 VAC, 20A, con conexión de tierra	0,30	64,93	36	701,24
30	Tomacorriente doble polarizado 120 VAC, 20A, con conexión de tierra aprobado para clase I div II	2,50	64,93	3	486,98
31	Electrodo de tierra Copperweld 5/8" x 10'	1,00	64,93	11	714,23
32	Conductores desnudos de cobre #2/0 AWG	0,10	64,93	105	681,77
33	Conductores desnudos de cobre #2 AWG	0,07	64,93	160	727,22
34	Soldadura exotérmica entre electrodo de tierra y conductor #2 ó 2/0 AWG	0,30	64,93	11	214,27
35	Soldadura exotérmica entre conductor #2 AWG y conductor #2/0 AWG	0,30	64,93	12	233,75
36	Terminal de compresión modelo YGA2C-2N Burndy o similar	0,50	64,93	12	389,58
36	Punta Franklin 24"x 5/8", incluye base para montaje y conectores	1,00	64,93	9	584,37
Total					35.877,57

Tabla A19.2 Tabla de costos de instalación laboratorio

HORAS HOMBRE PARA INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN EL LABORATORIO					
N°	Descripción	H. h. por equipo	Costo hora	Cantidad de equipos	Total
1	Tablero de distribución 480 VAC, 3Ø, 4 hilos, 225A, 12c.	7,00	64,93	1	454,51
2	Tablero de distribución 208/120 VAC, 3Ø, 4 hilos, 100A,	19,50	64,93	1	1.266,14
3	Transformador tipo seco 30 kVA 480/208-120 VAC	9,00	64,93	1	584,37
4	Tubería tipo EMT (electrical metal tube) 3/4"	0,13	64,93	510	4.304,86
5	Tubería tipo EMT (electrical metal tube) 1"	0,13	64,93	51	430,49
6	Tubería tipo EMT (electrical metal tube) 1 1/2"	0,15	64,93	51	496,71
7	Tubería tipo EMT (electrical metal tube) 2"	0,18	64,93	51	585,02
8	Cable #12 AWG, THW, 75 °C, 600 V	0,02	64,93	1.500	1.947,90
9	Cable #10 AWG, THW, 75 °C, 600 V	0,02	64,93	100	151,48
10	Cable #8 AWG, THW, 75 °C, 600 V	0,03	64,93	200	346,28
11	Cable #6 AWG, THW, 75 °C, 600 V	0,04	64,93	50	119,02
12	Cable #2 AWG, THW, 75 °C, 600 V	0,07	64,93	150	681,77
13	Cable #1/0 AWG, THW, 75 °C, 600 V	0,09	64,93	100	562,73
14	Luminaria fluorescente para empotrar en cielo raso 3x32W, 120V, 60 Hz con balasto	1,20	64,93	10	779,16
15	Luminaria fluorescente para empotrar en cielo raso 1x24W, 120V, 60 Hz con balasto	1,00	64,93	9	584,37
16	Luminaria fluorescente superficial para montar en pared o techo 1x36W, 120V, 60 Hz con balasto para uso en areas clase I div II	2,20	64,93	4	571,38
17	Luminaria fluorescente superficial para montar en pared o techo 1x36W, 120V, 60 Hz con balasto	1,10	64,93	6	428,54
18	Luminaria incandescente de haluro metálico para empotrar en cielo raso 100W, 208V, aprobada para clase I div II	1,40	64,93	12	1.090,82
19	Luminaria fluorescente superficial circular para montar en pared o techo 1x22 W, 120 V, 60 Hz con balasto	1,10	64,93	11	785,65
20	luminaria incandescente de emergencia para montar en pared 2x9 W	0,50	64,93	3	97,40
21	luminaria incandescente de emergencia para montar en pared 2x9 W parobada para clase I div II	1,00	64,93	2	129,86
22	Interruptor sencillo 20A, 120 V para control de iluminación	0,25	64,93	11	178,56
23	Interruptor sencillo 20A, 240 V para control de iluminación aprobado para clase I div II	0,35	64,93	1	22,73
24	Interruptor tripolar 20A, 120 V, para control de iluminación	0,25	64,93	2	32,47
25	Interruptor sencillo 20A, 120 V para exteriores, aprobado para clase I div II	0,35	64,93	1	22,73
26	Fotocelda, 120V, 1800 VA, 60 Hz., incluye base	1,00	64,93	1	64,93
27	Tomacorriente doble polarizado 120 VAC, 20A, con conexión de tierra	0,30	64,93	20	389,58
28	Tomacorriente doble polarizado 120 VAC, 20A, con conexión de tierra aprobado para clase I div II	2,50	64,93	9	1.460,93
29	Tomacorriente doble polarizado 240 VAC, 20A, con conexión de tierra aprobado para clase I div II	2,50	64,93	3	486,98
30	Electrodo de tierra Copperweld 5/8" x 10'	1,00	64,93	17	1.103,81
31	Conductores desnudos de cobre #2/0 AWG	0,10	64,93	160	1.038,88
32	Conductores desnudos de cobre #2 AWG	0,07	64,93	160	727,22
33	Soldadura exotérmica entre electrodo de tierra y conductor #2 ó 2/0 AWG	0,30	64,93	17	331,14
34	Soldadura exotérmica entre conductor #2 AWG y conductor #2/0 AWG	0,30	64,93	17	331,14
	Terminal de compresion modelo YGA2C-2N Burndy o similar	0,50	64,93	12	389,58
35	Punta Franklin 24"x 5/8", incluye base para montaje y conectores	1,00	64,93	15	973,95
Total					23.953,06

Tabla A19.3 Tabla de costos de instalación sala de cambio de operadores

HORAS HOMBRE PARA INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN LA SALA DE CAMBIO DE OPERADORES					
Nº	Descripción	H. h. por equipo	Costo hora	Cantidad de equipos	Total
1	Tablero de distribución 208/120 VAC, 3Ø, 4 hilos, 100A, 12c	10,20	64,93	1	662,29
2	Transformador tipo seco 5 kVA 480/208-120 VAC	3,00	64,93	1	194,79
3	Tubería tipo EMT (electrical metal tube) 3/4"	0,13	64,93	510	4.304,86
4	Tubería tipo EMT (electrical metal tube) 2"	0,18	64,93	12	140,25
5	Cable #12 AWG, THW, 75 °C, 600 V	0,02	64,93	1.500	1.947,90
6	Cable #6 AWG, THW, 75 °C, 600 V	0,04	64,93	50	129,86
7	Cable #2 AWG, THW, 75 °C, 600 V	0,07	64,93	150	681,77
8	Cable #1/0 AWG, THW, 75 °C, 600 V	0,09	64,93	100	562,73
9	Luminaria fluorescente para empotrar en cielo raso 2x24W, 120V, 60 Hz con balasto	1,00	64,93	18	1.168,74
10	Luminaria fluorescente para empotrar en cielo raso 1x24W, 120V, 60 Hz con balasto	1,00	64,93	4	259,72
11	Luminaria fluorescente superficial para montar en pared o techo 1x36W, 120V, 60 Hz con balasto	1,10	64,93	2	142,85
12	Luminaria fluorescente superficial circular para montar en pared o techo 1x22 W, 120 V, 60 Hz con balasto	1,10	64,93	10	714,23
13	Interruptor sencillo 20A, 120 V para control de iluminación	0,25	64,93	8	129,86
14	luminaria incandescente de emergencia para montar en pared 2x9 W	0,50	64,93	3	97,40
15	Fotocelda, 120V, 1800 VA, 60 Hz., incluye base	1,00	64,93	1	64,93
16	Tomacorriente doble polarizado 120 VAC, 20A, con conexión de tierra	0,30	64,93	16	311,66
17	Electrodo de tierra Copperweld 5/8" x 10'	1,00	64,93	8	519,44
18	Conductores desnudos de cobre #2/0 AWG	0,10	64,93	75	486,98
19	Conductores desnudos de cobre #2 AWG	0,07	64,93	120	545,41
20	Soldadura exotérmica entre electrodo de tierra y conductor #2 ó 2/0 AWG	0,30	64,93	8	155,83
21	Soldadura exotérmica entre conductor #2 AWG y conductor #2/0 AWG	0,30	64,93	9	175,31
	Terminal de compresion modelo YGA2C-2N Burndy o similar	0,50	64,93	8	259,72
22	Punta Franklin 24"x 5/8", incluye base para montaje y conectores	1,00	64,93	9	584,37
Total					14.240,88

Tabla A19.4 Tabla de costos de instalación edificio de adm. y oficinas

HORAS HOMBRE PARA INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN EL EDIF. DE ADMINIS. Y OFICINAS					
N°	Descripción	H. h. por equipo	Costo hora	Cantidad de equipos	Total
1	Tablero de distribución 480 VAC, 3Ø, 4 hilos, 225A, 12c.	7,00	64,93	1	454,51
2	Tablero de distribución 208/120 VAC, 3Ø, 4 hilos, 100A,	15,20	64,93	1	986,94
3	Transformador tipo seco 30 kVA 480/208-120 VAC	9,00	64,93	1	584,37
4	Tubería tipo EMT (electrical metal tube) 3/4"	0,13	64,93	702	5.925,51
5	Tubería tipo EMT (electrical metal tube) 1"	0,13	64,93	21	177,26
6	Tubería tipo EMT (electrical metal tube) 2"	0,18	64,93	21	240,89
7	Cable #12 AWG, THW, 75 °C, 600 V	0,02	64,93	2.100	2.727,06
8	Cable #10 AWG, THW, 75 °C, 600 V	0,02	64,93	50	75,74
9	Cable #8 AWG, THW, 75 °C, 600 V	0,03	64,93	50	86,57
10	Cable #6 AWG, THW, 75 °C, 600 V	0,04	64,93	50	119,02
11	Luminaria fluorescente para empotrar en cielo raso 3x32W, 120V, 60 Hz con balasto	1,20	64,93	27	2.103,73
12	Luminaria fluorescente para empotrar en cielo raso 1x24W, 120V, 60 Hz con balasto	1,00	64,93	10	649,30
13	Luminaria fluorescente para empotrar en cielo raso 2x24W, 120V, 60 Hz con balasto	1,00	64,93	4	259,72
14	Luminaria fluorescente superficial para montar en pared o techo 1x36W, 120V, 60 Hz con balasto	1,10	64,93	11	785,65
15	Luminaria fluorescente superficial circular para montar en pared o techo 1x22 W, 120 V, 60 Hz con balasto	1,10	64,93	12	857,08
16	luminaria incandescente de emergencia para montar en pared 2x9 W	0,50	64,93	7	227,26
17	Interruptor sencillo 20A, 120 V para control de iluminación	0,25	64,93	22	357,12
18	Interruptor tripolar 20A, 120 V, para control de iluminación	0,25	64,93	2	32,47
19	Fotocelda, 120V, 1800 VA, 60 Hz., incluye base	1,00	64,93	1	64,93
20	Tomacorriente doble polarizado 120 VAC, 20A, con conexión de tierra	0,30	64,93	56	1.090,82
21	Tomacorriente doble polarizado 120 VAC, 20A, con conexión de tierra, para ambientes exteriores	0,30	64,93	4	77,92
22	Electrodo de tierra Copperweld 5/8" x 10'	1,00	64,93	8	519,44
23	Conductores desnudos de cobre #2/0 AWG	0,10	64,93	100	649,30
24	Conductores desnudos de cobre #2 AWG	0,07	64,93	170	772,67
25	Soldadura exotérmica entre electrodo de tierra y conductor #2 ó 2/0 AWG	0,30	64,93	8	155,83
26	Soldadura exotérmica entre conductor #2 AWG y conductor #2/0 AWG	0,30	64,93	15	292,19
	Terminal de compresion modelo YGA2C-2N Burndy o similar	0,50	64,93	15	486,98
27	Punta Franklin 24"x 5/8", incluye base para montaje y conectores	1,00	64,93	13	844,09
Total					21.604,34

Tabla A19.5 Tabla de costos de instalación taller de mantenimiento

HORAS HOMBRE PARA INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN EL TALLER DE MANTENIMIENTO					
Nº	Descripción	H. h. por equipo	Costo hora	Cantidad de equipos	Total
1	Tablero de distribución 480 VAC, 3Ø, 4 hilos, 225A, 24c.	17,60	64,93	1	1.142,77
2	Tablero de distribución 208/120 VAC, 3Ø, 4 hilos, 100A, 30c	23,10	64,93	1	1.499,88
3	Transformador tipo seco 45 kVA 480/208-120 VAC	12,00	64,93	1	779,16
4	Tubería de acero galvanizado 3/4"	0,13	64,93	831	7.014,39
5	Tubería de acero galvanizado 1"	0,13	64,93	111	936,94
6	Tubería de acero galvanizado 2"	0,18	64,93	21	240,89
7	Tubería de acero galvanizado 4"	0,27	64,93	9	157,78
8	Cable #12 AWG, THW, 75 °C, 600 V	0,02	64,93	2.400	3.116,64
9	Cable #10 AWG, THW, 75 °C, 600 V	0,02	64,93	200	302,96
10	Cable #8 AWG, THW, 75 °C, 600 V	0,03	64,93	100	173,14
11	Cable #6 AWG, THW, 75 °C, 600 V	0,04	64,93	100	238,03
12	Cable #4 AWG, THW, 75 °C, 600 V	0,05	64,93	450	1.363,53
13	Cable #4/0 AWG, THW, 75 °C, 600 V	0,13	64,93	200	1.688,18
14	Luminaria fluorescente para empotrar en cielo raso 3x32W, 120V, 60 Hz con balasto	1,20	64,93	17	1.324,57
15	Luminaria fluorescente para empotrar en cielo raso 1x24W, 120V, 60 Hz con balasto	1,00	64,93	17	1.103,81
16	Luminaria fluorescente superficial para montar en pared o techo 1x36W, 120V, 60 Hz con balasto	1,10	64,93	4	285,69
17	Luminaria fluorescente superficial circular para montar en pared o techo 1x22 W, 120 V, 60 Hz con balasto	1,10	64,93	18	1.285,61
18	Luminaria incandescente de haluro metálico 250W, 208V.	4,00	64,93	17	4.415,24
19	Luminaria incandescente de emergencia para montar en pared 2x9 W	0,50	64,93	6	194,79
20	Interruptor sencillo 20A, 120 V para control de iluminación	0,25	64,93	21	340,88
21	Interruptor sencillo 20A, 240 V para control de iluminación	0,25	64,93	2	32,47
22	Fotocelda, 120V, 1800 VA, 60 Hz., incluye base	1,00	64,93	1	64,93
23	Tomacorriente doble polarizado 120 VAC, 20A, con conexión de tierra	0,30	64,93	43	837,60
24	Tomacorriente doble polarizado 208 VAC, 60A, con conexión de tierra	0,30	64,93	2	38,96
25	Tomacorriente doble polarizado 480 VAC, 60A, con conexión de tierra	0,60	64,93	1	38,96
26	Electrodo de tierra Copperweld 5/8" x 10'	1,00	64,93	4	259,72
27	Conductores desnudos de cobre #2/0 AWG	0,10	64,93	120	779,16
28	Conductores desnudos de cobre #2 AWG	0,07	64,93	25	113,63
29	Soldadura exotérmica entre electrodo de tierra y conductor #2 ó 2/0 AWG	0,30	64,93	4	77,92
30	Soldadura exotérmica entre conductor #2 AWG y conductor #2/0 AWG	0,30	64,93	11	214,27
	Terminal de compresion modelo YGA2C-2N Burndy o similar	0,50	64,93	8	259,72
Total					30.322,22

Tabla A19.6 Tabla de costos de instalación almacén

HORAS HOMBRE PARA INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN EL ALMACÉN					
N°	Descripción	H. h. por equipo	Costo hora	Cantidad de equipos	Total
1	Tablero de distribución 208/120 VAC, 3Ø, 4 hilos, 100A, 12 circuitos	7,00	64,93	1	454,51
2	Transformador tipo seco 7,5 kVA 480/208-120 VAC para uso interior	5,00	64,93	1	324,65
3	Tubería de acero galvanizado 3/4"	0,13	64,93	150	1.266,14
4	Tubería de acero galvanizado 1"	0,13	64,93	100	844,09
5	Cable #12 AWG, THW, 75 °C, 600 V	0,02	64,93	200	259,72
6	Cable #10 AWG, THW, 75 °C, 600 V	0,02	64,93	400	605,93
7	Cable #8 AWG, THW, 75 °C, 600 V	0,03	64,93	300	519,43
8	Cable #2 AWG, THW, 75 °C, 600 V	0,04	64,93	150	357,05
9	Luminaria fluorescente para empotrar en cielo raso 3x32W, 120V, 60 Hz con balasto	1,20	64,93	1	77,92
10	Luminaria incandescente de haluro metálico 250W, 208V.	4,00	64,93	8	2.077,76
11	luminaria incandescente de emergencia para montar en pared 2x9 W	0,50	64,93	4	129,86
12	Interruptor sencillo 20A, 120 V para control de iluminación	0,25	64,93	1	16,23
13	Contactador de caja metálica tripolar, 240V, 30A	0,50	64,93	1	32,47
14	Tomacorriente doble polarizado 120 VAC, 20A, con conexión de tierra	0,30	64,93	1	19,48
15	Tomacorriente doble polarizado 120 VAC, 20A, con conexión de tierra para ambientes exteriores	0,30	64,93	4	77,92
16	Electrodo de tierra Copperweld 5/8" x 10'	1,00	64,93	4	259,72
17	Conductores desnudos de cobre #2/0 AWG	0,10	64,93	100	649,30
18	Conductores desnudos de cobre #2 AWG	0,07	64,93	20	90,90
19	Soldadura exotérmica entre electrodo de tierra y conductor #2 ó 2/0 AWG	0,30	64,93	4	77,92
20	Soldadura exotérmica entre conductor #2 AWG y conductor #2/0 AWG	0,30	64,93	10	194,79
	Terminal de compresion modelo YGA2C-2N Burndy o similar	0,50	64,93	10	324,65
Total					8.660,42

Tabla A19.7 Tabla de costos de instalación caseta de vigilancia

HORAS HOMBRE PARA INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN LA CASETA DE VIGILANCIA					
Nº	Descripción	H. h. por equipo	Costo hora	Cantidad de equipos	Total
1	Tablero de distribución 208/120 VAC, 3Ø, 4 hilos, 100A, 18c	7,00	64,93	1	454,51
2	Transformador tipo seco 10 kVA 480/208-120 VAC	6,00	64,93	1	389,58
3	Tubería tipo EMT (electrical metal tube) 3/4"	0,13	64,93	147	1.240,81
4	Tubería tipo EMT (electrical metal tube) 2"	0,18	64,93	12	140,25
5	Cable #12 AWG, THW, 75 °C, 600 V	0,02	64,93	500	649,30
6	Cable #10 AWG, THW, 75 °C, 600 V	0,02	64,93	50	64,93
7	Luminaria fluorescente para empotrar en cielo raso 3x32W, 120V, 60 Hz con balasto	1,20	64,93	5	389,58
8	Luminaria fluorescente para empotrar en cielo raso 1x24W, 120V, 60 Hz con balasto	1,00	64,93	1	64,93
9	Luminaria fluorescente superficial circular para montar en pared o techo 1x22 W, 120 V, 60 Hz con balasto	1,10	64,93	3	214,27
10	Luminaria incandescente de haluro metálico 175W, 208V.	1,80	64,93	4	467,50
11	Interruptor sencillo 20A, 120 V para control de iluminación	0,25	64,93	5	81,16
12	Interruptor tripolar 20A, 120 V para control de iluminación	0,25	64,93	2	32,47
13	Tomacorriente doble polarizado 120 VAC, 20A, con conexión de tierra	0,30	64,93	8	155,83
14	Tomacorriente doble polarizado 120 VAC, 20A, con conexión de tierra para ambientes exteriores	0,30	64,93	4	77,92
15	Fotocelda, 120V, 1800 VA, 60 Hz., incluye base	1,00	64,93	1	64,93
16	Electrodo de tierra Copperweld 5/8" x 10'	1,00	64,93	4	259,72
17	Conductores desnudos de cobre #2/0 AWG	0,10	64,93	100	649,30
18	Conductores desnudos de cobre #2 AWG	0,07	64,93	20	90,90
19	Soldadura exotérmica entre electrodo de tierra y conductor #2 ó 2/0 AWG	0,30	64,93	4	77,92
20	Soldadura exotérmica entre conductor #2 AWG y conductor #2/0 AWG	0,30	64,93	10	
	Terminal de compresion modelo YGA2C-2N Burndy o similar	0,50	64,93	10	324,65
Total					5.890,45

Tabla A19.8 Tabla de costos de instalación alimentadores de edificaciones

HORAS HOMBRE PARA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE ALIMENTADORES A EDIFICACIONES					
	Descripción	H. h. por equipo	Costo hora	Cantidad de equipos	Total
1	Cable 350 Kcmil, 75 °C, 600 V S/E - sala de control TDSC1 y TDSC2	0,17	64,93	180	2.025,82
2	Cable # 2 AWG, THW, 75 °C, 600 V TDSC1 y TDSC2 - TDSC3 y TDSC4	0,07	64,93	36	155,83
3	Cable 350 Kcmil, 75 °C, 600 V S/E - laboratorio TDL1	0,17	64,93	315	3.477,00
4	Cable # 2 AWG, THW, 75 °C, 600 V TDL1 - TDL2	0,07	64,93	9	40,91
5	Cable # 2 AWG, THW, 75 °C, 600 V S/E - sala de cambio de operadores	0,07	64,93	140	636,31
6	Cable 750 Kcmil, 75 °C, 600 V S/E - edif de adminis. y oficinas TDAO1	0,25	64,93	2.700	43.827,75
7	Cable # 2 AWG, THW, 75 °C, 600 V TDAO1-TDAO2	0,07	64,93	9	40,91
8	Cable 350 Kcmil, 75 °C, 600 V S/E - taller de mantenimiento TDTM1	0,17	64,93	360	3.973,72
9	Cable # 2/0 AWG, THW, 75 °C, 600 V TDM1-TDM2	0,10	64,93	9	56,49
10	Cable #4 AWG, 75 °C, 600 V S/E - almacén de químicos TDAQ1	0,05	64,93	1.050	3.181,57
11	Cable #2 AWG, 75 °C, 600 V S/E - caseta de vigilancia TDCV1	0,07	64,93	1.200	5.454,12
Total					62.870,41

Tabla A19.9 Tabla de costos de instalación alumbrado de áreas comunes

HORAS HOMBRE PARA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DEL ALUMBRADO DE ÁREAS COMUNES					
	Descripción	H. h. por equipo	Costo hora	Cantidad de equipos	Total
1	Poste metálico hexagonal tipo brazo de látigo de 10 metros de	7,40	64,93	72	34.594,70
2	Luminaria vialidad pública para lámpara de vapor de sodio, 277V, 400W	1,50	64,93	72	7.012,44
3	Cable # 8 AWG, THW, 75 °C, 600 V lum1 - lum15	0,03	64,93	912	1.776,48
4	Cable # 8 AWG, THW, 75 °C, 600 V lum16 - lum27	0,03	64,93	1.532	2.984,18
3	Cable # 6 AWG, THW, 75 °C, 600 V lum28 - lum41	0,04	64,93	1.666	4.326,94
4	Cable # 8 AWG, THW, 75 °C, 600 V lum42 - lum53	0,03	64,93	992	1.932,32
5	Cable # 12 AWG, THW, 75 °C, 600 V lum54 - lum64	0,02	64,93	432	561,00
6	Cable # 12 AWG, THW, 75 °C, 600 V lum65 - lum72	0,02	64,93	386	501,26
7	Cable # 12 AWG, THW, 75 °C, 600 V para interior de postes para alimentar luminarias	0,02	64,93	1.728	2.243,98
Total					55.933,30

Tabla A19.10 Tabla de costos de instalación de equipos S/E CCM001

HORAS HOMBRE PARA INSTALACIÓN DEL CCM001					
Nº	Descripción	H. h. por equipo	Costo hora	Cantidad de equipos	Total
1	Full voltage-single speed non reversing starter 10 Hp with molded case circuit breaker	2,0	64,93	6	779,16
2	Full voltage-single speed non reversing starter 25 Hp with molded case circuit breaker	2,1	64,93	2	272,71
3	Full voltage-single speed non reversing starter 100 Hp with molded case circuit breaker	2,6	64,93	1	168,82
3	Feeder circuit breaker 600A	3,6	64,93	1	233,75
4	Feeder circuit breaker 250A	2,6	64,93	4	675,27
5	Feeder circuit breaker 150A	2,0	64,93	1	129,86
6	Feeder circuit breaker 50A	1,3	64,93	1	84,41
7	Main circuit breaker 2000A	11,0	64,93	1	714,23
Total					3.058,20

Tabla A19.11 Tabla de costos de instalación de equipos S/E CCM002

HORAS HOMBRE PARA INSTALACIÓN DEL CCM002					
Nº	Descripción	H. h. por equipo	Costo hora	Cantidad de equipos	Total
1	Full voltage-single speed non reversing starter 10 Hp with molded case circuit breaker	2,0	64,93	2	259,72
2	Full voltage-single speed non reversing starter 25 Hp with molded case circuit breaker	2,1	64,93	1	136,35
3	Full voltage-single speed non reversing starter 50 Hp with molded case circuit breaker	2,2	64,93	5	714,23
4	Feeder circuit breaker 250A	2,6	64,93	1	168,82
5	Feeder circuit breaker 150A	2,0	64,93	2	259,72
6	Feeder circuit breaker 50A	1,3	64,93	1	84,41
7	Main circuit breaker 2000A	11,0	64,93	1	714,23
Total					2.337,48

Tabla A19.12 Tabla de costos de instalación de equipos S/E CCM003

HORAS HOMBRE PARA INSTALACIÓN DEL CCM003					
Nº	Descripción	H. h. por equipo	Costo hora	Cantidad de equipos	Total
1	Full voltage-single speed non reversing starter 10 Hp with molded case circuit breaker	2,0	64,93	9	1.168,74
2	Full voltage-single speed non reversing starter 25 Hp with molded case circuit breaker	2,1	64,93	4	545,41
3	Full voltage-single speed non reversing starter 100 Hp with molded case circuit breaker	2,6	64,93	8	1.350,54
4	Full voltage-single speed non reversing starter 200 Hp with molded case circuit breaker	3,0	64,93	3	584,37
5	Feeder circuit breaker 50A	1,3	64,93	3	253,23
6	Main circuit breaker 2000A	11,0	64,93	1	714,23
Total					4.616,52

Tabla A19.13 Tabla de costos de instalación de equipos S/E CCM004

HORAS HOMBRE PARA INSTALACIÓN DEL CCM004					
Nº	Descripción	H. h. por equipo	Costo hora	Cantidad de equipos	Total
1	Full voltage-single speed non reversing starter 10 Hp with molded case circuit breaker	2,0	64,93	30	3.895,80
2	Full voltage-single speed non reversing starter 25 Hp with molded case circuit breaker	2,1	64,93	5	681,77
3	Full voltage-single speed non reversing starter 50 Hp with molded case circuit breaker	2,2	64,93	14	1.999,84
4	Full voltage-single speed non reversing starter 100 Hp with molded case circuit breaker	2,6	64,93	1	168,82
5	Full voltage-single speed non reversing starter 200 Hp with molded case circuit breaker	3,0	64,93	15	2.921,85
6	Feeder circuit breaker 150A	2,0	64,93	4	519,44
7	Feeder circuit breaker 50A	1,3	64,93	1	84,41
8	Main circuit breaker 4000A	22,0	64,93	1	1.428,46
Total					11.700,39

Tabla A19.14 Tabla de costos de instalación de equipos S/E CDP001

HORAS HOMBRE PARA INSTALACIÓN DEL CDP001					
Nº	Descripción	H. h. por equipo	Costo hora	Cantidad de equipos	Total
1	Setting sections	20,0	64,93	7	9.090,20
2	Conecting sections	20,0	64,93	7	9.090,20
3	Floor anchor sections	8,0	64,93	1	519,44
Total					18.699,84

Tabla A19.15 Tabla de costos de instalación de equipos S/E CDP002

HORAS HOMBRE PARA INSTALACIÓN DEL CDP002					
Nº	Descripción	H. h. por equipo	Costo hora	Cantidad de equipos	Total
1	Setting sections	16,0	64,93	2	2.077,76
2	Conecting sections	16,0	64,93	2	2.077,76
3	Floor anchor sections	3,0	64,93	2	389,58
4	Connect circuit breakers	16,0	64,93	2	2.077,76
Total					6.622,86

Tabla A19.16 Tabla de costos de instalación de equipos S/E CDP003

HORAS HOMBRE PARA INSTALACIÓN DEL CDP003					
Nº	Descripción	H. h. por equipo	Costo hora	Cantidad de equipos	Total
1	Setting sections	16,0	64,93	3	3.116,64
2	Conecting sections	16,0	64,93	3	3.116,64
3	Floor anchor sections	3,0	64,93	3	584,37
4	Connect circuit breakers	16,0	64,93	3	3.116,64
Total					9.934,29

Tabla A19.17 Tabla de costos de instalación de equipos S/E Transferencia
CDP002-CDP003

HORAS HOMBRE PARA INSTALACIÓN DE TRANSFERENCIA CDP002-CDP003					
Nº	Descripción	H. h. por equipo	Costo hora	Cantidad de equipos	Total
1	Setting sections	16,0	64,93	1	1.038,88
2	Conecting sections	16,0	64,93	1	1.038,88
3	Floor anchor sections	3,0	64,93	1	194,79
Total					2.272,55

Tabla A19.18 Tabla de costos de instalación de equipos S/E CDP004

HORAS HOMBRE PARA INSTALACIÓN DEL CDP004					
Nº	Descripción	H. h. por equipo	Costo hora	Cantidad de equipos	Total
1	Setting sections	12,0	64,93	8	6.233,28
2	Conecting sections	12,0	64,93	8	6.233,28
3	Floor anchor sections	6,0	64,93	8	3.116,64
Total					15.583,20

Tabla A19.19 Tabla de costos de instalación de equipos S/E CDP005

HORAS HOMBRE PARA INSTALACIÓN DEL CDP005					
Nº	Descripción	H. h. por equipo	Costo hora	Cantidad de equipos	Total
1	Setting sections	12,0	64,93	8	6.233,28
2	Conecting sections	12,0	64,93	8	6.233,28
3	Floor anchor sections	6,0	64,93	8	3.116,64
Total					15.583,20

Tabla A19.20 Tabla de costos de instalación de equipos S/E Transferencia
CDP004-CDP005

HORAS HOMBRE PARA INSTALACIÓN DE TRANSFERENCIA CDP004-CDP005					
Nº	Descripción	H. h. por equipo	Costo hora	Cantidad de equipos	Total
1	Setting sections	12,0	64.930,00	1	779.160,00
2	Conecting sections	12,0	64.930,00	1	779.160,00
3	Floor anchor sections	6,0	64.930,00	1	389.580,00
Total					1.947.900,00

Tabla A19.21 Tabla de costos de instalación de equipos S/E CDP006

HORAS HOMBRE PARA INSTALACIÓN DEL CDP006					
Nº	Descripción	H. h. por equipo	Costo hora	Cantidad de equipos	Total
1	Setting sections	7,5	64.930,00	3	1.460.925,00
2	Conecting sections	6,0	64.930,00	3	1.168.740,00
3	Floor anchor sections	2,0	64.930,00	3	389.580,00
4	Connect circuit breakers	8,4	64.930,00	3	1.636.236,00
Total					4.655.481,00

Tabla A19.22 Tabla de costos de instalación de equipos S/E

HORAS HOMBRE PARA INSTALACIÓN DE EQUIPOS EN LA SUBESTACIÓN					
N°	Descripción	H. h. por equipo	Costo hora	Cantidad de equipos	Total
1	Transformador de 10/12,5 MVA, ONAN/ONAF, 3Ø, 34,5/4,16	44,00	64.930,00	2	5.713.840,00
2	Transformador de 2,5 MVA, 3Ø, 34,5/4,16 kV	44,00	64.930,00	3	8.570.760,00
3	Transformador de 1 MVA, 3Ø, 34,5/4,16 kV	36,00	64.930,00	1	2.337.480,00
4	Ducto de Barra 3Ø, 4160 V, 1200 A, a prueba de agua, con base cada 1,5 m	0,35	64.930,00	23	514.278,07
5	Ducto de Barra 3Ø, 480 V, 4000 A, a prueba de agua, con base cada 1,5 m	0,45	64.930,00	23	678.161,39
6	Ducto de Barra 3Ø, 480 V, 2000 A, a prueba de agua, con base cada 1,5 m	0,38	64.930,00	12	284.731,04
7	Ducto de Barra 3Ø, 4800 V, 2500 A, a prueba de agua, con base cada 1,5 m	0,40	64.930,00	13	343.349,84
8	Ducto de Barra 3Ø, 480 V, 1200 A, a prueba de agua, con base cada 1,5 m	0,35	64.930,00	17	382.470,17
9	Enlace en angulo de 90° para ducto de barra de 1200A, 4160 V	5,20	64.930,00	2	675.272,00
10	Enlace en angulo de 90° para ducto de barra de 4000A, 480 V	6,00	64.930,00	6	2.337.480,00
11	Enlace en angulo de 90° para ducto de barra de 2000A, 480 V	4,60	64.930,00	2	597.356,00
12	Enlace en angulo de 90° para ducto de barra de 2500A, 480 V	4,80	64.930,00	2	623.328,00
13	Enlace en angulo de 90° para ducto de barra de 1200A, 480 V	4,20	64.930,00	2	545.412,00
14	Electrodo de tierra Copperweld 5/8" x 8"	1,00	64.930,00	9	584.370,00
15	Conductores desnudos de cobre #2/0 AWG	0,10	64.930,00	456	2.960.808,00
16	Conductores desnudos de cobre #2 AWG	0,07	64.930,00	250	1.136.275,00
17	Soldadura exotérmica entre electrodo de tierra y conductor #2 ó 2/0 AWG	0,30	64.930,00	9	175.311,00
18	Soldadura exotérmica entre conductor #2 AWG y conductor #2/0 AWG	0,30	64.930,00	20	389.580,00
	Terminal de compresion modelo YGA2C-2N Burndy o similar	0,50	64.930,00	14	454.510,00
19	Cable armado # 1/0AWG, 34,5 kV	0,20	64.930,00	572	7.427.992,00
20	Cable armado # 2/0AWG, 34,5 kV	0,23	64.930,00	197	2.941.978,30
21	Cable #12 AWG, THW, 75 °C, 600 V	0,02	64.930,00	850	1.103.810,00
22	Tuberia tipo EMT (electrical metal tube) 3/4"	0,13	64.930,00	320	2.701.088,00
23	Tuberia tipo EMT (electrical metal tube) 1"	0,13	64.930,00	51	430.485,90
24	Tablero de distribución 208/120 VAC, 3Ø, 4 hilos, 100A, 12 circuitos	10,20	64.930,00	1	662.286,00
25	Poste metálico hexagonal de 12 m para alumbrado	7,40	64.930,00	3	1.441.446,00
26	Reflector exteriores, inyectado en aluminio para lámpara metal halide 400 W, 277V	1,50	64.930,00	3	292.185,00
27	luminaria incandescente de emegencia para montar en pared 2x9 W	0,50	64.930,00	6	194.790,00
28	Interruptor tripolar 20A, 120 V para control de iluminación	0,25	64.930,00	2	32.465,00
29	Tomacorriente doble polarizado 120 VAC, 20A, con conexión de tierra	0,30	64.930,00	7	136.353,00
30	Luminaria fluorescente para empotrar en cielo raso 3x32W, 120V, 60 Hz con balasto	1,20	64.930,00	32	2.493.312,00
Total					49.162.963,69

[ANEXO N° 20]

Plano de Sistema de Tierra de la S/E

A continuación se muestra en el plano 20.1 la malla de tierra de la subestación eléctrica, junto con el sistema de protección de descargas atmosféricas.

Plano 20.1

[ANEXO N° 21]

DIALux versión 4.3

DIALux es un software gratuito para el cálculo y la visualización de proyectos de iluminación. Este programa fue desarrollado por el Instituto Alemán de Luminotecnia Aplicada (Deutsches Institut für angewandte Lichttechnik) DIAL. El software DIALux permite el análisis cuantitativo rápido y sin problemas de un proyecto, y cuenta con una funcionalidad 3D. El formato de datos para luminarias comprende la geometría 3D de la luminaria y la distribución de intensidad luminosa y la descripción del artículo. DIALux trabaja con los formatos de datos internacionales de todos los fabricantes, lo cual permite gran diversibilidad de tendencias a escoger al realizar el diseño de alumbrado.

Este software permite leer y exportar archivos dxf junto con los resultados luego de haber realizado la planificación de alumbrado, así mismo los resultados se pueden imprimir o enviar como archivo pdf, lo cual brinda la posibilidad de guardar cada vista y rendering como archivo jpg.

DIALux imita mucho los programas estándares corrientes (Windows XP) y por consiguiente es aplicable de manera simple e intuitiva, además de ello en la página www.dialux.com se pueden encontrar manuales que explican la forma de usar esta herramienta.

[ANEXO N° 22]

Estudio de la malla de tierra para edificaciones

A continuación se muestran los estudios hechos en ETAP 4.0 del sistema de puesta a tierra a utilizar en las edificaciones, es apreciable que las tensiones de toque y paso son superiores al nivel de tensión 277 V.

Location:
Contract:
Engineer:
Filename: DOMENICO

4.0.0C
Study Case: Malla de tierra

Date: 02-18-2008
SN: KLGCONSULT
Revision: Base
Config.: Normal 50 kg

Electrical Transient Analyzer Program

ETAP PowerStation

Ground Grid Systems
IEEE Std 80-2000

Number of Ground Conductors: 4

Number of Ground Rods: 4

Total Length of Ground Conductors: 80.00 m

Total Length of Ground Rods: 10.00 m

Frequency: 60.0

Unit System: Metric

Project Filename: PUESTAATIERRA

Output Filename: DOMENICO

Project:
 Location:
 Contract:
 Engineer:
 Filename: DOMENICO

ETAP PowerStation
 4.0.0C

Study Case: Malla de tierra

Pages:3
 Date: 02-18-2008
 SN: KLGCONSULT
 Revision: Base
 Config.: Normal 50 kg

Ground Grid Input Data

System Data:

Freq. Hz	Weight kg	Ambient Temp. °C	Short-Circuit Current				Fault Duration (Seconds)		
			Total Fault Current kA	X/R	Sf Division Factor %	Cp Projection Factor %	Tf for Total Fault Duration	Tc for Sizing Ground Conductors	Ts for Available Body Current
60.0	50	40.00	2.000	1.00	100.0	100.0	0.50	0.50	0.50

Soil Data:

Surface Material			Upper Layer Soil			Lower Layer Soil	
Material Type	Resistivity Ω m	Depth m	Material Type	Resistivity Ω m	Depth m	MaterialType	Resistivity Ω m
Clean limestone	2,500.0	0.2	Moist soil	25.0	5.0	Moist soil	25.0

Material Constants:

Conductor/Rod	Type	Conductivity %	αr Factor @ 20°C 1/°C	K0@ 0°C	Fusing Temperature °C	Resistivity of Ground Conductor @ 20°C μΩ.cm	Thermal Capacity Per Unit Volume J/(cm³.°C)
Conductor	Copper-commercial	97.0	0.00381	242.0	1084.0	1.78	3.42
Rod	Copper-commercial	97.0	0.00381	242.0	1084.0	1.78	3.42

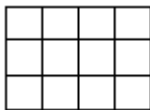
Rod Data:

Diameter cm	Length m	No. of Rods	Arrangement	Cost \$/Rod
1.6	2.5	4	Rods in Grid Corners	100.0

Grid Configuration :

Conductor Size mm²	Depth (m)	Grid Length (m)		Number of Conductors		Separation (m)		Cost \$/m
		Lx	Ly	in X Direction	in Y Direction	in X Direction	in Y Direction	
70	0.5	20.0	20.0	2	2	20.0	20.0	10.00

Shape: Rectangular



Project:
 Location:
 Contract:
 Engineer:
 Filename: DOMENICO

ETAP PowerStation
 4.0.0C

Study Case: Malla de tierra

Pages:3
 Date: 02-18-2008
 SN: KLGCONSULT
 Revision: Base
 Config.: Normal 50 kg

Ground Grid Summary Report

Rg	GPR	Touch Potential			Step Potential		
Ground Resistance Ohm	Ground Potential Rise Volts	Tolerable Volts	Calculated Volts	Calculated %	Tolerable Volts	Calculated Volts	Calculated %
0.809	1621.7	667.4	659.5	98.8	2177.3	229.7	10.5

Total Fault Current: 2.000 kA

Reflection Factor (K): -0.980

Maximum Grid Current: 2.005 kA

Surface Layer Derating Factor (Cs): 0.818

Decrement Factor (Df): 1.040

[ANEXO N° 23]

ETAP versión 4.0

ETAP (*Electrical Transient Analyzer Program*) es un software de licencia, que permite hacer estudios eléctricos a redes de sistemas de potencia, es la herramienta más completa de análisis y control para el diseño, simulación y operación de sistemas de potencia eléctricos de generación, distribución e industriales.

Este software permitio hacer los estudios eléctricos a la red de la planta, entre ellos el estudio de flujo de carga, de cortocircuito y de arranque de motores, por lo cual mediante este se simuló el comportamiento de la red de la planta en situaciones de operación normal y contingencias.

Además permitio hacer los estudios de los sistemas de puesta a tierra de la subestación eléctrica de la planta, así como el diseño de la malla cumpliendo con normas y estandares ANSI/IEEE.

[ANEXO N° 24]

CenterONE versión 3.71

Este software es creado por la empresa Rockwell Automation, para el diseño de centros de control de motores (CCM), es gratuito y puede ser descargado de Internet, este asiste al usuario ofreciendo ventajas desde el punto de vista del tiempo de diseño y aproximación a la realidad, cuenta con valores normalizados para las características del CCM y las cargas que lo conforman y selecciona algunas características automáticamente tomando datos comúnmente usados. Al momento de especificar una carga en el CenterONE el mismo advierte de posibles configuraciones incompatibles, así como de los errores con los que cuente el diseño especificando cuales son y la gravedad de los mismos (tal como la ausencia de alimentación para dispositivos de instrumentación electrónica, existencia de celdas saturadas, entre otros).

Este software levanta automáticamente la disposición de gavetas del CCM mostrando la ubicación de cada carga y de sus dimensiones, además el programa genera documentación acerca de su diseño y los planos en AutoCAD de la configuración del mismo.